



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>

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DE METZ

pour l'obtention du grade de

DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

par

Jean-Luc MÉRIAUX

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE - METZ	
N° inv.	19840275
Cote	S/M3 84/12
Loc	Magasin

**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.

Soutenue le 17 Mai 1984 devant la Commission d'Examen

Membres du Jury :

Monsieur J.M. PELT
Monsieur J.C. BLOCK
Monsieur J.M. GEHU
Monsieur J.B. LACHAVANNE
Monsieur A. RICHARD
Monsieur J.J. SYMOENS

Professeur à l'Université de Metz
Professeur à l'Université de Metz
Professeur à l'Université de Paris V
Professeur à l'Université de Genève
Professeur à l'Université de Lille I
Professeur à l'Université libre de Bruxelles

AVANT-PROPOS

Il m'est difficile de dissocier Messieurs les Professeurs PELT et GEHU, qui ont conjointement dirigé ce travail. Monsieur le Professeur PELT m'a accueilli à l'Institut européen d'Ecologie qu'il préside puis dans son laboratoire de Biologie végétale et Pharmacognosie au Centre des Sciences de l'Environnement où il m'a prodigué aide et conseils dans mes travaux. Je ne puis, en quelques lignes, exprimer l'attachement que je lui porte mais qu'il soit assuré que celui-ci demeurera constant. L'estime que j'éprouve pour Monsieur le Professeur GEHU, Directeur du Département de Botanique, Phytocoenologie et Biologie végétale à l'Université de Paris V, est également difficilement traduisible. Son soutien scientifique et son aide ont été prépondérants. Il m'a, d'autre part, toujours reçu en toute simplicité au Centre Régional d'Etudes Phytosociologiques d'Investigations systématiques de Bailleul qu'il dirige et a mis à ma disposition l'imposante bibliographie phytosociologique et botanique s'y trouvant rassemblée. Qu'il soit assuré de ma vive reconnaissance.

Monsieur le Professeur BONNOT m'a accueilli pendant deux ans dans son laboratoire. Il m'a, durant cette période, guidé dans mes travaux et n'a cessé de m'apporter des encouragements. Qu'il veuille bien croire en toute ma gratitude et en mon profond respect.

Monsieur le Professeur SCHUMACKER, Professeur à l'Université de Liège m'a, de nombreuses fois, ouvert la bibliothèque de la Station des Hautes Fagnes, qu'il dirige, et m'a prodigué de nombreux conseils, je l'en remercie bien amicalement.

Messieurs les Professeurs SYMOENS (Université libre de Bruxelles), LACHAVANNE (Université de Genève), BLOCK (Université de Metz) et RICHARD (Université de Lille I) m'ont fait l'honneur, malgré leurs multiples charges, d'être juges de cette thèse, je leur exprime sincèrement toute ma reconnaissance et les prie de croire en ma profonde et respectueuse considération.

J'ai eu l'occasion de travailler maintes fois avec Monsieur VERDEVOYE, Chargé d'Etudes au S.R.A.E. Nord - Pas-de-Calais, cette collaboration s'est toujours révélée fructueuse et a favorisé la recherche que j'ai menée sur l'écologie des groupements végétaux. Je l'en remercie bien amicalement.

Monsieur JANKOWSKI, Chargé d'Etudes au C.E.T.E. de Lille m'a énormément aidé pour traiter les problèmes de cartographie que j'ai eu à résoudre, je lui exprime mon amicale reconnaissance.

Je remercie vivement Monsieur THERET, Documentaliste du Collège A. France d'Anzin, qui, par sa maîtrise de la langue allemande, m'a été d'un précieux secours dans mes recherches bibliographiques.

Mademoiselle MALAQUIN et Mademoiselle SELMOUNI se sont partagé, avec compétence, la dactylographie de ce mémoire, réalisant une tâche fastidieuse, je les en remercie vivement.

S O M M A I R E

INTRODUCTION

I - <u>GENERALITES</u>	4
1. Limites de la dition.....	4
2. Cadre géographique et régions naturelles.....	4
3. Hydrographie.....	4
4. Localisation des milieux étudiés.....	6
5. Climat.....	18
5.1. Les précipitations et les vents.....	18
5.2. Les températures.....	20
5.3. L'insolation.....	20
5.4. Les indices climatiques.....	20
6. Géologie.....	20
6.1. Les terrains.....	24
6.2. Les nappes aquifères.....	27
6.3. Relations étangs et marais, sous-sol, nappes.....	28
6.4. Relations rivières, sous-sol, nappes.....	37
6.4.1. La Lys	
6.4.2. La Hem	
6.4.3. L'Aa	
6.4.4. La Canche	
6.4.5. La Course	
7. Historique : étangs et marais anciens, étangs et marais récents.....	39
7.1. Les étangs et les marais de la Sensée.....	39
7.2. Les étangs et les marais de la Somme.....	44
7.3. Les étangs et les marais du Bassin Houiller Nord - Pas-de-Calais... ..	45
7.3.1. La Mare à Goriaux	
7.3.2. L'étang de Chabaud-Latour	
7.4. Le "Lac" d'Armbouts-Cappel.....	47
7.5. L'étang du Vignoble à Valenciennes et l'étang de Trith à Trith-Saint-Léger.....	56
Conclusions.....	56
II - <u>ANALYSE FLORISTIQUE</u>	57
1. Flore aquatique régionale.....	57
2. Analyse systématique critique.....	57
2.1. Charophytes.....	57
2.2. Spermatophytes.....	57
2.2.1. Le genre <i>Nymphaea</i> L.	
2.2.2. Le genre <i>Nuphar</i> L.	
2.2.3. Les genres <i>Ranunculus</i> L., <i>Ceratophyllum</i> L., <i>Callitriche</i> L. et <i>Elodea</i> Michaux	
2.2.4. Le genre <i>Potamogeton</i> L.	
2.2.5. Le genre <i>Utricularia</i> L.	

- 2.2.6. Le genre *Ruppia* L.
- 2.2.7. Le genre *Zannichellia* L.
- 2.2.8. Le genre *Sparganium* L.
- 2.2.9. Le genre *Carex* L.

3. Signification et usage de la flore aquatique pour l'environnement	70
3.1. Le rôle des hydrophytes et des héliophytes dans l'épuration biologique des eaux	70
3.2. Les apports à la connaissance hydrobiologique : le rôle de biotest des hydrophytes	70
4. Les espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviatiles du Nord de la France	71

III - ANALYSE PHYTOCOENOLOGIQUE

1. Les méthodes	82
1.1. Les méthodes phytosociologiques	82
1.2. Les méthodes synphytosociologiques et d'analyses paysagères	83
1.3. Les méthodes d'analyse physico-chimique	84
2. L'analyse phytosociologique	86
2.1. Les groupements aquatiques	86
2.1.1. Les groupements d'hydrophytes flottants (<i>Hydrophyta natantia</i>)	
. Classe des <i>Lemnetea</i> (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981	
2.1.2. Les groupements d'hydrophytes fixés (<i>Hydrophyta adnata</i> et <i>Hydrophyta radicans</i>)	
. Classe des <i>Charetea</i> (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964	
. Classe des <i>Potametea</i> R. Tüxen et Preising 1942	
. Classe des <i>Ruppiaetea maritimae</i> J. Tüxen 1960	
. Classe des <i>Fontinaletea antipyreticae</i> Hubschmann 1957	
. Classe indéterminée	
2.2. Les groupements subaquatiques	184
. Classe des <i>Phragmitetea</i> Tüxen et Preising 1942	
2.3. Autres groupements	216
. Classe des <i>Utricularietea intermedio-minoris</i> Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965	
. Classe des <i>Littorelletea</i> Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943	
. Classe des <i>Isoëto-Nanojuncetea</i> Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943	
3. Signification et usage des phytocoenoses aquatiques pour l'environnement ...	221
3.1. L'analyse paysagère	221
3.1.1. Les différents systèmes aquatiques étudiés	
3.1.2. Les méthodes	
3.1.2.1. Les sigmarelevés	
3.1.2.2. Le traitement des relevés	
3.1.3. L'étude du tableau synthétique	
3.1.4. L'interprétation de l'étude et les corrélations combinaisons de groupements - Caractères écologiques des différents milieux	
3.2. Les apports à la connaissance hydrobiologique : le rôle de biotest des phytocoenoses aquatiques	232

4. Les phytocoenoses rares ou menacées des biotopes lacustres - Essai de définition d'une échelle de valeur des phytocoenoses.....	233
IV - ANALYSE BIOCOENOTIQUE.....	238
1. Inventaire de la faune associée.....	238
1.1. Invertébrés.....	243
1.1.1. Milieux à eaux stagnantes	
1.1.2. Milieux à eaux courantes	
1.2. Ichtyofaune.....	255
. Classe des marsipobranches	
. Classe des téléostoniens (téléostéens)	
1.3. Herpétofaune.....	260
1.4. Avifaune.....	261
1.5. Mammalofaune.....	261
2. Influence de la faune sur les biocoenoses.....	264
3. Incidences de la pollution sur les biocoenoses.....	264
Conclusion.....	264
V - SYNECOLOGIE AQUATIQUE, LA VEGETATION COMME TEST DE LA QUALITE DES EAUX.....	266
1. La zonation floristico-écologique.....	266
1.1. Les données de la littérature.....	266
1.2. La zonation floristico-écologique de l'Aa.....	268
1.2.1. Données préliminaires	
1.2.2. La zonation floristico-écologique	
1.2.3. Comparaison de la zonation floristico-écologique et de la zonation selon la méthode des indices biotiques de la rivière Aa	
2. Le profil phytocoenologique et la zonation phytocoeno-écologique.....	296
2.1. Le profil phytosociologique.....	296
2.2. La zonation phytocoeno-écologique.....	298
3. Espèces et phytocoenoses bioindicatrices de trophie et de pollution.....	300
3.1. Caractères écologiques de quelques macrophytes aquatiques et leur rôle de bioindicateur.....	301
3.1.1. Espèces de la famille des Characées	
3.1.2. Espèces du genre <i>Callitriche</i>	
3.1.2.1. Localisation et analyses des prélèvements	
a) Analyses complètes	
b) Mesures de pH et de conductivité	
3.1.2.2. Corrélations espèces - facteurs hydrochimiques	
3.1.2.2.1. pH et conductivité	
3.1.2.2.2. Analyses portant sur dix neuf facteurs hydrochimiques	
3.1.3. Autres espèces	
3.2. Caractères synécologiques de phytocoenoses aquatiques et leur rôle de bioindicateur.....	323

3.2.1. Groupements d'hydrophytes flottants	
3.2.2. Groupements d'hydrophytes fixés caractéristiques des biotopes à eaux courantes	
3.2.3. Groupements d'hydrophytes fixés des mares prairiales	
3.2.4. Groupements d'hydrophytes fixés des étangs et marais	
4. Propositions de diagnostic pratique de la qualité des eaux.....	332
4.1. Zonation floristico-écologique.....	332
4.2. Zonation phytocoeno-écologique.....	333
VI - <u>HIERARCHISATION ET CARTOGRAPHIE DES BIOTOPES.....</u>	337
1. Eléments d'appréciation des écosystèmes lacustres et fluviatiles.....	337
2. Inventaire, évaluation et hiérarchisation des sites naturels à l'échelle régionale et nationale - Applications aux sites aquatiques.	337
. Site de : la haute Vallée de la Sensée	
. Site de : Marais d'Arleux	
. Site de : Marais de Guînes	
. Site de : l'Aa de Rumilly à Elnes	
. Site de : la Canche de Berlancourt-le-Cauroy à Aubrometz	
. Proposition pour la création d'une réserve naturelle - Les marais de Mareuil-Caubert par MERIAUX J.-L. et TOMBAL P. - Extrait	
3. Cartographie des zones naturelles (humides).....	360
<u>LES CONCLUSIONS.....</u>	364
1. Bilans.....	364
1.1. Bilan floristique.....	364
1.2. Bilan phytocoenologique.....	364
- <i>Lemmetea</i> (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981	
- <i>Charetea</i> (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964	
- <i>Potametea</i> R. Tüxen et Preising 1942	
- <i>Ruppietea maritima</i> J. Tüxen 1960	
- <i>Fontinalidetea antipyretica</i> Hubschmann 1957	
- <i>Phragmitetea</i> Tüxen et Preising 1942	
- <i>Utricularietea intermedio-minoris</i> Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965	
- <i>Littorelletea</i> Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943	
- <i>Isoëto-Nanojuncetea</i> Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943	
2. Apport de la connaissance des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques à l'hydrobiologie.....	369
3. Utilisation de la connaissance de la végétation aquatique et subaquatique dans le réaménagement des plans d'eaux et des rivières.....	372
4. Cartographie des zones naturelles - Inventaires écologiques régionaux et nationaux.....	372
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	374

INTRODUCTION :

Dès le XVIII^e siècle, de nombreux botanistes se sont intéressés à la flore du Nord de la France. Leurs travaux sont importants et variés. En 1827, Th. LESTIBOUDOIS publie "Botanographie Belgique ou flore du Nord de la France et de la Belgique proprement dite" en indiquant pour quelques plantes une localité malheureusement trop souvent imprécise. En 1836, paraît la "Florula Hanoniensis" de HECART, botaniste valenciennois. Il cite un grand nombre de stations, certaines d'entre elles existent encore de nos jours. Dans sa "Révision de la flore des départements du Nord" éditée de 1878 à 1880, BOULAY nous fournit des listes phytogéographiques, elles permettent d'entrevoir qu'elle était la végétation de l'époque dans le Massif de Raismes/Saint-Amand et dans la région de Carvin. En 1886, MASCLEF dans son "Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais", énumère quelques 1050 espèces ; quelques unes ont été vues dans la vallée de la Sensée, plus précisément à Palluel. Mais, c'est le remarquable travail phytogéographique de GODON paru en 1909, et intitulé : "Caractéristiques de la Flore du Département du Nord in Lille et la région du Nord", qui couvre le mieux notre territoire. Ainsi, nous est présentée, assortie de noms de lieux, la flore des forêts de Raismes et de Vicoigne et celle des marais tourbeux de la Scarpe et de la Sensée. On se doit de mentionner, plus près de nous : "Données sur l'évolution de la flore dans la région du Nord", travail daté de 1964 dans lequel BERTON retrace l'histoire de la flore régionale de F.J. LESTIBOUDOIS (1781) à nos jours.

De nombreuses notes floristiques et phytosociologiques ont retenu de même notre attention et sont mentionnées en bibliographie, elles sont l'oeuvre de GOSSELIN (1893, 1897, 1910), ACLOQUE (1902, 1903, 1905), GODON (1910), ELIE et LEVEQUE (1910), CARPENTIER (1936), LACHMAN (1951), BERTON (de 1946 à 1973), BERTON et DEBRAY (1960), BERTON et GEHU (1957), DURIN (1955), DURIN et GEHU (1956), DURIN et LERICQ (1956, 1963), GEHU et LERICQ (1957), DURIN (1955), LERICQ (1958), BOREL (1963), MERIAUX (1974, 1977 à 1979), MERIAUX ET TOMBAL (1976), GEHU et MERIAUX (1979).

En Picardie, dès le XVIII^e siècle également, plusieurs botanistes se sont consacrés à l'étude de la flore du département de la Somme. En 1903, BOUCHER DE CREVECOEUR publie un "Extrait de la Flore d'Abbeville et du département de la Somme", et en 1878, PAUQUY : "La Statistique botanique ou Flore du département de la Somme". En 1965, E. DE VICQ et B. DE BRUTELETTE rassemblent leurs observations dans le "Catalogue des Plantes vasculaires du département de la Somme", suivi en 1883 d'une Flore du département de la Somme" par E. DE VICQ. D'autres travaux tels ceux de GONSE (1889 et 1908), CAUSSIN (1907 et 1912), FROMENT (1946), BON (1964), GEHU (1964), GEHU et WATTEZ (1965), WATTEZ (1965), GUERLESQUIN et WATTEZ (1975) ne manquent pas non plus d'intérêt.

Dans l'Aisne, seules les études de FROMENT (1946) et la Flore de l'Aisne de RIOMET (1952-1961, publiée par BOURNERIAS), traitent du territoire prospecté.

Plusieurs flores concernent notre circonscription, ce sont : la "Nouvelle Flore du Nord de la France, de la Belgique, et du Grand Duché de Luxembourg" de GOFFARD (1934), la "Flore de la Belgique, du Nord de la France et des régions voisines" de MULLENDERS et de ses collaborateurs (1967), la "Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines" de DE LANGHE, DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD, LAMBINON, VANDEN BERGHEN (1973 et 1978). L'herbier CUSSAC conservé à l'Unité d'Enseignement et de Recherche de Biologie de Lille, rassemblant les récoltes effectuées du littoral à la vallée de la Sensée apporte aussi de nombreux renseignements.

Un grand nombre d'études phytosociologiques sont axées sur notre dition, mais seules quelques unes traitent, avec plus ou moins d'importance, des groupements aquatiques et subaquatiques.

Parmi celles-ci, il faut surtout retenir :

"Recherches sur la Flore, le développement des végétaux et leurs groupements dans les vallées du Laonnois et du Vermandois (Souche, Ardon, Somme)", de FROMENT (1953) ;

"Les groupements végétaux de la Sambre française", de GEHU (1961) ;

"Contribution à l'étude des groupements végétaux du bassin de l'Escaut", de LERICQ (1965) ;

"Contribution à l'étude de la végétation du Pays de Montreuil ; étude floristique, phytosociologique et écologique", de WATTEZ (1962) ;

"Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde", de WATTEZ ;

"Etude écologique de la cuvette audomaroise et de ses abords", de GEHU et coll. (1975) ;

"Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houiller Nord/Pas-de-Calais)", de MERIAUX (1978) et un ensemble de notes parues dans les Colloques Phytosociologiques de Lille en 1983 :

"La classe des *Potametea* dans le Nord de la France",

"La classe des *Phragmitetea* dans le Nord de la France",

"Le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinacea* L.", de MERIAUX ;

"Distribution et synécologie des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France", de GEHU et MERIAUX ;

"Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la Vallée de la Somme", de MERIAUX et WATTEZ ;

"Characées et végétations associées des milieux aquatiques du Nord de la France", de GUERLESQUIN et MERIAUX ;

"Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée)", de MERIAUX et VERDEVOYE.

Les données écologiques sur la flore, les groupements aquatiques et subaquatiques de la région sont rares et, pour la plupart, récentes. Elles proviennent essentiellement des travaux de FROMENT (1953), GEHU (1961 et 1963), WATTEZ (1968), MERIAUX (1978, 1979), GUERLESQUIN et MERIAUX (1983), GEHU et MERIAUX (1983), MERIAUX et VERDEVOYE (1983). Il en est de même des études de faune associée et des travaux de biocoenotique aquatiques. Seuls DELSAUT et GODIN (1977), MERIAUX (1978), GEHU et MERIAUX (1981), GEHU et MERIAUX (1983), MERIAUX et VERDEVOYE (1983), MERIAUX (1983), traitent des problèmes de relation faune/flore. Les recherches sur la flore et les phytocoenoses aquatiques régionales utilisables comme bioindicateurs en sont aux prémices (MERIAUX 1982). Quant à celles sur la cotation et la cartographie des milieux en général (et aquatiques en particulier), elles ne font que débiter (MERIAUX et TOMBAL 1981, TOMBAL et MERIAUX 1981). Ce sont en fait des études appliquées, destinées aux administrations ou organismes d'état -Ministère de l'Environnement, Centre d'Etudes de l'Equipe de Lille, Electricité de France...-, qui les intègrent et les développent le mieux.

Nous nous sommes attachés à étudier les milieux à eaux stagnantes, étangs anciens, étangs récents (nés ou non d'affaissements miniers) et mares prairiales et les milieux à eaux courantes, rivières, ruisseaux et fossés de drainage (watergang). Nous avons effectué une analyse floristique axée principalement sur les espèces posant des problèmes taxinomiques et celles pouvant servir d'indicateurs biologiques ; une analyse, aussi complète que possible, des groupements végétaux aquatiques et subaquatiques en place; une analyse biocoenotique comportant un inventaire de la faune associée à plusieurs groupements particulièrement importants par leur biomasse dans les milieux aquatiques régionaux (mais aussi nationaux et européens), ou pouvant servir d'indicateurs biologiques, et la mise en évidence de rapports entre les groupes faunistiques inféodés aux milieux concernés et les biocoenoses (phytocoenoses et accessoirement zoocoenoses) ; nous avons également essayé de dégager les éléments essentiels de synécologie aquatique permettant l'utilisation de la végétation comme test pour l'évaluation de la qualité des eaux, et finalement, nous avons présenté des méthodes de hiérarchisation des milieux applicables aux biotopes aquatiques débouchant sur des cartographies hiérarchisées à différentes échelles des zones naturelles incluant ces biotopes.

I - GENERALITES

1) Limites de la dition

Le territoire prospecté s'étend sur les départements du Nord (59), du Pas-de-Calais (62), de la Somme (80) et de l'Aisne (02). (Carte 1)

2) Cadre géographique et régions naturelles

(carte 1)

La région étudiée est constituée de deux grands ensembles géomorphologiques s'opposant par l'altitude et la nature des sédiments :

- un bas-pays formé des plaines et collines basses aux sédiments quaternaires ou tertiaires de nature argilo-sableuse qui s'étend des Flandres à la Plaine de la Scarpe ;
- un haut pays constitué d'une part des plateaux et collines crétaciques de l'Artois et de la Picardie, et d'autre part des collines bocagères de l'Artois et de la Thiérache entourant le bas-pays.

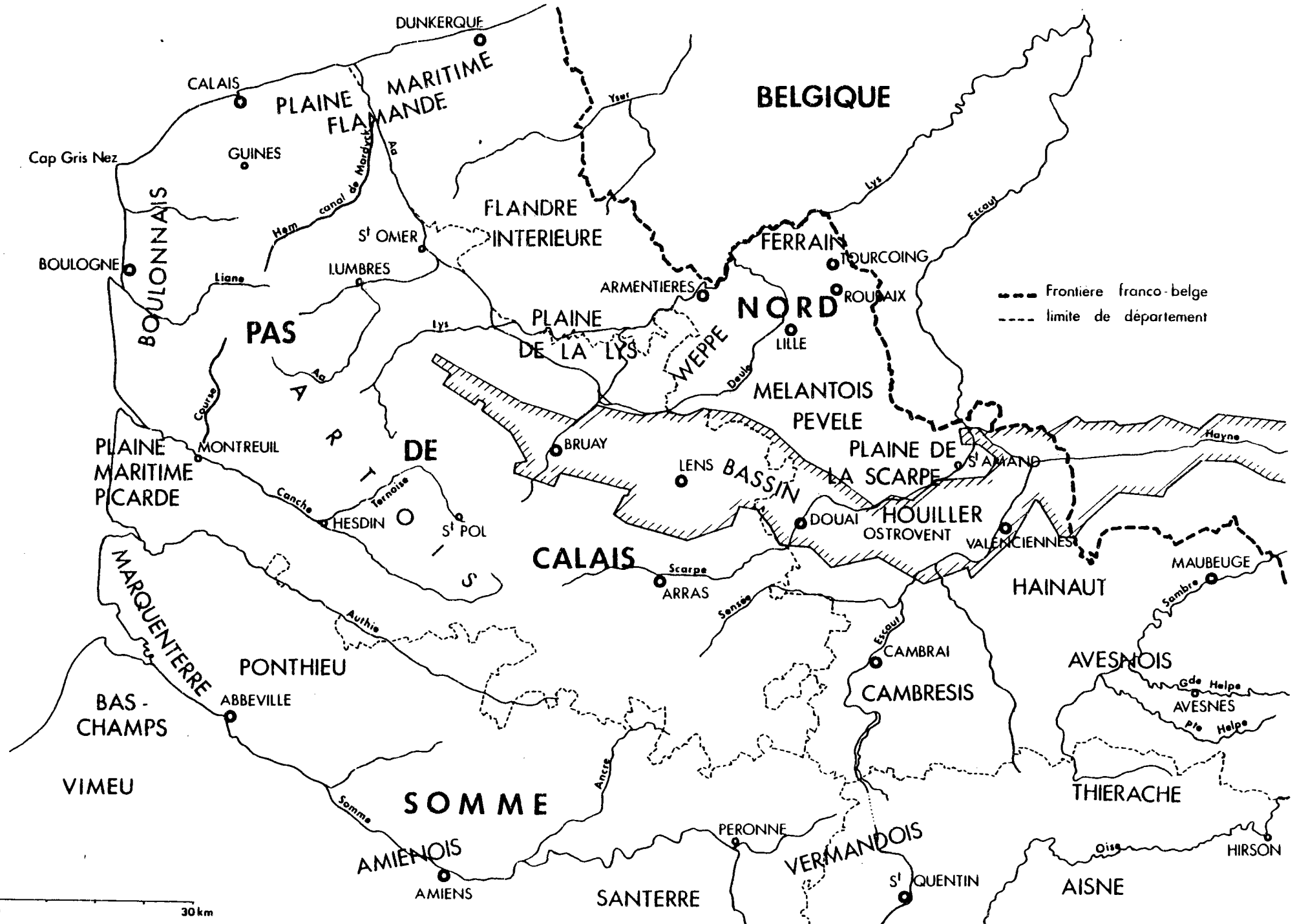
Le haut-pays aux hauteurs culminant à 200 m, comporte les plateaux crétaciques picards couverts d'épais limons légèrement ondulés (Vimeu, Ponthieu et Amiénois pour la Picardie occidentale, Santerre, Vermandois et Pays de Saint-Quentin pour la Picardie orientale) creusés de vallées largement évacuées ; l'Artois crétacique, à couverture limoneuse, prolongement des plateaux picards, fortement entaillé par les fleuves côtiers et leurs affluents, et se terminant par le Cambésis, bas-plateau lui-même prolongé par le Hainaut limoneux et loessique ; des petites régions marginales à l'Artois, Pays de Guînes, Gohelle et Pays de Montreuil, bas plateaux présentant des pseudo-terrasses formées de nappes de silex ; l'Avesnois et le Thiérache relativement accidentés, constituant l'extrémité occidentale du massif primaire ardennais revêtu en partie de marnes et craies marneuses.

Le bas-pays comprend en retrait des cordons dunaires la Plaine maritime flamande, faite de sédiments marins quaternaires et ne dépassant pas 5 m d'altitude, et ses homologues picards, la Plaine maritime picarde, le Marquenterre et les Bas-champs ; la Flandre intérieure formée de sables et d'argile yprésienne, région de plaines faiblement ondulées d'altitude oscillant entre 20 et 30 m, marquée par l'alignement des Monts des Flandres ; la Plaine limoneuse de la Lys ; le Ferrain de la Weppe argileux, le petit Dôme crétacique du Mélantois, le Pévèle fait d'argiles yprésiennes et dominé par la butte de Mons (110 m), la Plaine alluvionnaire de la Scarpe.

Au niveau du littoral se retrouvent ces deux aspects morphologiques. Le littoral est en effet de type sédimentaire de part et d'autre de l'axe de l'Artois et du Boulonnais où il est profondément marqué par l'érosion. Ainsi, s'oppose une côte des caps discontinue et interrompue de baies et des côtes flamande et picarde toutes deux sédimentaires mais différant cependant par le mode de sédimentation.

3) Hydrographie

L'allure du réseau hydrographique est liée aux lignes de crêtes de l'Artois et de la Picardie.



DUNKERQUE

CALAIS

PLAINE FLAMANDE
MARITIME

BELGIQUE

Cap Gris Nez

GUINES

BOULOGNE

BOULONNAIS

Hem canal de Marais
S' OMER

FLANDRE INTERIEURE

LUMBRES

FERRAIN

TURCOING

Liane

ARMENTIERES

ROUBAIX

PAS

PLAINE DE LA LYS

NORD

LILLE

Frontiere franco-belge
limite de département

WEPPE

MELANTOIS

PEVELE

MONTREUIL

DE

BRUAY

LENS

BASSIN

PLAINE DE LA SCARPE

S' AMAND

PLAINE MARITIME
PICARDE

Canche

Ternoise

HESDIN

S' POL

CALAIS

ARRAS

DOUAI

HOULLER

OSTROVENT

VALENCIENNES

HAINAUT

MAUBEUGE

MARQUENTERRE

PONTHIEU

BAS-CHAMPS

ABBEVILLE

AVESNOIS

AVESNES

VIMEU

SOMME

CAMBRESIS

THIERACHE

AMIENOIS

AMIENS

SANTERRE

PERONNE

VERMANDOIS

S' QUENTIN

AISE

HIRSON

0 30km

De nombreuses rivières descendues des plateaux crétaciques s'écoulent d'est en ouest : Slack, Wimereux, Liane, dans le Boulonnais ; Canche, Authie, Maye, Somme, en Picardie. D'autres, telles l'Aa, la Hem, s'en vont vers la Plaine maritime flamande ou telle l'Yser, vers les Moères (Belgique).

Le cours des rivières appartenant au bassin de l'Escaut est plus complexe : le fleuve descend le Cambrésis dans le sens sud/nord, puis change plusieurs fois son orientation selon la pente. Ses affluents de la rive gauche, Lys, Scarpe, Sensée, s'écoulent d'ouest en est avec un redressement vers le nord dans la plaine pour la Lys et la Scarpe ; ses affluents de la rive droite ont un écoulement du sud/est au nord/ouest. La Sambre non canalisée se dirige d'est en ouest alors que dans sa partie canalisée, elle va d'est en ouest. Cette rivière reçoit ses principaux affluents sur sa rive droite.

De nombreux marais et étangs existent dans les vallées de l'Escaut, de la Scarpe, de la Sensée, de la Deûle, de l'Authie, de la Canche et de la Somme. La plupart d'entre-eux sont très anciens et beaucoup sont nés du tourbage, d'autres, au niveau du bassin houiller, sont récents et liés aux affaissements miniers qui les ont fait apparaître ou ont provoqué, quand ils existaient déjà, leur approfondissement et leur extension.

Dans la plaine maritime flamande, demeure un système de canaux de drainage et écluses, les watergangs, quadrillant les terres ; alors que, situés derrière le cordon de dunes littoral, entre la baie de Canche et la baie de Somme, s'étendent les marais arrière-littoraux de la Plaine maritime picarde et du Marquenterre.

4) Localisation des milieux étudiés

(carte 2, h.t.)

Les étangs et marais prospectés se répartissent dans les régions naturelles précitées (ensembles géographiques bien distincts) ou dans les vallées qui parfois en constituent les limites (tableaux I et II).

Ils se situent :

- dans la vallée de la Somme,
- dans la vallée de l'Authie,
- dans la vallée de la Sensée, terminaison septentrionale du Cambrésis,
- dans la plaine alluviale de la Deûle, en limite méridionale du Mélan-tois,
- dans la vallée de l'Hogneau et la vallée de l'Escaut, au sein ou en marge du massif forestier de Saint-Amand-Raismes, qui appartient en partie à la plaine de la Scarpe (délimitation de GAMBLIN et SOMME)
- dans la Plaine maritime flamande.

Les étangs du Mélan-tois, de la Plaine de la Scarpe (secteur massif forestier de Saint-Amand) et ceux de la vallée de l'Escaut (en aval d'Escautpont), sont en fait disséminés dans le bassin houiller Nord/Pas-de-Calais.

Les mares prairiales visitées sont éparpillées dans l'Avesnois, la Plaine de la Scarpe, le Mélan-tois, la Flandre intérieure, la Plaine maritime flamande, le Boulonnais, le Marquenterre, le Vimeu. (tableau III).

Les rivières étudiées ont leurs cours :

- dans l'Artois : Canche ;
- dans l'Artois puis la Plaine maritime flamande : l'Aa, la Hem ;
- dans l'Artois puis la Flandre intérieure : la Lys ;
- dans le Cambrésis puis à la limite du Hainaut et de l'Ostrevent (ou de la Plaine de la Scarpe, selon les auteurs géographes) : Escaut ;
- dans le Cambrésis : Sensée ;
- dans la Picardie : Authie et Somme (tableaux IV à X).

Les watergangs prospectés se situent exclusivement dans le département du Pas-de-Calais (tableau XI)

TABLEAU I : LES ETANGS ET MARAIS ANCIENS

REGION NATURELLE	Dp ^t	Numéro de station	COMMUNES	ETANGS ET MARAIS	Indice IFFB
VALLEE DE LA SOMME (Code = So)	02	1	Saint-Quentin	Marais d'Isle	K2.53
	02	2	Saint-Simon	Marais de Saint-Simon	L1.38
	02	3	Ollezy	Marais d'Ollezy	L1.38
	02	4	Pithon	Marais de Pithon	L1.17
	80	5	Béthencourt-sur-Somme		L1.15
	80	6	Saint-Christ-Briost		K1.54
	80	7	Brie-sur-Somme	Etang de Brie	K1.44
	80	8	Eterpigny		K1.44
	80	9	Cléry	Etang de Cléry	K1.23
	80	10	Feuillères	Etang de Feuillères	K1.22
	80	11	Hem-Monacu		K1.22
	80	12	Curly	Marais de Curly	K1.22
	80	13	Frise	Marais de Frise	K1.21
	80	14	Eclusier-Vaux	Marais de Vaux	K1.21
	80	15	Etinehem	Marais des Tourberies	KO.38
	80	16	Chipilly	Marais de Chipilly	KO.37
	80	17	Cerizy-Gailly		KO.37
	80	18	Sailly-Laurette	Marais de Sailly-Laurette	KO.36
	80	19	Sailly-le-Sec	Marais de Sailly-le-Sec	KO.36
	80	20	Corbie	Marais de la Barette	KO.35
	80	21	Argoeuves	Les Prés Monsieur	K21.27
	80	22	Ailly-sur-Somme	Les Parcs	K21.27
	80	23	Breilly	Etang de Breilly	K21.26
	80	24	La Chaussée-Tirancourt	Marais de Tirancourt	K21.26
	90	25	La Chaussée-Tirancourt	Marais des Warlingammes	K21.27
	80	26	Condé-Folie	Marais des Moulins-Bas	J21.54
	80	27	Condé-Folie	Marais de l'Etoile	J21.54
	80	28	Long	Etang de la Grande-Hutte	J21.53
	80	29	Long	Etang de la Russie	J21.53
	80	30	Fontaine-sur-Somme	Etang des Provisions	J21.43
	80	31	Mareuil-Caubert	Marais du Vivier	J21.31
	80	32	Mareuil-Caubert	Etang le Maçon	J22.38
	80	33	Mareuil-Caubert		J21.31
	80	34	Mareuil-Caubert	Etang de Caubert	J22.38
	80	35	Mareuil-Caubert	Rivière Maillefeu	J21.31
	80	36	Cambron	Rivière du Doit	J21.31
	80	37	Saigneville	Marais de Mautort	J22.28
					J22.28
VALLEE DE L'AUTHIE (Code = Au)		1	Roussent		G22.58
		2	Colline-Beaumont		H22.16
PLAINE MARITIME FLAMANDE (Code = P)	62	1	Guînes	Marais de Guînes	E21.12
	62	2	Brèmes	Etang des Brèmes	E21.13
VALLEE DE LA SENSEE (Code = Se) (dépression alluviale entre le Cambrésis et la plaine de la Scarpe)	59	1	Arleux	Etangs et Marais d'Arleux (carte 4)	H1.37
	59	2	Arleux	Marais du Haut	
	59	3	Arleux	Marais du Bas	
	59	4	Arleux	Marais Décamps	
	59	5	Arleux	Petit Marais	
	59	6	Arleux	Marais Jacquart	
	59	7	Arleux	Marais Leglay	
				Chenaux de tourbage et	
				Marais de la "Chaussée"	
	59	8	Arleux	Marais du "Surion"	
	62	9	Palluel et Ecourt-St-Quentin	Grand Clair de Palluel	H1.37
	62	10	Ecourt-St-Quentin	Grand Marais	H1.36
					H1.37
	62	11	Ecourt-St-Quentin	Grand Bequerel	H1.47
	62	12	Ecourt-St-Quentin	Petit Bequerel	H1.37
	62	13	Oisy-le-Verger	Marais d'Oisy	H1.47
	62	14	Oisy-le-Verger	Vieux Marais	H1.47
	62	15	Oisy-le-Verger	Etang d'Oisy	H1.47
	62	16	Rumaucourt	Grand Marais	H1.46
				H1.47	
62	17	Rumaucourt	Petit Marais	H1.47	
59	18	Aubigny-au-Bac	Marais d'Aubigny	H1.38	
59	19	Wasnes-au-Bac	Grand Clair	H2.32	

TABLEAU II : LES ETANGS ET MARAIS RECENTS

REGION NATURELLE	Dp ^t	Numéro de station	COMMUNES	ETANGS ET MARAIS	Indice IFFB
PLAINE DE LA SCARPE - Massif forestier de St-Amand - Raismes	59	1	Wallers et Raismes	Mare à Goriaux Réunion de 3 étangs (étang d'Aubry, étang à Goriaux, étang de Bassy)	G2.55
	59	2	Wallers	Dépression au N.W. de la Mare	G2.55
	59	3	Raismes	Etang du Prussien	G2.45
	59	4	Raismes	Dépression au Nord du Prussien	G2.45
	59	5	Raismes	Etang de Vicoigne	G2.55
	59	6	Raismes	Etang de la Fosse M. Sabatier	G2.46
	59	7	Raismes	Etang du Bois Brûlé Nord	G2.46
	59	8	Saint-Amand-les-Eaux	Etangs de la Scarpe	G2.45
	59	9	Raismes	Etang de la série de St-Amand	G2.46
	59	10	Raismes	Etang des Prés cherniers	G2.46
VALLEE DE LA HAYNE	59	11	Saint-Aybert	Marais de la Canarderie	G2.38
	59	12	Condé-sur-l'Escaut	Etang Chabaud-Latour	G3.31
	59	13	Condé-sur-l'Escaut	Marais A. Hubert	G2.38
	59	14	Condé-sur-l'Escaut	Etang de la Digue Noire	G2.38
	59	15	Thivencelles	Etang Saint-Pierre	G2.38
	59	16	Thivencelles	Etang Wagner	G2.38
	59	17	Thivencelles	Etang des Vaucelles	G2.38
	59	18	Thivencelles	Etang de la Fosse St Pierre	G2.38
	59	19	Thivencelles	Etangs du Calvaire du Jubilé	G2.38
VALLEE DE L'ESCAUT	59	20	Fresnes-sur-Escaut	Etangs de Fresnes	G2.48
	59	21	Vieux-Condé	Etang du Sarreau	G2.37
	59	22	Vieux-Condé	Plaf Marquand	G2.37
	59	23	Hergnies et Vieux-Condé	Etang d'Amaury	G2.37
MELANTOIS	62	24	Carvin	Etang du marais de Carvin	G1.25
	62	25	Carvin	Etangs des Botiaux	G1.25
	62	26	Libercourt	Etang du Bois de l'Epinoy	G1.25
VALLEE DE L'ESCAUT	59	1	Trith-Saint-Léger	Etang de Trith	H1.26
	59	2	Valenciennes	Etang du Vignoble	H1.26
	59	3	Valenciennes	Marais de l'Epaix	G5.27
PLAINE MARITIME FLAMANDE	59	4	Armbouts-Cappel	Lac d'Armbouts-Cappel	D3.02

Les étangs et marais récents nés d'affaissements miniers

(Code = Em)

Les étangs et marais récents non nés d'affaissements miniers

(Code = Em)

TABLEAU III : LES MARES PRAIRIALES

(Code = M)

REGIONS NATURELLES	Dp ^t	Numéro de station	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Indice IFFB
THIERACHE	02	1	Bergues-sur-Sambre	Proximité N 39	J3.52
AVESNOIS	59	2	Maroilles	Haie-de-la-Croix	J3.23
	59	3	Maroilles	Cerfmont	J3.22
	59	4	Landrecies	Le Favril	J3.32
	59	5	Dompierre-sur-Helpe	Les Quatre-Pavés	J3.25
PLAINE DE LA SCARPE	59	6	Millonfosse	La Vallée	G2.44
	59	7	Sars-et-Rosières	L'Epau	G2.33
	59	8	Condé-sur-l'Escaut	Macou	G2.38
	59	9	Wandignies-Hamage	Les Couturelles	G2.53
MELANTOIS	59	10	Villeneuve-d'Ascq	Annappes	F1.38
FLANDRE INTERIEURE	59	11	Le Doulieu	Proximité D 18	F0.28
	59	12	Vieux-Berquin	La Couronne	F0.17
	59	13	Caestre	La Gare	E0.46
	59	14	Bailleul	Le Steentje	F0.11
	59	15	Flêtre	Courte-Croix	E0.57
PLAINE MARITIME	59	16	Mardyck	Westouck	D21.28
BOULONNAIS	62	17	Landrethun-Nord	Les Montagnes	E22.28
MARQUENTERRE	80	18	Le Crotoy	La Jeunesse	H22.45
	80	19	Ponthoile	Morlay	H22.46
	80	20	Boismont	Pinchefalise	J22.16
VALLEE DE LA SOMME	80	21	Camon	Marais des Falises	K0.42

TABLEAU IV : LA CANCHE ET SES AFFLUENTS

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPÈRE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
LA CANCHE						
(Code = C)	1	62	Berlencourt-le-Cauroy		H0.33	1
	2	62	Bouret-sur-Canche		H0.31	2
	3	62	Ligny	Pont de la Route de Haute Côte	H21.38	4
	4	62	Boubers-sur-Canche		H21.28	
	5	62	Aubrometz	Pont de l'ancien moulin	H21.27	5
	6	62	Saint-Georges	Pont de la D 110	G21.55	6
	7	62	Hesdin	Pont de la route prolongeant la D 136	G21.54	7
	8	62	Hesdin	Aval du Moulin de la Cité Denoyelle	G21.54	8
	9	62	Marconelle	Aval du rejet de la station d'épuration d'Hesdin	G21.54	9
	10	62	Bouin-Plumoisson	Pont de la D 113 E	G21.54	10
	11	62	Aubin-Saint-Waast	Pont de la D 154	G21.43	11
	12	62	Contes		G21.43	
	13	62	Maresquel	Le Buroeuil	G21.42	12
	14	62	Maresquel	Pont à l'aval de la confluen- ce de la petite rivière	G21.42	13
	15	62	Beaurainville	Pont de la D 113 E	G21.42	14
	16	62	Brimeux	Pont de la D 129	G21.31	15
	17	62	Montreuil	1 ^{er} pont sur route. Montreuil/ Neuville-sous-Montreuil	G22.28	16
	18	62	La Madeleine-sous-Montreuil	Pont de l'Auberge la Gre- nouillère	G22.27	17
	19	62	Beutin	Amont de la confluence avec la Course - Pont de la D 146	G22.27	18
LES AFFLUENTS DE LA CANCHE						
La Ternoise						
(Code = Ct)	1	62	Saint-Michel-sur-Ternoise		G0.52	A
	2	62	Saint-Pol-sur-Ternoise	A l'aval de la station d'épu- ration de la zone industr.	G0.51	B
	3	62	Gauchin-Verloingt		G0.51	C
	4	62	Hernicourt		G0.41	
	5	62	Monchy-Cayeux	Pont du lieu-dit Le Marais	G0.41	D
	6	62	Teneur		G21.38	E
	7	62	Blangy-sur-Ternoise	Pont à l'aval de Blangy	G21.46	F
	8	62	Auchy-les-Hesdin	Pont à l'aval de celui de la D 123	G21.55	G
La Planquette						
(Code = Cp)	1	62	Fressin	Entre Fressin et Planques	G21.35	H
	2	62	Wambercourt		G21.44	I
	3	62	Cavron-Saint-Martin		G21.44	
	4	62	Contes	Pont de la D 113	G21.43	J
La Créquoise						
(Code = Cc)	1	62	Créquy		G21.24	K
	2	62	Hesmond	Pont de la route reliant Hesmond à la D 130	G21.33	L
	3	62	Loison-sur-Créquoise	Pont de la route reliant Loison à la D 130	G21.32	M
Le Bras de Bronne						
(Code = Cb)	1	62	Aix-en-Issart		G21.21	
	2	62	Marles-sur-Canche	Pont de la D 113	G21.31	N
La Dordogne						
(Code = Cd)	1	62	Brexent-Enocq		G22.17	T
L'Huitrepin						
(Code = Ch)	1	62	Tubersent	Pont de la RN 318	G22.16	U
La Course						
(Code = CC)	1	62	Enquin-sur-Baillons	Pont de la route reliant la D 127 E à la D 127	F21.41 F21.51	1
	2	62	Beussent	Engondsent - aval de la con- fluence avec les Baillons	F22.58	2
	3	62	Recques-sur-Course	Pont de la route reliant le la D 149 à la D 127	G22.18	3
	4	62	Estrée	Pont de la route reliant la D 150 à la D 127	G22.28	4
	5	62	Attin	Pont du Chemin de fer	G22.27	5
	6	62	Attin	A 250 m en aval du point 5	G22.27	6

TABEAU V : L'AA ET SES AFFLUENTS

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
L'AA	1	62	Wicquinghen		F21.53	
(Code = A)	2	62	Ergny	Pont de la D 131 E	F21.43	1
	3	62	Rumilly	Aix-En-Ergny	F21.44	
	4	62	Saint-Martin d'Hardinghem	Verchocq	F21.54	2
	5	62	Renty		F21.44	
	6	62	Fauquembergues		F21.45	3
	7	62	Merck-Saint-Lievin		F21.36	4
	8	62	Ouve-Wirquin		F21.26	5
	9	62	Remilly-Wirquin	Assinghen	F21.27	6
	10	62	Wavrans-sur-l'Aa	Amont ancienne papeterie	F21.26	
	11	62	Wavrans-sur-l'Aa	Aval ancienne papeterie	F21.26	
	12	62	Elnes		F21.16	7
	13	62	Lumbres	Amont de la confluence avec le Bléquin	F21.16	8
	14	62	Setques		F21.17	
	15	62	Esquerdes		F21.17	9
	16	62	Wizernes		F21.18	
	17	62	Wizernes	Gondardenne	F21.18	
	18	62	Blendecques	Amont de la papeterie	F21.18	
	19	62	Blendecques	Long Pont - aval papeterie	F21.18	
	20	62	Blendecques	Westhove	F21.18	
	21	62	Blendecques	Aval "branche" est	FO.11	
	22	62	Blendecques	Aval "branche" ouest	FO.11	
	23	62	Arques	Basse-Meldyck	EO.51	11
	24	62	Arques	Haute-Meldyck	EO.51	12
<u>LES AFFLUENTS DE L'Aa</u>						
. Ruisseau de Thiembronne (Code = At)	1	62	Saint-Martin d'Hardinghem	Hervarre	F21.36	A
. Ruisseau le Bléquin (Code = Ab)	1	62	Bléquin		F21.24	B
	2	62	Affringues		F21.15	C
	3	62	Lumbres		F21.16	D

TABLEAU VI : LA HEM ET SES AFFLUENTS

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
<u>LA HEM</u>						
(Code = H)	1	62	Licques	Cauchy	E21.43	1
	2	62	Licques	La Motte	E21.43	2
	3	62	Clerques		E21.44	3
	4	62	Tournehem-sur-la-Hem	Guémy	E21.34	4
	5	62	Nordausques		E21.25	5
	6	62	Recques-sur-Hem		E21.25	6
	7	62	Polincove	Le Pont	E21.26	7
	8	62	Polincove	Le Fort-Saint-Jean	E21.26	8
<u>LES AFFLUENTS DE LA HEM</u>						
. Ruisseau de Bainghen (Code Hb)	1	62	Hocquinghen		E21.43	A
. Rivière de Licques (Code Hl)	1	62	Licques	Lincques	E21.42	B
	2	62	Licques	Cahen	E21.43	C
. Ruisseau d'Alquines (Code Ha)	1	62	Licques	Le Poirier	E21.44	D
. Ruisseau Le Loquin (Code Hlo)	1	62	Audrehem	Wissoq	E21.43	E
	2	62	Audrehem	La Motte	E21.43	F

TABLEAU VII : LA LYS ET SES AFFLUENTS

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
<u>LA LYS</u>						
(Code = L)	1	62	Lisbourg	Source de la Lys	G21.18	1
	2	62	Verchin	Aval	G21.27	2
	3	62	Lugy	Amont de la confluence avec la Traxenne	G21.17	3
	4	62	Lugy	Aval de la confluence avec la Traxenne	G21.17	4
	5	62	Matringhem		F21.57	
	6	62	Mencas	Gué à Bellefontaine	F21.56	5
	7	62	Dennebroeucq	Riotte	F21.56	6
	8	62	Coyecques		F21.57	
	9			Nouveauville	F21.47	7
	10	62	Delettes	Pont D 104	F21.47	
	11	62	Thérouanne	Pont D 193	F21.38	8
	12			Pont D 341	F21.38	
	13	62	Mametz	Aval	F21.38	9
	14	62	Aire-sur-la-Lys		FO .31	10
	15	62	Aire-sur-la-Lys	Moulin-le-Comte Pont D 943 E	FO .32	11
					FO .32	
<u>LES AFFLUENTS DE LA LYS</u>						
• La Traxenne (Code = Lt)	1	62	Fruges		G21.16	B

TABLEAU VIII : L'ESCAUT ET SES AFFLUENTS

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
L'ESCAUT	1	59	Gouy		K2.12	
(Code = E)	2	59	Vendhuile		J2.51	
	3	59	Honnecourt-Sur-Escaut		J2.51	
	4	59	Bantouzelle		J2.41	
	5	59	Les Rues-Des-Vignes		J2.31	
	6	59	Crèvecoeur-Sur-l'Escaut		J2.32	
	7	59	Noyelles-Sur-l'Escaut		J2.18	
LES AFFLUENTS DE L'ESCAUT	8	59	Bouchain		H2.33	
• Le Louet (Code = El)	1	59	Marcoing		J1.28	
RIVIERES APPARTENANT AU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE L'ESCAUT						
• La Grande Trétoire (Code = Et)	1	59	Rieulay	Le Marais de Bouchain	G2.52	
	2	59	Saint-Amand-les-Eaux	Les Etoquois	G2.35	
• Le Béart (Code = Eb)	1	59	Solesmes	Ovillers	J1.27	
• L'Agache (Code = Ea)	1	62	Marquion		H1.57	
• L'Hirondelle (Code = Esh)	1	62	Rumaucourt et Ecourt- St-Quentin		H1.46	
• L'Hogneau (Code = Eh)	1	59	Thivencelles	Calvaire du Jubilé	G2.38	
• Le Canal Dominique (Code = Ed)	1	62	Ecourt-St-Quentin		H1.37	

TABLEAU IX : L'AUTHIE

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
L'AUTHIE	1	80	Saint-Léger-les-Authie		JO.25	
(Code = AU)	2	62	Thièvres		JO.23	
	3	80	Doullens		JO.11	
					JO.12	
	4	80	Frohen-le-Grand		H21.57	
	5	80	Vitz-sur-Authie		H21.25	
	6	80	Dompierre-sur-Authie		H21.22	
	7	80	Argoules		H21.11	
	8	62	Roussent		G22.58	
	9	62	Colline-Beaumont		H22.16	
	10	80	Villers-sur-Authie		H22.16	
	11	80	Quend		H22.15	

TABLEAU X : LA SOMME

	Numéro de station	Dp ^t	COMMUNE	LIEU-DIT OU REPERE	Coordonnées IFFB	Code SRAE
LA SOMME	1	02	Essigny-le-Petit		K2.44	
	2	02	Omissy		K2.43	
(Code = S)	3	02	Morcourt		K2.53	
	4	02	Rouvroy		K2.53	
	5	02	Grugies		L2.12	
	6	02	Fontaine-les-Clercs		L2.11	
	7	02	Séraucourt-le-Grand		L2.21	
	8	02	Artemps		L1.28	
	9	02	Tugny-et-Pont		L1.28	
	10	02	Dury		L1.38	
	11	02	Pithon		L1.37	
	12	80	Offoy		L1.25	
	13	80	Béthencourt-sur-Somme		L1.15	
	14	80	Falvy		L1.14	
	15	80	Saint-Christ-Briost		K1.54	
	16	80	Feuillères		K1.22	
	17	80	Bray-sur-Somme		K0.28	
LA SOMME CANALISEE						
	1	80	Sailly-Laurette		K0.36	
(Code = Sc)	2	80	Camon		K0.42	
	3	80	Argoeuves		K21.37	
	4	80	La Chaussée-Tirancourt		K21.36	
	5	80	Mareuil-Caubert		J21.31	

TABLEAU XI : LES WATERGANGS

REGION NATURELLE	Dp ^t	Numéro de station	COMMUNE	N O M D U WATERGANG	Indice IFFB
PLAINE MARITIME FLAMANDE (Code = W)	: 62 :	1 :	: Guînes	: Rivière des Impernaises	: E21.12
	: 62 :	2 :	: Ardres	: Canal du Houlet	: D21.54
	: 62 :	3 :	: Guemps	: Watergang de la Serpentine	: D21.54
	: 62 :	4 :	: Offekerque	: Le Vinfil rivière	: D21.54
	: 62 :	5 :	: Marck	: Watergang des Cappes	: D21.43
	: 62 :	6 :	: Hames-Boucres	: Canal de la Rivière Neuve	: D21.52
	: 62 :	7 :	: Nielles-les-Calais	: Rivière d'Hames-Boucres	: D21.51
	: 62 :	8 :	: Les Attaques	: Canal du Vinfil	: E21.13
	: 62 :	9 :	: Les Attaques	: Watergang d'Andres	: E21.12
	: 62 :	10 :	: Guînes	: Rivière des Bouzats	: E21.12
	: 62 :	11 :	: Vieille Eglise	: Watergang de la Vieille Eglise	: D21.55
	: 62 :	12 :	: Saint-Omer-Cappelle	: Drack de Saint-Omer-Cappelle	: D21.56
	: 62 :	13 :	: Saint-Folquin	: Drack de Winck	: D21.56
	: 62 :	14 :	: Saint-Folquin	: Watergang du Gibet	: D21.56
	: 62 :	15 :	: Saint-Folquin	: Canal de Mardyck	: D21.56
	: 62 :	16 :	: Sainte-Marie-Kerque	: Canal de Calais à Saint-Omer	: E21.16
	: 62 :	17 :	: Polincove	: Le Meulestroom	: E21.16
	: 62 :	18 :	: Oye-Plage	: Rivière d'Oye	: D21.45
	: 62 :	19 :	: Oye-Plage	: Watergang du Sud	: D21.35
	: 62 :	20 :	: Oye-Plage	: Watergang du Nord	: D21.35
	: 62 :	21 :	: Les Attaques	: Rivière du Haut-Banc	: E21.12

5) Climat

Les renseignements dont nous disposons ont été fournis par la station météorologique de Lille-Lesquin, le Bureau de Recherches géologiques et minières de Lille, le Centre agricole de Tilloy-les-Mofflaines, ainsi que la Station météorologique d'Amiens. Nous nous sommes tout particulièrement attachés aux données pluviométriques, qui sont d'ailleurs les plus nombreuses, car les précipitations influent directement sur le niveau des étangs. Nous n'avons cependant pas négligé les autres facteurs climatologiques.

Le rôle des collines de l'Artois et celui du massif ardennais pour les régions les plus à l'est de la région Avesnois et Thiérache sont déterminants dans la climatologie régionale.

5.1. Les précipitations et les vents

(tableaux XII et XIII)

Le Boulonnais, le Haut-Artois, la Picardie nord-occidentale (Ponthieu), sont soumis aux vents d'ouest et de sud/ouest et subissent une influence maritime forte. Les pluies y sont importantes.

Boulogne = 768 mm, Hucquelliers = 1035 mm, la Canche = 854 mm, Abbeville = 761

La région la plus arrosée est le Haut-Artois

Le régime pluviométrique de cet ensemble de régions est de type A.H.E.P.

La Flandre maritime, la Flandre intérieure, la Plaine de la Lys, le Mélantais, le Pévèle, sont protégés des vents d'ouest et de sud/ouest et davantage soumis aux vents du nord et d'est ; l'influence maritime est atténuée.

Dunkerque = 640 mm, Lille = 630 mm

Le régime pluviométrique de ces bas-pays est de type A.E.H.P.

La Gohelle, la Picardie orientale (Amiénois, Santerre, Vermandois), l'Ostrevant, la Plaine de la Scarpe, le Cambrésis, le Hainaut, ont un climat plus continental. Les vents dominants sont secs et froids de nord et nord/est en hiver, pendant les mois d'été, ils soufflent d'ouest mais aussi de sud/ouest ou de nord/ouest.

Arras = 784 mm, Amiens = 566 mm, Bray-sur-Somme = 625 mm, Saint-Quentin = 775 mm, Douai = 704 mm, Cambrai = 629 mm, Vicq = 680 mm, Valenciennes = 693 mm

Le régime pluviométrique devient de type E.A.H.P.

Les moyennes pluviométriques enregistrées à Amiens, Pîcquigny, Bray-sur-Somme, Villers-Carbonnel, St-Sulpice-Ham (tableau XIII), indiquent que l'Amiénois et le Santerre ont une pluviométrie modérée (DESIRE, 1975).

L'effet de continentalisation s'accroît encore en Avesnois et en Thiérache avec un maximum estival de pluies marqué : l'abondance des précipitations est liée à l'approche du massif ardennais.

Avesnes = 799 mm, Maroilles = 832 mm

La moyenne pour le département du Nord est de 168 jours de pluie par an, pour celui du Pas-de-Calais de 177 et celui de la Somme de 170 (Hebdomadaire le Point - 14 janvier 1974 : moyennes de 1921 à 1950).

TABLEAU XII : 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-BEADMONT (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) HONNECOURT (x)	77 80	43,2 56	43,2 44	44,2 49	42,9 56	53,6 65	62,7 67	59,6 72	58,1 63	51,5 55	54,8 65	63,9 58	51,2 56	629 696	300,5 328
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
	SAINT-AMAND (1901-1930)	25	66	56	66	60	53	66	63	64	66	91	81	77	812	437
Massif forestier de Saint-Amend	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
Combrésis	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	51	68	60	78	66	63	90	90	87	802	411
Avesnois	AVESNES (xx)	172	63	50	58	48	63	69	86	71	70	78	69	74	799	392
	MAROLLES (xx)	153	63	55	65	52	64	75	82	77	74	84	67	75	832	409
Boulonnais	BOULOGNE (xxx)	8	66	51	54	51	48	49	55	63	64	97	84	86	768	438
Artois	LA CANCHE (xxx)		70	54	57	52	52	54	62	72	76	112	96	97	854	486
Ponthieu Vallée de la Somme	ABBEVILLE (xxx)	7	55	42	50	52	53	58	76	67	71	84	78	75	761	384

(x) : Manuscrit de 1942

(xx) : in GEHU (1961), périodes non précises

(xxx) : in WATTEZ (1968), périodes non indiquées

Le nombre de jours de pluie par mois oscille entre 10 et 16 à Boulogne, 12 et 16 à Lille et Cambrai, 12 et 17 à Valenciennes et 13 à 18 à Abbeville.

Les orages sont fréquents de mai à août, le nombre moyen annuel de jours d'orage est de 15 à Cambrai, 16 à Valenciennes, 20 dans la vallée de la Somme et de 23 à Lille.

La neige peut tomber de novembre à avril, la moyenne annuelle des jours de neige est de 6 au Touquet, 10 à Abbeville, 14 à Valenciennes, 18 à Lille, 19 à Cambrai.

Les brouillards s'élèvent souvent au-dessus de nos étangs et marais ; abondants en ces lieux, ils ne sont pas non plus rares dans la région avec cependant des différences dans leur répartition suivant l'altitude : 31 jours par an à Dunkerque, 47 à Abbeville, 48 à Valenciennes, 73 à Lille, 78 à Cambrai.

5.2 Les températures

(tableaux XIV à XVI)

Dans la Plaine maritime flamande et picarde, l'Artois, le Ponthieu, le Marquenterre, les températures sont douces, les amplitudes moyennes mensuelles sont resserrées : 12 à 13° (Dunkerque = 12°8). Le Bas-Boulonnais possède les hivers les plus doux. Le Haut-Artois enregistre des températures fraîches en toutes saisons. Dans le Pays de Montreuil, l'Amiénois, les amplitudes thermiques mensuelles se creusent : Abbeville = 14°1.

Dans la Flandre intérieure, le Mélançois, le Pévèle, le Cambrésis, l'Ostrevant, le Hainaut, les amplitudes thermiques d'accroissent encore : Lille = 14°4, Valenciennes = 14°5, Cambrai = 14°5. Dans l'Avesnois, elle est encore plus importante : Avesnes = 15°3.

5.3 L'insolation

Elle est peu importante si on la compare aux autres régions françaises : le Nord est la région la moins ensoleillée de France. Lille a 1 554 heures de soleil par an, Valenciennes 1651, la moyenne pour le Nord de 1946 à 1950 est de 1 570 heures, (LE POINT, 1974). Le maximum d'ensoleillement se situe de mai à juillet avec 220 heures en juillet pour Valenciennes et 208 heures en juin pour Lille. A Abbeville, l'insolation est nettement plus importante (1 721 heures par an).

5.4 Les indices climatiques

Ils permettent de caractériser le climat et de mettre en relief ses facteurs. (Tableau XVII)

6) Géologie

Les travaux concernant la géologie et l'hydrogéologie de notre dition sont nombreux. C'est surtout à ceux de GOSSELET (1865, 1887, 1897, 1903), de GOSSELET LERICHE et DOUXAMI (1909), de DEMANGEON (1905), LEQUEUX (1934), FROMENT (1947), PINCHEMEL (1954), CLUSEAU et RICOURT (1960), ROUX (1963), CELET (1969), SOMME (1969), G. WATERLOT (1969), que nous nous sommes référés. Les notices explicatives des cartes géologiques au 1/50 000e de Carvin, Crespin-Mons, Douai, Amiens et Valenciennes, ainsi que les rapports d'étude du bureau de Recherches géologiques et minières de Lille, mentionnés en bibliographie, ont été consultés. Le lecteur pourra également se reporter au paragraphe "géologie", chapitre "généralités et méthodes" de notre mémoire de thèse du 3e cycle, où les terrains concernant les étangs et marais du bassin houiller Nord/Pas-de-Calais et ceux de la vallée de la Sensée sont particulièrement détaillés.

TABLEAU XIII : PLUVIOSITE MOYENNE DANS LES LOCALITES DE LA VALLEE DE LA SOMME

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

TABLEAU XIV : TEMPERATURE MOYENNE DE TROIS LOCALITES DE LA VALLEE DE LA SOMME

Localités	Durée des observations	Moyenne
Abbeville	11 ans	9°8
Amiens	11 ans	10°9
St-Sulpice-Ham	7 ans	9°9

TABEAU XV : 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

TABEAU XVI : 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	BOULOGNE 1946-1976	ABBEVILLE 1963-1967
Moyenne annuelle	10°4	9°8	9°7	9°7	9°8	10°05	10°2	9°9
Moyenne des minima	7°6	5°9	5°7	5°8	5°7	5°07	7°5	5°6
Moyenne des maxima	13°2	13°7	13°7	13°6	14°	14°5	12°8	14°2
		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	4°5	3°7
minima	2°4	0°6	0°1	0°4		0°4	2°4	0°7
maxima	7°2	5°6	5°1	5°2		6°4	6°7	7°
Moyenne des mois chauds Juin-Juillet-Août	16°3	16°6	17°2	16°6		17°	16°	16°4
minima	13°2	11°4	12°1	11°6		12°1	13°1	11°
maxima	10°4	21°8	22°3	21°7		22°3	18°	21°8

TABLEAU XVII : INDICES CLIMATIQUES

	DUNKERQUE 1947-1980	LILLE 1946-1980	VALENCIENNES 1892-1930	CAMBRAI 1956-1980	DOUAI 1892-1930	ABBEVILLE 1963-1967
Amplitude thermique d'Angot (Différences entre moyennes de juillet et janvier)	12°8	14°4	14°5	14°5	14°7	14°1
Indice d'aridité de Martonne	31,3	31,8	35,1	31,9	35	38,2
Indice de pluvio- métrie d'Emberger	150	129	139	131	142	151

6.1 Les terrains

Les terrains de la région sont tous d'origine sédimentaires. Des différences s'expriment néanmoins au niveau de l'âge et de la nature, ce qui se remarque aisément au regard de la carte des affleurements géologiques (carte 3).

Les terrains schisteux du Famménien (Dévonien) et les calcaires carbonifères du Dinantien (Carbonifère), terminaisons occidentales du massif ardennais, affleurent dans l'Avesnois et la Thiérache. Des lambeaux de dépôts sableux continentaux de l'Éocène, recouvrent par place ces terrains primaires qui disparaissent définitivement à l'ouest de la Sambre sous les craies marneuses du Turonien (Crétacé). Ces terrains primaires se retrouvent au niveau de la boutonnière du Boulonnais. Le reste du territoire considéré montre des affleurements de :

- terrains secondaires du Jurassique dans la boutonnière du Boulonnais : argiles et marnes du Callavo-Oxfordien, argiles noires du Rauracien, calcaires et grès du Séquanien, marnes-calcaires, grès et argiles du Kimméridgien, grès argiles et sables calcareux du Portlandien ;

- terrains crétacés de la Picardie, de l'Artois, du Cambrésis, du Dôme du Mélantais, de l'Ostrevent, et partiellement du Hainaut : marnes, craies marneuses, craie grise et craie blanche à silex du Turonien, craie blanche à silex du Sénonien. Ces assises sont souvent subaffleurantes et recouvertes de limons loessoides (limons de plateau) ;

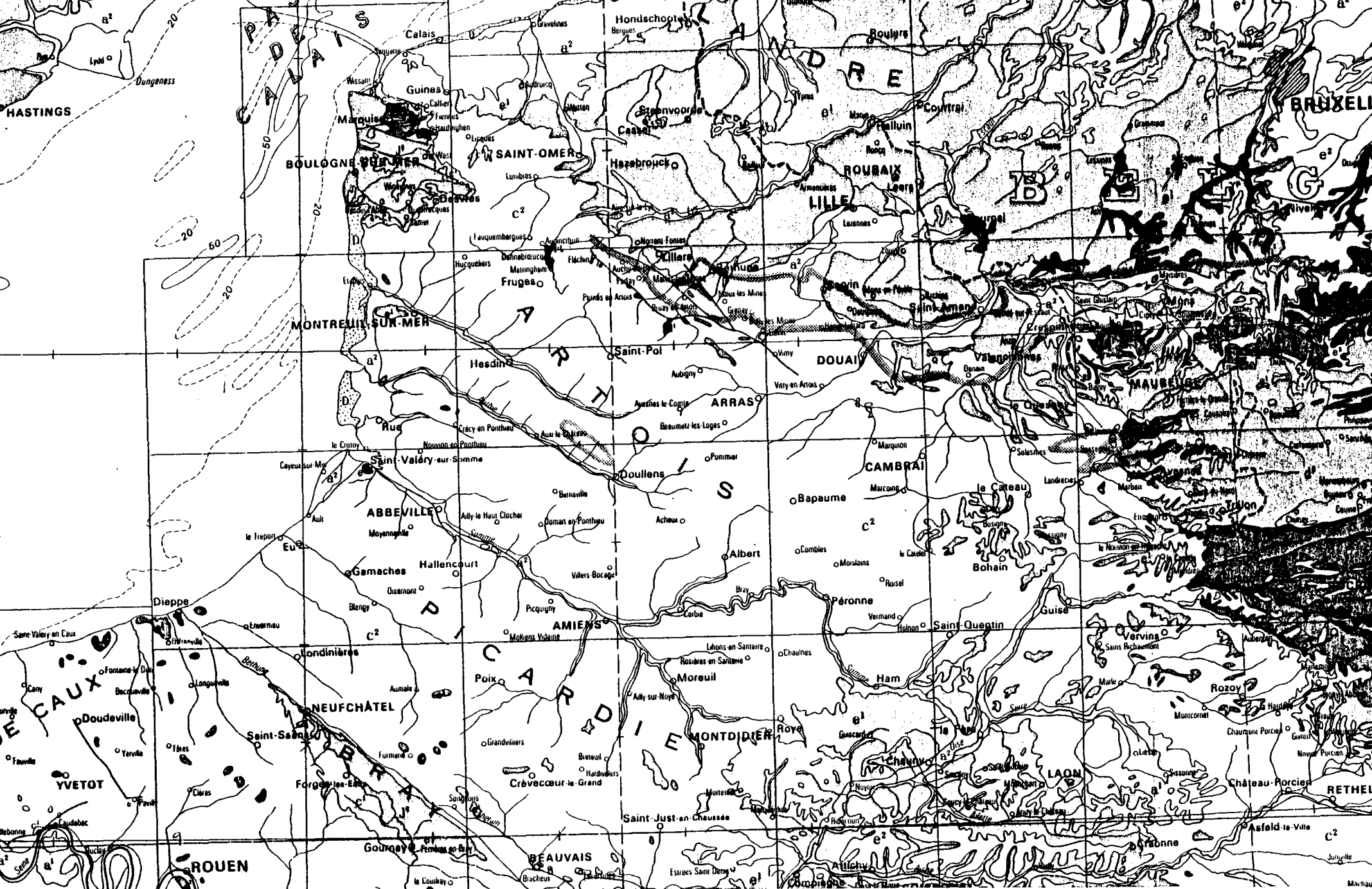
- terrains tertiaires éocènes dans la Flandre intérieure, la Weppe, le Ferrain, le Pévèle, le Hainaut, et les buttes du Bas-Artois : argiles yprésiennes des Flandres, sables yprésiens de Cuise, sables landéniens de Granglise, d'Ostricourt, du Quesnoy, de Bracheux, argiles landéniennes de Clary, de Louvil ; terrains tertiaires pliocènes au sommet des Monts des Flandres ;

- de terrains superficiels quaternaires couvrant sur de grandes étendues les formations crayeuses ou les dépôts éocènes : limons des plateaux anciens ou récents, éoliens loessiques, sur les plateaux picards et artésiens ; limons argilo-sableux sur l'argile des Flandres et de la Pévèle ; alluvions anciennes -sables et graviers sableux et crayeux-, mais surtout alluvions récentes, graviers, cailloutis, tourbe, sable et argiles tourbeuses dans les vallées de la Somme, de la Sensée, de l'Escaut, de la Deûle, de la Lys ; dépôts marins flandriens de sables, graviers, tourbe de surface, dépôts dunkerquiens de sables, argiles et limons argilo-sableux de la Plaine maritime flamande et picarde, du Marquenterre et des Bas-Champs.

Les alluvions fluviatiles, dites alluvions modernes, localisées au voisinage et sur les flancs des vallées actuelles, constituent le substratum de la plupart des étangs étudiés. Elles sont argilo-sableuses, graveleuses et parfois tourbeuses. Les renseignements apportés par les sondages effectués dans les alluvions de la Scarpe et de l'Escaut ont été exploités par LEQUEUX (1934), ceux fournis par les sondages réalisés dans les alluvions de la Sensée par FROMENT (1947).

La tourbe, qui s'est formée dans ces vallées par l'accumulation de cypéracées, de graminées aquatiques et d'hypnacées -comme l'ont montré C. et G. DUBOIS (1935), dans la vallée de la Somme-, a une épaisseur variable. Dans cette vallée, elle est de 2 m à Feuillères, 1,5 m à Longpré-les-Amiens, de 3,6 m à Long avec en sus un silt tourbeux de 1,15 m avec des lits de tourbe, comme le précise NILLSON (1960).

Dans la vallée de la Sensée, la puissance du gisement est de 4 m dans le Marais du Bas et de 1 à 3 m dans le Marais du sud-est (= Marais du Surion), à Arleux, 0,5 m à Palluel, 1,80 m à Aubigny-au-Bac ; il y en a peu à Wasnes-au-Bac, et elle manque de Féchain à Bouchain.



CARTE 3 : LES AFFLEUREMENTS GEOLOGIQUES DANS LA DITION
(extrait de la carte géologique de France au 1/1 000 000e)

LÉGENDE

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

	Quaternaire récent
	Dunes
	Quaternaire ancien
	Glaciaire
	Sables des Landes
	Villafranchien
	Pliocène
	Miocène
	Oligocène Faciès mann des Sables et Grès de Fontainebleau (Stampien)
	Sidérolithique
	Éocène moyen et supérieur Éocène indifférencié
	Éocène inférieur
	Crétacé supérieur Crétacé indifférencié
	Flyschs crétacés alpins
	Crétacé inférieur Urgonien
	Schistes lustrés
	Jurassique supérieur (Malm)
	Jurassique moyen (Dogger) Jurassique indifférencié
	Jurassique inférieur (Lias)
	Trias supérieur (Keuper)
	Trias moyen (Muschelkalk) Trias indifférencié
	Trias inférieur
	Permo-trias
	Permien
	Permo-carbonifère probable (Zones internes alpines)

	Stéphanien
	Westphalien s. st. Carbonifère indifférencié
	Westphalien inférieur (Namurien)
	Dinantien
	Extension des bassins houillers
	Dévonien supérieur et moyen Dévonien indifférencié
	Dévonien inférieur
	Silurien
	Ordovicien
	Cambrien
	Précambrien (Briovérien)

FORMATIONS MÉTAMORPHIQUES ET PLUTONIQUES

	Micaschistes Schistes sériciteux Schistes chloriteux, phyllades, corneennes
	Gneiss Schistes cristallins indifférenciés
	Amphibolites
	Migmatites
	Granites d'anatexie
	Granites Granites à biotite
	Granites à muscovite (et biotite) Granites à riebeckite
	Microgranites
	Diorites, diorites quartziques, granodiorites
	Gabbros
	Péridotites et serpentines (Lherzolites pyrénéennes)

FORMATIONS VOLCANIQUES

Quaternaire	
	Rhyolites, trachy-andésites, andésites
	Basaltes et labradorites
	Projections basaltiques
Tertiaire	
	Rhyolites, trachy-andésites, andésites
	Projections andésitiques
	Basaltes et labradorites
	Phonolites
Secondaire	
	Basaltes
	Ophiolites alpines Ophites pyrénéennes
Primaire et Précambrien	
	Rhyolites, trachytes et trachy-andésites, andésites
	Tufs volcaniques dévoniens et carbonifères
	Basaltes (Spirites)
	Diabases, dolérites, porphyrites
	Phonolites

Granites datés :

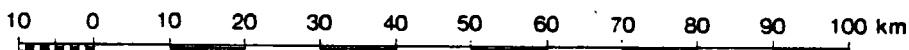
- γ_1 Granites précambriens
- γ_2 Granites paléozoïques
- γ_3 Granites alpins
- γ Granites d'âge indéterminé

ANGERS SAUMUR
Noms d'une feuille de la carte
géologique au 1/80 000

Langeais
Nom d'une feuille de la carte
géologique au 1/50 000

Projection conique conforme de Lambert
— Parallèles d'échelle conservée :
45° et 49° (50° et 54° 44')
— Origine O^G Paris

Echelle : 1/1 000 000



Le "décombe" ou accumulation, le plus souvent sableux, de matériaux issus des limons de plateaux voisins par ravinement, surmonte la tourbe. Le colmatage de la vallée est dû au remblaiement flandrien. CALLENS et DION en 1937 écrivaient : "ce remblaiement récent que les géologues appellent remblaiement flandrien, n'a eu ses dernières conséquences qu'à l'aube des temps historiques. Il n'était pas encore achevé à l'époque néolithique, comme en témoigne le menhir d'Aubigny-au-Bac enfoui presque jusqu'au sommet (6 à 10 mètres) dans les alluvions tourbeuses accumulées au fond de la vallée de la Sensée".

Dans la vallée de l'Escaut, de Bouchain à Valenciennes, l'importance de la tourbe est variable -elle atteint jusqu'à 7,55 m à Denain- alors que l'épaisseur des graviers, souvent séparés de la tourbe par une couche d'argile blanche, ne cesse d'augmenter d'amont en aval. Les sondages réalisés entre Fresnes et Hergnies apportent en ce sens des renseignements intéressants :

- à Fresnes-sur-Escaut, la tourbe est peu épaisse, les graviers ayant 3,60 m d'épaisseur à la profondeur de 9,65 m reposent sur des tufs bleus ;

- à Condé-sur-l'Escaut, la tourbe a un caractère lenticulaire, elle n'est rencontrée qu'à partir de 5 m de profondeur ;

- à Vieux-Condé, au pont du Sarteau, la tourbe apparaît à 3 m, elle est peu épaisse tandis que les graviers se trouvant à 7,50 m ont une épaisseur de 4,50 m et s'appuient sur l'argile plastique ;

- à Hergnies, les graviers épais de 2,50 m sur la rive gauche de l'Escaut, reposent sur la craie, ils n'ont par contre que 0,10 m d'épaisseur sur la rive droite à la même profondeur, soit 8,80 m.

Les alluvions de la Deûle, comme le souligne G. WATERLOT (1969) sont également tourbeuses, l'assise de tourbe varie de 2,50 m à 3 m d'épaisseur à Lille.

Il convient enfin de signaler l'utilisation des résidus d'exploitation de la houille, les schistes houillers, comme matériau de remblai de marais, dans des zones alluviales de l'Escaut et de la Hayne où ils peuvent atteindre 10 m d'épaisseur.

En conclusion, les terrains sédimentaires réalisant le sous-sol de la région sont très diversifiés, l'assise géologique des étangs étudiés en est d'autant plus variée :

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

- sables landéniens, alluvions graveleuses, tourbeuses ou argilo-sableuses dans les vallées de la Hayne 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 St-Amand ;

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

6.2 Les nappes aquifères

Les horizons lithologiques des différentes assises sont les barrières ou des réservoirs pour de nombreuses nappes aquifères. Celles-ci, superficielles ou profondes, sont à l'origine de nos étangs et marais.

La craie du Sénonien ou du Turonien supérieur, reposant sur les "dièves bleues" du Turonien moyen, recèle une importante nappe aquifère qui prend naissance au niveau des collines de l'Artois.

Des analyses chimiques effectuées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières en différents points de la nappe ont été regroupées au sein du tableau XVIII.

En Picardie, la chimie des eaux de la nappe de la craie est précisée par ROUX et TIRAT (1978). Elles ont un pH légèrement basique (pH 7,2 en moyenne) ; elles sont dures (19 à 30 DH) et ont un résidu sec compris entre 280 et 500 mg/l. Ce sont des eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes, à faible teneur en chlorure, nitrates et sulfates. Elles sont parfois légèrement ferrugineuses sous les alluvions.

Les sables tertiaires contiennent également une nappe, isolée de celle de la craie (pour les sables d'Ostricourt) par l'argile de Louvil, et pouvant être maintenue captive par l'argile d'Orchies sus-jacente (Pévèle). En l'absence d'une assise argileuse inférieure, elle est confondue avec celle de la craie ; ceci se produit dans les secteurs peu élevés (est. de l'Ostrevent), ailleurs, elle réalise des nappes suspendues.

Quelques niveaux aquifères se rencontrent à la base du limon pléistocène lorsque celui-ci comporte des niveaux argileux ; cette nappe superficielle réalise le drainage naturel.

Les alluvions de la Somme, de l'Escaut, de la Sensée, de la Hayne, de la Scarpe et de la Deûle, renferment une nappe souvent confondue avec celle de la craie au niveau de la vallée de l'Escaut.

6.3 Relations étangs et marais , sous-sol, nappes

Afin d'illustrer ces relations, nous présentons quatre coupes géologiques significatives passant par des étangs types alimentés par trois nappes différentes. Ces profils ont été établis à partir de ceux figurant dans des rapports d'étude du Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Coupe 1 : Marais de la Canarderie

Cette étendue d'eau, qui d'étire perpendiculairement au synclinal de St-Aybert, est la manifestation externe de la nappe des alluvions et de celle des sables, indifférenciées par places. Elle s'assoit sur une couche dense d'alluvions argilo-sableuses (6 m) -pouvant présenter des passées argileuses- qui masque sables d'Ostricourt, tuffeau et argile de Louvil du Landénien dont l'épaisseur d'ensemble décroît de l'axe à la périphérie du synclinal.

Coupe 2 : Etang de Vicoigne

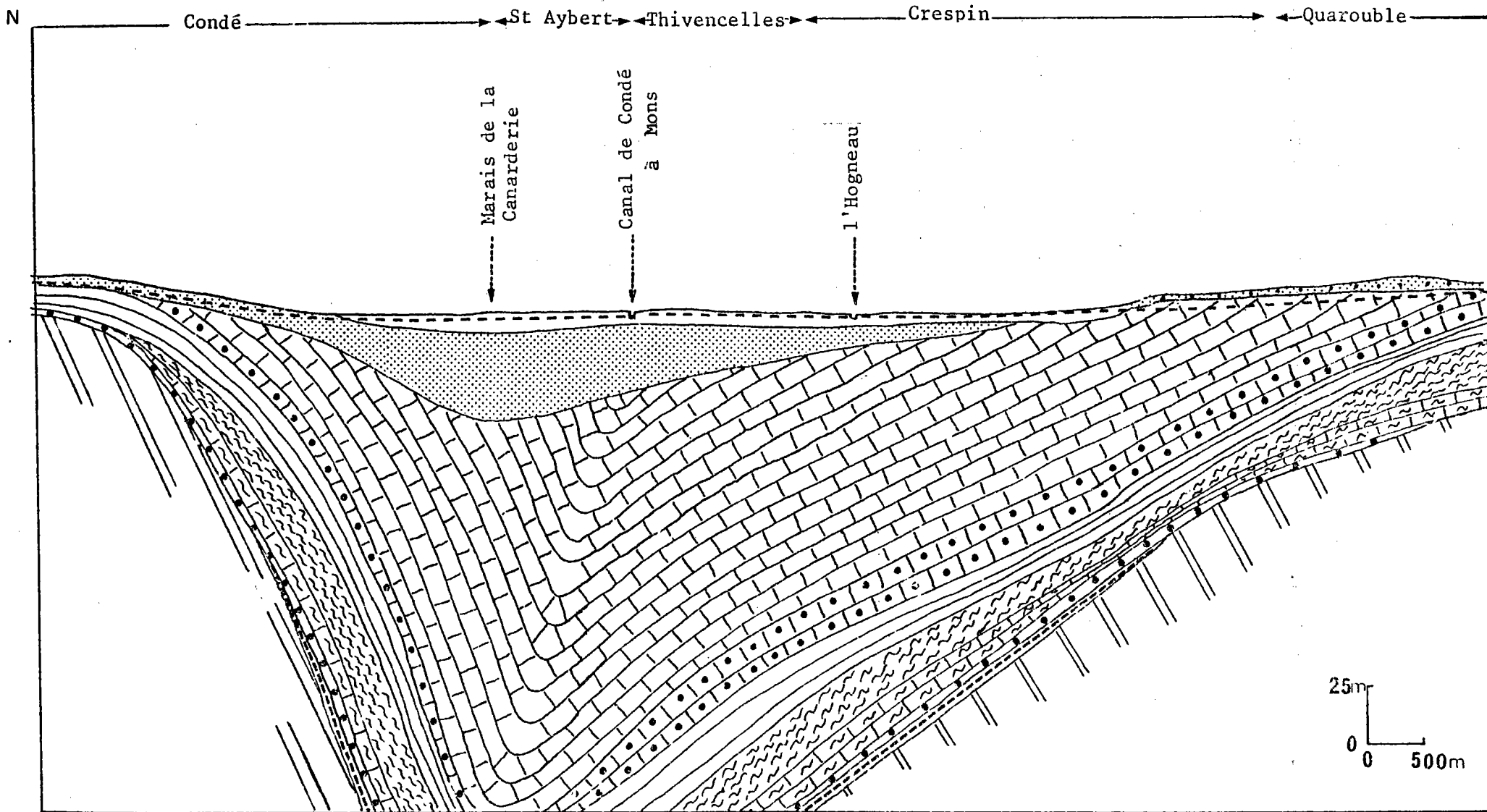
Ce petit étang, apparu en 1950 sur le rebord septentrional du synclinal de Raismes, est une émergence locale de la nappe des sables bouillants du Landénien qui ont pour horizon de base l'argile de Louvil. L'ensemble, puissant de 35 m, est revêtu de limons anciens et cache une série secondaire réunissant toutes les formations du Crétacé supérieur.

Coupe 3 : Grand Clair de Wasnes-au-Bac

Il a pour substratum les alluvions de la Sensée qui montrent une couche tourbeuse comprise entre deux niveaux sableux, le tout ayant une base graveleuse. Ces alluvions se sont déposées directement sur la craie sénonienne et turonienne réservoir de la nappe qui alimenterait l'étang.






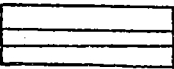
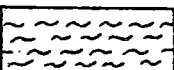
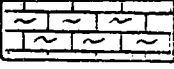
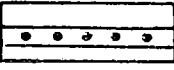
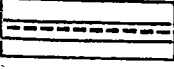


TABLEAU XVIII : RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DE PRELEVEMENTS EFFECTUES DANS LA NAPPE DE LA CRAIE (extraits du rapport de BRGM - résultats exprimés en mg/l)

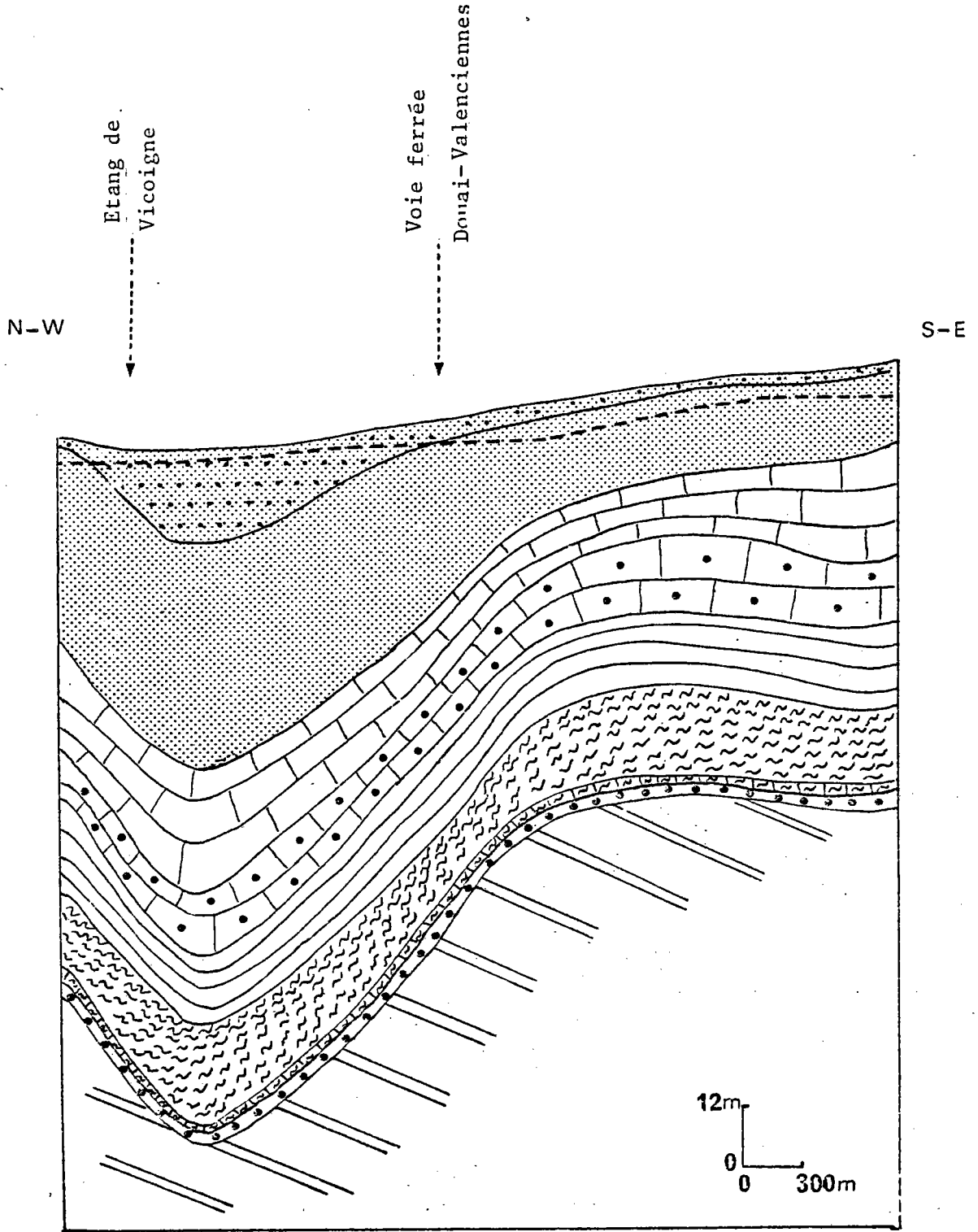
	VALLEE DE LA SENSÉE		VALLEE DE LA DEÛLE		PLAINE DE LA SCARPE		VALLEE DE L'ESCAUT
Localités	ARLEUX 27/7/11	ECOURT-ST-QUENTIN 27/7/11	LIBERCOURT (rivage)		ANZIN		FRESNES
			forage n° 1 20/6/19	forage n° 2 20/6/20	Bois Lecat		Forage eau et force
					07/12/54	12/12/57	3/05/59
Ca ⁺⁺			53,8	152	162,2	222,8	177,5
Mg ⁺⁺			29,64	28,8	21	8,1	23
Na ⁺	17,25	26,82	51,57	23	25,8		
Na ⁺ + K ⁺						32,2	
CO ₃ ⁻⁻	183	216	180	123	176,7	197,1	440
SO ₄ ⁻⁻	32,64	18,75	182,40	264	138	209	5
Cl ⁻	24,85	19,88	67,80	49,7	79	78	20
NO ₃ ⁻	29,14	11,86	2,50				
	Eaux carbonatées		"faciès" type de l'eau de la région	teneur enri- chie en sul- fates	eau dure minéra- lisation impor- tante	pollution par perco- lation dans les sables tertiair- es	eau bicarbonatée calcique interférence d'eaux de différentes provenances



Coupe géologique 1 - Marais de la Canarderie


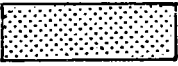
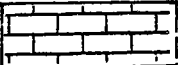
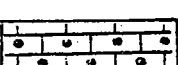
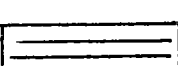
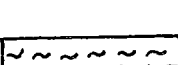
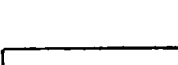



Légende de la coupe géologique 1

	L	Limons quaternaires
	Fz	Alluvions quaternaires
	e ₂	Landénien Sables d'Ostricourt, tuffeau et argile de Louvil
	C ₄	Sénonien Craie blanche
	C _{3c}	Turonien supérieur Craie grise à silex
	C _{3b}	Turonien moyen Marnes bleues (dièves bleues) et craie marneuse (durs bancs)
	C _{3a}	Turonien inférieur Marnes vertes (dièves vertes)
	C _{2b}	Cénomaniien Marnes jaunes (dièves jaunes)
	C _{2a}	Cénomaniien Tourtia
	C ₁	Albien Grès et marnes
	h	Carbonifère Schistes noirs et calcaires
		Limite de la nappe des alluvions et des sables landéniens.



Coupe géologique 2 - Etang de Vicoigne

Légende de la coupe géologique 2

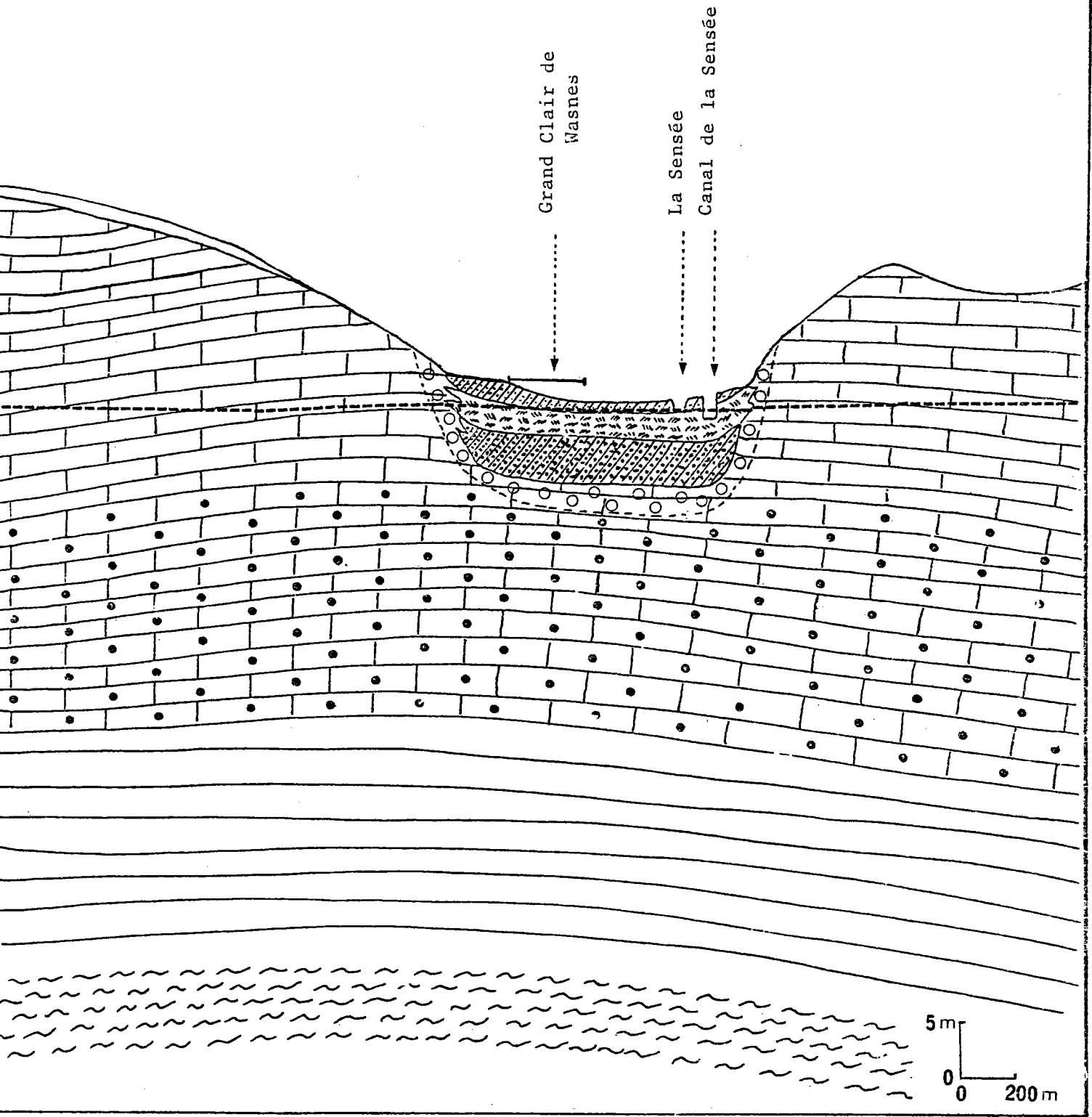
	L	Limons quaternaires
	e ₂	Landénien Sables d'Ostricourt, tuffeau et Argile de Louvil
	C ₄	Sénonien Craie blanche
	C _{3c}	Turonien supérieur Craie grise à silex
	C _{3b}	Turonien moyen Marnes bleues (dièves bleues) et Craie marneuse (durs bancs)
	C _{3a}	Turonien inférieur Marnes vertes (dièves vertes)
	C _{2b}	Cénomaniens Marnes jaunes (dièves jaunes)
	C _{2a}	Cénomaniens Tourtia
	h	Carbonifère Schistes noirs et calcaires
		Limite de la nappe des sables landéniens

-E

Wasnes-au-Bac


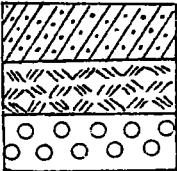
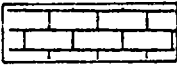

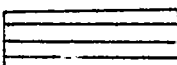
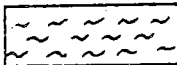

Paillencourt

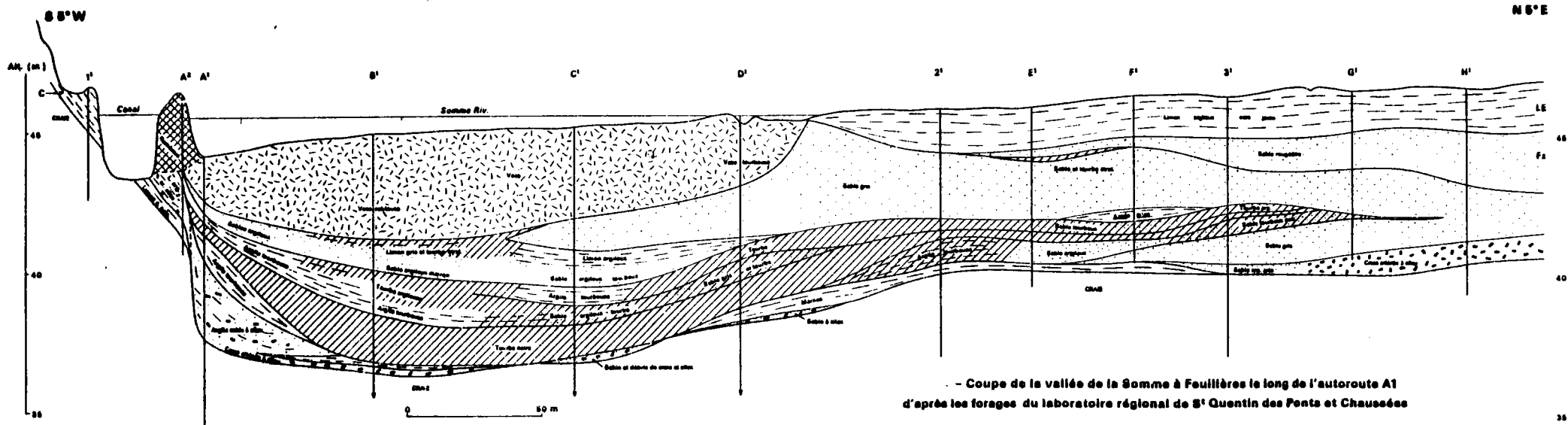
S-W



Coupe géologique 3 - Grand Clair de Wasnes-au-Bac

Légende de la coupe géologique 3

	L	Limons quaternaires
	Fz	Alluvions quaternaires • alluvions sableuses • alluvions tourbeuses • alluvions graveleuses
	C ₄	Sénonien Craie blanche
	C _{3c}	Turonien supérieur Craie grise à silex
	C _{3b}	Turonien moyen Marnes bleues (dièves bleues) et craie marneuse (durs bancs)
	C _{3a}	Turonien inférieur Marnes vertes (dièves vertes)
		Limite de la nappe de la craie



Coupe géologique 4 - Etang de Feuillères

(extrait de la notice explicative de la carte géologique Albert au 1/50 000e)

Le problème de l'origine précise de l'alimentation des étangs de la Sensée est mal défini. DOLLE (1924) indique que "les eaux des terrains crétacés de la région de Cambrai n'ont pas une composition uniforme. Chaque réseau possède des caractéristiques spéciales qui souvent, rien qu'à l'analyse, permettent d'en identifier l'origine". Celle-ci se voit dans le Sénonien, le Turonien supérieur ou dans le Turonien moyen. FROMENT (1947) a repris cette méthode et a montré la provenance des eaux qui alimentent les milieux aquatiques des vallées de la Souche, de l'Ardon, de la Somme et de la Sensée.

L'auteur utilisant les titres alcalimétriques de l'eau jaillissant à Etaing laisse supposer que les étangs de la Sensée sont alimentés par l'eau du Sénonien (Coniacien), ce que confirment les données de DOLLE (1924) qui avait déjà signalé le même réseau aquifère alimentant les marais d'Hem-Lenglet.

Coupe 4 : Etangs de Feuillères

Ils ont pour fond une vase tourbeuse ou sableuse reposant sur un limon gris et une tourbe stratifiée ou des sables gris qui surmontent eux-mêmes des sables argileux plus ou moins tourbeux. Ces terrains reposent sur une argile tourbeuse, ou une tourbe argileuse ou des sables argileux plus ou moins tourbeux, s'appuyant sur une tourbe noire épaisse. Cet ensemble d'alluvions récentes s'étale sur des craies blanches du Sénonien (Coniacien) recélant une nappe alimentant directement les étangs.

En fait, il paraît vraisemblable qu'il y ait dans l'alimentation générale des origines bien définies mais aussi possibilité d'une interaction de provenance des eaux circulant dans le Sénonien, le Turonien supérieur et les bancs crayeux du Turonien moyen.

En résumé, comme le montrent ces quelques exemples, les relations étangs et marais, assises géologiques, nappes, sont très diversifiées et parfois des plus complexes, plusieurs nappes pouvant alimenter un même étang.

6.4 Relations rivières, sous-sols, nappes

Elles sont reprises à partir des différentes études réalisées par le Service Régional d'Aménagement des Eaux (S.R.A.E.) du Nord - Pas-de-Calais.

6.4.1 La Lys

La majeure partie du bassin versant de la Lys en amont de Aire-sur-la-Lys est occupée par des limons de plateau argileux ou argilo-sableux déposés au Quaternaire.

Les formations plus anciennes apparaissent dans les vallées, ce sont, de la base au sommet :

- des grés et schistes primaires localisés dans la vallée de la Lys entre Matringhem et NouveaVILLE ;
- des marnes plus ou moins argileuses et la craie du Crétacé.

Le fond des vallées est occupé par des alluvions modernes fluviatiles sableuses contenant de la matière organique d'origine végétale et notamment des lits de tourbe.

La nappe de la craie alimente la Lys et ses affluents ce qui explique la régularité de leur régime.

6.4.2 La Hem

Le bassin versant de la Hem est constitué d'un substratum crayeux d'âge crétacé que recouvrent les "limons des plateaux" d'origine éolienne déposés au Quaternaire.

La partie amont du bassin, de forme arrondie, est une dépression évidée dans les terrains crétacés, au centre de laquelle arrivent à affleurer les terrains primaires qui se retrouvent dans le Boulonnais tout proche.

Le fond de la vallée est occupé par des alluvions récentes, limoneuses, sableuses ou graveleuses.

A l'aval de Audenfort, la Hem se dirige vers la plaine des Flandres où se trouvait l'ancien rivage, et non vers le rivage actuel qu'elle rejoint par des canaux artificiels.

La nappe de la craie alimente la Hem et ses affluents et a un rôle régularisateur sur le régime de la rivière.

6.4.3 L'Aa

La presque totalité du bassin versant de l'Aa, en amont de Saint-Omer, est occupée par des limons argileux ou argilo-sableux déposés au Quaternaire. Ils recouvrent tout le plateau et s'étendent bien au-delà de la vallée de l'Aa.

Les formations plus anciennes (Crétacé) apparaissent dans les vallées. Elles sont constituées de marnes à passages argileux ou crayeux recouvertes par la craie blanche à silex.

Le fond des principales vallées (Aa, Bléquin, Ruisseau de Thiembronne), est occupé par des alluvions modernes fluviatiles, sableuses ou argileuses, contenant de la matière organique d'origine végétale et notamment des lits de tourbe. Leur épaisseur peut atteindre 10 à 12 m.

Le tracé incertain de l'Aa entre sa source et Saint-Omer s'explique par le fait qu'elle draine le léger bombement anticlinal orienté nord-nord/sud-est, qui prolonge celui du Boulonnais. Les tronçons de la rivière orientés dans ce sens sont dans l'axe de l'anticlinal, les autres sont tous perpendiculaires à cette dernière direction.

A l'aval de Lumbres, l'Aa coule vers la plaine des Flandres où se trouvait l'ancien rivage et non vers le littoral actuel qu'elle ne rejoint qu'au prix d'un coude marqué au niveau d'Arques.

La nappe de la craie alimente l'Aa et ses affluents, ce qui explique la régularité de leur régime.

Entre Wizernes et Blendecques, l'aquifère crayeux, recouvert par 6,50 m environ d'alluvions modernes dont 2,70 m de graviers, favorise le captage de gros débits. La nappe y est de ce fait activement exploitée pour l'alimentation en eau potable, ce qui provoque une alimentation de la nappe par l'Aa.

6.4.4 La Canche

La craie constitue le matériau essentiel de la région, mais elle est presque partout recouverte par des formations tertiaires et quaternaires.

Ces dernières, constituées principalement d'argiles à silex et de limons, jouent un rôle d'écran plus ou moins imperméable qui s'oppose à la percolation directe de la pluie dans la craie.

Les fonds de vallée contiennent des alluvions fluviatiles limoneuses dans lesquelles se rencontrent des îlots tourbeux à l'aval d'Hesdin.

Les terrains tertiaires recouvrant la craie, contiennent de petites nappes perchées dont l'importance n'est pas grande pour cette étude.

Le principal réservoir aquifère est la craie dans laquelle existent des niveaux de circulation privilégiée. Il assure par sa richesse une bonne régularisation des débits de la Canche.

6.4.5 La Course

La craie d'âge Turonien ou Sénonien constitue le substratum de la vallée de la Course.

Elle est recouverte par des limons pleistocènes sur les plateaux et par des alluvions modernes dans le fond des vallées, si bien qu'elle n'affleure que sur leur versant.

Elle est affectée par trois rides anticlinales et synclinales d'orientation nord-ouest/sud-est, que traverse la Course dont le cours est plutôt nord-sud.

Les pertes et augmentations de débit observées sur la Course sont vraisemblablement en relation avec ces rides.

La seule nappe importante est celle de la craie qui alimente et régularise la rivière.

7) Historique : étangs et marais anciens, étangs et marais récents

Il paraîtra peut-être curieux au lecteur de découvrir cet historique en fin de chapitre, mais ce choix se justifie : l'histoire des étangs et marais décrits est directement fonction de leur situation géographique, de la géologie, des précipitations atmosphériques, traitées dans les paragraphes antérieurs (MERIAUX 1978).

7.1 Les étangs et les marais de la Sensée

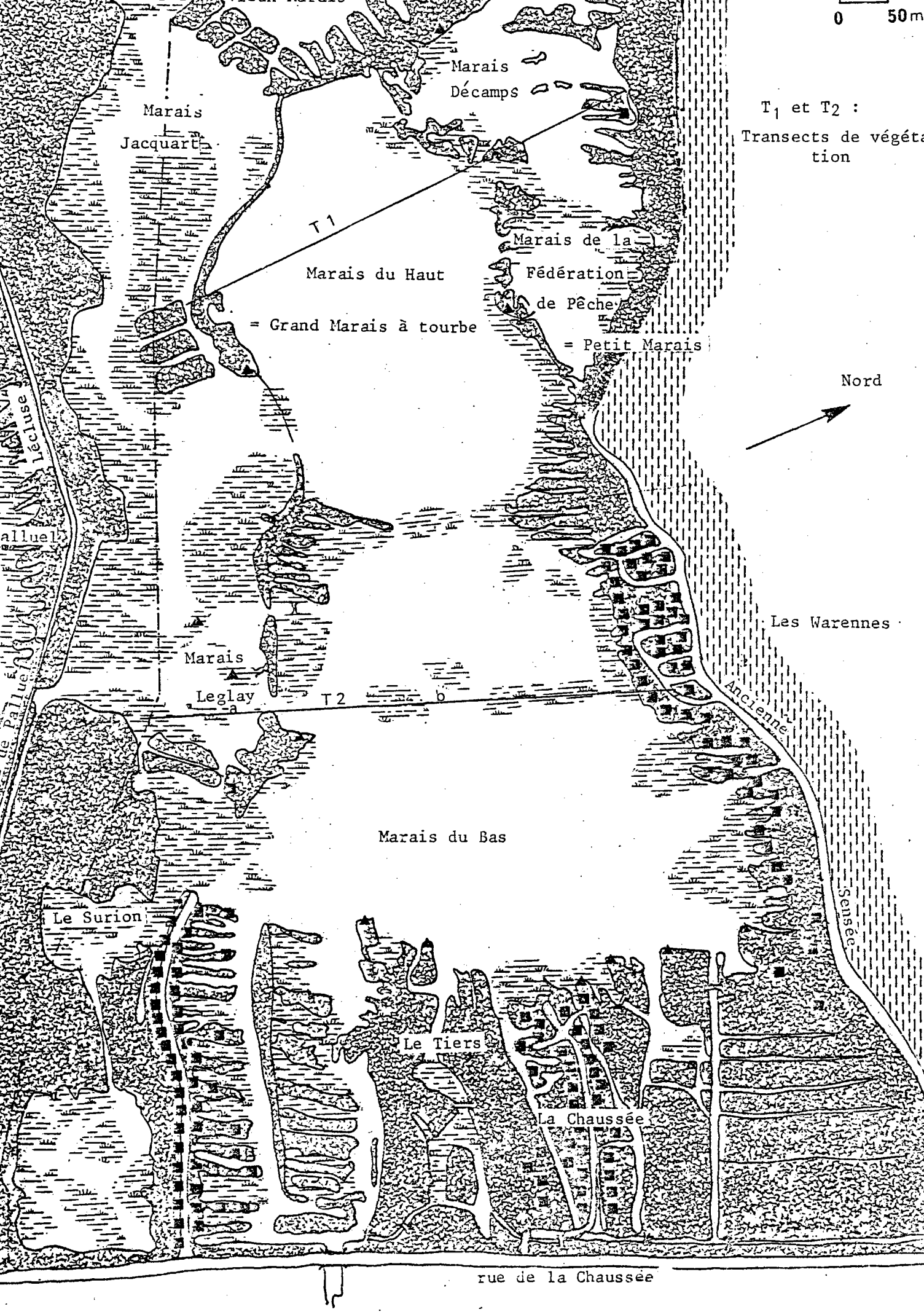
DEWAILLY (1966) indique, qu'à travers la dénomination "marais" de la Sensée, l'on se doit de distinguer : les étangs ou "plans d'eau libre" ou "clairs" et les "marais" ou "plans d'eau recouverts de végétation palustre". En fait, nous avons constaté que le terme "clair" est surtout usité à l'est de la vallée : ainsi les pêcheurs parlent du Grand Clair de Wasnes-au-Bac, alors qu'à l'ouest - à Arleux, Ecourt-St-Quentin, Lécluse, on emploie le vocable "marais" le chasseur se rend au marais, que ce soit une étendue d'eau libre ou une zone mouilleuse à grands héliophytes. (carte 4)

Ces marais couvrent près de 800 hectares d'eau libre ; leur forme est variée, l'aspect indenté de certains -Brunémont, Surion à Arleux- est dû au tourbage ; les rives septentrionales sont souvent abruptes alors qu'au sud, elles sont en pente douce ; quelques-uns sont vastes, parmi eux : les marais du Haut (11,2 ha) et du Bas à Arleux (19,6 ha), ceux de Palluel (35 ha), d'Aubigny-au-Bac, le Grand Clair de Wasnes (40 ha), le Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin (40 ha) ; leur profondeur est variable, elle peut atteindre au niveau des "clairs", comme à Palluel 6 à 8 m mais la moyenne oscille de 2,70 à 2,80 m.

Comme l'a montré DEWAILLY (1966), l'origine de ces étangs et marais dépend :

- de la nappe phréatique ;
- du tourbage ;
- et des retenues : moulins et écluses.

La nappe, qui s'écoule vers le nord, freinée par le plateau de l'Ostrevent, est maintenue en palier au niveau de la vallée et affleure quasiment. CLUSEAU et RICOUR (1960), ont démontré que les marais sont alimentés par des sources ou griffons, qui débitent une eau à température constante (11°5). Une absence de gel en hiver marque l'emplacement de ces arrivées d'eau, appelées "plongs" dans la vallée de la Souche (Aisne), selon FROMENT (1946).



T₁ et T₂ :
Transects de végétation

Nord

Marais
Jacquart

Marais
Décamps

Marais du Haut

Marais de la
Fédération
de Pêche

= Grand Marais à tourbe

= Petit Marais

Lécluse

Palluel

Palu

Marais

Leglay

T2

Marais du Bas

Le Surion

Le Tiers

La Chaussée

Les Waresnes

Ancienne

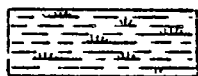
Sensée

rue de la Chaussée

CARTE 4 - LES MARAIS D'ARLEUX (d'après)
VIGNEUX-QUENTIN et VIGNEUX 1975)



Marais et Etangs



Zones marécageuses



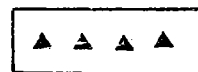
Forêts



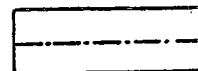
Cultures



Bungalows



Huttes de chasse



Limite de communes et de
départements.

TABLEAU XIX : RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DES PRELEVEMENTS EN PLEINE EAU DANS LES MARAIS DE LA VALLEE DE LA SENSEE OU DANS LA RIVIERE ELLE-MEME

	VIGNEUX-QUENTIN et VIGNEUX 1976				MERIAUX 1975	VERDEVOYE et TETARD 1976		
	Marais du Haut Arleux		Marais du Bas Arleux		Marais du Haut Arleux	La Sensée - sortie du marais de la Chaussée Arleux	La Sensée en aval de Wasnes-au-Bac	
	4/7/75 11h05		4/7/75 12h15		28/7/75 16h	18/7/74 11h30 T. ensoleillé	30/7/74 10h T. ensoleillé	
	Surface	Profondeur	Surface	Profondeur	Surface			
Température de l'air	°C	16		16,5		16,9	28	
Température de l'eau	°C	19,5	19	19,8	19,2	23	18,2	20
pH	Unités pH	7,8	7,8	7,8	7,8		7,8	7,6
Conductivité	$\mu S \cdot cm^{-1}$	540	530	530	530	505	390	510
Oxygène dissous immédiat	mg/l	8	7,7	7,7	7,3		7,6	7,1
Oxydabilité au permanganate à froid	% saturation	87	85	85	77		83	80
	mg/l O ₂	1	1,1	1,5	1,5		1,8	3,6
DBO5	mg/l O ₂	0,9	1,2	1,2	0,4		6,1	5,6
Alcalinité en HCO ₃ ⁻	mg/l	329	323	329	317		270	320
Ca ⁺⁺	"						71	85
Mg ⁺⁺	"						20	15
Cl ⁻	"	35	33	31	34		29	35
SO ₄ ⁻⁻	"	25	25	27	27		15	20
NO ₃ ⁻	"	18	18	15	15		8	14
NO ₂ ⁻	"	0,16	0,15	0,16	0,16		0,10	0,10
NH ₄ ⁺	"	0,13	0,39	0,13	0,13		0,26	0,66
Orthophosphates	"	traces	traces	traces	traces		0,06	0,06
	"						0,3	

Cette eau s'est installée dans les dépressions nées de l'exploitation de la tourbe, ainsi FROMENT (1947) écrivait "l'extraction de la tourbe n'a pu et ne peut se faire que sous l'eau et au fur et à mesure que ce combustible est extrait, il est remplacé par cette eau, ainsi ont été créées la plupart des étangs de cette vallée". Le tourbage a débuté au Moyen-Age et s'est poursuivi activement dans les communes de : Lécluse, Hamel, Arleux, Brunémont, Aubigny-au-Bac, Féchain, Wasnes-au-Bac et Wavrechain-sous-Faulx. Il s'est accru avec l'invention du grand "louchet" par le tourbier PICARD au XVIIIe siècle. Cependant, l'extraction de la tourbe était soumise à de sévères réglementations et la lutte des autorités fut constante comme l'attestent des documents remontant à 1244. Mais, il fallut attendre le décret de 1779 créant "les parts de marais en vue d'assèchement" avec interdiction de tourbage, pour que fut stoppée l'extension des marais. Leur régression débuta même ; mais, la Révolution par l'inobservation des règles en vigueur, puis les guerres successives et les nombreuses inondations, sonnèrent le glas des tentatives d'assèchement. Quelques tourbières ont été réouvertes en 1942 à Aubigny-au-Bac, et à Féchain. Actuellement, à Arleux et à Palluel, la tourbe extraite sous forme de briques sert à fumer l'ail cultivé dans la vallée.

Les retenues d'eaux correspondent aux moulins et aux écluses. Les premiers moulins datent du Xe siècle. Les meuniers qui les installèrent, voulant obtenir des chutes fortes, relevèrent le niveau des eaux dans une vallée où la pente était faible, ils provoquèrent rapidement son engorgement et la formation des marais. Dans son étude sur la vallée de la Sensée, BLIN (1874), nous dit : "il est hors de doute que la hauteur, où l'on retient les eaux au moulin de Lécluse, avait donné lieu en partie aux clairs de Tortequenne presque entièrement disparus ; les retenues des moulins d'Arleux et de Palluel... jointes au mauvais état des digues des deux bras de la Sensée, ont donné naissance aux marais de Lécluse, d'Ecourt-St-Quentin, d'Arleux et de Palluel, comme le moulin de Fressies causait les clairs de Féchain, d'Hem-Lenglet, d'Aubigny et de Brunémont". Les moulins de Palluel, construits au Xe siècle, furent supprimés en 1884 alors que celui d'Arleux, datant de la même époque, fut détruit pendant la guerre 1914/1918. Il a fallu attendre 1965 pour que celui de Lécluse, contemporain des précédents, disparaisse également.

Les écluses sont venues renforcer le rôle des moulins puis les ont relayés. Elles maintenaient une réserve d'eau qui pouvait être envoyée aux places fortes de Douai et de Bouchain.

En 1906, la suppression des écluses de Fressies et de Goelzin, fonctionnelles depuis 1820, année d'ouverture du canal de la Sensée, rendait possible l'assèchement des marais d'Arleux, Palluel et d'Ecourt-St-Quentin, mais le service de la navigation s'y opposa et le niveau des eaux fut maintenu par la création des barrages du Pont des Prussiens et du Pont de Palluel, le long de la Chaussée Arleux-Palluel. L'écluse de Pont à Malin, placée en amont de Bouchain, détermine la formation des clairs de Wasnes-au-Bac et de Paillencourt. Le niveau des marais dépend donc essentiellement des écluses et des barrages en place.

Les études menées par VIGNEUX-QUENTIN et VIGNEUX (1975), VERDEVOYE et TETARD (1976) montrent que les caractères physico-chimiques des eaux de la nappe et de celles des marais offrent de grandes similitudes avec toutefois des teneurs plus élevées en chlorures, nitrates et sulfates, en ce qui concerne les plans d'eau. La pollution minérale qu'elles traduisent est due aux activités agricoles automnales. L'excédent de matières organiques, décelé en périodes estivales et en novembre, est fonction de l'expansion touristique et du travail des sucreries fonctionnant dans la vallée.

Leur âge -certains tels ceux d'Arleux, de Palluel remontant au Xe siècle, d'autres, comme ceux de Wasnes-au-Bac et de Paillencourt, au XIXe siècle-, une forme acquise, des niveaux aux fluctuations relativement faibles, une composition physico-chimique des eaux peu différentes de celle de la nappe (tableaux XVIII et XIX) -avec toutefois des modifications cycliques traduisant une

pollution minérale et organique notable-, permettent de les considérer comme des biotopes "anciens" bien "fixés".

La pêche et la chasse sont les meilleurs garants de leur configuration actuelle.

7.2 Les étangs et marais de la Somme

Les caractéristiques de la vallée de la Somme, étangs et marais, sont remarquablement exposées par DEMANGEON (1925). Nous nous bornerons à rapporter des citations de cet auteur qui permettront aisément de saisir la formation des milieux aquatiques de la vallée (in MERIAUX et WATTEZ, 1983) :

- "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 réalise le type de ces rivières qui ont eu le temps de s'acomoder 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 XVIIIe 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 XIXe 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 formèrent 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 revêta cette activité au XIXe siècle (en 1884, près de 84 000 T de tourbe avaient été extraites dans le seul département de la Somme).

En fait, cette exploitation remonte au moyen-âge, un peu plus tard que dans la vallée de la Sensée. En 1313, ISABELLE reine d'Angleterre, comtesse de Ponthieu accordait au maire d'Abbeville le droit de tourber pendant 7 ans les marais de sa banlieu. Et, l'exploitation s'est développée ensuite dans toute la vallée, elle devint très importante au XVIIe siècle, car, déjà en 1693, les trésoriers de la généralité d'Amiens protestaient contre les abus de l'exploitation. Là aussi, l'invention du grand louchet permettant d'extraire la tourbe jusque 7 à 8 mètres au dessous du niveau de l'eau entraîna la création de la plupart des grands étangs actuels (Long, Mareuil-Caubert)

Ces étangs et marais ont donc pour origine la faible pente, et secondairement l'extraction de la tourbe.

Par leur origine et par leur âge, ils possèdent de grandes analogies avec les étangs et marais de la vallée de la Sensée.

REMARQUE : Depuis quelques dizaines d'années, de nouveaux étangs sont apparus, liés à l'extraction des graves silico-calcaires, leur nombre va en s'accroissant. Mais leur configuration, leurs pentes, particulièrement abruptes, empêchent l'installation de la végétation. La pauvreté floristique et phytocoenologique de la plupart d'entre eux nous a amenés à n'en prospecter que quelques uns, en particulier ceux d'Ailly-sur-Somme.

7.3 Les étangs et marais du Bassin houiller du Nord/Pas-de-Calais

Le plus souvent, à leur emplacement, figuraient autrefois des zones particulièrement mouilleuses, périodiquement inondées, des marais, des petites dépressions. Des affaissements miniers, survenus à partir du milieu du XIXe siècle, les ont transformés en étangs, en marais étendus et profonds. Ces modifications importantes bouleversent le sous-sol, les agrandissent, les approfondissent, les perturbent parfois encore. L'histoire de deux de ces étangs est narrée ci-dessous :

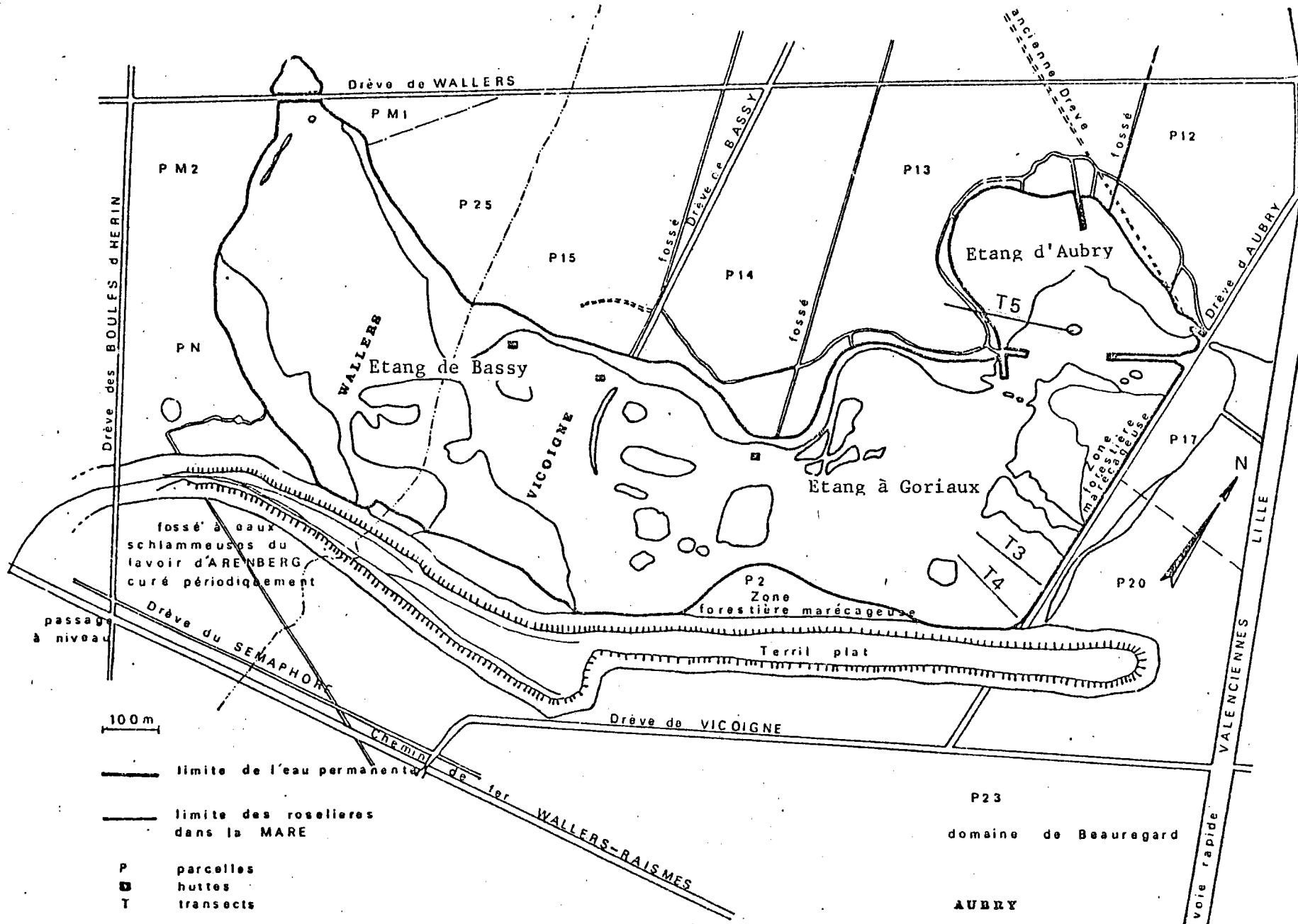
7.3.1 La Mare à Goriaux

Sa formation est liée à la géologie et à la situation géographique. En examinant le cadastre de 1885, nous avons constaté que la Mare à Goriaux n'existait pas à cette époque. A son emplacement, s'étendaient la série forestière de Bassy et la série forestière d'Aubry. Cependant, une drève joignant la drève de Wallers à Saint-Amand et le chemin vicinal de Wallers portait le nom de "Chasse à Goriaux".

Goriaux est un nom patois local signifiant Goret -jeunes sangliers-, ce qui laisse penser que ce nom fut attribué en raison de l'abondance des sangliers dans ces futaies de chênes pédonculés.

Dès 1850, les effondrements miniers, dûs à la mine de Vicoigne, eurent lieu et se prolongèrent jusqu'en 1897. Leur amplitude moyenne était de 0,50 m. Ils affectaient la série d'Aubry au niveau de l'intersection du sentier de Grand Bray à Vicoigne et de la drève d'Aubry. De 1916 à 1968, des effondrements dûs à la mine d'Arenberg fonctionnelle depuis 1903, se produisirent au niveau du chemin vicinal de Wallers. Ils atteignirent 1,50 m à son intersection avec la drève du Sémaphore, et 3,50 m au nord de l'intersection du chemin avec la drève d'Aubry. Corrélativement à ces effondrements, et en raison de la présence de la nappe phréatique dans les sables bouillants du Landénien, trois étangs se formèrent. Ils reçurent les noms d'étangs d'Aubry, d'étang ou Mare à Goriaux et d'étang de Bassy. Vers 1930, ces trois étangs se réunirent en un seul et constituèrent la Mare à Goriaux actuelle. Nous avons pu retrouver la limite des trois étangs, en nous servant du terril plat comme observatoire (carte 5)

En résumé, nappe phréatique à proximité de la surface du sol, sables bouillants formant le réservoir de cette nappe et effondrements miniers constituèrent trois facteurs qui concoururent à la formation de la Mare à Goriaux.



CARTE 5 : LA MARE A GORIAUX - (Extrait de D.E.A. MERIAUX - 1974)

7.3.2 L'étang de Chabaud-Latour

Il apparaissait sur les cadastres de la première moitié du XIXe siècle, mais sa superficie n'était que de quelques hectares. Les affaissements à l'origine du site s'étendirent sur deux périodes bien distinctes. Les premiers de 1880 à 1915 furent relativement faibles : 1 m d'amplitude maximale ; les autres de 1915 à 1975 furent bien plus marquants : 7 à 8 m d'amplitude maximale, ils provoquèrent en 40 ans (1935 à 1975) le doublement de la surface du plan d'eau (carte 6).

De profondes manifestations sont à prévoir dans les années à venir en raison de la mise au grand gabarit de l'Escaut.

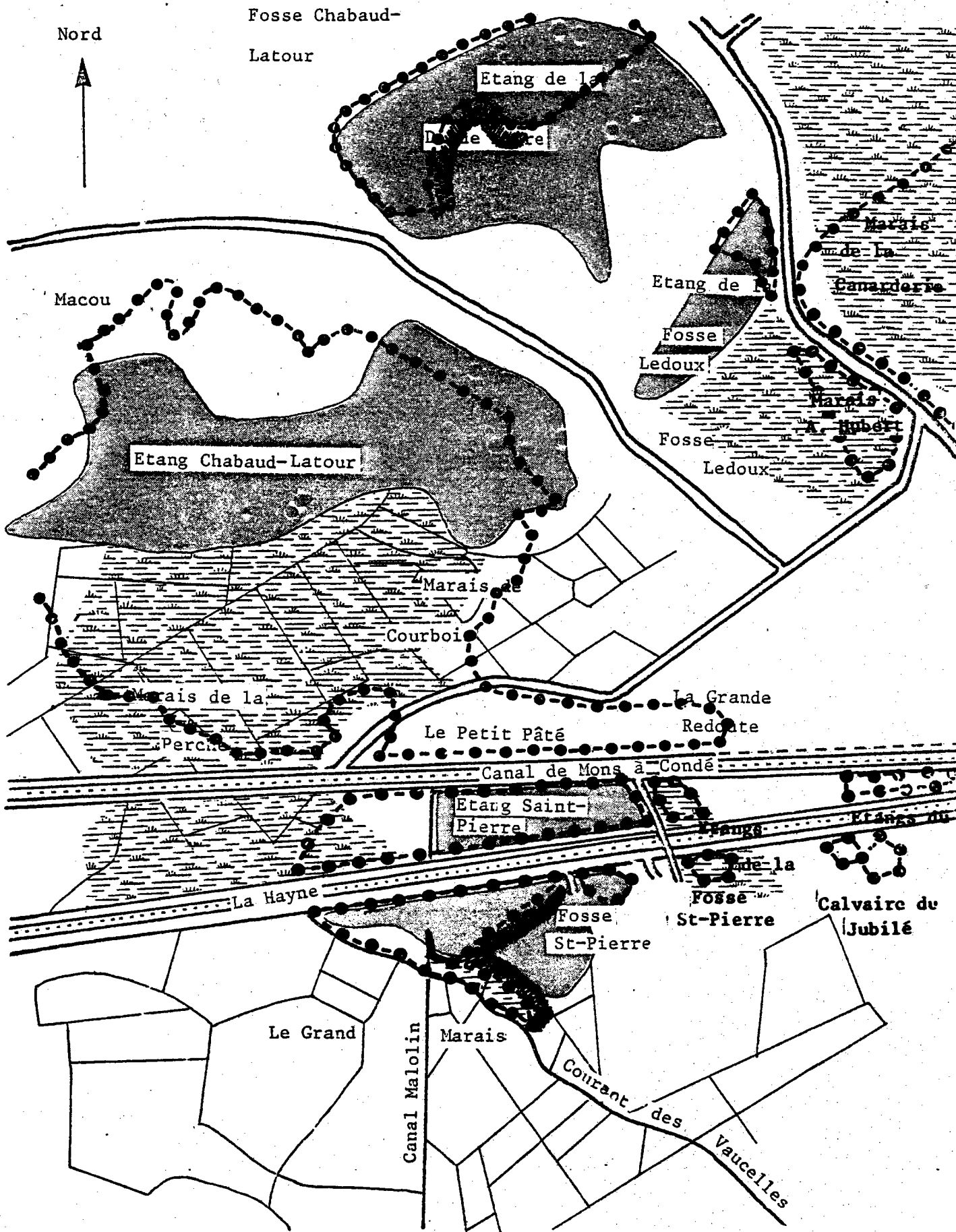
Pour les autres, nous nous sommes bornés à fournir un tableau récapitulatif où ressortent la date et l'amplitude maximale des affaissements qui sont à leur origine (tableau XX). Ces étendues d'eau peuvent être vastes - la Mare à Goriaux : 110 hectares, l'étang d'Amaury : 61 hectares, l'étang de Chabaud-Latour : 100 hectares, néanmoins, d'autres ont une superficie beaucoup plus restreinte - étang de la Scarpe : 2 ares, étang de Vicoigne : 4 ares. Leur forme résulte de l'affaissement : le marais de la Canarderie se "déplace" lentement vers le sud, suivant en cela l'extraction de la houille. Leur profondeur est variable - Vicoigne 0,50m, Mare à Goriaux 1,60m, Chabaud-Latour 6 m, elle peut ne pas être uniforme en un même site - étang Wagnier 1,60m secteur anciennes prairies, 4 m secteur fosse St-Pierre. Les variations parfois importantes de niveau, sont fonction des fluctuations des nappes qui les alimentent, nappe des alluvions ou nappe des sables landéniens, superficielles et de faible capacité, très sensibles aux facteurs climatologiques, température et pluviométrie. L'étiage coïncide avec l'été - juillet, août, septembre et l'action des stations de pompage installées par les houillères, est prépondérante et spectaculaire surtout en cette période : des étangs sont alors asséchés - étangs de Fresnes 1,20 m de battement-. Là, où ne fonctionnent pas de pompes régulatrices, l'oscillation est plus faible - étang de Vicoigne 0,30m, Mare à Goriaux 0,30 à 0,40m, étangs de Thivencelles 0,50m, étang de la série de Saint-Amand 0,60 à 1 m suivant les années.

La composition physico-chimique de leurs eaux dérive de la localisation ; dans les secteurs industrialisés et urbanisés, ils sont atteints de pollution organique et minérale, chronique et élevée : étang d'Amaury et à des degrés moindres, étang Chabaud-Latour, étang de la Digue noire, Mare à Goriaux. De brusques modifications de composition dues à l'apport d'effluents peuvent survenir, ailleurs, ils peuvent contenir une eau dont les caractères reflètent beaucoup plus ceux de la nappe mère : étang de la série de Saint-Amand.

7.4 Le "Lac" d'Armbouts-Cappel

VERDEVOYE (1979) et POINSOT (1980), décrivent bien son origine. Il a été créé en 1967 par le creusement d'une sablière destinée à fournir les matériaux de remblai pour la voie rapide. Il se trouve dans la Plaine maritime flamande, dont la base est constituée par l'argile yprésienne, mais il est creusé dans les alluvions marines dunkerquiennes (sables, argiles, limons argilo-sableux) qui reposent eux-mêmes sur les sables quaternaires flamandais (argiles et sables pissards).

L'alimentation se fait principalement par la nappe des alluvions contenue dans les sables. Cette nappe se superpose à une nappe d'eau salée ; l'interface entre ces nappes se situe à des profondeurs variables. 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 express 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 le watergang de Yoorendyck.



Nord
↑

Fosse Chabaud-
Latour

Etang de la

Fosse de la

Macou

Etang Chabaud-Latour

Etang de la

Fosse
Ledoux

Fosse
Ledoux

Marais de

Courbois

Marais de la

Percis

Le Petit Pâté

La Grande
Redoute

Canal de Mons à Condé

Etang Saint-
Pierre

La Hayne

Fosse
St-Pierre

Fosse
St-Pierre

Calvaire du
Jubilé

Le Grand

Canal Malolin

Marais

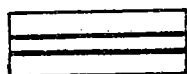
Courant des
Vaucelles

CARTE 6 : L'ETANG DE CHABAUD-LATOURE

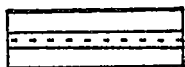
0 120m

CARTE 6 : EVOLUTION DES CONTOURS DE L'ETANG CHABAUD-LATOIR
DE 1932 A 1977 ET DES AUTRES ETANGS DES VALLEES DE LA HAYNE
ET DE L'HOGNEAU.

(d'après la carte de France au 1/25 000ème Crespin
n° 5 et 6 - 1922 et la carte du Parc Naturel Régional
de Saint-Amand - Raismes au 1/25 000 ème).



Routes



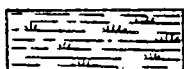
Rivière et canal



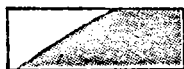
Sentiers



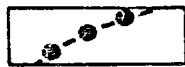
Terrils



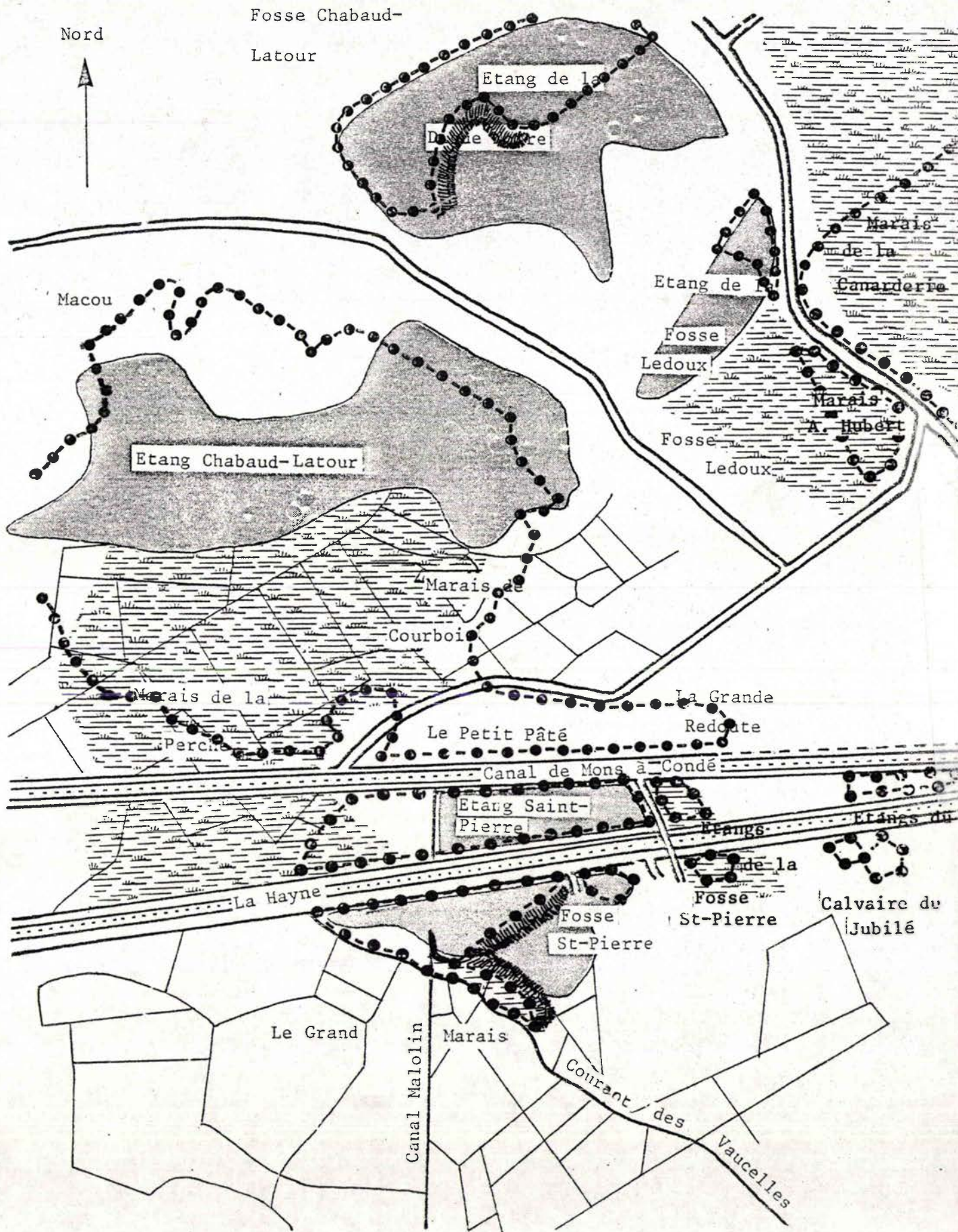
Marais



Limites des étangs en 1932



Limites des étangs en 1977

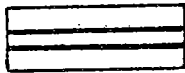


CARTE 6 : L'ETANG DE CHABAUD-LATOURE

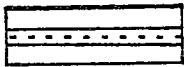
0 120m

CARTE 6 : EVOLUTION DES CONTOURS DE L'ETANG CHABAUD-LATOIR
DE 1932 A 1977 ET DES AUTRES ETANGS DES VALLEES DE LA HAYNE
ET DE L'HOGNEAU.

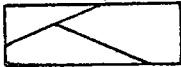
(d'après la carte de France au 1/25 000ème Crespin
n° 5 et 6 - 1922 et la carte du Parc Naturel Régional
de Saint-Amand - Raismes au 1/25 000 ème).



Routes



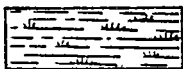
Rivière et canal



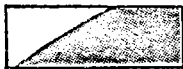
Sentiers



Terrils



Marais



Limites des étangs en 1932



Limites des étangs en 1977

TABLEAU XX

: IMPORTANCE DES AFFAISSEMENTS MINIERS AYANT PROVOQUE LA FORMATION DE L'EXTENSION DES ETANGS ET MARAIS PROSPECTES DANS LE BASSIN HOUILLER DU NORD - PAS-DE-CALAIS (extrait de MERIAUX 1978)

ETANGS ET MARAIS	DATE DES AFFAISSEMENTS	AMPLITUDE MAXIMALE DES AFFAISSEMENTS	AUTRES PARTICULARITES
Etangs du Marais de Carvin	1950 à 1976	4,40 m	Ces étangs sont apparus en 1957
Etangs des Botiaux	1950 à 1976	4,40 m	Ils se sont formés également en 1957. L'étang b a commencé à être remblayé en 1975, il le sera bientôt totalement.
Etang du Bois de l'Epinoy	1950 à 1976	5,40 m	Sa formation remonte aussi à 1957. Vidé de ses eaux en 1975 à la suite des travaux des Houillères, en vue d'un aménagement pour la chasse et peut-être la pêche, il se reconstitue avec des groupements déjà bien structurés. Les eaux de ruissellement du terril de Libercourt empruntent des chenaux artificiels et viennent s'y accumuler.
Mare à Goriaux	1850-1916 1916-1968	0,50 m 1,50 m à 3,50 m suivant les secteurs	La Mare reçoit l'eau rejetée par la Mine d'Arenberg ; mais cette eau, dont le débit peut atteindre 10 l/s, renferme une grande quantité d'ultra-fins ou "schlamms" ce qui entraîne l'atterrissement de la partie Bassy. Elle gagne encore actuellement au nord-ouest sur la forêt consécutivement à une inversion de pente des fossés de drainage.

Etang du Prussien	1880-1930	3 m à 3,50 m	Il s'étend vers le Sud et arrive à ce jour à proximité de la départementale 99.
Etang de Vicoigne	1960-1976	1 m à 1,50 m	En 1975 ce petit étang a été approfondi et aménagé pour la pêche.
Etang de la Fosse M. Sabatier	1920-1972	3 m	Une station de pompage installée par les Houillères en 1946 entre l'Etoile de la Princesse et le Carrefour vert a permis la récupération de 25 ha de forêt. Le niveau de l'étang s'est abaissé considérablement au printemps 1975, les raisons n'ont pu être parfaitement définies.
Etangs et marais du Bois Brûlé Nord	1930	0,50m	Le poids des terrils du lavoir Rousseau en a accentué la formation. Les eaux résiduelles phénolées issues de la fabrication des boulets sont déversées dans un effluent du lavoir; elles atteignent l'étang, purifiées, après filtration à travers les schistes des terrils.
Etangs de la Scarpe		pas d'affaissement	La formation de ce chapelet d'étangs est essentiellement due à un manque de drainage, celui-ci résulterait d'une inversion de pente des fossés, créée par des affaissements plus méridionaux.

Etang de la série de Saint-Amand	1953-1966	1 m	Par été sec, il est totalement vidé de ses eaux.
Marais A. Hubert	1940-1976	3 m	Il est alimenté par les eaux sulfatées et chlorurées remontées du puits de la fosse Ledoux à Condé.
Marais de la Canarderie	1940-1976	3 à 5 m	Ce marais est l'affleurement des eaux de la nappe des alluvions, viennent s'y mêler celles du Marais A. Hubert et celles apportées par le courant de Bernissart. La pompe de la station des Moulineaux reprend ces eaux et les déverse dans l'étang de la Fosse Ledoux. Il se "déplace" lentement du Nord au Sud, suivant en cela l'extraction du charbon.
Etang de la Fosse Ledoux (non répertorié sur les cartes, sert de trop-plein)	1880-1976	3 à 4 m	Cette dépression sert de trop-plein aux eaux du marais de la Canarderie. Un fossé de vidange assure sa liaison avec le courant de Macou qui emporte ces eaux vers l'étang de Chabaud-Latour. Certaines années il est totalement asséché.
Etang Chabaud-Latour	1880-1915 1915-1975	inférieure à 1 m 7 à 8 m	L'affaissement a été considérable à partir de 1935 : le plan d'eau a vu sa surface doubler de 1935 à 1975. Ses eaux sont reprises par le Jard, canal datant de Vauban, qui les conduit dans l'Escaut, la confluence ayant lieu entre Château-l'Abbaye et Flines-les-Mortagne.

Etang de la Digue noire	1880-1975	3 à 4 m	Ses berges et son substratum sont des schistes provenant de la fosse Ledoux.
Etang St Pierre Etang Wagnier Etangs de la Fosse St-Pierre	1900-1955	2 m	Ces étangs sont surtout sur schistes extraits de la Fosse St-Pierre à Thivencelles. Les limites des prés existant autrefois demeurent bien visibles à l'emplacement de la partie Sud de l'étang Wagnier (photo n° 6).
Etangs du Calvaire du Jubilé	1900-1955	non chiffrée inférieure au mètre	Ces trois petits étangs sont des argilières qui ont été reprises par l'affaissement. Les saulaies en pleine extension et une ormaie rudérale les dissimulent à la vue du public.
Etangs de Fresnes-sur-Escaut	1840-1970	1 à 2 m	<p>Une pompe installée par les Houillères sur la rive gauche de l'Escaut en 1974 vidange les étangs de la rive droite. Les eaux aspirées sont reversées dans l'Escaut. L'étang d est continuellement asséché, l'étang c est vidé de son eau de juin à novembre, les étangs a et b en conservent toute l'année ; b uniquement dans le secteur ouest.</p> <p>Un sondage d'exploitation de la Société Eaux et Force fonctionnant à Vicq depuis 1932 agit directement sur le niveau des étangs, l'action est très sensible de juin à octobre.</p>

Etangs du Sarreau	1870-1965	1 m	Ils perdent leurs eaux sur les 3/4 de leur surface une bonne partie de l'année, plus précisément de juin à octobre.
Etang d'Amaury Plaf Marquand	1860-1966	3 à 5 m	Le Jard, qui le traverse, lui amène les eaux sodiques, sulfatées et chargées d'acide sulfurique de l'usine de cellulose Celcosa, et l'affecte ainsi d'une pollution chronique. Deux pompes construites au Pont Joly, point d'arrivée du Jard dans l'étang, reprennent les eaux du Pflaaf Marquand et les rejettent dans l'étang d'Amaury.

7.5 L'étang du Vignoble à Valenciennes et l'étang de Trith à Trith Saint-Léger

Ils proviennent de l'ancien étang de Trith séparé en deux par l'autoroute A2. A leur emplacement, existait autrefois une zone marécageuse : le Marais Bourlain. Ils sont en fait le résultat de l'exploitation du silex commencée en 1914 par les allemands et poursuivie jusqu'après la guerre 1939/1945.

La technique employée, enlèvement des morts-terrains situés au-dessus des silex, extraction des silex, rétablissement des morts-terrains à l'endroit exploité, expliquent la faible profondeur de ces étangs.

Ces étangs et marais du Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais sont jeunes, leur âge est inférieur à un siècle et demi, quelques-uns subissent encore des modifications profondes, parfois rapides -tant d'un point de vue forme que d'un point de vue qualité des eaux-, les fluctuations de leur niveau peuvent être amples ; ces caractéristiques permettent de les qualifier de biotopes "récents", non stabilisés.

CONCLUSIONS

Tout étang ou marais est un affleurement de nappe -nappe des alluvions, nappe des sables landéniens, nappe de la craie et parfois fusion de plusieurs de ces nappes- déterminées par l'existence d'assise imperméable (argileuse ou marneuse) et alimentées par les eaux pluviales d'octobre à mars.

L'influence humaine sur la formation ou l'extension des étangs et de certains marais est prépondérante, elle se manifeste activement dès le VIII^e siècle pour ceux de la vallée de la Sensée, et le XIV^e siècle pour ceux de la vallée de la Somme, nés du tourbage et considérés comme anciens. Elle débute aux environs de 1830 pour les autres, beaucoup plus récents, liés aux affaisements miniers dans le bassin houiller Nord/Pas-de-Calais et remonte à quelques dizaines d'années, voire quelques années pour les étangs issus de gravières ou sablières mises en eau.

Cette influence est aussi très grande sur les rivières par les pollutions urbaines, industrielles, agricoles que l'homme peut provoquer et qui ont des répercussions considérables sur la végétation et la faune de ces milieux.

II - ANALYSE FLORISTIQUE

L'ordre systématique et la nomenclature de la "Flore de Belgique, du Nord de la France et des régions voisines" de DE LANGHE et coll. (1978) ont été adoptés pour les ptéridophytes et les spermatophytes, ceux de la "Flore du Massif armoricain" de CORILLION (1975) pour les charophytes.

1) Flore aquatique régionale

Le bilan floristique dressé à partir de nos investigations de terrain menées dans les biotopes aquatiques de dition, fait apparaître 17 espèces de charophytes, 4 espèces de ptérophytes, 201 espèces de spermatophytes, (nous avons inclus dans ce décompte les hydrophytes -54-, les hélrophytes, les hémicryptophytes cespiteux, les thérophytes plus ou moins inféodés aux biotopes aquatiques -123-, ainsi que les phanérophytes liés à ces mêmes milieux -24-) (tableau XXI h.t).

Parmi les espèces relevées, certaines posent des problèmes de détermination et de taxonomie, soit au rang des espèces elles-mêmes, soit à ceux des sous-espèces, des variétés, voire des formes, pris dans le sens de GLÜCK (1904), de ASCHERSON et GRAEBNER (1913) qui assignent le rang de "forma" à tout taxon qui peut être ramené à la forme type par une mise en culture en milieu normal. Ces problèmes qui concernent l'ensemble des charophytes et pour les spermatophytes les genres *Ranunculus*, *Callitriche*, *Elodea*, *Potamogeton* et à un degré moindre, *Ceratophyllum*, *Utricularia*, *Zannichellia*, *Ruppia*, *Nymphaea*, *Nuphar*, *Sparganium* et *Carex*, se répercutent sur la définition des associations et leur place dans le synsystème.

2) Analyse systématique critique

2.1. Charophytes

L'essentiel des résultats de l'inventaire des charophytes figure dans un travail présenté par GUERLESQUIN et MERIAUX au Xe Colloque international de Phytosociologie de Lille (1981) et intitulé "Characées et végétations associées de milieux aquatiques du Nord de la France" (Annexe). Le territoire concerné par cette étude comprend les départements du Nord et du Pas-de-Calais.

Quant au département de la Somme, il possède au niveau des milieux que nous avons étudié deux remarquables stations d'une espèce rare en France et absente des deux départements du Nord et du Pas-de-Calais, *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) J. Gr. Cette espèce eurasiatique se rencontre dans les marais de Mareuil-Caubert et de Long où elle forme des tapis denses dans les eaux profondes de 0,50 m à 2 m. A Mareuil-Caubert, ces eaux sont hydrogénocarbonatées (alcalinité = 275 mg/l, calcium = 82 mg/l), leur teneur en phosphates est nulle, celle en nitrates et nitrites, faible (respectivement 3,5 mg/l et 0,04 mg/l).

2.2. Spermatophytes

Les genres ayant nécessité des examens morphologiques approfondis des taxons qui les constituent, avec des recherches sur leur distribution et leur écologie, sont traités en annexe avec les notes que nous avons déjà fait paraître (genres *Callitriche*, *Elodea*, *Ceratophyllum*, *Ranunculus*). Chaque genre est figuré selon l'ordre systématique de la flore de DE LANGHE et coll. (1978).

Pour de nombreuses espèces des genres *Potamogeton* et *Carex*, les organes reproducteurs akènes et utricules facilitant l'identification du taxon sont représentés sur les figures 1 et 2.

2.2.1. Le genre *Nymphaea* L. :

Il est représenté par *Nymphaea alba* L. (Nénuphar blanc) qui comporte 2 sous-espèces :

- . *Nymphaea alba* subsp. *alba*
- . *Nymphaea alba* subsp. *occidentalis* (Ostenf.) Hyl.
(= *Nymphaea occidentalis* (Ostenf.) Moss. = *Nymphaea candida* auct. non C. Presl = *Nymphaea alba* var. *minor* D.C.)

Cette sous-espèce possède des feuilles et des fleurs plus petites que dans le type (subsp. *alba*), fleurs = 5 à 10 cm de diamètre au lieu de 10 à 20 cm dans le type. D'autre part, ses feuilles prennent souvent une teinte d'un rouge vineux, en automne. Elle peuple les eaux stagnantes oligotrophes ou mésotrophes à méso-eutrophes alors que la sous-espèce type prospère dans nos régions plus fréquemment dans les eaux de trophie plus élevée, méso-eutrophes à eutrophes.

2.2.2. Le genre *Nuphar* L. :

Il se limite dans la dition à *Nuphar lutea* (L.) Smith qui montre fréquemment une forme aux feuilles toutes submergées, minces et pellucides dans les eaux courantes ou stagnantes profondes (2,50 m et plus).

2.2.3. Les genres *Ranunculus* L., *Ceratophyllum* L., *Callitriche* L. et *Elodea* Michaux :

Les caractères morphologiques et écologiques, la distribution des espèces appartenant à ces genres, ont été dégagés dans les travaux suivants :

- GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1983. - Distribution et caractères phytosociologiques des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 130 (1) : 57-67. Paris).
- GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1983. - Distribution et synécologie des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Coll. phytosoc.* X. Les végétations aquatiques et subaquatiques (Lille, 1981). (à paraître).
- 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.* 30, suppl. 11 : 2-3. Lille.
- GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1979. - Une station à *Ceratophyllum submersum* L. à Morlay (Somme). *Doc. florist.* 2 : 51-53. St Valéry-sur-Somme.
- MERIAUX J.-L., 1979. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.* 32 : 30-32. 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. - *Callitriche truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Schotsmán, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France). *Doc. florist.* 2 : 61-66. St Valéry-sur-Somme.
- MERIAUX 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. 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 VERDEVOYE P., 1983. - Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seiberl 1982 (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Coll. phytosoc. X*. Les végétations aquatiques et subaquatiques (Lille, 1981).

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

2.2.4. Le genre *Potamogeton* L. :

14 espèces et 3 hybrides ont été relevés dans le territoire prospecté. Certains de ces taxons possèdent des variétés, des formes, qui ont retenu notre attention. Leur connaissance est indispensable à toute étude phytosociologique fine et précise. Leur présentation sera accompagnée d'une courte description morphologique, agrémentée de dessins et d'indications sur les biotopes fréquentés. Dans de nombreux cas, les variétés décrites dans les flores comme celle de ROUY et FOUCAUD (1899), ne sont pour nous que des morphoses ou formes prises dans le sens de GLÜCK (1904). Des mises en culture pendant plusieurs années en bacs isolés, nous permettent d'affirmer cela : le retour à la forme type montre bien que des taxons considérés comme des variétés, sont en fait des morphoses* liées à la vitesse du courant, à la hauteur d'eau ou à son état physico-chimique. Toutefois, afin de mieux caractériser ces morphoses, les dénominations des variétés de la flore de ROUY ont été conservées.

Potamogeton densus L.

feuilles toutes submergées, opposées, amplexicaules ;
akènes assez gros (3 mm sur 2 mm).

- var.* *rigidus* Opiz. ap. Fieb.
feuilles larges, ovales ;
étangs (eaux stagnantes).

- var.* *lanceifolius* Mert. et Koch. (= *oppositifolium* Reichb. = var. *laxifolius* G. et G.)
feuilles étroites, longues de 3 à 4 cm, trinervées ;
étangs (eaux stagnantes).

- var.* *angustifolius* Mert. et Koch. (= *setaceus* L.)
feuilles étroites linéaires lanceolées, courtes (1 à 2 cm) ;
rivières et ruisseaux, fossés, à eaux courantes.

Potamogeton pectinatus L.

feuilles toutes submergées, nombreuses, étroitement linéaires, longuement en-
gainantes, disposées sur deux rangs parallèles ;
tige presque cylindrique ;
pédoncules fructifères plus longs que l'épi ;
akènes gros 3 à 4 mm sur 2 à 3 mm, muni d'un bec court .

- var. *scoparius* Wallar. = var. *setaceus* Mey.
plante grêle aux entrenœuds rapprochés ;
feuilles inférieures étroites, 1 mm de large ;
eaux stagnantes.

- var. *interruptus* (Kit.) Asch. = var. *flabellatus* Bab.
plante robuste, aux entrenoeux allongés ;
feuilles inférieures plus larges, 1,5 à 2 mm de large ;
rameaux supérieurs nombreux étalés en éventail ;
eaux courantes.

Potamoteton friesii Rupr. = *P. mucronatus* Schrad.

feuilles de 3 à 6 cm de long et de 1,5 à 3 mm de large à 5 nervures mucronulées ;
akènes petits de 2 à 3 mm sur 1,5 à 2 mm ;
bords des stipules soudés entre eux dans leur partie inférieure ;
eaux stagnantes ou faiblement courantes.

Potamogeton obtusifolius Mert. et Koch.

feuilles de 4 à 8 cm de long et de 2 à 4 mm de large à 3 nervures (rarement 5) dont la nervure médiane est bien visible ;
feuilles obtuses brièvement mucronulées, stipules libres, obtuses, élargies au sommet ;
tige comprimée (en zig-zag à l'état végétatif) ;
akènes petits de 3 à 5 mm sur 2 mm ;
eaux stagnantes ou faiblement courantes.

Potamogeton trichoides Cham. et Schlecht.

tige filiforme ;
feuilles linéaires, sétacées aigues de 0,1 à 1 mm de large et longues de 2 à 7 cm avec des nervures latérales très peu visibles ;
akènes de 2,5 mm de long et de 2 mm de large, à bec prolongeant la face ventrale, face dorsale avec 3 bosses ;
étangs et fossés à eaux faiblement courantes.

Potamogeton panormitanus Biv. = *P. pusillus* L., p. p. nom. ambig.

feuilles larges de 1 à 1,5 mm, longue de 2 à 5 cm, limbe muni de 3 nervures longitudinales et s'atténuant vers le sommet souvent aigues ;
gaine stipulaire fermée à la base (stipules soudées) ;
pédoncule dressé, 2 à 4 fois plus long que l'épi ;
akènes longs de 2 mm et larges de 1 mm à bec court ;
étangs et fossés à eaux faiblement courantes.

Potamogeton berchtoldii Fieb. = *P. pusillus* L. p. p., nom. ambig.

(souvent confondu avec *P. panormitanus*)

feuille de 1 à 2 mm de large, longue de 2 à 6 cm avec 3 nervures, la médiane proéminente et blanche ;
gaine stipulaire ouverte (stipules non soudées) ;
akènes de 2 mm de large sur 1,5 mm de long à bec très court ;
fossés à eaux courantes et ruisseaux à eaux vives.

Potamogeton crispus L.

plante entièrement submergée ;
tiges comprimées, rameuses ;
feuilles membraneuses, pellucides, ondulées, crispées et denticulées sur les bords, larges de 5 à 20 mm, semi-amplexicaules ;
akènes petits (2 mm de long) terminés par un bec allongé.

- var.* *planifolius* Mey. = *serrulatus* Reichb.
feuilles très peu crispées, planes, finement denticulées ;
eaux stagnantes profondes ou eaux courantes.
- var.* *sinuatus* Fries.
feuilles très rapprochées, sinuées ;
eaux stagnantes peu profondes.
- var.* *longifolius* Fieb.
feuilles allongées, étroites, de 2 à 5 mm de largeur ;
eaux courantes des ruisseaux et rivières.

Potamogeton perfoliatus L.

feuilles amplexicaules et subperfoliées, larges de 1,5 à 3 cm, longues de 3 à 6 cm ;
stipules nulles ;
akènes ovoïdes renflés, 3 mm de longueur sur 2 à 2,5 mm de largeur, à bords obtus.

- var. *typicus* Asch. et Gr.
feuilles longues de 3 à 5 cm ;
rivières et ruisseaux aux eaux vives.
- var. *densifolius* Mey. = ? *pseudodensus* Asch. et Gr.
feuilles très rapprochées, longues de 2,5 à 3,5 cm ;
étangs (eaux stagnantes).

Potamogeton alpinus Balb. = P. rufescens Schrad.

pédoncules de la grosseur de la tige ;
épis compacts de 2 à 4 cm de long ;
akènes comprimés de 3 mm de large sur 2 mm de long à bords tranchants.

- var. *alpinus* Mert. et Koch. = var. *obscurus* Asch. et Gr.
plante robuste, feuilles toutes submergées, pellucides, sessiles, longues de 10 à 20 mm, larges de 2,5 à 4 cm, rougissant en herbier ;
eaux courantes.

Potamogeton lucens L.

feuilles toutes submergées, pétiolées, atténuées aux deux extrémités, larges de 2 à 4 cm, longues de 6 à 10 cm ;
pédoncules renflés plus que la tige elle-même.

- var.* *ovalifolius* Mert. et Koch. = *nitens* Cham.
feuilles ovales ou elliptiques ;
eaux stagnantes (étangs, anses de rivières).
- var.* *vulgaris* Cham. = *longifolius* Cham. et Schlecht.
feuilles oblongues, lancéolées, aiguës ;
rivières aux eaux vives.

Potamogeton natans L.

feuilles longuement pétiolées, les supérieures flottantes, épaisses, larges de 2 à 5 cm et pourvues au point de jonction avec le pétiole de 2 plis bien marqués, les inférieures submergées, parfois réduites à des phyllodes ; akènes verdâtres, larges de 2,5 à 3,5 mm et longs de 4 à 5 mm.

- var.* *vulgaris* Koch. et Ziz.
feuilles flottantes très arrondies ;
eaux stagnantes, bien abritées, peu profondes.

- var.* *ovalifolius* Fieb.
feuilles flottantes ovales, arrondies à la base, pétioles courts ;
eaux stagnantes profondes.

Potamogeton coloratus Hornem. = P. plantagineus Roem. et Schult.

tiges simples ou rameuses ;
feuilles toutes pétiolées, les supérieures flottantes, les inférieures submergées, allongées, à limbe munie translucide, pétiole plus court que le limbe ;
eaux calmes des tourbières alcalines.

- var.* *rotundifolius* Mert. et Koch.
feuilles très larges, la plupart flottantes ;
eaux calmes des tourbières alcalines.

- var.* *terrestre* Fryer.
rampante sur les substrats exondés des tourbières alcalines.

Potamogeton polygonifolius Pourr. = P. oblongus Viv.

feuilles longuement pétiolées, la plupart flottantes, coriaces, plus petites que celles de *Potamogeton natans*, de 3 à 5 cm de large de 2 à 3 cm ;
pédoncules plus épais que la tige ;
akènes petits de 2 mm de longueur sur 1,5 de largeur à dos obtus.

- var.* *cordifolius* Asch. et Gr.
feuilles nageantes suborbiculaires, 4 cm de largeur sur 5 à 8 cm de longueur ;
trous d'eaux stagnantes.

- var.* *terrestris* Nob.
feuilles toutes coriaces, brièvement pétiolées, disposées en rosette ;
vases exondées.

Potamogeton X decipiens Nolte et Koch. = P. perfoliatus X lucens = P. salicifolius Woefg.

plante entièrement submergée ;
tige allongée, cylindrique, épaisse de 2 à 2,5 mm ;
feuilles sessiles, oblongues, semi-amplexicaules, brusquement acuminées ;
pédoncules longs de 6 à 8 cm, 2 fois plus longs que l'inflorescence ;
eaux faiblement courantes.

Potamogeton X prussicus Hagstr. = P. alpinus X P. perfoliatus

feuilles allongées, de 5 à 8 cm de longueur, subaigues, amplexicaules ;
eaux courantes.

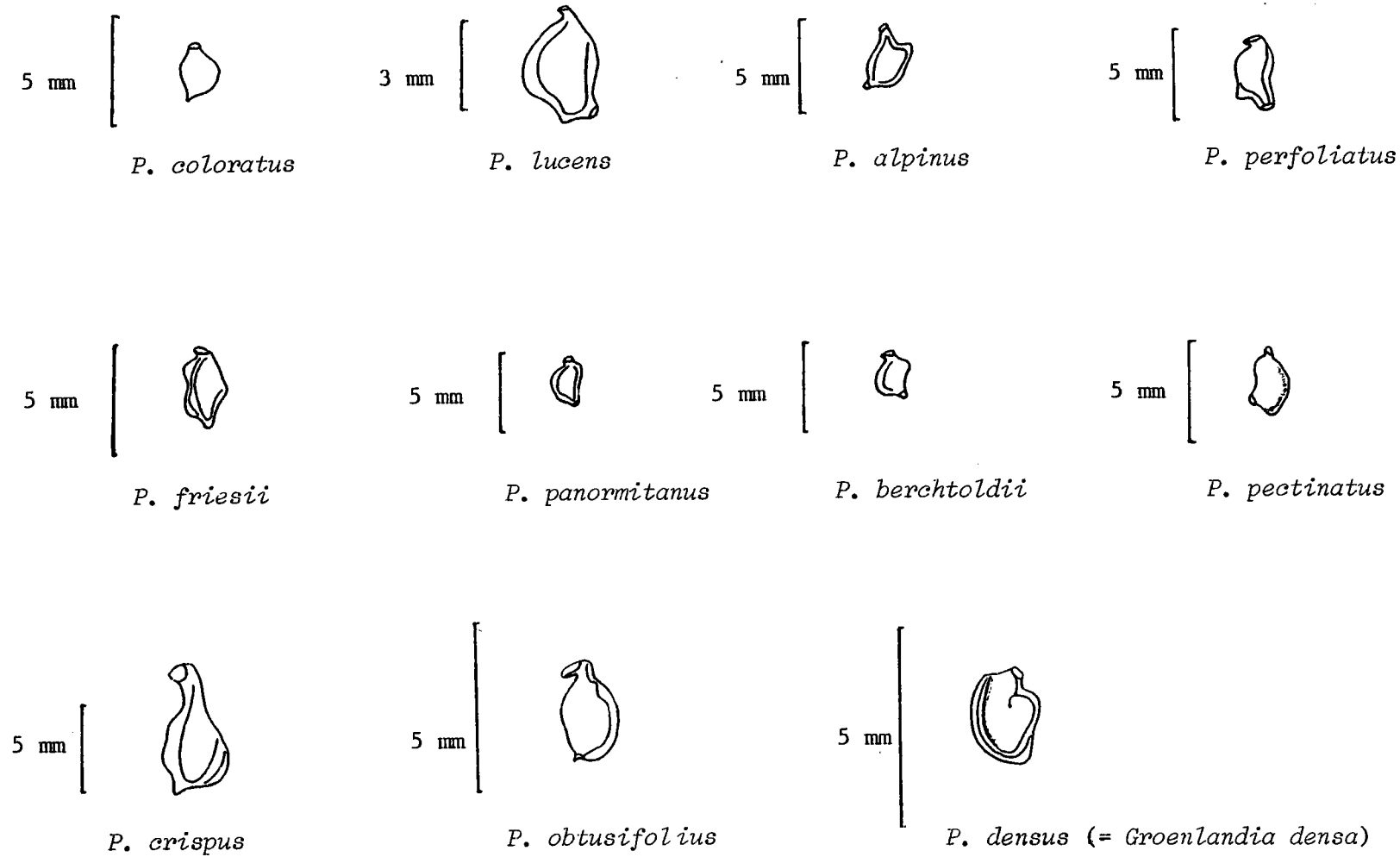


FIGURE 1 : AKENES DE QUELQUES ESPECES DU GENRE *POTAMOGETON*
 (d'après CLAPHAM A.R, TUTIN T.G, et E.F WARBUG modifié à partir de nos observations)

Potamogeton X lintonii Fryer = P. crispus X P. friesii

feuilles finement denticulées ;
stipules soudées sur une courte distance ;
eaux stagnantes ou faiblement courantes.

2.2.5. Le genre Utricularia L. :

D'HOSE (1977) a mis au point une clé détaillée permettant la détermination des espèces du genre *Utricularia* L. et a précisé leurs caractères morphologiques. Ses critères ont facilité la distinction des utriculaires rencontrés dans les biotopes étudiés. Nous nous limiterons à énumérer ceux que nous avons utilisé.

Utricularia australis et *Utricularia vulgaris* possèdent des rameaux tous identiques portant des feuilles à contour ovale, longues de 2 à 10 cm, pourvues de nombreuses vésicules (jusque 200 par feuille).

Utricularia australis R. Brown = *U. neglecta* Lehm.

lèvre inférieure de la corolle plane ou légèrement arquée ;
lèvre supérieure 1,5 à 2 fois aussi longue que le palais, faisant avec celui-ci un angle égal ou supérieur à 90° ;
pédoncules floraux longs de 2 cm, 3 à 5 fois aussi longs que la bractée dirigée vers le haut après la floraison ;
hampe florale épaisse de 1 à 1,5 mm, sinueuse dans le bas ;
eaux stagnantes, eutrophes parfois polluées.

Utricularia vulgaris L.

lèvre inférieure en forme de selle à bords réfléchis vers le bas ;
lèvre supérieure aussi longue que le palais, formant avec ce dernier un angle inférieur à 90° ;
pédoncules floraux longs de 1,5 cm, 2 à 3 fois aussi longs que la bractée, recourbés vers le bas après floraison ;
hampe florale épaisse de 1,5 à 2 mm ;
eaux stagnantes méso-eutrophes.

2.2.6. Le genre Ruppia L. :

Ruppia cirrhosa (Petagna) Grande = *R. spiralis* L. ex Dum. = *R. maritima* L. var. *spiralis* Moris.

tiges grêles, filiformes, rameuses ;
feuilles submergées étroitement linéaires à gaines élargies à la base ;
pédoncules très longs de 3 à 8 cm, plusieurs fois plus longs que les pédicelles longs de 0,8 à 2 cm et enroulés en spirale à la base ;
akènes de 2 mm de long ;
eaux des mares et fossés arrière-littoraux.

2.2.7. Le genre Zannichellia L. :

Zannichellia palustris L.

feuilles filiformes ou linéaires munies d'une gaine ;
fleurs unisexuées, groupées par 2 ou 3 à l'aisselle des feuilles ;
3 à 9 akènes sessiles ou légèrement stipités.

- subsp. palustris

akènes subsessiles terminés par un bec 2 fois plus court que l'akène.

- fo. *fluviatilis*

feuilles très allongées, plante rameuse ;
eaux courantes.

- fo. *stagninus*

feuilles courtes, plante "trapue" ;
eaux stagnantes.

2.2.8. Le genre Sparganium L. :

Sparganium erectum L. = Sparganium ramosum Huds.

tige de 0,50 à 1,10 m de hauteur ;
feuilles longues, coriaces, les inférieures triquètres vers la base ;
capitules gros, denses, fruits sessiles, anguleux.

- subsp. erectum = subsp. *polyedrum* (Aschers et Graebn.) Schinz et Thell.

fruit brusquement tronqué dans sa partie supérieure, large de 3,5 à 7 mm,
partie supérieure en coupole aplanie, brun-noir ;
bords des étangs et des rivières.

- subsp. microcarpum (Neuman ex Koch.) Domin.

coupole mal délimitée par rapport à la partie inférieure, ensemble du fruit
de couleur jaune ;
bords des étangs et des rivières.

Sparganium emersum Rehm. = S. simplex Huds.

tige de 0,20 m à 0,60 m de hauteur ;
feuilles allongées, longues de 4 à 15 mm, triquètres à la base ;
capitules ♂ (3 à 8) et ♀ (2 à 5) supérieurs sessiles, les inférieurs
pédunculés ;
fruit brièvement stipité (2 mm).

- fo. *fluitans*

forme flottante stérile ;
feuille de 0,20 à 0,60 m de longueur ;
eaux eutrophes faiblement courantes.

- subsp. longissimum Fries.

feuilles et tiges allongées de 0,80 m à 1,20 m de longueur, feuilles ruban-
nées et flottantes ;
eaux profondes, faiblement courantes et eaux vives peu profondes de type eu-
trophes mais aussi polluées en matières minérales organiques.

Sparganium minimum Wall.

feuilles à face plane vert pâle ;
bractée sous le capitule ♀ inférieure longue de 1 à 5 cm ; un seul capitu-
le ♂ sessile ; trois capitules ♀ .

- var. *typicum* Asch. et Gr.
feuille de 5 mm de largeur ;
eaux stagnantes.
- var. *flaccidum* Asch. et Gr.
feuille allongée de 50 cm de longueur et de 6 à 8 mm de largeur ;
eaux faiblement courantes.

2.2.9. Le genre *Carex* L. :

Parmi les espèces relevées, nous nous bornerons à décrire celles posant des problèmes de détermination.

Carex disticha Huds. = *Carex intermedia* Good.

souche à rhizome rampante tortueux ;
tige de 20 à 70 cm de hauteur, triquètre, scabre au sommet ;
feuilles planes, larges de 2 à 4 mm ;
inflorescence oblongue, cylindrique, long de 2 à 8 cm, formé d'une vingtaine d'épis, les supérieures et les inférieures ♀ ceux du milieu ♂ (parfois androgynes), écailles ♀ ovales, aiguës, rousses à carène claire, aux marges scarieuses ;
utricules ovales, ovales-oblongs (5 mm sur 2 mm) avec 8 à 10 nervures et une aile étroite et denticulée ;
bords d'étangs, prairies humides, dépressions marécageuses.

Carex paniculata L.

(souvent confondu avec *Carex appropinquata*)

souche cespiteuse ;
tige haute de 100 à 120 cm ;
feuilles longues, carénées, larges de 3 à 6 mm, très scabres aux bords ;
gainés brunes des feuilles détruites, non fibreuses demeurant à la base de la tige ;
épis androgynes nombreux, très petits en panicule lâche, écailles rousses à marge hyaline blanchâtre ;
utricules petits (3 sur 2 mm) ovales, triangulaires, très faiblement nervés, dans leur partie inférieure, munis dans les 2/3 supérieurs d'une aile étroite et denticulée ;
rives d'étangs, marges des rivières au cours lent.

Carex appropinquata Schumach. = *C. paradoxa* Willd.

(souvent confondu avec *Carex paniculata*)

souche cespiteuse ;
tige haute de 40 à 80 cm, entourées à la base de fibres brunes, formées par les nervures persistantes des feuilles externes détruites, feuilles longues, planes larges de 2 mm environ ;
épis androgynes nombreux, disposés en panicule ;
écailles ♀ égalant les fruits, rousses hyalines blanchâtres sur les marges ;
utricules brunâtres, petits (3 mm sur 1,5 mm), ovales, triangulaires, atténués en un bec bidenté, sans aile, biconvexes très distinctement sur les 2 faces ;
queues d'étangs, tourbières basiques.

Carex rostrata Stokes = C. ampullacea Good.

(parfois confondu avec *Carex vesicaria*)

souche longuement rhizomateuse ;
tige de 30 à 70 cm de hauteur à angles obtus et lisses ;
feuilles glaucescentes, canaliculées, larges de 2 à 4 mm, plus longues que la tige, scabres aux bords ;
2 ou 3 épis ♂ linéaires, brun pâle ;
2 ou 3 épis ♀ le supérieur subsessile ;
bractées foliacées dépassant la tige ;
écailles ♀ plus courtes que les utricules, lancéolées, aiguës ;
utricules jaune clair, ovoïdes globuleux, longs de 3 à 5 mm, étalés à angles droits, brusquement rétrécis en un bec long de 1 à 1,5 mm.

Carex vesicaria L.

(parfois confondu avec *Carex rostrata*)

souche à rhizome rampant ;
tige de 30 à 100 cm à angles aigus et scabres ;
feuilles d'un vert jaunâtre, larges de 4 à 7 mm, scabres sur les bords, égalant ou dépassant la tige ;
2 ou 3 épis ♂ bruns roux, linéaires, longs de 3 à 6 cm ;
2 à 3 épis ♀ espacés, longs de 3 à 7 cm ;
bractées foliacées longues, dépassant souvent la tige ;
écailles ♀ étroites, plus courtes que les utricules, étroitement lancéolées, longuement acuminées ;
utricules jaune paille, ovales, coniques, longs de 7 à 8 mm, atténués en un bec lisse divisé en deux branches divergentes denticulées sur les bords internes ;
queues d'étangs et prairies inondables.

Carex acutiformis Ehrh. = C. paludosa Good.

(parfois confondu avec *Carex riparia*)

souche à rhizome longuement rampant ;
tige de 50 à 120 cm, triquètres à angles aigus et scabres ;
feuilles planes de 4 à 15 mm de large, plus ou moins glauques, pourvues d'une ligule aiguë ;
2 ou 3 épis ♂ bruns, assez gros, rapprochés ;
2 ou 4 épis ♀ cylindriques longs de 3 à 7 cm ;
bractées foliacées non engainantes ;
écailles ♀ ovales, aiguës, sombres à carène verte, écailles ♂ obtuses ;
utricules verts ou bruns, elliptiques (4 mm sur 3 mm) et comprimés dans la partie supérieure à angles aigus aux bords rétrécis en un bec court et échancré ;
étangs et marges des rivières, fossés, rivières, bois inondables.

- var. *spadicea* Roth.

écailles ♀ lancéolées, longuement cuspidées ;
utricules plus courts que les écailles, de 4 mm de longueur et de 2 mm de largeur ;
étangs et rivières.

Carex hudsonii A. Benn. = Carex stricta Good. = C. elata auct.

(parfois confondu avec *Carex nigra*)

souche cespiteuse formant de très gros touradons ;
tige haute de 40 à 120 cm, robuste, triquètre, scabre ;
feuilles planes, vert glauque, plus courtes que la tige, large de 3 à 5 mm ;
gainés inférieures fauves se déchirant en filaments ;
1 ou 2 épis ♂ longs de 4 à 7 mm linéaires marron foncé ;
2 ou 3 épis ♀ souvent ♂ au sommet, sessiles, cylindriques ;

bractées foliacées plus courtes que les épis ;
écailles ♀ noir rougeâtre à carène verte plus courtes que les utricules ;
utricules disposées sur 8 rangs, vert glauque, longs de 3 à 5 mm, large de deux
stigmates ;
étangs, marges des rivières, aulnaies inondables.

Carex nigra (L.) Reichard = G. goodenowii J. Gay = C. goodenoughii Aschers

(parfois confondu avec *Carex hudsonii*)

souche stolinifère à rhizome rampant ;
tige de 20 à 50 cm de hauteur, triquètre, scabre au sommet ;
feuilles d'un vert glauque, planes ou canaliculées, larges de 2 à 3 mm, sca-
bres, gaines ne se déchirant pas en filaments ;
1 épi ♂ linéaire pédonculé ;
2 à 4 épis ♀ dressés, sessiles, longs de 1 à 5 cm ;
bractées foliacées non engainantes ;
écailles ♀ plus courtes que les utricules, pourpre noir à carène verte,
obtusées ;
utricules disposés sur 6 rangs, vert glauque, petits (2,5 mm de long sur 1,5 mm
de large) ;
2 stigmates.

- fo. *recta* (Fleischer) Kern. et Reichg.

tige de 70 cm de hauteur ;
feuilles simples, longues et étroites ;
fossés de drainage et marais aux eaux méso-eutrophes.

Carex acuta L. = C. gracilis Curt.

(parfois confondu avec *Carex hudsonii*)

souche stolinifère à rhizome rampant vigoureux ;
tige haute de 40 à 120 cm, triquètre, scabre au sommet ;
feuilles larges de 5 à 8 mm, scabres ;
gaines inférieures fauves ne se déchirant pas en filaments ;
2 ou 3 épis ♂ ;
3 ou 4 épis ♀ cylindriques, longs de 5 à 10 cm ;
bractées non engainantes, l'inférieure plus longue que la tige et l'inflo-
rescence ;
écailles ♀ lancéolées, égalant l'utricule d'un noir pourpre à carène verte ;
utricules ovales aplatis, vert glauque (3 à 4 mm de long sur 2 mm de large),
finement ponctuées, présentant 5 à 9 nervures ;
2 stigmates ;
prairies inondables et parfois queues d'étangs.

Conclusion :

L'absence de déterminations spécifiques (genres *Callitriche*, *Chara*),
les déterminations incertaines (genres *Ranunculus*, *Callitriche*, *Potamogeton*,
Carex) engendrent des incertitudes profondes dans la connaissance et la systé-
matique de nombreuses associations des classes des *Potametea* et *Phragmitea*.

L'imprécision de définition des sous-espèces, variétés, la non-désigna-
tion des morphoses de nombreux taxons liées aux eaux vives ou stagnantes (gen-
res *Potamogeton*, *Sparganium*, *Zannichellia*) amènent les mêmes remarques.

MERIAUX et GEHU (1981) ont traité de ces problèmes dans une étude récente
intitulée "Incidences du degré de connaissance taxonomique en synsytématique.
II Le cas des végétations aquatiques", présentée au Symposium international de
Rinteln (R.F.A.) (Annexe). Des exemples concernant les genres *Callitriche*, *Ra-
nunculus*, *Potamogeton*, y sont particulièrement développés.

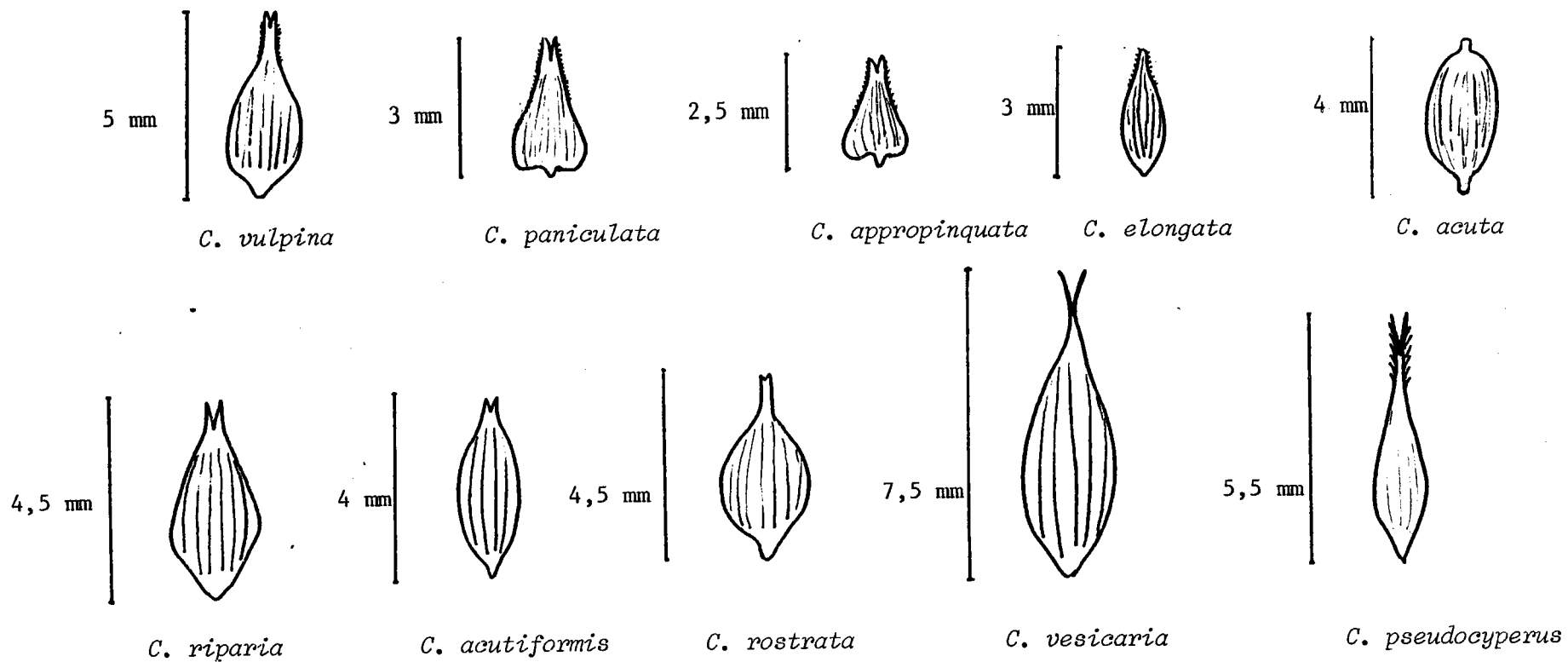


FIGURE 2 : UTRICULES DE QUELQUES ESPECES DU GENRE *CAREX*

(d'après HUSNOT modifié à partir de nos observations)

3. Signification et usage de la flore aquatique pour l'environnement

3.1. Le rôle des hydrophytes et hélophytes dans l'épuration biologique des eaux

Il ressort d'un document de synthèse présenté en 1979 à la Société de Botanique du Nord de la France (Annexe).

Plus récemment, BLAKE et DUBOIS (1982) ont analysé près de 350 articles, précisant le rôle des macrophytes aquatiques dans l'épuration des eaux.

Les aspects suivants sont étudiés :

- l'assimilation des éléments minéraux ;
- les expériences pilotes d'épuration ;
- les réalisations actuelles.

D'autre part, les travaux se sont particulièrement développés en Belgique :

- SCHMITZ, GOMMES, VANDER BORGHT et VETS (1982) ont mesuré le degré d'épuration des eaux résiduaires lors de la traversée du marais de Cussigny ;

- RADOUX (1982) dans la station expérimentale de Virille a continué les études comparatives "des capacités épuratrices d'un lagunage et d'un marais artificiel, immatures recevant la même eau usée en zone rurale".

Toujours en Belgique, un projet pilote d'épuration semi-naturelle par une station d'expérimentale devant fonctionner pour une population de 6 700 habitants, le projet Bertrix, est en cours de réalisation (VASEL, DE DEMOULIN, DUBOIS et SCHMITS 1982).

3.2 Les apports à la connaissance hydrobiologique : le rôle de biotest des hydrophytes

- espèces indicatrices de trophie et de pollution ;
- zonation floristico-écologique .

Ces apports concernent la distribution de la plupart des espèces liées aux milieux aquatiques prospectés dans le territoire concerné et l'écologie (autoécologie et synécologie) de nombreuses d'entre elles.

Les recherches sur l'écologie des espèces inféodées aux biotopes aquatiques, hydrophytes, hélophytes, hémicryptophytes cespiteux, en particulier, outre l'intérêt scientifique qu'elles représentent, trouvent leurs justifications dans la connaissance des rôles que ces espèces peuvent avoir dans ces biotopes.

Les apports concernant l'hydrobiologie se traduisent ainsi par la définition de zonation floristico-écologique au niveau des cours d'eaux ou étangs, la mise en évidence d'espèces indicatrices de qualité des eaux et celle d'espèces assurant l'épuration biologique des eaux.

Il conviendra de se reporter au travail synthétique paru en 1982 dans les Naturalistes belges : "L'utilisation des macrophytes et des phyto-coenoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux" (Annexe).

4. Les espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviatiles du nord-ouest de la France

Les problèmes de régression et de conservation des espèces se posent avec acuité, non seulement en France (AYMONIN 1982), mais aussi dans les pays voisins, comme la Belgique (DELVOSALLE et VANHECKE 1982, VANHECKE et CHARLIER 1982), la République fédérale allemande (WITTIG et POTT 1982, WITTIG 1982).

Parmi les espèces relevées, certaines apparaissent rares, voire très rares, d'autres, encore très communes récemment, sont en nette régression et donc menacées. Il nous a semblé nécessaire de connaître ces espèces afin d'assurer leur protection et la conservation du patrimoine génétique régional qu'elles représentent. 94 taxons ont été ainsi passés en revue et les résultats de ce travail figurent dans deux notes, l'une présentée en 1981 au Colloque international de Bruxelles sur les plantes aquatiques, parue en 1982 et intitulée "Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviatiles du nord de la France" (Annexe), l'autre publiée dans *Natura Mosana* en 1982 : "Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviatiles du nord-ouest de la France (Ptéridophytes et Spermatophytes)" (Annexe).

Les cartes de distribution de quelques espèces rares ou menacées ont pu être dressées pour les départements du Nord, du Pas-de-Calais et la partie septentrionale de ceux de l'Aisne et de la Somme (cartes 1 à 25, fond de carte Institut Floristique Franco-Belge). Ce sont celles des espèces suivantes : *Azolla filiculoides* Lam., *Ceratophyllum submersum* L., *Ranunculus lingua* L., *Cicuta virosa* L., *Oenanthe fluviatilis* (Bab.) Colem., *Utricularia australis* R. Brown, *Luronium natans*, (L.) Rafin., *Stratiotes aloides* L., *Najas marina* L., *Potamogeton friesii* Rupr., *Potamogeton obtusifolius* Mert. et Koch., *Potamogeton trichoides* Cham. et Schlecht, *Potamogeton alpinus* Balb., *Potamogeton polygonifolius* Pourr., *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult., *Cladium mariscus* (L.) Pohl, *Carex appropinquata* Schumach, et une hépatique *Ricciocarpus natans* (L.) Corda. Nous y avons ajouté celles des espèces du genre *Callitriche* (étude en cours de parution) : *Callitriche stagnalis* Scop., *Callitriche truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, *Callitriche palustris* L., *Callitriche hamulata* Kütz ex. Koch, *Callitriche brutia* Petagna, et deux espèces communes *Callitriche platycarpa* Kütz et *Callitriche obtusangula* Le Gall. Celles qui concernent les genres *Elodea* et *Ranunculus* (sous-genre *Batrachium*) figurent dans le document réunissant nos publications.

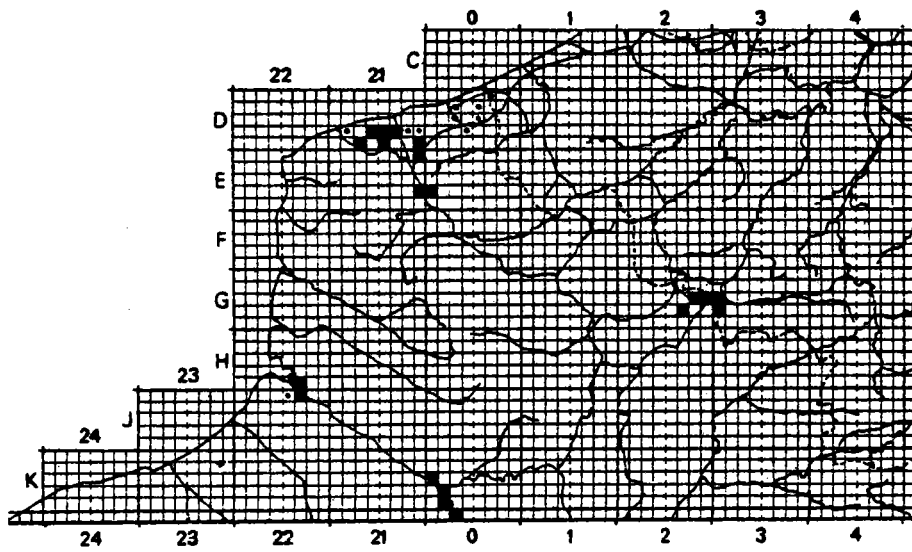
Les cartes figurant la distribution d'*Azolla filiculoides*, *Cicuta virosa*, *Cladium mariscus*, *Najas marina*, *Oenanthe fluviatilis* ont pour base les précartes de l'Institut Floristique Franco-Belge (1981) complétées avec nos propres données. Les autres sont établies pour l'essentiel, ou totalement, à partir de nos prospections et de notre dépouillement de la littérature récente et ancienne (HECART 1834, BOULAY 1878-79-80, MASCLEF 1886 GODON 1909).

A titre comparatif nous avons examiné la "liste générale des espèces justifiant des mesures de protection" document mis au point par AYMOUNIN (1977) pour la Direction de la Protection de la Nature (Ministère de la culture et de l'Environnement) et résultant d'une "synthèse des travaux des réunions d'experts". Pour chaque espèce sont indiqués le degré géographique de protection jugé comme nécessaire par le groupe d'études (en regard de critères biologiques, écologiques ou conservatoires), la situation actuelle de l'espèce en France (endémique, degré de régression, rareté, vulnérabilité...) la situation en Europe, les mesures souhaitables relatives aux individus ou aux populations de l'espèce, les régions intéressées par les mesures proposées.

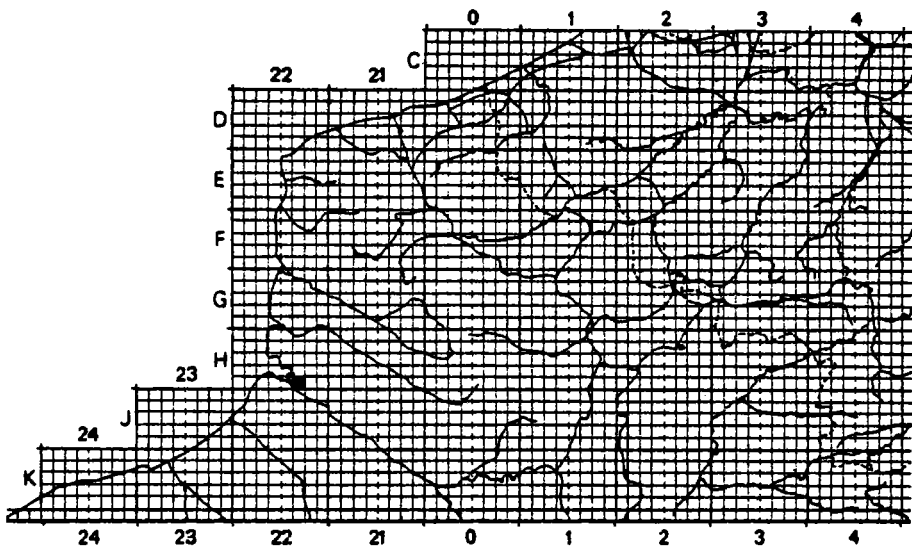
Dans ce travail qui a servi de base à l'élaboration de la liste des espèces végétales protégées en France (1982) figure un certain nombre de taxons plus ou moins inféodés au milieu aquatique : *Alisma gramineum*, *Baldellia ranunculoides*, *Butomus umbellatus*, *Damasium alisma*, *Luronium natans*, *Acorus calamus*, *Calla palustris*, *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*, *Carex elata*, *C. inflata*, *C. paradoxa*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata*, *Cladium mariscus*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Hippuris vulgaris*, *Euphorbia palustris*, *Limnanthemum peltatum*, *Stratiotes aloides*, *Hypericum elodes*, *Lathyrus palustris*, *Lemna gibba*, *L. trisulca*, *Wolffia arrhiza*, *Utricularia* div. sp., *Fritillaria meleagris*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Apium repens*, *Cicuta virosa*, *Oenanthe fistulosa*, *Peucedanum palustre*, *Sium latifolium*, *S. angustifolium*, *Rumex aquaticus*, *Potamogeton filiformis*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus*, *P. siculus* subsp. *subflavus*, *P. vaginatus* subsp. *helveticus*, *P. variifolius*, *Najas marina*, *N. minor*, *Ruppia* (toutes les espèces), *Zannichellia* div. sp., *Hottonia palustris*, *Ranunculus baudotii*, *R. hederaceus*, *R. hololeucos*, *R. lenormandi*, *R. tripartus*, *R. lingua*, *Geum rivale*, *Galium boreale*, *Limosella aquatica*, *Scrophularia umbrosa*, *Veronica longifolia*, *Trapa natans*, *Sparganium affine*, *S. minimum*, *S. simplex*, *Typha elata*, *T. minima*, *T. shuthlewortii*, *Isoetes* (toutes les espèces), *Osmunda regalis*, *Thelypteris palustris*, *Dryopteris cristata*, *Marsilea quadrifolia*, *Pilularia globulifera*, *P. minuta*, *Salvinia natans*... L'intérêt de ces espèces ne porte pas à caution. Certaines sont cependant sous-estimées, il en est ainsi de *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* qui n'existe qu'en une dizaine de stations en France (la plupart ayant été d'ailleurs découvertes entre 1979 et 1982), *Luronium natans*, *Stratiotes aloides*... alors que d'autres telles *Lemna trisulca*, *Sium erectum* semblent au contraire surestimées. Inversement des hydrophytes comme *Ceratophyllum submersum* très rare en France ne se voient pas attribuer d'indices de protection. D'autre part, nos nombreuses investigations de terrain dans les régions Nord - Pas-de-Calais, Picardie, Champagne - Ardennes, Alsace, Rhône-Alpes, Auvergne, les travaux spécifiques de bibliographie sur les milieux aquatiques que nous avons menés à l'échelle nationale, les examens des résultats d'enquêtes similaires conduites en Belgique, en République fédérale allemande, aux Pays-Bas nous amènent à nous interroger sur l'absence d'espèces rares au niveau national, en régression en France et partout en Europe occidentale. Il en est ainsi en particulier de plusieurs hydrophytes comme *Potamogeton obtusifolius*, *P. friesii*, *P. compressus*, *P. acutifolius*, *P. gramineus*, *P. trichoides*, *P. alpinus*, *P. polygonifolius*, *Callitriche brutia*, *C. palustris*, *C. cophocarpa*, *C. hamulata*... mais aussi d'hélophytes et d'hémicryptophytes cespiteux tel *Carex elongata* qui ne figurent pas dans la liste de AYMONT.

Il est vraisemblable qu'il faille rattacher cela à un manque de données liées aux difficultés d'accessibilité des milieux aquatiques et de prélèvements des espèces, au nombre peu élevé de botanistes de terrain pratiquant ces milieux, ainsi qu'aux problèmes posés par la détermination des formes et des individus stériles de nombreux hydrophytes. A cet égard, la liste des espèces menacées du nord-est de la France document mis au point par VALCK (1981), établie en tenant compte de l'étude sur les régressions d'espèces en France de AYMONTIN, des indications contenues dans les flores locales, des informations données par les botanistes locaux, et de plusieurs réunions de travail, vient renforcer nos objections. En effet, la plupart des espèces que nous jugeons très rares ou rares et particulièrement menacées dans le nord-ouest de la France, se retrouvent dans cette liste (genres *Potamogeton*, *Callitriche* ...). Il apparaît donc nécessaire de revoir par région ces listes nationales pour les genres en relation avec les milieux aquatiques. Les inventaires régionaux permettraient de combler avec efficacité les lacunes que présente actuellement la liste officielle des espèces protégées en France.

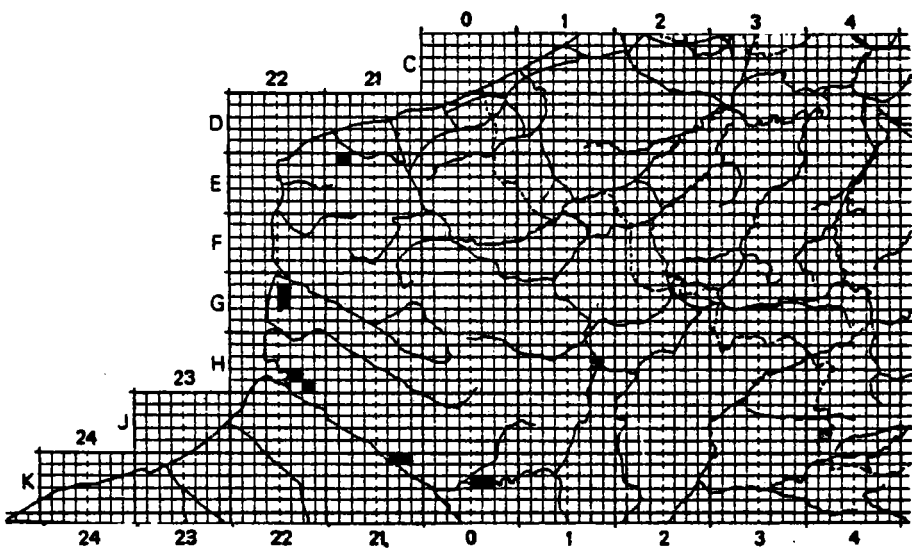
Dans leur "Essai de notation quantitative de la raréfaction d'espèces aquatiques et palustres en Belgique" entre 1960 et 1980, DELVOSALLE et VANHECKE (1981) montrent que la plupart de ces espèces aquatiques sont en régression, non seulement les espèces des milieux oligotrophes mais aussi celles des milieux mésotrophes et même eutrophes comme *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*... ce qui ne peut que renforcer notre volonté d'obtenir au plus vite la révision des listes françaises pour les milieux aquatiques.



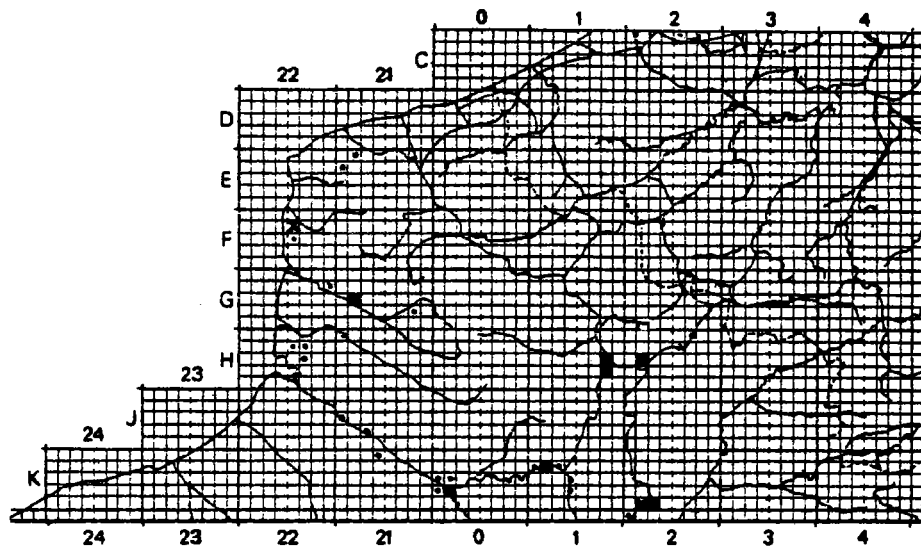
1. *Azolla filiculoides*



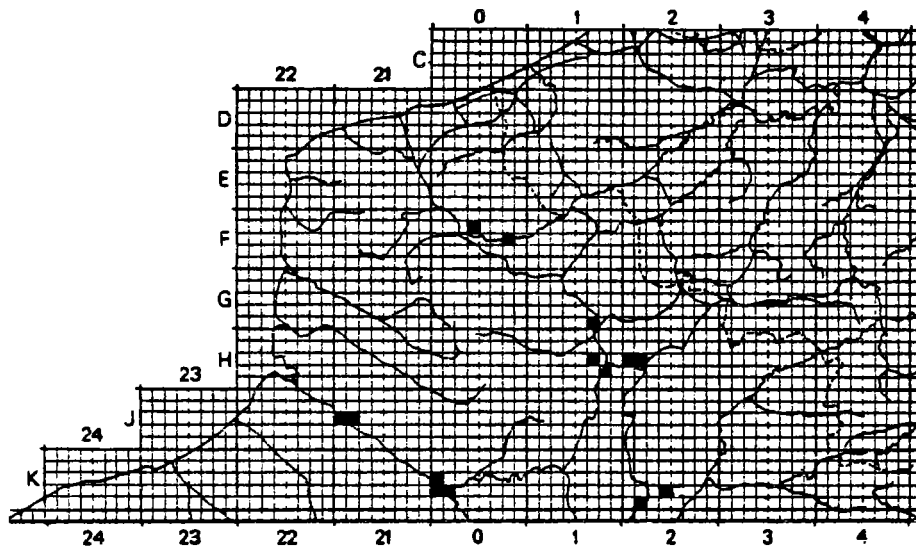
2. *Ceratophyllum submersum*



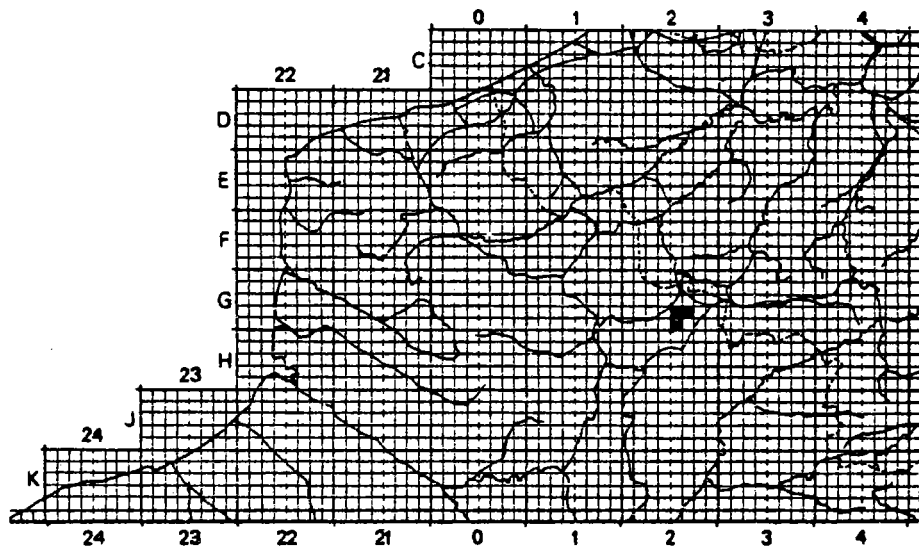
3. *Ranunculus lingua*



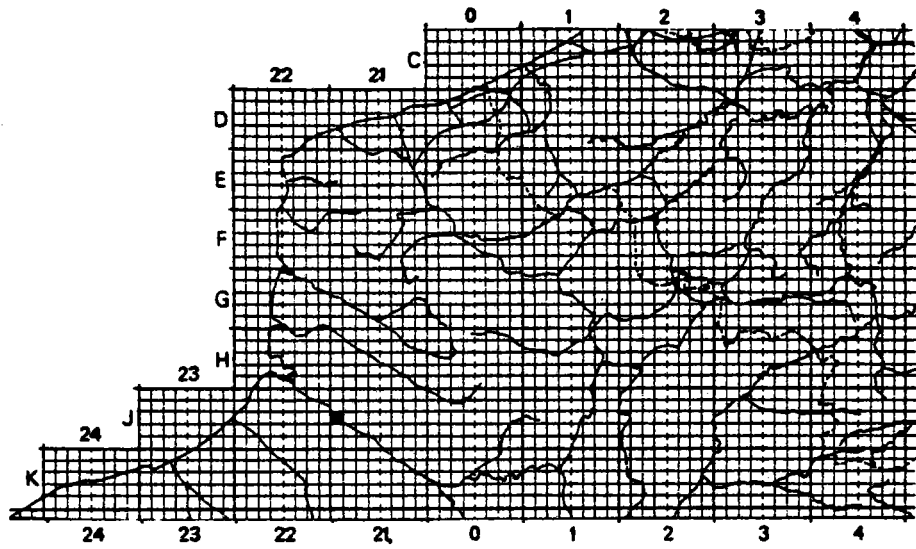
4. *Cicuta virosa*



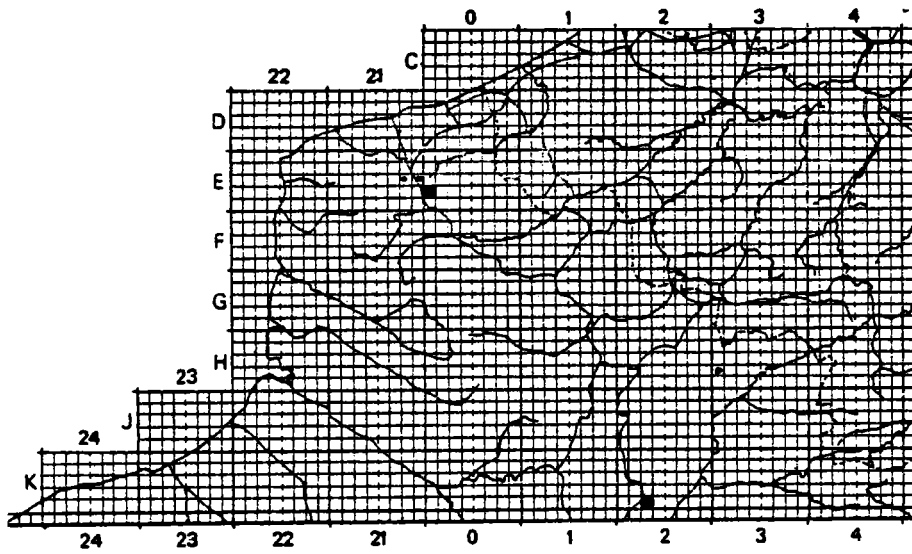
5. *Oenanthe fluviatilis*



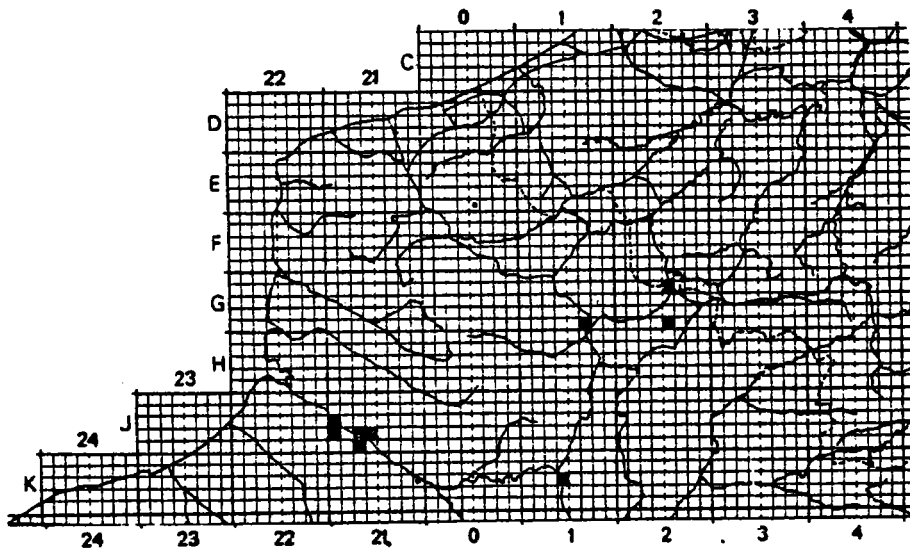
6. *Utricularia australis*



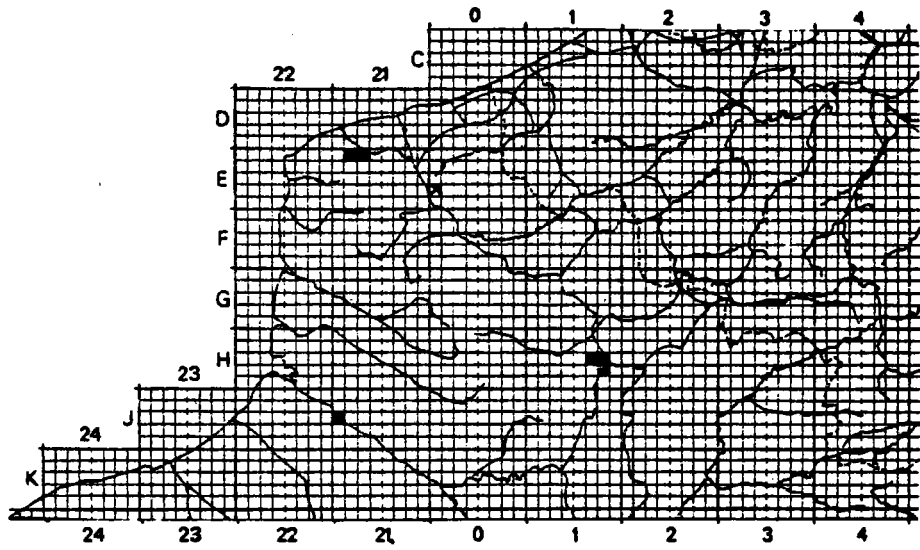
7. *Luronium natans*



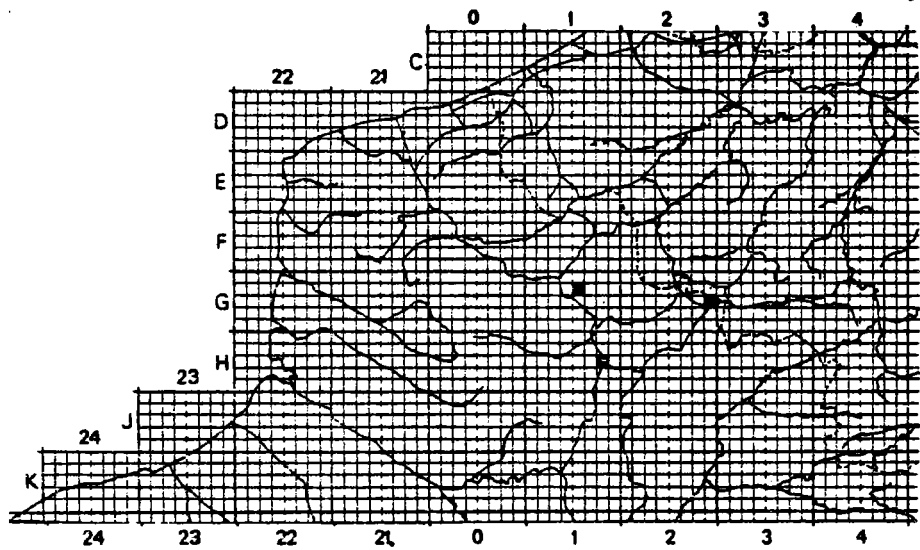
8. *Stratiotes aloides*



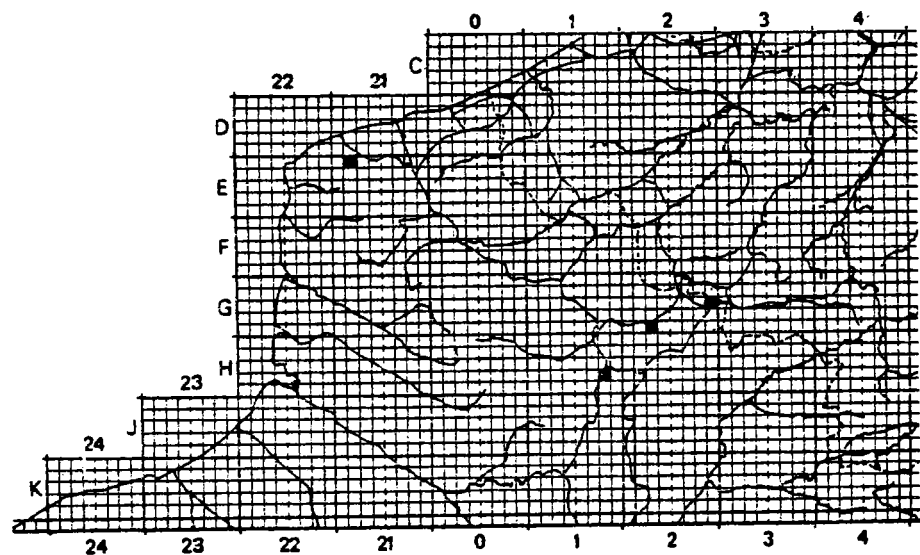
9. *Najas major*



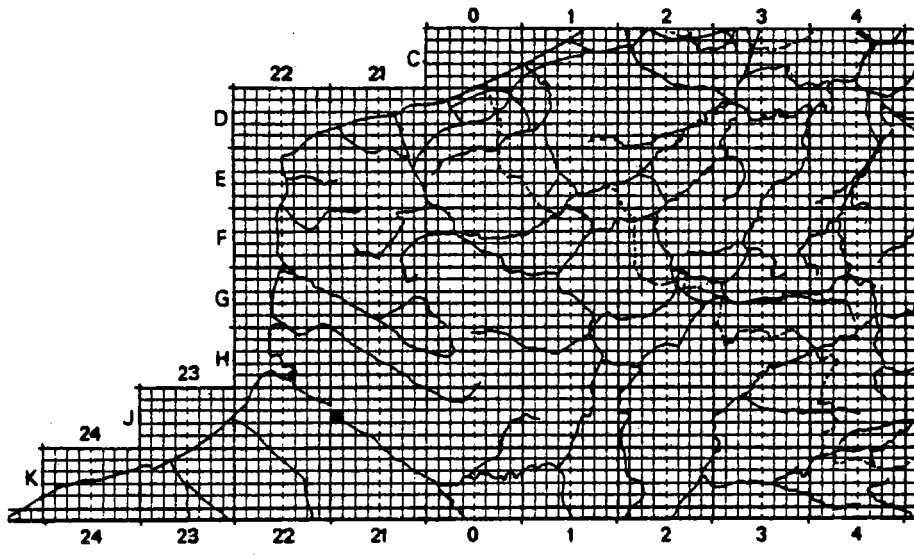
10. *Potamogeton friesii*



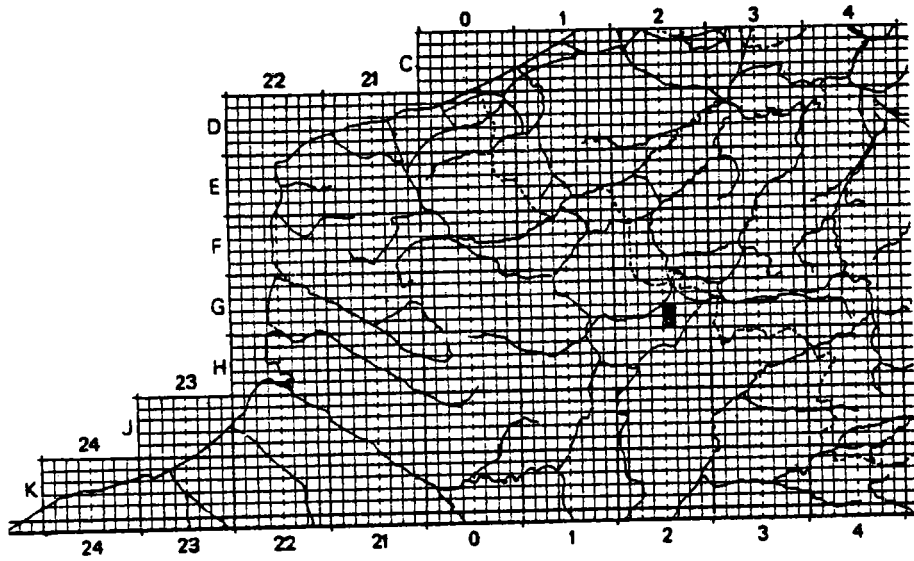
11. *Potamogeton obtusifolius*



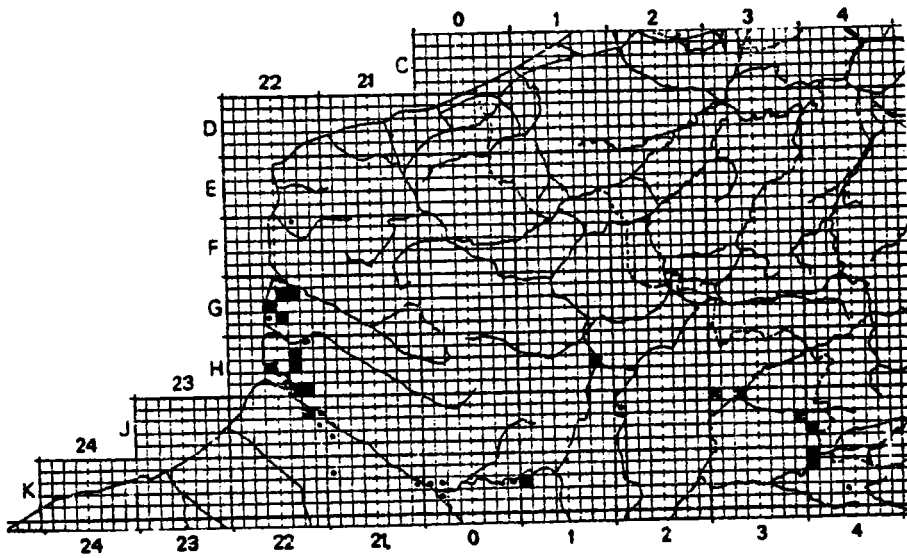
12. *Potamogeton trichoides*



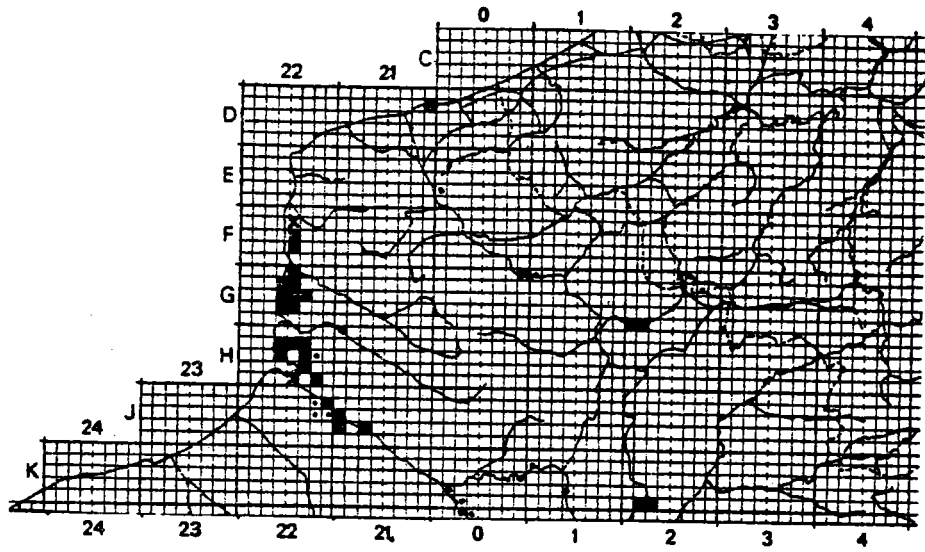
13. *Potamogeton alpinus*



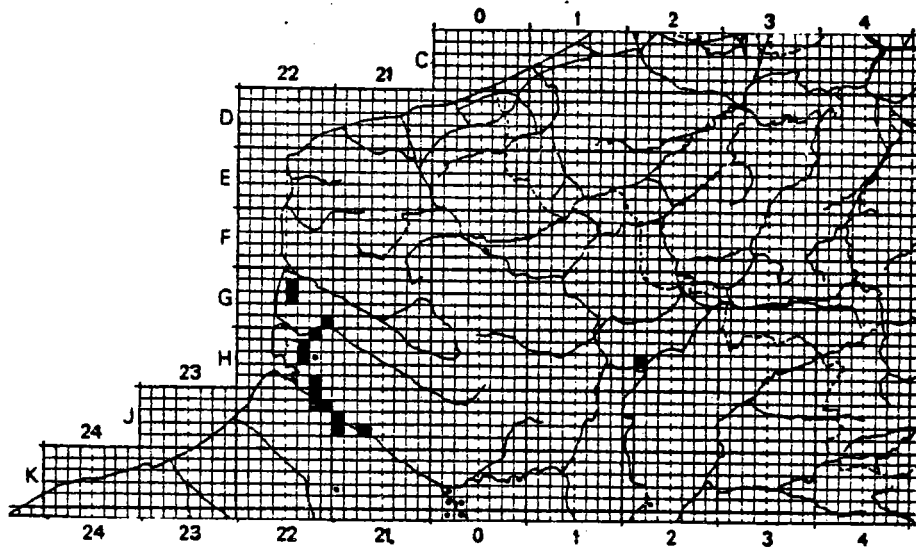
14. *Potamogeton polygonifolius*



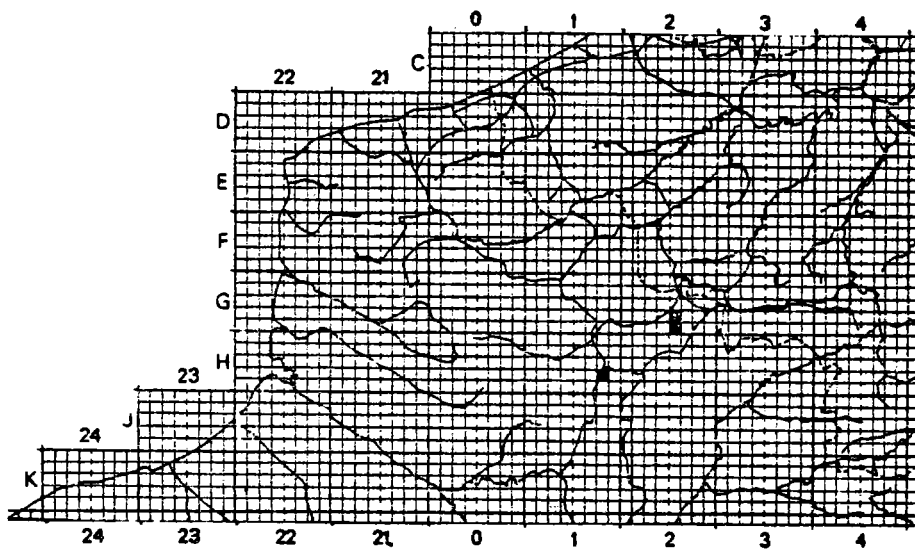
15. *Eleocharis acicularis*



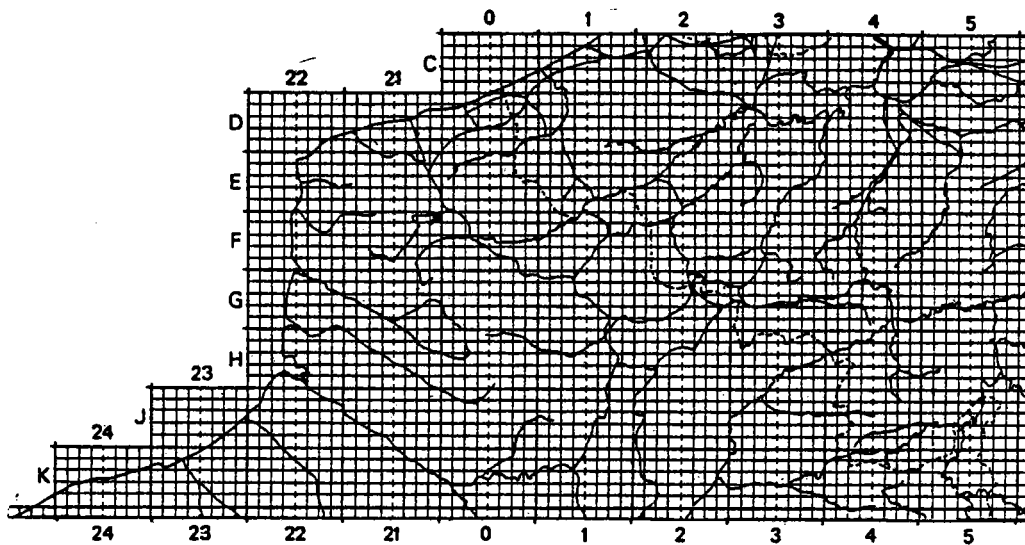
16. *Cladium mariscus*



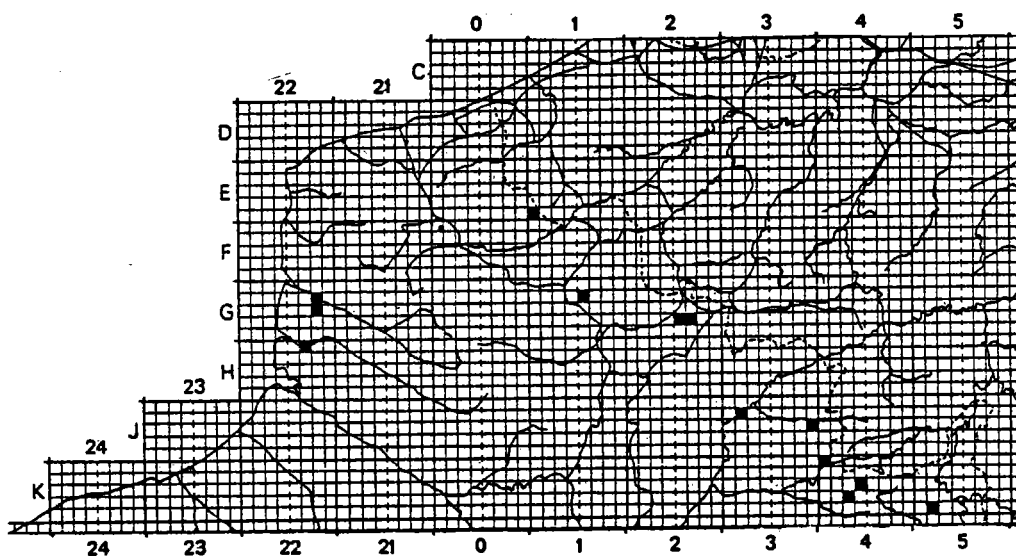
17. *Carex appropinquata*



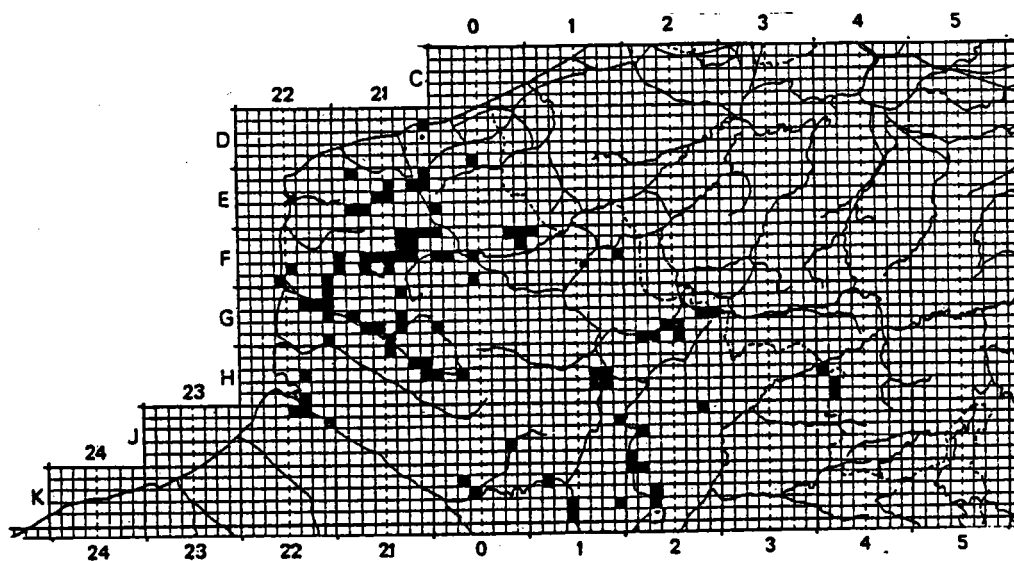
18. *Ricciocarpus natans*



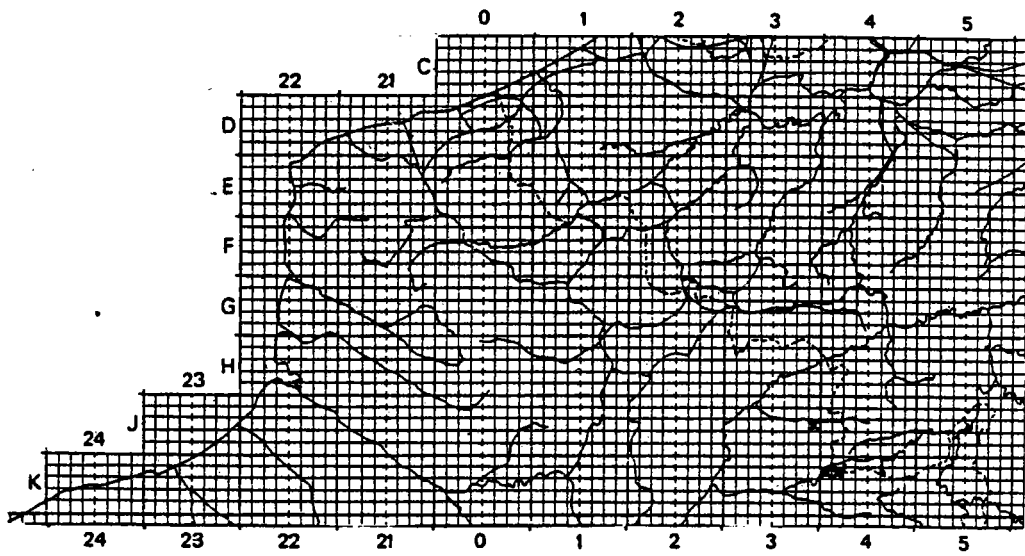
19. *Callitriche brutia*



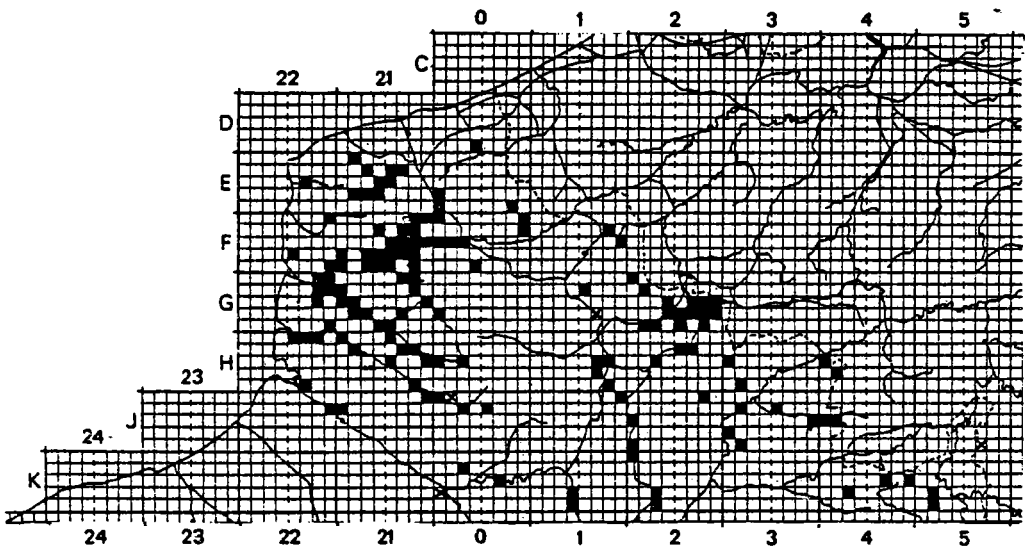
20. *Callitriche hamulata*



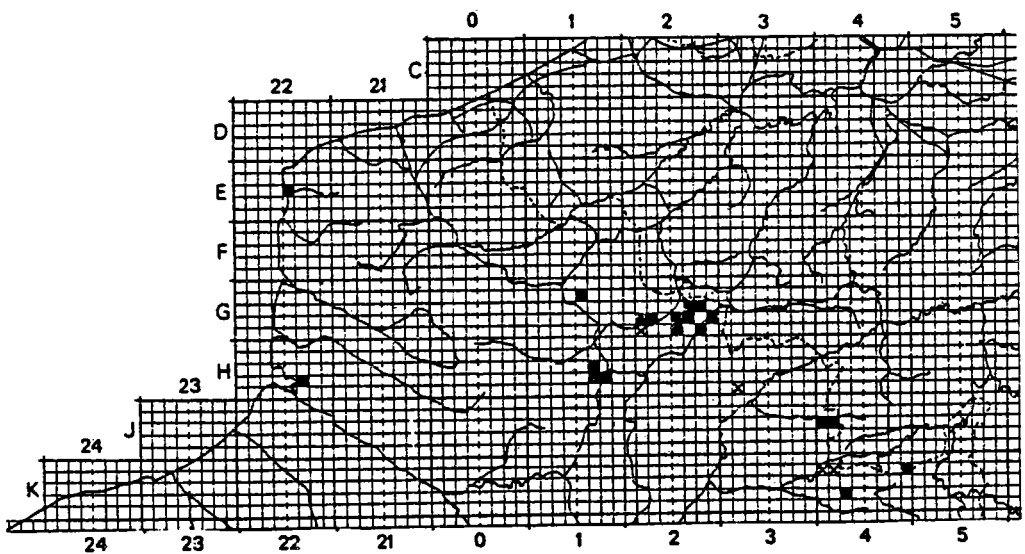
21. *Callitriche obtusangula*



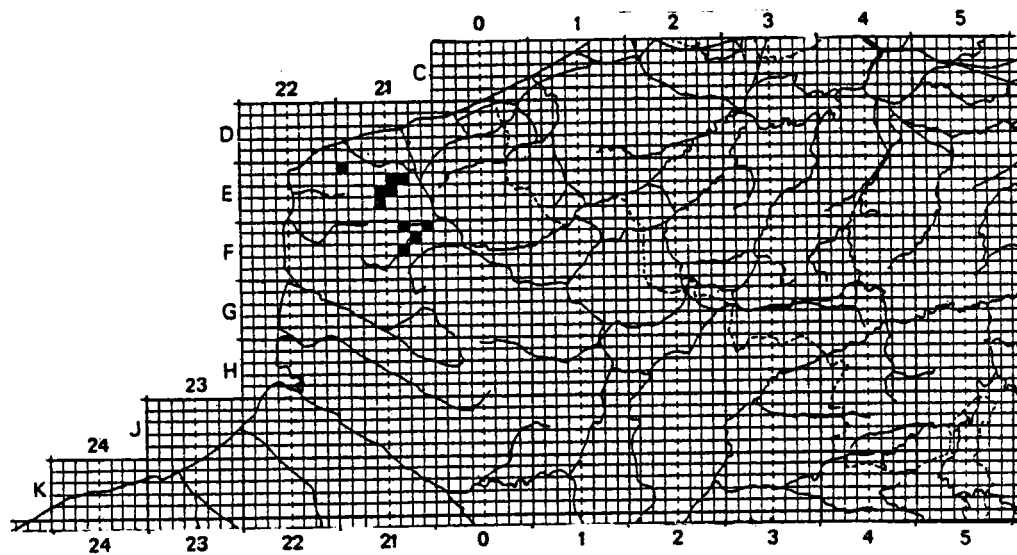
22. *Callitriche palustris*



23. *Callitriche platycarpa*



24. *Callitriche stagnalis*



25. *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*

Symboles adoptés pour les cartes de distribution :



Stations signalées antérieurement à 1929

Stations signalées de 1930 à 1959

Stations connues depuis 1960 ou découvertes lors de nos
prospections de 1975 à 1983

III - ANALYSE PHYTOCOENOLOGIQUE

1) Les méthodes

1.1. Les méthodes phytosociologiques

Les méthodes utilisées pour la description des associations végétales sont celles définies par BRAUN-BLANQUET (1932) et son école. Elles ont été développées notamment par ELLENBERG, OBERDORFER et R. TÜXEN en Allemagne, LEBRUN, VANDEN BERGHEN en Belgique, DE BOLOS et RIVAS-MARTINEZ en Espagne, GEHU en France, TOMASELLI, PIGNATTI et PEDROTTI en Italie, SISSINGH et WESTHOFF aux Pays-Bas et ont fait surtout l'objet, de la part de ces auteurs, d'un enseignement oral et pratique donné au cours de nombreuses excursions.

Les relevés ont été effectués dans des milieux floristiquement homogènes. Les critères d'homogénéité ont porté sur la synphysionomie, la synécologie, la synbiologie des communautés en présence.

L'aire minima, telle que l'a définie CHOUARD (1932), a été le plus souvent délimitée : elle est faible pour les groupements d'hydrophytes flottants et pour ceux d'hydrophytes fixés quand ceux-ci coexistent en mosaïque. D'autre part, afin de mieux apprécier leur importance dans les paysages, la surface réelle occupée par les groupements a été fréquemment évaluée.

Les formations végétales sont parfois mal circonscrites, on peut observer des termes de passage qui posent des problèmes particuliers de méthode.

Les variations des associations définies par P. DUVIGNEAUD (1946) ont été dans de nombreux cas mises en relief.

Chaque espèce a reçu un coefficient d'abondance-dominance et de sociabilité suivant les échelles de valeur établies par BRAUN-BLANQUET (1946), et modifiées par R. TÜXEN (enseignement oral).

abondance-dominance :

- 5 : recouvrement de 75 à 100 %
- 4 : recouvrement de 50 à 75 %
- 3 : recouvrement de 25 à 50 %
- 2 : recouvrement de 5 à 25 %
- 1 : recouvrement de 1 à 5 %

- + : espèces présentes mais d'une manière non chiffrable
- r : espèces rares
- i : individu unique

sociabilité :

- 5 : peuplement très dense
- 4 : petite colonie
- 3 : troupe
- 2 : groupe
- 1 : individu isolé

En fait le coefficient de sociabilité, ayant un rôle minime, ne figure pas dans nos tableaux afin d'en faciliter la lecture. Les espèces chétives ou "compromises" se voient affectées, après le chiffre marquant la sociabilité, d'un exposant 0.

Les espèces chétives ou "compromises" se voient affectées, après le chiffre marquant la sociabilité, d'un exposant 0.

A partir des relevés, les tableaux de végétation ont été établis par recherches analogiques et comparatives comme l'ont exposé ELLENBERG (1956), GOUNOT (1969) et GUINOCHET (1973).

La forme bioblique de chaque espèce a été déterminée selon la classification élaborée par RAUNKIER (1905) en y joignant pour les hydrophytes les modifications apportées par FROMENT (1953) qui a distingué :

- . les plantes nageantes libres : *Hydrophyta natantia* comme les *Lemna* ;
- . celles fixées par des rhizoïdes : *Hydrophyta adnata* comme les *Chara* ;
- . celles fixées par des racines : *Hydrophyta radicans* comme le *Nymphaea*.

Nous nous sommes aussi référés à la synthèse des types de classification biologique avancée par SELL (1965) et à celle de FELZINES (1982).

La répartition géographique est établie selon celle proposée par FOURNIER (1946), toutefois, pour certaines espèces, nous avons tenu compte des travaux plus récents de DUPONT (1962) et de ROISIN (1969).

La classe de présence, évaluée pour chaque espèce d'un tableau, indique le pourcentage des relevés de l'association ou du groupement, où figure cette plante :

V	:	81 à 100 %
IV	:	61 à 80 %
III	:	41 à 60 %
II	:	21 à 40 %
I	:	11 à 20 %
+	:	6 à 10 %
r	:	1 à 5 %

La nomenclature des espèces rencontrées est celle de la Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines de DE LANGHE, DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD, LAMBINON et VANDEN BERGHEN (1978). Les bryophytes cités sont nommés selon l'ouvrage de AUGIER (1966) celui de WATSON a été également consulté, et les algues selon la flore de BOURELLY (1966).

1.2. Les méthodes synphytosociologiques et d'analyses paysagères

La synphytosociologie consiste en l'utilisation des complexes de groupements végétaux pour la comparaison, la classification, la hiérarchisation et la cartographie des paysages végétaux. "Elle peut être définie comme une phytosociologie globale ou phytosociologie au "carré". Le niveau d'abstraction devient plus grand ; on s'élève d'un degré dans la complexité biologique : la floristique est à la phytosociologie ce que la phytosociologie est à la synphytosociologie. La sigmassociation (ou somme des groupements végétaux présents dans le paysage) est l'unité de base de la synphytosociologie." Tels en sont la définition et les caractéristiques données par GEHU et HEGG qui en rapportent l'historique et en précisent également la méthodologie et les avantages dans leur remarquable travail de synthèse paru en 1979 et intitulé "la synphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux".

Il existe une parenté certaine entre la "sigmassociation" et le "complexe de groupements végétaux" de BRAUN-BLANQUET et PAVILLARD (1928) qui définissent le complexe de groupements comme "une mosaïque de groupements... déterminée surtout par la diversité locale des facteurs géomorphologiques et se répétant plus ou moins identiquement". Bien que BRAUN-BLANQUET ait précisé ensuite plusieurs fois cette notion (1951, 1964), c'est à TÜXEN (1973) que l'on doit la mise au point d'une technique précise d'étude des complexes de groupements.

Par la suite, GEHU (1974, 1976, 1977), BEGUIN et HEGG (1975, 1976), RIVAS-MARTINEZ (1976), TÜXEN (1973, 1978 a et b), développeront cette science nouvelle qui permet, sur une base purement biologique, une analyse scientifique des paysages à l'aide de la végétation.

En 1976, RIVAS-MARTINEZ met au point la technique des "synassociations" les synrelevés étant effectués au niveau de différentes étapes de substitution du climax (quantification des différents éléments d'une série de végétation

En 1977, GEHU parvient à définir le concept de sigmassociation. Toujours en 1977, MERIAUX et GEHU montrent l'utilité de ces méthodes pour l'analyse et la description des végétations complexes, des mosaïques fines et des superpositions de groupements. En 1978, HEGG et SCHNEITER établissent la première carte synphytosociologique. En 1982, FELZINES utilise les notions de synphytosociologie dans la description et la caractérisation des complexes de groupements des étangs du centre-est de la France. Il détermine des synassociations de la végétation aquatique, de la végétation amphibie, de la végétation exondée et dégage des sigmassociations et géosigmassociations à partir des sigma-relevés effectués sur 213 étangs.

La méthodologie synphytosociologique découle directement des techniques phytosociologiques classiques. Nous avons suivi cette méthodologie que BEGUIN et coll. (1979) décrivent avec une grande clarté.

Elle comporte deux phases bien distinctes :

- une phase analytique avec choix de l'emplacement des sigmarelevés et prise de relevés de chaque association avec quantification et indication de la forme du groupement dans le paysage :

- . = groupement ponctuel
- 0 = association occupant un large espace et appréciable dans le paysage
- / = communauté linéaire
- , = communauté linéaire très étroite et très localisée

- une phase synthétique axée sur l'élaboration des tableaux :

Les objectifs de la synphytosociologie peuvent être de deux ordres : systématique ou paysager. Dans le premier cas, les sigmarelevés seront effectués "au sein d'un même ensemble géomorphologique et à l'intérieur d'un territoire occupé par un type déterminé de végétation potentielle naturelle", (TUXEN, 1973). Il sera ainsi possible de construire un synsystème. Dans le second cas, seront réunis dans un même tableau l'ensemble des sigmassociations du territoire considéré auxquelles on pourra adjoindre des sigmassociations de territoire similaire. Un géosigmetum pourra être alors élaboré.

Dans ce travail, nous nous sommes attachés à effectuer des sigmarelevés au niveau des différentes ceintures de végétation des étangs, mares, rivières, etc., notre but premier étant de transcrire avec fidélité par une approche synphytosociologique, la réalité du paysage existant et de définir des associations ou groupes d'associations caractéristiques ou différentielles de chaque biotope aquatique.

1.3 Les méthodes d'analyse physico-chimique

LOHAMMAR (1938), SYMOENS (1957), LABRIQUE (1960), GEHU (1963), ont essayé de dégager des corrélations entre la végétation et le conductivité des eaux. MISRA (1938), MALMER (1961), WATTEZ (1968), KÖHLER (1975), WIEGLEB (1977), POTT (1980), FELZINES (1982) pour les plantes supérieures, EMPAIN (1974) pour les bryophytes, DESCY (1975), FABRI et LECLERCQ (1976) pour les algues d'eau douce ont jugé qu'une meilleure connaissance de l'écologie des espèces et des associations végétales qu'elles déterminent, nécessitait l'analyse physico-chimique de l'eau les baignant.

Nous avons suivi ces auteurs et avons réalisé des mesures de pH, de conductivité, de teneur en cations nécessaires aux biosynthèses (calcium, magnésium, sodium, potassium) et en anions indicateurs de pollution urbaine ou industrielle (sulfates, chlorures) au niveau d'individus d'associations ayant un développement optimal, ceci afin d'entrevoir les possibilités de liaison entre conductivité, mais aussi concentration absolue, et proportion relative des différents ions, et les associations ou groupements en place.

A partir des résultats obtenus, nous avons tenté de nomenclaturer chaque analyse en utilisant la classification chimique des eaux naturelles proposée par KUFFERATH (1951) et la classification des eaux courantes basée sur les analyses chimiques de NISBET et VERNEAUX (1970).

Les qualificatifs généraux usités l'ont été à partir des définitions de OZENDA (1964), de HUSSON (1970) tirées du vocabulaire d'écologie de DAGET et GODRON (1974) et de celles de VIVIER (1967) et de P. DUVIGNEAUD (1974) :

- eutrophe : qualifie les eaux peu transparentes contenant beaucoup d'éléments nutritifs nécessaires aux biosynthèses ;

- oligotrophe : qualifie les eaux claires, pauvres en matières nutritives ;

- mésotrophe : désigne les eaux de type intermédiaire entre oligotrophe et eutrophe ;

- dystrophe : d'après VIVIER (1967) marque les eaux riches en matières chimiques pauvres en chaux ; pour HUSSON (1970), se dit des eaux de composition déséquilibrée, soit par l'absence d'une substance nécessaire aux biosynthèses, soit par la présence excédentaire d'une substance minérale ou organique et contenant une grande quantité d'acide humique ; selon P. DUVIGNEAUD (1974), traduit les eaux de tourbières très pauvres en éléments biogènes.

Les composantes examinées, les techniques utilisées* et les appareils employés* sont les suivants :

température	:	thermomètre PONSELLE
pH	:	pH mètre PONSELLE
conductivité électrique en μScm^{-1} cm ⁻¹ à 20 °C	:	conductimètre PONSELLE
oxygène dissous en mg/l	:	oxymètre PONSELLE
oxygène % saturation	:	à partir des tables PONSELLE
oxydabilité en mg/l	:	méthode au permanganate de potassium
DCO (demande chimique en oxygène) en mg/l	:	norme AFNOR T90 - 101
MeS en mg/l	:	norme AFNOR T90 - 105, filtration sur disque en fibre de verre
DBO ₅ (demande biochimique en oxygène en cinq jours) en mg/l	:	norme AFNOR T 90 - 103
Cl ⁻ en mg/l	:	volumétrie en nitrate mercurique (méthode de CLARKE)
Ca ⁺⁺ en mg/l	:	complexométrie avec acide EDTA
Mg ⁺⁺ en mg/l	:	complexométrie avec acide EDTA
Na ⁺ en mg/l	:	photométrie de flamme avec appareil Dr LANGE
K ⁺ en mg/l	:	photométrie de flamme avec appareil Dr LANGE

* S.R.A.E. - Nord - Pas-de-Calais

NO ₃ ⁻ en mg/l	:	méthode au salicylate de sodium norme AFNOR T 90 - 012
NO ₂ ⁻ en mg/l	:	diazotation sulfanilamide, norme AFNOR T90 - 013
NH ₄ ⁺ en mg/l	:	méthode au bleu d'indophénol, norme AFNOR T 90 - 015
SO ₄ ⁻⁻ en mg/l	:	méthode néphélométrique
PO ₄ ⁻⁻⁻ en mg/l	:	méthode au paramolybdate d'ammonium et tartrate double d'antimoine et de potassium

ions NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, SO₄⁻⁻, PO₄⁻⁻⁻ avec spectromètre PYE UNICAM SP6 - 350
Nous avons effectué les analyses sur les étangs et marais, celles des rivières
l'ont été par VERDEVOYE.

2. L'analyse phytosociologique

Les différentes associations étudiées et décrites ont été ordonnées
suivant les synsystèmes proposés par OBERDORFER en 1977 et par R. TÜXEN en 1975,
cependant, nous nous sommes également référés à l'énoncé des principales uni-
tés syntaxonomiques du nord de la France élaborée par GEHU en 1973 et à la
classification des associations des Pays-Bas de WESTHOFF et DEN HELD parue en
1969 et à notre travail de thèse de 1978.

2.1. Les groupements aquatiques

2.1.1. Les groupements d'hydrophytes flottants (*Hydrophyta natantia*)

. Classe des *Lemnetea* (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981

Quoique l'historique de cette classe ait été réalisé récemment par
SCOPPOLA dans ses "Considérations nouvelles sur les végétations (1981) des *Lemne-*
tea minoris (R. Tx 1955) em. Schwabe et R. Tx. 1981", nous nous attacherons à
en représenter les grandes lignes afin de mieux préciser les principaux schémas
synsystématiques admis et utilisés actuellement. RÜBEL en 1933 insère les peu-
plements de lentilles, qu'il avait déjà réunis le premier sous le nom de *Lem-*
no-Pleuston en 1930, dans l'alliance nouvelle de l'*Hydrocharion* (ordre des *Hy-*
drocharicetalia, classe des *Potamogetonetea* R. Tüxen et Preising, 1942). Mais
ce sont TÜXEN et KOCH qui en 1954 créent la classe des *Lemnetea* ne comportant
qu'un seul ordre (les *Lemnetalia*) et une seule alliance (le *Lemnion minoris*). Ce
pendant, d'autres auteurs comme SOO' (1957), NEUHAUSL (1959), réfutent l'exis-
tence de cette classe et continuent à rapporter les végétations d'hydrophytes
flottants à l'ordre des *Hydrocharicetalia* Rübél 1933. MIYAWAKI et J. TÜXEN (1960)
dans leur comparaison entre les *Lemnetea* d'Europe et du Japon, considèrent eux-
aussi l'existence d'un seul ordre les *Lemnetalia* avec une seule alliance en
Europe : le *Lemnion minoris* (et une seule alliance au Japon: le *Lemnion pauci-*
costae). OBERDORFER (1957), LOHMEYER et al. (1962), KRAUSCH (1964), WESTHOFF
et DEN HELD (1969), GEHU (1973), RIVAS-MARTINEZ (1974), ELLENBERG (1978),
MATUSKIEWICZ (1980) reprennent de système.

En 1964, DEN HARTOG et SEGAL, dans leur classification des grou-
pements aquatiques, reconnaissent à côté du *Lemnion minoris* une nouvelle al-
liance : le *Lemnion trisulcae*. PASSARGE (1964) introduit dans la classe l'or-
dre des *Hydrocharicetalia* comprenant l'*Utricularion vulgaris* all. nov., l'*Eu-*
Hydrocharition (Vierhapper) Rübél 1933 em., le *Lemnion minoris* W. Koch et
R. Tüxen 1954 et le *Ranunculion aquatilis* all. nov. NEDELCO (1967), puis HILBIG
(1971) distinguent dans les *Lemnetea* deux ordres : les *Lemnetalia* avec le
Lemnion minoris et les *Hydrocharicetalia* avec l'*Eu-Hydrocharicion* (ou l'*Hydro-*
charicion) dans lequel ils placent l'*Hydrocharicetum morsus-ranae* Van Langen-
donck 1935 .

En 1974, R. TÜXEN dans ses travaux sur les *Lemnetea* de l'Allemagne du nord-ouest, distingue dans les *Lemnetalia minoris* deux alliances : le *Lemmion gibbae* R. Tüxen et Schwabe 1972 et le *Lemmion trisulcae* Den Hartog et Segal 1964. Cette conception est reprise par STRASBURGER et HOMANN (1981), MERIAUX (1978), POTT (1980), BURRICHTER et coll. (1980).

D'autres schémas synsystématiques ont été par la suite élaborés : OBERDORFER (1977), PASSARGE (1978), R. TÜXEN (1980) (in SCHWABE et R. TÜXEN 1981), SCOPPOLA (1981), SCHWABE et R. TÜXEN (1981). Mais ce sont les schémas proposés par R. TÜXEN, R. TÜXEN et SCHWABE, et SCOPPOLA qui offrent le plus d'intérêt et semblent le mieux "adaptés à la réalité"

Schéma de OBERDORFER (1977)

Lemnetea R. Tüxen 1955
Lemnetalia minoris R. Tüxen 1955
Lemmion minoris R. Tüxen 1955
Ass. - Gruppe der Lemnaceen und Ricciaceen - Gesellschaften
Ass. - Gruppe der Hydrochariden - Gesellschaften

Schéma de PASSARGE (1978)

Lemnetea W. Koch et R. Tüxen 1955
Lemnetalia W. Koch et R. Tüxen 1955
Lemmion gibbae R. Tüxen et Schwabe 1974
Azollo-Salvinion (Slavnic 1956) all. nov.
Lemno-Riccion (R. Tüxen 1974) Passarge 1977
Lemno-Utricularietalia Passarge 1977
Utricularion vulgaris Passarge 1964
Hydrocharicetalia Rübél 1933
Hydrocharition Rübél 1933
Ceratophyllion Den Hartog et Segal 1964

Schéma de BARREAU (1982)

Lemnetea minoris W. Koch et R. Tüxen 1955
Lemnetalia minoris W. Koch et R. Tüxen 1955
Lemmion gibbae (R. Tüxen et Schwabe 1972) R. Tüxen 1974
Lemmion trisulcae (Segal 1963) R. Tüxen et Schwabe 1972
Hydrocharition Rübél 1933 em.

Schéma de A. SCHWABE et R. TÜXEN (1981)

Lemnetea minoris R. Tüxen 1955
Lemnetalia minoris R. Tüxen 1955
Lemmion gibbae R. Tüxen et A. Schwabe 1974 ap. R. Tüxen 1974 non de Lange 1972
Riccio fluitantis-Lemmion trisulcae R. Tüxen et A. Schwabe 1974 ap. R. Tüxen 1974 nom. nov. non Den Hartog et Segal 1964
Lemno minoris-Salvinion natantis Slavnic 1956 em.

Schéma proposé par R. TÜXEN 1980 (in Schwabe et R. Tüxen 1981) repris par SCOPPOLA (1981)

Lemnetea minoris (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981
Lemnetalia minoris (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981
Lemmion gibbae R. Tüxen et Schwabe in R. Tüxen 1974 em.
Riccio fluitantis-Lemmion trisulcae R. Tüxen et Schwabe
(in R. Tüxen 1974) 1981

Des différences concernant les associations constitutives apparaissent cependant entre ces deux auteurs. En effet, SCOPPOLA élimine le *Lemmetum trisulcae* (et sa vicariante géographique thermophile, le *Lemmo trisulcae-Salvinietum natantis*), mais distingue des groupements à *Lemma trisulca* et *Lemma minor* ne pouvant être rattachés à aucune alliance. D'autre part, elle considère -et nous la suivrons dans ce sens- *Azolla filiculoides* et *Wolffia arhiza* comme différentielles du *Lemmion gibbae*.

Nous appuyant sur des critères synfloristiques, synécologiques et synchronologiques, nous avons adopté ce schéma dans cette étude, mais en reconnaissant, comme SCHWABE et R. TÜXEN, l'existence du *Lemmetum trisulcae* mais aussi d'un groupement à *Lemma minor* n'appartenant à aucune des deux alliances. Le *Riccio-Lemmion trisulcae* est relativement proche, dans ce sens, du *Lemmion trisulcae* (Den Hartog et Segal 1964) em. R. Tüxen et Schwabe 1972.

1 * L'association à *Lemma gibba* L.

.....
Lemmetum gibbae (W. Koch 1954) Miyawaki et J. Tüxen 1960 em. Scoppola 1981
(tableau 1)

a) Localisation

Elle s'observe dans les étangs et marais nés d'affaissements miniers s'inscrivant dans les vallées de l'Escaut, de l'Hayne, de l'Hogneau et de la Deûle, dans quelques watergangs de la Plaine maritime flamande et en plusieurs points de la vallée de l'Authie.

b) Synphysionomie

La végétation à *Lemma gibba* s'étale à la surface des eaux formant d'épaisses et vastes nappes pouvant atteindre des superficies de l'ordre de l'hectare. Les faciès à *Azolla filiculoides*, quand ils existent, confèrent aux eaux une coloration sanguinolente et donnent au paysage un aspect très particulier.

c) Synfloristique

Organisation : Seule *Lemma gibba* peut être considérée comme caractéristique de l'association, elle est souvent abondante et peut former faciès. *Lemma minor*, constante dans l'association est, comme nous le verrons ultérieurement, toujours présente dans les autres associations d'hydrophytes flottants et doit être tenue pour caractéristique de l'ordre (*Lemmetalia*) et de la classe (*Lemnetea*). Les 4 autres espèces de pleuston figurant dans le tableau sont des différentielles de sous-associations ou de variantes.

Variations de l'association : L'association à *Lemma gibba* subit des variations assez sensibles, liées à la trophie des eaux et affectant sa composition floristique, quatre sous-associations ont été ainsi observées dans la région :

- la première, une sous-association à *Azolla filiculoides* (rel. 1 à 5), où la fougère d'eau peut former faciès (rel. 1 et 2), apparaît dans les eaux les plus minéralisées ;

- la seconde, la sous-association typique (rel. 6 à 21), est la plus pauvre en espèces (2) ;

- la troisième, une sous-association à *Spirodela polyrhiza* (rel. 22 à 30), définie par R. TÜXEN (1974), a été mise en évidence dans les étangs de la vallée de la Somme et un étang d'affaissement minier, elle correspond à des eaux moins minéralisées et très calmes ;

- enfin, la dernière, une sous-association à *Lemna trisulca* (rel. 31 et 32) s'installe, selon GEHU (1975), dans les eaux subissant un enrichissement en matières organiques et une diminution de la trophie.

Une variante thermophile à *Wolffia arrhiza* apparaît dans les sous-associations à *Azolla* (rel. 5), à *Spirodela* (rel. 2^o et 30) et à *Lemna trisulca* (rel. 32), elle correspond à des biotopes bien abrités où l'amplitude thermique est moins marquée.

La majorité des espèces appartient au groupe des subcosmopolites mais la présence d'une paléotropicale et d'une néotropicale, *Azolla filiculoides*, déjà remarquée par CARPENTIER (1936) à Vicoigne (59), doit retenir l'attention.

d) Syntaxonomie

Quoique BENNEMA (1943 et 1949 in R. TÜXEN 1974) ait décrit un *Wolfio-Lemnetum gibbae* et KOCH (1954) un *Lemno-Spirodeletum lemnetosum gibbae* montrant tous deux des analogies avec notre groupement -en particulier pour l'un avec les variantes à *Wolffia* et pour l'autre avec la sous-association à *Spirodela*- nous l'avons rapporté au *Lemnetum gibbae* (W. Koch 1954) Miyawaki et J. Tüxen 1960, modifié par SCOPPOLA (1981) qui insiste sur la présence de *Wolffia arrhiza* et *Lemna trisulca* dans l'association. Notons également que BRAUN-BLANQUET (1952 in R. TÜXEN 1971) a défini un *Lemno-Azolletum filiculoides*, modifié par SEGAL (1965), ayant des points communs avec notre sous-association à *Azolla* et principalement sa variante à *Wolffia*.

e) Synsystématique

MIYAWAKI et J. TÜXEN (1960), PASSARGE (1964), OBERDORFER et ses collaborateurs (1967), OBERDORFER (1970), HILBIG (1971) NEDELCO (1973), GEHU (1973 et 1975), RIVAS-MARTINEZ (1974) relie le *Lemnetum gibbae* au *Lemnion minoris* (W. Koch et R. Tüxen 1954) apud Oberdorfer 1957. R. TÜXEN (1974), voyant en *Lemna minor* une caractéristique d'ordre et de classe mais non d'alliance, le place dans le *Lemnion gibbae*, suivi en cela par POTT (1980), BURRICHTER et coll. (1980), nous avons opté pour ce schéma en considérant toutefois le *Lemnion gibbae* revue par SCOPPOLA (1981).

f) Synchorologie

En France, GEHU et WATTEZ (1965), dans la plaine alluviale maritime picarde, WATTEZ (1967 et 1968), dans le pays de Montreuil et dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde, GEHU et coll. (1975), dans la cuvette de Saint-Omer, mentionnent la végétation à lentille bossue dans des fossés de drainage ou des canaux ; FRILEUX (1977) note l'association dans les mares eutrophes du Pays de Bray, tandis que BARREAU (1982) mentionne la présence du *Lemno-Azolletum* (correspondant à notre *Lemnetum gibbae azolletosum*) dans les étangs des Dombes.

En Allemagne, PASSARGE (1964) dans les plaines du nord, OBERDORFER (1970) dans le sud-ouest, et HILBIG (1971) dans le sud-est, R. TÜXEN (1974) en Basse-Saxe, WIEGLEB (1977) dans le Harz et également en Basse-Saxe, ELLENBERG (1979) en Basse-Saxe orientale, ZAHLHEIMER (1979) dans la vallée du Danube, POTT (1980) en Westphalie ; en Belgique, VANDEN BERGHEM (1953) dans la vallée de l'Ourthe ; en Espagne, RIVAS-MARTINEZ (1974) dans les Asturies ; aux Pays-Bas, SEGAL (1965) WESTHOFF et DEN HELD (1969) ; en Roumanie, NEDELCO (1973) dans les régions planitiaires ; en Italie, SCOPPOLA (1981) dans les régions du "Lazio" et des "Abruzzo" ; en Pologne, MATUSKIEWICZ (1980), ont également répertorié le groupement qui a donc une distribution géographique très large, ce que soulignent également MIYAWAKI et J. TÜXEN (1960), précisant "Milieu de la Suède à la Haute-Italie et Roumanie (Banat) à l'ouest jusqu'en France et en Grande-Bretagne, à l'est jusqu'en Russie".

g) Synécologie

. facteurs biotiques

L'association à *Lemna gibba*, comme toutes les associations des *Lemnetea*, selon les conceptions actuelles, ne comportent que des hydrophytes flottants.

Les espèces compagnes, que ce soient des des hydrophytes fixés temporairement dans la vase comme *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, ou des hélophytes comme *Phragmites australis* ou encore des nanophanérophytes comme *Solanum dulcamara*, sont des points d'ancrage de l'association et leur présence conditionne son existence en temps qu'unité physiologique.

. facteurs abiotiques

Les données sur la synécologie de cette association sont nombreuses.

MIYAWAKI et J. TÜXEN (1960) positionnent le *Lemnetum gibbae* dans les zones eutrophes et riches en nitrates. GEHU (1963), considérant les mares de prairies, écrit "la présence de *Lemna gibba* n'est pas exceptionnelle dans ces mares mais correspond généralement à des conductivités élevées" et en 1975 à propos du *Lemnetum gibbae*, il nous indique "il témoigne d'une eutrophisation avancée des eaux et de leur charge minérale. Mais il disparaît des eaux les plus polluées, sujettes à la fermentation putride. Les variations de l'intensité de couverture de ces voiles et de leur extension, permettent de suivre qualitativement, au cours des saisons les modifications du phénomène d'eutrophisation... La réapparition éventuelle de *Lemna trisulca* dans un fossé peut être considérée comme un signe objectif d'amélioration".

OBERDORFER et ses collaborateurs (1967) confinent le *Lemnetum gibbae* dans les eaux sales et polluées et FRILEUX (1977) dans les eaux eutrophes et saumâtres. WIEGLEB (1978) attribue au *Lemnetum gibbae* le rôle d'indicateur des eaux riches en phosphates, azote et surtout ammonium.

Selon DETHIOUX et NOIRFALISE (1979), le *Wolffio-Lemnetum gibbae* analogue aux variantes à *Wolffia* de notre groupement (et plus particulièrement à celui de la sous-association à *Azolla filiculoides*) est une association thermophile, tributaire des eaux eutrophes et riches en nitrates fréquentées par les animaux. POTT (1980) lie l'association aux eaux riches en hydrogénocarbonates, riches à très riches en électrolytes, très riches en ammonium et en phosphates mais modérément riches en nitrates. Pour SCOPPOLA (1981), elle apparaît assez stable et largement répandue dans des eaux stagnantes ou des fossés et bassins de drainage artificiels riches en sels nutritifs et parfois pollués en nitrates.

Nous avons pour notre part, analysé les prélèvements d'eaux effectués au niveau de différents individus d'associations. Les résultats ont été consignés dans le tableau XXII, nous y avons adjoint, à titre comparatif, ceux de WATTEZ (1968), obtenus sur l'eau d'un *Spirodelo-Lemnetum* très proche de notre association, et les données de LANDOLT (1975) sur l'écologie de *Lemna gibba* en Amérique du Nord.

Nous avons également mesuré la conductivité au niveau du *Lemnetum gibbae spirodeletosum polyrhizae* qui peuple, çà et là, les fossés et les canaux ceinturant Gravelines (59), les valeurs obtenues oscillaient entre 970 et 1090 $\mu\text{S cm}^{-1}$, alors qu'elle était de 475 (et le pH de 7,2) pour les eaux baignant la même sous-association dans une anse de l'Authie à Colline-Beaumont.

La synthèse de ces indications nous permet de dégager l'écologie du *Lemnetum gibbae* dans la dition. La sous-association typique prospère dans les eaux eutrophes, fortement minéralisées -ce que confirment les mesures de conductivité de BOUZILLE (1981)- aux taux de calcium et de sodium généralement élevés,

TABLEAU XXII : RESULTATS D'ANALYSES D'EAUX CONCERNANT LE *LEMNETUM GIBBAE* ET *LEMNA GIBBA*

MERIAUX (1975) Etangs d'affaissements miniers						WATTEZ (1968) plaine alluviale picarde	LANDOLT (1975)
	<i>Lemnetum gibbae</i> s/a. à Azolla	<i>Lemnetum gibbae</i> s/a. typique				<i>Wolffio-Lemnetum gibbae</i> <i>Lemno-Spirodeletum</i>	<i>Lemna gibba</i>
Localités	Marais de la Canarderie 24/4/75 17h30	Etang Chabaud-Latour 24/7/75 18 h	Etang a d'Amaury 28/7/75 11h30	Etang b de Carvin 9/9/75 11 h	Etang b d'Amaury 28/7/75 11h30	Canal de drainage dans le Marquenterre (80)	Amérique du Nord 15 stations
pH	7,5	7	8,8	7,4	7,3	8,7	8,2 (7,4-9,8)
Conductivité en μScm^{-1}	3374	2167	2120,8	1051	944,2	2881	930 (200-2600)
Minéralisation en mg/l	2559	1643,6	1608,7	797,2	716,2		
Ca ⁺⁺	364,7 18,19	228,5 11,40	196,6 9,81	47,1 2,35	55,1 2,74	136,8 6,82	40 (6,5-115) 1,99
Mg ⁺⁺	129,5 10,65	21,7 1,78	18,2 1,49	28,4 2,33	20,1 1,65	79,7 6,55	6,6 (7,1-1) 0,04
K ⁺	35,2 0,90	11,3 0,28	12,1 0,30	9,8 0,25	11 0,28	18,9 0,48	15 (3,4-30) 0,38
Na ⁺	302,5 13,15	125,6 5,46	112,2 4,87	112,5 4,89	72,7 3,16	372,6 16,20	250 (28-850) 10,87
SO ₄ ⁻⁻	1000 20,82	310 6,45	390 8,11	165 3,43	58 1,20		
Cl ⁻	650 18,33	775 21,85	624 17,59	200 5,64	210 5,92		
	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l
	eau eutrophe excessivement minéralisée, fortement cal- cique, magné- sienne, po- tassique, so- dique, sulfatée et chlo- rurée pou- vant être assimilée à une eau saumâtre	eau eutrophe, fortement minéralisée, très calci- que, sodique, sulfatée et chlorurée (correspondrait à des eaux dystrophes calciques si l'on s'en tient à la dé- finition de la dystrophie de HUSSON (1970) eau sub-saumâtre	eau d'alca- linité moyen- ne	eau eutrophe, bien minéra- lisée, sodi- que, sulfatée et chlorurée	eau eutrophe bien minéra- lisée, sodi- que et chlo- rurée	selon WATTEZ eau eutrophe saumâtre	selon LANDOLT eaux riches en calcium, magnésium, sodium mais aussi en phos- phates et nitrates

La teneur en chlorures et en sulfates est le signe d'une pollution industrielle très importante (mines pour le Marais de la Canarderie et l'étang

pouvant être également très riches en sulfates et en chlorures (donc résistant bien à ce genre de pollution). La sous-association à *Azolla filiculoides* correspond aux teneurs en sels biogènes les plus fortes, aux eaux pouvant être qualifiées de saumâtres alors que les sous-associations à *Spirodela polyrhiza* et surtout à *Lemna trisulca* s'installent dans les eaux moins chargées.

La plupart des résultats de LANDOLT, particulièrement les valeurs maximales, viennent corroborer les nôtres : ses valeurs inférieures signifiant vraisemblablement que les prélèvements ont été effectués au niveau de la sous-association à *Lemna trisulca* ou d'unités taxonomiques différentes comme le *Spirodeletum polyrhizae*.

h) Aspects biocœnotiques

Les anatidés consomment la lentille bossue et tendent ainsi, lorsqu'ils sont nombreux, à limiter l'extension du *Lemnetum gibbae*. Les chasseurs connaissent cela et, en automne, ils nourrissent leurs "appelants" avec les espèces du *Lemnetum gibbae* - *Lemna gibba* et *Lemna minor* - qu'ils prélèvent en grande quantité à l'aide d'un râteau à dents très serrées ou avec une sorte de tamis à mailles fines - Ces ponctions répétées sont favorables à l'association, ils en permettent une régénération continue. Cette utilisation du *Lemnetum gibbae* permet une diminution de la pollution organique et minérale engendrée par l'accroissement de biomasse des lentilles elles-mêmes, qui croissent très vite dans ces milieux initialement riches en matières nutritives et provoquent une augmentation très rapide de la trophie lors de leur mort. La démonstration de ce processus avec les interactions des anatidés a été faite en Allemagne (Communication orale de CARBIENER, 1977).

i) Intérêt pratique

L'apparition du *Lemnetum gibbae* marque une eutrophisation du milieu, son extension est le reflet d'une pollution croissante en nitrates, chlorures et ammonium, il peut avoir valeur de bio-indicateur. Toutefois, il disparaît dans les eaux les plus polluées.

2* L'association à *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.

Spirodeletum polyrhizae (Kelhofer 1915) W. Koch 1954 em. R. Tüxen et Schwabe 1974 ap. R. Tüxen 1974 (tableau 2)

a) Localisation

La végétation à *Spirodela polyrhiza*, peu répandue, prend place dans plusieurs étangs des vallées de la Sensée et de la Somme, où elle s'installe ponctuellement dans des eaux calmes, dans des diverticules courts servant à l'amarrage des barques-, et dans quelques étangs d'affaissements miniers.

b) Synphysionomie

Elle réalise des "flaques" souvent homogènes mais dépassant rarement quelques mètres carrés. Celles-ci, nous le verrons ultérieurement sont quasi-régulièrement "associées" au groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*.

c) Synfloristique

Organisation : En dehors de l'espèce caractéristique, *Spirodela polyrhiza*, le tableau comporte 4 espèces des unités supérieures (*Lemnion gibbae*, *Riccio-Lemnion trisulcae* et *Lemnetea*) dont 3 ont valeur de différentielles de sous-association, 3 espèces compagnes complètent le tableau.

Variations de l'association : Plusieurs sous-associations dépendantes de la composition physico-chimique des eaux ont été dégagées et ressortent dans la représentation du tableau.

- une sous-association à *Lemma gibba* définie par R. TÜXEN (1974) où *Spirodela polyrhiza* forme faciès (rel. 1) ;
- une sous-association typique (rel. 2 à 9) comportant une variante type (rel. 2 à 7), limitée à deux espèces : *Spirodela polyrhiza* et *Lemma minor*, et une variante thermophile à *Wolffia arrhiza* (rel. 8 et 9) ;
- une sous-association à *Lemma trisulca* (rel. 10 à 13), décrite par KAPP et SELL (1965) en Alsace par GEHU et coll. (1975) dans le Marais de Saint-Omer et ZAHLHEIMER (1979) dans la plaine du Danube où *Lemma minor* peut être l'espèce dominante et qui n'est pas sans rappeler la sous-association à *Lemma trisulca* du *Spirodela-Lemnetum minoris* énoncée par KRAUSCH (1964) en Allemagne. L'arrivée de *Riccia fluitans* traduit un apport en matières humiques (rel. 12). Cette sous-association montre une variante type (rel. 10 à 12) et une variante thermophile à *Wolffia arrhiza*.

d) Syntaxonomie

La végétation à *Spirodela polyrhiza* est connue des auteurs depuis longtemps, déjà en 1915, KELHOFER (in R. TÜXEN 1974), décrit un *Lemnetum polyrhizae* dont *Spirodela polyrhiza* est l'espèce typique.

Cette description était reprise plus tard par W. KOCH (1954) qui définit un *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* repris et modifié par R. TÜXEN et SCHWABE (1974 in R. TÜXEN 1974) sous le nom de *Spirodeletum polyrhizae* après que ces auteurs aient sorti du tableau de KOCH les relevés avec *Salvinia natans*. SCOPPOLA (1981) revoit l'association, insiste sur son caractère bistratifié avec *Lemma trisulca* en strate submergée et amende le *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* (Kelhofer 1915) W. Koch 1954. Le tableau du groupement dans la dition, nos observations en Lorraine et en Alsace, nous conduisent à opter pour la conception de R. TÜXEN (1974).

Remarquons également que T. MÜLLER et GÖRS proposent un *Spirodela-Lemnetum minoris*, reconnu par KRAUSCH (1964), SEGAL (1965), KAPP et SELL (1965), WATTEZ (1967 et 1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969), OBERDORFER (1970), HILBIG (1970 et 1971), DECORNET (1978), DETHIOUX et NOIRFALISE (1979), qui n'est pas sans offrir une certaine similitude avec notre groupement.

e) Synsystématique

R. TÜXEN (1974 et 1975) énonce le *Spirodeletum polyrhizae* comme étant la seconde association constitutive du *Lemnion gibbae*, nous nous rangerons à cet avis, mais signalons toutefois que PASSARGE (1964) et NEDELCO (1973) le rattachent au *Lemnion minoris*.

f) Synchorologie

Le groupement à *Spirodela polyrhiza* a été répertoriée en France par GEHU et WATTEZ (1965) dans la plaine maritime picarde, KAPP et SELL (1965) dans la région de Strasbourg, WATTEZ (1967 et 1968) dans le pays de Montreuil et les marais arrière-littoraux de la Plaine maritime picarde, FRILEUX (1977) dans le pays de Bray, DECORNET (1978) en Moselle, FELZINES (1982), dans le centre-est du pays.

Il est cité en Allemagne du nord-est par PASSARGE (1964), dans la région du Lac de Stechlin par KRAUSCH (1964), dans le sud-est par OBERDORFER (1967 et 1970) et HILBIG (1970 et 1971), dans la vallée de la Hase par R. TÜXEN (1974), dans le pays de Frise par DIERSCHKE et R. TÜXEN (1975) ; en

Basse-Saxe par WIEBLEB (1978) ; en Westphalie par POTT (1980) ; dans la vallée de l'Ems par BURRICHTER et coll. (1980) ; aux Pays-Bas dans le Zeeland par DEN HARTOG (1963) ; en Pologne par MATUSKIEWICZ (1980) et plus précisément dans la région de Varsovie par TOMASZEWIC (1968) ; en Roumanie dans la région de Bals par PAUN (1966) et dans les régions planitiaires par NEDELICU (1963).

En raison du caractère cosmopolite de sa flore, le groupement s'étend sur la majeure partie de la plaine européenne. R. TÜXEN (1975) souligne la concomitance de son aire de répartition et de celle du *Myriophyllo-Nupharetum*.

g) Synécologie

. facteurs biotiques

Le nénuphar jaune, *Nuphar lutea*, peut servir de fixateur à l'association à *Spirodela*, il en est de même des espèces reliques du *Myriophyllo-Nupharetum* : *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*.

. facteurs abiotiques

L'association ne se révèle que dans les sites bien dégagés (étang St-Pierre dans la vallée de l'Hogneau, clairs de Wasnes-au-Bac et de Palluel dans la vallée de la Sensée, étang de Brié dans la vallée de la Somme) et montre donc une nette tendance à l'héliophilie.

Elle a un développement optimal dans les anses calmes peu profondes (0,20 m), au fond vaseux comme c'est le cas dans les clairs de Palluel et de Wasnes-au-Bac où l'eau a été analysée. (tableau XXIII)

TABLEAU XXIII : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DU *SPIRODELETUM POLYRHIZAE*

	s/a. à <i>Lemna trisulca</i>		s/a typique	
Localités	Grand Clair de Wasnes-au-Bac 28/7/75 13 h		Grand Clair de Palluel 9/9/75 15 h	
pH	7,1		7	
Conductivité en $\mu S cm^{-1}$ cm ²	406		442	
Minéralisation en mg/l	290,6		316,5	
Ca ⁺⁺	27,1	1,35	46,1	2,30
Mg ⁺⁺	15,3	1,26	10,8	0,89
K ⁺	4,7	0,12	4,4	0,11
Na ⁺	16,3	0,71	17,1	0,74
SO ₄ ⁻⁻	29	0,60	39	0,81
Cl ⁻	34	0,96	22	0,62
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l

La sous-association typique apparaît également, à l'abri des feuilles flottantes de *Nuphar lutea*, dans les biotopes plus profonds (0,30 m-0,60 m) où la conductivité, mesurée à l'étang Wagnier le 24/775 était de $723 \mu S cm^{-1}$ et la minéralisation de 517,6 mg/l. Nous avons remarqué la sous-association à *Lemna gibba* à Gravelines (59), la conductivité de l'eau évaluée le 22 octobre 1976 était de $950 \mu S cm^{-1}$, la minéralisation de 680 mg/l. Le *Spirodeletum polyrhizae* dans la dition se voit donc dans les eaux dont la conductivité oscille entre 406 et $950 \mu S cm^{-1}$ elles sont eutrophes, parfois méso-eutrophes. Ces résultats correspondent à ceux de WIEBLEG (1978), de POTT (1981), de SCOPPOLA (1981). En effet, POTT (1980) mentionne l'association dans les eaux modérément à très riches en hydrogénocarbonates, à amplitude étroite -mais aux limites assez élevées- pour la conductivité et à teneur moyenne en phosphates, ammonium et nitrates. Et, pour SCOPPOLA (1981), elle possède le maximum de potentialité dans les eaux mésotrophes jusqu'à relativement eutrophes, ensoleillées et calmes. Mais ils s'opposent à ceux de KAPP et SELL (1965) qui ont mis en relief un *Spirodelo-Lemmetum*, très proche de notre association, avec une sous-association typique dans les eaux méso- et oligotrophes et une sous-association à *Lemna trisulca* dans les eaux eutrophes.

h) Syndynamique

L'évolution du groupement est axée sur l'atterrissement par l'intermédiaire de l'association à *Sagittaria sagittifolia* et *Sparganium emersum*.

i) Aspects biocoenotiques

A Wasnes-au-Bac, les chasseurs prélèvent pour leurs canards colverts d'élevage, le *Spirodeletum* qu'ils dénomment dans leur patois local "pain d'annette" ou "ramanette" (orthographe indéfinies).

3* L'association à *Lemna trisulca* L.

.....
Lemmetum trisulcae (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers 1962 (tableau 3)

a) Localisation

L'association apparaît aussi bien dans les étangs et marais anciens des vallées de la Sensée et de la Somme, que dans les étangs récents du Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais où elle est commune. Elle est également fréquente dans les mares prairiales de l'Avesnois et de la Flandre intérieure.

b) Synphysionomie

Elle est dans la majeure partie des cas ponctuelle et ne couvre de grandes surfaces qu'à la base des faciès à *Phragmites australis* du *Scirpo-Phragmitetum* sur un groupement à *Ceratophyllum demersum* (étang Chabaud-Latour et étang de la Fosse St-Pierre), mais on doit alors parler de superpositions d'associations. Elle réalise un véritable feutrage, épais parfois de plusieurs centimètres, sous la surface des eaux utilisant assez régulièrement les espèces de la strate infra-aquatique comme point de fixation.

c) Synfloristique

Organisation floristique : le tableau 3 nous indique l'existence de 8 espèces des *Lemmetea*. Outre l'espèce caractéristique, *Lemna trisulca*, et l'espèce d'ordre et de classe, *Lemna minor*, qui peuvent dominer physionomiquement le groupement, il comporte également 6 espèces d'alliance ou de classe ayant valeur de différentielles de sous-associations ou de variante. Les espèces hydrophytiques enracinées, héliophytiques et les algues, fixées ou détachées, mêlées aux lentilles, sont les compagnes du groupement.

Variations de l'association : la modification des facteurs abiotiques engendre des changements de composition floristique. Les variations enregistrées ont valeur de sous-association ou de variante.

Les eaux les plus minéralisées marquent la limite de l'association, elles se traduisent par l'apparition de *Lemna gibba* (rel. 1 à 3) et même d'*Azolla filiculoides* (rel. 1) que GEHU et coll. (1975) ont identifié à Saint-Omer.

La diminution du taux de minéralisation, les eaux calmes à fond vaseux favorisent l'installation d'une sous-association à *Spirodela polyrhiza* (rel. 4 à 8) distinguée par R. TÜXEN (1974 et 1975).

La matière organique, fournie par la décomposition des fanes des roseaux et des feuilles de *Salix*, a un pouvoir de rétention cationique élevé ce qui entraîne une "purification" des eaux favorable à la sous-association typique (rel. 9 à 25).

L'enrichissement en matières humiques, une circulation lente des eaux sont les critères d'établissement de la sous-association à hépatiques flottantes : *Riccia fluitans* et *Ricciocarpus natans* (rel. 26 à 30).

Une variante thermophile à *Wolffia arrhiza* se remarque au niveau des trois premières sous-associations (rel. 1 à 3, rel. 4 et 5, rel. 9 et 10).

d) Syntaxonomie

Ce groupement n'est pas sans rappeler le *Lemnetum minoris* décrit par OBERDORFER (1957), puis par Th. MÜLLER et GÖRS (1960) et le *Lemnetum minoris-trisulcae* R. Tüxen 1955, 1956 (in R. TÜXEN 1974), mais sa structuration et sa composition correspondent à l'association décrite par KELHOFER (1915) puis revue par KNAPP et STOFFERS (1962). Nous ne suivrons pas, en effet, SCOPPOLA (1981) qui n'accorde à *Lemna trisulca* -en raison de sa grande amplitude écologique- qu'un rôle de caractéristique de l'ordre, et qui serait à l'origine d'un groupement né de la dégradation et de l'appauvrissement d'une association du *Lemnion gibbae* ou du *Riccio-Lemnion trisulcae*. Elle est suivie en cela par WEBER-OLDECOP (1970-1971) -qui parle de "Reinbenstand von *Lemna trisulca*"- et ZAHLHEIMER (1979). Mais nous considérons ce groupement suffisamment stable dans le temps pour en faire une association autonome.

Des descriptions très voisines ont été composées par SOO' (1927), DEN HARTOG (1963), DEN HARTOG et SEGAL (1964), R. TÜXEN et SCHWABE (1972 in R. TÜXEN 1974).

e) Synsystématique

La position du *Lemnetum trisulcae* varie selon les auteurs. Ainsi GEHU (1973 et 1975) intègre le *Lemnetum trisulcae* dans le *Lemnion minoris* W. Koch et R. Tüxen 1954 apud Oberdorfer 1957. R. TÜXEN (1974) en fait une association du *Lemnion trisulcae* (Den Hartog et Segal 1964) em. R. Tüxen et Schwabe 1972 suivi en cela par POTT (1980), BURRICHTER et coll. (1980). PAS-SARGE (1978) le rattache au *Lemnion gibbae* R. Tüxen et Schwabe 1974. SCHWABE et R. TÜXEN (1981) l'insèrent dans le *Riccio fluitantis-Lemnion trisulcae* (R. Tüxen et Schwabe 1974 apud R. Tüxen 1974) Schwabe et R. Tüxen 1981, repris par SCOPPOLA (1981) sous le terme de *Riccio fluitantis-Lemnion trisulcae* R. Tüxen et Schwabe (in R. Tüxen 1974) 1981.

L'écologie du groupement, sa physionomie, sa composition floristique nous permettent d'adopter cette dernière position.

f) Synchrologie

En France, l'association est citée dans le nord "comme irrégulièrement répartie" par GEHU (1973) qui l'a plus précisément relevée dans la cuvette de St-Omer (1975), dans le Pays de Bray par FRILEUX (1977), en Lorraine par MERIAUX (1981), dans le Nivernais et le Bourbonnais par FELZINES (1982).

En Allemagne, elle est inventoriée par Th. MÜLLER et GÖRS (1960), PASSARGE (1964), dans le nord-est, RUNGE (1971) dans le Kinkel, R. TÜXEN (1974) dans la vallée de la Hase, WIEBLEG (1977) dans le Harz, POTT (1980) en Westphalie, BURRICHTER et coll. (1980) dans la vallée de l'Ems, GLAVAC et RAUS (1981) dans la région de Kassel, aux Pays-Bas par DEN HARTOG (1963) et SEGAL (1964), en Pologne par LINDER (1964), dans la région de Bialowieza et PODBIELKOWSKI (1970) dans la dépression de Mazowsze.

Des auteurs ne reconnaissant pas le *Lemnetum trisulcae* mentionnent toutefois l'espèce, ce qui laisse pressentir de l'existence de l'association dans le territoire considéré : WATTEZ (1968) dans la plaine alluviale picarde, OBERDORFER (1970) dans le sud de l'Allemagne. D'autres, citent un groupement ou une formation à *Lemma trisulca* : WEBER-OLDECOP (1970-1971) en Basse Saxe, ZAHLHEIMER (1978) dans la vallée du Danube en Allemagne, SCOPPOLA (1981) en Italie centrale.

L'aire de répartition du *Lemnetum trisulcae* est donc vaste et recouvre toute l'Europe.

g) Synécologie

. facteurs biotiques :

Parmi les hydrophytes flottants, on remarque la présence de deux hépatiques et d'un ptéridophyte.

Les espèces fixatrices à l'origine de la formation d'individus d'association ponctuels sont des hydrophytes enracinés (*Ceratophyllum demersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton trichoides*), des géophytes rhizomateux (*Phragmites australis*), des hélrophytes (*Carex acutiformis*, *Carex riparia*). Leur présence, là où existe un mouvement d'eau -aussi faible soit-il- est la condition indispensable à l'existence du *Lemnetum trisulcae* individualisé physiologiquement.

. facteurs abiotiques :

GEHU (1975) voit l'association dans les eaux les moins minéralisées, il estime qu'elle se développe "dans les eaux assez claires et peu (ou pas) polluées". POTT (1980) la décrit dans les eaux modérément riches en hydrogénéocarbonates, à forte concentration en gaz carbonique et spécialement les eaux de conductivité faiblement élevée, pauvres en nitrates et en ammonium. STRASBURGER et HOMAN (1981) la relie aux eaux d'alcalinité mesurée.

Pour OBERDORFER (1970) *Lemma trisulca* croît dans les eaux méso-eutrophes. Pour SCOPPOLA (1981) l'optimum de *Lemma trisulca* est associé à la lumière faible, dans les eaux froides très riches en gaz carbonique dissous et bien oxygénées. L'eau de deux stations a été analysée, et des mesures de conductivité et de pH ont été effectuées au niveau d'autres individus de la sous-association type ; les résultats ont été regroupés dans le tableau XXIV. Ils concordent pour la sous-association typique avec ceux des auteurs. Les eaux baignant le *Lemnetum trisulcae* sont méso-eutrophes à eutrophes ; elles peuvent supporter des pollutions en chlorures (sous-association à *Lemma gibba*), et sont froides et bien oxygénées.

TABLEAU XXIV : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DU *LEMNETUM TRISULCAE*

	s./a. typique	s./a. à <i>Lemna gibba</i>			
				(présence de <i>Wolffia</i>)	(présence d' <i>Azolla</i>)
Localités	Marais du Bas à Arleux 28/7/75 16 h 30	Etang Wagnier 24/7/75 16 h	Etang Wagnier 24/7/75 16 h 30	Etang a du Calvaire du Jubilé 24/7/75 15 h	Etang St-Pierre 24/7/75 17 h
pH	8			6,9	
Conductivité en $\mu\text{S cm}^{-1}$	437,1	624	627,3	675,7	699,6
Minéralisation mg/l	312,8	446,7	449,1	483,7	500,4
Ca ⁺⁺	42,1 2,10			43,1 2,15	
Mg ⁺⁺	13,3 1,09			17,6 1,44	
K ⁺	3,3 0,08			7 0,18	
Na ⁺	14,3 0,62			43,5 1,89	
SO ₄ ⁻	30 0,62			175 4,9	
Cl ⁻	32 0,90			65 1,83	
	mg/l meq/l			mg/l meq/l	
	eau méso-eutrophe, la filtration de l'eau par la tour- be entraîne une diminution de taux de calcium des eaux issues de la nappe de la craie.	←		eaux eutrophes →	
				l'excès de SO ₄ ⁻ pro- vient de l'oxydation de la pyrite des schistes utilisés comme remblai l'abaissement du pH est en relation avec les fermentations organiques estivales (pH 7,2 en juin)	

h) Syndynamique

L'examen des ceintures d'hélophytes et des espèces compagnes du groupement éclaire sur l'évolution ultérieure : faciès à *Typha latifolia* et à *Phragmites australis* du *Scirpo-Phragmitetum* et *Caricetum ripario-acutiformis* seront les diverses formes d'atterrissement de l'association.

i) Intérêt pratique

GEHU (1975 et communication orale 1977) considère la réapparition du *Lemna trisulca* dans les eaux "comme un signe objectif d'amélioration" de leur qualité. Nous avons constaté cela : l'apparition d'une sous-association à *Lemna trisulca* du *Lemnetum gibbae* suivie par la substitution de cette association par le *Lemnetum trisulcae* a valeur d'indication de modification profonde de la trophie des eaux et d'une épuration certaine.

4* L'association à *Ricciocarpus natans* L.

.....
Ricciocarpetum natantis (Segal 1963) em. R. Tüxen 1974 (tableau 4)

Les données dont nous disposons sur ce groupement sont fragmentaires aussi, considérons-nous notre travail en tant qu'apport à une meilleure connaissance de la végétation à *Ricciocarpus natans*.

a) Localisation

Cette association est très rare dans notre région ; nous en avons localisé trois stations dans la vallée de la Sensée, le Grand Clair de Wasnes-au-Bac, le Petit Béquerel et le Grand Béquerel à Ecourt-St-Quentin, où elle prospère dans les petites "clairières" des roselières à *Phragmites australis* et des cariçaies à *Carex paniculata*, à *Carex acutiformis* et *Carex riparia*, et nous l'avons trouvée dans le massif forestier de St-Amand à la Mare à Goriaux où elle végète à l'abri des phragmitaies et dans les fossés de la série de la Scarpe.

b) Symphysionomie

Dans le groupement tel que nous le connaissons, l'espèce caractéristique *Ricciocarpus natans* est éparse et manque d'être confondue avec la petite lentille d'eau si on n'y prend garde. Le groupement subsiste, en période d'étiage, sur la vase après la baisse des eaux.

c) Synfloristique

Organisation : Le tableau élaboré montre 5 espèces : la caractéristique d'association, 2 espèces ayant valeur de différentielles de sous-association, *Lemna trisulca*, d'une part et *Riccia fluitans* d'autre part, et deux caractéristiques d'ordre et de classe (*Lemnetalia* et *Lemnetea*) *Lemna minor* et *Spirodela polyrrhiza*. *Lemna gibba* et *Wolffia arhiza* sont absentes de l'association.

Variations : Celles-ci sont l'expression de la richesse en matières nutritives du milieu, de son ensoleillement et se définissent ainsi :

- une sous-association à *Lemna trisulca* au caractère hélophile marqué, dans les eaux les plus riches, calmes, subissant une emersion prolongée l'été (rel. 1) ;

- une sous-association typique limitée à la coexistence de *Ricciocarpus natans* et de *Lemna minor*, dans les eaux limpides, peu profondes, sulfatées, au substrat réalisé par une mince pellicule de vase masquant un fond de schistes apportés ou de sables landéniens (rel. 2 à 4) ;

- une sous-association à *Riccia fluitans* installée à proximité de griffons d'alimentation, en position ombragée, subissant, l'automne, un apport en matières humiques (rel. 5 et 6).

Caractères de la flore : Le spectre de dispersion géographique est le suivant :

- . cosmopolites : 42,9 % (dont tempérées 48,5 %)
- . subcosmopolites : 57,1 %

d) Syntaxonomie

MIYAWAKI et J. TÜXEN (1960), ELLENBERG (1963), PASSARGE (1964), KAPP et SELL (1965), WESTHOFF et DEN HELD (1969), HILBIG (1971) font de *Riccio-carpus natans* une caractéristique du *Riccietum fluitantis* Slavnic 1956.

SEGAL (1963) distingue une association autonome : le *Ricciocarpus-Lemnetum* qu'il intègre au *Lemmion minoris*.

R. TÜXEN (1974) redéfinit le groupement qu'il dénomme *Ricciocarpetum natantis*. Utilisant les critères écologiques, biologiques et physiologiques de notre association, nous nous rattachons à cette formule reconnue également par PASSARGE (1978), POTT (1980), SCOPPOLA (1981), mais refusée par d'autres auteurs comme Th. MÜLLER (in OBERDORFER 1977), PHILIPPI (1978).

e) Synsystématique

SEGAL (1963 et 1968) insère le *Ricciocarpetum natantis* dans le *Lemmion minoris*, alors que R. TÜXEN (1974) le place dans le *Lemmion trisulcae*. Dans la conception récente de la classe, SCHWABE et TÜXEN (1981), SCOPPOLA (1981) l'intègrent au *Riccio-Lemmion trisulcae*, nous les suivrons en cela.

f) Synchorologie

La rareté de l'espèce, sa petite taille la faisant passer inaperçue, expliquent le peu d'indications que nous ayons sur une aire de répartition qui reste à déterminer.

En France, dans la région de Strasbourg, les relevés du *Riccietum fluitantis* de KAPP et SELL (1965) appartiendraient en fait au *Ricciocarpetum natantis*, sous-association typique et sous-association à *Riccia fluitans* dénommée par R. TÜXEN (1975).

En Allemagne, la végétation à *Ricciocarpus* est citée par Th MÜLLER et GÖRS (1960), ELLENBERG (1963), PASSARGE (1964), PHILIPPI (1969), WIEGLEB (1976), POTT (1978), STRASBURGER et HOMANN (1981). En Italie, l'association est connue de PEDROTTI (1979), SCOPPOLA (1981) et aux Pays-Bas de SEGAL (1963) DEN HARTOG et SEGAL (1964). En Suisse, ALBRECHT-ROHNER (1968) la mentionne dans le Jura et dans des mares intra-forestières de la région de Zürich ; dans son étude des hépatiques de Suisse, il l'indique en Europe centrale.

Si l'on s'en tient à WATSON (1955) et AUGIER (1966), qui en font une cosmopolite, l'aire de répartition doit être vaste et englobe l'Europe toute entière.

g) Synécologie :

L'écologie générale de *Ricciocarpus natans* a été définie par ALBRECHT-ROHNER (1968) pour qui l'espèce peuple les eaux stagnantes des étangs mais aussi les fossés, s'abritant, isolée au sein de lemmacées, entre les pieds de *Phragmites* ou de *Typha* et peut vivre sur la terre humide en période estivale.

Selon WIEBLEG (1976), le *Ricciocarpetum natantis* dans sa forme la plus typique se développe dans les eaux à teneur réduite en CO², teneur qui augmente lorsque le passage s'effectue vers la sous-association à *Riccia fluitans*, ce que confirme SCOPPOLA (1981). POTT (1980) le note dans les milieux pauvres en phosphates, modérément riches en nitrates, mais pouvant posséder une très forte teneur en ammonium. Comme SCOPPOLA (1981), nous placerons l'association dans les eaux oligo-mésotrophes à faiblement eutrophes pouvant tolérer un réchauffement estival.

Nous entrevoyons une distinction possible entre les deux associations d'hépatiques flottantes au niveau des besoins photiques et de la teneur en matières humiques, il nous semble en effet que le *Ricciocarpetum natantis* prospère mieux dans les eaux éclairées, alors que le *Riccietum fluitantis* trouve des conditions optimales dans les mares ou fossés sous couvert forestier où l'apport de substances humiques sera aussi plus substantiel.

h) Syndynamique

A la suite d'observations menées sur plusieurs années, KAPP et SELL (1965) ont montré que leur sous-association à *Lemma trisulca* conduit au *Myriophyllo-Nupharetum* alors que la sous-association typique, en contact avec un *Potamogeto-Ranunculetum fluitantis*, dérive de la précédente, là où existe un courant, donc une meilleure oxygénation des eaux. Les biotopes à *Ricciocarpetum natantis* de la dition sont colonisés par le *Scirpo-Phragmitetum* faciès à *Phragmites australis* ou le *Caricetum paniculatae*.

i) Problème de protection

L'association, déjà très rare dans la dition, est en nette régression. Des 3 stations répertoriées à la Mare à Goriaux en 1972, une seule subsiste actuellement. Nous la connaissons, ponctuelle, dans des fossés de drainage serpentant parmi des cariçaies intra-forestières (Massif de St-Amand), mais leur canalisation par le bétonnage, leur totale transformation par installation de drains couverts, entraîneront là aussi, si on n'y prend pas garde, la disparition complète, à plus ou moins brève échéance, du groupement. Sa protection apparaît nécessaire.

5* L'association à *Riccia fluitans* L.

.....
Riccietum fluitantis (Slavnic 1956) em. R. Tüxen 1974 (tableau 5)

a) Localisation

Nous l'avons relevée dans le Petit Marais à Arleux, le Marais de l'Epaix à St-Saulve, et à la Mare à Goriaux à Raismes, mais nous la connaissons dans des dépressions et des fossés intra-forestiers où elle a une croissance optimale.

b) Synphysionomie

Les *Riccia* sont agglomérées en amas flottants sous la surface des eaux ; sous couvert forestier (rel. 4), elles peuvent former un feutrage dense. Cette structuration est parfaitement réalisée dans des cuvettes au sein des peuplements de *Pinus sylvestris*, installés sur sables landéniens, dans les forêts domaniales de St-Amand et de Raismes.

Le groupement en période de sécheresse persiste sur le substrat vaseux.

c) Synfloristique

L'association se limite à 4 espèces pleustoniques auxquelles on peut joindre *Ricciocarpus natans* dans les biotopes où la luminosité s'accroît et où le taux de matières humiques décroît - mis en évidence hors du territoire considéré et correspondant à une sous-association décrite par TÜXEN (1974). La présence de *Lemna trisulca* n'est aucunement incompatible avec celle des Hépatiques, elle est le reflet d'un léger apport de matières organiques ; quant à *Lemna minor* son amplitude écologique est telle, qu'elle n'a aucune signification précise.

d) Syntaxonomie

SLAVNIC (1956) a élevé au rang d'association les populations à *Riccia fluitans*. TÜXEN (1974) en a modifié le sens initial en y intégrant le *Riccietum rhenanae* Knapp et Stoffers 1962 p.p.. Nous assimilerons nos végétations à ce *Riccietum fluitantis* (Slavnic 1956) em. R. Tüxen 1974.

e) Synsystématique

ELLENBERG (1963), PASSARGE (1964), KAPP et SELL (1965), WESTHOFF et DEN HELD (1969), HILBIG (1971), NEDELCO (1973), ZAHLHEIMER (1979), intègrent le *Riccietum fluitantis* au *Lemnion trisulcae* Den Hartog et Segal 1964. Toutefois, nous nous accorderons à suivre SCHWABE et TÜXEN (1981) ainsi que SCOPPOLA (1981) qui l'insère dans le *Riccio-Lemnion trisulcae*.

f) Synchorologie

Nous avons décelé l'association dans des ruisselets intra-forestiers des Ardennes belges et françaises ainsi que des Vosges (Obs. inéd. 1975 à 1977). FRILEUX (1977) l'a identifiée dans le Pays de Bray, FELZINES (1982) dans les étangs du centre-est. Elle est connue en Allemagne de Th. MÜLLER et GÖRS (1960), de PASSARGE (1964), de OBERDORFER (1970), de HILBIG (1971), de R. TÜXEN (1974 et 1975), de WIEGLEB (1979), de ZAHLHEIMER (1979), de POTT (1980) ; en Espagne, de BOLOS, MOLINIER et MONTSERRA (1970) ; en Finlande, et dans le sud de la Suède de BUCH (1954 in R. TÜXEN 1971) ; aux Pays-Bas, de SEGAL (1963), de WESTHOFF et DEN HELD (1969) ; en Pologne de POBBIELKOWSKI (1970), de MATUSKIEWICZ (1980) et de WOLEK (1981) ; en Roumanie, de NEDELCO (1973) ; en Tchécoslovaquie, de HEJNY (1968 in R. TÜXEN 1971).

Riccia fluitans a été repertoriée en Grande Bretagne par WATSON (1955), en Suisse par ALBRECHT-ROHNER (1968), ce qui se laisse supposer de l'existence de l'association dans ces pays.

MIYAWAKI et J. TÜXEN (1960) attribuent à cette association une répartition médio-et sud-ouest européenne. Elle semble malheureusement ignorée en France où il conviendrait de la rechercher.

g) Synécologie

L'écologie de *Riccia fluitans* a été esquissée par ALBRECHT-ROHNER (1968) qui voit l'hépatique, associée aux lemnacées, préférer les sols boueux, les fossés, les eaux stagnantes, mais aussi celles des fontaines. FRILEUX (1977) a trouvé cette *Riccia* dans des eaux acides (pH 4,5), claires, s'écoulant sur un substrat riche en humus (tourbe)".

Les caractères écologiques de l'association commencent à être bien connus. SLAVNIC (1956) lie le *Riccietum fluitantis* aux eaux tièdes peu oxygénées et riches en matières organiques. WIEBLEG (1976) le localise dans les eaux à conductivité peu élevée, à faible teneur en hydrogénocarbonates, calcium et nitrates, pauvres en gaz carbonique.



Dans le Harz, (1977), il le relève dans les eaux peu profondes, acides, riches en matières humiques. POTT (1980), le situe dans les eaux pauvres en hydrogénéocarbonates, modérément fournies en électrolytes, pauvres en nitrates, ammonium, phosphates, mais qui possèdent une proportion assez élevée de substances organiques (déterminées par la localisation) et qui sont très riches en gaz carbonique.

SCOPPOLA (1981) considère qu'il possède un très fort pouvoir tampon et le localise surtout dans les petites dépressions dans les forêts ou sous les buissons.

Selon nos observations et celles de la plupart des auteurs, le *Riccietum fluitantis* s'abrite donc dans les eaux peu profondes, ombragées et froides, oligotrophes à mésotrophes, subissant un apport en matières humiques. Celui-ci, régulier en milieu forestier, favorise l'extension de l'hépatique dans les fossés et ruisselets creusés dans un substratum à pH acide (sables landéniens en forêt de St-Amand, schistes en Ardennes, granite dans les Vosges).

h) Syndynamique

L'évolution des formes eutrophisées se fait vers le *Scirpo-Phragmitetum* (faciès à *Typha angustifolia* et *Phragmites australis*), le *Caricetum ripario-acutiformis* ou le *Caricetum paniculatae*. Les formes les plus appauvries conduiraient aux groupements du *Sparganio-Glycerion*.

i) Problème de protection

Les menaces pesant sur le *Riccietum fluitantis* sont grandes : eutrophisation des sites, assèchement des mares intra-forestières... Cette association est en nette régression sur l'ensemble du territoire étudié et sa protection est souhaitable.

* Les populations de *Lemna minor* L. (tableau 6)

Elles sont répandues dans les étangs d'affaissements miniers où elles peuvent couvrir de vastes étendues (étang du Sarreau, rel. 2) mais aussi le long des rivières (Aa, Hem, Canche) où elles s'étendent sur de petites surfaces à la base d'individus d'association du *Sparganio-Glycerion* (*Nasturtium officinalis*, *Apietum nodiflori*, groupement à *Sium erectum*...).

De nombreux phytosociologues rapportent ces peuplements monospécifiques au *Lemmetum minoris* défini par OBERDORFER en 1957, revu par Th. MÜLLER et GÖRS en 1960, localisé dans les habitats pauvres et optimal en montagne (au-dessus de 600 m), et cité par KRAUSCH (1964), PASSARGE (1964 et 1978), ELLENBERG (1979) en Allemagne; PAUN (1966), NEDELCU (1973) en Roumanie; RIVAS-MARTINEZ (1974) en Espagne; DETHIOUX et NOIRFALISE (1979) en Belgique; PEDROTTI (1979) en Italie. D'autres, comme SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969), parlent "de sociation" à *Lemna minor*, WIEGLEB (1977) et ZAHLHEIMER (1979) de formations à *Lemna minor*, qu'ils incluent dans le *Lemmon minoris*, mais, *Lemna minor*, ayant un indice de présence de V dans toutes les associations étudiées, doit être envisagée (nous l'avons déjà signifié antérieurement), comme une caractéristique de l'ordre (*Lemmetalia*) et de classe (*Lemmetea*) et nous considérons comme GEHU (1979) et R. TUXEN (1974) que ces populations sont de simples groupements pionniers, fragmentaires ou des groupements de dégénérescence d'associations dans un biotope ayant subi des bouleversements écologiques (appauvrissement en substances nutritives), ne pouvant être assimilés à une unité taxonomique autonome.

LANDOLT (1975) a montré que la conductivité des eaux riches en *Lemna minor* pouvait aller de 70 à 700 $\mu S cm^{-1}$ avec une valeur moyenne de 320, nos valeurs s'échelonnant entre 406 et 3 374, l'amplitude écologique

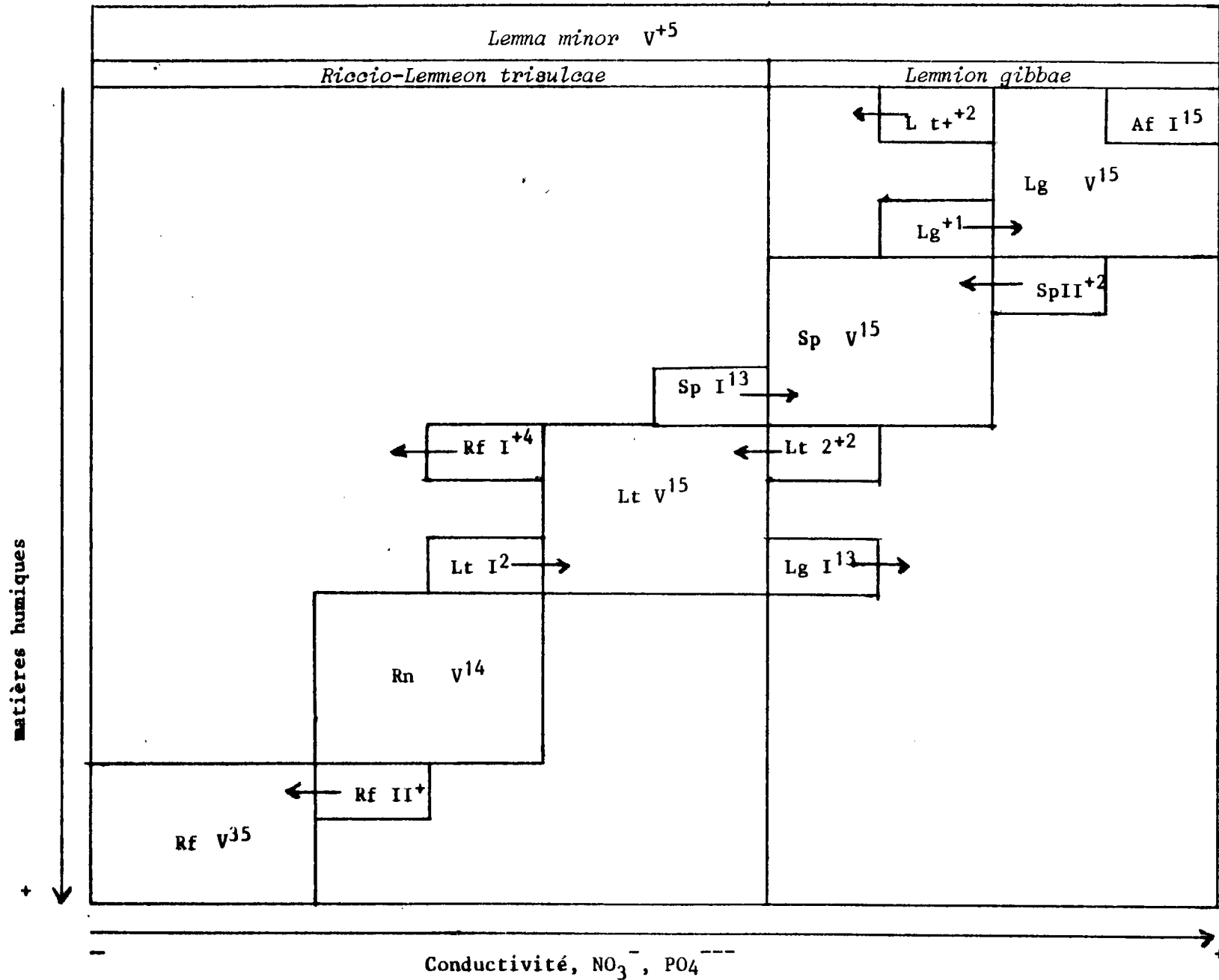


FIGURE 3 : LES ASSOCIATIONS DE LA CLASSE DES *LEMNETEA* DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE
 ADAPTATION DE TUXEN (1974) ET POTT (1980)

de cette Lemnacee est donc considerable (70 à 3 374 μSecm^{-1} .) et explique le caractere pionnier des populations de petite lentille.

Remarque: en raison de sa petite taille, la lentille mineure est moins recherchee par les anatides et delaissee par les eleveurs d'"appelants".

CONCLUSION

Le tableau d'ensemble des *Lemmetea* (tableau 7) montre :

- le role de caractéristique de classe et d'ordre assume par *Lemna minor* qui est presente dans chaque association ;
- la large amplitude ecologique de *Lemna trisulca*, presente dans les 5 associations des *Lemmetea*.

L'eutrophisation et la resistance aux pollutions se font dans le sens *Ricciatum fluitantis* ----> *Ricciocarpetum natantis* ----> *Lemmetum trisulcae* ----> *Spirodeletum polyrhizae* ----> *Lemmetum gibbae*, ce qui a ete montre par R. TUXEN (1974), MERIAUX (1978), POTT (1980 et 1981). -Figure 3-

REMARQUE :

En Chine, les lentilles d'eau sont utilisees a des fins agricoles, epandues sur les terres, elles les enrichissent rapidement : "Au Sud et a l'Est, on cultive dans les etangs, les ruisseaux et les rizières des lentilles d'eau, sorte d'engrais qui pousse vite en prenant peu de place. Ce tresor, comme l'appelle les paysans, est recolte tous les 4 ou 5 jours". (LA CHINE EN CONSTRUCTION, 1977).

2.1.2. Les groupements d'hydrophytes fixes (*Hydrophyta adnata* et *Hydrophyta radicans*)

- . Classe des *Charetea* (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964
(*Hydrophyta adnata*)

Rares sont les auteurs qui se sont interesses aux groupements de characees. Parmi eux, il faut citer RUBEL (1933) en Suisse; SAUER (1937), FUKAREK (1961), KRAUSCH (1964), KRAUSE et LANG (1975 in OBERDORFER 1977) en Allemagne ; WESTHOFF (1949), SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969) , aux Pays-Bas ; et FROMENT (1946, 1948 et 1953), CORILLION (1949, 1957 et 1975), MERIAUX (1978) GUERLESQUIN et MERIAUX (1981), en France.

Ils ont introduit ou adopte dans le synsystème une classe propre a ces groupements : les *Charetea*. Mais, d'autres phytosociologues, tel PODBIELKOWSKI (1970), ne reconnaissent pas cette unite superieure et se limitent a un ordre : les *Charetelia* (Sauer 1937) Corillion 1949, qu'ils incluent dans la classe des *Potametea*.

D'autres, les plus nombreux, delaisent ou ignorent totalement ces populations pionnières qui peuvent pourtant assumer un role preponderant dans les paysages lacustres.

SAUER (1937), FUKAREK (1961), CORILLION (1949 et 1950) sont a l'origine de la connaissance des associations de characees. Mais c'est surtout KRAUSCH (1964), SEGAL (1968) et plus pres de nous KRAUSE et LANG (1975) qui sont a l'origine des deux principaux systemes de classification phytosociologiques pour la classe des *Charetea*.

Système de KRAUSCH (1964)

Charetea (Fukarek 1961 n.n.) class. nov.

Charetalia Sauer 1937

Charion canescentis (Sauer 1937) all. nov.

Cette classification est reprise par WESTHOFF et DEN HELD (1969)

Système de SEGAL (1968)

Charetea Fukarek 1961

Charetalia Sauer 1937

Charion fragilis 1964 ?

Nitellion ?

Charion canescentis all. nov.

Ce système est repris, légèrement modifié, par MATUSKIEWICZ (1980)

Système de KRAUSE et LANG (1975 in OBERDORFER 1977)

Charetea fragilis (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964

Nitelletalia flexilis W. Krause 1969

Nitellion flexilis (Corillion 1957) W. Krause 1969

Nitellion syncarpo-tenuissimae W. Krause 1969

Charetalia hispidae Sauer 1937

Charion asperae W. Krause 1969

C'est pour ce système que nous opterons. Dans ce sens, le *Charion asperae* W. Krause 1969 présente des analogies avec le *Charion fragilis* Krausch 1964.

Ce dernier retient pour caractéristiques du *Charion fragilis* : *Chara fragilis* (= *Chara globularis*), *Chara contraria*, *Chara fiformis*, *Nitellopsis obtusa*, *Nitella opaca*, *Nitella flexilis*, *Nitella mucronata*, *Tolypella glomerata*, *Lynchnothammus barbatus*; alors que KRAUSE indique comme caractéristiques du *Charion asperae* : *Charia aspera* et *Charia contraria*.

Selon KRAUSE et LANG, la teneur en CaO constitue l'élément décisif pour la subdivision de la classe. Or, d'après CORILLION (1957), l'amplitude de *Chara fragilis* est plus grande que celle des autres characées ; elle va en effet de 0 à 250 mg/l. Les associations constituées de *Nitella* sont dans les eaux peu minéralisées ; à l'inverse, des associations formées de *Chara*, sont dans les eaux minéralisées, hydrogénocarbonatées, d'où la différenciation à l'exemple de SAUER (1937)) des *Charetea* en deux ordres : les *Nitelletalia* et les *Charetalia*. L'ordre des *Nitelletalia flexilis* comporte deux alliances : le *Nitellion flexilis* avec les associations acidophiles et le *Nitellion syncarpo-tenuissimae* avec les associations neutrophiles à faiblement basophiles. *Chara fragilis* apparaît comme la caractéristique primordiale de cette classe (considérée dans le sens de KRAUSCH, KRAUSE et LANG).

1* L'association à *Nitella flexilis* et *Chara* div. sp.
.....
Nitelletum flexilis Corillion 1957

Il se tient en bordure du Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin sur la craie mise à nue, à proximité d'un griffon d'alimentation de la nappe de la craie. Les eaux froides calcaires provenant de cette source infra-aquatique, baigne le groupement qui est en contact avec un groupement à *Eleocharis acicularis* comme l'ont également remarqué KRAUSE et LANG (in OBERDORFER 1977).

- Relevé effectué dans le Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin, le 11/6/76
Surface relevée : 1m², profondeur : 0,60 m ; caractéristique d'association : *Nitella flexilis* 4 ; espèces des unités supérieures (*Charetea*) : *Chara globularis* 1, *Chara polyacantha* 2, *Chara vulgaris* var. *longibracteata* 1, *Chara hispida* 1, *Chara major* +.

Toutefois, selon GILLET (1960) qui a étudié *Nitella flexilis* en Ardenne, cette characée est une espèce calcifuge qui préfère les terrains siliceux et les eaux pauvres en calcium, ainsi, la teneur de cet ion dans les eaux s'échelonnent de 0,9 à 7,4 mg/l, alors que le taux de carbonates est modéré et s'étale de 10,8 à 27,2 mg/l et celui de chlorures est compris entre 2,5 mg/l et 23,7 mg/l.

Une association polyspécifique comprenant *Nitella flexilis*, *Nitella gracilis*, *Chara fragilis*, *Chara fragifera*, a été perçue en Mayenne par CORILLION (1957) qui a cerné l'écologie de *Nitella flexilis*. Cette espèce, largement cosmopolite, "peuple aussi bien les masses d'eau de faible importance (fossés, mares, canaux, étangs) que les grands lacs où elle s'observe à grande profondeur", elle s'adapte aux biotopes rhéophiles, "aux eaux froides, légèrement acides ou neutres (pH 6 à 7,1) dans le nord-ouest de la France, plus rarement calcaires".

Le charologue français a également défini un *Nitelletum flexilis* (Mayenne et ouest-Finistère, 1957), optimal dans les eaux courantes et dans les grands fonds de lacs de montagne, qui laisse place au *Myriophylletum alterniflori*.

Notre groupement montre des points communs avec cette association qui se place dans le *Nitellion flexilis* (Corillion 1957) W. Krause 1969.

Le *Nitelletum flexilis* a été mis en évidence par FELZINES (1982) dans plusieurs étangs du centre-est de la France, et par KRAUSE (1975), dans la Forêt Noire, la Plaine rhénane, la Souabe en Allemagne, et MATUSKIEWICZ (1980) en Pologne.

2* L'association à *Nitella gracilis* (Smith) Ag.

.....
Nitellum gracilis Corillion 1957

Ce charophyte, figurant autrefois dans les marais d'Emmerin et de Santes (59) -herbier -CUSSAC -semble aujourd'hui limité à la vallée de la Sensée (Marais d'Arleux et de Rumaucourt), où il est d'ailleurs très rare et ne constitue que des groupements ponctuels.

Selon CORILLION (1955), la végétation type à *Nitella gracilis* s'observe à faible profondeur sur substratum sablonneux enrichi en matières humiques ou même tourbeux dans des eaux légèrement acides à neutres (pH 6 à 7,1). Il l'a élevée au rang d'association ; le *Nitelletum gracilis*, qui peut évoluer vers les groupements des *Potametea* (*Myriophyllo-Nupharetum* ou *Myriophylletum alterniflori*) ou des *Littorelletea* (*Heleocharretum*, *Helodo-Shagnetum*, *Hyperico-Potametum oblongi* ou *Juncetum bulbosi*).

KRAUSCH (1964), WESTHOFF et SEGAL (1969) voient l'optimalité de l'espèce au sein des groupements à *Potamogeton polygonifolius* ou à *Juncus supinus* et l'adjoignent au *Littorellion uniflorae* W. Koch 1926.

Le groupement n'étant jamais exondé (la profondeur de l'eau oscille entre 0,80 m et 0,40 m), nous verrons en cette characée une représentante du *Nitellion flexilis* (Corillion 1957) W. Krause 1969 comme le fait MATUSKIEWICZ (1980).

Les résultats de l'analyse de l'eau effectuée au niveau du relevé sont les suivants :

pH	7,6	
Conductivité	476,1	
µScm-1		
Minéralisation	340,7	
en mg/l		
Ca ⁺⁺	72,1	3,59
Mg ⁺⁺	8,3	0,68
K ⁺	5,1	0,13
Na ⁺	16,4	0,71
SO ₄ ⁻⁻	38	0,79
Cl ⁻	25	0,70
	mg/l	meq/l

Cette eau est eutrophe calcique (très légère à tendance mésotrophique) et les résultats ne concordent pas avec les données de CORILLION (ni avec

celles des phytosociologues allemands ou néerlandais), ce qui inciterait à faire du groupement une forme trophique du *Nitelletum gracilis* Corillion 1957 qui évoluera vers le *Myriophyllo-Nupharetum*.

Relevé effectué dans le chenal Petit Marais - Marais du Haut à Arleux, le 11/6/76

Surface relevée : 1m², recouvrement : 60 %, profondeur : 0,40 m ; caractéristique d'association : *Nitella gracilis* 5 ; espèce des unités supérieures (*Nitellalia flexilis*) : *Nitella mucronata* +.

3* Le groupement à *Nitella tenuissima* (Desv.) Kutz et *Chara denudata* Braun
.....
Nitelletum syncarpo-tenuissimae W. Krause 1969

Il a été relevé dans une petite "flaque" temporaire, peu profonde, creusée sous la tourbe basique, s'asséchant en période estivale dans le marais d'Oisy-le-Verger (vallée de la Sensée). Sa composition floristique, son écologie, permettent de le rapporter au *Nitelletum syncarpo-tenuissimae* W. Krause 1969, association du *Nitellion syncarpo-tenuissimae* W. Krause 1969.

Chara denudata est une espèce nouvelle pour la dition, l'association à laquelle elle participe est, elle aussi, nouvelle pour l'ouest de la France, et le marais d'Oisy-le-Verger qui les abrite mérite protection.

Relevé effectué dans le Marais d'Oisy-le-Verger, le 5/6/80

Surface relevée : 1m², recouvrement : 80 % ; caractéristique d'association : *Nitella tenuissima* 3 ; caractéristique d'alliance (*Nitellion syncarpo-tenuissimae*) : *Chara denudata* 3 ; espèce des unités supérieures (*Charetea*) : *Chara vulgaris* 1.

4* Le groupement à *Tolypella glomerata* (Desv. in Lois.) Leonhardi
.....
Tolypelletum glomeratae Corillion 1957 (tableau 8)

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 l'argile bleutée, compacte, asphyxique du lac d'Armbouts-Cappel. Deux variantes ont été dégagées : l'une type (rel. 1 à 3) sur les sables régulièrement "ramaniés" par les nombreux anatidés (Colvert) consommant les charophytes du lac, l'autre à *Potamogeton pectinatus* sur les substrats les plus vaseux et les moins perturbés (rel. 4 à 7).

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 S cm ⁻¹ 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, on constate une acidification du milieu (pH 7,8 --> 6,3).

L'association est voisine du *Charo-Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957, considérée aussi par l'auteur comme une variante tardive du *Tolypelletum glomeratae*. Ces associations s'insèrent dans le *Charion asperae* W. Krause 1969.

KRAUSE et LANG (1975 in OBERDORFER 1977) ne reconnaissent que le *Chara-Tolypelletum glomeratae* qui a été également mis en évidence avec le *Tolypelletum glomeratae* dans les eaux alcalino-saumâtres des Bas-Champs du littoral picard par GUERLESQUIN et WATTEZ (1979).

5* L'association à *Chara vulgaris* L. et *Chara vulgaris* L. variétés *longibracteata* (Kütz. in Reich.) H. et J.R.

Charetum vulgaris Corillion 1957 (tableau 9)

a) Localisation

Les groupements à *Chara vulgaris* existent dans de nombreux étangs du Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais (vallées de l'Escaut, de l'Hayne, de la Deûle). Ce type de groupement est également installé sur de petites surfaces dans les marais de la vallée de la Sensée (Marais de Rumaucourt, Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin), et de la vallée de la Somme (marais de Long, étangs de Saily-Laurette, marais de Mautort à Cambron...).

b) Synphysionomie

Le groupement à *Chara vulgaris* se présente sous deux formes distinctes : petites populations plus ou moins ouvertes, disposées en mosaïques avec des associations des *Potametea* et herbiers fermés, paucispécifiques, polyspécifiques ou mixtes d'étendant sur de grandes surfaces et dont l'assèchement temporaire estival "provoque la formation de facies papyracés denses, blanchâtres, entretenant l'humidité du substratum sous-jacent et la vitalité des portions inférieures de frondes" (CORILLION, 1975). Le groupement est optimal en période hivernale et estivale, mais il demeure en place durant les mauvaises saisons.

c) Synfloristique

Organisation : Le tableau 9 fait apparaître 3 caractéristiques d'association, 3 d'alliance (*Charion asperae*), 3 d'ordre et de classe (*Charetalia* et *Charetea*) mais aussi 4 groupes de différentielles de sous-associations et 9 compagnes. Le nombre total d'espèces est de 32. Chaque individu d'association en compte en moyenne 5, ce faible nombre résulte de la forte dominance de *Chara vulgaris* variété *longibracteata* dont l'importance physionomique et structurale ressort de l'examen du tableau. Selon CORILLION (1957), l'implantation de phanérogames doit être regardée comme un stade primordial de l'évolution dynamique.

Variations de l'association : Outre la sous-association typique (rel. 1 à 8), où l'on peut dénombrer jusque 9 characées différentes, on peut dégager dans la dition 4 autres sous-associations du *Charetum vulgaris* :

- la première (rel. 9), à *Sparganium minimum* se rencontre dans les eaux peu profondes, mésotrophes, provenant directement de la nappe de la craie dans la vallée de la Somme ;

- la seconde (rel. 10 à 12), désignée par *Leptodictyum riparium*, *Potamogeton trichoides* et *Drepanocladus aduncus*, figure dans les argilières abandonnées, surcreusées par l'affaissement. Les bryophytes, plaqués sur le substratum, peuvent occuper toute la strate inférieure (rel. 9). Ils persistent avec le *Chara* sur le sol humide lors de l'emersion estivale ; si la baisse des eaux n'est pas trop brutale, le potamot capillaire peut survivre sous une forme rabougrie. CORILLION (1957) a noté "cette association" à *Chara vulgaris* et *Potamogeton trichoides* en Bretagne.

- la troisième (rel. 13 à 16) est marquée par *Vaucheria dichotoma* (Algue brune) et *Potamogeton pectinatus* dont la cohabitation est fréquente dans la dition. Le thallophyte revêt uniformément le substratum vaseux très épais (0,30 m) et réalise une strate inférieure à celle des *Chara*. Les eaux, très limpides voient leur niveau tomber brutalement en juillet pour remonter dès novembre. Ce groupement n'est pas rare : CORILLION (1957) nous dit à ce sujet : "l'association avec *Potamogeton pectinatus* est fréquente (marais côtiers, canaux et rigoles : type marais de Dol, dans tout le marais), en milieu légèrement saumâtre".

- la quatrième (rel. 17) montre comme différentielles *Zannichellia palustris* et *Potamogeton pusillus*; l'installation de ces espèces est la résultante d'un début de pollution des eaux par les matières organiques provenant de la décomposition d'arbres morts.

d) Syntaxonomie

Les végétations à *Chara vulgaris* sont assimilables au *Charetum vulgaris* Corillion 1957.

e) Synsystématique

L'association se range dans l'alliance du *Charion asperae* W. Krause 1969, voisin du *Charion fragilis* Krausch 1964. KRAUSE et LANG (1975 in OBERDORFER 1977) la rattachent par ailleurs à la sous-alliance du *Charenion vulgaris* W. Krause 1969.

f) Synchorologie

En France, MAGNIN (1894) a rencontré dans les lacs du Jura des formations à *Chara hispida* et *Chara foetida* (= *Chara vulgaris*), GADECEAU (1909) a découvert *Chara vulgaris* et sa variété *longibracteata* dans les fossés de l'Etier près du Lac de Grand Lieu (région de Nantes), FROMENT (1953) a observé des charaies à *Chara vulgaris* dominant des anciennes fosses d'extraction de la tourbe de la vallée de la Souche (Aisne) et CORILLION (1957) a répertorié le *Charetum vulgaris* dans le Massif Armoricaïn. A propos de l'aire géographique de l'association, le charologue angevin écrit : "elle manifeste le cosmopolitisme très accusé de la caractéristique principale. La diffusion de l'association est généralement sur les sols calcaires d'Europe occidentale. Le *Charetum vulgaris*, dans sa forme optimale, est absent de quelques régions siliceuses (ex. : intérieur du Massif armoricaïn)". GUERLESQUIN et WATTEZ (1979) l'ont identifié dans les Bas-Champs du littoral picard. Cependant, à l'étranger, nous n'avons trouvé trace de l'association, que dans les travaux de PODBIELKOWSKI (1970) et MATUSKIEWICZ (1980) en Pologne et de KRAUSE (1969) en Allemagne (Plaine rhénane et Souabe).

g) Synécologie

. facteurs biotiques :

Le *Charetum vulgaris* ne comporte pour ainsi dire que "*Hydrophyta adnata*" et des "*Hydrophyta radicantia*", les "*Hydrophyta natantia*" n'étant que des compagnes.

. facteurs abiotiques :

Pour LANGERON (1902 in FROMENT 1946), les Characées ont une préférence pour les eaux limoneuses, mais FROMENT (1946) indique en avoir trouvé dans les eaux claires et précise : "il est préférable de dire que ces plantes peuvent croître dans des eaux troubles chargées de substances minérales et organiques par suite de leur possibilité de vivre avec une faible quantité de radiations lumineuses".

Les eaux de deux de nos sous-associations ont été analysées, les résultats figurent dans le tableau XXV.

TABLEAU n°XXV : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DU *CHARETUM VULGARIS*

	s/a. typique		s/a. à <i>Vaucheria</i>	
Localités	Etang du Bois Brûlé Nord 9/9/75 10 h		Etang de Fresnes-sur-Escaut 28/7/75 12 h	
pH	7,7		8,1	
Conductivité en $\mu S\ cm^{-1}$	2446,5		1116,6	
Minéralisation mg/l	1855,7		846,9	
Ca ⁺⁺	118,2	5,89	176,4	8,80
Mg ⁺⁺	125,8	10,3	48,4	3,98
K ⁺	34,8	0,89	12,9	0,33
Na ⁺	285,2	12,40	45,2	1,96
SO ₄ ⁻⁻	50	1,04	500	10,41
Cl ⁻	7,20	20,30	50	1,41
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
	eau eutrophe, fortement minéralisée. calcique, riche en magnésium, chlorures et sodium, eau de type saumâtre		eau eutrophe, calcique, sulfatée (sulfates amenés par les eaux de ruissellement du terril voisin)	

Des analyses ont été effectuées au niveau des stations où se développent les caractéristiques de l'association (GUERLESQUIN et MERIAUX, à paraître) L'écologie de ces espèces a pu être ainsi dégagée :

- *Chara vulgaris* : milieux neufs, souvent remaniés, alcalins
concentration en Ca⁺⁺ : 14 à 118,2 mg/l
pH : 7,4 à 8,9
- *Chara vulgaris* var *longibracteata* : biotopes alcalins
concentration en Ca⁺⁺ : 14 à 176,4 mg/l
ph : 7,4 à 8,15
- *Chara vulgaris* var *papillata* : substratum sablonneux calcarifères
concentration en Ca⁺⁺ : 60 à 75 mg/L
pH : 7,5 à 8,15

CORILLION (1957) a traité de l'écologie de l'espèce et du groupement. Parlant de *Chara vulgaris*, il nous révèle sa préférence pour les milieux alcalins (concentration de CaO : 55 à 200 mg/l) ou alcalino-saumâtres (lagunes, marais littoraux), dont le pH s'étale dans une gamme de 7 à 8,5 ; la végétation est clairsemée en milieu faiblement alcalin, dense et luxuriante aux fortes concentrations alcalines. Considérant le *Charetum vulgaris*, l'auteur précise son optimum réalisé dans les eaux à moyenne et fortes teneurs en calcium, de pH 7,3 à 8, avec une adaptation fréquente au milieu légèrement saumâtre.

GILLET (1960) a dégagé l'écologie de *Chara vulgaris* en Ardennes, il en fait une espèce halophobe (taux de chlorures compris entre 7,4 et 16,7 mg/l) se rencontrant dans les régions calcaires, les anciennes marnières, à une profondeur inférieure à 1 m, aux eaux alcalinisées de teneur en calcium variant de 32,7 à 131,4 mg/l.

Ces résultats cadrent pour la plupart avec ceux de CORILLION. L'association prospère dans des eaux alcalines méso-eutrophes à eutrophes, parfois polluées.

Les eaux de la sous-association à *Leptodictyum*, très claires, dépourvues de particules en suspension ont un pH de 7,4, elle sont riches en sodium mais appauvries en calcium.

h) Syndynamique

Le *Charetum vulgaris* mène aux groupements des *Potametea* (*Myriophyllo-Nupharetum*, *Potametum trichoidis*, *Potametum pectinati*, *Zannichellietum palustris*) ou à ceux des *Phragmitetea*, faciès à *Typha angustifolia* ou à *Scirpus lacustris* du *Scirpo-Phragmitetum* observés par FROMENT (1953) à Chivres ou encore faciès à *Phragmites australis* de cette même association, dont l'extension fut suivie par FROMENT à Liesses de 1946 à 1947.

i) Intérêt de ces végétations

Les grandes possibilités vitales de *Chara vulgaris* en font une des espèces pionnières essentielles des biotopes neufs (abreuvoirs de prairies, argilières abandonnées, bassins peu profonds non entretenus, étangs d'affaissements miniers peu profonds). Le *Charetum vulgaris*, plus particulièrement sa sous-association typique, enrichit vases et tourbes en matières organiques et minérales, favorise l'installation et l'évolution de la végétation phanérogamique, hydrophytique et héliophytique.

6* L'association à *Chara fragilis* Desv. = *Chara globularis* Thuill.
.....

Charetum fragilis Corillion 1957 (tableau 10)

Elle se rencontre sous forme d'herbiers pauvres en espèces, où *Chara fragilis* forme faciès avec un recouvrement voisin des 100 % (étangs d'affaissements miniers), mais aussi de végétations polyspécifiques enrichies en charophytes (*Chara vulgaris*, *C. polyacantha*, *C. hispida*, *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata*) et en phanérogames. Une variante à *Sparganium minimum* s'observe dans les eaux mésotrophes d'un étang de Sailly-Laurette (vallée de la Somme).

Les prairies à *Chara globularis* peuplent les eaux plus profondes que celles à *Chara vulgaris*, elles peuvent se développer sur des vases épais-ses et foetides et se maintiennent en hiver.

Déjà en 1964, FROMENT cite un *Characetum* dans lequel figurait *Chara fragilis*, mais c'est à CORILLION (1957) que revient la description du *Characetum fragilis* avec *Chara fragilis*, variété *hedwigii* (plus vigoureuse que la variété type) comme espèce caractéristique, il semble que notre groupement puisse être rapproché de cette association du *Charion asperae*.

En France, MAGNIN (1894) a observé des charaies de ce type dans les lacs du Jura ; GADECEAU (1909) a inventorié *Chara fragilis* au Lac de Grand Lieu et JOVET (1949) l'a signalée dans le Valois ; FROMENT (1953) l'a relevée dans des biotopes variés (trous de bombes, fosses d'extraction de la tourbe) au cours de ses prospections dans la vallée de la Souche... ce qui laisse présager l'existence de l'association dans ces régions. Hormis PODBIELKOWSKI (1970), qui a reconnu une formation à *Chara fragilis* dans la dépression de Mazowsze en Pologne, MATUSKIEWICZ (1980), toujours en Pologne le *Characetum fragilis* Filjak 1960 et SEGAL (1968) qui distingue un groupement à *Chara globularis* aux Pays-Bas, les groupements de ce type semblent ignorés à l'étranger alors que le caractère cosmopolite de l'espèce caractéristique laisserait envisager une large aire de répartition.

Selon CORILLION (1957 et 1975) *Chara fragilis* est eurytherme, elle supporte les intensités lumineuses faibles et fréquente les milieux faiblement acides mais surtout alcalins (pH 6,8 et 7,7) parfois très chlorurés (330 mg/l sur les côtes de la Baltique).

Pour GILLET (1960) en Ardenne *Chara fragilis* se rencontre dans les milieux rhéophiles légèrement alcalins, de pH 5,8 à 7,8, au taux de calcium compris entre 4,9 et 287 mg/l et celui de chlorures entre 12 et 21 mg/l.

GUERLESQUIN et MERIAUX (à paraître) associent l'espèce aux milieux sub-neutres à alcalins (pH 6,9 à 8,1) pouvant tolérer une certaine concentration en calcium (43 à 176,4 mg/l), en chlorures (38 à 720 mg/l), en ions sodium (43,5 à 285,2 mg/l) et en ions magnésium (17,6 à 125,8 mg/l). L'espèce et l'association qu'elle caractérise ont une grande amplitude écologique ; elles peuplent les eaux méso-eutrophes à eutrophes alcalines mais peuvent aussi résister aux pollutions en chlorures.

Les eaux baignant le *Characetum fragilis* dans l'étang du Bois Brûlé Nord (étang d'affaissement minier), sont calciques et magnésiennes, leur teneur en sodium et en chlorures permet de les qualifier de sub-saumâtres.

Etang du Bois Brûlé Nord/Raismes - 9/9/75 10 H

pH	7,4	
Conductivité en $\mu S cm^{-1}$	2000	
Minéralisation en mg/l	1517	
Ca ⁺⁺	150,3	7,50
Mg ⁺⁺	110,3	9,07
K ⁺	30,7	0,78
Na ⁺	178,4	7,75
SO ₄ ⁻⁻	51	1,06
Cl ⁻	700	19,74
	mg/l	meq/l

L'association préfigure dans les eaux courantes l'installation du *Myriophylletum alterniflori* (CORILLION 1957, Mayenne) et dans les eaux stagnantes du *Potametum lucentis* ou du *Potametum pusillo-graminei* (PASSARGE 1964, Allemagne) du *Zannichellietum palustris*, du *Potametum trichoïdes* (Nord de la France) mais aussi de l'*Heleocharietum palustris* (CORILLION 1957, Mayenne), du *Scirpo-Phragmitetum*, faciès à *Phragmites australis* ou à *Typha angustifolia* (Nord de la France).

7* L'association à *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) J. Gr.
.....
Nitellopsidetum obtusae (Sauer 1937) Damska 1961 (tableau 11)

a) Localisation

Le groupement à *Nitellopsis obtusa* s'étend sur plusieurs dizaines d'hectares dans les Marais de Long et surtout de Mareuil-Caubert, dans la vallée de la Somme où il a été identifié par MERIAUX et WATTEZ (à paraître)

b) Synphysionomie

Il se présente sous forme d'herbiers fermés où *Nitellopsis obtusa* possède un recouvrement voisin de 100 %, sur une épaisseur de plusieurs dizaines de centimètres.

c) Synfloristique

Le tableau comporte 19 espèces avec une moyenne de 5 par individu d'association. Les espèces des unités supérieures sont au nombre de 3 : *Chara globularis*, *Chara vulgaris longibracteata* et *Chara major*. Les autres espèces appartiennent aux *Potametea*, 3 jouent le rôle de différentielles de variante, 12 constituent les compagnes de l'association marquant son dynamisme.

Variations de l'association : L'association présente 4 variantes :

- une variante type (rel. 1 à 4) où l'association peut être réduite à *Nitellopsis obtusa* (rel. 1) dans les eaux méso-eutrophes ;
- une variante à *Nymphaea alba* subsp. *occidentalis* (rel. 5) dans les eaux plus pures de type mésotrophe (à proximité des "puits tournants", source infra-aquatique en relation directe avec la nappe aquifère de la craie ;
- une variante à *Hottonia palustris* (rel. 6) dans les eaux enrichies en matières organiques provenant de la décomposition de la végétation des années précédentes, avec un caractère sciophile marqué ;
- une variante à *Ceratophyllum demersum* (rel. 7 à 15) dans les eaux enrichies en substances minérales et organiques.

KRAUSCH (1964) a mis en évidence dans le lac de Stechlin trois sous-associations différenciées par *Ceratophyllum demersum*, *Chara filiformis* et *Vaucheria dichotoma* avec *Nitella flexilis*.

d) Syntaxonomie

Les herbiers à *Nitellopsis obtusa* se rapportent au *Nitellopsidetum obtusae* (Sauer 1937) Damska 1961.

e) Synsystématique

Cette association a sa place dans le *Charion asparae* W. Krause 1969.

f) Synchorologie

En France, l'association a été décrite par CORILLION (1954) dans le massif armoricain, qui précise d'autre part dans sa "Flore des Charophytes du Massif Armoricain" 1975 que "la dispersion française de l'espèce est limitée à un nombre réduit de stations principalement à l'ouest d'une ligne Amiens-Lyon-Toulouse".

GUERLESQUIN (in GUERLESQUIN et PODJELSKI 1980) donne, à l'aide d'une carte d'ensemble, une bonne image de la répartition de *Nitellopsis obtusa* (carte 7).

KRAUSCH (1964), KRAUSE (1969), KRAUSE et LANG (in OBERDORFER 1977) en Allemagne, SEGAL (1968) au Pays-Bas et MATUSKIEWICZ (1980) en Pologne ont identifié le *Nitellopsidetum obtusae*, alors que LACHAVANNE (1977) a relevé le *Nitellopsis obtusa* dans le Lac Léman en Suisse.

CORILLION indique une aire eurasiatique pour l'espèce (Sud de l'Asie, Europe centrale et occidentale, sauf péninsule ibérique). L'aire apparaît vaste mais les localités sont rares.

g) Synécologie

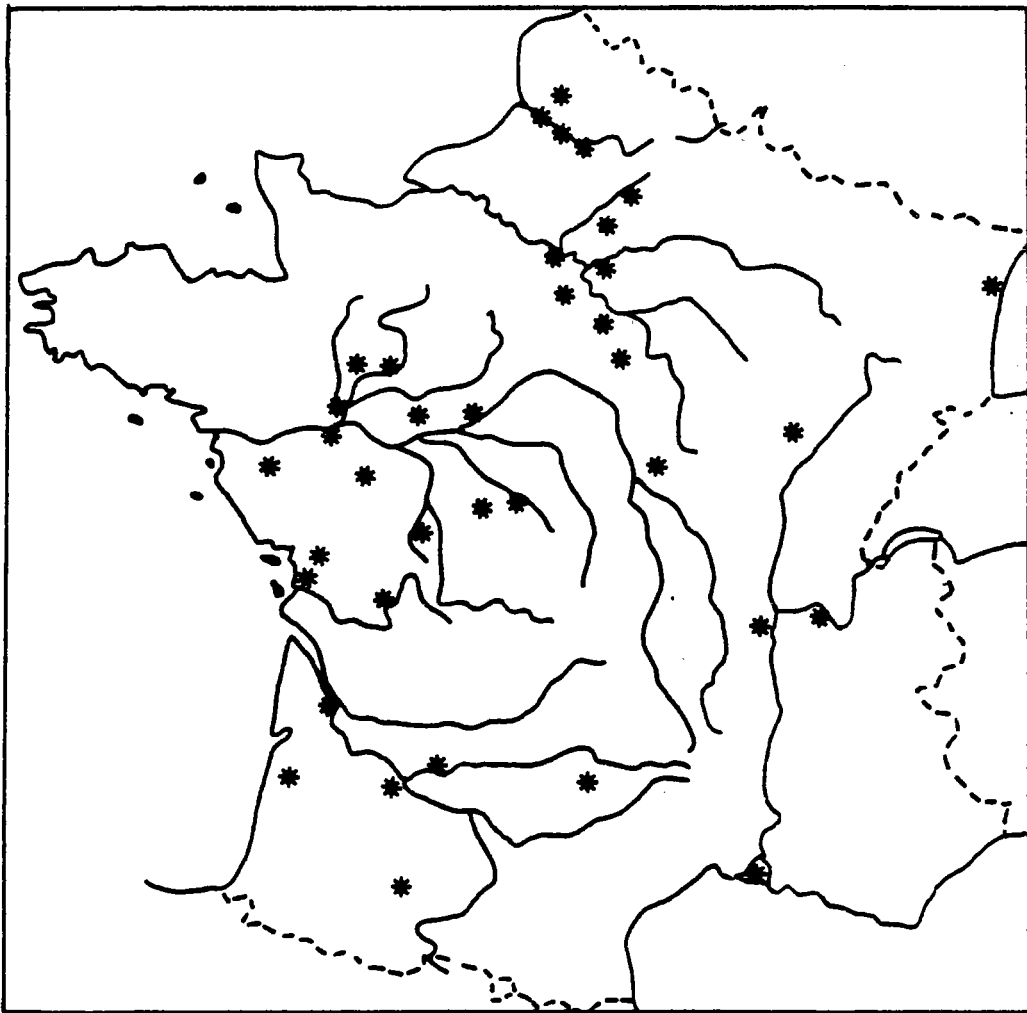
CORILLION (1975) considère l'espèce comme étant liée aux eaux relativement profondes, subneutres à plus ou moins fortement alcalines (pH : 7 à 7,5). KRAUSCH (1964) voit l'association dans des eaux oligotrophes à mésotrophes, jusqu'à une profondeur importante (9,50 m).

Nous l'avons essentiellement rencontrée dans les eaux relativement profondes (jusqu'à 1,50 m), limpides, alcalines (pH : 7,3), mésotrophes à eutrophes.

Une analyse physico-chimique a été réalisée à Mareuil-Caubert dans le Marais du Maçon :

Conductivité	390 μ S cm^{-1}
O ² dissous	11,3
MeS	3,4
DCO	7,9
DBO ₅	2,5
Alcalinité	275
Ca ⁺⁺	82
Mg ⁺⁺	5
Na ⁺	11,5
K ⁺	2,8
Cl ⁻	25,5
NO ₃ ⁻	3,5
NO ₂ ⁻	0,04
NH ₄ ⁺	0,31
SO ₄ ⁻⁻	1
PO ₄ ⁻⁻⁻	0
	mg/l

Ces résultats correspondent à des eaux hydrogéo-carbonatées, mésotrophes ; le léger excès de chlorures, étant dû aux rejets de quelques habitations proches du marais.



CARTE 7 : REPARTITION FRANCAISE DU *NITELLOPSIS OBTUSA* (Desv. in Lois.) J.Gr.

Grande plante dioïque, fructifiant rarement, dépourvue de cortication, présentant un aspect nitelloïde, caractérisée par des bulbilles composées-étoilées, blanchâtres, d'environ 5 mm de diamètre, produites aux nœuds inférieurs des axes et sur les rhizoïdes, qui assurent en France presque exclusivement le maintien de l'espèce et sa possible propagation (Canards).

Eurasiatique, son aire de répartition est comprise entre le 18° de latitude nord et le 65° de latitude nord. Espèce occasionnelle, très inégalement répartie en France. (38 localités recensées dont quelques-unes sont certainement détruites, Arandon dans l'Isère par ex.).

Extrait de "Propositions pour la création d'une réserve naturelle les Marais de Mareuil-Caubert" - BON, GUERLESQUIN, MERIAUX, TOMBAL P., WATTEZ, TOMBAL J.-C., VIGNEUX D. et BRIS (1981) - Etude réalisée pour le Ministère de l'Environnement (coordination MERIAUX J.-L.).

- 117 -

h) Syndynamique

L'association évolue vers le *Myriophyllo-Nupharetum* faciès à *Nymphaea alba* ou à *Myriophyllum spicatum* et le *Nymphaeetum minoris*.

i) Aspects biocoenotiques

Les herbiers à *Nitellopsis obtusa* servent d'abri et de "garde-manger" à de nombreuses espèces de l'ichtyofaune en particulier à l'anguille qui se réfugie sous les tapis de *Nitellopsis* en automne. Ces herbiers sont, de ce fait, très prisés par les pêcheurs dès septembre.

j) Protection

Les herbiers des Mareuil-Caubert sont parmi les mieux développés et les plus étendus d'Europe occidentale. Le degré de rareté de ces herbiers est, d'autre part, très élevé. Les marais de Mareuil-Caubert qui les abritent méritent donc, tout comme ceux de Long, une protection très stricte et intégrale du point de vue botanique et biotope original.

8 * Le groupement à *Chara polyacantha* A. Br. (tableau 12)

Les végétations pionnières à *Chara polyacantha* se développent en quelques étangs des vallées de la Somme et de la Sensée sur substrat crayeux dans les eaux basiques (pH 7,2 à 8). L'évolution se fait vers le *Myriophyllo-Nupharetum* (rel. 4), l'*Hottonietum palustris* (rel. 3) ou le *Scirpo-Phragmitetum* stade à *Scirpus lacustris*.

Nous nous bornerons à parler de groupement, en raison du peu de relevés dont nous disposons. Notons toutefois que CORILLION (1957) a décrit un *Charetum polyacanthae* repris par DAMBSKA (1961) et reconnu par quelques auteurs comme MATUSKIEWICZ (1980) en Pologne.

Selon CORILLION (1975), *Chara polyacantha* est réparti dans l'Europe de l'ouest et du centre, le nombre de localités françaises étant assez faible.

. Classe des Potametea R. Tüxen et Preising 1942
(*Hydrophyta radicans*)

Le schéma synsystématique que nous avons retenu pour le nord-ouest de la France comporte un seul ordre et quatre alliances et se définit comme suit :

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957 (*Potamion pectinati*)

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Ce schéma est détaillé avec indication des espèces caractéristiques, des différentielles des unités supérieures et mention des syntaxons mis en évidence dans la région dans une étude intitulée "La classe des *Potametea* dans le nord-ouest de la France" que nous avons présentée au Xe Colloque phytosociologique de Lille dont le thème était "les végétations aquatiques et amphibies". (Annexe)

1 * L'association à *Potamogeton lucens* L.

.....
Potametum lucentis Hueck 1931 (tableau 13)

a) Localisation

Très rare dans le Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais où elle ne s'observe qu'à la Mare à Goriaux (ancien étang d'Aubry), rare dans les étangs de la vallée de la Somme (étang de Condé-Folie. et étangs de Caubert), cette association est beaucoup plus répandue dans ceux de la vallée de la Sensée (Marais du Bas à Arleux, Grand Clair à Palluel, Petit Bequerel à Ecourt-St-Quentin).

b) Synphysionomie

L'association à *Potamogeton lucens* est remarquable par la densité des espèces constitutives. L'aspect saisonnier le plus marquant est estival : en juillet les épis puissants du potamot luisant se dressent au-dessus de la surface des eaux, se mêlant aux hampes grêles du myriophylle en épis et aux quelques fleurs blanches de la renoncule circinée.

c) Synfloristique

Organisation : Le tableau 13 ne comporte pas moins de 33 espèces parmi lesquelles on dénombre l'espèce caractéristique, *Potamogeton lucens* 3 différentielles de sous-associations, 1 différentielle de variante, 4 caractéristiques de l'alliance (*Potamion*), 16 espèces de l'ordre et de la classe (*Potametea* et *Potametalia*) et 8 compagnes dont 2 characées, 3 espèces de *Lemmetea*, 2 algues filamenteuses et 1 héliophyte du *Phragmition*.

Variations : L'association subit dans la dition des modifications au niveau de sa composition floristique, de sa physionomie et de la densité de végétation.

Dans les eaux plus agitées, à la Mare à Goriaux au pied d'une microfalaise constamment ravivée par le clapotis (rel. 1 à 5) et à un degré moindre au Petit Bequerel (rel. 6), se rencontre une sous-association typique dont le nombre moyen d'espèces par relevé est de 6. *Potamogeton pusillus* y est particulièrement abondant ; *Chara major* et *Cladophora glomerata*, quand ils croissent sous les phanérogames, réalisent les strates moyennes et inférieures du groupement (MERIAUX, 1974).

Dans les eaux relativement calmes d'un grand nombre d'étangs anciens (Marais du Bas à Arleux, Grand Clair de Palluel, Petit Bequerel, étang de Condé-Folie, marais de Caubert), apparaissent des espèces de *Nymphaeion* (*Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Hydrocharis morsus-ranae*), ayant valeur de différentielles de sous-association (rel. 7 à 14) et des plantes des *Lemmetea* tandis que le potamot fluet régresse de façon spectaculaire, le nombre moyen d'espèces est de 10, le recouvrement est voisin de 100 %.

La variante à *Nymphaea alba* subsp. *occidentalis* apparait dans les eaux les plus limpides et les moins minéralisées (rel.14).

POTT (1980) identifie des stades à *Potamogeton panormitanus*, *Potamogeton crispus* (suivant cela TUXEN 1974), *Potamogeton pectinatus*, *Ranunculus circinatus*, *Elodea canadensis*, et BURRICHTER et coll.(1980) des stades à *Potamogeton berehtoldii*, *Ranunculus circinatus*. Nous considérons plutôt ces stades comme des groupements rattachables à une alliance, soit pionniers d'une ou de plusieurs associations, ou comme des associations autonomes (*Potametum pectinxi*, avec pour caractéristique *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius*).

Caractères de la flore : Le spectre de dispersion géographique des espèces du *Potametum lucentis* se répartit de la façon suivante :

- eurasiatiques	31,0 %
- subcosmopolites	29,0 %
- circumboréales	23,0 %
- boréoaméricaines	5,5 %
- cosmopolites	3,5 %
- européennes et nord-africaines	5,5 %
- méditerranéennes- atlantiques	1,0 %
- subatlantiques	1,0 %

Le caractère boréal de ce groupement est donc nettement marqué.

d) Syntaxonomie

L'association à *Potamogeton lucens* doit être rapportée au *Potametum lucentis* Hueck 1931 (synonyme du *Potametum perfoliati potametosum* W. Koch 1926), la sous-association à *Hydrocharis* pouvant être assimilée à celle à *Nymphaea* décelée par KRAUSCH (1964) et PEDROTTI (1975).

e) Synsystématique

KRAUSCH (1964), OBERDORFER (1970), GEHU (1973 et 1975), NEDELCO (1973), placent cette association dans le *Potamion eurosibericum* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957. Nous opterons pour ce choix tout en signalant l'opinion de SEGAL (1965), WESTHOFF et DEN HELD (1969) qui l'insèrent dans le *Magnopotamion* (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964.

f) Synchorologie

Le *Potametum lucentis* est réparti dans toute l'Europe et nombreux sont les auteurs qui l'ont inventorié.

En France, il est connu de KAPP et de SELL (1965) dans la région de Strasbourg, de GEHU (1973) dans le nord, de FELZINES (1982) dans le Bourbonnais, le Nivernais et le Berry, de BARREAU (1982) dans les étangs des Dombes ; en Allemagne, de PANKNIN (1941) au lac de Grimnitz, de OBERDORFER (1957 et 1970) et de GÖRS (in OBERDORFER 1977) dans le sud du pays, de KRAUSCH (1964) au lac de Stechlin, de PASSARGE (1964) dans la plaine du nord-est, de HILBIG (1971) dans le sud-est, de RUNGE (1973), de R. TÜXEN (1974) dans les pacages de Haselünner, de WIEGLEB (1977) dans le Harz, de POTT (1980) et de BURRICHTER et coll. (1980) en Westphalie ; en Belgique, de NOIRFALISE et de DETHIOUX (1977) ; en Espagne, de RIVAS-MARTINEZ (1974) dans les Asturies ; en Italie, de PEDROTTI (1975) dans les Apennins ; aux Pays-Bas, de VAN DONSELAAR (1961) dans les lits de rivières anciennes, de SEGAL (1965), de WESTHOFF (1973) dans les bas marais de l'ouest ; en Pologne, de TOMASZEWICZ (1969) dans la rivière Brig près de Varsovie et dans le lac artificiel de Zerze, de POBBIELKOWSKI (1970) dans la cuvette de Mazowsze, de MATUSKIEWICZ (1980) ; en Roumanie de ULARU (1967) et de NEDELCO (1973) dans les plans d'eaux de la plaine.

g) Synécologie

L'association se développe à une profondeur de 0,10 m à 0,80 m, toutefois, elle peut descendre bien plus bas, 1 à 3 m pour VAN DONSELAAR (1961), 1 à 1,60 m pour TOMASZEWICZ (1969) -ces deux auteurs remarquant son

optimalité sur sols minéraux- 5m dans le port de Strasbourg selon KAPP et SELL (1965) qui précisent sa recherche des eaux eutrophes de pH 7,2 à 7,6, son installation sur substrat limoneux ou gyttja eutrophe.

WESTHOFF (1973) indique pour le potamot luisant une bonne résistance à la pollution et une préférence pour les "fonds sablonneux couverts d'une mince couche de vase organique", c'est le cas à la Mare à Goriaux, ou d'autre part, l'agitation des eaux est vigoureuse et quasi-constante.

NOIRFALISE et DETHIOUX (1977) situent le *Potametum lucentis* dans les eaux eutrophes et relativement profondes (1 à 3 m).

Les eaux de différents individus d'associations relevés dans la dition ont été analysées, les résultats sont consignés dans le tableau XXVI

TABLEAU XXVI : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DU *POTAMETUM LUCENTIS*

	s./a. typique		s./a. à <i>Hydrocharis</i>			
Localités	Mare à Goriaux 24/7/75 13 h		Grand Clair de Palluel 9/9/75 15 h 9/9/75 16 h			
pH	8,2		7,9		7,9	
Conductivité μ S cm ⁻¹	2304		466		451	
Minéralisation mg/l	1747		334		323	
Ca ⁺⁺	7,14	3,56	54,1	2,70	65,1	3,24
Mg ⁺⁺	41,6	3,42	13,3	1,09	8	0,65
K ⁺	12,3	0,31	5,4	0,13	5,6	0,14
Na ⁺	357	15,52	16	0,69	13,9	0,60
SO ₄ ⁻⁻	900	18,73	36	0,75	35	0,72
Cl ⁻	120	3,38	25	0,70	27	0,76
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
	eau eutrophe, saumâtre, très sulfatée et chlorurée		eaux méso-eutrophes, bien équilibrées L'association croît dans les eaux méso-eutrophes à eutrophes pouvant subir une pollution industrielle, se traduisant par un excès de sulfates et de chlorures			

Le refus du couvert forestier marque l'héliophilie du *Potamogeton lucens* qui intercepte la lumière par ses feuilles larges et provoque la raréfaction des espèces des strates moyennes et inférieures (*Chara major*, *Ranunculus circinatus*, *Potamogeton pusillus*...).

h) Syndynamique

L'évolution de l'association à *Potamogeton lucens* s'effectue vers les facies à *Typha angustifolia* du *Scirpo-Phragmitetum*. L'installation de roselières brise-vents provoque le développement vers le *Myriophyllic-Nupnaretum* ou vers le *Sparganio-Sagittarietum*.

Selon KRAUSCH (1964), le dynamisme de la sous-association à *Nymphaea* se fait vers les roselières à *Equisetum fluviatile* et *Typha angustifolia*. Pour SEGAL (1968) le *Mariscetum serrati* (synonyme : *Cladietum marisci*) succède au *Potametum lucentis*.

i) Aspects biocoenotiques

Le *Potametum lucentis* est une excellente frayère pour la brème (*Abra-mis brama*), la carpe (*Cyprinus carpo*) et à un degré moindre le gardon commun (*Rutilus rutilus*) et le rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*) qui accrochent leurs oeufs aux divers potamots du *Potametum lucentis*. Celui-ci fournit ensuite un excellent abri aux jeunes alevins, assume un rôle direct dans la nutrition des espèces piscicoles herbivores, -celles sus-citées, ainsi que la tanche (*Tinca tinca*), - et constitue aussi la niche écologique d'un grand nombre d'espèces planctoniques végétales et animales consommées par la faune piscicole.

2* L'association à *Potamogeton pusillus* L. (= *P. panormitanus* Biv.)

.....
Potametum pusillo-graminei W. Koch 1926 (tableau 14)

Un groupement à *Potamogeton pusillus*, où l'espèce peut avoir un grand développement, couvre, à faible profondeur, de petites surfaces de substratum schisteux (terres apportées) de deux étangs d'affaissements miniers : étang du Prussien et étang de Fresnes-sur-Escaut. Il serait un fragment du *Potametum pusillo-graminei* décrit en 1926 par W. KOCH qui avait employé le binôme *Potamogeton panormitanus* dans sa nomenclature. Ce potamot serait pour FOURNIER (1946) une sous-espèce de *Potamogeton pusillus*, pour OBERDORFER (1970), il n'y aurait que synonymie. DE LANGHE et coll. (1978) dans leur flore, jugent la nomination "*Potamogeton pusillus*" ambiguë et retiennent celle de *Potamogeton panormitanus*.

Potamogeton gramineus, seconde caractéristique de l'association noté près de St-Amand, sans précision de sites par HECART (1836) puis par GODON (1909) en compagnie de *Potamogeton pusillus* dans des fossés et sur les bords de mares de la même région (forêt de St-Amand et de Vicoigne), n'a pas été revu.

Un *Potametum pusilli* a été présenté par LEBRUN et ses collaborateurs (1949), WATTEZ (1968) y rattache l'association à *Potamogeton pusillus* des marais de la plaine alluviale picarde. Il manifeste des similitudes avec notre association, si l'on s'en tient à sa composition floristique, mais il semble en différer si l'on se réfère au biotope et au substrat : mares prairiales selon WATTEZ et fossés au fond vaseux et tourbeux selon LEBRUN pour le *Potametum pusilli*, sol caillouteux à forte granulométrie sur les rives du Lac de Joux (obs. ined., 1976) pour le *Potametum pusillo-graminei* (combinaison de deux espèces). FOURNIER et CLAPHAM voient dans le potamot graminé une espèce européenne et américaine qualifiée de rare, dans le potamot grêle, une espèce subcosmopolite commune (mais sa confusion trop fréquente avec *Potamogeton berchtoldii* ne l'a-t-elle pas fait plus courante qu'elle ne l'est en réalité ? L'association, désignée par la combinaison des 2 espèces est peu connue des auteurs.

En France, des potamaies relevées par FROMENT (1953) dans des fossés d'extraction des vallées du Laonnois et du Vermandois possèdent les deux potamots.

En Allemagne, l'association est répertoriée dans le lac de Constance par OBERDORFER (1957), dans la région nord-ouest par R. TÜXEN (1975) et correspond pour une bonne part au *Potametum graminei* W. Koch 1926 modifié par PASSARGE (1964), dans son travail sur les plaines du nord-est ; l'association amendée selon les conceptions du phytosociologue est-allemand est notée par HILBIG (1971) et RUNGE (1973). Aux Pays-Bas, SEGAL (1968) cite une association à *Potamogeton pusillus* (inscrite dans le *Parvopotamion*) mais aussi l'association (rangée dans le *Potamion polygonifolii*), WESTHOFF et DEN HELD (1969) mentionnent le *Potametum graminei* (inséré dans le *Potamion graminei* Den Hartog

et Segal 1964). En Pologne, POKBIELKOWSKI (1970) signale le groupement à *Potamogeton pusillus* dans la cuvette de Mazowsze.

OBERDORFER (1957) note l'affinité du *Potamogeton pusillo-graminei* pour les eaux basiques, mésotrophes, moyennement riches en matières nutritives et les sols vaso-sableux relativement humiques ; l'augmentation en silice de substrat au détriment de la vase, entraîne le passage vers l'association à *Chara aspera*.

Pour FROMENT (1953), dans le Laonnois, les espèces caractéristiques se distribuent dans les eaux de pH 7 à 7,5.

Dans notre région, les faciès de roselières, phragmitaie et typhaie à *Typha angustifolia* s'implantent dans les biotopes à *Potamogeton pusillus* ; au lac de Joux dans le Jura, un groupement à *Hippuris vulgaris* supplante l'association (obs. inéd., 1976).

3* L'association à *Potamogeton trichoides*

.....
Potamogeton trichoidis (Freitag, Markus et Schwippl 1958) R. Tüxen 1965
(tableau 15)

a) Localisation

Elle est peu commune dans la région, elle se rencontre dans les argilières des vallées de l'Hayne et de l'Hogneau surcreusées par les affaissements miniers, dans le Petit Bequerel (étang de la vallée de la Sensée) et dans un watergang, la rivière des Bouzats.

b) Synphysionomie

Le potamot à feuilles capillaires forme des végétations denses qui atteignent leur plein développement en mai-juin. Seules les fleurs blanches des renoncules trichophylle ou circinée donnent un certain cachet à l'un des groupements les plus discrets que nous ayons rencontrés. Le rôle physionomique du potamot à feuilles capillaires est prépondérant.

c) Synfloristique

Organisation : La flore du groupement est riche de 23 espèces avec une moyenne de 6 par relevé. Les plantes de haute et moyenne présence constituent plus de la moitié de leur nombre total, ce qui est un signe de l'homogénéité du groupement. Du tableau 15, se dégagent outre la caractéristique d'association, 6 différentielles de sous-associations, 2 caractéristiques d'alliance (*Potamion*), 8 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) et 5 compagnes (3 plantes des *Lemmetea* et 2 algues filamenteuses).

Variations : l'association à *Potamogeton trichoides* subit, selon le biotope dans lequel elle apparaît, des variations notables au niveau de sa composition floristique. Dans les anciennes argilières de la région de Thivencelles, soumises à une baisse importante et rapide des eaux dès juillet et parfois à une émergence estivale, se distingue une strate inférieure à *Chara vulgaris* variété *longibracteata*, *Leptodictyum riparium*, *Chara globularis* (rel. 1 à 6), différentielles d'une sous-association proche de celle entrevue par R. TUXEN (1974 et 1975). Dans ces sites, les autres spermatophytes sont rares, ils le sont également dans la sous-association typique (rel. 7) où font de même défaut les différentielles de la sous-association à *Chara*. Ces phanérogames sont au contraire constants dans les eaux plus profondes (0,40 m à 0,60 m) et constituent les différentielles d'une sous-association à *Elodea* (rel. 8 à 11), connue de R. TUXEN (1975).

WIEGLEB (1977) et FELZINES (1982) notent également dans l'association l'importance des characées (*Nitella* et *Chara*), FELZINES précise d'ailleurs la concurrence avec les associations du *Nitellion*. Leurs relevés où figurent les characées correspondent à notre sous-association à *Chara vulgaris* et *Chara globularis*.

Caractère de la flore : le spectre chorologique s'établit de la façon suivante :

- européennes	42,2 %	(dont une européenne occidentale et centrale 1,3 %)
- cosmopolites	28,3 %	
- subcosmopolites	17,4 %	
- eurasiatiques tempérées	5,4 %	
- circumboréales	3,6 %	
- boréoaméricaines	1,3 %	
- paléosubtropicales	1,2 %	
- méditerranéennes-atlantiques	0,6 %	

L'élément européen est prédominant, on remarque néanmoins le taux élevé des ubiquistes communes à la plupart des associations des *Potametea*.

d) Syntaxonomie

Notre groupement à *Potamogeton trichoides* peut être assimilé au *Potametum trichoidis* Freitag, Markus et Schwippl 1958 redéfini par R. TÜXEN en 1965.

e) Synsystématique

FREITAG, MARKUS et SCHWIPPL (1958) voient dans le groupement à *Potamogeton trichoides* "un état transitoire vers les associations de l'*Helodo-Sparganietum*" et le rattachent au *Littorelletea*. OBERDORFER et ses collaborateurs (1967) s'accordent également à considérer l'association en temps qu'intermédiaire entre le *Littorellion* W. Koch 1926 et le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957, mais l'insèrent néanmoins dans l'alliance des *Potametea*. L'absence des espèces des *Littorelletea* amène R. TÜXEN (1974) à réfuter toute intégration dans les *Littorelletea* et en faire une association du *Potamion* W. Koch 1926. Le cortège floristique de notre groupement, son écotope nous amènent à opter pour son insertion dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957. Signalons encore la position de SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969) qui le placent dans le *Parvopotamion* (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964.

f) Synchorologie

La distribution géographique du *Potametum trichoidis* a été peu étudiée. En France, GEHU (1973) cite l'association "ça et là", ainsi, outre les stations inscrites dans le tableau, nous l'avons dénombrée parmi divers groupements dans le Courant Wacheux à Wandignies-Hamage (59) (obs. inéd., 1976) et en Lorraine (1982). BARBE (1975) l'inventoire parmi les associations dulcaquicoles de Franche-Comté et FELZINES (1982) la relève dans le Bourbonnais, le Nivernais et le Morvan.

En Allemagne, OBERDORFER et ses collègues (1967) la mentionnent dans l'ouest du pays, puis le phytosociologue allemand (1970) l'indique dans le sud où elle est évoquée par GORS (in OBERDORFER 1977); RUNGE (1969) la cite dans de nombreuses régions et la fait figurer dans son synsystème (1969); HILBIG (1970) l'indique dans les étangs du Parc Naturel "d'Untere Mulde" et dans le sud-est (1971). Aux Pays-Bas, elle est connue de SEGAL (1968), de WESTHOFF et DEN HELD (1969).

La plante de CHAMISSO et SCHLECHT a une répartition européenne selon FOURNIER (1946) et atlantique méditerranéenne selon HEGI (1931-1933), de plus, elle est loin d'être courante, ainsi, DELVOSALLE, DEMARET, LAMBINON, et LAWALREE (1969) la qualifient de rare à très rare en Belgique où elle n'a été revue que dans quelques localités depuis 1940.

La rareté de l'espèce explique la méconnaissance de l'association qu'elle détermine.

g) Synécologie

OBERDORFER (1957) note l'affinité de l'espèce caractéristique pour "les eaux claires, moyennement riches en matières nutritives, mésotrophes, riches en bases, sur les sols moyennement humiques vaseux ou tourbeux".

R. TUXEN (1975) lie la sous-association à *Chara* à une sapropélisation du biotope, à un accroissement de l'épaisseur de vase.

FELZINES (1982) l'observe dans les eaux mésotrophiques sur substrat sablonneux ou argileux, parfois en concurrence avec les groupements de *Nitellion*.

Les eaux de la sous-association à *Chara* ont été analysées (tableau XXVII).

TABLEAU XXVII : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DU *POTAMETUM TRICHOIDIS*

	s./a. à <i>Chara</i> et à <i>Leptodictyum</i>			
Localités	Thivencelles Etang a de la Fosse St- Pierre 27/7/74 15 h 30		Thivencelles Etang a du Calvaire du Jubilé 27/7/74 17 h	
pH	7,4			
Conductivité $\mu S cm^{-1}$	477,9		576	620,6
Minéralisation mg/l	342,2		412,8	
Ca ⁺⁺	14	0,69	34,1	1,70
Mg ⁺⁺	8,9	0,73	15,1	1,24
K ⁺	7,1	0,18	2,6	0,06
Na ⁺	52	2,26	4,08	1,76
SO ₄ ⁻⁻	33	0,93	15	0,31
Cl ⁻	86	2,42	65	1,83
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l

Ces eaux sont méso-eutrophes à eutrophes, assez pauvres en calcium mais riches en sodium et en chlorures (pollution due à la mine voisine). La décomposition des fanes de *Phragmites australis* ou des feuilles du *Salix cinerea*, éléments essentiels des groupements de contact, enrichit le milieu en matières organiques favorables au développement de l'association, nous avons pu constater cette préférence hors de la dition, dans le courant Wacheux qui reçoit les eaux usées des habitations non raccordées à un réseau d'assainissement (obs. inéd., 1979). Un battement fort et rapide semble indispensable à l'épanouissement de la sous-association à *Chara*. Les eaux profondes, de composition chimique bien équilibrée sont propices à la sous-association à *Elo-dea*.

h) Syndynamique

Observée à plusieurs reprises, la superposition du *Scirpo-Phragmitetum*, faciès à *Phragmites australis* ou du *Sparganio-Sagittarietum* avec le *Potametum trichoides* montre bien dans quel sens s'opère l'évolution de l'association.

4* L'association à *Najas marina* L.

.....
Najadetum marince (Libbert 1952) Fukarek 1961 (tableau 16)

a) Localisation

Cette association remarquable n'a été observée que dans un seul étang d'affaissement minier : la Mare à Goriaux, où elle est bien représentée dans le secteur, ancien étang à Goriaux et dans quelques étangs de la vallée de la Somme (étang de Fontaine-sur-Somme, marais des Quarante rivières du Doit et du Maillefeu à Mareuil-Caubert).

b) Synphysionomie

La grande naïade réalise de véritables prairies, très denses, monospécifiques ou paucispécifiques qui recouvrent par place entièrement le fond de l'étang. A la Mare à Goriaux, cette végétation ne se remarque guère si ce n'est par un apport considérable de "laisses automnales" le long d'une microfaisle constamment ravivée, limite orientale de l'étang.

c) Synfloristique

Organisation : La flore du groupement est pauvre, 20 espèces au total, la moyenne par relevé étant de 4. Le tableau 16 révèle, outre la caractéristique d'association, 2 différentielles de variantes, 2 espèces de l'alliance (*Potamion*), 12 de l'ordre et de la classe (*Potametalia* et *Potametea*).

Variation : *Najas marina* forme faciès dans l'eau profonde, sur fond très vaseux (rel. 1 et 2, stade juvénile). L'arrivée du contingent d'espèces des unités supérieures signifie une diminution de la profondeur et un amincissement notable de la couche de vase épandue sur le substrat sableux. Dans les eaux les moins minéralisées, se rencontre une variante à *Potamogeton alpinus* (rel. 3). Au sable mis à nu, correspond une variante à *Chara hispida* (rel. 10) analogue à "l'association hétérogène *Najas-Chara*" énoncée par CORILLION (1957) dans le Sud-Finistère. La variante type (rel. 4 à 9) propre aux eaux eutrophes et aux vases enrichies en débris organiques est la plus fréquente.

d) Syntaxonomie

L'association à *Najas* transparait de la description du *Parvo potameto-Zannichellietum* de W. Koch (1926) dont OBERDORFER (1957) a démontré la

possibilité de deux formes de développement ou même de deux associations distinctes : l'une riche en *Zannichellia* le *Parvopotameto-Zannichellietum sensu stricto*, l'autre avec *Najas* dominant, le *Parvopotameto - Zannichellietum najadetosum* élevé au rang d'association le *Najadetum marinae* par LIBBERT (1952 in R. TUXEN 1972), puis par FUKAREK (1961) qui en a donné la définition actuelle.

e) Synsystématique

Nous rangeons cette association dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957, toutefois, il semble intéressant de signaler que SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969) le rattachent au *Parvopotamion* (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964.

f) Synchorologie

Dans ses "Quatre Flores de France", FOURNIER (1946) considère *Najas marina* (= *Najas major*) comme une "subcosmopolite" assez rare sur le territoire. Nous en avons trace dans les travaux de plusieurs botanistes français. MAGNIN (1894) l'a répertoriée dans les lacs du Jura, GADECEAU (1909) dans le lac de Grand Lieu, FROMENT (1953) dans la vallée de la Souche, CORILLION (1957) dans les Dombes, le Finistère, le Jura, la Mayenne, RIOMET (1961), pour qui elle est très rare, dans l'Aisne et dans la Marne, BOURNERIAS (1968) dans la région parisienne, BARREAU (1982) dans les Dombes. En Belgique, DELVOSALLE, DEMARET, LAMBINON et LAWALREE (1969) la classent dans "les plantes rares, disparues ou menacées de disparaître de Belgique".

DE LANGHE et ses collaborateurs (1978) dans leur Nouvelle Flore, ne l'indiquent que dans les districts maritimes, lorrain où elle est très rare et picard où elle est mentionnée assez rare.

Si l'on s'en tient à l'association, elle est connue de FUKAREK (1961) en Pologne ; en Allemagne, de PASSARGE (1964) dans les plaines du nord-est, de OBERDORFER (1967 et 1970) et de GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977) dans le sud, de WIEGLEB (1977) dans le Harz, de RUNGE (1973); de SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969) aux Pays-Bas ; de DIEDERICH (1979) au Luxembourg.

La distribution de l'association semble coïncider avec celle de l'espèce. La rareté de la caractéristique d'une des associations les plus mal étudiées, empêche de préciser davantage son aire de répartition.

g) Synécologie

OBERDORFER (1970) parlant de *Najas marina*, souligne qu'elle habite les eaux stagnantes ou faiblement courantes, basiques, mésotrophes à eutrophes. Il écrit : "elle est fixée dans les sols boueux, sablonneux, plus ou moins riches en humus, dans les schlamms, on la trouve à une profondeur allant de 0,10 m à 2 m (préférentiellement 0,50 m) ; elle tolère une certaine salinité et aime la chaleur".

L'eau prélevée au niveau de la sous-association à *Chara* le 24/6/75 à 13 h 30 a été analysée ; le pH est de 8,3, la conductivité de 2259,2 μ S cm^{-1} , la minéralisation de 1714,2 mg/l, la teneur en ions est de :

- Ca ⁺⁺	91,2
- Mg ⁺⁺	37,7
- K ⁺	15
- Na ⁺	373,1

- SO ₄ ⁻⁻⁻	950
- Cl ⁻	115
	mg/l

L'eau est eutrophe, de type subsaumâtre ; l'abondance des sulfates est en rapport avec l'oxydation de la pyrite des schistes houillers formant le terril plat, bordure méridionale de l'étang.

Les différents individus d'association, bien exposés en ce site, ressentent au maximum l'ensoleillement.

h) Syndynamique

L'évolution se fait vers le faciès à *Myriophyllum spicatum* du *Myriophyllo-Nupharetum* ou vers celui à *Typha angustifolia* du *Scirpo-Phragmitetum*.

5* L'association à *Zannichellia palustris* L. subsp. *palustris*

Zannichellieta palustris (Baumann 1911) G. Lang 1967 (tableau 17)

a) Localisation

Elle est surtout répandue dans les étangs du Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais de la région de Carvin, des vallées de l'Escaut et de l'Hayne, elle parait exclue des étangs intra-forestiers du Massif de St-Amand et semble quasi-absente de la vallée de la Sensée ; en effet, au cours de nos investigations, nous ne l'avons localisée que dans le seul Petit Marais d'Ecourt-St-Quentin.

Elle s'étend sur plusieurs ares dans le lac d'Armbouts-Cappel, occupe également les marges de mares prairiales (Le Crotoy) et forme parfois de petites "plages" dans des "anses" de rivières (Lys, Hem).

b) Synphysionomie

L'association s'exprime sous la forme d'un tapis herbacé dense, s'étalant à faible profondeur (0,15 m en moyenne), sur un fond vaseux et ceinturant plus ou moins complètement les étangs qui l'abritent. Elle est très nettement dominée par l'espèce caractéristique, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* (fo. *stagninus*).

L'aspect saisonnier de cette végétation est vernal ou pré-estival, la seule floraison marquante est celle des renoncules et de l'hottonie des marais. L'abaissement du niveau des nappes phréatiques en juillet provoque parfois l'émergence estivale du groupement qui ne se voit de nouveau recouvert par les eaux qu'en novembre.

c) Synfloristique

Organisation : En dehors de l'espèce caractéristique de l'association et de 10 espèces différentielles de sous-associations se remarquent successivement dans le tableau 17 des espèces de l'alliance du *Potamion* (2) puis de l'ordre des *Potametalia* et de la classe des *Potametea* (10) et des compagnes (6). Les plantes mentionnées en légende sont au nombre de 7, ce qui porte à 37 le nombre total d'espèces de l'association.

120

Variations : Les premiers relevés (rel. 1 à 5) témoignent d'une phase juvénile où la zannichellie forme faciès. Les suivants (rel. 6 à 11) se rencontrent sur fonds vaseux, ils montrent un enrichissement en espèces et sont le reflet de la sous-association typique. Sur les substrats les plus vaseux et dans les eaux subsaumâtres, s'installe une sous-association à *Vaucheria dichotoma*, *Ruppia cirrhosa* et *Ranunculus baudotii* (rel. 12 à 14). Dans les eaux appauvries en calcium, sur substrat vaso-humique, croît la sous-association à *Potamogeton obtusifolius* (rel. 15 à 17), soumise également à la dépendance du rat musqué : les coulées de passage de *Ondatra zibethica* favorise l'installation du potamot, espèce héliophile. Dans les sites ombragés aux eaux légèrement courantes, enrichies en matières humiques, se singularise une sous-association à *Hottonia palustris* et *Callitriche platycarpa* (rel. 18 à 22), alors que dans les biotopes ensoleillés, aux eaux limpides, s'individualise une sous-association à *Ranunculus aquatilis* et *Chara vulgaris*, *Chara vulgaris* var. *longibracteata* et *Tolypella glomerata* (rel. 23 à 28), supportant l'émersion.

d) Syntaxonomie

L'espèce prospère dans les eaux stagnantes sous une forme "ramassée" ou "forme des eaux stagnantes" et dans les eaux courantes sous une forme particulièrement "puissante" ou "forme des rivières", ce que signalent également HILBIG (1971) et GRUBE (1975). La forme "stagninus" associée aux espèces du Potamion caractérise le *Zannichellietum palustris* Baumann (1911), redéfini par LANG (1967).

Ces ceintures à *Zannichellia palustris* ne sont pas sans rappeler non plus le *Parvo-Zannichellietum* W. Koch 1926 forme *sensu stricto* énoncée par OBERDORFER (1957).

e) Synsystématique

Comme HILBIG (1971), GORS (1973 in OBERDORFER 1977), ZAHLHEIMER (1979), POTT (1980), nous placerons le *Zannichellietum palustris* dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957.

f) Synchorologie

Les indications relatives à *Zannichellia palustris* sont assez contradictoires. FOURNIER (1946) tient cette espèce pour "assez commune", mais les données régionales dont nous disposons s'opposent :

- Dans sa "Florula hanoniensis", HECART (1836) ne mentionne l'espèce que dans le Rhônelle à Aulnoy (59),

- GODON (1909) la nomme dans la vallée de la Scarpe tout en précisant son absence dans la vallée de la Sensée où nous l'avons observée dans le Grand Marais de Rumaucourt et d'Ecourt-St-Quentin,

- Elle figure dans la Nouvelle Flore du Nord de la France et de la Belgique de BONNIER (1923),

- WATTEZ (1968) nous dit : "*Zannichellia palustris* est une plante qui s'observe fréquemment sur le fond vaseux des marigots et des mares si nombreuses dans les prés salés de l'estuaire des fleuves côtiers (Canche, Authie et Somme)",

- Dans la Nouvelle Flore de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (1978), la plante est qualifiée "R - RR", dans le District maritime et "RR ou nul" ailleurs,

- Elle ne figure ni dans les travaux de JOVET (1949) sur le Valois ni dans la Flore de l'Aisne de RIOMET (1961) ni dans les listes d'espèces constitutives des groupements végétaux du Bassin Parisien de BOURNERIAS (1968).

D'autre part, ces éléments de floristique concernent-ils la sous-espèce *pedicellata* ou la sous-espèce *palustris* ? Il est en effet des plus nécessaire de les distinguer, la première semble limitée au littoral, la seconde à une aire plus vaste avec une prédisposition pour l'intérieur des terres.

En conclusion, dans le nord-ouest de la France, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* peut être qualifiée de rare, la méconnaissance de l'association qu'elle détermine, étant liée à cette rareté : le groupement à *Zannichellia* est connu de KAPP (1958) et de KAPP et SELL (1965) en Alsace, de WATTEZ (1968) dans la plaine alluviale picarde (*Zannichellia palustris* et *Potamogeton densus*) ; il a été décrit par ces auteurs sous le nom de *Parvopotameto-Zannichellietum*.

Il existe en Lorraine où DECORNET (1978) l'a étudié, un groupement à *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* dans l'Orne, mais est-il rattachable au *Zannichellietum palustris*, ou doit-on le considérer comme un simple faciès du *Ranunculetum fluitantis* ? Plus récemment, DE FOUCAULT et WATTEZ (1982) ont étudié un groupement à *Zannichellia palustris* et *Myriophyllum spicatum* dans la Plaine maritime picarde (mollières de Berck).

En Allemagne, OBERDORFER (1970) indique le *Zannichellietum* dans le sud-ouest et HILBIG (1971) dans le sud-est, alors que WEBER-OLDECOP (1973) présente un *Parvopotameto-Zannichellietum* dans la région de Brunswick et de Hanovre, qui peut être assimilé à l'association. LANG (1973) le signale dans le lac de Constance (en Suisse) et en Allemagne où WIEGLEB (1977) l'a rencontré également dans le Harz, et POTT (1980) en Westphalie. Aux Pays-Bas, SEGAL (1968) insère dans son synsystème un *Parvopotameto-Zannichellietum najetosum*.

g) Synécologie :

Selon OBERDORFER (1957), le *Parvopotameto-Zannichellietum* s'observe "dans les queues d'étangs boueux, dans les eaux peu profondes, salées, enrichies en matières nutritives, le plus souvent en sels de calcium et susceptibles de s'échauffer beaucoup l'été. Quant à *Zannichellia palustris*, elle choisit volontiers "les eaux plus ou moins profondes (0,50 m à 2,50 m), stagnantes ou circulant lentement, basiques, eutrophes, riches en matières nutritives" ; elle peuple "les sols vaseux riches en humus, ou sablonneux ; la sous-espèce *palustris* préfère les eaux polluées où se déversent les résidus de l'activité humaine".

KAPP et SELL (1965) lient le groupement à *Zannichellia* qu'ils qualifient de thermophile, aux zones de bordure de canaux et d'étangs en eaux peu profondes, à pH moins de 7 (canal de la Marne-au-Rhin = 7,20, canal du Rhône-au-Rhin = 7,12).

Les données écologiques de WATTEZ (1968) concernant le groupement à *Zannichellia palustris* et *Potamogeton densus* corroborent les indications sus-citées, avec toutefois de légères restrictions, l'eau paraît assez limpide, son pH est de 7,9 et sa conductivité $427 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ (mais la présence de *Potamogeton densus* indique que les eaux de la station considérée sont vraisemblablement courantes. WEBER-OLDECOP (1973) situe l'association sur les sols vaseux humiques ou minéraux, dans des eaux calmes, peu profondes, riches en calcium et en matières nutritives.

GÜRS (1973 in OBERDORFER 1977) et LACHAVANNE (1977), la notent dans les eaux eutrophes (et plus ou moins polluées).

WIEGLEB (1978) confère au *Zannichellietum* un rôle de bioindicateur pour les eaux très riches en calcium "dominées" par les phosphates, et avec une alcalinité élevée (supérieure à 1,5 mval/l).

POTT (1980) précise les caractères écologiques du *Zannichellietum* "association se trouvant dans les eaux extrêmement riches en hydrogénocarbonates, à teneur modérée en phosphates, mais élevée en nitrates et en sels minéraux en général. Elle révèle une large amplitude écologique en regard des facteurs physico-chimiques de trophie. La teneur des eaux en substances n'est pas "soumise à un plafond" pour l'association qui peut assumer le rôle d'indicateur de salinité."

BOUZILLE (1981), dans son étude de la végétation du marais breton relève *Zannichellia palustris* dans les eaux de légèrement à modérément saumâtres (conductivité 2700 à 9000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ mais la sous-espèce n'est malheureusement pas déterminée, et étant donné le milieu, il pourrait s'agir de *Zannichellia palustris* subsp. *pedicillata* .

MERIAUX (1982) signale la résistance aux pollutions organiques et minérales (Cl^- , SO_4^{--} , PO_4^{---} , NH_4^+) du *Zannichellietum*.

Nos observations concordent avec l'ensemble de ces résultats : l'association se rencontre dans les eaux peu profondes (0,20 m), basiques, soumises aux pollutions humaines (minérales et organiques), sa thermophilie est nette. Elle peut en effet, supporter de très forts ensoleillements, et persister en été dans des eaux peu profondes et surchauffées. L'eau de deux stations a été analysée, les résultats ont été regroupés dans le tableau XXVIII.

Pour DEN HARTOG et SEGAL (1964), *Zannichellia palustris* est une espèce d'eau mésotrophe et oligohaline, pour KÖHLER (1972), on la trouve dans les endroits "les plus purs ou les plus eutrophisés". Nous l'avons relevée dans différents groupements et dans des eaux méso-eutrophes (*Callitrichetum obtusangulae*) à eutrophes très chargées en sels minéraux, voire très polluées (*Zannichellietum palustris*):

Valeurs	minimale	maximale
Conductivité	420	2620 $\mu\text{S cm}^{-1}$
Cl^-	25	750 mg/l
Na^+	4,1	116,2 mg/l
Mg^{++}	3,6	66 mg/l
Ca^{++}	20	372,7 mg/l
K^+	2,1	13,6 mg/l
SO_4^{--}	15	2300 mg/l

KÖHLER et coll. (1971, 1973), mentionnent l'amplitude de répartition de *Zannichellia palustris* vis-à-vis des teneurs en ammonium : valeurs de 0,05 à 0,19 mg/l, et en phosphates : valeurs de 0,05 à 0,20 mg/l.

Les valeurs citées par DECORNET (1979) leur sont supérieures : ammonium 0,32 à 0,40 mg/l, phosphates 0,45 à 0,95 mg/l. Dans les rivières de l'Artois, elles sont intermédiaires : ammonium 0,13 à 0,40 mg/l, phosphates 0,35 à 0,60 mg/l, nitrates 11 à 13 mg/l.

En ce qui concerne les nitrates, les concentrations selon GRUBE (1975) sont de l'ordre de 2 mg/l, selon DECORNET (1979), en Lorraine, elles sont de 4 à 4,5 mg/l dans l'Orne, et pour MELZER (1976) de 16,1 à 23 mg/l.

TABLEAU XXVIII : RESULTATS DES ANALYSES D'EAU EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS
D'ASSOCIATION DU ZANNICHELLIETUM PALUSTRIS

LOCALITES	s./a. à <i>Potamogeton</i> <i>Obtusifolius</i>	s./a. à <i>Vaucheria</i> <i>dichotoma</i>		s./a. type		s./a. à <i>Chara</i>	
	Etang du Marais du Carvin 9/9/75 11h30	Etang de la Digue Noire 24/7/75 18h30	Mare prairia- le au Crotoy 4/5/79	La Lys à Delettes 24/6/81	La Lys à Coyecques 24/6/81	Lac d'Armbouts- Cappel 26/6/78	
p H	9,2	8,5	7,5	7	7	8,1	
Conductivité $\mu S cm^{-1}$	768	2621	280	450	450	1150	
Minéralisation mg/l	549,8	1987,4	215,5	322,2	322,2	977,9	
Ca ⁺⁺	20	0,99		113	5,59	68	3,36
Mg ⁺⁺	22,2	1,82		4	0,33	22	1,80
Na ⁺	84	3,65		9	0,39	156	6,78
K ⁺	8,1	0,20		1,8	0,04	7,4	0,18
SO ₄ ⁻⁻	158	3,28		8	0,17	110	2,28
Cl ⁻	130	3,66		19	0,54	300	8,45
	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
	Eau très alcaline eutrophe relativement pauvre en calcium (!) mais d'assez forte teneur en sodium et en anions (pollution industrielle et à un degré moindre urbaine).	Eau eutrophe très minéralée (vraisemblablement teneur élevée en Cl ⁻ , SO ₄ ⁻⁻ , Na ⁺ , pollution minérale).		Eau eutrophe hydrogénocarbonatée		Eau eutrophe présentant des teneurs en Na ⁺ , Cl ⁻ , et SO ₄ ⁻⁻ élevées (caractère subsaumâtre)	

L'amplitude écologique de *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* est donc très grande. En fait, les valeurs extrêmes de la conductivité, des chlorures, sulfates, du potassium et du magnésium, correspondent pour les minimales aux eaux vives méso-eutrophes à eutrophes, présentant une auto-épuration rapide en cas de pollutions minérales ou organiques -le *Callitrichetum obtusangulae* et le *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* s'y développent-, et pour les maximales aux eaux stagnantes eutrophes devant très souvent supporter des pollutions minérales et organiques chroniques parfois très élevées, ou des eaux subsaumâtres (voire légèrement saumâtres)), le *Zannichellietum palustris* y prospère.

h) Syndynamique

L'évolution de l'association est clairement signifiée par la présence des hélophytes placés hors tableau. Elle se fera vers la formation à *Alisma plantago* (étang du Bois de l'Épinoy), vers le faciès à *Oenanthe aquatica* du *Rorippo-Oenanthetum* (étangs du Marais de Carvin), vers le groupement à *Sparganium erectum* subsp. *erectum* (étangs de Fresnes et Petit Marais d'Écourt-St-Quentin), vers ceux à *Glyceria fluitans* et *Glyceria plicata* (étangs du Marais de Carvin).

i) Aspects biocoenotiques

Limmées et planorbes abondent dans la phytocœnose à *Zannichellia palustris*, habitat préférentiel de ces mollusques qui résistent eux-aussi à la pollution organique et minérale (Cl^- , NO_3^- et NO_2^-).

6* L'association à *Potamogeton pectinatus* L. var. *scoparius*
.....
Potametum pectinati Carstensen 1955 (tableau 18)

a) Localisation

La végétation à *Potamogeton pectinatus* se rencontre sur de grandes étendues, en marge de nombreux étangs récents où elle succède au *Zannichellietum palustris* dans les eaux plus profondes.

Elle beaucoup plus rare dans les étangs anciens où elle ne couvre d'ailleurs que de petites surfaces.

b) Synphysionomie

Cette potamaie, particulièrement dense, peut s'étendre sur de grandes surfaces dans des eaux peu profondes (étangs du Marais de Carvin) ou réaliser une ceinture interne à la végétation à *Zannichellia* (étang de la Digue noire). Le potamot pectiné qui forme faciès partout où il s'installe et tend à "étouffer" les autres plantes du groupement, assure un rôle physionomique prépondérant.

L'aspect saisonnier, certes difficile à saisir, est estival : de juillet à août les épis lâches du potamot se dressent péniblement au-dessus de la surface des eaux.

c) Synfloristique

Organisation : La flore du groupement comporte 32 espèces se répartissant comme suit : 1'espèce caractéristique, *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius*, 6 différentielles de sous-associations, 2 caractéristiques d'alliance (*Potamion*), 14 espèces d'ordre (*Potametalia*) et de classe (*Potametea*), 8 espèces compagnes dont 3 espèces des *Lemmetea*, 1 espèce des *Ruppieta*, et 4 algues vertes filamenteuses.

Chaque relevé comporte entre 1 et 8 espèces, cette pauvreté floristique au niveau des individus d'association s'explique par le rôle écrasant joué par la caractéristique.

Variations : En plus de la sous-association typique désignée par la combinaison de l'espèce caractéristique, des espèces du *Potamion-Zannichellia palustris* et *Potamogeton pusillus*-, et d'espèces des unités supérieures -*Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Ranunculus circinatus*, *Ranunculus trichophyllus*, *Ranunculus aquatilis* - trois autres sous-associations ont été mises en relief :

- une première à *Vaucheria dichotoma*, *Chara vulgaris* var. *longibracteata*, et *Chara vulgaris* , dans les eaux limpides mais fortement minéralisées, et sur fond vaseux (rel. 15 à 19) ;

- une seconde à *Hottonia palustris* et *Potamogeton friesii* dans les biotopes ombragés, aux eaux chargées en débris organiques provenant de la décomposition des feuilles de *Quercus robur*, *Betula pubescens*, *Acer pseudo-platanus* (rel. 20 à 23) ;

- une troisième à *Potamogeton obtusifolius*, dans les eaux les moins calciques, analogue à celle décrite pour le *Zannichellietum palustris* dans le chapitre précédent (rel. 24).

d) Syntaxonomie

Un problème se pose quant à la taxonomie d'un tel groupement, les opinions des auteurs divergent sur la valeur synsystématique accordée au potamot pectiné.

Des phytosociologues comme R. TUXEN, WESTHOFF, KRAUSCH en font une caractéristique de la classe des *Potametea*, alors que OBERDORFER la place dans la liste des caractéristiques du *Potamion*.

En fait, la position des auteurs concernant la place de *Potamogeton pectinatus* est très diversifiée :

- W. KOCH (1926) la mentionne dans les constituantes de son *Parvopotamo-Zannichellietum tenuis*,

- R. TUXEN (1937) la nomme dans les espèces du *Ranunculietum fluitantis* Allorge 1922,

- BEGUINOT (1941) puis CARSTENSEN(1955) décrivent une association à *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius*,

- PIGNATTI (1953) cite un groupement à *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius* appartenant au *Ruppion maritimae*,

- DEN HARTOG et SEGAL (1964) distinguent un *Potametum perfoliati* que WESTHOFF (1969) range dans le *Magnopotamion Vollmar* (1947) Den Hartog et Segal 1964,

- HILBIG (1971) désigne un *Sparganio emersi-Potametum pectinati* qu'il intègre dans le *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959,

- POTT (1980) distingue un stade à *Potamogeton pectinatus* du *Potametum lucentis*.

Mais ces auteurs parlent-ils bien du "même potamot"? Ainsi, GEHU (1961), présentant la végétation des mares de prairies de l'Avesnois évoque cette question et écrit : "*Potamogeton pectinatus* est parfois considéré comme une caractéristique du *Ranunculetum fluitantis* R. Tüxen 1937 . Il n'en n'est pas ainsi dans la dition où l'on trouve cette espèce dans les eaux dormantes, tandis qu'elle est absente du *Ranunculetum fluitantis*".

Déjà, en 1978, dans notre mémoire sur la végétation des étangs et marais du nord de la France, nous avons posé le problème et rapporté la position de plusieurs grands botanistes quant à l'existence ou l'absence des variétés de *Potamogeton pectinatus*.

ROUY (1912) dans sa Flore de France présente les variétés *protenus* Wabr. (= *vulgaris* Cham et Schl.), *scoparius* Walbr. et *dichotomus* Walbr. (= *flabellatus* Crep.).

FOURNIER (1928) dans sa Flore complète, énumère les variétés *scoparius* Walbr., *drupaceus* Koch, *vulgaris* Cham. et Schl., *interruptus* Asch. et *zosteraceus* Fries.

BONNIER et DOUIN (1934) dans leur Flore complète de France, de Suisse et de Belgique indiquent les variétés *setaceus* Miy. (= *scoparius*) et *flabellatus* Crep.

KAPP (1958) mentionne les variétés *scoparius* et *interceptus* (cette variété est-elle synonyme de l'*interruptus* ?).

CLAPHAM, TUTIN et WARBUG (1962) dans leur Flore des Iles Britanniques, citent les variétés *setaceus* Miy. et *flabellatus* Crep.

ENGEL et KAPP (1964) précisent le taxon *vulgaris* dans leur étude du *Potamogeton* des Vosges du Nord et OBERDORFER (1970) la variété *scoparius* dans la Flore du sud de l'Allemagne.

Ces variétés ont-elles une valeur réelle ou ne correspondent-elles qu'à des écomorphoses d'une plante remarquable par sa plasticité ?

De toutes façons, que l'on attribue aux spécimens relevés dans des écotopes déterminés la valeur de variétés ou qu'on se limite à voir en elles de simples morphoses de l'espèce type -ou pourquoi pas des variétés, si celles-ci existent réellement -, on ne peut leur accorder le même rang phytocoenologique.

KAPP et SELL (1965) font de la variété *vulgaris* une caractéristique du *Potamogeto-Ranunculetum fluitantis* (*Ranunculion*) et de la variété *scoparius* une différentielle du *Potametum lucentis* (*Eu-Potamion*), vis-à-vis du *Myriophyllo-Nupharetum* (*Nymphaeion*).

HILBIG (1971) indique *Potamogeton pectinatus* variété *scoparius* comme caractéristique du *Potametum pectinati* (*Potamion*) et la variété *interruptus* comme l'une des deux plantes désignant le *Sparganio-Potametum pectinati* (*Ranunculion fluitantis*). Notre opinion concorde avec celle du phytosociologue allemand.

Dans les rivières (Aa, Canche, Hem, Authie, Lys, Hogueau), où la rhéophilie est le facteur écologique primordial, le potamot pectiné atteint 2 m de long ; il s'agit de la variété *interruptus* qui se rattache au *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 ; dans les étangs récents de la dition, son aspect est massif, il est "trapu mais puissant" et correspond à la variété *scoparius* qui s'incorpore au *Potamion.eurosibericum* (= *Potamion pectinati*).

Notre groupement à potamot pectiné "forme trapue" ou "prostrée", peut être rapportée au *Potametum pectinati* Carstensen 1955.

e) Synsystématique

Comme HILBIG (1971), GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977), ZAHLHEIMER (1978), nous placerons le *Potametum pectinati* dans le Potamion W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957.

f) Synchorologie

FOURNIER et HEGI désignent *Potamogeton pectinatus* en tant qu'espèce subcosmopolite ; la correspondance avec la répartition de l'association que la caractéristique détermine est vraisemblable. Nous nous bornerons à évoquer le groupement inséré par les auteurs dans le Potamion (ou dans le Parvopotamion) ; il paraît en effet difficile d'extrapoler au regard des tableaux de nombreux auteurs sur la correspondance entre le groupement qu'il présente et le rattachement au *Potametum pectinati* ou au *Sparganio-Potametum pectinati* (ou une sous-association du *Callitrichetum obtusangulae*).

En Allemagne, le groupement est connu de CARSTENSEN (1955), dans le Schleswig-Holstein, de OBERDORFER (1970), de LANG (1973) et GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977) dans le sud-ouest, et de HILBIG (1971) dans le sud-est ; en Italie de BEGUINOT (1941) dans la région de Venise et de PIGNATTI (1953) dans la Vénétie orientale ; aux Pays-Bas, de DEN HARTOG (1963) dans la province de Zeeland, et de SEGAL (1968) qui mentionne une sociation à *Potamogeton pectinatus* ; en Pologne, de TOMASZEWICZ (1969) dans le lac de Zegrze, et de PODBIELKOWSKI (1970) dans la cuvette de Mazowsze, et plus récemment de MATUSZKIEWICZ (1980) ; en Roumanie, de NEDELCU (1973) dans les régions planitiaires. En France, DECORNET (1979) et MERIAUX (1981) l'ont inventorié en Lorraine.

g) Synécologie

L'association se découvre dans les eaux basiques très minéralisées comme le montrent les résultats de nos analyses effectuées au niveau de différents individus d'associations (tableau XXIX).

DEN HARTOG (1963) indique la sociation à *Potamogeton pectinatus* dans les eaux profondes (1 m) et salées (jusque 8 % de Cl).

BOUZILLE (1981) situe son groupement à *Potamogeton pectinatus* du marais breton dans les eaux légèrement saumâtres et modérément saumâtres (conductivité 5 700 à 15 500 μScm^{-1}) rarement dans les eaux douces (conductivité de 2 500 à 3 700 μScm^{-1}).

L'association semble être liée aux eaux saumâtres, son habitat naturel serait donc les fossés, les mares, les pannes du littoral, mais à l'intérieur, elle existe également ; son biotope devenant alors les étangs et les dépressions atteints par une pollution minérale souvent très importante (conductivité : 2 620 μScm^{-1} pH:8,9 ; sulfates:2 300 mg/l ; chlorures:750 mg/l). La sous-association à *Vaucheria dichotoma* semble attachée aux eaux légèrement saumâtres.

De nombreux auteurs considèrent *Potamogeton pectinatus* comme un bon indicateur de pollution, cela se retrouve chez chacune des variétés *sco-parius* et *interruptus* et chez les associations qu'elles déterminent respectivement dans les eaux stagnantes et courantes.

h) Syndynamique

Le *Sparganietum erecti* et le *Rorippo-Oenanthetum* succèdent le plus souvent au *Potametum pectinati*.

i) Aspects biocoenotiques

Le groupement à *Potamogeton pectinatus* constitue comme le *Zannichelietum palustris*, mais à un degré moindre cependant, un habitat de choix pour les limnées et les planorbes (étangs de Carvin et de la Digue noire à Condé-sur-l'Escaut).

TABLEAU XXIX : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DU *POTAMOGETON PECTINATUS*

	s./a. typique		s./a. à <i>Potamogeton obtusifolius</i>		s./a. à <i>Vaucheria</i>			
Localités	Etang b du Marais de Carvin 9/9/75 11 h		Etang a du Marais de Carvin 9/9/75 11 h		Etang de la Digue Noire 24/7/75 18 h 30		Lac d'Armbouts-Cappel 24/6/79 10 h	
pH	7,8		8,9		8,2		8,15	
Conductivité $\mu S cm^{-1}$	1001		1192		2586		1150	
Minéralisation mg/l	759,2		904,2		1961,3		872	
Ca ⁺⁺	47,1	2,35	27,1	1,35	372,7	18,59	68	3,39
Mg ⁺⁺	31,5	2,59	24,2	1,99	66	5,42	22	1,81
K ⁺	9,6	0,24	16,7	0,42	13,6	0,34	7,5	0,19
Na ⁺	90,9	3,95	163,3	7,10	116,2	5,05	157	6,82
SO ₄ ⁻⁻	160	3,33	235	4,89	2300	47,88	110	2,29
Cl ⁻	160	4,5	140	3,94	750	21,15	296	8,35
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
	eau eutrophe, riche en chlorure de sodium		eau eutrophe, subsaumâtre, relativement pauvre en sels de calcium		eau eutrophe, excessivement minéralisée, teneur en sulfates considérable, taux de calcium très important, eau sub-saumâtre		eau eutrophe, subsaumâtre (échanges entre la nappe d'eau douce et la nappe saumâtre sous-jacente)	

* L'association à *Potamogeton obtusifolius* Mert. et Koch

.....
Potametum obtusifolii (Carstensen 1955) Segal 1965 (tableau 19)

Une véritable prairie infra-aquatique très dense, avec le potamot à feuilles obtuses dominant, mais comportant également 11 autres espèces, prospère dans les chenaux de liaison entre étangs à Arleux.

Rares sont les auteurs ayant décrit ce type de potamaie élevé au rang d'association par SAUER (1937) et NEUHÄUSL (1959), mais aussi par CARSTENSEN (1955) et SEGAL (1965) sous le nom de *Potametum obtusifolii*.

SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1963), PASSARGE (1978), WIEGLEB (1978) le rangent dans le *Parvopotamion* des auteurs néerlandais. Notre végétation à *Potamogeton obtusifolius* est assimilable à cette association, mais, suivant en cela HILBIG (1971) et OBERDORFER (1979), nous l'insérerons dans le *Potamion* de W. KOCH revu par OBERDORFER (1957).

157

Cette association est aussi citée par BELLOT (1951) dans son synopsis des associations de la Galicie mais aucun tableau n'est joint à l'étude.

Le groupement est surtout signalé en Allemagne par NEUHÄUSL (1959) en Bohême, OBERDORFER (1970) dans le sud-ouest, WIEGLEB (1977) dans le Harz, et PASSARGE (1978) dans le nord-est. Citons encore WEBER-OLDECOP (1970-1971) en Basse-Saxe, et ELLENBERG (1979) qui mentionnent un groupement à *Potamogeton obtusifolius* et *Nuphar lutea*, et WIEGLEB (1978), toujours en Basse-Saxe, un groupement à *Potamogeton obtusifolius* et *P. trichoides*, répertorié également en France par BARREAU (1982) dans les étangs des Dombes. Il est aussi indiqué aux Pays-Bas par WESTHOFF et DEN HELD (1969), en Belgique par BRASSEUR et coll. (1977), et en Pologne par MATUSZKIEWICZ (1980) qui le range d'ailleurs dans le *Nymphaeion*.

L'espèce caractéristique est très rare ; dans la Flore de l'Aisne de RIOMET, elle est affectée du sigle RRR ; en Belgique, elle n'est notée que dans 4 localités depuis 1940 (DELVOSALLE, DEMARET, LAMBINON et LAWALREE, 1969). En dehors des marais d'Arleux, nous ne l'avons relevée que dans quelques étangs : étang du Bois de l'Epinoy (1976), étangs du Marais de Carvin et étang Wagnier (1975). L'association est par conséquent elle-aussi très rare et est ignorée (on non reconnue) des phytosociologues.

"Espèce des eaux riches en matières nutritives et en bases, mais souvent pauvres en calcaires, rencontrée sur sols humiques vaseux" nous dit OBERDORFER (1970) à propos de *Potamogeton obtusifolius*. Dans la vallée de la Sensée, l'écotope du groupement montre en partie ces critères. L'épaisseur de tourbe au niveau de la station explique la pauvreté en calcium. A ce sujet, GODON (1909) écrivait : "l'eau des marais de la Sensée vient presque uniquement de la nappe de la craie ; mais, çà-et-là, filtrant à travers la tourbe feutrée, elle ne contient plus que des traces de carbonate".

Selon WIEGLEB (1977), le groupement à *Potamogeton obtusifolius* succède aux groupements de characées à *Chara vulgaris* ou *Nitella* div. sp., ce qui se révèle également à l'examen du tableau de BRASSEUR et coll. (1978) où cette communauté comporte *Nitella flexilis*, *Potamogeton berchtoldii*, *Ranunculus peltatus*, *Callitriche hamulata* et *Luronium natans*, espèces montrant pour la plupart des caractères acidophiles marqués.

Des liens avec les associations du *Littorellion* existent. Ces dernières sont signalées par WIEGLEB (1977) qui mentionne également des contacts avec l'*Elodeo-Nupharetum* et *Hottonietum*.

Une agitation régulière des eaux très limpides par ailleurs, semble favorable au développement et au maintien de l'association, elle se concrétise par l'apparition des formes "submersa" du *Nuphar lutea*.

En cas de non entretien du chenal et de fermeture de l'entrée par extension de la roselière, le *Myricophyllo-Nupharetum* succéderait à ce type de végétation. Les typhaies à *Typha angustifolia* et à *Typha latifolia* et la glycéràie à *Glyceria maxima*, qui assument le contact direct, laissent présumer de l'évolution ultérieure.

8* Le groupement à *Potamogeton friesii* L. (tableau 20)

Au cours de nos investigations, nous avons rencontré ce groupement, riche de 19 espèces, dans le Petit Bequerel et le Grand Marais d'Ecourt Saint-Quentin, étangs de la Vallée de la Sensée, les étangs de Mareuil-Caubert dans la vallée de la Somme ainsi qu'un watergang du Marais de Guînes.

Le *Potamogeton friesii* est également présent dans le *Potamo-Ranunculetum* relevé dans le watergang des Hauts-Bancs de la Plaine maritime flamande.

MILJAN (1933) puis BENNEMA et WESTHOFF (1943 in R. TUXEN 1972), et SEGAL (1965) ont décrit un *Potametum friesii*, dont le potamot à feuilles mucronées est l'espèce caractéristique et l'ont intégré dans le *Parvopotamion* de VOLLMAR, DEN HARTOG et SEGAL. MATUSKIEWICZ (1980) adopte, quant à lui, le *Potamogetonetum mucronati* Tomaszewicz 1978 qu'il insère dans le *Potamogenotium* W. Koch em. Oberdorfer 1957.

WEBER-OLDECOP (1977) définit un *Ranunculo circinati-Potametum friesii*, avec *Ranunculus circinatus*, *Potamogeton friesii*, *P. panormitanus*, *Callitriche autumnalis* comme caractéristiques ; association qu'il range dans le *Potamion* et qui présente, au regard du tableau de l'auteur, des analogies avec le *Potametum friesii* de SEGAL.

Auparavant, OBERDORFER (1957), mais aussi PASSARGE (1964), avaient attribué à *Potamogeton friesii* le rôle de caractéristique à l'*Hottonietum* R. Tüxen 1937. Dans notre région, la cohabitation de *potamogeton friesii* et d'*Hottonia palustris* est exceptionnelle (il suffira au lecteur de se reporter à l'étude de l'*Hottonietum palustris* pour le vérifier), la présence du potamot dans les associations du *Potamion* plaide en faveur du rôle d'espèce de l'alliance, mais son insertion dans des associations du *Nymphaeion*, tel le *Myriophyllo-Nupharetum* permet de voir en lui une caractéristique de classe (*Potametalia*) d'ordre (*Potametea*) et une différentielle du *Potamion* et du *Nymphaeion* (vis-à-vis du *Ranunculion*). Néanmoins, en raison de sa composition floristique, nous rangerons le groupement dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957.

Le potamot mucroné était connu de GODON (1909) dans la vallée de la Sensée, de BONNIER (1955) à Vitry, Claimarais (62) et Lille (59), mais il ne figure ni dans les listes floristiques du Hainaut de HECART (1836), ni dans la Flore de RIOMET (1961) qui mentionne simplement "à rechercher". Dans leur Catalogue des plantes rares ou menacées de disparition en Belgique, DELVOSALLE, DEMARET, LAMBINON et LAWALREE (1969) écrivent "Hémisphère Nord - Eaux stagnantes. Autrefois rare à très rare dans les districts flandrien, campinien, et rare dans les districts poldérien et picardo-brabançon ; n'a été noté depuis 1940 que dans deux localités de ces districts en situation très précaire mais a été découvert dans le district lorrain". Cette espèce est donc très rare, il ne pourrait en être que de même du groupement.

Selon OBERDORFER (1970), *Potamogeton friesii* préfère les eaux mésotrophes riches en bases, pauvres en calcaire, il aime aussi les endroits ombragés, les vases humo-turfigènes, les sols tourbeux basiques. Ces données se retrouvent à divers degrés au niveau des stations étudiées, les eaux baignant le groupement étant néanmoins eutrophes et assez riches en calcium.

Dans les étangs des vallées de la Sensée et de la Somme, le dynamisme s'opère dans le sens d'un atterrissement par l'intermédiaire du *Sparganio-Sagittarietum*.

Le groupement à *Potamogeton friesii*, particulièrement rare dans la région, et en nette régression dans les territoires voisins, mérite une attention toute particulière et ses biotopes doivent être préservés.

9* Le groupement à *Potamogeton crispus* L. fo. *lancifolius* (tableau 21)

OBERDORFER (1970), GORS (1973 in OBERDORFER 1977), et TUXEN (1974), considèrent le potamot crépu comme une caractéristique faible du *Potametum*

lucentis Hueck 1931 mais dans le territoire prospecté, il est loin de se limiter à cette association. Il figure avec un fort indice de présence dans les associations du *Potamion* mais aussi, à un degré moindre il est vrai, dans celles du *Nymphaeion* et du *Ranunculion fluitantis* ; il est noté également sur les tableaux représentant les groupements de cette alliance dans les travaux de nombreux phytosociologues. Nous verrons par conséquent en *Potamogeton crispus* une caractéristique de l'ordre des *Potametalia* et de la classe des *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942 ; WESTHOFF et DEN HELD (1969) la rangent dans les espèces des *Parvopotametalia* et SEGAL (1968) dans celle des *Magnopotametalia*.

Ce groupement, trouvé dans deux étangs d'affaissements miniers et qui n'est pas sans évoquer l'hypothétique *Potametum crispum* Soó 1927 reconnu par ULARU (1967), NEDELCO (1973) et FELZINES (1982), définirait alors un stade pionnier ou régressif d'associations du *Potamion* tels le *Potametum lucentis*, le *Potamo pusillo-graminei*, le *Potametum pectinati* ou encore le *Zannichellietum palustris*. Ainsi, POTT (1980) distingue-t-il un stade jeune à *Potamogeton crispus* du *Potametum lucentis*.

Outre ces associations d'hydrophytes, le *Scirpo-Phragmitetum*, facies à *Typha latifolia*, et le groupement à *Butomus umbellatus* peuvent succéder au groupement.

Le groupement peuple des eaux eutrophes, fortement minéralisées, souvent atteintes par la pollution minérale (SO_4^{--} , Cl^-) et organique ; il croît sur une vase épaisse essentiellement formée de particules schlammeuses.

La tanche (*Tinca tinca*) abonde dans cette potamaie où elle fraie dès le mois de juin ; l'épinoche (*Gasterosteus aculeatus*) en peuple les marges et y installe son nid de juin à juillet.

10* L'association à *Myriophyllum verticillatum* L. et *Nuphar lutea* L.
.....
Myriophyllo-Nupharetum W. Koch 1926 (tableaux 22,23 et 24)

L'association a été étudiée de façon particulièrement approfondie dans la vallée de la Sensée, les étangs récents du bassin houiller Nord/Pas-de-Calais (MERIAUX 1978) et quelques étangs récents ayant une origine autre que les affaissements miniers mais aussi dans la vallée de la Somme (MERIAUX et WATTEZ, à paraître). De ce fait, nous avons été amené à présenter 3 tableaux pour l'association : un tableau (22) regroupant les individus d'associations relevés dans les étangs de la vallée de la Sensée, du Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais ; un tableau (23) propre à la vallée de la Somme ; et un tableau synthétique (24) réunissant les relevés par secteur géographique : vallée de la Sensée (MERIAUX 1978), vallée de la Somme (MERIAUX et WATTEZ, à paraître), vallée de la Sambre (GEHU 1961) et étangs d'affaissements miniers (MERIAUX 1978).

Afin d'avoir une meilleure compréhension et une image plus fidèle de l'association, nous n'en n'avons pas dissocié les différents faciès, d'ailleurs parfois élevés au rang d'association par des phytosociologues, et les avons réunis au sein de mêmes tableaux.

a) Localisation

Elle est très commune dans les étangs des vallées de la Sensée et de la Somme où elle marque profondément le paysage et lui confère une certaine originalité par son ampleur ; dans les étangs nés d'affaissements miniers, elle est exceptionnelle et ne se présente, quand elle existe, que sous une forme fragmentaire, une espèce formant alors le plus souvent faciès, c'est également le cas pour les étangs récents ayant une origine autre que les affaissements miniers.

b) Synphysionomie

Dès 1937, LEMEE a montré les composantes physionomiques de ce type de groupement aquatique. Nous avons, comme l'auteur, distingué :

- une strate flottante constituée des macrolimnophytes à feuilles flottantes de MAGNIN (1904) : *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium* fo. *natans*, *Hydrocharis morsus-ranae*, auxquels s'adjoignent des espèces du pleuston : *Spirodela polyrhiza*, *Lemna gibba*, *Lemna minor*,

- une strate infra-aquatique supérieure réalisée à partir des macrolimnophytes à feuilles submergées de MAGNIN (1904) : *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton friesii*, *Potamogeton lucens*, des hydrocharides de WARMING : *Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*, *Utricularia australis*, et une espèce du pleuston de GADECEAU (1909) : *Lemna trisulca*,

- une strate infra-aquatique inférieure formée par des hydrophytes fixés par des rhizoïdes : *Nitella gracilis*, *Chara major*, *Nitellopsis obtusa*, *Chara hispida*.

La coexistence des trois strates est peu commune. Suivant les écotopes deux strates sont combinées ou l'une d'entre elles réalise individuellement le groupement.

Parfois, une strate héliophytique à *Scirpus lacustris*, des plus clairsemées marque le sens de l'évolution de l'association. En été, on peut assister à une prolifération des algues filamenteuses, *Ulothrix* sp., *Spirogyra* sp., dénommées vulgairement "fleurs d'eau".

L'aspect saisonnier de l'association est estival, dès la mi-juin, les fleurs blanches de *Nymphaea alba*, celles jaune-souffré de *Nuphar lutea* s'épanouissent, les inflorescences rougeâtres du *Polygonum amphibium*, les épis du *Potamogeton natans*, les hampes florales élancées du *Myriophyllum spicatum* et à un degré moindre du *Myriophyllum verticillatum* se dressent de la surface des eaux. Cette floraison se poursuit en juillet et août et confère au paysage une splendeur que ne peut offrir aucune autre association hydrophytique ; les fragments à myriophylles offrent cependant moins de cachet.

c) Synfloristique

Vallée de la Sensée et Bassin houiller Nord/Pas-de-Calais

Organisation : le tableau 22 ne comporte pas moins de 47 espèces se répartissant comme suit :

- 3 caractéristiques d'association, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum verticillatum*, dont le rôle physionomique est dominant,

- 2 différentielles de sous-associations, *Ceratophyllum demersum* et *Nymphaea alba* var. *occidentalis*,

- 3 différentielles de variantes, *Hottonia palustris*, *Potamogeton obtusifolius*, *P. friesii*, et 1 de sous-variante, *Oenanthe fluviatilis*,

- 7 caractéristiques du *Nymphaeion*, 3 d'entre elles, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium*, *Myriophyllum spicatum*, ayant valeur de caractéristiques faibles d'association, elles y ont en effet un développement optimal,

- 18 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) parmi elles : *Elodea canadensis*, *Ranunculus circinatus*, *Potamogeton crispus*,

- 13 espèces compagnes (3 espèces du pleuston, 5 characées, et 4 algues filamenteuses,...).

Caractères de la flore : elle est dominée par les eurasiatiques, les subcosmopolites et les circumboréales.

Variations : L'association à *nénuphars* et *myriophylle verticillé* subit en fonction du biotope où elle prospère des variations qui affectent sa composition floristique, sa densité de végétation, sa structure, et par conséquent sa physionomie.

Divers faciès, parfois élevés au rang d'association par certains phytosociologues, ont été distingués, des combinaisons singulières ont été mises en relief et l'association type a été dégagée :

- faciès à *Polygonum amphibium* L. fo. *natans* (rel. 1) limité à l'étang Chabaud-Latour (étang récent), érigé en association, le *Polygonetum amphibiae*, par SOO' (1927) et EGGLER (1933 in R. TÜXEN 1972),

- faciès à *Potamogeton natans* L. (rel. 2 à 7) commun aux étangs jeunes et anciens élevé au rang d'association, le *Potamometum natantis*, par SOO' (1927) et EGGLER (1933 in R. TÜXEN 1972),

- faciès à *Myriophyllum spicatum* L. (rel. 8 à 18) correspondant au *Myriophylletum spicati* de SOO' (1927) courant dans les étangs de la Sensée, mais existant aussi à la Mare à Goriaux (MERIAUX, 1974),

- faciès à *Myriophyllum verticillatum* L. (rel. 21 à 23) spécifique aux étangs de la vallée de la Sensée décrit par LEMEE (1937) sous dénomination de *Myriophylletum verticillati*, proche de l'*Hottonio-Myriophylletum verticillati* de SEGAL (1965),

- faciès à *Nymphaea alba* (rel. 24 à 39) propre aux étangs de la Sensée dont VOLLMAR (1947 in R. TÜXEN 1972) a fait le *Nymphaetum albae*,

- faciès à *Nuphar lutea* (rel. 40 à 68) banal dans les étangs anciens, exceptionnel dans les étangs récents (étang Wagner) synonyme du *Nupharetum lutei* de W. KOCH 1926,

- la combinaison à *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea* (rel. 69 à 97) propre aux étangs de la Sensée et équivalent au *Nupharetum albo-lutei* de NOWINSKI (1928 et 1929 in R. TÜXEN 1972),

- l'association type (rel. 98 à 110) quand les conditions sont optimales, marquée par la coexistence tant des caractéristiques de haut degré que celles de faible valeur, identifiable au *Myriophyllo-Nupharetum* de W. KOCH (1926).

Une sous-association à *Ceratophyllum demersum* L. des eaux les plus eutrophes énoncée par WEBER-OLDECOP (1973) a pu être dégagée, elle se répercute sur chaque faciès et combinaison.

Une sous-association *Nymphaea alba* var. *occidentalis* apparaît dans les eaux au niveau de l'association type (une seule station).

Remarque : Les faciès à *Polygonum amphibium* fo. *natans* et *Myriophyllum spicatum* se remarquent dans le lac d'Armbouts-Cappel et celui à *Potamogeton* dans les Marais de l'Epaix -étangs récents nés de l'extraction de sables et de graves-, le faciès à *Nymphaea alba* se développe dans les mares à canards creusées dans le Marais de Guînes.

Sous-association type et sous-association à *Ceratophyllum demersum* montrent elles-mêmes des variantes suivant la teneur en matières organiques et la teneur minérale des eaux, les différentielles en sont *Hottonia palustris*, *Potamogeton obtusifolius* et *Potamogeton friesii* traduisant l'apport en débris organiques et humiques, ainsi qu'une diminution de la teneur en sels biogènes.

Une sous-variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* existe également au sein de la variante type dans le Grand Marais d'Ecourt-Saint-Quentin à proximité des griffons alimentant l'étang en eau directement issue de la nappe de la craie (température constante 11°5 à l'émergence).

Vallée de la Somme

Le tableau 23 montre 45 espèces :

- 3 caractéristiques d'association, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum verticillatum* au rôle physiologique dominant,

- 4 différentielles de sous-associations, *Nymphaea alba* var. *occidentalis*, *Sparganium minimum*, *Potamogeton alpinus* var. *obscurus* ; *Ceratophyllum demersum*,

- 3 différentielles de variantes,

- 5 caractéristiques du *Nymphaeion*, dont *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton natans* et *Polygonum amphibium* fo. *natans*, considérés comme caractéristiques faibles de l'association,

- 10 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) parmi elles *Ranunculus circinatus*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*,

- 20 espèces compagnes (2 espèces du pleuston, 4 characées, 4 algues filamenteuses).

Variations :

- facies à *Potamogeton natans* (rel. 1)

- facies à *Myriophyllum spicatum* (rel. 2 à 5)

- facies à *Myriophyllum verticillatum* (rel. 6 à 10)

- facies à *Nymphaea alba* (rel. 11 à 17)

- facies à *Nuphar lutea* (rel. 18 à 30)

- combinaison à *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea* (rel. 31 à 41)

- combinaison à *Nymphaea alba* et *Myriophyllum verticillatum* (et *Myriophyllum spicatum*) (rel. 46 à 52)

- association-type à *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum verticillatum* et *Myriophyllum spicatum* (rel. 53 et 54)

Trois sous-associations ont été mises en évidence :

- sous-association à *Nymphaea alba* var. *occidentalis*, *Sparganium minimum* et *Potamogeton alpinus* var. *obscurus* (rel. 6, 11 à 14, 31 à 34, 42, 46, 47, 53 et 54)

43
- sous-association type (rel. 2 à 5, 15, 18 à 20, 35, 36, 43, 44, 48, 50)

- une sous-association à *Ceratophyllum demersum* dans les eaux les plus eutrophes, voire polluées en matières minérales et organiques

- une variante à *Hottonia palustris* (rel. 4, 6, 10, 34, 44, 45, 46, 47, 51, 52) dans les eaux recevant des débris organiques, des matières humiques et ayant une teneur plus faible en sels biogènes

- une sous-variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* et *Luronium natans* (rel. 46 et 52)

Vallée de la Sambre

GEHU (1961) différencie une variante à *Hydrocharis-morsus-ranae* dans laquelle *Lemna trisulca*, *Elodea canadensis*, *Nuphar lutea*, *Lemna minor*, *Potamogeton natans* jouent un rôle sociologique dominant. L'examen du tableau du *Myriophylletum* de la vallée de la Sambre montre l'existence de faciès à *Potamogeton natans*, *Myriophyllum spicatum* et à *Nuphar lutea*, de la combinaison *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea*, et de l'association type. La sous-association à *Ceratophyllum demersum* se remarque également à l'observation du tableau.

Le tableau de synthèse de l'association (24) fait ressortir des grandes ressemblances entre les étangs et marais des vallées de la Somme et de la Sensée. Des différences apparaissent avec les divers plans d'eau de la vallée de la Sambre, marquée par l'absence des faciès à *Myriophyllum verticillatum* et celui à *Nymphaea alba* ainsi que de la sous-association à *Nymphaea alba* var. *occidentalis*. Le *Myriophyllo-Nupharetum* des étangs nés d'affaissements miniers est, par contre, nettement différent : faciès à *Myriophyllum verticillatum*, *Nymphaea alba*, combinaison *Nymphaea-Nuphar*, association type, et sous-association à *Ceratophyllum demersum* correspondante ainsi que sous-association à *Nymphaea alba* var. *occidentalis* manquent totalement.

ZAHLHEIMER (1978) différencie une sous-association type du *Myriophyllo-Nupharetum* d'une sous-association à *Myriophyllum verticillatum* comportant entre autres espèces *Nymphaea alba*, *Hottonia palustris* et *Ranunculus circinatus*, il dégage également une variante type, une variante à *Hippuris vulgaris* et une variante à *Ceratophyllum demersum*.

POTT (1980), dans son remarquable mémoire sur les végétations aquatiques, détaille l'association à l'aide d'un tableau de 137 relevés. Il distingue un stade à *Myriophyllum spicatum*, un faciès à *Polygonum amphibum*, un faciès à *Potamogeton natans*, un faciès à *Nymphaea alba*, une forme type, une formation mixte à *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea*, un faciès à *Nuphar lutea* et une formation pure à *Ceratophyllum demersum*. Une sous-association à *Ceratophyllum demersum* est mise en relief, de même des variantes à *Hippuris vulgaris*, et à *Ceratophyllum submersum*. Sa conception est très proche de celle que nous avons exposée en 1978 et que nous développons dans ce travail.

KRAUSCH (1964) s'est particulièrement intéressé au *Myriophyllo-Nupharetum* du Delta du Danube, mais il conçoit le problème différemment et il dégage de l'association une sous-association à *Stratiotes aloides*, une sous-association type, mais aussi une sous-association à *Scirpus lacustris* (qui correspond selon nos observations à un stade dynamique) avec pour chacune d'entre elles une variante type et une variante à *Chara tomentosa* incluant *Nitellopsis obtusa*, *Chara hispida*, *Chara fragilis*... Ces espèces représentant pour nous les associations pionnières des *Charatea* installés avant le *Myriophyllo-Nupharetum*, et il fait de *Ceratophyllum demersum* une caractéristique de groupe d'associations du *Nymphaeion*.

d) Syntaxonomie

Nous ne voyons dans les divers groupements précités que des fragments d'association résultant des modifications des facteurs biotiques et abiotiques, nous les rapporteront au *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926.

Cependant, plusieurs individus d'associations où s'inscrivent *Potamogeton natans* seul ou avec *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* peuvent être rapprochés du *Potameto-Nupharetum* (Panknin 1941) Th. Müller et Görs 1960 (considérés par OBERDORFER et ses collègues (1967) comme un vicariant appauvri et souvent montagnard du *Myriophyllo-Nupharetum* planitiaire). Le *Potamo-Nupharetum* est reconnu par TUXEN (1975) et SEGAL (1968) qui admet également l'existence du *Myriophyllo-Nupharetum*. D'autres auteurs tels OBERDORFER (1979), GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977) distinguent avec le *Myriophyllo-Nupharetum* ses groupements à *Potamogeton natans* et *Polygonum amphibium aquaticum*.

Les phytosociologues des pays de l'est ont souvent des conceptions nettement différentes, ainsi, MATUSZKIEWICZ (1980) fait apparaître dans son synsystème des associations de la Pologne un *Myriophylletum spicati* (dans le *Potamion*) un *Myriophylletum verticillati*, un *Nupharo-Nymphaeetum albae*, un *Potamogetonetum natantis*, un *Polygonetum natantis* (dans le *Nymphaeion*), suivant en cela SOO¹ (1927) et EGGLEER (1933). En France, FELZINES (1982) adopte ce point de vue dans ses grandes lignes.

e) Synchorologie

En raison du caractère subcosmopolite de sa flore, le *Myriophyllo-Nupharetum* est très répandu, les groupements fragmentaires s'y rattachant, parfois désignés comme associations autonomes individualisés, sont aussi très souvent cités.

En France, un *Nupharetum* a été désigné dans les lacs du Jura par MAGNIN (1894) ; un *Nupharetum* a été perçu au lac de Grand Lieu par GADECEAU (1909), au lac de Biscarosse par ALLORGE et DENIS (1923), en Sologne par ALLORGE et GAUME (1925) ; le *Myriophylletum verticillati* a été décrit dans le Perche par LEMEE (1937), dans le Valois par JOVET (1949), dans les vallées du Laonnois et du Vermandois, avec un *Nymphaeetum albae*, par FROMENT (1953) ; le *Myriophyllo-Nupharetum*, sous une forme plus ou moins complète, a été remarqué dans la Crau et le Bas-Rhône par BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE et NEGRE (1952), il a été particulièrement détaillé dans le bassin de la Sambre, puis plus tard, dans la cuvette de St-Omer, avec un *Nymphaeetum albae* par GEHU (1961 et 1975), dans le Bruch de l'Andlau, dans le Bas-Rhin, par KAPP et SCHAEFFER (1962), dans la plaine alluviale picarde, avec ses faciès à myriophylles par WATTEZ (1968) et mentionné dans le Jura par GEHU, RICHARD et R. TUXEN (1972), en Franche-Comté par BARBE (1975) et par PUTOT (1975), en Lorraine par DECORNET (1979) et MERIAUX (1981), dans les Dombes par BARREAU (1982), dans le centre-est de la France par FELZINES (1982).

Le *Potameto-Nupharetum* (mais peut-on le distinguer dans les pays de plaines du *Myriophyllo-Nupharetum* ?) a été noté dans la plaine alluviale picarde par GEHU et WATTEZ (1965) et étudié dans la région de Strasbourg par KAPP et SELL (1965).

En Allemagne, le *Myriophyllo-Nupharetum* a été étudié dans les régions du nord-ouest par R. TUXEN (1937), dans les lacs de Grimnitz et de Kleinen-Lubow par PANKNIN (1941) qui y a reconnu d'autre part un *Nupharetum lutei* ; il a été dénombré par ELLENBERG (1963) avec un *Potamogeto-Nupharetum* "qualifié de commun à toute l'Europe moyenne" alors qu'un *Nupharetum lutei* a été mis en évidence dans les plaines du nord-est par PASSARGE (1964) qui a aussi inventorié le *Myriophyllo-Nupharetum* (1978) ; ce *Myriophyllo-Nupharetum* a été étudié

en compagnie du *Potamogeto-Nupharetum* et d'une formation à *Polygonum amphibium* fo. *natans*, dans la région du Lac de Stechlin par KRAUSCH (1964), il a été de même recensé par HILBIG (1970) dans le Parc Naturel d'Untere Mulde, par HILD et REHNELT (1970) dans le Kalflach, par WEBER-OLDECOP (1973) dans la plaine de Aller-Talsand, par RUNGE (1973) dans le Lac de Bever, par REICHHOFF et HILBIG (1974) dans le Lac de Crasen près de Wittenberg, par REICHHOFF (1975) dans le Lac de Saren du Parc Naturel de Sarenbruch; ZAHLHEIMER (1978) dans la vallée de l'Elbe, POTT (1980) en Westphalie et BURRICHTER et coll. (1980) dans la vallée de l'Ems, l'ont également rencontré.

Le *Potameto-Nupharetum* a été détaillé dans les "pacages" de la région de Häselunner par R. TUXEN (1974) et dans le pays des Frises par DIERSCHKE et R. TUXEN (1975). Un groupement à *Nymphaea alba* et une formation à *Polygonum amphibium* fo. *natans*, ont été relevés par WIEGLEB (1978) dans le Harz et un groupement à *Potamogeton natans* par GLAVAC et RAUS (1982) dans la région de Kassel.

En Autriche, dans le Lac de Constance, LANG (1973) relève une formation à *Nymphaea alba* avec *Nuphar lutea*.

En Belgique, le *Myriophyllo-Nupharetum* figure dans le répertoire synoptique élaboré par LOUIS et LEBRUN (1942) et a été inventorié par LEBRUN, NOIRFALISE et SOUGNEZ (1949) dans le territoire de la Basse-Meuse, par NOIRFALISE et DETHIOUX (1977) qui le présente dans leur synopsis des végétations aquatiques d'eau douce en Belgique.

En Espagne, BELLOT (1951) a noté un *Nymphaeetum* en Gallice et RIVAS-MARTINEZ (1974) le *Myriophyllo-Nupharetum* dans les Asturies.

En Italie, PIGNATTI (1953) a répertorié l'association dans la Vénétie occidentale.

Aux Pays-Bas, le *Myriophyllo-Nupharetum* signalé par VIEGLER (1937) a été étudié par WESTHOFF et DEN HELD (1969) dans les anciens lits de rivières; SEGAL (1965 et 1968) l'a de même remarqué avec le *Potameto-Nupharetum* signalé également par WESTHOFF et DEN HELD (1969) et de nouveau par WESTHOFF (1973) dans les bas marais.

En Pologne, TOMASZEWICZ (1969) a décrit le *Myriophyllo-Nupharetum* et un groupement à *Potamogeton natans* (inséré dans l'*Eu-Potamion*) dans le lac artificiel de Zegrze et dans les méandres clos de la rivière Bug près de Varsovie où l'auteur a aussi dégagé un groupement à *Polygonum amphibium* et un autre à *Batrachium circinatum* et *Myriophyllum spicatum*; l'association et ses divers groupements annexes ont été vues par PODBIELKOWSKI (1970) dans la cuvette de Mazowsze.

En Roumanie, un *Myriophyllo-Potametum* et un *Nymphaeetum albo-lutae* ont été désignés dans les marais de Dudu près de Bucarest par NEDELICU (1964) qui a adjoint au *Nymphaeetum*, le *Myriophyllo-Nupharetum* et un *Polygono-Potametum natantis* dans sa liste des associations des régions planitiaires (1973). Le *Nymphaeetum albo-lutea* a été distingué près de la ville de Bals par PAUN (1966) et dans les étangs et rivières du Massif Persani avec un *Potametum natantis* par ULARU (1967).

f) Synécologie :

• facteurs abiotiques : De nombreux auteurs français et étrangers se sont efforcés de définir l'écologie de l'association à myriophylles et nénuphars, nous nous efforcerons de rappeler les grandes lignes de leurs conclusions.

Dans le Bassin de la Sambre, GEHU (1961) voit l'association colonisant les eaux calmes eutrophes, riches en sels biogènes dont le pH se situe autour de la neutralité avec des écarts maxima de 6,8 à 8,2 et dont la teneur en CaCO_3 voisine 100 à 300 mg/l. La variante à *Hydrocharis morsus-ranae* traduit un apport périodique de particules argilo-calcaires.

Au Lac de Stechlin, KRAUSCH (1964) différencie l'association fréquentant les eaux eutrophes riches en matières organiques, avec des sous-associations fonctions de la profondeur de l'eau, du *Potamo-Nupharetum* conditionné par une rive à la pente abrupte, un substrat sablonneux et des eaux mésotrophes et oligotrophes ; ce que nous avons en partie noté à Wasnes-aux-Bac.

Pour WATTEZ (1968) "le faciès à *Myriophyllum verticillatum* est établi dans les eaux claires plus profondes et riches en sels calcaires (conductivité $916 \mu\text{S cm}^{-1}$ - août 1966) ; les peuplements purs de *Myriophyllum spicatum* s'installent dans des dépressions, des fossés (conductivité $686 \mu\text{S cm}^{-1}$ St Quentin-en-Tourmont), sur sols argileux et limoneux, ce que nous avons retrouvé dans la Sensée; alors que TOMASZEWICZ (1969) note la formation à *Myriophyllum spicatum* et *Batrachium circinatus* sur fonds minéraux, dans des eaux de 1 m de profondeur tout comme à la Mare à Goriaux où le faciès à *Myriophyllum* en épis a pour support les sables landéniens. Pour le phytosociologue polonais, le groupement à *Potamogeton natans* s'introduit dans les eaux calmes, profondes de 1 m à 1,50 m, sur substrat faiblement vaseux ou purement minéral et celui à *Polygonum amphibium* sur sol vaseux.

OBERDORFER (1970) indique le nénuphar jaune dans les eaux profondes (optimal 0,8 à 2 m, jusque 4 m), eu-mésotrophes, plus ou moins riches en matières organiques, sur sables ou graviers riches en humus, or, dans l'étang Wagnier, les faciès à *Nuphar lutea* sont sur schistes à granulométrie grossière ou fine et dans les étangs de la Sensée, ils sont sur des limons collectés sur les plateaux par la rivière et ses affluents ou sur des alluvions tourbeuses, la profondeur des eaux du groupement oscille entre 0,40 m et 3 m.

Dans la plaine d'Aller-Talsand, WEBER-OLDECOP (1973) distingue une sous-association à *Myriophyllum verticillatum* des eaux eutrophes (à tendance mésotrophe) et une sous-association à *Ceratophyllum demersum* des eaux ultraeutrophes, riches en calcaires, nous n'avons pu suivre cette distinction, la présence sur notre territoire du myriophylle verticillé étant loin d'être incompatible avec celle du cornifle.

En Lorraine, DECORNET (1979) fait remarquer la grande plasticité du groupement vis-à-vis de la qualité de l'eau, mais le lie cependant aux eaux mésotrophes à eutrophes (bicarbonatées calciques) pouvant supporter une pollution industrielle intense. Il annonce l'amplitude de quelques paramètres : pH : 7,55 à 7,85 ; conductivité : de 395 à 690 $\mu\text{S cm}^{-1}$; O_2 : de 5,6 à 10,3 mg/l et montre que le DBO_5 peut être assez élevé (5,3 mg/l), de même la DCO (23,3 mg/l).

WIEGLEB (1978) distingue à côté du *Myriophyllo-Nupharetum* un *Potamo-Nupharetum* dans les eaux les moins riches en ions et un *Ceratophyllo-Nupharetum* (correspondant à notre sous-association à *Ceratophyllum demersum* du *Myriophyllo-Nupharetum* en particulier le faciès à *Nuphar lutea*) dans les plus riches. Le *Myriophyllo-Nupharetum* se rencontre dans les eaux ayant une alcalinité pouvant aller dans le Harz jusque 305 mg/l.

Pour POTT (1980), l'association peuple les eaux eutrophes et se comporte de façon neutre, face à la teneur en nitrates des eaux. *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea* possèdent à peu près les mêmes amplitudes écologiques,

même si *Nuphar lutea* se distingue par une plus grande tolérance vis-à-vis des nitrates et des phosphates. La forme type de l'association se trouve dans les eaux hydrogénocarbonatées, relativement riches en ions (phosphates en particulier), excepté en ammonium. Les facies à *Potamogeton natans* et *Polygonum amphibium* se recouvrent largement quant à leur localisation, et prennent sans aucun doute la place dans les endroits les plus pauvres en ions et substances nutritives. Cependant, *Polygonum amphibium* peut être considéré comme un indicateur faible des phosphates. Une teneur en nitrates élevée conditionne l'apparition de la sous-association à *Ceratophyllum demersum*, ce qu'écrit également ZAHLHEIMER (1979).

Dans la dition, l'association s'exprime sous sa forme optimale dans des eaux méso-eutrophes à eutrophes, tranquilles, limpides, ayant filtré à travers une tourbe épaisse ; la profondeur varie de 0,5 à 2 m (0,80 m à 1 m) et les sols sont vaso-limoneux ; *Myriophyllum verticillatum*, espèce rare dans la région, est liée à ces milieux.

Nous avons regroupé les résultats de nos analyses d'eaux au sein du tableau XXX (h.t.) auquel nous avons joint ceux de WATTEZ, de HILD et REHNELT : les eaux de l'association et de ses fragments sont basiques, méso-eutrophes à eutrophes, leur composition est bien équilibrée, à de rares exceptions près (Mare à Goriaux, faciès à *Myriophyllum spicatum*) la teneur en calcium peut diminuer en raison d'une rétention du cation par la tourbe, la pollution urbaine ou industrielle (mines) se traduit par un taux de chlorures et de sulfates plus ou moins élevé.

g) Syndynamique

Le groupement à *Potamogeton natans* conduit au *Rorippo-Oenanthetum*, celui à *Polygonum amphibium* fo. *natans* au *Scirpo-Phragmitetum* faciès à *Typha angustifolia* ou à *Scirpus lacustris*.

A la myriophyllaie à *Myriophyllum spicatum*, succède le faciès à *Typha angustifolia* du *Scirpo-Phragmitetum*, à celle à *Myriophyllum verticillatum* et *Myriophyllum spicatum* le *Sparganio-Sagittarietum* ou le faciès à *Sparganium erectum* du *Scirpo-Phragmitetum*.

Les peuplements à *Nuphar lutea* mènent au *Rorippo-Oenanthetum*, au *Sparganio-Sagittarietum*, au *Caricetum ripario-acutiformis* ou au *Sparganietum erecti*, ceux à *Nymphaea alba* aux faciès à *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia* du *Scirpo-Phragmitetum* ou au *Sparganietum erecti* ou au *Sparganio-Sagittarietum*, il en est de même pour la formation mixte à nénuphars jaune et blanc.

L'association type évolue vers le *Sparganio-Sagittarietum* ou les faciès à *Typha angustifolia* ou *Scirpus lacustris* du *Scirpo-Phragmitetum*.

h) Aspects biocoenotiques

L'association est une bonne frayère pour le gardon (*Rutilus rutilus*) -en particulier "le faciès" à *Myriophyllum spicatum* (Plart vert)-, tandis que la brème (*Abramis brama*) utilise plus pour sa ponte la groupement à *Potamogeton natans*.

Le rat musqué (*Ondatra zibethica*) agit directement sur l'association, il limite l'extension des nénuphars en consommant le puissant rhizome de *Nuphar lutea* qu'il peut éliminer totalement d'un site, ainsi à la Mare à Goriaux, le nénuphar jaune a été totalement éradiqué et l'association subsiste uniquement sous la forme d'une myriophyllaie à *Myriophyllum spicatum* (MERIAUX 1976).

11 L'association à *Nymphaea alba* L. var. *occidentalis* (Ostenf.) Hyl.
.....
Nymphaeetum minoris Vollmar 1947 (tableau 25)

Cette association semble n'exister qu'en quelques étangs de la vallée de la Somme : Marais de Mareuil-Caubert, Marais de Long, étangs de Fontainesur-Somme. Toutefois, l'espèce a été récemment découverte dans la vallée de la Sensée (Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin, 1982 obs. inéd.), ce qui laisse une possibilité d'apparition de l'association en ce milieu.

Elle a pour caractéristique *Nymphaea alba* L. var. *occidentalis* (Ostenf.) Hyl. (= *N. occidentalis* (Ostenf.) Moss = *Nymphaea alba* L. var. *minor* DC) qui, selon KONCZAK (1968) n'est qu'une forme à vitalité réduite de *Nymphaea alba* L. et n'a, de ce fait, aucune valeur taxonomique, la forme *minor* apparaissant dans les eaux pauvres en matières nutritives, en montagne en particulier, et la forme *typica* dans les eaux mésotrophes (plus riches) en plaine. OBERDORFER (in OBERDORFER et coll. 1967) considère que *Nymphaea* peut se rencontrer sous deux formes liées à la trophie des eaux et à l'altitude. Il amende l'association de VOLLMAR et est suivi en cela par GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977). KRAUSCH (1965), puis POTT (1980) distinguent les deux variétés, qui, pour ces auteurs, diffèrent non seulement par leurs caractères morphologiques, mais aussi par leur écologie et leur sociologie. Ayant relevé ces deux formes dans les mêmes biotopes aux eaux méso-eutrophes et ayant, à l'aide d'expériences de transplantation, constaté que les caractères morphologiques de la feuille ne changeaient pas, nous en avons conclu qu'ils étaient fixés, et nous nous en sommes tenus à la distinction de 2 variétés : *Nymphaea alba* caractéristique du *Myriophyllo-Nupharetum* et *Nymphaea alba* var. *minor* caractéristique du *Nymphaeetum minoris* Vollmar 1947 (ou *Nymphaeetum albo-minoris* Vollmar 1947 ou *Nymphaeetum albae* Vollmar 1947).

POTT (1980) dégage trois sous-associations : une sous-association type dans les eaux déjà légèrement eutrophes et où la variété *minor* peut avoir des feuilles plus grandes, proches de la variété *typica* ; une à *Sparganium minimum* et *Utricularia minor* déjà remarquée par MÜLLER et GÖRS (1960) dans les eaux acides et sur toube ; une à *Juncus bulbosus* et des sphaignes de la classe des *Littorelletea*, dans les eaux les plus acides et les plus pauvres en sels minéraux. Pour cet auteur, l'association se développe dans les eaux dystrophes à faiblement mésotrophes, légèrement acides, peu minéralisées, pauvres en hydrogène-carbonates, en phosphates, ammonium et nitrates, elle indique des eaux.

Dans les étangs de Mareuil-Caubert, où elle est bien représentée, l'eau est de type légèrement eutrophe (conductivité $390 \mu S cm^{-1}$, alcalinité 275 mg/l). Elle ne présente aucune pollution en nitrates, nitrites et phosphates, un léger excès d'ammonium correspond à la décomposition automnale des végétaux, la teneur un peu élevée en chlorures est liée aux rejets des quelques habitations proches.

Le *Nymphaeetum albo-minoris* est signalé en France par GEHU et WATTEZ (1965 et 1968) et WATTEZ (1968) dans les marais arrière-littoraux de la plaine maritime picarde ; en Allemagne, par VOLLMAR (1947), MÜLLER et GÖRS (1960), PASSARGE (1964), KRAUSCH (1965), PHILIPPI (1969), WEBER-OLDECOP (1969), WIEGLEB (1978), POTT (1980) ; aux Pays-Bas, par SEGAL (1965 et 1968).

De nombreux auteurs admettent l'existence d'un *Nymphaeetum albae* ayant pour caractéristique *Nymphaea alba* (var. *typica*). Cette synonymie abusive engendre des confusions concernant la chorologie et l'écologie de l'association et pose implicitement les problèmes des variétés ou de notation nécessaire des morphoses.

12* L'association à *Hydrocharis morsus ranae* L.

.....
Hydrocharito-Stratiotetum (V. Langendonck 1935) Westhoff (1942) 1946
= *Hydrocharito-Stratiotetum* Kruseman et Vlieger 1937

Nous ne l'avons rencontrée bien différenciée qu'en un seul site, le Grand Clair de Palluel, où les stolons enchevêtrés de la grenouillette forment sous la surface des eaux un réseau épais dont la cohésion est renforcée par les rameaux feuillés de l'utriculaire vulgaire.

Surface relevée : 2m², recouvrement : 100 %, profondeur : 0,30 m ; caractéristique d'alliance (*Nymphaeion*) : *Hydrocharis-morsus-ranae* 4, *Utricularia vulgaris* 4, *Nymphaea alba* + ; espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) : *Ceratophyllum demersum* 3 ; espèces compagnes : *Lemma minor* 1, *Lemma trisulca* 1, *Spirodela polyrhiza* +.

En juillet, les fleurs blanches du petit nénuphar, mêlées aux inflorescences jaune d'or de l'utriculaire, concrétisent l'optimalité du groupement qui régresse ensuite avec la baisse des eaux. Quoique la grenouillette soit assez commune dans la dition, il y a lieu de dissocier, comme l'a souligné GEHU (1961), l'*Hydrocharito-Stratiotetum* marqué ici par la combinaison *Hydrocharis morsus-ranae* - *Utricularia vulgaris* des eaux mésotrophes et méso-eutrophes et les variantes à *Hydrocharis* du *Myriophyllo-Nupharetum* des eaux nettement eutrophes.

PODBIELKOWSKI et TOMASZEWICZ (1974) ont disserté de l'appartenance synsystématique de l'*Hydrocharis morsus-ranae*, avec R. TUXEN, GEHU, WESTHOFF ils l'ont inclus dans la classe des *Potametea* s'opposant en cela aux vues de OBERDORFER, Th. MÜLLER, GÖRS, HILBIG, PASSARGE, NEDELCO, ELLENBERG, WATTEZ qui le placent dans celle des *Lemmetea*. L'espèce caractérise l'*Hydrocharito-Stratiotetum* décrit par VAN LANGENDONCK (1935) puis par KRUISEMAN et VLIIEGER (1937); la définition ayant été revue ultérieurement par WESTHOFF (1942 et 1946 in R. TUXEN 1972).

OBERDORFER (1957) a également proposé l'*Hydrocharicetum rhenanum*, association ayant *Hydrocharis morsus-ranae* et *Utricularia vulgaris* pour caractéristiques, mais sans *Stratiotes aloides*, qu'il a considéré comme une variante géographique de l'*Hydrocharito-Stratiotetum*.

WESTHOFF (1949) a élevé *Utricularia vulgaris* au rang des caractéristiques de l'*Hydrocharito-Stratiotetum*, ce qui a été repris ensuite par VAN DONSELAAR (1961).

Tenant compte des études de ces auteurs, nous rapprocherons notre groupement de l'*Hydrocharito-Stratiotetum* et, nous appuyant sur les données de TOMASZEWICZ (1969), de POKBIELKOWSKI (1970), nous l'insérerons dans le *Nymphaeion* Oberdorfer 1957.

Il faut néanmoins signaler encore les éléments suivants :

- un *Stratiotetum aloidis* a été décrit par NOWINSKI (1930) et MILJAN (1933), et rangé par TUXEN (1975) dans le *Potamion* ;

- un *Hydrocharicetum morsus-ranae* a été créé par VAN LANGENDONCK en 1935, mais aussi par Th. MÜLLER et GÖRS en 1960 ;

- un *Lemmo-Utricularietum vulgaris* a été défini par SOO' (1928 in PAUN 1964), puis modifié et inscrit par PASSARGE (1964) dans l'*Utricularion vulgaris*, alliance créée par l'auteur dans l'ordre des *Hydrocharicetalia* Rübél 1933, classe des *Lemmetea* ;

- une "sociation" à *Utricularia vulgaris* a été citée par WESTHOFF et DEN HELD (1969) qui l'ont placée dans l'*Hydrocharition* (Vierhapper) Rübél 1933 em. Passarge 1964 ;

- DEN HARTOG et SEGAL (1964) ont proposé une classe des *Utricularietea* avec un ordre unique, celui des *Utricularietalia*, une seule alliance, celle de l'*Utricularion vulgaris* renfermant la sociation à *Utricularia vulgaris* et une classe des *Stratiotea*, ayant un seul ordre les *Stratiotetalia*, une alliance le *Stratiotion* composé de l'*Hydrocharito-Stratiotetum* et d'une sociation à *Hydrocharis morsus-ranae*.

Stratiotetum aloidis, *Hydrocharietum morsus-ranae*, *Hydrocharito-Stratiotetum* semblent synonymes et possèdent comme caractéristiques *Stratiotes aloides* et *Hydrocharis morsus-ranae*. Le groupement à *Utricularia vulgaris* ou *Utricularietum vulgaris*, marqué par l'absence de *Hydrocharis morsus-ranae*, cela ressortant de l'examen du tableau de GORS (1973 in OBERDERFER 1977), est bien distinct de l'*Hydrocharito-Stratiotetum*.

WESTHOFF (1973) parlant de l'*Hydrocharito-Stratiotetum* écrit: "dans le stade pionnier, on ne rencontre pourtant pas encore *Hydrocharis* tandis que dans les stades terminaux à eau très peu profonde, parmi les héliophytes, seul *Hydrocharis* subsiste". Notre groupement semble correspondre à ce stade terminal.

En France, l'association est connue de nombreux phytosociologues, GADECEAU (1909) la cite au lac de Grand Lieu sur les bords des affluents et le pourtour extérieur du *Phragmitetum*, ALLORGE (1921) dans le Vexin, JOUANNE (1925) et FROMENT (1953) dans l'Aisne, GEHU (1961) dans le bassin de la Sambre française et dans la cuvette audomaroise (avec coll. 1975) ; KAPP et SELL (1965) en Alsace, BOURNERIAS (1968) dans le Bassin Parisien, WATTEZ (1968) dans la plaine alluviale picarde et GEHU et coll. (1975) dans la cuvette audomaroise où le *Stratiotes aloides* est bien représenté.

En Allemagne, KRAUSCH (1964) l'indique dans le lac de Stechlin, OBERDORFER (1970) en Rhénanie, HILBIG (1970) dans le Parc Naturel de "l'Untere Mulde", REICHHOFF et HILBIG (1974) dans la Réserve du "Crassensee", (près de Seegrehna), R. TÜXEN (1974) dans la tourbière de Lahrer, DIERSCHKE et TÜXEN (1975) dans l'"Ostfriesland", PASSARGE (1978) dans le nord-est, ZAHLHEIMER (1978) dans la vallée du Danube, POTT (1980) en Westphalie, BURRICHTER et coll. (1980) dans la vallée de l'Ems, GLAVAC et RAUS (1982) dans la région de Kassel.

En Belgique, VANDEN BERGHEN (1951) la désigne dans la région à l'ouest de Gand.

Aux Pays-Bas, VIEGER (1937), SEGAL (1965), WESTHOFF et DEN HELD (1973) la mentionnent dans leur répertoire général des unités phytosociologiques.

En Pologne, TOMASZCZEWICZ (1969) la répertorie dans la région de Varsovie et au lac artificiel de Zegrze, PODBIELKOWSKI (1970) dans la cuvette de Mazowsze. Elle apparaît dans le synopsis des associations élaboré par MATUSZKIEWICZ (1980).

En Roumanie, NEDELICU (1973) la désigne sur sa liste syntaxonomique des associations des pays de plaine.

WIEGLEB (1978) ne reconnaissant pas d'*Hydrocharitetum morsus-ranae*, localise le *Stratiotetum aloidis* dans les eaux riches en CO², pauvres en nitrates et phosphates, ayant une alcalinité comprise entre 31 mg/l et 122 mg/l et à pH non élevé. POTT (1980) place l'*Hydrocharitetum morsus-ranae* dans les eaux abritées du vent modérément à fortement hydrogénocarbonatées. Les facies purs à *Hydrocharis morsus-ranae* (que nous ne rattacherons forcément pas à l'association) prospèrent dans les eaux les plus minéralisées et les plus riches en nutriments, les facies à *Stratiotes* ont une amplitude nettement plus resserrée et apparaissent dans les eaux pauvres en ammonium, modérément riches en nitrates, pouvant contenir des phosphates et riches en CO². Il fait ressortir les corrélations écologiques entre l'*Hydrocharitetum*, le *Lemnetum triulcae* et le *Spirodeletum polyrhizae*.

En Roumanie, NEDELUCU (1973) la désigne sur sa liste syntaxonomique des pays de plaine.

LEMEE (1937) la place dans les eaux de pH 6,9 à 7,3 (*Stratiotes aloides* absent) ; FROMENT (1953) précise l'affinité de l'association à *Hydrocharis*, avec *Utricularia vulgaris* mais sans *Stratiotes*, pour les eaux minéralisées et calciques de pH 6 à 8 ; VAN DONSELAAR (1961) voit la combinaison *Hydrocharis morsus-ranae* - *Utricularia vulgaris* dans les eaux eutrophes ; TOMASZEWICZ (1969) localise l'association dans les bassins comportant des dépôts organiques épais et avec des eaux abritées par les ceintures de végétation héliophytique ; WATTEZ (1968) la situe dans des eaux dystrophes calciques, dont nous avons comparé les caractéristiques avec celles de notre station (tableau XXXI).

Selon GROENHART (1982), la disparition de *Stratiotes aloides* dans un milieu, est en relation avec la concentration élevée en sulfates des eaux (facteur létal) provoquant une chute du pH (au-dessous de 3).

Ces résultats apparaissent dans leur ensemble très divergents, mais est-ce bien toujours l'association qui est traitée ? N'y-a-t'il pas parfois confusion avec les facies à *Hydrocharis* du *Myriophyllo-Nupharetum* ?

TABLEAU XXXI : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DE L'*HYDROCHARITO- STRATIOTETUM ALOIDIS*

LOCALITES	WATTEZ (1968) Plaine alluviale picarde Romaine 3/67		MERLAUX (1975) Grand Clair de Palluel Ecourt-St-Quentin 9/9/75 15 H	
	pH	7,5 à 7,8		7,2
Conductivité $\mu S cm^{-1}$	916		648,5	
Minéralisation mg/l			464,2	
Ca ⁺⁺	107,3	5,35	91,2	4,55
Mg ⁺⁺	7,68	0,63	14,2	1,16
K ⁺	1,89	0,04	1,9	0,04
Na ⁺	21,47	0,93	16,7	0,72
SO ₄ ⁻⁻			27	0,56
Cl ⁻			10	0,28
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
	eau eutrophe, calcique selon l'auteur		eau faiblement eutrophe, bien équilibrée	

VAN DONSELAAR (1961) et SEGAL (1968) montrent l'évolution possible de l'association vers le *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*, mais, à Palluel, elle s'effectue vers le *Caricetum paniculatae*.

13* L'association à *Utricularia australis* R. Br. (= *Utricularia neglecta* Lehm.)
.....
Utricularietum neglectae Th. Müller et Görs 1960 (tableau 26)

a) Localisation

Elle peuple les eaux peu profondes, très bien abritées, de plusieurs étangs d'affaissements miniers intra-forestiers.

Le groupement prospère dans les trouées de la cariçaie à *Carex acutiformis* (dépression au nord-ouest de la Mare à Goriaux), dans les chenaux étroits se ramifiant dans le groupement à *Juncus effusus* (étang de la Scarpe).

b) Synphysionomie

Il se présente sous la forme d'une masse épaisse résultant de l'enchevêtrement inextricable des utriculaires négligées. L'aspect saisonnier est pré-estival ; en juin, les fleurs jaune d'or de l'utriculaire se dressent au-dessus de la surface des eaux, mais cette parure est fugace ; la baisse des eaux signifie la fin de la floraison et entraîne la dégénérescence de la formation.

c) Synfloristique

Organisation : Le tableau est composé de 12 espèces : l'espèce caractéristique, *Utricularia australis*, 4 espèces ayant valeur de différentielles de variation, 4 des unités supérieures (*Nymphaeion* et *Potametea*) et 3 compagnes (*Lemmetea*).

Variations : Nous avons distingué plusieurs variations de l'association. Néanmoins, ne possédant que peu de données comparatives, nous nous sommes bornés à faire ressortir leur modification floristique et leurs causes, à les énumérer, mais sans chercher à leur donner la valeur de sous-association ou de variante.

- un stade jeune, où l'espèce caractéristique forme facies, ressort réellement (rel. 1 à 6) ;

- l'intrusion d'espèces des unités supérieures se remarque ; *Callitriche platycarpa* et *Callitriche stagnalis* valorisent un lent écoulement des eaux (rel. 7 à 9) ;

- l'algue, *Vaucheria dichotoma*, sur les substrats les plus vaseux, peut réaliser une strate inférieure au groupement (rel. 10 et 11) ;

- l'émersion, quasi-régulière, coïncide avec l'extension d'un bryophyte, *Leptodictyum riparium* (rel. 12) ;

- les eaux les plus calciques et les plus magnésiennes voient l'arrivée de *Chara globularis* masquant quasi-totalement un substratum vaso-humique (rel. 13) ;

- une minéralisation excessive, une pollution organique notable engendrent la pullulation d'*Enteromorpha intestinalis* qui tend à supplanter le groupement (rel. 14).

Caractères de la flore : le spectre corrigé de dispersion géographique des espèces de l'*Utricularietum neglectae* est le suivant :

cosmopolites	:	68,6 %	
européennes	:	19,5 %	(dont une espèce commune à l'Europe et à l'Afrique du Nord 18,3 %, et une européenne occidentale et centrale 1,2 %)
boréoaméricaines	:	7,2 %	
subcosmopolites	:	4,1 %	
néotropicales	:	0,5 %	

Les cosmopolites dominent franchement, suivies par les européennes.

d) Syntaxonomie

Le groupement à *Utricularia australis* s'apparente à l'*Utricularietum neglectae* Th. Müller et Görs 1960.

e) Synsystématique

De nos observations sur le terrain, il ressort que l'utriculaire négligée, comme l'utriculaire vulgaire, est fixée par des rhizoïdes, soit sur le fond, soit sur des branches mortes qui leur servent alors de support ; elle est flottante dans les stations aux eaux agitées. Agée et trop longue, elle se casse facilement et peut ensuite former rapidement des rhizoïdes ou demeurer nageante sous la surface de l'eau. Aussi, contrairement à l'opinion de Th. MÜLLER et GÖRS (1960), de OBERDORFER (1970), de HILBIG (1971) et de WIEGLEB (1977), nous ne rangerons pas l'espèce ni l'association qu'elle détermine au sein des *Lemnetea*, mais nous suivrons ELLENBERG (1963) qui les place dans le *Nymphaeion*.

Signalons encore la position originale de DEN HARTOG et SEGAL (1964 et 1968) qui rangent l'association dans l'*Utricularion* de leur classe des *Utricularieta*.

f) Synchorologie

L'association ne semble connue qu'en Allemagne où elle a été inventoriée par Th. MÜLLER et GÖRS (1960), aux Pays-Bas où elle l'a été par SEGAL (1965) et en France par FELZINES (1982),

Alors que FOURNIER indique l'espèce comme "assez commune" en Europe et en Afrique du Nord, elle ne figure ni dans la Florula Hammoniensis de HECART (1936), ni dans les listes des caractéristiques du Nord de la France de GODON (1909), ni dans la Flore de l'Aisne de RIOMET (1961), ni dans les relevés des groupements végétaux du Bassin de la Sambre de GEHU (1961), ni dans ceux de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde de WATTEZ (1968) ! seul BOURNERIAS (1968), la cite dans son étude sur les groupements végétaux du Bassin parisien. L'utriculaire négligée semble donc être une plante rare, du moins dans la moitié nord de la France. Cela se vérifie en Belgique où elle est classée dans les plantes menacées de disparition par DELVOSALLE, DEMARET, LAMBINON et LAWALREE qui écrivent à son sujet : "Europe occidentale (sauf le nord), Afrique du Nord -Eaux stagnantes. Autrefois assez rare dans les districts flandrien, campinien et picardo-brabançon, très rare dans les districts mosan (Meuse en aval d'Ardenne) et ardennais (Semois) et rare dans le district lorrain ; disparue ou presque - pollution des eaux".

g) Synécologie

Les sites plus ou moins ombragés, bien abrités du vent, au fond

vaseux riches en débris végétaux subissant mal la minéralisation, aux eaux méso-eutrophes, semblant propices à l'installation et au développement du groupement à *Utricularia neglecta*.

L'eau baignant trois individus d'associations a été analysée, les résultats obtenus ont été regroupés dans le tableau XXXII.

TABEAU XXXII : RESULTATS DES ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU D'INDIVIDUS D'ASSOCIATION DE L'*UTRICULARIETUM NEGLECTAE*

	Stade pionnier		Variation à <i>Leptodictyum riparium</i>		
Localités	Chenal dans le <i>Sphagno-Betuletum pubescentis</i> ; ancien étang de Bassy Mare à Goriaux Wallers 21/7/75 12 h 30		Vasques dans le <i>Cariceto canescentis</i> <i>Agrostidetum caninae</i> de la dépression au n-o de la Mare à Goriaux - Wallers 21/7/75 12 h 30		Etang de la Scarpe St-Amand-les-Eaux 28/7/75 11 h
pH	5,8		7		8,1
Conductivité $\mu S\ cm^{-1}$	422,4		581,8		1154
Minéralisation mg/l	302,4		416,5		875,3
Ca ⁺⁺	29, 1,45	3 0,14	72,1 3,59		
Mg ⁺⁺	11,1 0,91	13,6 1,11	24,6 2,02		
K ⁺	3,4 0,08	8 0,20	13,3 0,34		
Na ⁺⁺	32,3 1,40	90,6 3,93	109,3 4,75		
SO ₄ ⁻⁻	410 8,53	170 3,53	375 7,80		
Cl ⁻	52 1,46	68 1,91	100 2,82		
	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l		
	eau eutrophe, déséquilibrée, pauvre en calcium, la quasi-absence de ce cation, la couleur brune de l'eau, le contact avec une Pineraie sur sables landéniens fait penser à une eau dystrophe dans le sens où la conçoit HUSSON	eau méso-eutrophe, pauvre en calcium mais riche en sulfates provenant des rejets des Houillères	eau eutrophe, très minéralisée, ayant une teneur en ions sodium et sulfates importante		

Les eaux appauvries en calcium correspondent au groupement monospécifique. Cette apparente calcifugie a été soulignée par OBERDORFER (1970).

Pour FELZINES (1982), cette association est héliophile, elle recherche les endroits calmes où l'échauffement de l'eau est assez rapide, elle flotte dans les eaux mésotrophiques de profondeur variable (généralement faible, 0,20 à 0,40 m), mais elle peut aussi être ancrée par des racines adventives grêles dans les eaux les plus profondes (0,80 m à 1 m) ou fixée dans le sable sous quelques cm d'eau.

h) Syndynamique

Les faciès à *Phragmites australis* et à *Typha angustifolia* du *Scirpo-Phragmitetum*, le *Caricetum ripario-acutiformis*, le groupement intra-forestier à *Juncus effusus*, servent non seulement d'abris à l'*Utricularietum neglectae*, mais viennent aussi le supplanter.

14 * Le groupement à *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*
.....

Il occupe une grande fosse de tourbage dans la vallée de la Somme en aval d'Amiens (Dreuil-les-Amiens). Le relevé effectué se présente comme suit : *Potamogeton coloratus* 5, *Potamogeton berchtoldii* 2, *Sium erectum* fo. *submersum* 1, *Chara hispida* 3, *Utricularia minor* 1, *Lemna trisulca* 2, *Mentha aquatica* 1, *Samolus valerandi* +.

Ce groupement s'apparente au *Potametum colorati* (Allorge 1922) Duvigneaud, Vandenberghen et Heinemann 1942, étudié par WATTEZ (1968) dans les eaux dystrophes calciques des bas marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde .

La composition du groupement, son écologie, nous conduisent à l'insérer, tout comme SEGAL (1968) et GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977) dans le *Nymphaeion* Oberdorfer 1957, et contrairement à WATTEZ (1968), RUNGE (1973), OBERDORFER (1979) qui le voient dans le *Potamion* Koch 1926 em. Oberdorfer 1957.

15 * Les groupements à *Elodea canadensis* Michaux, et à *Elodea nuttallii* (Planch)
et 16
St John (tableau 27)
.....

a) PIGNATTI (1953) a décrit un groupement à *Anacharis canadensis* et *Potamogeton crispus*, érigé ensuite en association, l'*Elodeetum canadensis*, redéfinie ultérieurement par SOO' (1964 in R. TÜXEN 1972). PASSARGE (1964), HILBIG (1970, 1971 et 1974), NEDELCO (1973), MATUSZKIEWICZ (1980) reconnaissent cette association, qu'ils rangent dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957, et en fournissent des exemples dans leur pays respectif, Allemagne, Roumanie, et Pologne. ELLENBERG, GEHU, OBERDORFER, R. TÜXEN, ne conçoivent pas cette possibilité et se limitent à faire de la peste d'eau une caractéristique des *Potametaia* ou des *Potameta*. Dans la dition, l'élodée entre dans la plupart des associations relevant des *Potametea*, nous nous rangerons par conséquent à l'avis des phytosociologues sus-cités. Le groupement à élodée du Canada dériverait directement d'un *Myriophyllo-Nupharetum* dégradé (ou d'un *Potameto-Nupharetum*, vica-riant appauvri de l'association à myriophylles et nénuphars) avec lequel il est généralement en contact, et où il constituerait un groupement pionnier dans les biotopes. Ce groupement jeune ou de dégradation se rattache au *Nymphaeion*.

En Allemagne, RUNGE (1971) a déterminé un groupement à *Elodea canadensis* dans la Dinkel et WIEGLEB (1978) un *Elodeo-Nupharetum* en Basse-Saxe.

FELZINES (1982) reconnaît l'association décrite par PIGNATTI et dégage les grandes lignes de son écologie dans les étangs du Bourbonnais et du Nivernais. Il la situe sur sable dans des conditions mésotrophiques, et dans les eaux eutrophes riches en calcium, profondes, quand elle réalise un groupement pionnier et il affirme sa grande plasticité écologique ayant permis sa propagation en Europe, mais note cependant la vive compétition qui l'oppose aux espèces indigènes. Selon cet auteur, "les modifications des conditions écologiques, l'effet cumulatif de fluctuations thermiques annuelles, l'excès d'immobilisation de nutriments dans le sédiment ou, au contraire, leur libération importante par accélération de minéralisation de la matière organique favorisent l'installation d'*Elodea canadensis*".

Nous avons également constaté, non seulement dans la dition, mais aussi dans les régions voisines, la grande amplitude écologique d'*Elodea canadensis* capable de coloniser de nombreux biotopes ou de se maintenir dans d'autres ayant subi de grandes perturbations. Elle peuple aussi bien les eaux courantes et les petites rivières à eaux vives (ALLORGE 1922, RIOMET et BOURNERIAS 1952-1961), à courant modéré (GRUBE 1975), les eaux calmes ou lentes (KOHLER et coll. 1974, HASLAM 1979). Les milieux stagnants, étangs, anse de rivières, nous semblent cependant les plus propices à son développement.

Aux Pays-Bas, VAN DONSELAAR (1961) a répertorié une communauté à *Ranunculus circinatus* et *Elodea canadensis*, puis SEGAL (1968) une sociation à *Elodea canadensis* ; cependant qu'en Pologne PODBIEKOWSKI (1970) a visualisé un groupement à *Elodea canadensis* et *Ceratophyllum demersum* ; ces diverses végétations ayant des affinités plus ou moins franches avec notre formation.

Les eaux peu profondes (0,40 m), très minéralisées de la station de la Scarpe sont basiques, eutrophes, riches en sodium et en sulfates (pollution urbaine).

28/7/75 - 11 h - Etang de la Scarpe, St Amand-Les-Eaux

pH		8
Conductivité ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		1142,6
Minéralisation (mg/l)		866,7
Ca ⁺⁺	86,2	4,30
Mg ⁺⁺	24,6	2,02
K ⁺	10,5	0,26
Na ⁺	113,4	4,93
SO ₄ ⁻⁻	390,0	8,11
Cl ⁻	90,0	2,53
	mg/l	meq/l

Les espèces compagnes du relevé laissent supposer un envahissement plus ou moins rapide du groupement par le *Rorippo-Oenantheum* Lohmeyer 1950.

REMARQUE : Les problèmes liés à la prolifération de l'élodée du Canada dans le cours de l'Erdre (Maine et Loire) ont fait l'objet d'une étude de LEROY (1976) réalisée au Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de Nantes pour le compte du Service Maritime et de Navigation de Nantes.

Ce travail a permis de mettre en évidence le mécanisme de l'extension d'un néophyte dans une rivière et les moyens de lutte les plus appropriés contre son envahissement.

b) Un groupement pionnier à *Elodea nuttallii* est apparu dans le Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin dans une zone perturbée par le déplacement continu de barques ; le même groupement existe sur des surfaces très importantes (plusieurs ares), dans les étangs récents des Marais de l'Epaix.

Selon FELZINES (1982), pour qui le comportement sociologique et écologique d'*Elodea nuttallii* est semblable à celui d'*Elodea canadensis* dans les conditions eutrophiques, ce type de groupement ne constituerait qu'une variante de l'*Elodeetum canadensis*. Réfutant l'existence de cette association, nous ne suivons pas FELZINES, nous nous en tiendrons donc à l'existence de deux groupements pionniers, l'un à *Elodea canadensis* montrant une remarquable plasticité écologique, l'autre à *Elodea nuttallii* dans les eaux eutrophes mais non polluées (amplitude écologique plus restreinte). Dans ces milieux, l'élodée de Nuttall l'emportant sur l'élodée du Canada en cas de compétition interspécifique. Selon WEBER-OLDECOP (1977), l'espèce s'accommode des eaux à conditions eutrophes mais pas trop fortement polluées alors que Frère MARIE-VICTORIN (1964) au Canada et aux Etats-Unis, la situe dans les eaux pauvres en calcaire. Ce groupement existe en Lorraine dans les départements de la Meuse (DE LANGHE et D'HOSE 1974), et de la Moselle (MERIAUX 1981), dans le département de la Meuse (DESCY et DUVIGNEAUD 1974), en Auvergne (DE LANGHE et D'HOSE 1979), en Picardie dans le département de la Somme (MERIAUX 1981).

WIEGLEB (1979) dans son étude sur la propagation d'*Elodea nuttallii* dans le secteur occidental de la Basse-Saxe, discute de la sociologie et de l'écologie de l'espèce qu'il relève dans un groupement à *Sparganium emersum*, dans le *Myriophyllo-Nupharetum*, le *Stratiotetum aloidis*, le *Ranunculetum peltati* et sous le *Spirodeletum polyrhizae*. Son amplitude écologique est relativement grande, elle peut toutefois être rangée dans les espèces eutrophentes. Dans la dition, elle figure souvent dans le *Myriophyllo-Nupharetum* mais également dans le *Potametum trichoidis* et le groupement à *Potamogeton friesii*.

17* Le groupement à *Ranunculus circinatus* Sibth
.....

BENNEMA et WESTHOFF (1943 in R. TÜXEN 1972), puis SEGAL (1965) ont discerné un *Ranunculetum circinati* qui n'est certes pas sans rappeler notre groupement ; mais, la majorité des phytosociologues n'admet pas l'existence d'une telle association et voit uniquement en *Ranunculus circinatus* une bonne caractéristique des *Potametea*. La renoncule circinée se relevant dans la plupart des associations d'hydrophytes fixés, nous avons été conduits, nous aussi, à la considérer uniquement comme une bonne espèce de la classe.

Notre groupement, qui évoque aussi la communauté à *Ranunculus circinatus* et *Elodea canadensis* de VAN DONSELAAR (1961) et la formation à *Ranunculus circinatus* de WIEGLEB (1977 et 1978), n'est pour nous qu'une phase dynamique, sur substratum vaso-schisteux et dans des eaux peu profondes, très eutrophisées, du *Myriophyllo-Nupharetum* ; il trouve sa place dans le *Nymphaeion*.

Un relevé de la végétation à *Ranunculus circinatus* a été effectué à l'étang Wagnier à Thivencelles (10/7/74) : surface relevée 2m², recouvrement 90 %, profondeur d'eau 0,30 m, *Ranunculus circinatus* 4, *Ceratophyllum demersum* 2, *Elodea canadensis* +.

18 * Le groupement à *Ceratophyllum demersum* L. et *Hydrocharis morsus-ranae* L.
.....
(tableau 28)

a) Localisation

Il se rencontre, çà et là, dans les anses calmes, dans les diverticules clos des étangs des vallées de la Sensée, de l'Escaut et de la Somme.

b) Physionomie

Le cératophylle épineux réalise de vigoureux peuplements auxquels peuvent se superposer des formations à petits nénuphars, véritables masses mouvantes d'un beau vert, piquetées dès juillet des fleurs blanches de la plante. La "consistance" de cette végétation est telle que poules d'eau et foulques macroules les utilisent couramment comme pontons.

c) Composition floristique

Outre le cornifle et la morrène, le tableau élaboré montre 12 autres espèces des *Potametalia* et des *Potametea* (dont 4 du *Nymphaeion* mais à vitalité réduite), ainsi que 9 compagnes parmi lesquelles *Spirodela polyrhiza* et *Lemna trisulca*. De profonds liens existent entre le *Spirodeletum polyrhizae* et le groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*. Subcosmopolites et eurasiatiques constituent la majorité de la flore du groupement (MERIAUX 1978 et DECORNET 1979).

d) Variations du groupement

Les biotopes peu profonds, aux eaux calmes, aux fonds très vaseux sont propices à l'extension du facies à cératophylle (rel. 1 à 15). L'absence de tout mouvement favorise l'installation du petit nénuphar (rel. 16 à 27) qui a tôt fait de couvrir l'ensemble de la surface de l'eau (rel. 23 à 25) et captant alors toute la lumière, finit par éliminer le cératophylle aux besoins photiques pourtant des plus réduits (rel. 26 et 27).

e) Taxonomie et position systématique

GADECEAU (1909), SOO' (1923, in R. TÜXEN 1972), HILD (1956), DEN HARTOG et SEGAL (1964) élèvent au rang d'association le groupement à *Ceratophyllum demersum*, conception admise par HILBIG (1971), WIEGLEB (1978), MATUSZKIEWICZ (1981), alors que POP (1962) et NEDELCO (1967 in R. TÜXEN 1972) ont défini un *Ceratophyllo-Hydrocharicetum*.

Nous considérons plutôt les différents aspects de ce groupement comme des stades de dégénérescence d'associations du *Nymphaeion* dûs à un ensablement considérable et à une diminution de la tranche d'eau, modification de l'écotopie néfaste aux nymphaeacées (Grand Clair de Wasnes), ou encore comme un nouveau départ de la végétation dans un milieu antérieurement perturbé, pollution organique suivie d'une disparition totale de la flore phanérogamique (étang d'Amaury).

SEGAL et DEN HARTOG (1964) ont défini une classe des *Ceratophylletea*, avec un seul ordre : les *Ceratophylletalia*, et une seule alliance : le *Ceratophyllion* dans lequel ils placent le *Ceratophylletum demersi*, mais aussi un *Ceratophylletum submersi*, association que nous rattacherons provisoirement à la classe des *Ruppiaetea maritima*. HILBIG (1971) le place dans l'alliance de l'*Hydrocharition* Rübél 1933 rattachée au *Lemmetea*, mais, ainsi qu'OBERDORFER (1971), nous rangerons le groupement dans le *Nymphaeion* en raison de son développement optimal dans les sites calmes et de ses liens évidents avec le *Myriophyllo-Nupharetum*. Toutefois, GÜRS (1973 in OBERDORFER 1977), OBERDORFER (1979), WIEGLEB (1978), ZAHLHEIMER (1979) l'insèrent dans le *Potamion* et HILBIG dans l'*Hydrocharition* (*Lemmetea*).

f) Chorologie

Le faciès à cornifle est cité sous la dénomination de *Ceratophylletum demersi* ou de groupement à *Ceratophyllum*, en France par GADECEAU (1909), MERIAUX (1978), DECORNET (1979), FELZINES (1982); en Allemagne par OBERDORFER; et ses collaborateurs (1967), PHILIPPI (1969), HILD et REHNELT (1970), HILBIG (1970 et 1971), RUNGE (1973), R. TÜXEN (1974), REISCHHOFF (1975), WIEGLEB (1977), ELLENBERG (1979); aux Pays-Bas, par SEGAL (1965, 1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969); en Pologne par MATUSZKIEWICZ (1980). La combinaison *Ceratophyllum-Hydrocharis* est connue en Allemagne de HILD et REHNELT (1970), en Roumanie de POP (1962) et NEDELUCU (1967 in R. TÜXEN 1972).

g) Ecologie

Eaux souvent nettement eutrophisées parfois polluées (le cératophylle est une espèce polluo-résistante), peu profondes, fonds vaseux, sont les éléments fondamentaux de l'écotope type du groupement, l'absence totale de courant déterminant la formation du binôme *Ceratophyllum demersum-Hydrocharis morsus-ranae* et du faciès à *Hydrocharis*.

Les eaux du groupement et de ses faciès ont été analysées et les résultats regroupés dans le tableau

TABLEAU XXXIII : RESULTATS D'ANALYSES D'EAUX EFFECTUEES AU NIVEAU DE STATIONS DU GROUPEMENT A *HYDROCHARIS MORSUS-RANAE* ET *CERATOPHYLLUM DEMERSUM*

	Faciès à <i>Ceratophyllum</i> (rel. 1)	Combinaison à <i>Ce- ratophyllum-Hydro- charis</i> (non rele- vée mais proche de (rel. 15)	Faciès à <i>Hydrocharis</i> (rel. 18)
	Etang d'Amaury côté Club House Hergnies 28/7/75 11 h 30	Etang St-Pierre à Thivencelles 24/7/75 15 h	Grand Clair de Palluel 9/9/75 16 h
pH	7,3	6,9	7,3
Conductivité $\mu S cm^{-1}$	944,2	675,7	432
Minéralisation mg/l	716,2	483,7	309,2
Ca ⁺⁺	55,1 2,74	43,1 2,15	53,1 2,64
Mg ⁺⁺	20,1 1,65	17,6 1,44	9,2 0,75
K ⁺	11 0,28	7 0,17	5,6 0,14
Na ⁺	72,7 3,16	43,5 1,89	16,8 0,73
SO ₄ ⁻⁻	58 1,63	175 3,64	39 0,81
Cl ⁻	210 5,92	65 1,83	23 0,64
	mg/l meq/l	mg/l meq/l	mg/l meq/l
	eau eutrophe, très minéralisée, riche en sodium et en chlorures, ces ions provenant de l'effluent de l'Usine Celcosa (fabrication de cellophane)	eau eutrophe, à forte teneur en sulfates (pollution urbaine et industrielle)	eau méso-eutrophe, bien équilibrée

WIEGLEB (1979) mentionne les liens du groupement à *Ceratophyllum demersum* avec les eaux riches en nitrates.

h) Dynamisme

L'évolution du groupement est axée vers l'atterrissement par l'intermédiaire des facies à *Typha latifolia*, *Phragmites australis* du *Scirpo-Phragmitetum* et du *Sparganium erecti*.

i) Aspects biocoenotiques

Les végétations à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae* constituent d'excellentes frayères pour le gardon, le rotengle, la brème et la tanche, mais aussi des "terrains" d'affût privilégiés pour la perche et le jeune brochet.

- 19 * L'association à *Hottonia palustris* L.
.....
Hottonietum palustris R. Tüxen 1937 (tableau 29)

a) Localisation

Elle prend place tant dans les étangs récents d'affaissements miniers que dans les étangs anciens de la vallée de la Sensée et de la vallée de la Somme où elle montre une préférence pour les biotopes sous couvert forestier.

b) Symphysionomie

Nous avons pu distinguer une strate supra-aquatique comprenant les inflorescences de l'hottonie des marais, de la renoncule aquatique, de l'utriculaire négligée..., et une strate infra-aquatique, constituée des organes végétatifs de ces mêmes plantes auxquelles il faut ajouter les plantes limitées à cette seule strate : cératophylle épineux, élodée du Canada, zannichellie des marais...

La phénologie du groupement est surtout vernale. En mai, les hampe florales roses de l'hottonie, les blanches corolles de la renoncule offrent aux eaux une parure des plus belles qui soient mais, très éphémères. Très vite, en maints endroits, la baisse rapide du niveau amène l'extension du rorippe aux fleurs jaune franc généralement abondant en marge de l'association.

c) Synfloristique

Seule, *Hottonia palustris* a valeur de caractéristique du groupement, sa biomasse est souvent importante. Quatre différentielles de sous-associations, 4 caractéristiques de l'alliance (*Ranunculion aquatilis*), 23 espèces de l'ordre et de la classe (*Potametalia* et *Potametea*) et 6 compagnes complètent le tableau. Le nombre total des espèces est de 34, on pourrait bien sûr y ajouter 13 espèces figurant hors tableau.

Une seule eurosibérienne participe à l'association, mais, il s'agit de la caractéristique *Hottonia palustris*, les autres éléments biogéographiques de la flore sont réalisés essentiellement par des subcosmopolites, des eurosiatiques, deux boréo-américaines, des cosmopolites, des européennes, et des circumboréales.

Variations : Dans les biotopes périodiquement exondés (rel. 1 à 6), où seuls les amphiphytes subsistent en été, nous avons mis en relief un groupement pionnier (rel. 1 à 4) et une sous-association à *Ranunculus aquatilis* et *Callitriche hamulata*, en relation avec des eaux faiblement courantes et relativement pauvres en calcium. La permanence de l'eau engendre l'arrivée et l'extension des hydrophytes de la sous-association typique (rel. 7 à 16) et de la sous-association à *Ceratophyllum demersum* des eaux les plus profondes

et les plus eutrophes (rel. 17 à 26). Une variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* apparait au niveau de la sous-association type (rel. 16) et de la sous-association à *Ceratophyllum* (rel. 26).

POTT (1980) qui a étudié l'association en Westphalie, différencie, côté d'une sous-association type, une sous-association à *Ranunculus peltatus* et *Callitriche platycarpa* avec variante type et variante à *Utricularia neglecta* dans les eaux dystrophes ou faiblement mésotrophes, et une autre à *Potamogeton natans* (avec *Elodea canadensis* et *Potamogeton alpinus*) proche de notre sous-association type. GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977), mais aussi ZAHLHEIMER (1979), distinguent une sous-association à *Nuphar lutea* (avec *Myriophyllum verticillatum* et *Potamogeton natans*).

FELZINES (1982) identifie avec la sous-association type une sous-association à *Potamogeton natans* et une sous-association à *Potamogeton lucens* (eaux plus minéralisées).

d) Syntaxonomie

Cette association est connue depuis 1937, date à laquelle R. TÜXEN en a fourni la première définition. Elle a été revue sous une forme voisine par d'autres auteurs ; on trouve dans la littérature un *Callitricho-Hottonietum* (R. Tüxen p.p.) Segal 1965 et un *Ranunculo-Hottonietum* (R. Tüxen 1937) Oberdorfer et al. 1967 p.p. Les associations d'OBERDORFER et de SEGAL semblent s'apparenter à notre sous-association à *Ranunculus aquatilis* et *Callitriche hamulata*, les relevés 6, 9, 10, 19 et 23 marqués par la présence de *Callitriche platycarpa* peuvent de même y être rapportés.

e) Synsystématique

La structure de l'*Hottonietum*, sa situation préférentielle, nous incite à en faire une association, tout comme POTT (1980) et WIEGLEB (1978) du *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 (nom modifié par WIEGLEB et proche de l'*Hottonion* Den Hartog et Segal 1964). Néanmoins, GÖRS (1973 in OBERDORFER 1977), RUNGE (1973), ZAHLHEIMER, le placent dans le *Nymphaeion* et TÜXEN (1975) dans le Potamion.

f) Synchorologie

De nombreux auteurs ont souligné l'existence de cette association. En France, JOUANNE (1925) l'a rencontrée dans les eaux mésotrophes de la vallée de l'Oise, GEHU (1961) l'a étudiée dans le Bassin de la Sambre française et il la cite dans les vallées de l'Escaut, de la Scarpe, de la Deûle, en forêt de St-Amand, dans la plaine des Flandres, sur le plateau d'Helfaut ; il mentionne la rareté de l'association dans le Boulonnais, n'évoquant que la station de Tardinghem ; WATTEZ (1968) la dénombre parmi les associations aquatiques des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde ; FELZINES (1982) l'a reconnue dans de nombreux étangs du Boulonnais et du Nivernais.

En Allemagne, R. TÜXEN (1937 et 1974), PASSARGE (1964), HILD et REHNELT (1970), RUNGE (1973), WIEGLEB (1978), ELLENBERG (1979), POTT (1980) connaissent l'*Hottonietum*, et OBERDORFER (1967 et 1970), HILBIG (1971) le *Ranunculo-Hottonietum*. En Belgique, LEBRUN, NOIRFALISE, HEINEMANN, VANDEN BERGHEN (1949), en Italie, PIGNATTI (1953), en Pologne PODBIELKOWSKI (1970), MATUSZKIEWICZ (1980), nomment également l'association à *Hottonia palustris*, alors qu'aux Pays-Bas, SEGAL (1965), WESTHOFF et DEN HELD (1969), mentionnent le *Callitricho-Hottonietum*, et SEGAL (1968) l'*Hottonio-Myriophylletum verticillati* ass. nov.

g) Synécologie

Selon OBERDORFER (1970), l'hottonie des marais se cantonne dans les eaux riches en matières organiques ; elle croît dans les bras morts de rivières, les fossés, les étangs de tourbières sur des sols vaseux à tourbeux, dans des milieux souvent ombragés.

GEHU (1961) indique le groupement à *Hottonia palustris* dans les fossés peu profonds (0,30 m à 0,80 m) et généralement riches en débris organiques provenant de la végétation des années précédentes. Le pH des eaux se situe autour de la neutralité mais peut subir quelques variations au cours de l'année. Pour l'auteur, l'*Hottonia* supporte l'émersion plutôt qu'elle ne l'exige. Il l'a notifiée dans les eaux les moins minéralisées : conductivité 295 à 10° (1963).

WATTEZ (1968) signale l'affinité de l'*Hottonietum* pour les eaux oligo-mésotrophes et "son adaptation possible à un substrat tourbeux, plus alcalin, des eaux assez nettement eutrophes". Il précise encore que "la plante (plûtôt sciaphile) aime les sols enrichis en débris organiques (feuillages pourrissants, herbes flétries) et qu'elle ne souffre pas de l'assèchement des fossés, bien au contraire".

WIEGLEB (1978), la voit dans les eaux riches en CO², pauvres en azote et phosphates, et ayant une alcalinité faible (61 à 122 mg/l), un pH peu élevé, ZAHLHEIMER (1979), dans les eaux "propres" et ombragées, POTT (1980) la situe dans les eaux moyennement à fortement hydrogénocarbonatées

Nos observations corroborent l'ensemble de ces données : l'association fréquente les eaux enrichies en matières organiques et, si elle se maintient bien dans de nombreuses mares prairiales de la plaine de l'Ostrevant, elle a un développement optimal sous le couvert forestier de la forêt de St-Amand. Elle y réalise de fort beaux peuplements dans le bois des Eclusettes où elle constitue la strate inférieure d'une aulnaie périodiquement exondée s'apparentant à l'*Hottonio-Alnetum* Fukarek 1961.

Notons encore que HILD et REHNELT (1970) ont analysé l'eau de l'*Hottonietum palustris* de la Kalflach et ont obtenu les résultats suivants :

- pH	:	7,80
- Ca ⁺⁺	:	110,00
- Mg ⁺⁺	:	20,00
- K ⁺	:	1,77
- Na ⁺	:	13,24
- SO ₄ ⁻⁻	:	27,00
- Cl ⁻	:	32,20

mg/l

h) Syndynamique

L'évolution de l'*Hottonietum* est marquée par l'intrusion d'hélophytes dans un certain nombre de relevés. L'installation d'une cariçaie à *Carex acutiformis* et *Carex riparia* ou d'un *Rorippo-Oenanthetum* dans les fossés annexés aux étangs au niveau de l'*Hottonietum* est chose courante. Dans le bassin de la Sambre l'évolution se fait vers le *Glycerietum maximae* ; la limita-

tion des hélophytes par l'homme est favorable au groupements, mais un faucardage répété devient néfaste, l'hottonie des marais y étant fort sensible (GEHU 1961).

20 * L'association à *Ranunculus aquatilis*
.....
Ranunculium aquatilis Sauer (1945) 1947

Son étude, présentée au Colloque phytosociologique de Lille en 1981 par GEHU et MERIAUX, est placée en annexe : "DISTRIBUTION ET SYNECOLOGIE DES RENONCULES DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* DANS LE NORD DE LA FRANCE".

21 * L'association à *Ranunculus peltatus*
.....
Ranunculium peltati Segal 1967

Son étude, également exposée au Colloque phytosociologique de Lille en 1981 par GEHU et MERIAUX, est placée en annexe "DISTRIBUTION ET SYNECOLOGIE DES RENONCULES DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* DANS LE NORD DE LA FRANCE".

22 * Le groupement à *Callitriche stagnalis* Scop. fo. *typica*
.....
Callitrichetum stagnalis Segal 1967 (tableau 30)

Ce *Callitriche* peut exister sous deux formes nettement distinctes, l'une aquatique, dans les eaux peu profondes, courantes ou stagnantes, l'autre terrestre, et, par conséquent, il peut donner naissance à deux groupements différents par la physionomie et l'écologie, se succédant dans le temps en un même point et lié à la présence ou à l'absence de l'eau.

En période vernale, un groupement aquatique (tableau 30), où les petites rosettes contiguës du *Callitriche* réalisent des flaques d'un beau vert tendre bordant les rives d'étangs jeunes peu profonds et de superficie restreinte. Celui-ci est monospécifique (rel. 1 et 2) ou paucispécifique (rel. 3 à 5); il montre une variante à *Vaucheria dichotoma* et *Chara vulgaris* (rel. 6) dans les eaux limpides mais sur fond vaseux, et une autre à *Leptodictyum riparium* (rel. 7) sur les substrats argilo-sableux. Il se rapproche du *Callitrichetum stagnalis* Segal 1967 et se range dans le *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 à la différence d'un groupement des eaux courantes de fossés qui prend place dans le *Ranunculion fluitantis* et où l'espèce possède alors de grandes rosettes submergées et se mêle à *Potamogeton berchtoldii* ou à *Fontinalis antipyretica* (Ardèche - Obs. inéd., 1980).

REMARQUE : En période estivale, s'observe un groupement ayant l'aspect d'un tapis herbacé de quelques centimètres d'épaisseur et qui résulte de l'évolution saisonnière du groupement précédent; les espèces hydrophytiques disparaissent et, seuls subsistent le *Callitriche* et *Leptodictyum riparium*. Ce groupement se rapproche de ceux du *Littorellion* et du *Nanocyperion* dans lesquels par ailleurs, prennent souvent place outre *Callitriche stagnalis*, *Callitriche platycarpa* et *Callitriche hamulata* (forme terrestres).

23 * Le groupement à *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *typica* (tableau 31)
.....

Ce groupement occupe de petites surfaces dans les anses des rivières, les fossés aux eaux calmes et les mares. *Callitriche platycarpa* dans sa

forme aux rosettes flottantes bien développées domine nettement. Seules 3 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametalia*) figurent dans le groupement qui comporte également 7 espèces compagnes.

Ce groupement, par sa structure, sa physiologie, son écologie, se rapporte au *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964. Les eaux qui le baignent sont eutrophes à méso-eutrophes et peuvent être polluées en matières minérales et organiques (conductivité 240 à 1 100 μ S cm^{-1} et pH 6,6 à 8,1). Ce groupement, à notre connaissance, ne semble pas être décrit dans la littérature, la difficulté de détermination des callitriches en est vraisemblablement la cause.

22 *Le groupement à *Callitriche hamulata* Kütz em. Koch fo. *typica* et *Juncus bulbosus* L. subsp. *kochii* (F. W. Schultz) fo. *typica*

Ce groupement décrit par WIEGLEB (1979) dans le synsystème regroupant les associations de Basse-Saxe, prospère dans les eaux peu profondes sur sables landéniens acides d'un étang d'affaissement minier intra-forestier, l'étang du Prussien (Raismes, 59).

Le 4 juillet 1981, un relevé à été effectué dans le diverticule de l'étang où se développe le groupement : surface 5 m², recouvrement 100 %, profondeur des eaux 0,40 m. Caractéristiques du groupement : *Juncus bulbosus* var. *kochii* 2, *Callitriche hamulata* fo. *typica* 3 ; caractéristiques du *Ranunculion aquatilis* : *Ranunculus aquatilis* 1, *Callitriche platycarpa* fo. *typica* 1, *Ranunculus trichophyllus* +, espèces compagnes : *Drepanocladus aduncus* 5, *Myosotis scorpioides* 1, *Agrostis solonifera* 1. Outre les 2 espèces caractéristiques *Juncus bulbosus* subsp. *kochii* fo. *typica* et *Callitriche hamulata* fo. *typica* (aux rosettes flottantes bien développées), il possède donc 3 espèces du *Ranunculion aquatilis*, *Callitriche platycarpa* fo. *typica*, *Ranunculus aquatilis* et *Ranunculus trichophyllus*, et parmi les 4 espèces compagnes, il faut noter la présence de *Drepanocladus aduncus* qui tapisse le fond de l'étang. Comme WIEGLEB (1979), nous insérerons ce groupement dans le *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964. D'autre part, les eaux de la station sont de type dystrophe (conductivité 895 à 1110 μ S cm^{-1} ; pH 6,6) enrichies en matières humiques, de nature proche des eaux oligo-dystrophes du groupement de WIEGLEB en Basse-Saxe.

La partie centrale du plan d'eau est totalement occupée par ce groupement, et un autre assimilable au *Ranunculium aquatilis*, disposés en mosaïque ; là où l'eau sourd, se développe un individu d'association du *Callitrichetum hamulatae*. Le contact forestier avec la végétation aquatique est assuré par le *Salicetum cinerea* relayé par le *Carici elongatae*-*Alnetum* à *Sphagnum squarrosum* et *S. fimbriatum* (l'une des rares stations du nord-ouest de la France de ce type d'aulnaie médio-européenne).

L'évolution du groupement s'effectue vers une jonçaie à *Juncus effusus*, et ultérieurement, il se fera vers la saulaie à *Salix cinerea*.

REMARQUE¹ : Le complexe de groupements existant au niveau de l'étang du Prussien est assez remarquable. Il est composé de phytocoenoses rares dans la région et comportant plusieurs espèces ayant elles aussi un haut degré de rareté régional (*Carex elongata*, *Callitriche hamulata*, *Potamogeton polygonifolius*, *Sphagnum squarrosum*...).

Le groupement à *Callitriche hamulata* fo. *typica* et *Juncus bulbosus* subsp. *kochii* se remarque également, mais sous forme ponctuelle, à la Mare à Goriaux (Waller, 59) où il est en contact direct avec un *Salicetum auritae sphagnetosum*.

REMARQUE₂ : Un groupement monospécifique à *Juncus bulbosus* L. subsp. *bulbosus* fo. *fluitans* couvre le fond d'une ancienne sablière mise en eau à Flines-les-Râches (59). Le pH des eaux, très acide (3,5) est favorable au développement de ce groupement que des auteurs rattachent à la classe des *Utricularietea intermedio-minoris* (Den Hartog et Segal 1964) Pietsch 1965 ou à celle des *Scheuchzerietea* Den Held, Barkman et Westhoff 1969 (plus précisément dans l'alliance du *Rhynchosporion albae* W. Koch 1926). Mais il ne nous paraît pas possible pour l'instant de pouvoir rattacher ce groupement à une unité synsystématique précise.

25* L'association à *Ranunculus penicillatus* (Dum.) Bab. var. *calcareus* et *Sium erectum* L. fo. *submersum*

Ranunculo (calcarei) - Sietum erecti submersi ass. nov. (tableau 32)

a) Localisation

Elle se situe dans les eaux supérieures des ruisseaux et rivières prenant leur source dans les collines de l'Artois, du Cambrésis et du Vermandois, mais aussi sous une forme appauvrie, au niveau des griffons d'alimentation d'étangs de la vallée de la Sensée et dans quelques watergangs de la Plaine maritime flamande.

b) Synphysionomie

Elle a dans ses stades jeunes l'aspect d'un tapis herbacé, formé essentiellement de formes submergées de *Veronica anagallis-aquatica*, *Sium erectum* et *Callitriche platycarpa*. L'association, sous sa forme mûre, apparaît comme un herbier dominé physionomiquement par *Ranunculus penicillatus* avec, en sous-strate *Sium erectum* et *Callitriche platycarpa* sous une forme submersa.

L'apparition des feuilles rubannées du *Sparganium emersum* var. *longissimum* d'une part et de *Nitella flexilis* et *Nuphar lutea* fo. *submersa* mêlé au *Sium erectum* d'autre part, correspond à des modifications des caractères écologiques de l'association.

c) Synfloristique

Organisation : la flore de l'association comprend 42 espèces et formes : une combinaison caractéristique avec *Sium erectum* fo. *submersum*, *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus*, *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus* x *Ranunculus trichophyllus* ; 3 différentielles d'association : *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa*, *Nasturtium officinale* fo. *submersa* et *Veronica becabunga* fo. *submersa* ; 6 différentielles de sous-association ; 3 de variantes ; 1 de sous-variante ; 7 caractéristiques d'alliance (*Ranunculion fluitantis*) ; 5 différentielles d'alliance ; 8 espèces des unités supérieures (*Potametea* et *Potametalia*) et 6 espèces compagnes.

Variations : les premiers relevés du tableau (rel. 1 à 5) correspondent à un stade juvénile à *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa* (substrat graveleux plus rarement vaseux), les suivants (rel. 6 à 13) à un stade plus mûre de l'association avec *Sium erectum* fo. *submersum* (substrat caillouteux), l'association sous sa forme optimale est marquée par l'apparition de la combinaison caractéristique *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus* et *Sium erectum* fo. *submersum* (substrat vaseux ou sablo-graveleux).

A proximité des sources infra-aquatiques d'étangs de la vallée de la Sensée se développe la sous-association à *Nitella flexilis* (rel. 28 à 30) marquée par l'absence de *Ranunculus penicillatus*. La sous-association

type (rel. 14 à 27) possède une variante à *Sparganium emersum* var. *longissimum* (rel. 19 à 27) dans les eaux les plus eutrophes et souvent plus profondes et la sous-association à *Nitella flexilis* une variante à *Hottonia palustris* (rel. 29 et 30) dans les secteurs ombragés et les eaux enrichies en substances humiques montrant elle-même une sous-variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* (rel. 30)

d) Syntaxonomie

Le *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* décrit par ROLL (1939), amendé par Th. MÜLLER (1962), a pour caractéristiques *Sium erectum* fo. *submersum*, *Veronica anagallis aquatica* fo. *submersa*, et *Callitriche cophocarpa* fo. *submersa* et pour différentielles *Nasturtium officinale* fo. *submersa*, *Zanichellia palustris*, *Cinclidotus fontinaloides*, *Cinclidotus nigricans* et *Veronica beccabunga* fo. *submersa*, et comporte *Ranunculus fluitans* (qui donne en partie son nom à l'association).

Si Th. MÜLLER (1973 in OBERDORFER 1977) ne différencie pas *Ranunculus fluitans* et *Ranunculus penicillatus*, dans notre étude sur la distribution des renoncules aquatiques (GEHU et MERIAUX à paraître, placée en annexe), nous avons constaté dans la dition pour *Ranunculus penicillatus* une distribution de type subatlantique et pour *Ranunculus fluitans* une distribution de type nettement plus continental relayant la précédente espèce à partir de l'Avesnois (les deux espèces ne coexistant qu'en une seule station dans le Vermandois).

D'autre part, *Ranunculus fluitans* et *Ranunculus penicillatus* var. *penicillatus* ont des écologies fort différentes. HASLAM (1978) et DETHIOUX (1982) apportent des précisions très intéressantes à ce sujet. DETHIOUX définit en Belgique leur distribution altitudinale, leur environnement géologique et le caractère stationnel (caractéristiques morphométriques des cours d'eau et chimique de leurs eaux).

Selon cet auteur :

- *Ranunculus penicillatus* var. *penicillatus* est une espèce collinaire à submontagnarde des cours d'eau étroits à peu larges (1m à 15m), de faible profondeur et relativement peu rapides. Leurs eaux sont de type acides, (pH moyen 6,45), à faible minéralisation (conductivité 42 à 208 $\mu\text{S cm}^{-1}$ moyenne 85) et assez peu fournies en éléments nutritifs. Nous avons constaté des caractères semblables dans les quelques stations de l'Avesnois et de la Plaine de la Scarpe que nous connaissons ;

- *Ranunculus fluitans* est une espèce de plaine et de basse montagne, dans des cours plus larges (6 m à 50 m), plus profonds et plus rapides ; leurs eaux ont un pH plus élevé (proche de la neutralité 7,35), sont plus productives du point de vue piscicole et même parfois polluées au moins temporairement (orthophosphates, nitrates). Nos observations de l'espèce en Alsace dans la Meuse et en Moselle, concordent avec celles de DETHIOUX. Toutefois, DECORNET (1978) en Lorraine, localise l'espèce dans les rivières peu larges (5 à 15 m), moyennement profondes (0,20 à 1,30 m) sur fond pierreux, graveleux ou sablonneux-vaseux, dans les eaux alcalines, mésotrophes à faiblement eutrophes où elle peut supporter la pollution par les effluents urbains des villages.

Cependant, GLÄNZER et coll. (1977) remarquent que l'espèce est très sensible aux détergents (dodécylsulfate de Na) dont les effets toxiques sont stimulés par le chlorure d'ammonium. Mais, KOHLER (1975) considère que "l'espèce possède son optimum dans des eaux modérément à fortement chargées, faiblement à fortement eutrophes du point de vue des ions ammonium et des phosphates."

L'écologie de *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus* est également originale. Cette renoncule est liée aux rivières collinéennes (Artois) et submontagnardes des pays crayeux ou calcaires, dans les cours moyens et supérieurs peu larges (4 à 12 m), de faible profondeur (0,20 à 1 m) et au courant vif. Leurs eaux sont faiblement basiques (pH 7,2) méso-eutrophes à eutrophes, fortement hydrogénocarbonatées (335 mg/l), parfois légèrement polluées (nitrates, phosphates).

Ecologie et distribution différente nous ont conduits à distinguer trois associations :

- le *Ranunculo (fluitanti) - Sietum erecti-submersi* (Roll 1939) Th. Müller 1962 (avec *Ranunculus fluitans*) en Avesnois et en Thiérache dans les rivières larges, assez profondes, au courant rapide et aux eaux eutrophes parfois polluées ;

- le *Ranunculo (penicillati) - Sietum erecti-submersi* ass. nov. prov. (avec *Ranunculus penicillatus* var. *penicillatus*) en Avesnois et dans la Plaine de la Scarpe, dans les ruisseaux étroits au courant peu rapide, aux eaux faiblement acides, oligotrophes à mésotrophes, parfois enrichies en matières humiques ;

- le *Ranunculo (calcarei) - Sietum erecti-submersi* ass. nov. (avec *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus*), dans les rivières de l'Artois, du Cambrésis et du Vermandois au cours assez large, peu profond, aux eaux méso-eutrophes à eutrophes nettement hydrogénocarbonatées parfois faiblement polluées par les rejets agricoles et urbains.

Ces trois associations sont de vicariantes géographiques et écologiques.

e) Synsystématique

Ces associations spécifiques des eaux vives (et à un degré moindre, des eaux nées de sources infra-aquatiques), s'insèrent dans le *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959.

f) Synécologie

Le *Ranunculo calcarei - Sietum* est localisé dans les cours supérieurs des rivières où les eaux peu profondes (0,20 m à 0,50 m) sont de type méso-eutrophes à eutrophes (conductivité 300 à 625 $\mu\text{S cm}^{-1}$), riches en hydrogène-carbonates, très rarement polluées, exceptées en nitrates et en chlorures, mais au taux demeurant acceptable (respectivement 11 mg/l et 21 mg/l).

POTT (1980) définit la synécologie de l'association sous sa forme à *Sium erectum* fo. *submersum* (qu'il dénomme improprement *Sietum erecti-submersi* (Roll 1939) Th. Müller 1962) : eaux courantes, minéralisées, polluées, ayant une amplitude écologique très large vis-à-vis des nitrates, phosphates et de l'ammonium.

Le *Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti-submersi* se développe dans les cours moyens des rivières, là où leur lit s'élargit, dans les eaux souvent plus profondes (0,60 m à 2 m) eutrophes, souvent polluées en nitrates, phosphates et en matières organiques (Avesnois, Thiérache et Ardennes).

g) Synchorologie

Le *Ranunculo (fluitanti) - Sietum erecti-submersi* est relevé en Allemagne par SEIBERT (1962), OBERDORFER et coll. (1967), MÜLLER (1973 in

OBERDOFER 1977), ZAHLHEIMER (1979), en Pologne par MATUSKIEWICZ (1980). Nous le connaissons en Alsace et en Lorraine. Il est relayé dans notre région par le *Ranunculo (calcarei) -Sietum erecti-submersi* qui semble bien être son vicariant géographique atlantique.

h) Aspects biocoenotiques

Dans les rivières de l'Artois, l'association constitue l'habitat de nombreux invertébrés (en particulier pour les gammaridés, les mollusques et les larves d'insectes) et sert aussi de garde-manger pour les salmonidés (truite fario, truite arc-en-ciel et saumon de rivière). La sous-association *nupharetosum* assume le rôle de frayère pour les gardons, rotengles et brèmes.

26 * L'association à *Potamogeton perfoliatus* L. var. *typicus*
.....
Potameto-Ranunculium fluitantis (W. Koch 1926) Oberdorfer 1957 (tableau 33)

a) Localisation

L'association est installée dans les eaux vives des chenaux unissant les clairs et marais des territoires de St-Quentin et de Palluel (Petit Béquerel, Grand Clair de Palluel, Marais du Surion), dans la vallée de la Sensée, mais aussi dans les eaux plus lentes de la Lys à Théroüanne et du watergang du Haut-Banc dans la Plaine maritime flamande, toujours sous une forme appauvrie.

b) Synphysionomie

Elle se développe dans les eaux peu profondes (0,40 m à 1 m), sa stratification en est difficilement perceptible : *Scirpus lacustris* fo. *fluitans*, *Nuphar lutea* fo. *submersa* et *Elodea canadensis* colonisant les zones les plus profondes alors que *Potamogeton perfoliatus* réalise de longues touffes s'étalant au sein de la zone supra-aquatique, mêlées aux feuilles rubannées de *Sagittaria sagittifolia*.

L'aspect saisonnier de la végétation est pré-estival avec la floraison du potamot perfolié de juin à fin juillet.

c) Synfloristique

Organisation : le tableau 33 fait ressortir la présence de l'espèce caractéristique *Potamogeton perfoliatus* var. *typicus*, *-Ranunculus fluitans* manque en effet dans la dition, nous trouvons ensuite 7 espèces du *Ranunculion fluitantis*, 4 formes ou accommodats (définition selon OZENDA 1964) de plantes propres aux eaux calmes et profondes, *Nuphar lutea*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, mais aussi *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* fo. *fluviatilis*, et les variétés *longissimum* de *Sparganium emersum*, *interruptus* de *Potamogeton pectinatus*, 8 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) et 4 compagnes dont la biomasse est limitée par le courant. Le nombre total des espèces est de 19.

Variations : Dans le Petit Béquerel, en amont du chenal de jonction avec le Grand Clair de Palluel, là où le courant est encore relativement faible, le fond nettement vaseux, les eaux plus eutrophes, disparaissent les caractéristiques du *Ranunculion* tandis qu'apparaissent celles des unités supérieures qui pourraient avoir valeur de différentielles de variante (rel. 6 et 7).

d) Syntaxonomie

Notre groupement se rapporte au *Potameto (perfoliati) - Ranuncule-
tum fluitantis* W. Koch 1926 dont il est une forme appauvrie, mais il présente
de profondes analogies avec le *Ranunculetum fluitantis* Allorge 1922 *potameto-
sum perfolati* Th. Müller 1962 (relevé par DECORNET en 1979 en Lorraine) et
dans une faible mesure avec le faciès à *Potamogeton perfoliatus* du *Ranunculo-
Sietum erecti-submersi* (Roll 1939) Th. Müller 1962 décrit par SEIBERT (1962)
dans l'Isar au Nord de Munich, mais s'écarte totalement du *Potametum perfolia-
ti* W. Koch 1926 em. Passarge 1964 et des groupements à *Potamogeton perfolia-
tus* présentés par TOMASZEWICZ (1969) et PODBIELKOWSKI (1970) en Pologne.

e) Synsystématique

Nous placerons le *Potamo-Ranunculetum* dans le *Ranunculion fluitan-
tis* Neuhäusl 1959, toutefois, WESTHOFF et DEN HELD (1969) l'insèrent dans le
Callitricho-Batrachion Den Hartog et Segal 1964.

f) Synchorologie

En France, le *Potamo-Ranunculetum* est signalé dans la vallée de la
Lanterne par MALCUIT (1929), en Sologne par ALLORGE et GAUME (1931), dans
les bras du Rhin et dans l'Ill par KAPP et SELL (1965), en Lorraine par
MERIAUX (1978), mais sa forme appauvrie, telle que nous l'avons présentée et
où *Potamogeton perfoliatus* réalise faciès, ne semble pas figurer dans la
littérature. Nous avons bien repéré à Lalevade en Ardèche (Obs. inéd., 1973)
un groupement à *Potamogeton perfoliatus*, mais il semble voisin d'une varian-
te du *Potametum interrupti-berchtoldii* défini par FUKAREK et ARENDT en 1974.
En Allemagne, l'association est connue de SCHWICKERATH (1944), de OBERDORFER
(1957), de Th. MÜLLER (1962), de KRAUSE (1969).

Quant au *Ranunculetum fluitantis*, dont GEHU (1961) souligne la vas-
te répartition géographique, il est noté en France par ALLORGE (1920) dans le
Vexin, JOUANNE (1925) dans la vallée de l'Oise, DUVIGNEAUD (1958) dans la val-
lée de la Meuse-Lorraine, GEHU (1961) dans l'Helpe majeure et la Thure, la
Selle, la Rhônelle et l'Ecaillon.

g) Synécologie

Le groupement à *Potamogeton perfoliatus* var. *typicus* est lié aux
eaux vives qui imposent à la plupart des plantes associées des habitus par-
ticuliers -feuilles immergées, rubannées, allongées dans le sens du courant
(*Sparganium emersum*, *Scirpus lacustris*, *Sagittaria sagittifolia*) ou feuilles
immergées en touffes plaquées sur le fond (*Nuphar lutea*)- et entraînent leur
stérilité.

GEHU (1961) lie le *Ranunculetum fluitantis* de la Sambre, possédant
le potamot perfolié parmi ses caractéristiques, aux eaux très oxygénées de pH
élevé (7,5 à 7,8), riches en calcium (150 mg/l), rarement limpides, son dé-
veloppement devenant optimal là "où les eaux s'écoulent, rapides sur un lit
de galets et de silex".

MALCUIT (1929) précise la prairie à *Potamogeton perfoliatus* du *Po-
tamogeto-Ranunculetum* sur des fonds plus ou moins vaseux, tandis que KAPP et
SELL (1965) voient l'association de ALLORGE dans les cours d'eaux dont la
profondeur varie entre 0,50 m et 3 m, à courant rapide sur fond limoneux-sa-
blonneux, avec ensoleillement moyen à intense ; les eaux sont souvent polluées
et leur pH varie de 7,16 à 7,80.

Notre potamaie s'étire dans des eaux chargées de particules en suspension sur un fond alluvial ou tourbeux recouvert d'une couche de vase limoneux à épaisseur variable. Le groupement ardéchois croît sur substrat graveleux totalement dépourvu de vase et ses eaux mésotrophes sont parfaitement limpides.

Les eaux de l'individu d'association du Petit Béquerel (rel. 3) sont faiblement eutrophes, bien équilibrées et montrent les caractéristiques suivantes :

9/9/75 - 14 h 30

- pH	:		7,9	
- Conductivité ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	:		498,5	
- Minéralisation (mg/l)	:		356,8	
- Ca^{++}	:	54,2		2,70
- Mg^{++}	:	13,1		1,07
- K^+	:	5,5		0,14
- Na^+	:	14,0		0,61
- SO_4^{--}	:	30,0		0,62
- Cl^-	:	25,0		0,71
		mg/l		meq/l

Le facies à *Potamogeton perfoliatus* résulterait d'une diminution de la trophie (chute du taux de calcium par rapport au *Potamo-Ranunculetum* typique) et d'un accroissement de l'épaisseur du revêtement vaseux (déjà vérifié par MALCUIT). Dans la Lys et le watergang du Haut-Banc, les eaux sont plus eutrophes et sont polluées en substances minérales (NO_3^- , Cl^-) et organiques.

DECORNET (1979) réalise une synthèse des données de KÖHLER et coll. (1971), SEGAL (1964), HILBIG (1970), MELZER (1976), LANG (1973), LACHAVANNE et WATTENHOFER (1975), KURIMO (1970) et UOTILA (1971) et écrit : "l'espèce posséderait son optimum dans les eaux mésotrophes à eutrophes et polluées modérément par des effluents urbains", ce qui correspondrait aux stations de la diton.

Enfin, ces besoins photiques de l'association apparaissent évidents. Le *Potamo-Ranunculetum* peut être qualifié d'association héliophile.

h) Syndynamique

Au niveau du chenal Petit Bequerel - Grand Clair de Palluel, un lent colmatage s'effectue par apport de limons de plateaux ramanés par l'Hirondelle ruisseau, il contribue à un exhaussement du fond et un ralentissement du courant, facteurs favorables à l'évolution de l'association vers le *Sparganio-Saggitarietum* R. Tüxen 1953, une évolution similaire s'observe dans le watergang du Haut-Banc et dans la Lys à Théroouanne.

i) Aspects biocoenotiques

L'herbier à *Potamogeton perfoliatus* sert d'affût aux prédateurs que sont le brochet (*Esox lucius*) et la perche (*Perca fluviatilis*) ainsi que d'ancrage aux oeufs de la brème (*Abramis brama*) d'où le nom d'herbe aux brèmes donné souvent au potamot (GADECEAU, 1909).

27* L'association à *Callitriche obtusangula* Le Gall
.....
Callitrichetum obtusangulae (Seibert 1962) em. Mériaux

Son étude a été présentée au Colloque phytosociologique de Lille en 1981 par MERIAUX et VERDEVOYE sous le titre : "DONNEES SUR LE *CALLITRICHETUM OBTUSANGULAE* Seibert 1962 (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée)" et figure dans le volume PUBLICATIONS.

28* L'association à *Sparganium emersum* Rehm. var. *longissimum* et *Potamogeton pectinatus* L. var. *interruptus*
.....

Sparganio-Potametum pectinati Hilbig (1971) 1975 (tableau 34)

a) Localisation

Elle est surtout développée dans le cours inférieur des rivières : Aa, Lys, Canche, Hem, Hogueau, Escaut, Authie, ...

b) Synphysionomie

Elle se présente sous la forme d'un herbier dense, très allongé selon le sens du courant, profondément marqué physionomiquement par le rubanier et le potamot pectiné auxquels se mêle parfois la sagittaire (sous sa forme de vallisnérie).

c) Synfloristique

Organisation : L'association est constituée de 32 espèces : la caractéristique d'association, *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*, 5 différentielles de sous-associations, 9 caractéristiques d'alliance (*Ranunculion fluitantis*) dont *Sparganium emersum* var. *longissimum*, *Callitriche platycarpa* fo. *submersa* *Sium erectum* fo. *submersum*, 2 différentielles d'alliance (*Ranunculion fluitantis*), 4 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*), et 11 espèces compagnes.

Variations : Deux sous-associations peuvent être mises en relief : l'une propre aux eaux vives et peu profondes dans laquelle *Callitriche platycarpa* fo. *submersa* est fréquente ; l'autre, développée dans les eaux plus profondes et au cours plus lent avec pour différentielles *Sagittaria sagittifolia* fo. *vallisneriifolia*, *Nuphar lutea* fo. *submersa*, *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton friesii*.

Dans le groupement très voisin à *Potamogeton pectinatus-interruptus* qu'il décrit, POTT (1980) distingue une forme type et une sous-association à *Zannichellia palustris* et *Enteromorpha intestinalis*.

d) Syntaxonomie

Les herbiers à *Sparganium emersum* et *Potamogeton pectinatus* se rapportent au *Sparganio-Potametum pectinati* Hilbig (1971) 1975, association connue de peu d'auteurs et pourtant nettement individualisée dans de nombreux cours d'eaux.

Dans les eaux courantes de Basse-Saxe, WIEGLEB (1979) met en évidence un groupement à *Potamogeton pectinatus* dans lequel ne sont pas précisés les individus appartenant à la variété *interruptus* et où les formes ou variétés de *Sparganium emersum* montrent une vitalité réduite. Cette potamaie

est peut-être une variante appauvrie du *Sparganio-Potametium pectinati*.

e) Synsystématique

L'association se rapporte au *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959, alliance regroupant les associations des eaux courantes.

f) Synécologie

Elle se développe dans les eaux ultra-eutrophes, souvent polluées en matières minérales et organiques.

Les valeurs minimales et maximales mesurées pour quelques paramètres indicateur de pollution sont les suivantes :

paramètres	valeur minimale	valeur maximale	
DCO (mg/l)	8,1	58	
DBO5 (mg/l)	1,4	22,6	
MeS (mg/l)	8,4	69	
NO ₂ ⁻ (mg/l)	(0,04)0,3	1,15	Nombre de stations : 8
NO ₃ ⁻ (mg/l)	11	27	
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,3	1	
Cl ⁻ (mg/l)	22	62	
Conductivité (430) μ S cm ⁻¹	600	1 380	

POTT (1980) indique comme valeurs minimale et maximale de conductivité pour la forme type du groupement à *Potamogeton pectinatus-interruptus* 688 - 1526, et pour la sous-association à *Zannichellia palustris* comme valeurs extrêmes de nitrates 2,84 - 17,5, d'ammonium 0,16 - 3,65, de phosphates 0,05 - 0,26 (en mg/l).

Il situe l'association en eau courante, dans les zones extrêmement polluées où la salinisation de l'eau par le sel ou les engrais joue un rôle déterminant dans l'expansion de l'association qui, d'autre part, n'apparaît que dans les eaux riches en hydrogénocarbonates et en ions. Elle révèle également une grande amplitude vis-à-vis des teneurs en nitrates et en phosphates.

WIEGLEB (1979) note le groupement à *Potamogeton pectinatus* dans les eaux riches en matières organiques et même aussi dans celles riches en potasse.

g) Synchorologie

Le *Sparganio-Potametium pectinati* (ou le groupement à *Potamogeton pectinatus*) est peu connu, il n'est cité en Allemagne que par HILBIG (1970 et 1975), KRAUSE (1971-72), WEBER (1976), POTT (1980) et WIEGLEB (1979).

h) Aspects bioécologiques

Les composantes de l'association servent d'habitat et sont également utilisées comme nourriture par des mollusques planorbides et limnides. Les rares cyprinides résistent bien aux pollutions, comme la tanche est à un degré moindre, la brème utilise l'association comme abri dans les secteurs les plus calmes.

29* L'association à *Callitriche hamulata* Kütz. ex Koch fo. *submersa*
.....
Callitrichetum hamulatae Oberdorfer 1957 em. 1970 (tableau 35)

Dans un fossé de drainage et dans le petit étang de la forêt de la série de St-Amand dans lequel il débouche, se remarque cette association très rare dans le nord de notre pays.

La flore de l'ensemble se compose de 9 espèces : la caractéristique *Callitriche hamulata*, 1 espèce d'alliance (*Ranunculon fluitantis*), 3 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) et 4 compagnes.

OBERDORFER (1970) a défini cette association proche sous certains aspects du *Callitricho-Ranunculetum fluitantis* de l'auteur (1957) et l'a insérée dans le *Ranunculon fluitantis* Neuhäusl 1959.

R. TÜXEN (1937) puis SEGAL (1965) ont défini un *Callitricho-Hottonietum* comportant comme groupe d'espèces caractéristiques *Callitriche platycarpa*, *Hottonia palustris* et *Callitriche hamulata*, ce dernier taxon étant jugé par SEGAL comme différentielle de l'association. L'auteur néerlandais place le *Callitricho-Hottonietum* dans l'*Hottonion* Den Hartog et Segal 1964, WESTHOFF et DEN HELD (1969) dans le *Callitricho-Batrachion* Den Hartog et Segal 1964, R. TÜXEN dans le *Potamion* W. Koch 1926.

Notre groupement présente des similitudes de composition floristique avec leur association, mais, il en diffère si l'on se réfère à son écologie qui lui permet d'être rapporté au *Callitrichetum hamulatae* Oberdorfer 1957 em. 1970.

Le *Callitricho (hamulatae) - Myriophylletum alterniflori* (Steusloff 1939) Weber-Oldecop 1967, autre association du *Ranunculon fluitantis*, étudié de nouveau par WEBER-OLDECOP (1971) puis par RUNGE (1973), se rencontre dans un édaphotope totalement différent : eaux froides et oligotrophes.

L'écologie et la répartition de *Callitriche hamulata* ont été détaillées par SCHOTSMAN (1967) qui relate : "cette espèce, souvent vivace, préfère les eaux courantes et froides (ruisseaux) ou bien les lacs comme en Pays de Galles. Les plantes sont rarement mêlées avec d'autres espèces de Callitriches (*C. stagnalis*, *C. platycarpa*). Il nous semble probable qu'elle croît surtout sur sols siliceux, et, par conséquent, évite les régions calcaires, comme il a été constaté également par SAMUELSON (1934). Les localités des Pays-Bas, où *C. hamulata* se rencontre presque seulement sur sols sablonneux sont en faveur de cette hypothèse (SCHOTSMAN, 1954). Nous avons l'impression que *C. hamulata*, en France, évite également les contrées à sol calcaire, comme les régions du Nord-Ouest, les Alpes du Nord et du Sud, le plateau crayeux de la Champagne, les Causses, etc... L'espèce est surtout répandue dans les régions de schistes, de granite ou de roches éruptives comme la Bretagne, l'Auvergne, les Hautes et les Basses Voges, altitude des localités jusqu'à 1000 m". En Sologne, où elle l'a étudié longuement, SCHOTSMAN l'indique dans des eaux de pH 6,5 à 7, au courant faible à rapide sur un substrat ne recélant pas de calcaire. En fait, sont réunies là les diverses conditions d'installation tant du *Callitricho-Myriophylletum alterniflori* que du *Callitrichetum hamulatae*.

OBERDORFER (1970) précise, lui-aussi, les caractères écologiques de cette étoile d'eau qu'il situe dans les eaux mésotrophes, fraîches, riches en oxygène, pauvres en calcaire, sur les sols humiques, pauvres en vase, sur fond caillouteux ou encore sableux. Il la considère comme un "purificateur des eaux", aimant le voisinage des sources.

Dans le territoire prospecté, le *Callitriche* n'a été relevé que sur limons sableux, ce qui confirme les observations de SCHOTSMAN et de OBERDORFER

mais, les résultats de l'analyse d'eau prélevée dans l'une des stations sont ceux d'un milieu eutrophe faiblement basique, avec un taux de sulfates, de chlorures et de sodium supérieur à la normale (pollution urbaine).

Etang de la série de la Scarpe (28/7/75 - 11 h)

- pH	7,5
- Conductivité ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	874,3
- Minéralisation (mg/l)	663,2
- Ca^{++}	47,1
- Mg^{++}	17,7
- K^+	8,5
- Na^+	93,5
- SO_4^{--}	270,0
- Cl^-	82,0
	mg/l

Le *Callitrichetum hamulatae* est connu en France de GEHU (1973), en Allemagne de OBERDORFER (1970), en Espagne de RIVAS-MARTINEZ (1975).

Quoique nous n'en n'ayons trouvé trace dans la Sensée, l'espèce caractéristique, *Callitriche hamulata*, y a été signalée autrefois par GODON (1909).

Selon SCHOTSMAN (1961, 1967 et 1977), le *Callitriche hamulata* est présent en Allemagne, en Autriche, en Belgique, au Danemark, en Finlande, en France, en Grande-Bretagne, en Islande, au Luxembourg, aux Pays-Bas, en Pologne, en Suède et en Tchécoslovaquie, il semble absent des pays de l'Europe méridionale ; l'auteur le lie à l'Europe septentrionale, occidentale et centrale. Dans la Nouvelle Flore de Belgique il est rangé dans les européennes occidentales et centrales.

L'observation, continue sur plusieurs années (3 ans), indique que l'évolution de l'association s'effectue vers le *Rorippo-Oenanthetum* Lohmeyer 1950.

30* L'association à *Veronica beccabunga* L. et *Callitriche platycarpa* Kütz
.....
Veronico-Callitrichetum platycarpae Mériaux 1978 (tableau 36)

Le *Callitriche* imprime la physionomie de ce groupement tantôt ponctuel, tantôt linéaire, mais toujours lié aux eaux faiblement courantes.

Sa composition floristique, sa structure, sont fonction de l'écotope où il se développe :

- à proximité des arrivées d'eau, dans les étangs en formation (fossés de drainage), il apparaît sous une forme où *Callitriche platycarpa* domine nettement les autres espèces (rel. 1 et 2) ;

- en limite des bras de l'ancienne Sensée ou de ses affluents (rel. 3 à 5), d'eaux courantes de fossés d'alimentation des étangs récents (rel. 5), il montre une structure linéaire et il renferme plusieurs espèces héliophytiques signifiant le sens de son évolution ultérieure.

Le spectre modifié de dispersion géographique des espèces du groupement est dominé par les européennes centrales et occidentales, les eurasiatiques et les circumboréales.

OBERDORFER (1957) a remarqué en Allemagne du Sud une combinaison *Veronica beccabunga* - *Callitriche stagnalis* qu'il a élevée au rang d'association, reprise ensuite par Th. MÜLLER (1962), or, SCHOTSMAN spécialiste du genre *Callitriche* qu'elle a étudié à travers toute l'Europe, juge exceptionnelle le binôme décrit par les phytosociologues allemands, mais reconnaît avoir rencontré en maintes occasions notre groupement (communication orale 1977) qu'elle a d'ailleurs examiné avec nous à Orvillers, le long du Béart (59) (rel. 6), à Montreuil/Mer dans des affluents de la Canche et à Renty dans l'Aa (62).

Callitriche stagnalis a-t'il été confondu avec *Callitriche platycarpa*, espèce méconnue, des plus polymorphes et l'association de OBERDORFER est-elle en fait identique à la nôtre, ou le callitriche à fruits plats, espèce de l'Europe occidentale et centrale détermine-t'il avec la veronique des ruisseaux une association vicariante de celle d'OBERDORFER ? Nous nous rallierons à cette seconde hypothèse, et nous nommerons donc notre groupement *Veronico-Callitrichetum platycarpae*.

La localisation de l'association, ses composantes floristiques, nous incitent à la ranger dans le *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959.

Elle a pour déterminant écologique essentiel le courant et le substrat, la composition chimique de l'eau semble peu l'influencer. En effet, *Callitriche platycarpa* peuple aussi bien les eaux oligo-mésotrophes que les eaux ultra-eutrophes, il résiste bien à la pollution minérale et organique - "il se maintient par exemple dans des ruisseaux traversant des villages où viennent se déverser des eaux d'égouts"-, DUVIGNEAUD et SCHOTSMAN 1977- et peut être considérée comme une espèce polluo-résistante susceptible d'améliorer secondairement la qualité des eaux, d'avoir par conséquent, un rôle épurateur. *Veronica beccabunga* possède une plasticité écologique moins grande, elle semble préférer les eaux claires, peu profondes, riches en calcium, elle supporte cependant bien les pollutions minérales (chlorures, nitrates, et sulfates). Le substrat de l'association est constitué par une épaisse couche de vase sableuse reposant sur la craie ou sur des alluvions sablo-argileuses.

31* Le groupement à *Potamogeton alpinus* Balb. var. *obscurus* Asch. et Gr.
.....
(tableau 37)

Ce groupement a été individualisé en un seul point de la dition : la rivière Maillefeu à Mareuil-Caubert dans la vallée de la Somme.

Dans leur flore de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg et DE LANGHE et coll. (1979) mentionnent le potamot des Alpes dans les Ardennes méridionales et en Lorraine, mais ils précisent ensuite : "peut-être disparu du territoire de la Flore" !

BRAUN-BLANQUET (1949) a décrit un *Potametum alpini* et OBERDORFER (1970) fait de *Potamogeton alpinus* une caractéristique du *Potametum filiformis* W. Koch 1928, association des eaux froides, claires non polluées, faiblement courantes à stagnantes, sur substrat sableux, avec humus ou tourbe qu'il range dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957.

WIEGLEB (1979) présente un groupement à *Potamogeton alpinus* dans les eaux pauvres en substances nutritives, non polluées et faiblement courantes.

KRAUSCH (1964) distingue aussi ce groupement, dans les eaux vives, claires, peu profondes et le rattache au *Ranunculon fluitantis* Neuhäusl 1959.

Notre groupement se situe sur substrat tourbeux dans des eaux méso-eutrophes faiblement courantes, ombragées et enrichies en matières humiques.

Il comporte, outre *Potamogeton alpinus* (dans sa variété *obscurus*), 4 espèces du *Ranunculon fluitantis* (*Oenanthe fluviatilis*, *Sagittaria sagittifolia* fo. *vallisneriifolia*, *Sparganium emersum* fo. *fluitans*, *Nuphar lutea* fo. *submersa*), 3 espèces des unités supérieures et une compagne. Sa place au sein du *Ranunculon fluitantis* nous paraît évidente.

Ce groupement très rare en raison du degré de rareté particulièrement élevé du *Potamogeton alpinus* se doit d'être particulièrement protégé.

32* Le groupement à *Potamogeton densus* L. fo. *angustifolius* (tableau 38)
.....

Le potamot dense n'a été vu que dans un seul des étangs visités, le Petit Bequerel à Ecourt-St-Quentin, où il participe à la réalisation d'un groupement ne couvrant qu'une petite surface dans des eaux à faible variation de température marquant vraisemblablement la proximité d'un griffon d'alimentation de l'étang. Ce groupement se retrouve dans la Lys, le watergang d'Andres et dans un fossé de drainage à Cambron dans la vallée de la Somme. L'espèce ne figure en quelques individus d'associations du *Callitrichetum obtusangulae* relevés dans l'Aa et la Hem. Elle semble donc rare dans la région bien qu'elle soit notée "assez rare" dans la Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines.

OBERDORFER (1962 in R. TÜXEN 1972) a distingué un groupement à *Potamogeton densus* rattaché au *Ranunculon fluitantis* Neushäul 1959, SEGAL (1965) l'a érigé ultérieurement en *Groenlandietum densae* et, suivi par WESTHOFF et DEN HELD (1969), l'a positionné dans le *Parvopotamion* Den Hartog et Segal 1964. Mais cette végétation est-elle homologue de la nôtre ?

Il est nécessaire d'approfondir la taxonomie de l'espèce et de noter les variétés et les morphoses. FOURNIER, dans sa Flore complète, précise les variétés *rigidus* Opiz., *lanceifolia* M. et K., *angustifolius* M. et K. KAPP et SELL (1965) considèrent cette dernière comme une caractéristique du *Potamogeto-Ranunculetum fluitantis* W. Koch 1926. Nous avons vu en notre potamot une forme correspondant à la variété *angustifolius* et rattacherons donc ce groupement au *Ranunculon fluitantis* Neuhäusl 1959.

En France, GEHU (1959) indique *Potamogeton densus* dans les abreuvoirs de prairies du Bassin de la Sambre, plans d'eau subissant une oscillation annuelle de niveau de l'ordre de 2 m, et WATTEZ (1968) a étudié dans un fossé de drainage à Lannoy-les-Rue (62) une formation à *Zannichellia palustris* et *Potamogeton densus* qu'il rattache au *Parvopotamo-Zannichellietum majoris* W. Koch 1926. WATTEZ le désigne aussi "courant dans les eaux vives et claires des ruisseaux voisins de sources dans les vallées de la Canche ou de l'Authie", et il s'agit vraisemblablement là de la forme *angustifolius*

Notre groupement s'étale sur un substrat vaso-limoneux, dans des eaux limpides, neutro-basiques, faiblement agitées ou sur les fonds graveleux ou sableux dans les eaux vives des ruisseaux ou fossés de drainage.

33 Les groupements pionniers ou de dégradation des associations du *Ranunculion*
et 34 *fluitantis* Neuhäusl 1959 (tableau 39)

Nous nous bornerons à présenter rapidement ces groupements qui se rencontrent assez souvent dans la dition sous une forme bien stabilisée, mais qui, néanmoins, ne peuvent être assimilés à des associations bien définies en raison d'une absence constante d'espèces caractéristiques ou différentielles.

33* Le groupement à *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *submersa* (tableau 39)
.....
(rel. 1 à 8)

Selon les combinaisons floristiques décelables, quatre groupements pourraient être différenciés à partir du groupement à *Callitriche platycarpa* :

. Le groupement à *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *submersa* (2) (rel.1)

Dominé par le *Callitriche* aux rosettes submergées garnis de feuilles longues et étroites, il peuple les marges ou les eaux profondes de plusieurs ruisseaux. Le courant relativement lent détermine l'apparition et le maintien de ce groupement pionnier ou de dégradation du *Callitrichetum obtusangulae sagittarietosum*.

. Le groupement à *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *submersa* (1) (rel. 2 à 4)

Il peuple les eaux vives des apex de rivières et ruisseaux au courant particulièrement rapide. Il peut être considéré comme un stade pionnier ou de dégradation du *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* ou du *Callitrichetum obtusangulae typicum*.

. Le groupement à *Sparganium emersum* Rehm. var. *longissimum* et *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *submersa* (1) (rel. 5 à 8)

Dans les eaux eutrophes souvent polluées au cours rapide et de profondeur relativement peu importante (0,40 m) se remarque ce groupement qui peut amener au *Ranunculo-Sietum erecti submersi typicum* var. à *Sparganium emersum* var. *longissimum* (ou en dériver) ou constituer un stade de passage de cette association au *Callitrichetum obtusangulae typicum* var. à *Sparganium emersum* var. *longissimum* (ou dériver de cette même association) ou encore être un stade transitoire de cette association aboutissant au *Sparganio-Potametum pectinati* selon le degré de trophie des eaux et le degré de pollution qu'elles supportent.

34* Le groupement à *Nuphar lutea* L. fo. *submersa* (tableau 39) (rel. 9 à 17)
.....

Selon la composition floristique, deux groupements (ou sous-groupements) pourraient être distingués en son sein :

. Le groupement à *Sparganium emersum* Rehm. var. *longissimum* et *Sagittaria sagittifolia* L. fo. *vallisneriifolia* (avec *Nuphar lutea* L. fo. *submersa*) (rel. 9 à 12)

Les eaux assez profondes (1 m), faiblement courantes, eutrophes, souvent polluées en matières minérales (Cl⁻, NO₃⁻) voire organiques, hébergent ce groupement qui évolue vers le *Callitrichetum obtusangulae sagittarietosum* ou le *Sparganio-Potametum nupharetosum* (ou en découle).

. Le groupement à *Nuphar lutea* L. fo. *submersa* (rel. 12 à 17)

Dans les eaux profondes, relativement lentes, prospère ce groupement dans lequel *Nuphar lutea* couvre quasi-totalement le substrat. *Sagittaria sagittifolia* fo. *vallisneriifolia*, *Sparganium emersum* var. *longissimum*, mais aussi *Ceratophyllum demersum* et, à un degré moindre, *Myriophyllum spicatum* constituent les autres éléments floristiques de ce groupement provenant de la dégradation du *Callitrichetum obtusangulae sagittarietosum* ou du *Sparganio-Potametum pectinati nupharetosum* (selon l'état physico-chimique des eaux) par l'action de l'homme ou des animaux ou encore par modification des caractères écologiques du milieu.

35* Le groupement à *Elodea ernstae* St John (tableau 40).
.....

Cette élodée originaire d'Amérique du Sud a été découverte récemment en deux stations dans la dition : la rivière Traitoire (MERIAUX 1979) et un fossé de communications entre l'étang de Trith et celui du Vignoble dans le Valenciennois (MERIAUX 1981), milieux aux eaux eutrophes polluées en matières minérales (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{---}) et organiques (ainsi qu'en métaux lourds Pb^{+++} et Cd^{+++} au niveau de l'étang de Trith).

L'espèce prend place dans le *Callitrichetum obtusangulae* (Traitoire), le *Sparganio-Potametum pectinati* (Traitoire et effluent de l'étang de Trith), le *Potamo-Ranunculium fluitantis* (affluent de l'Ill, Alsace), et peut être rangée dans les caractéristiques du *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959.

Un groupement à *Elodea ernstae* stade de dégradation du *Sparganio-Potametum pectinati* (effluent de l'étang de Trith) existe au niveau de quelques points de la Traitoire et dans un secteur récemment curé du déversoir de l'étang de Trith. La polluo-résistance de ce groupement est indiscutable les espèces le composant ont une amplitude écologique très grande (*Callitriche platycarpa*, *Potamogeton crispus*, *Lemna minor*) ou possèdent une résistance aux pollutions remarquable (*Lemna gibba*, *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha compressa*).

. La classe des *Ruppietea maritimae* J. Tüxen 1960
(*Hydrophyta radicans*)

Dans cette classe, sont regroupées les associations phanérogamiques aquatiques peuplant les eaux subsaumâtres à salines.

Nous avons en effet, retenu la classification de LOHMEYER et coll. (1962) reprise par la plupart des auteurs, et admis l'existence de 4 classes phytosociologiques pour les groupements aquatiques :

Lemnetea (R. Tüxen 1955) Schwabe et R. Tüxen 1981
Potametea R. Tüxen et Preising 1942
Ruppietea maritimae J. Tüxen 1960
Zoosteretea Pignatti 1953

auxquelles on peut ajouter une classe des végétations aquatiques d'étangs tourbeux et de vasques de tourbières : les *Utricularietea intermedio-minoris* Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965.

La classe des *Ruppietea* comporte un seul ordre et une seule alliance, et se présente comme suit :

Ruppietea maritimae J. Tüxen 1960
Ruppietalia maritimae J. Tüxen 1960
Ruppion maritimae Braun-Blanquet 1931 em. Den Hartog et Segal 1964

1* L'association à *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande
.....
Ruppium spiralis Iversen 1941 (tableau 41)

Nous avons découvert le groupement à *Ruppia cirrhosa* dans une mare prairiale du Marquenterre (Commune de Le Crotoy). Il a l'aspect d'un herbier lâche dominé par la caractéristique et dans lequel figure également 1 espèce du *Ruppion maritimae*, *Ranunculus bandotii*, ainsi que 3 compagnes.

Ce groupement s'apparente au *Ruppium spiralis* Iversen 1941, association des mares saumâtres à moyennement salines.

DEN HARTOG (1963) la relève dans des eaux à teneur élevée en chlorures 7 - 8 à 15 ‰ et BOUZILLE (1981) inventorie un groupement à *Ruppia maritima* dans des anciens marais salants convertis en rivières, aux eaux modérément saumâtres à saumâtres (conductivité 18 300 à 35 700 $\mu\text{S cm}^{-1}$).

La mare du Crotoy, profonde de 1 m, est alimentée par les eaux de la nappe méso-eutrophe des alluvions superficielles (conductivité 430 $\mu\text{S cm}^{-1}$ pH 7,5), et présente des échanges avec la nappe subsaumâtres sous-jacente, ce qui entraîne l'apparition de l'association.

GEHU et WATTEZ (1965) signalent dans des fossés de la Plaine maritime picarde un *Ruppieto-Enteromorphetum* caractérisé par *Zannichellia pedicellata* et *Enteromorpha intestinalis* qui semble montrer quelques analogies avec le *Ruppium* du Crotoy ; DUVIGNEAUD (1967), HAYON, DANGIEN et FLEURENTIN (1982) signalent un groupement à *Ruppia maritima* dans les marais salés de Lorraine, mais c'est aux Pays-Bas où elle a été répertoriée par DEN HARTOG (1963), DEN HARTOG et SEGAL (1964), SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969) que l'association semble le plus répandue. PASSARGE (1978) la répertorie également en Allemagne.

L'association est très rare dans la dition, vraisemblablement en France, mais aussi en Europe en général

Les nombreux travaux d'aménagement du littoral français et de l'Europe de l'ouest ne sont pas étrangers au degré de rareté élevé d'une association dont les stations et les biotopes potentiels doivent être protégés.

2* L'association à *Ranunculus baudotii* Godr.
.....
Ranunculetum baudotii Braun-Blanquet 1952 (tableau 42)

GEHU et MERIAUX (1983) ont récemment étudié cette association (Annexe), cependant, nous la reprendrons dans ce travail afin de préciser son écologie et sa chorologie.

Elle existe dans quelques mares prairiales et chenaux de drainage du Marquenterre, de la Plaine maritime picarde et dans le lac d'Armbouts-Cappel, dans la Plaine maritime flamande.

Au printemps, une auréole colorée, constituée de milliers de fleurs blanches de la grenouillette apparait à la périphérie de ces mares peu profondes alimentées par l'eau de type méso-eutrophe (conductivité : 290 à 400 $\mu\text{S cm}^{-1}$ pH : 7,5) de la nappe superficielle ayant des échanges avec la nappe saumâtre sous-jacente qui enrichit épisodiquement le milieu en ions Cl^- et Na^+ .

DEN HARTOG (1963) décrit bien un *Callitriche-Ranunculetum baudotii* caractérisé par *Ranunculus baudotii*, *Zannichellia pedicellata* et *Callitriche obtusangula* propre aux eaux légèrement saumâtres (0,22 à 2,90 % de Cl^-) mais, c'est au *Ranunculetum baudotii* Braun-Bianquet 1952 que nous assimilons

rons plutôt nos groupements à *Ranunculus baudotii* possédant par ailleurs une variante à *Tolypella glomerata* dans les secteurs peu profonds remaniés par l'activité animale (anatiés).

Nous placerons cette association dans le *Ruppion maritimae* Braun-Blanquet 1931 em. Den Hartog et Segal 1964. Toutefois, WESTHOFF et DEN HELD (1969) en font un groupement de transition entre le *Ruppion maritimae* et l'*Agropyro-Rumicetum crispum*.

BOUZILLE (1981) étudie le *Ranunculetum baudotii* qu'il localise dans les eaux légèrement à modérément saumâtres (Cl^- de 1 g/l à 5 g/l ; conductivité (de 2 700 à 18 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$), DE FOUCAULT et WATTEZ (1982) apportent quelques éléments d'analyse permettant de cerner l'écologie de l'association qui préfère les eaux douces eutrophes à subsaumâtres parfois riches en calcium (amplitude de quelques facteurs : Na^+ : 12 à 224 mg/l ; Ca^{++} : 39 à 209 mg/l ; K^+ : 12 à 72 mg/l). Les eaux du lac d'Armbouts-Cappel sont eutrophes enrichies en ions Cl^- et Na^+ apportées par la nappe saumâtre profonde (conductivité : 1 200 $\mu\text{S cm}^{-1}$ Na^+ : 160 mg/l, Cl^- : 310 mg/l).

En France, GEHU (1975) nous indique que le groupement est rare et localisé en quelques points des côtes atlantiques. Effectivement, il n'est que rarement cité, cependant, WATTEZ et DE FOUCAULT (1982) le répertorient dans les Mollières de Berck (Pas-de-Calais), BOUZILLE (1981) dans le Marais breton, DUVIGNEAUD (1967), FLEURENTIN (1976) dans les marais salés de Lorraine. Il semble plus fréquent aux Pays-Bas où il est connu de DEN HARTOG (1963), SEGAL (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969), il est aussi signalé en Allemagne par WEBER-OLDECOP (1963) et PASSARGE (1978).

Le *Ranunculetum baudotii* apparaît comme une association rare, en régression sur l'ensemble du territoire national.

3* L'association à *Ceratophyllum submersum* L.

.....
Ceratophylletum submersi Den Hartog et Segal 1964 (tableau 43)

Nous la connaissons uniquement en un seul point de la dition : une mare prairiale du Marquenterre (GEHU et MERIAUX 1979 - Annexe) où la caractéristique, *Ceratophyllum submersum* forme un feutrage dense, épais de plus de 20 cm d'épaisseur.

DEN HARTOG (1963) situe une "sociation à *Ceratophyllum submersum* dans les fossés et mares aux eaux douces ou saumâtres ($\text{Cl}^- < 3\text{‰}$). Pour le phytosociologue néerlandais, la répartition de *Ceratophyllum submersum* dépendant en fait d'une température hivernale relativement élevée.

Les eaux de la mare du Crotoy où le groupement prospère sont eutrophes, basiques (conductivité : 490 à 510 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 9). Les apports en ions Cl^- et Na^+ provenant de la nappe saumâtre sous-jacente à celle des superficielles des alluvions, sont en fait, à l'origine du groupement dont les liens avec la salinité des eaux apparaissent clairement et nous ont amené à l'insérer dans les *Ruppietea*.

Ce groupement particulièrement rare (une seule station connue dans la dition) nous incite à demander sa protection.

Classe des *Fontinaletea antipyreticae* Hubschmann 1957 (*Hydrophyta adnata*)

Dans cette classe sont regroupées tous les groupements muscinaux des eaux courantes peu profondes.

Ces subdivisions sont les suivantes :

- Fontinaletea antipyreticae* Hubschmann 1957
- Fontinaletalia antipyreticae* Hubschmann 1957
- Fontinalion antipyreticae* Hubschmann 1957

1 * L'association à *Fontinalis antipyretica* Hedw.

.....
Fontinalidetum antipyreticae (Kaiser 1926) Gams 1927 (tableau 44)

Ce groupement est principalement localisé au niveau des griffons d'alimentation dans les étangs de la vallée de la Sensée (Grand Bequerel et Grand Marais à Ecourt-St-Quentin, Marais du Bas à Arleux) ; il était aussi présent à proximité de la résurgence du canal Malolin à l'étang St-Pierre (vallée de la Hayne) -aujourd'hui disparue- et dans les rivières de l'Artois comme la Canche (à Beaurainville).

Il comporte 15 espèces au total (tableau 44). Outre la fontinale formant de véritables plages appliquées directement sur un substratum, rarement vaseux, on note 8 espèces du *Ramunculion fluitantis* et 4 espèces des *Potametalia* et des *Potametea*.

Ce groupement s'apparente au *Fontinalidetum* (Kaiser 1926) Gams 1927 tout en présentant des analogies avec le *Ramunculetum fluitantis* Allorge 1921 (dont il pourrait être l'une des formes appauvries). La plupart des auteurs font en effet de *Fontinalis antipyretica* une bonne caractéristique du *Ramunculion fluitantis*, citons parmi eux SEIBERT (1962), KAPP et SELL (1965)... d'autres comme MÜLLER (1973 in OBERDORFER 1977) la considère comme une différentielle de cette alliance dans laquelle devrait s'insérer le groupement à *Fontinalis antipyretica*.

Toutefois, pour HUBSCHMANN (1957), ce bryophyte caractérise avec *Hygroamblystegium fluviatile*, *Leskea polycarpa*, *Platyhypnidium rusциforme* et *Leptodictyum riparium* une classe regroupant les groupements muscinaux des eaux courantes peu profondes, les *Fontinaletea antipyreticae* dont des éléments sont repris par BARBE (1975) dans sa clé de détermination des groupements végétaux dulcaquicoles de Franche-Comté.

Le phytosociologue allemand reconnaît l'association et élabore la classification synsystématique suivante :

- Fontinaletea antipyreticae* Hubschmann 1957
- Fontinaletalia antipyreticae* Hubschmann 1957
- Fontinalion antipyreticae*(W. Koch 1926) Hubschmann 1957
- Fontinalidetum* (Kaiser 1926) Gams 1927

Nous nous rattacherons, provisoirement toutefois, à cette solution.

L'association est connue en Allemagne de REICHHOFF (1975) dans le lac de Saren (Parc Naturel de Sarenbruch), en Belgique de EMPAIN (1974), dans la Sambre ; en France, de DECORNET (1979) dans les rivières de Lorraine.

Dans la vallée de la Sensée, elle désigne un écoulement plus ou moins rapide des eaux de la nappe venant sourdre en marge des étangs. Celles-ci sont méso-eutrophes et de composition bien équilibrée comme le montre les résultats de l'analyse effectuée au niveau de l'individu d'association découvert à Arleux :

- pH	:	8,1
- Conductivité ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	:	468
- Minéralisation (mg/l)	:	335

- Ca ⁺⁺	:	45,1	2,25
- Mg ⁺⁺	:	12,7	1,04
- Na ⁺	:	4,4	0,11
- SO ₄ ⁻⁻	:	14,4	0,62
- Cl ⁻	:	29	0,84
		mg/l	meq/l

Bien qu'issu d'un "réservoir calcaire", la teneur en calcium est peu élevée, seule une lente filtration à travers une épaisse tourbe fibreuse captant les ions calcium permet d'expliquer ce phénomène.

Elles peuvent également être eutrophes, calciques, riches en hydrogénocarbonates dans les étangs, et subir des pollutions minérales comme dans la Canche à Beaurainville. DECORNET (1978) nous renseigne sur les pollutions supportées par le groupement en Lorraine qui se manifestent par des teneurs élevées en sulfates (95,5 mg/l), sodium (47,1 mg/l) et plus faibles en chlorures (28,6 mg/l).

L'évolution vers les associations et les groupements du *Sparganio-Glycerion*, plus précisément le *Nasturtietum officinalis* et le groupement à *Sium erectum*, semblent des plus logiques, mais si l'on s'en tient aux espèces placées hors tableau la végétation à fontinale paraît devoir conduire au *Scirpo-Phragmitetum*.

2 *Le groupement à *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Monkem (tableau 45, rel. 1)
.....

Un bryophyte *Leptodictyum riparium* est à l'origine d'un groupement pionnier installé sur le fond sablo-vaseux d'une cuvette d'affaissement inscrite dans le site général de l'étang Chabaud-Latour. Ce groupement jeune, colonisateur d'un milieu neuf se devait d'être inventorié. Il croît dans une eau limpide née vraisemblablement d'une source située dans le fond de la dépression.

Rappelons que HUBSCHMANN (1953) fait de ce bryophyte une caractéristique de l'association à *Leskea paludosa* et *Leptodictyum riparium* insérée dans le *Fontinalion antipyreticae* W. Koch 1926.

3 *Le groupement à *Brachythecium rivulare* B.e. (tableau 45, rel. 2 à 4)
.....

Il se développe préférentiellement dans les cours supérieurs des rivières, là où le courant est particulièrement rapide. Il forme souvent des plages de quelques m², masquent les substrats caillouteux.

Ses eaux sont de type méso-eutrophes à eutrophes parfois polluées en matières minérales (NO₃⁻⁻, Cl⁻) ou organiques.

Ce groupement, de type pionnier est stable, mais, parfois, il peut évoluer vers le *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* (rel.2) ou le *Fontinalidetum antipyreticae* (rel.4).

• Classe des *Fontinaletea* ou classe des *Charetea* ou classe indéterminée

(*Hydrophyta adnata*) (tableau 45, rel. 5 à 8)

Un groupement à *Cladophora glomerata* et *Vaucheria sessilis* se rencontre dans les cours supérieur et moyen des cours d'eaux, et un autre à *Vaucheria dichotoma* dans le cours inférieur.

La localisation de ces groupements, leurs contacts avec celui à *Brachythecium rivulare* nous ont amené à les réunir dans un même tableau.

Il apparaît difficile de situer synsystématiquement ces deux groupements qui pourraient prendre place dans les *Fontinaletea*, mais aussi les *Charetea* ou encore appartenir à une classe indéterminée dans laquelle les algues macroscopiques constitueraient les caractéristiques.

1* Le groupement à *Cladophora glomerata* Kütz. et *Vaucheria sessilis* DC. (tableau 45) (rel. 5 à 7)

Il est principalement localisé dans les cours supérieurs des rivières ou dans les ruisseaux peu profonds aux eaux vives méso-eutrophes à eutrophes pouvant subir des pollutions minérales mais faibles, sur substrat marneux. Un groupement voisin à *Cladophora* sp. et *Fontinalis antipyretica* (avec *Vaucheria dichotoma*) est décrit par KRAUSCH (1964) qui le situe dans les *Charetea*. HILD et RENHELT (1970) distingue dans les eaux à courant modéré, peu profondes, à demi-ombragées un *Spirogyro-Cladophoretum* avec *Cladophora* sp. qui présente quelques analogies avec notre groupement.

DECORNET (1978) met en évidence un groupement à *Cladophora* sp. et *Spirogyra* sp. qu'il assimile à un aspect du *Spirogyro-Cladophoretum* Hild et Renhelt 1970 dans les rivières de Lorraine ayant subi un curage.

2* Le groupement à *Vaucheria dichotoma* DC. (tableau 45, rel. 8)

Il se remarque dans les eaux plus profondes (jusque 1,50 m) dans le cours inférieur des rivières (Somme, Authie...) là où le courant est très ralenti, et les eaux sont très eutrophisées, souvent polluées en nitrates, phosphates et en matières organiques.

3* Le groupement à *Batrachospermum moniliforme* Roth

Il ne semble exister, en raison de sa sensibilité aux pollutions, que dans les eaux méso-eutrophes ou faiblement eutrophes, hydrogénéocarbonatées de l'Aa et de la Hem (apex et cours supérieur).

4* Le groupement à *Spirogyra* Link. sp.

Nous l'avons observé dans quelques étangs d'affaissements miniers où il est le reflet d'une pollution organique et minérale (PO_4^{---}) importante.

CONCLUSION : Nous avons pu distinguer en ce qui concerne la végétation hydrophytique fixée :

- pour la classe des *Charetea* : 7 associations et 1 groupement s'inscrivant dans les alliances suivantes :

- . *Nitellion flexilis* (Corillion 1957) W. Krause 1969 : 2 associations
- . *Nitellion syncarpo-tenuissimae* : 1 association
- . *Charion asperae* Krause 1969 : 4 associations et 1 groupement

- pour la classe des *Potametea* : 22 associations et 15 groupements se répartissant comme suit :

- . *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957 : 7 associations et 2 groupements
- . *Nymphaeion* Oberdorfer 1957 : 4 associations et 5 groupements
- . *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 : 3 associations et 3 groupements
- . *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 : 8 associations et 5 groupements

- pour la classe des *Ruppietea maritima* : 3 associations

- pour la classe des *Fontinaletea antipyreticae* 1 association et 2 groupements

- 4 groupements d'algues filamenteuses pouvant être insérés soit dans la classe des *Fontinaletea*, soit dans celle des *Charetea* ou bien dans une classe restant à définir.

2.2. Les groupements subaquatiques

Nous ne les détaillerons pas comme nous avons fait pour les groupements aquatiques car, nous le verrons ultérieurement, leur intérêt pour la connaissance hydrobiologique est faible, et, d'autre part, ces groupements sont déjà pour la plupart bien connus. Nous insisterons toutefois sur leur composition floristique avec ses variations, leur écologie et dans certains cas, leur faune associée.

Après études des principaux systèmes de classification adoptés en Europe pour la classe des *Phragmitetea* (modèles de BALATOVA-TULACKOVA 1963, PASSARGE 1964 et 1978, WESTHOFF et DEN HELD 1969, OBERDORFER et coll. 1967 et 1977, TUXEN 1975...) et réalisation du tableau synthétique rassemblant l'ensemble de nos relevés, nous avons retenu le schéma suivant :

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Bolboschoenion maritimae Soó 1947

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricion rostratae Balátová-Tulácková 1963

Caricion gracilis (Géhu 1961) Balátová-Tulácková 1963

Phalaridion arundinaceae Kopecky 1961

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942

Ce schéma a été proposé au colloque phytosociologique de Lille en 1981 dans une communication intitulée : "LA CLASSE DES *PHRAGMITETEA* DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE", dont le texte est actuellement sous presse (Annexe)

1 *L'association à *Scirpus lacustris* L., *Phragmites australis* Cav. Trin. ex
.....
Steud *Typha latifolia* L. et *Typha angustifolia* L.
.....

Scirpo-Phragmitetum W. Koch 1926 (tableau 46)

C'est l'association rencontrée le plus fréquemment dans les milieux aquatiques de nos régions. Elle apparaît sous forme de grandes roselières souvent dominées physionomiquement par une espèce : *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia* ou *Equisetum limosum*.

Certains auteurs ont élevé ces facies au rang d'association. Ainsi trouve-t'on dans la littérature :

- . 1e *Scirpetum lacustris* (Allorge 1922) Schmale 1933
- . 1e *Scirpetum lacustris* (Allorge 1922) Pignatti 1953
- . 1e *Phragmitetum communis* (Allorge 1922) Pignatti 1953
- . 1e *Phragmitetum communis* Schmale 1933
- . 1e *Typhetum angustifoliae* (Allorge 1922) Pignatti 1953
- . 1e *Typhetum angustifoliae* (Soo 1927) Pignatti 1953
- . 1e *Typhetum angustifolio-latifoliae* (Eggler 1933) Schmale 1939
- . 1' *Equisetum limosi* Steffen 1931

Ces associations sont reconnues par divers phytosociologues tels PASSARGE (1964 et 1978), ULARU (1969), HILBIG (1970), PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), LANG (1973), REICHHOFF et HILBIG (1974-75), PEDROTTI (1977), MATUSKIEWICZ (1980), FELZINES (1982).

Mais nous ne suivrons pas ces auteurs et nous nous rallierons à la conception de TUXEN (1937, 1974) qui n'admet que l'existence d'une seule association : le *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 montrant des stades, des faciès de dégénérescence quand les conditions écologiques optimales ne sont pas réalisées (la profondeur de l'eau, sa composition physico-chimique, la nature du substrat et la compétition inter-spécifique intervenant). De nombreux auteurs suivent TUXEN : BELLOT (1951), KRAUSCH (1965), ULARU (1966), PAUN (1966), NEDELICU (1973), GEHU (1973), TOMAZEWICZ (1974), RIVAS-MARTINEZ (1974), WIEGLEB (1977), POTT (1980), MERIAUX (1981), MERIAUX et FLEURENTIN (1981).

En ce qui concerne la position synsystématique de l'alliance, aucun problème ne se pose : tous les auteurs s'accordent à placer le *Scirpo-Phragmitetum* (ou les associations correspondant aux faciès) dans le *Phragmition* W. Koch 1926.

Le tableau du *Scirpo-Phragmitetum* regroupe 132 relevés. Nous avons distingué :

- un stade initial à *Equisetum limosum* (rel. 1) rencontré uniquement dans un étang d'affût au gibier d'eau du Marais de Guînes et colonisant un faciès à *Nymphaea alba* du *Myriophyllo-Nupharetum*, développé sur un substrat tourbeux, dans une eau méso-eutrophe assez profonde (1 m) ;

- un stade à *Scirpus lacustris* (rel. 2 à 12) fréquent dans les étangs des vallées de la Sensée et de la Somme, sur substrat limoneux crayeux ou tourbeux dans des eaux méso-eutrophes à eutrophes profondes (0,40 à 1,50 m), où il succède au *Myriophyllo-Nupharetum* (faciès à *Nuphar lutea* ou *Nymphaea alba*, ou association type) ; les différentielles en sont des espèces des *Potametea* (*Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton natans* ...) et des *Lemmetea* (*Lemna minor*, *Lemna trisulca*...) ;

- un faciès à *Typha angustifolia* (rel. 13 à 30) dans les eaux moins profondes que dans les faciès précédents, sur les substrats sableux, graveleux, tourbeux ou argileux des étangs anciens des vallées de la Somme et de la Sensée, mais aussi dans des étangs récents, où il s'installe dans les associations des *Potametea*, en particulier le *Myriophyllo-Nupharetum* et le *Potametum lucentis* ; les différentielles sont là aussi des espèces des *Potametea* et des *Lemmetea* ;

- un faciès à *Typha latifolia* (rel. 31 à 56) dans les eaux eutrophes, parfois polluées, peu profondes (0,10 m à 0,30 m) sur des substrats très variés (vaseux, sableux, argileux, graveleux, schisteux) ;

- l'association type (rel. 57 à 90) où coexistent deux, trois, quatre, voire les cinq caractéristiques que sont *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Equisetum limosum*, dans les eaux méso-eutrophes à eutrophes, peu profondes (0,20 m à 0,40 m) sur substrat souvent tourbeux des étangs des vallées de la Sensée et de la Somme ;

- un faciès à *Phragmites australis* (rel. 91 à 141) constituant une phase de dégénérescence de l'association sur des substrats variés, dans les eaux eutrophes parfois polluées, peu profondes (0,10 m à 0,30 m) de la plupart des milieux aquatiques de la région.

Sur les substrats vaso-tourbeux des secteurs en cours d'atterrissement recouverts par des eaux eutrophes, peut être dégagée une sous-association à *Solanum dulcamara* ayant également pour différentielles *Carex pseudocyperus*, *Galium palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris* et *Lycopus europaeus*.

Cette sous-association, mise en évidence pour la première fois par KRAUSCH (1964), se remarque au niveau de l'association type, mais aussi des facies à *Typha angustifolia*, *Typha latifolia* et *Phragmites australis*.

Dans les eaux eutrophes, parfois faiblement courantes, sur les substrats enrichis en nitrates, apparaît une variante à *Glyceria maxima*, *Oenanthe aquatica*, *Phalaris arundinacea*, *Rorippa amphibia*, *Myosotis scorpioides*, *Urtica dioica* qui peut supporter une émergence prolongée. Cette variante, définie également par KRAUSCH (1965), correspond à la sous-association à *Glyceria maxima* dégagée par TÜXEN (1975).

Sur les substrats tourbeux baignés par des eaux issues de la nappe acide des sables landéniens, existe une variante mésotrophe à *Sphagnum fimbriatum*, *S. palustre* et *Polytrichum commune* (rel. 140 et 141).

Ces roselières sont très largement répandues, elles sont connues en France de MALCUIT (1929), FROMENT (1953), GEHU (1961), KAPP et SCHAEFFER (1962), LERICQ (1965), WATTEZ (1968), GEHU (1973), GEHU et coll. (1975), DECORNET (1979), MERIAUX (1981), FELZINES (1982); en Allemagne de KRAUSCH (1965), OBERDORFER et coll. (1967), HILBIG (1970), PHILIPPI (1973), RUNGE (1973), TÜXEN (1975), DIERSCHKE et TÜXEN (1975), WIEGLEB (1977), ZAHLHEIMER (1979), POTT (1980), GLAVAC et RAUS (1981); en Belgique de LEBRUN et coll. (1949), DUVIGNEAUD (1970); en Espagne de BELLOT (1955), RIVAS-MARTINEZ (1974); en Italie, de PIGNATTI (1953), PEDROTTI (1977) PEDROTTI et ORSAMANDO (à paraître); aux Pays-Bas, de VLIEGER (1937), VAN DONSELAAR (1961); en Pologne, de PODBIELKOWSKI (1970), TOMASZEWICZ (1973), MATUSZKIEWICZ (1980); en Roumanie de PAUN (1966), ULARU (1969); en Suisse, de LANG (1973); en Tchécoslovaquie, de BALATOVA-TULACKOVA (1963).

L'évolution naturelle de ces roselières se fait vers la saulaie à *Salix cinerea*, ou plus rarement, à *Salix aurita* ou vers l'aulnaie.

Les roselières constituent un lieu de nidification privilégié pour de nombreux passereaux paludicoles (GODIN 1973, DELSAUT et GODIN 1978). Dans les typhaie-phragmitaies, niche la rousserolle turdoïde, dans les phragmitaies la rousserolle effarvate, et dans les vieilles phragmitaies colonisées par les saules le phragmite des joncs. Au printemps, ces roselières abritent les pouillots, et en automne, la bouscarle de Cetti.

Le rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) quant à lui, utilise les espèces caractéristiques du *Scirpo-Phragmitetum* pour la construction de ses huttes. Il utilise également ces végétaux dans son alimentation, en particulier *Typha latifolia* dont il consomme les rhizomes (MERIAUX 1978).

D'autre part, comme l'ont montré SEIDEL (1966), TOTH (1972), RADOUX (1980), RADOUX et KEMPF (1981), les composantes floristiques des roselières, en particulier *Scirpus lacustris* et *Phragmites australis*, assument un rôle important dans l'épuration des eaux.

2 * L'association à *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmberg
.....
Glycerietum maximae Hueck 1931 (tableau 47)

Ce groupement remarquablement homogène floristiquement et physiologiquement, se rencontre dans les biotopes à eaux stagnantes, mais aussi dans ceux à eaux courantes. Outre sa caractéristique, *Glyceria maxima*, le tableau 47 montre une différentielle d'association *Rumex hydrolopathum*, 4 espèces du *Phragmition* (*Typha latifolia*, *Oenanthe aquatica*, *Phragmites australis* et *Typha angustifolia*), 14 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea*, 22 espèces compagnes.

Une sous-association à *Sparganium erectum* (rel. 42 à 52), déjà connue de KRAUSCH (1964) et POTT (1980), apparaît dans les eaux les moins eutrophes et dépourvues de pollution (minérale et organique) sur substrat tourbeux.

La sous-association type (rel. 1 à 41) est fréquente dans de nombreux étangs d'affaissements sur substrat vaseux, dans des eaux eutrophes, parfois atteintes de pollution. Une variante à *Rorippa amphibia* et *Myosotis scorpioides* (rel. 1 à 19 et 42 à 45), correspondant à la sous-association type et à celle à *Rorippa amphibia* distinguée par TUXEN (1975) se développe dans les eaux peu profondes, sur une couche vase, souvent épaisse, une autre à *Phalaris arundinacea* et *Mentha aquatica* (rel. 36 à 41 et 50 à 52) se remarque dans les eaux faiblement courantes, dont le niveau peut subir des variations parfois importantes (0,40 m). Une forme nitrophile sur vase riche en nitrates se caractérise par l'apparition de très nombreuses espèces des *Bidentetea* en période d'étiage (rel. 11 à 19 et 32 à 35 ; rel. 40 et 41, 45, 52).

D'autres sous-associations ont été décrites dans la littérature. Ainsi, FREITAG et coll. (1958), HORST, KRAUSCH et MÜLLER (1966) et HILBIG (1971), distinguent une sous-association à *Carex gracilis* et POTT (1980), une à *Carex acutiformis*.

Le *Glycerietum maximae*, association type du *Phragmition* W. Koch 1926, se développe sur substrat vaseux épais, ou argileux, dans les eaux eutrophes pouvant supporter aisément des pollutions élevées en matières minérales et organiques. Il peut être considéré comme une association de "type polluo-résistant", qui supporte également bien une émergence prolongée.

L'évolution de cette roselière s'effectue vers la saulaie à saule cendré et l'aulnaie, mais l'intervention de l'homme peut permettre un passage direct aux prairies hygrophiles du *Calthion*, du *Cynosurion* ou de l'*Agropyro-Rumicion*

Glyceria maxima joue un rôle important dans la protection des berges des étangs, des rivières et des watergangs, d'autant plus qu'elle n'est pas consommée par le rat musqué. Son utilisation à des fins de protection naturelles des rives est à préconiser auprès des services des voies navigables. Elle intervient aussi dans l'épuration des eaux et demeure parfois, dans les secteurs très pollués le seul élément "vert" du milieu.

3* L'association à *Acorus calamus* L.

Acoretum calami Knapp et Stoffers 1962

Nous n'avons pas relevé cette association dans les zones prospectées. Elle a toutefois été décrite par GEHU et coll. (1975) au niveau du marais de Saint-Omer, le long de watergangs.

Nous avons aussi observé l'espèce caractéristique, *Acorus calamus*, dans la région de Béthune en quelques points des vallées de la Scarpe et de l'Escaut et de la haute vallée de la Sambre (MERIAUX 1980).

4 *L'association à *Thelypteris palustris* Schott et *Phragmites australis* Cav.

 Trin. ex Steud

Thelypterido-Phragmitetum Kuiper 1957 (tableau 48)

Elle n'apparaît que dans les grands ensembles tourbeux : marais de Guînes, vallée de la Somme, vallée de la Sensée. Elle existait il y a quelques années encore dans la vallée de l'Escaut (marais et étangs de Fresnes-sur-Escaut) et de la Scarpe (marais d'Hasnon) où elle est à rechercher.

Cette roselière qui prospère uniquement sur une tourbe épaisse est marquée physionomiquement par *Thelypteris palustris*, espèce des *Alnetea*, différentielle de l'association, mais considérée comme caractéristique par KUIPER (1957) et VAN DONSELAAR (1961), 7 espèces du *Phragmition*, parmi lesquelles *Phragmites australis* présente constamment dans l'association sous sa forme la plus évoluée (rel. 10 à 31), 22 espèces des unités supérieures (*Phragmitetalia* et *Phragmitetea*), 49 compagnes constituent la flore de cette association ignorée des auteurs -excepté des néerlandais et de

quelques phytosociologues allemands- et qui, pourtant, s'étend parfois sur plusieurs hectares en continu dans les marais ou les grandes vallées. Pourtant, la roselière à *Thelypteris palustris* et *Phragmites australis* est connue ; KRAUSCH (1965) en fait même une variante à *Thelypteris palustris* du *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 *solanetosum dulcamarae*, et WIEGLEB (1977) la décrit aussi en milieu acidophile dans le Harz (R.F.A.).

Dans les secteurs régulièrement fauchés à des fins cynégétiques (accès aux huttes de chasse, dégagements des mares à canards), se distingue une variante à *Calamagrostis canescens* (rel. 25 à 31).

Les rôles tenus par cette roselière vis-à-vis de la faune sont similaires à ceux joués par la roselière à *Phragmites australis* relevant du *Scirpo-Phragmitetum* lieu de nidification, abri et réservoir de nourriture (insectes et larves).

5 *J.'association à *Cladium mariscus* (L.) Pohl

.....
Cladietum marisci (Allorge 1922) Zobrist 1935 (tableau 49)

Les cladiaies sont devenues rares en notre région. Elles n'existent plus que dans quelques marais des vallées de la Somme (marais de Saint-Simon, marais de Long) et de l'Escaut. Elles se rencontrent également le long de fossés de drainage de prairies hygrophiles (marais de Rieulay) et dans des marais arrière-littoraux (marais de Balançon).

La structure et la physionomie du groupement diffèrent selon la situation : forme spatiale dans les vallées, forme linéaire le long des fossés de drainage.

Trois variantes ont pu être dégagées :

- variante type (rel. 1 et 2) sur tourbe épaisse, bien individualisée ;

- variante à *Thelypteris palustris* (rel. 3), sur tourbe non affermie ;

- variante à *Carex elata* (rel. 4), avec pour autres différentielles *Carex nigra* fo. *recta* et *Lysimachia nummularia*, sur substrat alluvionnaire argileux recouvert par une mince couche de tourbe, mésotrophe, cette dernière pouvant supporter une baisse brutale de niveau d'eau, s'apparente aux sous-associations à *Carex elata* décrites par KRAUSCH (1964) et POTT (1978).

WATTEZ (1968) distingue un faciès pur et pauvre de la cladiaie et des stades *schoenotosum*, *thelypteridetosum* et *sphagnetosum*, correspondant à différents états d'évolution du groupement et WESTHOFF et DEN HELD, à côté de la sous-association type, une sous-association à *Phragmites australis* et une autre à *Thelypteris palustris* proche de notre variante de même nom (que nous n'avons pas élevée au rang de sous-association car nous ne disposons que d'un seul relevé).

Le *Cladietum marisci* montre une prédilection pour les substrats tourbeux neutro-basiques. Il peut supporter un assèchement prolongé.

De nombreux auteurs tels WATTEZ (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969), POTT (1978), MATUSKIEWICZ (1980) rattachent le *Cladietum marisci* au *Magnocarpion elatae*, mais la présence quasi-constante de *Phragmites australis* et d'espèces connues *Rumex hydrolapathum*, *Rorippa amphibia*, nous conduit à suivre plutôt KRAUSCH (1964), PHILIPPI (1973 et 1974 in OBERDOREER 1977) et PASSARGE (1978) et à l'insérer dans le *Phragmition communis* W. Koch 1926.

Le dynamisme du groupement s'opère vers les saulaies à *Salix cinerea* et *Viburnum opulus* ou à *Salix aurita* et *Fragula alnus*.

6 *L'association à *Sparganium erectum* L. subsp. *erectum*
.....
Sparganietum erecti Philippi 1973 (tableau 50)

Les végétations à *Sparganium erectum* L. subsp. *erectum* se rencontrent assez fréquemment dans les étangs des vallées de la Somme et de la Senée mais rarement dans ceux d'affaissements miniers.

De nombreux auteurs considèrent ces végétations comme de simples facies du *Scirpo-Phragmitetum*. Quelques-uns tels KRAUSCH (1964), TOMASZEWICZ (1969), PODBIELKOWSKI (1968) font même du rubanier dressé une caractéristique de cette association. Cependant, d'autres voient en elles des individus d'une association autonome bien distincte du *Scirpo-Phragmitetum* dont elle diffère par la composition floristique et les caractères écologiques : le *Sparganietum erecti*, qui se range dans le *Phragmitetum* W. Koch 1926.

Déjà, en 1938, ROLL distingue un *Sparganietum ramosi* mais qui présente de profondes analogies avec le *Glycerio-Sparganietum* déjà décrit par KOCH en 1926. Cette association est reprise par HILBIG en 1971 sous le nom de *Sparganietum erecti*, mais, dans aucun de ces cas il n'est précisé la sous-espèce de *Sparganium erectum* prise en compte. En 1973, PHILIPPI décrit, lui-aussi, un *Sparganietum erecti* différent du *Sparganietum ramosi* Roll 1938, avec *Sparganium erectum* subsp. *erectum* comme caractéristique et dont la composition floristique est, par ailleurs, voisine de celle du *Sparganietum erecti* de HILBIG. Comme OBERDORFER (1979), nous reconnaissons le *Sparganietum erecti* Philippi 1973 auquel nous rapporterons nos végétations à *Sparganium erectum* des étangs de la diton.

Nous avons pu dégager au regard du tableau :

- une sous-association type (rel. 1 à 22) dans les eaux les plus profondes (0,40 m à 0,80 m) pouvant comporter comme différentielles des espèces des *Potametea* et des *Lemmetea* (rel. 1 à 15) comme l'a également remarqué ZAHLEIMER (1979) ;

- une sous-association à *Rorippa amphibia* et *Myosotis scorpioides* (rel. 23 à 28) dans les eaux moins profondes, faiblement courantes (0,80 m), sur substrat vaseux ;

- une sous-association à *Oenanthe aquatica*, *Phalaris arundinacea*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica* (rel. 29 à 35) sur un substrat graveleux, dans les eaux faiblement courantes, peu profondes (0 m à 0,20 m en juin) et dont la hauteur peut baisser brutalement en période estivale.

Chaque sous-association comporte une variante type et une variante à *Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus* et *Carex pseudocyperus* (rel. 22, 28, 32 à 35), se développant sur la tourbe affleurante.

Comme PHILIPPI, nous avons constaté les liens existant entre le *Sparganium erecti*, les sols limoneux riches en calcaires et les secteurs fréquemment ensoleillés.

Cette association, au rôle colonisateur important (GADECEAU 1909, WATTEZ 1968), se substitue souvent dans les eaux assez profondes (0,60 m) aux facies à *Typha angustifolia* et *Scirpus lacustris* du *Scirpo-Phragmitetum* avec qui elle entre en compétition. Et ainsi que FELZINES (1982), nous avons

observé les contacts avec les facies à *Typha latifolia* et *Scirpus lacustris* du *Scirpo-Phragmitetum*, mais aussi avec le *Caricetum ripario-acutiformis* et le *Glycerietum maximae*. Cet auteur étudie bien l'association à *Sparganium erectum* dans les étangs du Nivernais et du Bourbonnais, mais, quoiqu'il différencie morphologiquement et écologiquement les sous-espèces *erectum* et *neglectum*, il ne distingue pas le *Glycerio-Sparganietum neglecti* (W. Koch 1926) Philippi 1973 et le *Sparganietum erecti* Philippi 1973 et assimile ses peuplements de rubanier au *Sparganietum erecti* Roll 1938.

Il est probable que *Sparganium erectum* (et l'association qu'elle détermine) tienne un rôle non négligeable dans l'épuration des eaux mais surtout celui de fixation et de protection des bases de berges, qui nous semble être la fonction majeure assumée.

7 * L'association à *Rorippa amphibia* (L.) Besser et *Oenanthe aquatica* (L.)
.....
Poiret
.....

Rorippo-Oenanthetum Lohmeyer 1950 (tableau 51)

Cette association s'observe dans les queues d'étangs d'affaissements miniers et les anses peu profondes de quelques étangs de la vallée de la Somme ; elle colonise aussi de nombreuses mares prairiales du Mélançois, de la Flandre intérieure et des Bas-champs picards.

Sa préférence pour les substrats alluvionnaires recouverts d'une épaisse couche de vase semble particulièrement marquée. Les eaux qui la baignent en période vernale sont eutrophes, souvent très minéralisées, parfois polluées en matières minérales et organiques et peuvent subir une baisse de niveau importante et rapide en été.

Nous avons pu dégager à côté de la sous-association type (rel. 1 à 16) une sous-association à *Myosotis scorpioides*, avec comme autres espèces différentielles : *Phalaris arundinacea*, *Galium palustre*, *Mentha aquatica* et *Glyceria fluitans*, correspondant à des eaux faiblement courantes et à des apports importants de substances minérales en hiver liés à la décomposition des fanes du *Phalaris*. Ces sous-associations possèdent elles-même une variante type et une variante à *Hottonia palustris* et *Carex pseudo-cyperus* (rel. 13 à 16, 34 à 38) dans les biotopes tourbeux et ombragés recevant un apport en substances humiques non négligeable. La flore de l'association est complétée par 5 espèces du *Phragmition* (dont *Glyceria maxima* et *Phragmites australis*), 13 espèces des unités supérieures et 47 espèces compagnes. Elle nous incite à la ranger dans le *Phragmition*. Il faut cependant indiquer que certains auteurs la rattache à l'*Oenanthion aquaticae* Hejny 1948 (WESTHOFF et DEN HELD 1969).

Des variations de l'association ont été mises en relief par plusieurs phytosociologues allemands. Ainsi, TÜXEN (1975) distingue une sous-association type et une sous-association à *Phalaris arundinacea* (correspondant à notre sous-association à *Myosotis scorpioides*) ; ZÄHLHEIMER (1979) une phase initiale à *Rumex palustris*, une phase optimale, et une phase de dégénérescence à *Polygonum amphibium* et parallèlement pour chacune de ces phases des formes à *Urtica dioica*, *Veronica catenata*, *Myriophyllum verticillatum* ; POTT (1980) une variante type et une variante à *Ranunculus peltatus*, *Myosotis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Mentha aquatica* et *Galium palustre* (analogue à notre sous-association à *Myosotis scorpioides*) ; BURRICHTER, POTT, RAUS et WITTIG (1980) une forme terrestre à *Potentilla anserina*, *Ranunculus repens*, *Sagina procumbens*, *Glyceria fluitans* et *Agrostis stolonifera*, et une forme aquatique à *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum* et *Butomus umbellatus*.

L'association est décrite également en France par BOURNERIAS et coll. (1976) ; en Italie par PEDROTTI (1977), PEDROTTI et ORSAMANDO (à paraître), en Pologne par MATUSKIEWICZ (1980) ; en Allemagne par PASSARGE (1978) et OBERDORFER (1979)...

La place des roselières à *Rorippa amphibia* et *Oenanthe aquatica* n'est pas négligeable dans l'écosystème étang. Ainsi, le rat musqué utilise-t-il fréquemment l'oenanthe pour la confection de ses garde-manger fréquemment rencontrés dans ces roselières.

- 8 * Le groupement à *Calamagrostis canescens* (Web.) Roth et *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud (tableau 52)

C'est un groupement de secondarisation né du fauchage régulier du *Thelypterido-Phragmitetum*. Le calamagrostis se substitue rapidement à la fougère des marais, puis le groupement se stabilise. L'abaissement du plan d'eau et l'assèchement de la tourbe favorisent la stabilisation du groupement et son enrichissement en espèces prairiales (*Lysimachia vulgaris*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lathyrus palustris*,...). Ce groupement trouvé dans quelques marais des vallées de la Somme et de la Sensée et dans celui de Guînes est décrit par DIERSCHKE et TÜXEN (1975) dans son étude de la végétation du Pays de Frise. Il comporte outre ses deux caractéristiques 4 espèces du *Phragmition*, 12 des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* et 14 compagnes (dont de nombreuses prairiales).

Cette roselière constitue, comme le *Scirpo-Phragmitetum* et le *Thelypterido-Phragmitetum*, un lieu de nidification privilégié pour les passereaux paludicoles.

- 9 * Le groupement à *Rorippa amphibia* (L.) Besser et *Rumex hydrolapathum* Huds.

Son étude, menée en 1978, est reprise intégralement en annexe dans le volume réunissant nos publications.

- 10 * Le groupement à *Sium latifolium* L.

Décrit par PHILIPPI (1973) dans le cours supérieur du Rhin et mentionné par OBERDORFER (1979) dans son synsystème du domaine eurosibérien et alpin, il est rare dans la région où ne l'avons noté que dans un des marais d'Arleux, dans la vallée de la Sensée, et le marais de Guînes. Dans les deux cas, il ne couvre que de très faibles superficies sur un substrat sur un substrat troubleux recouvert par une couche de vase parfois épaisse et baignée par des eaux méso-eutrophes à eutrophes non polluées.

Marais de Guînes (5/7/79), 5 m², 100 % : *Sium latifolium* 4, *Mentha aquatica* 1, *Rorippa amphibia* 1, *Galium palustre* subsp. *elongatum* +, *Lycopus europaeus* +, *Lythrum salicaria* +.

- 11 * L'association à *Sparganium emersum* Rehm. et *Sagittaria sagittifolia* L.
Sparganio-Sagittarietum R. Tüxen 1953 (tableau 53)

Elle est localisée dans les étangs de la vallée de la Sensée où elle apparaît bien structurée, dans ceux de la vallée de la Somme et du bassin houiller Nord/Pas-de-Calais où elle se montre toujours sous une "forme incomplète".

De nombreux phytosociologues se sont intéressés à cette roselière à rubanier simple et sagittaire qui a été décrite initialement en Allemagne dans les plaines du nord-ouest par TUXEN (1953), dans la Hesse par KNAPP et STOFFERS (1962), puis identifiée dans celles du nord-est par PASSARGE (1964) -sous le nom du *Sparganietum simplicis* énoncé par TUXEN en 1958-, le delta du Danube par KRAUSCH (1965), le sud-est par HILBIG (1971), le cours supérieur du Rhin par PHILIPPI (1973), le Harz par WIEGLEB (1977), en Westphalie par POTT (1970), dans la vallée de l'Ems par BURRICHTER et coll. (1980). Elle a aussi été relevée en Pologne par PODBIELKOWSKI (1970), MATUSKIEWICZ (1980), en France par FROMENT (1953) dans le Laonnois et le Vermandois, GEHU (1961) dans la vallée de la Sambre, WATTEZ (1968) dans la plaine alluviale picarde, FRILEUX (1977) dans le Pays de Bray, DECORNET (1979) en Lorraine, FELZINES (1982) dans le Sancerrois, la Puisaye et le Morvan ...

Les variations sont particulièrement bien étudiées par TUXEN (1953), GEHU (1961), WATTEZ (1968), PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), WIEGLEB (1977), DECORNET (1979) et POTT (1980).

Ainsi, TUXEN puis GEHU différencient une sous-association typique et une sous-association à *Equisetum fluviatile* (et *Sium latifolium*). Dans les biotopes mésotrophes, WATTEZ (1968) remarque les facies à sagittaire dans les fossés et les mares et considère les liens étroits entre l'association et les sols d'alluvions, sablonneux ou limoneux, humiques baignés par une eau méso-eutrophe assez riche en bases (toutefois, les résultats de quelques mesures de paramètres physico-chimiques indiquent plutôt une eau eutrophe, calcique bien minéralisée). HILBIG distingue trois sous-associations : une à *Nuphar lutea*, une typique et une à *Equisetum limosum*. PHILIPPI considère une sous-association typique sans *Sagittaria sagittifolia* dans les cours d'eau pauvres en calcaire et aux eaux relativement rapides, une sous-association à *Sagittaria sagittifolia* sur les alluvions rhénanes riches en calcaire, avec une variante à *Rorippa amphibia* dans les endroits s'asséchant périodiquement ; une variante à *Phragmites australis* (sous-associations à sagittaire) du lac de Constance (LANG 1973) apparaît comme une vicariante écologique de celle à *Equisetum limosum*. DECORNET reconnaît une variante des eaux les plus profondes (0,20 m à 0,60 m) à *Nuphar lutea* (proche de la sous-association de même nom de HILBIG), une variante typique (apparentée à la sous-association typique de HILBIG et PHILIPPI), une variante atterrie à *Rorippa amphibia* et *Equisetum limosum* (voisine des sous-associations à *Equisetum limosum* de HILBIG et *Rorippa amphibia* de PHILIPPI). WIEGLEB dégage une variante à *Eleocharis acicularis*, une variante type et une forme à *Oenanthe aquatica*. POTT retrouve la variante à *Nuphar lutea* mais en dégage une autre à *Glyceria fluitans* fo. *fluitans*, *Phalaris arundinacea* fo. *submersa*, *Agrostis stolonifera* subsp. *prorepens* dans les eaux courantes.

Comme PHILIPPI, nous avons mis en évidence la sous-association à *Sagittaria sagittifolia* (rel. 1 à 16) où la sagittaire peut apparaître sans *Sparganium emersum* (rel. 1 à 6) ou avec (rel. 7 à 16) et la sous-association type avec *Sparganium emersum* uniquement (rel. 17), les variantes à *Rorippa amphibia*, *Myosotis scorpioides*, *Mentha aquatica* au niveau de la sous-association à sagittaire (rel. 1 et 7), une variante type dans la sous-association à *Sagittaria* (rel. 2) et une variante à *Ceratophyllum demersum* (et *Nuphar lutea*) pour chaque sous-association (rel. 3 à 17). Les caractères écologiques de chaque variation enregistrée correspondent à celles énoncées par HILBIG, PHILIPPI et DECORNET. Quoique de nombreux auteurs (TUXEN 1975, POTT 1980, MATUSKIEWICZ 1980 ...) rangent le *Sparganio-Sagittarietum* dans le *Phragmition* W. Koch 1926, nous suivons PASSARGE (1964), OBERDORFER et ses collaborateurs (1967) et, en raison de sa structure, de sa composition floristique et de "ses contacts, nous l'insérerons dans l'*Eleocharito-Sagittarion* Passarge 1964.

12 * L'association à *Butomus umbellatus* L.

.....
Butometum umbellati (Konczak 1968) Philippi 73 (tableau 54)

La parvo-roselière à butome se remarque aisément, au début de l'été, dans les milieux humides, par les hampes florales élancés et les inflorescences d'un beau rouge de l'espèce caractéristique. Elle est rare dans la dition où nous l'avons paradoxalement relevée dans tous les types de biotopes étudiés : étangs récents, étangs anciens, mares prairiales, fossés de drainage, ruisseaux.

Mal connue en raison de sa rareté, elle a été décrite initialement par KONCZAK (1968) puis par PHILIPPI (1973) qui l'a étudiée sous des formes beaucoup plus riches en espèces. Le phytosociologue de Karlsruhe différencie une variante type (avec *Phalaris arundinacea*) et une variante à *Rorippa amphibia* dans les secteurs asséchés périodiquement. L'analyse de nos végétations à *Butomus umbellatus* (tableau 54) nous a permis de retrouver la variante type (rel. 1 à 9) dans laquelle le butome peut former facies (rel. 1 à 4) et la variante à cresson jaune (rel. 10) mais sous des formes appauvries en espèces. ZAHLEHEIMER (1979) distingue à côté d'une forme typique, une forme à *Alopecurus aequalis*, *Oenanthe aquatica*, *Polygonum mite*, *Rorippa palustris* (donc riche en espèces des *Bidentetea*) et un autre à *Phalaris arundinacea*, *Glyceria maxima*, *Symphytum officinale*, *Rumex crispus*. D'autres auteurs, que nous ne suivrons pas, s'interrogent sur l'existence même de l'association. Ainsi, DECORNET (1979) reconnaît-il le *Butometum umbellati* mais, remarquant le nombre important d'espèces des parvo-roselières (*Sagittaria sagittifolia*, *Alisma plantago-aquatica*) dans son cortège floristique, s'interroge sur la possibilité d'assimiler les groupements à butome à des facies du *Sparganio-Sagittarietum*, ce que fait d'ailleurs POTT (1980). Certains, comme OBERDORFER (1977) regroupent d'ailleurs dans leur synsystème à côté du *Butometum umbellati* les associations "riches" en *Butomus umbellatus* : l'*Oenanthro-Rorippetum*, le *Sparganio-Sagittarietum*. WATTEZ (1968) quant à lui, décrit dans les fossés de drainage de la plaine alluviale picardé une association à *Butomus umbellatus* et *Galium palustre* montrant un développement important d'*Alisma plantago-aquatica* et un nombre élevé d'espèces des *Bidentetalia*.

La position systématique du *Butometum umbellati* pose également des problèmes. Pour PHILIPPI (1974, in OBERDORFER 1977), DECORNET (1979), OBERDORFER (1979), ZAHLEHEIMER (1979), il se place dans le *Phragmition*, alors que d'autres, tel FELZINES (1982) le voit dans le *Glycerio-Sparganion*. Mais, sa structure et sa composition floristique, nous incite à suivre OBERDORFER et ses collaborateurs qui le rangeait dès 1967 dans l'*Eleocharito-Sagittarion* Passarge 1964.

WATTEZ (1968) définit l'écologie du butome en ombelle, et du *Butometum umbellati*, qu'il situe dans les fossés assez profonds (1,50 m), sur des sols limoneux humiques, riches en bases et en débris organiques baigné par des eaux dystrophes calciques au caractère subsaumâtre marqué. PHILIPPI (1973) situe l'association dans les endroits où le niveau des eaux faiblement courantes ou stagnantes, est variable. Dans le territoire prospecté, elle prospère sur des sols alluviaux, parfois recouverts par une couche de vase assez épaisse (0,10 m) ; les eaux dont le niveau peut varier fortement de juin à juillet sont de type eutrophe parfois atteintes par une pollution élevée en substances minérales (sulfates, sodium, chlorures).

Le *Butometum umbellati* en raréfaction sur la majeure partie du territoire en raison des activités humaines (agriculture) mérite une attention particulière.

La parvo-roselière à pesse d'eau ne semble bien individualisée que dans quelques étangs de la vallée de la Somme (étang de Feuillères, marais de Cléry et de Long). Bien qu'elle ait été érigée en association, l'*Hippuridetum vulgaris*, par PASSARGE (1955 et 1964) nous nous limiterons à parler, comme OBERDORFER (1979), de "groupement à *Hippuris vulgaris*" nous ne disposons pas, en effet, de suffisamment d'éléments nous permettant pour l'instant de suivre PASSARGE.

Dans la vallée de la Somme, il se développe dans les eaux mésotrophes à eutrophes, limpides, peu profondes, sur substrat minéral (alluvions, limons sableux). Pauvre en espèces des *Phragmitetea*, mais particulièrement riche en celle des *Lemnetea* et des *Potametea*, -ce que souligne également PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977) - il possède une variante à *Sparganium minimum* (rel. 3) apparaissant dans les eaux de type mésotrophe ne subissant aucun apport interne susceptible d'eutrophiser, même épisodiquement, le milieu. PASSARGE (1964) quant à lui, distingue pour l'*Hippuridetum vulgaris* une sous-association à *Equisetum fluviatile* dans les eaux stagnantes, une autre à *Glyceria fluitans* dans les eaux plus ou moins agitées avec une variante à *Veronica beccabunga* dans les ruisseaux ; il reconnaît deux races vicariantes, l'une subcontinentale à *Sagittaria sagittifolia*, l'autre à *Scirpus maritimus* légèrement halophile.

Ce groupement, que nous rangerons comme toutes les parvo-roselières de ce type dans l'*Eleocharito-Sagittarion* Passarge 1964, est connu en Allemagne de PASSARGE (1978), PHILIPPI (1973), en France de WATTEZ (1968), aux Pays-Bas de DEN HARTOG (1951), en Pologne de MATUSKIEWICZ, en Yougoslavie de SLAVNIC (1956) ; il apparaît rare dans nos régions où il est à rechercher ... et à préserver.

14 * Le groupement à *Eleocharis palustris* L. Roem et Schult Schennikov 1919

 (tableau 56)

Il réalise des auréoles, parfois discontinues, autour de nombreuses mares prairiales dans le marais des Falises à Camon (Vallée de la Somme), il ceinture partiellement le lac d'Armbouts-Cappel (Plaine maritime flamande), et le petit étang d'affaissement minier de Vicoigne à Raismes (Ostrevent).

En raison de la grande amplitude écologique de *Eleocharis palustris*, des différences importantes de composition floristique des parvo-roselières qu'elle marque physionomiquement, nous ne reconnâtrons comme association bien définie, ni l'*Eleocharitetum* Schennikov 1919, ni l'*Eleocharitetum* Soð 1953, et nous en resterons comme BRASSEUR et ses collaborateurs (1977), WIEGLEB (1977), OBERDORFER (1979), PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977) et BOUZILLE (1981) à un groupement à *Eleocharis palustris*. Il faut cependant indiquer que l'association de SCHENNIKOV est adoptée par HILBIG (1971), PASSARGE (1978), FELZINES (1982), MATUSKIEWICZ (1980) et celle de Soð par ULARU (1969). Rappelons encore que PASSARGE (1955) définit un *Heleochareto-Hippuridetum* repris par FUKAREK (1961), GEHU et WATTEZ (1965), WATTEZ (1968).

PHILIPPI situe le groupement dans les eaux stagnantes sur les sols riches, souvent calcaires, et conditionné par l'activité humaine. Il en fait un groupement de remplacement d'association du *Phragmition* et du *Magnocari-con*, pionnier sur les sols graveleux et servant de transition avec l'*Agropyro-Rumicion*. FELZINES écrit : "Les brosses à *Eleocharis palustris* peuvent prendre une grande extension dans les étangs soumis à des fluctuations du niveau de la nappe aquatique, en particulier sur un substrat argileux ou

limoneux ... : de ce fait, elles peuvent subir une exondation temporaire." Et OBERDORFER (1970) mentionne les préférences du scirpe des marais pour les sols limoneux, humiques, assez riches en matières organiques. Les caractères écologiques des stations à *Eleocharis* de la dition correspondent à celle de ces auteurs dont les données se complètent bien et aboutissent à cerner l'écologie du groupement. L'accumulation de débris végétaux, l'enrichissement du substrat en nitrates, amènent l'apparition d'une variante à *Oenanthe lachenalii* (rel. 7).

La position systématique varie selon les auteurs : MATUSKIEWICZ, OBERDORFER, WATTEZ l'insèrent dans le *Phragmition*, PHILIPPI dans le *Magnocaricion*, FELZINES dans le *Glycero-Sparganion* ; mais nous adopterons la position de OBERDORFER et de ses collaborateurs (1967) et de PASSARGE (1973) qui le rangent dans l'*Eleocharito-Sagittarion* Passarge 1964.

15 * Le groupement à *Alisma plantago-aquatica* L. (tableau 57)

Il couvre de petites surfaces en marge des milieux jeunes : étangs nés d'affaissements miniers, ballastières où l'exploitation des graves vient d'être achevée. *Alisma plantago-aquatica* y forme facies (recouvrement 70 à 90 %) et il est accompagné de quelques espèces des *Phragmitetea* (*Oenanthe aquatica*), des *Potametea*, des *Bidentetea*... Espèce caractéristique des *Phragmitetea*, elle a cependant un développement optimal dans les roselières basses et nous rattacherons ce groupement, décrit également par DECORNET (1979) en Lorraine, à l'*Eleocharito-Sagittarion* Passarge 1964.

16 * L'association à *Scirpus tabernaemontani* C.C. Gmel
Scirpetum tabermontani Passarge 1964 (tableau 58)

Nous ne l'avons relevée que dans le "lac d'Arbouts-Cappel" où elle est en pleine extension. Cette scirpaie se substitue dans les milieux subsaumâtres à celle à *Scirpus lacustris* fréquente dans les étangs des grandes vallées de l'intérieur.

PASSARGE (1964) a érigé le groupement à *Phragmites australis* et à *Scirpus tabernaemontani* en association autonome que seuls quelques auteurs comme PAUN (1966), HILBIG (1971), PEDROTTI et ORSOMANDO (1981), reconnaissent. PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), suivi par d'autres phytosociologues, fait du groupement une "forme" du *Scirpetum maritimi* (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937 qu'il insère dans le *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941, alliance des *Phragmitetea* regroupant les associations subaquatiques halophiles. Nous basant sur la composition floristique de nos végétations à *Scirpus tabernaemontani*, sur celle de groupements similaires que nous avons observés en d'autres territoires (France, Belgique, Pays-Bas), sur l'examen des tableaux de PASSARGE, PHILIPPI, PIGNATTI (1953) et sur des critères écologiques (le groupement à *Scirpus tabernaemontani* se développe dans des eaux ayant un degré de salinité nettement moindre que celle du groupement à *Scirpus maritimus compactus*), nous nous rallierons à la conception de PASSARGE.

En 1967, HEJNY définit l'ordre des *Bolboschoenetalia*, regroupant les roselières d'eaux saumâtres, que TUXEN (1969 in GEHU 1973) élève au rang de classe, les *Bolboschoenetea maritimi*, adoptée par GEHU (1972) et RIVAS-MARTINEZ (1975). Mais, constatant que seules les deux caractéristiques d'associations (*Scirpus maritimus* var. *compactus* et *Scirpus tabernaemontani*) et de rares différentielles (*Althea officinalis* et *Scirpus triqueter*) peuvent être prises en compte dans l'optique d'une reconnaissance de cette classe -ou à un degré moindre de l'ordre- mais que par contre, le nombre d'espèces des *Phragmitetea* dans le cortège floristique des deux associations halophiles est très

élevé, nous nous limiterons, comme OBERDORFER (1979), à les réunir au sein du *Bolboschoenion maritimi* Soo 1947 (= *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941). D'autres auteurs se bornent encore à ranger le *Scirpetum tabernaemontani* (et le *Scirpetum maritimi*) dans le *Phragmition* (HILBIG 1971, WESTHOFF et DEN HELD 1969, MATUSKIEWICZ 1980). Enfin, il semble intéressant de rapporter la conception actuelle de PASSARGE (1978) : il existerait deux associations à *Scirpus tabernaemontani*, l'une le *Phragmiteto-Schoenoplectetum tabernaemontani* Passarge (1964) 1978, appartenant au *Phragmition* (grandes roselières des eaux douces), l'autre le *Schoenoplectetum tabernaemontani* Sob (1927) 1949 s'insérant dans le *Bolboschoenion maritimi* Dahl et Hadac 1941.

Cette association, indice d'une forte minéralisation des eaux (Na^+ , Cl^- , SO_4^{--}) à l'intérieur des terres (station disparue de Noyelle), d'échanges d'ions entre la nappe d'eau douce superficielle et la nappe subsaumâtre profonde (Armbouts-Cappel) est devenue très rare dans la dition. Cette raréfaction est accentuée par le drainage en extension dans les plaines alluviales picarde et flamande. La station d'Armbouts-Cappel mérite donc d'être protégée.

17 *L'association à *Carex paniculata* L.

Caricetum paniculatae Wangerin 1916 (tableau 59)

La cariçaie à laïche paniculée se présente sous une forme linéaire le long des rivières (Somme, Scarpe, Escaut, Sensée) dans leur cours moyen quand le courant se ralentit, et sous forme spatiale au niveau de nombreux étangs anciens installés dans les vallées de la Somme et de la Sensée.

L'association comporte 6 caractéristiques (*Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Carex pseudo-cyperus*, *Scutellaria galericulata*, *Iris pseudacorus*, *Galium palustre*, *Carex elata*) et 2 différentielles (*Mentha aquatica*, *Lysimachia vulgaris*) du *Magnocaricion*, 17 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* (*Phragmites australis*, *Rumex hydrolapathum*, *Sium erectum* ...) 40 espèces compagnes. Elle possède une sous-association type (rel. 1 à 15) sur sols alluviaux à teneur élevée en bases, et une sous-association à *Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Cicuta virosa* et *Peucedanum palustre* (rel. 16 à 32) -déjà remarquée par WESTHOFF et DEN HELD (1969)- sur substrat alluvial enrichi en débris organiques provenant de fanes se décomposant mal sous une faible épaisseur d'eau. Ces sous-associations montrent, lorsque les sols alluviaux sont constitués de tourbe en surface, une variante à *Thelypteris palustris* (rel. 12 à 15' et 30 à 32) correspondant à la sous-association de même nom définie par WESTHOFF et DEN HELD (1969), puis revue par POTT (1980), qui la situe à l'emplacement d'anciennes forêts de l'*Alnion glutinosae* déboisées (ce qui est également probable pour certains de nos individus d'association).

Le *Caricetum paniculatae* est répandu en Europe. Il a été étudié en France par DUVIGNEAUD (1958) dans la vallée de la Meuse, GEHU (1961) dans le Bassin de la Sambre, WATTEZ (1968) dans la Plaine alluviale picarde, FRILEUX (1977) dans le Pays de Bray, MERIAUX et FLEURENTIN (1981) dans la vallée de la Moselle, FELZINES (1982) dans le Morvan et la Puisaye ; en Italie par PEDROTTI et ORSAMANDO (1981) ; en Allemagne par PASSARGE (1964 et 1978), RUNGE (1973), PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), TUXEN (1974), WIEGLEB (1977), OBERDORFER (1979), POTT (1980) ; en Pologne par PODBIELKOWSKI (1970), MATUSKIEWICZ (1980) ; en Belgique par LEBRUN et ses collaborateurs (1949) ; en Tchécoslovaquie par BALAVOVA-TULACKOVA (1963). Aux Pays-Bas, VLIEGER et VAN ZINDEREN-BAKKER (1942) décrivent un *Caricetum acutiforme-paniculatae* : (analogue au *Caricetum paniculatae caricetosum acutiformis*) reconnu par BOER (1942), VAN DONSELAAR (1961) WESTHOFF et DEN HELD (1969).

Substrats alluviaux (argileux, limoneux) riches en matière organique et parfois tourbeux, eaux eutrophes, non polluées pouvant présenter des fluctuations de niveau importantes sont les caractères écologiques majeurs conditionnant l'installation et le maintien de cette association type du *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926.

18 *L'association à *Carex appropinquata* Schumach.

.....
Caricetum appropinquatae (W. Koch 1926) Soo' 1938 (tableau 60)

Identifiée à Wasnes-au-Bac (vallée de la Sensée) et à Saigneville (vallée de la Somme), elle apparait très rare dans le nord-ouest de la France où seul WATTEZ l'a décrite dans un marais de la plaine alluviale picarde. La rareté de l'association est liée à celle de l'espèce qui n'est connue dans la Somme qu'en quelques stations, dont une nouvelle : celle de la Chaussée-Tirancourt (MERIAUX et TOMBAL, inédit). Dans le Pas-de-Calais, MASCLEF en indique deux stations (Palluel et Annequin) que nous n'avons pas revues ; ROSE (in WATTEZ 1968) en signale également une à Camblain-Chatelain. Dans l'Aisne, RIOMET et BOURNERIAS (1952 à 1961) en citent également quelques autres. Nous en avons visité plusieurs sans retrouver la laïche paradoxale !! En ce qui concerne le département du Nord, elle ne figure ni dans les listes de HECART (1836), ni dans celles de GODON (1909), seul BOULAY (1978) semble la connaître dans les marais d'Haubourdin, mais là aussi, elle est disparue. La station de Wasnes-au-Bac est nouvelle (et peut-être la seule) pour le département du Nord.

Un *Caricetum appropinquatae* est décrit par ASZÖD (1936) puis amendé par TUXEN (1947 in 1955). Il est très proche de l'association de KOCH et de SOO'. Ces "associations" à *Carex appropinquata* ont été répertoriées en Allemagne par OBERDORFER (1957), PHILIPPI (1973), RUNGE (1973), TUXEN (1975), PASSARGE (1978), ZAHLHEIMER (1979), OBERDORFER (1979) ; en Pologne par MATUSKIEWICZ (1980) ; en Tchécoslovaquie, par BALATOVA-TULACKOVA (1972), aux Pays-Bas par WESTHOFF et DEN HELD (1969).

Ne possédant que deux relevés de l'association, nous n'avons pu distinguer de variations. Cependant, quelques auteurs l'ayant particulièrement bien étudiée en ont défini. Ainsi KRAUSCH met-il en relief une variante à *Geum rivulare* et une autre à *Eriophorum vaginatum*, ZAHLHEIMER une sous-association à *Cicuta virosa*, WATTEZ des stades ou facies : type sur sols tourbeux mal affermis, à *Phragmites australis* et à *Thelypteris palustris*, sur substrat tourbeux sec.

Pour OBERDORFER et WATTEZ, *Carex appropinquata* s'observe dans les eaux stagnantes ou faiblement courantes au niveau des sources, sur des sols tourbeux humiques, riches en bases, humides ou temporairement inondés. PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977) apporte quelques renseignements sur l'écologie de l'association : milieux humides à mouillés sur anmoor, et seulement sur des sols calcaires moyennement riches.

Dans la dition, la cariçaie se développe sur un sol tourbeux surmonté d'une épaisse litière se décomposant lentement. Les eaux stagnantes qui la baignent de l'automne au printemps sont eutrophes calciques, mais non polluées.

Les biotopes recélant cette très rare phytocoenose méritent d'être protégés en priorité.

Elle se rencontre dans les milieux extrêmement variés : étangs anciens (vallées de la Somme et de la Sensée), étangs récents nés d'affaissements miniers, mares prairiales, mares intra-forestières, fossé de drainage prairial ou intra-forestier.

L'association se compose d'une caractéristique unique (*Carex elata*), de 4 espèces différentielles de variantes (*Carex nifra* fo. *recta*, *Lysimachia nummularia*, *Ranunculus flammula*, *Potentilla anserina*), 8 caractéristiques du *Magnocaricion elatae* (*Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Iris pseudacorus*, *Polygonum amphibium* fo. *terrestre* ...) 1 différentielle de ce *Magnocaricion* (*Lysimachia vulgaris*), 7 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* et 19 espèces compagnes, soit 40 espèces (tableau 61).

Quelques auteurs se sont particulièrement intéressés à l'écologie et aux variations de l'association, ainsi :

- WATTEZ (1968) l'observe dans les tourbières alcalines et leurs abords sur des sols tourbeux ou argileux riches en débris organiques et surtout en bases, moyennement chargés en sel ; il distingue un faciès type très inondé à flore pauvre, un autre riche en espèces et une sous-association à *Comarum palustre* sur sols tourbeux, déjà connue de PASSARGE (1955) ;

- PHILIPPI (1973 in OBERDORFER 1977) la situe sur des sols riches souvent calcaires ainsi que des sous-sols tourbeux, dans les endroits inondés ou pouvant être soumis à une baisse rapide des eaux. Il la considère comme une association de substitution aux forêts marécageuses s'installant après le déboisement par l'homme et montrant trois formes : une eutrophe typique, une mésotrophe à *Lysimachia thyrsiflora*, *Equisetum fluviatile* et *Carex rostrata*, une oligotrophe à *Scorpidium scorpioides* et *Callierion trifarium* ;

- POTT (1980) la voit dans des eaux mésotrophes à moyennement eutrophes, au niveau variable ; il dégage une variété typique encore riche en espèces des *Phragmitetea* et une variété à *Hydrocotyle vulgaris*, méso- à dystrophe, sur sols tourbeux.

Nous avons retrouvé plusieurs de ces caractéristiques écologiques et nous définirons l'association comme liée aux eaux méso-eutrophes à eutrophes, sur substrat minéral ou faiblement tourbeux à tourbeux et subissant une période d'émersion de plusieurs mois. La variante type (rel. 1 à 9) correspond aux sols tourbeux, recouverts par des eaux eutrophes, elle présente un stade juvénile pauvre en espèces (rel. 1 à 3) sur substrat minéral légèrement tourbeux. La variante à *Carex nigra* fo. *recta* (rel. 10 et 11) s'installe sur les substrats alluvionnaires argileux au niveau des fossés de drainage véhiculant une eau méso-eutrophe.

En France, le *Caricetum elatae* est connu en Alsace (ISSLER 1942), en Lorraine (DUVIGNEAUD 1958), dans la Plaine alluviale picarde (GEHU et WATTEZ 1965, WATTEZ 1968), dans les Dombes (REYNAUD-BEAUVERIE 1965), dans le Laonnois et le Vermandois (FROMENT 1953), en Franche-Comté (BARBE 1975), dans le Berry, la Puisaye et le Nivernais (FELZINES 1982). Il a aussi été inventorié en Allemagne (KOCH 1926, LIBBERT 1932, TÜXEN 1937-1974-1975, PASSARGE 1964-1978, RUNGE 1973, POTT 1980), en Italie (PEDROTTI et ORSOMANDO, à paraître), en Belgique (LEBRUN et coll. 1949, VAN DEN BERGHEN 1951), aux Pays-Bas (VLIIEGER 1937, VAN DONSELAAR 1961, WESTHOFF et DEN HELD 1969), en Pologne (PODBIELKOWSKI 1970, MATUSKIEWICZ 1980), en Autriche (BALATOVA-TULACKOVA et HUBL 1974), en Tchécoslovaquie (BALATOVA-TULACKOVA 1963), en Suède (LOHAMMAR 1938, MAKIRINTA 1978).

Comme de nombreux groupements subaquatiques, ce groupement est actuellement en régression sur l'ensemble de la dition.

20 * L'association à *Carex rostrata* Stokes
.....
Caricetum rostratae Rübél 1912 (tableau 62)

KOCH (1926) avait décrit un *Caricetum inflato-vesicariae* repris et modifié par TUXEN et PREISING (1951) reconnu pendant de nombreuses années par la plupart des phytosociologues. Mais BALATOVA-TULACKOVA (1963) puis KRAUSCH (1964) s'appuyant sur des critères floristiques et écologiques, dénoncèrent dans leurs travaux cette association et en revinrent à rapporter les groupements à *Carex rostrata* et *Carex vesicaria* à deux associations trop longtemps ignorées : le *Caricetum rostratae* Rübél 1912 et le *Caricetum vesicariae* Nowinski 1927. Les rares végétations à *Carex rostrata* de la dition se rapportent au *Caricetum rostratae* dont on peut distinguer une forme eutrophe sur tourbe alcaline épaisse (vallée de la Sensée, Marais d'Arleux, rel. 1 et 2), et une forme oligotrophe sur substrat tourbeux acide, de faible épaisseur résultant d'une acidification superficielle de tourbe alcaline (vallée de la Somme, la Chaussée-Tirancourt, rel. 3). La forme eutrophe correspond aux végétations à *Carex rostrata* de plaine de FELZINES (1982), aux populations à *Carex rostrata* des marais-arrière-littoraux de WATTEZ (1968), à la sous-association typique du *Caricetum rostratae* de PASSARGE (1964), variantes à *Nymphaea alba* (rel. 1) et à *Ranunculus lingua* (rel. 2), ou encore à la forme type de la même association décrite par POTT (1980) en Westphalie. La forme oligotrophe est proche de la forme submontagnarde énoncée par FELZINES de la sous-association à *Sphagnum recurvum* de KRAUSCH, de WIEGLEB, mais aussi de la sous-association à *Juncus bulbosus*, riche en sphaignes, de POTT.

Cette association est aussi connue en Allemagne de TUXEN (1974, 1975), RUNGE (1973), PASSARGE (1978) ; en Espagne, de RIVAS-MARTINEZ (1974) ; en Pologne, de PODBIELKOWSKI (1970), MATUSKIEWICZ (1980) ; en Suède de MAKIRINTA (1978) ; en Tchécoslovaquie de BALATOVA-TULACKOVA (1963) et en France dans le Limousin de CHOUARD (1924) et BRUNERYE (1962), dans le bassin de la Sambre de GEHU (1961), dans la Plaine alluviale picarde de WATTEZ (1968). Plusieurs espèces, très rares au plan national (N) ou régional (R) participent à la flore de l'association : *Carex rostrata* (R), *Ranunculus lingua* (N), *Sphagnum squarrosum* (R), *Sphagnum subniveus* (N), *Sphagnum fimbriatum* (R), *Galium boreale* (R), *Juncus acutiflorus* (R). Pour cette raison, les stations à *Caricetum rostratae* méritent une attention toute particulière et doivent être préservées.

21 * L'association à *Carex riparia* Curt. et *Carex acutiformis* Ehrh.
.....
Caricetum ripario-acutiformis Kobendza 1930 (tableau 63)

Les végétations à laîche des rives et laîche des marais sont très communes dans le nord-ouest de la France. Elles prospèrent le long des rivières, des canaux, des bords d'étangs, dans les fossés, les marais prairiales... Nous les rapporterons à une association décrite initialement en Pologne en 1930 par KOBENDZA : le *Caricetum ripario-acutiformis*. Cette association pose problème. En effet, elle est reconnue par plusieurs phytosociologues comme FUKAREK (1961), KRAUSCH (1964), GEHU (1973), NEDELCO (1973), WIEGLEB (1977) et PASSARGE (1978) -ce dernier adoptant en fait une association très voisine : le *Caricetum acutiformi-ripariae* Soó (1927) 1930- mais est réfutée par de nombreux autres : PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), TUXEN (1975), ZAHLHEIMER (1979), OBERDORFER (1979), MATUSKIEWICZ (1980), FELZINES (1982)... Ceux-ci, s'appuyant pour la plupart sur les travaux de synthèse sur la classe des *Phragmitetea* BALATOVA-TULACKOVA (1963), considèrent en effet l'existence de deux associations distinctes qui correspondent aux deux types de cariçaies dominées par chacune des deux laîches : le *Caricetum ripariae* Soó 1928 (proche du *Caricetum ripariae* Knapp et Stoffers 1962) et le

Caricetum acutiformis Sauer 1937 (ou simplement groupement à *Carex acutiformis* Sauer 1937). Certains, plus rares il est vrai, comme WATTEZ (1968) assimilent ces deux cariçaies à des faciès du *Caricetum gracilis* Tüxen 1937. Nous suivrons en fait KRAUSCH (1964) qui dans son étude sur les groupements végétaux du lac de Stechlin, démontre l'existence du *Caricetum ripario-acutiformis* Kobendza 1930. De son tableau de synthèse réalisé à l'aide des relevés de trente-et-un auteurs de l'Europe occidentale et orientale ressortent les faciès à *Carex acutiformis* et à *Carex riparia* (dans lesquels figure une seule des caractéristiques) mais aussi la forme normale où coexistent les deux *Carex*. Au lac de Stechlin KRAUSCH différencie une sous-association à *Hydrocharis morsus-ranae* avec une variante typique et une variante à *Thelypteris palustris*, une sous-association typique et une sous-association à *Ranunculus repens* avec une variante à *Cirsium oleraceum* et une variante à *Sphagnum recurvum*. Dans le Harz, WIEGLEB distingue trois variantes : une première à *Equisetum palustre* (riches en espèces des prairies humides, une seconde à *Phalaris arundinacea*, *Galium aparine*, *Impatiens noli-tangere* (espèces de l'*Alno-Padion*) et une troisième typique (endroits les plus humides). Notre tableau (62) de l'association élaboré à partir de 109 relevés, comporte outre les 2 espèces caractéristiques, 13 caractéristiques (*Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Scutellaria galericulata*, *Carex paniculata*, *Iris pseudacorus*, *Peucedanum palustre*, *Polygonum amphibium* fo. *terrestre*...) et 3 différentielles (*Lysimachia vulgaris*, *Lathyrus palustris*, *Mentha aquatica*) du *Magnocaricion*, 22 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Sparganium erectum*...) et 72 espèces compagnes. Nous avons mis en évidence une sous-association à *Glyceria maxima*, *Rorippa amphibia*, *Myosotis scorpioides* dans les eaux les plus eutrophes, parfois faiblement courantes, pouvant être polluées en matières minérales (Na , Cl , SO_4 , NO_3) et organiques, sur substrat vaseux (rel. 1 à 37), une sous-association typique dans les eaux eutrophes sur sol alluvionnaire minéral (rel. 38 à 77), une sous-association à *Phalaris arundinacea* dans les eaux eutrophes, faiblement courantes, présentant des variations importantes et rapides de niveau (0,40 m), sur sol minéral (rel. 78 à 100), une sous-association à *Thelypteris palustris* sur substrat tourbeux (rel. 101 à 109). Chaque sous-association peut apparaître au niveau d'un faciès à *Carex riparia* (hauteur d'eau 0,20 m à 0,40 m en période vernale, sols les moins riches), à *Carex acutiformis* hauteur d'eau 0,05 m à 0,30 m en période estivale, sols les plus riches) et au niveau de la forme type (profondeur d'eau 0,20 m à 0,30 m en période vernale, sols alluvionnaires le plus souvent). Les faciès à *Carex riparia* de ce groupement sont pour nous écologiquement différents du *Caricetum ripariae* Soó 1928 que nous détaillerons ultérieurement.

L'association sous sa forme typique a son optimum dans les eaux eutrophes, souvent bien minéralisées, sur les alluvions riches en débris organiques. Selon FELZINES qui réfute l'existence du *Caricetum ripario-acutiformis*, les groupements à *Carex riparia*, héliophiles et calcicoles, et à *Carex acutiformis*, plus sciaphiles, sont vicariants. Tandis que WIEGLEB, qui le reconnaît, les considère comme des vestiges isolés d'aulnaies de l'*Alnion glutinosae* (ce que nous avons également parfois remarqué).

La présence de *Carex paniculata*, *Peucedanum palustre*, *Cicuta virosa*, *Carex pseudocyperus*, permet d'insérer cette association dans le *Caricenion rostratae* Bálátová-Tulácková 1963 (sous-alliance du *Magnocaricion elatae*).

L'association, forme typique et cariçaies à *Carex riparia* et à *C. acutiformis*, assimilables à ses faciès liés à des facteurs édaphiques différents, est connue en France de WATTEZ (1968) dans la Plaine alluviale picarde, de LERICQ (1965) dans le bassin de l'Escaut, de DECORNET (1979), MERIAUX et FLEURENTIN (1981) et MERIAUX (1981) en Lorraine, de BOURNERIAS et coll. (1978) dans le Laonnois et le Vermandois ; elle l'est également dans la plupart des pays d'Europe (KRAUSCH 1964).

L'association constitue une bonne frayère pour des espèces halieutiques comme le rotengle et le gardon. Elle joue d'autre part un rôle important dans la fixation et la protection des berges des étangs, rivières et canaux.

22* L'association à *Cicuta virosa* L. et *Carex pseudocyperus* L.

.....
Cicuto-Caricetum pseudocyperis Boer et Sissingh 1942 (tableau 64)

Elle est très rare dans notre région où elle existe dans quelques étangs des vallées de la Somme (Feuillères) et de la Sensée (Arleux, Wasnes-au-Bac, Palluel), mais aussi des étangs d'affaissements miniers (étang du Prussien à Raismes et étangs de Fresnes-sur-Escaut, ces derniers ayant subi de profondes modifications à la suite de la mise au grand gabarit de l'Escaut). La rareté de cette association est fonction de celle de ses caractéristiques, en particulier *Cicuta virosa* connue seulement en quelques stations dans la dition (carte de distribution 4) et absente dans les étangs d'affaissements miniers.

Sa composition floristique se présente comme suit (tableau 64) : les 2 caractéristiques d'association *Carex pseudocyperus* (rel. 1 à 12) et *Cicuta virosa* (rel. 8 à 12), 1 différentielle d'association : *Rumex hydrolapathum* (rel. 4 à 12), 9 différentielles (espèces des *Bidentetea* dont *Rumex palustris*, *Chenopodium rubrum*, *Rumex maritimus* ...) de stade (jeune) sur vases molles (rel. 3 à 8), 1 différentielle (*Hydrocharis morsus-ranae* de stade (évoluée) des radeaux flottants (rel. 9 à 12), 1 différentielle (*Juncus effusus*) de variante traduisant des variations importantes et rapides de niveau d'eau, (rel. 7 et 8), 10 caractéristiques (*Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Galium palustre* subsp. *elongatum* ...) et 1 différentielle (*Mentha aquatica*) d'alliance (*Magnocaricion elatae*) 16 espèces des unités supérieures (*Phragmitetalia* et *Phragmitetea*) parmi lesquelles *Lycopus europaeus*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*, *Oenanthe aquatica*, *Sium latifolium* ..., 21 espèces compagnes.

Plusieurs variations de cette association ont été décrites :

- VAN DONSELAAR (1961) différencie une sous-association typique dans les eaux eutrophes stagnantes ou en marge des eaux courantes et une sous-association à *Comarum palustre* dans les eaux stagnantes mésotrophes ;
- WESTHOFF et DEN HELD (1969) mettent en relief des sous associations à *Carex paniculata*, *Thelypteris palustris* et *Comarum palustre* ;
- TUXEN (1974) distingue dans la tourbière de Lahrer trois formes, une première à *Acorus calamus*, une seconde à *Salix cinerea*, *Stachys palustris* et *Ranunculus lingua*, une troisième à *Sphagnum squarrosum* ;
- REICHHOFF (1974-1975) dégage une sous-association à *Thelypteris palustris* ;
- PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977) constate l'existence d'une forme eutrophe à *Rumex hydrolapathum* et d'une autre mésotrophe à *Lysimachia thyrsiflora*, *Peucedanum palustre* et *Calla palustris*).

Ces variations sont essentiellement liées au degré de trophie des eaux et du substrat.

La position systématique du *Cicuto-Caricetum pseudocyperis* est incertaine. Initialement, BOER (1942) l'a inséré dans le *Phragmition* W. Koch 1926, mais TUXEN et PREISING (1951) l'ont rattaché au *Magnocaricion* W. Koch 1926, suivis en cela par la plupart des auteurs comme BALATOVA-TULACKOVA (1963).

KRAUSCH (1964), WATTEZ (1968), POBBIELKOWSKI (1970), RUNGE (1973), WIEGLEB (1977), ELLENBERG (1979), MATUSKIEWICZ (1980). Mais VON DONSELAAR (1961) montre qu'il n'existe aucune argumentation satisfaisante permettant ce transfert d'une alliance à une autre, et qu'au contraire, le dynamisme (l'association se situe entre l'*Hydrochareto-Stratiotetum* et le *Caricetum acutiformo-paniculatae*) plaide en faveur d'une appartenance au *Phragmition*, comme le feront après lui HILBIG (1971), PHILIPPI (1973), OBERDORFER (1979). Néanmoins, la composition floristique de nos individus d'associations (en particulier la présence de nombreuses espèces de *Carex*) leur structure et leur localisation dans les milieux, nous incitent à admettre la position de PREISING et TUXEN et à rapporter le *Cicuto-Caricetum pseudocyperi* au *Magnocaricion*. Signalons enore que d'autres auteurs comme WESTHOFF et DEN HELD (1969) et PASSARGE (1978) ont une position originale et le placent dans le *Cicution virosae* Hejny 1960 (*Phragmitetalia*).

WATTEZ (1968) localise l'association sur des sols argilo-limoneux ou tourbeux, dans des eaux eutrophes, parfois saumâtres. PHILIPPI (1974) la précise à la limite des eaux libres, sur fond moyennement riche en calcaire, deux formes étant possible : l'une eutrophe (avec *Rumex hydrolapathum*), l'autre mésotrophe (avec *Calla palustris*). Nous l'avons observée sur sols alluvionnaires argilo-limoneux et tourbeux recouverts d'une épaisse couche de vase (stade jeune) ou tourbeux, imbibés d'eau (stade évolué avec radeaux flottants), dans des eaux eutrophes calciques, ce qui correspond en partie aux données des autres auteurs.

Le *Cicuto-Caricetum pseudocyperi* se rencontre en France, en Allemagne, en Pologne, aux Pays-Bas, en Tchécoslovaquie, en Belgique, mais dans chacun de ces pays, il est rare et mérite donc d'être protégé dans nos régions.

23 * Le groupement à *Juncus obtusiflorus* Ehrh ex Hoffmann

 (= *Juncus subnodulosus* Schrank) Jeschke 1959 (tableau 65)

Il est très rare dans la dition où il n'a été relevé que dans un étang de la vallée de la Sensée (Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin) et dans quelques étangs de la vallée de la Somme (Mareuil-Caubert, Long...)

Outre la caractéristique *Juncus obtusiflorus*, le groupement comporte 2 espèces du *Magnocaricion*, 11 espèces des *Phragmitetalia* et *Phragmitetea*, 13 espèces compagnes (dont 4 des *Charetea* et 3 des *Potametea*).

PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), l'un des rares auteurs à l'avoir décrit, la localise sur des sols riches en calcaires, des sols limoneux à anmoor, au niveau des sources (comme l'a montré KORNECK en 1963). Nous l'avons identifié sur substrat minéral (craie) dans des eaux méso-eutrophes à eutrophes hydrogénocarbonatées, peu profondes (0,30 m) au niveau ou à proximité des sources infra-aquatiques (émergence de la nappe de la craie).

Comme PHILIPPI en 1974, nous rattacherons ce groupement au *Magnocaricion* (toutefois ce même auteur en 1973 dans son étude des groupements de roselières du cours supérieur du Rhin le place dans le *Phragmition*, KRAUSCH en 1964 fait de même).

24 * L'association à *Carex gracilis* Curt.(=*Carex acuta* L.)

Caricetum gracilis (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937 em.

et le groupement à *Carex disticha* Huds. (Nowinski 1928) Jonas 1933

 (tableau 66)

Le groupement à *Carex disticha* est élevé au rang d'association par SOO' (1955) ainsi que par NOWINSKI (1928) et JONAS (1933), mais, pour nous,

ce groupement n'est qu'un stade prairial du *Caricetum gracilis* et nous avons donc inclus son étude dans celle de l'association à *Carex gracilis*.

Nous avons localisé l'association type avec la caractéristique *Carex gracilis* essentiellement dans le secteur oriental du territoire prospecté, en marge de quelques étangs d'affaissements situés dans les vallées de l'Escaut, de la Hayne et de l'Hogneau. Déjà, dans la dition, GEHU en 1961 dans le bassin de la Sambre et LERICQ en 1965 dans celui de l'Escaut l'avaient également relevé. Les stades prairiaux se remarquent bien au delà de ce secteur. dans la Plaine alluviale picarde (WATTEZ 1968, cariçaie à *Carex disticha*) et dans la vallée de la Somme au niveau de quelques marais en voie d'assèchement (Marais des Falises à Camon).

L'association (tableau 66) comporte 3 caractéristiques d'association *Carex gracilis*, *Carex disticha* et *Polygonum amphibium* fo. *terrestre*, 6 différentielles de 2 sous-associations, 5 caractéristiques (*Carex riparia*, *Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Iris pseudacorus*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*) et 1 différentielle (*Mentha aquatica*) d'alliance (*Magnocaricion elatae*), 13 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* (*Phalaris arundinacea*, *Oenanthe aquatica*, *Lycopus europaeus*...) et 61 espèces compagnes.

Nous avons distingué :

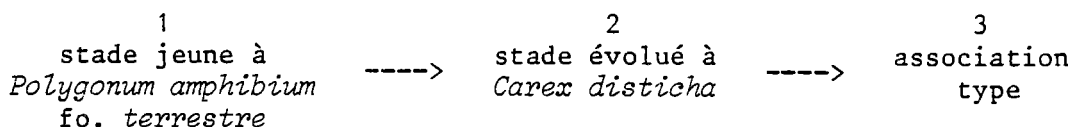
. trois stades

- un stade jeune à *Polygonum amphibium* fo. *terrestre* (rel. 1 à 4) où cette espèce forme facies ;
- un stade plus évolué à *Carex disticha* (rel. 5 à 19) sur substrat plus sec que celui de l'association type, où peuvent cohabiter la renouée amphibie et la laïche distique, cette dernière formant facies -ce stade correspond au groupement à *Carex disticha* (Nowinski 1928) Jonas 1933- ;
- l'association type (rel. 20 à 39) avec *Carex gracilis*, dans laquelle on peut retrouver les deux autres caractéristiques.

. trois sous-associations se repercutant sur chaque stade

- une sous-association à *Rorippa amphibia* et *Lythrum salicaria* (rel. 1, 5 à 10, 20 à 25) sur substrat alluvial limoneux, argileux, rarement tourbeux, recouvert par une couche de vase parfois épaisse, baigné par des eaux eutrophes, souvent très minéralisées, pendant un temps assez long (supérieur à 6 mois) ;
- une sous-association typique (rel. 2 à 4, 11 à 16, 26 à 30) sur substrat alluvial inondé par des eaux eutrophes pendant un temps assez long (supérieur à 6 mois) ;
- une sous-association à *Symphytum officinale*, *Stachys palustris*, *Cardamine pratensis*, *Thalictrum flavum* (rel. 17 à 19, 31 à 39).

Les stades mis en évidence sont ceux observés lors de la formation de dépressions inondables ou d'étangs liés aux affaissements ; ils correspondent en ce sens à une évolution régressive :



Mais le mécanisme inverse : association type ----> stade à *Carex disticha* s'observe en cas d'évolution progressive comme c'est le cas dans le bassin de la Sambre où GEHU (1961) analysant le *Caricetum* se rallie à l'opinion de DUVIGNEAUD (1958) et dégage une variante typique (avec deux différentielles locales *Lychnis flos-cuculi* et *Cardamine pratensis*) et une variante à *Carex disticha*. Celle-ci représentée par les cariçaies à laîche distique, traduit un assèchement du substrat par rapport à la variante type. Dans le cas d'évolution progressive, nous opterons pour le terme de stade évolué vers l'atterrissement plutôt que celui de variante.

Notre sous-association à *Cardamine pratensis* était déjà connue de TUXEN (1975) et de ZAHLHEIMER (1979). Cet auteur, qui a étudié de façon très détaillée le *Caricetum gracilis* dans la vallée du Danube, utilise les mêmes différentielles que les nôtres, à savoir *Cardamine pratensis*, *Symphytum officinale*, *Stachys palustris* et *Thalictrum flavum*. Mais il dégage aussi pour cette association une variante à *Rorippa amphibia* et une autre à *Filipendula ulmaria* avec, pour chacune, différents facies et formes, et pour la sous-association typique, une variante typique et une variante à *Agrostis stolonifera* avec également plusieurs formes et facies, (sous-associations, variantes, facies et formes, traduisant des variations au niveau des facteurs édaphiques, et des durées des périodes d'inondation des sols qui portent ces cariçaies). Cependant, ZAHLHEIMER rapporte les cariçaies à laîche distique au *Caricetum distichae* Soč 1955.

D'autres phytosociologues distinguent également deux associations autonomes :

- RUNGE (1973) : le *Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937 et le *Caricetum distichae* (Steffen 1931) Soč 1955 ;

- BALATOVA-TULACKOVA et HÜBL (1974) et MATUSKIEWICZ (1980) : le *Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937 et le *Caricetum distichae* Jonas 1933 ;

- PASSARGE (1978) : le *Caricetum gracilis* Almquist 1929 et le *Caricetum distichae* Nowinski 1928 ;

- WIEGLEB (1977) : le *Caricetum gracilis* et un groupement autonome à *Carex disticha* ;

Ce dernier, dans le Harz, assimile plutôt le *Caricetum gracilis* au *Caricetum acuto-vesicariae* décrit par KOCH (1926) et modifié par WESTHOFF (1949). Cette association est reprise aux Pays-Bas par VAN DONSELAAR (1961) et WESTHOFF et DEN HELD (1969).

Certains ne reconnaissent que le *Caricetum gracilis*. Il en est ainsi de TUXEN (1937, 1975) qui fait de *Carex disticha* une caractéristique de l'association, FELZINES (1982) qui distingue par ailleurs une sous-association typique, une à *Ealium palustre* (secteurs les plus secs), et une à *Phalaris arundinacea* (stade final de l'association) et PEDROTTI (à paraître) retrouvant lui aussi le *Caricetum gracilis phalaridetosum*.

L'écologie de l'association est précisée par GEHU (1961), KAPP et SELL (1962), BALATOVA-TULACKOVA et HÜBL (1974)-qui analysent le sol de l'association jusqu'à une profondeur de 35 cm-, PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977), DECORNET (1978) et FELZINES (1982).

Ainsi, KAPP et SCHAEFER la considèrent comme une association de marécage prairial sur sol eutrophe, tourbeux, à anmoor et hydromull calcique, toujours humide, inondé à la fin de l'hiver. GEHU la situe sur les sols "à horizon de gley surmonté d'une couche plus ou moins épaisse de débris organiques du type anmoor" (dont il fait une description précise). FELZINES la localise en bordure des étangs mésotrophiques à substrat sablonneux ou argileux et en fait une association à caractère mésothermophile.

Les observations portant sur le stade évolué à *Carex gracilis* concordent dans l'ensemble avec les données de ces auteurs. Indiquons encore que WATTEZ (1968) note le groupement à *Carex disticha* de la Plaine alluviale picarde, qu'il assimile à un faciès du *Caricetum gracilis* sur des eaux généralement eutrophes, riches en sels biogènes ce qui correspond bien avec l'écologie de notre stade à *Carex disticha*.

Le *Caricetum gracilis* a une répartition médio-européenne. En France, où il existe dans le Bassin de la Sambre (GEHU 1961) et de l'Escaut (LERICQ 1965), en Lorraine (DUVIGNEAUD 1958, DANGIEN et DECORNET 1977, DECORNET 1979, MERIAUX et FLEURENTIN 1981), en Alsace (KAPP et SCHAEFER 1962, RASTETTER 1963), dans le Massif Central et dans le Morvan (FELZINES 1982), en Franche-Comté (BARBE 1975) ; il est rare dans l'ouest où il ne semble présent que dans les Pays de la Loire (GADECEAU 1909), et dans le Perche (LEMEE 1937). Il est aussi connu en Allemagne de HILBIG (1971) dans le sud-est, de OBERDORFER et coll. (1977) dans le sud, de WIEGLEB (1977) dans le Harz, de ZAHLHEIMER (1979) dans la vallée du Danube, de POTT (1980) en Westphalie, de BURRICHTER et coll. (1980) dans la vallée de l'Ems, de FREITAG, MARKUS et SCHWIPPL (1958) dans la vallée de l'Oder, de PASSARGE (1978) dans le nord-est du pays ; en Italie de PIGNATTI (1953) dans la plaine de Vénétie, de PEDROTTI (à paraître) dans les Apennins ; en Pologne de MATUSKIEWICZ (1980), de DENISIUK (1978), de POKBIELKOWSKI (1970) dans la cuvette de Mazowsze ; en Roumanie de GRIGORE et COSTE (1978) ; en Belgique de SOUGNEZ (1955) ; en Tchécoslovaquie de BALATOVA-TULACKOVA (1963) ; en Autriche de BALATOVA-TULACKOVA et HUBL (1974) dans les vallées des fleuves Thaya, March et Danube ; en Espagne de RIVAS-MARTINEZ (1974)-sous le nom de *Galio-Caricetum gracilis*-; aux Pays-Bas, de VAN DONSELLAR (1961) et de WESTHOFF et DEN HELD (1961) sous le nom de *Caricetum acuto-vesicariae*. Il semble absent des pays scandinaves.

Le groupement à *Carex disticha* a une répartition plus large, ainsi il est bien développé à proximité du littoral où il est mentionné par GEHU et WATTEZ (1965) et WATTEZ (1966) dans la Plaine alluviale picarde ; nous l'avons aussi noté dans l'Amiénois.

25 * L'association à *Carex vulpina* L.
.....
Caricetum vulpinae Nowinski 1927

Elle n'existe dans la dition que dans la vallée de la Sambre où GEHU (1961) l'a relevée. L'auteur, dans son travail sur "les groupements végétaux de la Sambre française" -auquel nous demanderons au lecteur de bien se reporter- fait de la cariçaie à *Carex vulpina* une variante eutrophe (stade d'évolution vers la prairie à *Bromus racemosus*) du *Caricetum gracilis*. Toutefois, dans sa liste des principales unités syntaxonomiques du Nord de la France (1973), il la rapporte au *Caricetum vulpinae* Nowinski 1928, -association du *Caricetum gracilis* proche du *Caricetum vulpinae* Tüxen 1947-, reconnue par la plupart des phytosociologues (TUXEN 1975, OBERDORFER 1979, BALATOVA-TULACKOVA 1963, PASSARGE 1978 ...).

26 * L'association à *Carex vesicaria* L.
.....
Caricetum vesicariae Braun-Blanquet et Denis 1926

GEHU (1961) dans le bassin de la Sambre, LERICQ (1965), dans celui de l'Escaut, WATTEZ (1968) dans la Plaine alluviale picarde (une seule station), ont relevé cette cariçaie à laîche vésiculeuse qu'ils considèrent comme "rare" dans la région. La rareté de l'association est étroitement liée à celle de sa caractéristique *Carex vesicaria* (en nette régression dans le nord-ouest de la France, MERIAUX 1981), et nous ne l'avons découverte qu'en un seul point de la dition, un étang d'affaissement minier sur sables landéniens, baigné par une eau méso-eutrophe, faiblement acide, enrichie en

matières humiques. Nous y avons effectué le relevé suivant : surface 3 m², recouvrement 90 %, hauteur 0,40 m, caractéristique d'association : *Carex vesicaria* 4; caractéristiques du *Magnocaricion* : *Scutellaria galericulata* 2, *Galium palustre* subsp. *elongatum* +; différentielle du *Magnocaricion* : *Lysimachia vulgaris* +; espèces compagnes : *Glechoma hederacea* 1, *Agrostis stolonifera* 1, *Cirsium palustre* +, *Carex elongata* r°, *Juncus effusus* +°. Nous le rapporterons au *Caricetum vesicariae* Braun-Blanquet et Denis 1926, association de distribution médio-européenne signalée en France (GAUME 1924, LEMEE 1937, GEHU 1973, FELZINES 1982), en Allemagne (KRAUSCH 1964, OBERDORFER 1979, RUNGE 1973, PASSARGE 1978, POTT 1980, ZAHLHEIMER 1979, TUXEN 1975), en Pologne (PODBIELKOWSKI 1970, DENISIUK 1978, MATUSKIEWICZ, 1980), en Italie (PEDROTTI, à paraître), en Tchécoslovaquie (BALATOVA-TULACKOVA 1963), en Autriche, (BALATOVA-TULACKOVA et HUBL 1974) ...

La rareté de cette association incite à préserver les stations connues et ses biotopes potentiels menacés par le drainage (vallée de la Sambre et de l'Escaut).

27 * L'association à *Carex riparia* Curt.

.....
Caricetum ripariae Soó 1928 (tableau 67)

Dans l'étude consacrée à l'association à *Carex riparia* et *C. acutiformis* (22), nous avons indiqué que de nombreux auteurs reconnaissaient un *Caricetum ripariae* Soó 1928 et un *Caricetum acutiformis* Sauer 1937 ; certains phytosociologiques dont nous faisons partie, s'appuyant sur des considérations synfloristiques et synécologiques, distinguent un *Caricetum ripario-acutiformis* Kobendza 1930 (sous-alliance du *Caricenion rostratae* Bálátövä-Tuláckövä 1960, cariçaies des tourbières alcalines) et un *Caricetum ripariae* Soó 1928 (alliance du *Caricenion gracilis* (Géhu 1961) Bálátövä-Tuláckövä 1963, cariçaies prairiales mésotrophes et eutrophes). Nous avons ainsi noté le *Caricetum ripariae* (non Knapp et Stoffers 1962, mais proche du *Caricetum ripariae* Janowski 1962) dans les secteurs prairiaux du Marais de Guînes (Plaine alluviale flamande), le Marais des Falises à Camon (vallée de la Somme), et sur les marges de quelques étangs d'affaissements miniers, étangs de Fresnes et de Condé-sur-l'Escaut (vallée de l'Escaut).

Outre la caractéristique, *Carex riparia*, le *Caricetum ripariae* (tableau 67) comporte 4 différentielles d'association, 7 caractéristiques d'alliance (*Magnocaricion*- parmi lesquelles *Carex disticha*, *Polygonum amphibium* fo. *terrestre*, *Oenanthe fistulosa*, *Carex gracilis* jouent le rôle de différentielles d'association-), 3 différentielles d'alliance, *Mentha aquatica*, *Lysimachia vulgaris* et *Lathyrus palustris*, 7 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* dont *Myosotis scorpiodes* et *Phragmites australis*, 14 espèces compagnes. Nous avons distingué une sous-association type sur substrat tourbeux, plus rarement argilo-limoneux, inondé périodiquement par des eaux mésotrophes à eutrophes (rel. 1 à 3) et une sous-association différenciée par *Phalaris arundinacea*, *Symphytum officinale*, *Calystegia sepium* également sur substrat tourbeux, enrichi en nitrates, exondé pendant des périodes beaucoup plus longues (rel. 4 à 7). Cette cariçaie prairiale est citée dans le Bassin de la Sambre (GEHU 1961), le Pays de Bray (FRILEUX 1977), la vallée de l'Oise (BOURNERIAS et coll. 1978), et celle de la Meuse (DUVIGNEAUD 1958). Elle est indiquée en Pologne (SOÓ 1928, MATUSKIEWICZ 1980), en Allemagne (REICHHOFF et HILBIG 1974-1975, TUXEN 1975) en Autriche (BALATOVA-TULACKOVA et HUBL 1974), en Tchécoslovaquie (BALATOVA-TULACKOVA 1963).

Lorsque cette cariçaie est paturée par les bovins, la microtopographie créée favorise l'installation des espèces de l'*Agropyro-Rumicion* (*Agrostis stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *Rumex crispus*).

Les peuplements à *Iris pseudacorus* sont mentionnés par WATTEZ (1968) le long des fossés et sur le bord de mares dans la Plaine alluviale picarde et par PHILIPPI (1973) en marge de petits ruisseaux, au débit lent et très pollués, dans le cours supérieur du Rhin. Nous les avons, nous-aussi, remarqués sur les berges de quelques étangs d'affaissements miniers. En fait, ils existent assez couramment dans les biotopes aquatiques, mais n'appartiennent à aucune phytocoenose précise -bien qu'EGGLER (1933 in PAUN 1966) les ait érigé en association, l'*Iridetum pseudacori-*, et ils sont ignorés par les auteurs. Ils correspondent pour nous à des groupements de dégradation nés de l'action de l'homme (pollutions, faucardage) ou des animaux, sur des associations du *Magnocaricion* (*Caricetum ripario-acutiformis*, *Caricetum vesicariae*, ...).

29 * L'association à *Phalaris arundinacea* L.
.....
Phalaridetum arundinaceae Libbert 1931

Son étude est réalisée dans un travail sur le "*Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinacea* L." présenté au Xe Colloque phytosociologique de Lille axé sur "les végétations aquatiques et amphibies". Elle figure en annexe dans le mémoire réunissant nos publications.

30 * L'association à *Rorippa islandica* (Oeder ex. Murray) Borbas et
.....
Phalaris arundinacea L.
.....
Rorippo-Phalaridetum arundinaceae Kopecky 1961

Son étude figure également dans le travail intitulé : "le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinacea* L." et placé en annexe dans le mémoire rassemblant nos publications.

31 * Le groupement à *Mentha aquatica* L.
.....

Il se remarque sur les marges de quelques rivières de l'Artois et les rives de plusieurs étangs récents présentant d'importantes variations estivales de niveau d'eau.

32 * L'association à *Glyceria fluitans* (L.) R. Brown
.....
Glycerietum fluitantis Wilzek 1935 (tableau 69)

En 1935, WILZEK a érigé les végétations ripuaires à glycérie flottante en association autonome, le *Glycerietum fluitantis*, association qui est reconnue par PHILIPPI (1973), OBERDORFER (1979), FELZINES (1982), mais considérée comme un simple facies ou une sous-association du *Sparganio-Glycerietum fluitantis* Braun-Blanquet 1925 par de nombreux autres phytosociologues comme TUXEN (1937 et 1975), PIGNATTI (1953), KRAUSCH (1964), WESTHOFF et DEN HELD (1969), RUNGE (1973), GEHU (1973), PASSARGE (1978), MATUSKIEWICZ (1980)... La composition floristique et l'écologie du groupement à *Glyceria fluitans* nous amènent à opter pour l'association de WILZEK, *Sparganium erectum* subsp. *neglectum* n'étant pas pour nous une bonne caractéristique d'association en raison de sa rareté et des différences écologiques avec *Glyceria fluitans* déjà notées par PHILIPPI (1973). Il faut encore indiquer que KOCH (1926) décrit aussi un *Glycerio-Sparganietum neglecti*, mais différent du *Sparganio-Glycerietum fluitantis* Braun-Blanquet 1925, considéré par PHILIPPI (1973) comme une association de substitution de groupements du *Phragmition*, et rangé d'ailleurs par PHILIPPI (1974 in OBERDORFER 1977) et POTT (1980) dans cette alliance.

Dans la dition, l'association à *Glyceria fluitans* se rencontre au niveau des sources infra-aquatiques des mares prairiales de l'Avesnois et de la Thiérache, dans les watergangs de la Plaine maritime flamande et le long des rivières de l'Artois (Canche, Lys, Aa, Authie) où elle acquiert son plein développement en période estivale.

Elle comporte en sus de l'espèce caractéristique, *Glyceria fluitans*, qui assure le rôle physionomique majeur, 2 différentielles de sous-associations (*Glyceria declinata* et *Veronica beccabunga*), 5 caractéristiques du *Sparganio-Glycerion* (*Myosotis scorpioides*, *Nasturtium officinale*, *Sparganium erectum* var. *neglectum*, *Apium nodiflorum* et *Veronica anagallis-aquatica*), 5 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea* (*Galium palustre*, *Alisma plantago-aquatica*, *Sparganium erectum*, *Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Phalaris arundinacea*) et 17 espèces compagnes.

Des variations de composition floristique ont été enregistrées, elles traduisent l'existence de sous-associations liées à la composition physico-chimique des eaux, à la nature du substrat et à l'existence ou non d'un courant :

- sous-association acidophile de caractère oligotrophe à *Glyceria declinata** sur des substrats et dans les eaux de pH acide (rel. 1 à 3) ;

- sous-association typique dans les eaux eutrophes faiblement courantes, parfois polluées en matières organiques et minérales, sur substrat limoneux (rel. 4 à 12) ;

- sous-association de caractère calcicole à *Veronica beccabunga* dans les eaux peu profondes, riches en hydrogénocarbonates, sur un substrat crayeux, masqué par une faible épaisseur de vase (rel. 13 à 14) .

D'autres auteurs précisent des variations du *Glycerietum fluitantis* (ou *Sparganio-Glycerietum fluitantis*), sous-associations, variantes ou formes :

- PASSARGE (1964) : une sous-association typique et une autre à *Phalaris arundinacea*, *Glyceria maxima*, *Rumex hydrolapathum*, *Iris pseudacorus* et *Sparganium erectum* avec des formes à *Juncus inflexus* et *J. effusus* ;

- TUXEN (1975) : une sous-association typique et une sous-association à *Nasturtium officinale* ;

- MAAS (1959) : une sous-association typique au niveau des sources et le long des ruisseaux, dans les fossés, une sous-association à *Bidens tripartita*, *B. cernuus*, *Polygonum hydropiper* et *Mimulus moschatus* et dans les ruisseaux étroits, une sous-association à *Ranunculus aquatilis*, *Potamogeton natans*, *Elodea canadensis* et *Ceratophyllum demersum* ;

- VAN DONSELAAR (1961) une sous-association à *Polygonum amphibium*, *Eleocharis palustris*, *Oenanthe aquatica*, *Rorippa amphibia* sur sol minéral, argileux, solide ou non, parfois boueux, dans les eaux "fraîches", eutrophes, d'une profondeur oscillant entre 0 et 0,80 m ;

- DETHIOUX (1980) une forme oligotrophe à *Carex rostrata*, *Ranunculus flammula*, *Epilobium palustre*, *Viola palustris*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Glyceria declinata*, une forme mésotrophe (proche du *Glycerietum plicatae*) ;

* Un faciès à *Glyceria declinata* de cette sous-association, sans *Glyceria fluitans* a été relevé à Flêtre (59) dans une mare prairiale le 12/5/78 : surface relevée : 2m², recouvrement : 60 %, hauteur de végétation : 0,40 m, *Glyceria declinata* 4, *Ranunculus aquatilis* 2, *Lemna minor* 3.

- WIEGLEB (1979) : une sous-association typique et une sous-association à *Juncus bulbosus*, *Ranunculus flammula*, *Agrostis canina* ;

- POTT (1980) : une forme typique dans les ruisseaux non curés, les eaux profondes de 0,20 m à 0,30 m, à *Alisma plantago-aquatica*, *Oenanthe fistulosa* et *Galium palustre* et un facies à *Sium erectum* ;

- DECORNET (1978) : une variante à *Oenanthe fistulosa*, *Rorippa amphibia*, *Veronica anagallis-aquatica* et *Ranunculus trichophyllus* dans les fossés curés aux eaux profondes (de 0,10 m à 0,30 m), une variante à *Sparganium emersum* le long des rivières dans les eaux peu profondes à l'étiage (0,10 m) et une variante à *Caltha palustris* dans les endroits exondés à l'étiage.

Fossés, marge des rivières et des ruisseaux, sources, sont les biotopes préférentiels de l'association qui se développe dans les eaux généralement eutrophes, peu profondes, faiblement courantes, voire stagnantes, sur des substrats argileux, limoneux, parfois vaseux, rarement crayeux. Les activités humaines, curage et faucardage, et celles du bétail, broutage et piétinement, favorisent le maintien de l'association et son extension. Des similitudes profondes existent avec l'écologie de l'association proposée par DECORNET (1979) en Lorraine.

Le groupement à *Glyceria fluitans* est très répandu. Il est signalé en France par ALLORGE (1922) dans le Vexin, JOVET (1949) dans le Valois, GEHU (1961) dans le Bassin de la Sambre et dans les ruisseaux de Thiérache (1973), FRILEUX (1977) dans le Pays de Bray, DECORNET (1979) et MERIAUX (1981) en Lorraine, FELZINES (1982) dans le centre-est du pays. Mais c'est en Allemagne qu'il apparait le plus connu et le plus étudié ; ainsi, il figure dans les travaux de KOCH (1926), VOLLMAR (1947), OBERDORFER et coll. (1967), KRAUSCH (1964), HILBIG (1970 et 1971), PHILIPPI (1973), RUNGE (1973), TUXEN (1975), PASSARGE (1964 et 1978), OBERDORFER (1979), WIEGLEB (1977 et 1979), POTT (1980). Il est aussi mentionné en Tchécoslovaquie (BALATOVA-TULACKOVA 1963), en Pologne (PODBIELKOWSKI 1970, MATUSKIEWICZ 1980), en Roumanie (NEDELICU 1973), aux Pays-Bas (MAAS 1957, WESTHOFF et DEN HELD 1969), en Belgique (DETHIOUX 1980)...

L'évolution de ce groupement peut s'effectuer vers les groupements des *Phragmitetea* (*Scirpo-Phragmitetum*, *Cariçetum gracilis*) ou des *Molinio-Arrhenatheretea* (*Cirsio-Filipenduletum*, groupements de l'*Agropyro-Rumicion*).

33 * L'association à *Glyceria plicata* (Fries) Fries
.....
Glycerietum plicatae (Kulcz. 1928) Oberdorfer 1954 (tableau 70)

Elle pose des problèmes de différents ordres :

1. Problèmes liés à la détermination de l'espèce caractéristique *Glyceria plicata* (Fries) Fries, longtemps incluse avec *Glyceria declinata* Bréb. et *Glyceria fluitans* (L.) R. Brown dans le groupe *Glyceria fluitans* (*sensu lato*). JUNGBLUT (1953) apporte à ce sujet des éclaircissements en réalisant une remarquable comparaison entre les caractères morphologiques des 4 espèces du genre *Glyceria*.

2. Problèmes d'ordre syntaxonomique : en effet, 4 associations ayant *Glyceria plicata* comme caractéristique figurent dans la littérature :

- le *Glycerietum plicatae* (Kulcz.) Oberdorfer 1954 ;

- le *Glycerietum nemoralis-plicatae* Kopecky 1972
- le *Scrophulario-Glycerietum plicatae* Oberdorfer (1952) Maas 1959
- le *Catabroso-Glycerietum plicatae* Braun-Blanquet 1948

La composition floristique du groupement à *Glyceria plicata* dans le nord-ouest de la France, nos observations effectuées sur ce même groupement en Lorraine, en Allemagne et en Autriche, l'examen des travaux (et en particulier des tableaux) de OBERDORFER (1954), MAAS (1959), PASSARGE (1964), KOPECKY (1972), WATTEZ (1968), PHILIPPI (1973), DETHIOUX (1980) nous amènent à rapporter ce groupement au *Glycerietum plicatae* (Kulcz.) Oberdorfer 1954, le *Glycerietum minoralis-plicatae*, n'étant qu'un vicariant géographique (Europe orientale) de cette association (PHILIPPI 1973). D'autre part, nous assimilons le *Catabroso-Glycerietum plicatae* au *Catabrosetum aquatica* Rübél 1912 absent de la dition, et le *Scrophulario-Glycerietum plicatae* à une sous-association à *Scrophularia alata* du *Glycerietum plicatae* (ruisseaux intra-forestiers des Ardennes).

L'association se développe au niveau des sources infra-aquatiques alimentant les étangs de la vallée de la Sensée, le long des rivières de l'Artois (Canche, Aa ...). Elle comporte, outre la caractéristique *Glyceria plicata*, 1 différentielle de sous-association (*Phalaris arundinacea*), 4 caractéristiques du *Sparganio-Glycerion* (*Sium erectum*, *Myosotis scorpioides*, *Glyceria fluitans*, *Nasturtium officinale* et *Veronica beccabunga*), 6 espèces des *Phragmitetalia* et *Phragmitetea* (mais aucune ne montre une présence élevée), 6 espèces compagnes (dont *Agrostis stolonifera* qui indique un contact fréquent des individus d'association avec les groupements de l'*Agropyro-Rumiclon*).

Son écologie est assez bien connue grâce aux travaux de OBERDORFER (1952), WATTEZ (1968), PHILIPPI (1973), DETHIOUX (1980). Ainsi OBERDORFER précise que *Glyceria plicata* croit le long des ruisseaux et des trous d'eau, en des sites où coule lentement une eau assez riche en bases et en matières organiques sur des sols limoneux, plutôt calcaires et humiques, et qu'elle est héliophile, indications que confirment les observations de WATTEZ dans le Pays de Montreuil. PHILIPPI, quant à lui, remarque les préférences de l'association pour les ruisseaux des pays calcaires, aux eaux eutrophes pouvant être polluées, et considère qu'elle est essentiellement d'origine anthropogène. Enfin, DETHIOUX la lie "aux ruisseaux et fossés peu profonds (10 cm à 30 cm), à eaux plutôt lentes (moins de 10 cm par seconde) et eutrophes, à pH relativement élevé (généralement supérieur à 6,7), dont le lit est peu encaissé (moins de 50 cm) et creusé dans des dépôts meubles d'origine alluviale. Le fond est plus souvent limono-vaseux, localement limono-sableux ou graveleux". Nous l'avons notée le long des rivières et à proximité des sources sur des substrats alluviaux limono-sableux, dans des eaux eutrophes hydrogénocarbonatées. La variante à *Phalaris arundinacea* correspond à des variations rapides du niveau des eaux où l'association se développe, à des substrats enrichis en nitrates pouvant être exondés pendant un temps assez long.

Le *Glycerietum plicatae* est signalé en France dans la Plaine maritime picarde (GEHU et WATTEZ 1965), en Artois (GEHU 1973), dans le Pays de Montreuil (WATTEZ 1969), dans les Mollières de Berck (DE FOUCAULT et WATTEZ 1982), en Belgique (DETHIOUX 1980), au Luxembourg (JUNGBLUT 1953), en Allemagne (OBERDORFER 1957 et 1979, ROCHOW 1951, PHILIPPI 1973, RUNGE 1973, PASSARGE 1978), en Pologne (MATUSKIEWICZ 1980), en Italie (PEDROTTI à paraître); tandis que le *Scrophulario-Glycerietum* est mentionné aux Pays-Bas (WESTHOFF et DEN HELD 1969) et le *Catabro-Glycerietum plicatae* en Roumanie (PAUN 1966, NEDELICU 1973).

Il se développe en contact avec les groupements de l'*Agropyro-Rumicion*, du *Cynosurion* constituant la végétation des prairies du Bas-Artois où s'écoule l'Aa, mais aussi des associations des *Bidentetea* (*Ranunculetum scelerati*) du *Magnocaricion* (*Caricetum ripario-acutiformis* *Glycerietum maximae*). L'évolution du groupement s'effectue le plus souvent vers les groupements de l'*Agropyro-Rumicion* (*Rumici-Alopecuretum geniculati*).

34 * L'association à *Apium nodiflorum* (L.) Lag.

.....
Apietum nodiflori Braun-Blanquet 1931 (tableau 71)

Elle se remarque principalement le long des rivières de l'Artois (Aa, Canche, Hem, Lys) et du Cambrésis (Béart, l'Hirondelle) dans les ruisseaux du Pays de Montreuil, elle est beaucoup plus rare dans le bassin houiller où elle n'apparaît qu'au niveau de quelques affluents d'étangs d'affaissements miniers (la Canarderie à St-Aybert, le Sarteau à Condé-sur-l'Escaut).

L'association est bien définie physionomiquement par la dominance de l'espèce caractéristique, *Apium nodiflorum*, qui peut même former des peuplements purs (rel. 1), elle comporte également 5 espèces du *Sparganio-Glycerion* (*Veronica anagallis-aquatica*, *Myosotis scorpioides*, *Sium erectum*, *Glyceria fluitans* et *Epilobium parviflorum*), 13 espèces compagnes (parmi lesquelles *Callitriche platycarpa* fo. *typica* et *Lemna minor* ont une présence élevée IV, III). Elle montre des variations liées à la qualité des eaux, à la vitesse du courant et à la nature du substrat, qui peuvent être élevées au rang de sous-associations et de variantes, plusieurs d'entre-elles l'ayant déjà été par WATTEZ (1975) dans son étude des peuplements d'*Apium nodiflorum* et de *Nasturtium* dans le Nord de la France :

- sous-association typique (rel. 1 à 11), cet optimum de l'hélosciadaie correspond, selon WATTEZ au débit et au courant (faible) les plus favorables au développement de l'espèce caractéristique : elle possède plusieurs variantes :

. variante typique (rel. 1 à 7) dans les milieux à eaux courantes n'excédant pas 2 m de large, cours supérieur des rivières (Aa et Lys), ruisseaux et fossés ; le faux-cresson y est remarquablement vigoureux ;

. variante à *Phalaris arundinacea* et *Epilobium hirsutum* (rel. 8), un enrichissement en nitrates du substrat et des variations rapides du niveau des eaux ;

. variante à *Agrostis stolonifera* (rel. 9 à 11) marquant un atterrissement du milieu, le courant y est faible même en période de hautes eaux. Pour ces deux dernières variantes, le substrat est exondé pendant un temps relativement long.

- sous-association à *Nasturtium officinale* (rel. 12 à 16), souvent en contact avec le *Nasturtietum officinalis*, elle est rencontrée dans les secteurs aux eaux vives, sur les substrats crayeux ; cette sous-association comporte deux variantes :

. variante typique (rel. 12 à 14) le long des rivières aux eaux vives de l'Artois ;

. variante à *Phalaris arundinacea* et *Epilobium hirsutum* (rel. 15 et 16) sur les substrats enrichis en nitrates, exondés en période estivale.

- sous-association à *Veronica beccabunga* (rel. 17 et 18) "facies le moins réophile" de l'association et aussi "le plus eutrophisé", ainsi la caractérise WATTEZ qui l'a mise en évidence, comme nous, sur les berges fangeuses, à proximité des abreuvoirs prairiaux.

L'*Apietum nodiflori* défini par BRAUN-BLANQUET en 1931 doit être rattaché au *Sparganio-Glycerion fluitantis* Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942. Signalons toutefois que WESTHOFF et DEN HELD (1969) insèrent les groupements à *Apium nodiflorum* dans l'*Apium nodiflori* Segal 1968, alliance qu'ils intègrent aux *Nasturtio-Glyceritalia* Pignatti 1953 em. Segal.

L' *Apietum nodiflori* est une association des eaux claires issues préférentiellement des terrains crétacés. Elle se développe sur un substrat crayeux, caillouteux, plus rarement alluvial ou limoneux dans des eaux de profondeur variable (0 à 0,30 m à l'étiage) au courant faible, rivières, ruisseaux, fossés curés. Nous retrouvons là les caractères synécologiques déjà énoncés par PHILIPPI (1973), WATTEZ (1975), FRILEUX (1977), et DECORNET (1979).

BRAUN-BLANQUET (1931) dans sa description de l'association, la situe dans les régions au climat océanique de l'ouest de l'Europe et OBERDORFER (1970) fait d'*Apium nodiflorum* une subméditerranéenne atlantique. L'association semble en effet avoir un développement optimal dans le domaine subatlantique et méditerranéen et pourrait même être considéré comme une pseudo-atlantique selon la définition de BRAUN-BLANQUET. Mais, pour mieux juger de cette distribution, nous demanderons au lecteur de se reporter à l'étude de WATTEZ qui la répertorie dans différentes régions de France, mais aussi en Belgique, Grande Bretagne, Allemagne, Italie, Espagne, Grèce, aux Pays-Bas, au Maroc. L'Allemagne constitue sa limite de répartition nord-est.

Les contacts de l'hélosciadaie se font avec le *Glycerietum fluitans*, le *Nasturtietum officinalis*, mais également les groupements du *Ranunculation fluitantis*. Son évolution conduit au *Sparganietum erecti* ou au *Glycerietum maximae*.

Les individus d'association de l'*Apietum nodiflori* constituent des abris de choix pour les mollusques, les gammaridés et les larves de trichoptères.

35 * L'association à *Nasturtium officinale* R. Brown

.....
Nasturtietum officinalis (Seibert 1962) Oberdorfer et al. 1967 (tableau 72)

La parvo-roselière à cresson de fontaine est commune dans la région où elle se rencontre le long des rivières de l'Artois (Canche, Aa, Authie, Course, Hem), du Cambrésis (Escaut, Hironnelle), et de la Picardie (Somme), à proximité des sources infra-aquatiques alimentant les étangs de la vallée de la Sensée et de la Somme, dans des fossés, exutoires d'étangs nés d'affaisements miniers.

L'association est marquée physionomiquement par la luxuriance de sa caractéristique, *Nasturtium officinale*, qui forme souvent facies. Le nombre moyen d'espèces par relevé est de 5, il est donc peu élevé. Paradoxalement, l'association en comporte un nombre assez important en raison même de ses variations de composition floristique liées à la nature du substrat, à l'état physico-chimique des eaux et à la vitesse du courant. Outre *Nasturtium officinale*, le tableau montre 6 caractéristiques du *Sparganio-Glycerion fluitantis* (*Myosotis scorpioides*, *Sium erectum*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Veronica catenata*, *Glyceria fluitans*, *Scrophularia auriculata*), 9 espèces des *Phragmitetalia* et *Phragmitetea* (*Phragmites australis*, *Glyceria maxima*, *Carex acutiformis* ...) mais ayant un indice de présence faible (+ ou r), 10 compagnes (parmi lesquelles *Callitriche platycarpa* et *Lemma minor*). Les variations de l'association ont été élevées au rang de sous-association :

- sous-association typique (rel. 1 à 25) dans les eaux eutrophes riches en hydrogénocarbonates parfois polluées, faiblement courantes à rapides (rarement stagnantes) et toujours bien oxygénées, avec trois variantes :

- . variante type (rel. 1 à 17) plus pauvre en espèces, où le groupement peut être monospécifique, limité au cresson de fontaine (rel. 1 à 5) dans l'apex des rivières et les fossés où le courant est vif,
- . variante à *Phalaris arundinacea* et *Epilobium hirsutum* (rel. 18 à 24) sur les substrats exondés en période estivale et enrichis en nitrates,
- . variante à *Thelypteris palustris* (rel. 25) sur les banquettes tourbeuses.

- sous-associations à *Nasturtium microphyllum* (rel. 26) au niveau des sources aux eaux appauvries en calcium (rétention lors de la filtration à travers une tourbe épaisse ;

- sous-association à *Apium nodiflorum* (rel. 27 et 28) moins réophile mais plus thermophile (anse abritée) ;

- sous-association à *Veronica beccabunga* (rel. 29 et 30) forme la plus anthropisée du groupement sur les substrats fangeux piétinés par le bétail, la vitesse du courant y est très faible ou nulle.

Le groupement à *Nasturtium officinale* est peu décrit dans la littérature. BRAUN-BLANQUET, ROUSSINE et NEGRE (1952) en font un facies de l'*Apietum nodiflori*, LIBBERT (1932) et VOLLMAR (1945) un facies du *Glycerio-Sparganietum*. Mais SEIBERT (1962) l'érige en association, le *Nasturtietum officinalis*, repris et modifié par OBERDORFER et ses collaborateurs (1967). Comme PHILIPPI (1973), RUNGE (1973), ZAHLHEIMER (1979), OBERDORFER (1979), nous reconnaissons cette association à laquelle nous rapporterons notre groupement et que nous insérerons dans le *Sparganio-Glycerion fluitantis* Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942.

Eaux vives à stagnantes, mais toujours bien oxygénées, peu profondes, 0,10 m à 0,50 m en hiver, riches en hydrogénocarbonates de calcium parfois faiblement polluées en matières minérales (NO_3^- , SO_4^{--} , Cl^-), substrat de nature calcaire, souvent caillouteux ("roggons" de silex provenant de la craie à silex) sont les caractères écologiques essentiels du *Nasturtietum officinalis* dans la dition, mais également mentionnés pour partie par PHILIPPI (1973), WATTEZ (1975) et POTT (1980).

L'association est surtout décrite (ou simplement répertoriée) en Allemagne par SEIBERT, PHILIPPI, RUNGE, ZAHLHEIMER, POTT, et en France par GEHU et WATTEZ (1965), GEHU (1973) et WATTEZ. Il est certain qu'elle est en réalité beaucoup plus répandue et vraisemblablement présente dans la plupart des pays de l'Europe.

Comme ceux de l'*Apietum nodiflori*, les individus d'associations du *Nasturtietum officinalis* constituent la niche écologique pour de nombreuses espèces de gammaridés, mollusques et larves d'insectes.

Le rôle économique du cresson de fontaine cultivé dans plusieurs rivières de l'Artois (la Course, la Hem, la Canche, l'Authie), et dans des canaux de la Plaine maritime flamande mérite également d'être signalé. Mais l'installation de ces cressonnières oblige parfois à une modification du cours de la rivière engendrant une baisse de sa valeur biologique dans la portion de cours considéré.

36* L'association à *Nasturtium microphyllum* (Boenningh.) Airy-Schaw
.....
Nasturtietum microphylli Philippi 1974 in Oberdorfer 1977

Décrite récemment par PHILIPPI et admise par OBERDORFER qui la répertorie dans son synopsis des associations de l'Allemagne du Sud (1979), cette association est très mal connue en raison des confusions de détermination entre l'espèce caractéristique, *Nasturtium microphyllum*, et *Nasturtium officinale*.

Nous l'avons relevée à proximité d'un griffon d'alimentation du Grand-Marais d'Ecourt-St-Quentin ou l'eau qui sourd a du filtrer à travers une tourbe épaisse (2 m 50) qui retient les ions Ca^{++} (50 à 60 mg/l). Surface 4m², recouvrement 90 %, profondeur de l'eau 0,30 m, hauteur de végétation 0,50 m : *Nasturtium microphyllum* 4, caractéristiques du *Sparganio-Glycerion* : *Myosotis scorpioides* 1, *Sium erectum* 1, *Nasturtium officinale* +, espèces compagnes : *Callitriche platycarpa* 1, *Lemna trisulca* +, *Lemna minor* +. Nous avons aussi noté l'espèce dans quelques watergangs de la Plaine maritime flamande (comme VANHECKE 1976 dans celle de Belgique), ce qui laisse préfigurer de l'existence de l'association dans le territoire.

37* Le groupement à *Sium erectum* Huds (= *Berula erecta* (Huds) Coville)
.....
Philippi 1973
.....
(tableau 73, rel. 1 à 3)

Nous avons relevé ce groupement, marqué physionomiquement par *Sium erectum*, le long des rivières de l'Artois et au niveau des sources dans la vallée de la Sensée.

PHILIPPI (1973) dans son étude des groupements à *Apium nodiflorum* et *Sium erectum* du cours supérieur du Rhin, s'appuyant sur la distribution des deux espèces, *Sium erectum* étant plus largement répandu que la subatlantique-subméditerranéenne *Apium nodiflorum*, propose d'élargir l'*Hedosciadetum nodiflori* (= *Apietum nodiflori*) décrit par BRAUN-BLANQUET (dans lequel *Apium nodiflorum* n'a qu'une faible présence dans le sud de la France) aux groupements médio-européens à *Sium erectum* et de lui donner la dénomination nouvelle *Apio-Sietum*. En 1974, PHILIPPI (in OBERDORFER 1977) revient sur la définition de ces groupements et distingue l'*Apietum nodiflori* qu'il qualifie de sud-européenne, limitée en Allemagne à la région nord du Haut-Rhin, remplacé dans les autres régions par un groupement de structure semblable à *Sium erectum* ou *Sietum erecti*. Cette association est reprise par ZAHLHEIMER (1979) sous le terme de *Sietum erecto-emersi* Philippi 1973 alors que OBERDORFER (1979) se limite à la dénomination "groupement à *Sium erectum* Philippi 1973" que nous adopterons également. En effet, comme LOHMEYER et KRAUSE (1975) nous considérons les végétations à *Sium erectum* comme des stades pionniers du *Sparganio-Glycerion* et il faut, pour nous, s'en tenir au terme de groupement.

Les parvo-roselières à *Sium erectum* sont rarement mentionnées dans la littérature. Hormis les travaux des auteurs sus-cités, elles n'apparaissent, semble-t-il, que dans ceux de BUKER (1936) et POTT (1980) en Allemagne qui en font des faciès du *Sparganio-Glycerietum fluitantis* installé après curage des fossés-, de DECORNET (1979) et de MERIAUX (1981) en Lorraine.

Ces parvo-roselières se développent dans les eaux peu profondes agitées mais "relativement propres" sur substrat indifféremment riches ou pauvres en calcaire. (PHILIPPI 1973) sur les sols terreux ou vaseux à proximité de l'eau à l'étiage, l'humidité dont elles ont besoin est constante (DECORNET 1978). Les caractères écologiques dégagées par ces auteurs montrent de profondes analogies avec ceux du groupement dans la diton.

- * Le groupement à *Myosotis scorpioides* L. et *Veronica anagallis-aquatica* L.
.....
(tableau 72, rel. 4 à 6)

La combinaison du myosotis des marais et de la véronique mouron d'eau est assez fréquent sur les substrats vaseaux pouvant être exondés en été, baignés pendant la plus grande partie de l'année par une eau méso-eutrophe à eutrophe, parfois fortement minéralisée. *Veronica beccabunga*, *Rorippa amphibia*, *Mentha aquatica* sont aussi souvent présentes dans le groupement qui comprend 5 espèces des *Sparganio-Glycerion*, 5 espèces des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea*, 8 espèces compagnes. DECORNET (1979) et ZAHLHEIMER (1979) ont déjà décrit un groupement à *Veronica anagallis-aquatica* dans lequel *Myosotis scorpioides* est représenté mais toujours moins abondamment que dans notre groupement. Les végétations de ce type peuvent conduire au *Glycerietum fluitantis* ou à l'*Aprietum nodiflori*.

- * Le groupement à *Veronica beccabunga* L. Philippi 1973
.....
(tableau 73, rel. 7)

Nous l'avons localisé sur des sols boueux recouvrant un substrat crayeux ou tourbeux comme les ornières de sentier de marais à eaux ruisselantes. Il est souvent situé au niveau des abreuvoirs prairiaux et le piétinement du bétail facilite sa persistance, mais il peut évoluer lentement vers le *Glycerietum fluitantis* ou le *Glycerietum plicatae*. PHILIPPI (1973) décrit également ce groupement pionnier, mais sur des sols caillouteux et OBERDORFER (1979) le reprend dans son synopsis des groupements de l'Allemagne du Sud. NIEMANN (1965) définit bien un *Mimulo-Veronicetum buccabungae* reconnu par PASSARGE (1978), mais le groupement à *Veronica beccabunga* y est nettement séparé de l'association type.

- * Le groupement à *Epilobium parviflorum* Schreb. et *Scrophularia auriculata* L. Wilzek 1935 (tableau 73, rel. 8 à 13)
.....

Cette épilobiaie à scrophulaire aquatique comprend également *Sium erectum*, *Veronica beccabunga*, *Veronica anagallis-aquatica*, espèces caractéristiques du *Sparganio-Glycerion*. Elle s'installe à la limite des eaux courantes dont la profondeur n'exède jamais plus de 0,10 m, sur un substrat minéral ou tourbeux. Quoique PHILIPPI (1973), l'un des seuls auteurs à mentionner ce groupement, s'interroge sur sa place dans le synsystème et en fasse un groupement de l'*Aegopodium* nous le rattacherons au *Sparganio-Glycerion* en raison de sa structure, de sa composition floristique et de son écologie.

- * Le groupement à *Scrophularia alata* auct. (= *S. umbrosa* Dum.)
.....

Nous avons relevé un groupement monospécifique à scrophulaire ailée en Thiérache, dans la forêt du Nouvion. Il réalise un peuplement linéaire homogène directement en contact avec les eaux vives mésotrophes d'un ruisseau peu profond (0,20 m à 0,40 m). Nous n'avons pas trouvé trace de ce groupement dans la littérature, mais il est vraisemblable qu'il corresponde à un facies du *Scrophulario-Glycerietum* (Oberdorfer 1952) Maas 1959 (que nous considérons comme une sous-association à *Scrophularia alata* du *Glycerietum plicatae* (Kulcz. 1928) Oberdorfer 1954.

2.3 Autres groupements

. Classe des *Utricularietea intermedio-minoris* Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965

- 1 * L'association à *Sparganium minimum* Wallr.
.....
Sparganietum minimi Schaff 1925

Nous avons observé le groupement à rubanier nain dans le marais de Sailly-le Sec (vallée de la Somme) où nous avons effectué le relevé suivant :
Surface relevée 5 m², recouvrement 90 %, profondeur d'eau 0,20 m; caractéristique d'association : *Sparganium minimum* 4; caractéristique de l'*Utricularion intermedio-minoris*: *Utricularia minor* 1; espèces compagnes : *Potamogeton natans* +, *Potamogeton pusillus* +, *Nuphar lutea* 2°.

Ce groupement prospérant dans des eaux de type méso-eutrophe, issues de la nappe de la craie -mais appauvries en calcium en raison d'une lente filtration à travers la toube qui retient ce cation- peut être assimilé au *Sparganietum minimi* Schaaf 1925.

La place synsystématique de cette association est variable selon les auteurs

La structure, la composition floristique et l'écologie des groupements de ce type nous amènent à opter pour la conception de PASSARGE qui distingue trois alliances le *Sphagno-Utricularion*, le *Scorpidio-Utricularion* et l'*Utricularion intermedio-minoris* à laquelle nous rattacherons le groupement du Marais de Sailly-Le-Sec. Signalons que WATTEZ (1968) décrit le *Sparganietum minimi* dans les marais arrière-littoraux de la Plaine alluviale picarde et qu'il l'intègre au *Sphagno-Utricularion* Müller et Görs 1960. Il observe le rubanier nain, comme OBERDORFER (1957), "sur des sols tourbeux, limoneux ou sablonneux, riches en bases et plutôt chargés de matières organiques, parfois légèrement imprégnés de sel", et nous dit encore : "la plante aime la lumière et se développe dans une eau (toujours limpide) dont la profondeur varie de 0,20 m à 1,20 m".

. Classe des *Littorelletea* Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

- 1 * L'association à *Potamogeton polygonifolius* Pourr. (= *Potamogeton oblongus oblongus* Viv)
.....
Hyperico-Potametum oblongi (Allorge 1926) Braun-Blanquet et R. Tüxen 1950

Dans les chenaux et les vasques d'une bétulaie à sphaignes établie sur la rive occidentale de la Mare à Goriaux se rencontre, sous forme de plages, discontinues un groupement à *Potamogeton polygonifolius*. Surface relevée 1m², recouvrement 70 %, profondeur 0,05 m; caractéristique d'association : *Potamogeton polygonifolius* 4; espèce compagne : *Utricularia australis* +.
Localisation du relevé : Mare à Goriaux, ancien étang de Bassy, Wallers, 22/6/75.

En période d'étiage, le potamot continue à prospérer régulièrement sur la vase et se comporte ainsi comme un amphiphyte.

Quoique SEGAL (1965) ait conçu un *Potametum polygonifolii* qu'il insère dans le *Potamion polygonifolii* Den Hartog et Segal 1964, alliance des *Luronio-Potametalia* des mêmes auteurs, nous appuyant sur les caractères écologiques de la station, nous rapprocherons notre groupement de l'*Hyperico-Potametum oblongi* (Allorge 1926) Braun-Blanquet et R. Tüxen 1950 inséré par OBERDORFER (1970) dans l'*Hypericion elodis* Braun-Blanquet et R. Tüxen 1942

(= *Helodo-Sparganion* Braun-Blanquet et R. Tuxen 1943) et par R. TUXEN (1975) mais aussi OBERDORFER et DIERSSEN (1974 in OBERDORFER 1977) dans l'*Hydrocotylo-Baldellion* Dierssen et Tuxen apud Dierssen 1972, deux alliances des *Littorelletalia* W. Koch 1926. Et au regard de sa composition floristique, nous le rattachons à l'*Hydrocotylo-Baldellion*.

Ce groupement croît jusqu'en juin, parfois juillet, dans une faible tranche d'eau dont les caractères chimiques sont les suivants.

- pH	:	6,5	
- Conductivité	:		
$\mu S\ cm^{-1}$:	471,2	
- Minéralisation	:		
mg/l	:	337,2	
- Ca ⁺⁺	:	17	0,84
- Mg ⁺⁺	:	12,2	1,00
- K ⁺	:	3,7	0,09
- Na ⁺⁺	:	34,6	1,50
- SO ₄ ⁻⁻	:	210	4,37
- Cl ⁻	:	55	1,55
		mg/l	meq/l

Cette eau mésotrophe, pauvre en calcium a un pH acide, elle sourd des sables landéniens sous-jacents recouverts par une épaisse couche de vase fine, enrichie en débris organiques provenant d'une mauvaise décomposition des feuilles de *Betula pubescens*. La couleur rouille de l'eau est due aux bactéries ferrugineuses excessivement abondantes dans ces chenaux mal aérés. La teneur en matières humiques inciterait à en faire une eau dystrophe (définition selon HUSSON), chlorures et sulfates étant amenés par l'effluent de la mine d'Arenberg (pollution industrielle).

En période d'étiage, le potamot à feuilles de renouée se maintient directement sur le substratum, cet accomodat terrestre a l'aspect de rosettes isolées et on peut classer la plante dans les amphiphytes (sens de SELL, 1965). Nous retrouvons par conséquent des éléments stationnels fournis par VLIEGER (1937) pour qui les associations de l'ordre des *Littorelletalia* sont submergées et se développent dans les eaux pauvres en matières nutritives.

En France, ALLORGE et GAUME (1925) indiquent l'association en Sologne, CORILLION (1949) la relève dans le Finistère et en Mayenne, BRUNERYE (1962) la remarque dans les marais des Monnedières (19), GEHU (1973) la désigne "très rare dans la région de St-Omer et de Montreuil/Mer" et WATTEZ (1977) note le groupement à *Potamogeton polygonifolius* sur le pourtour de mare acidocline dans le pré communal de Sorrus près de Montreuil/Mer (communication orale, 1977).

L'*Hyperico-Potametum oblongi* est connu en Allemagne de OBERDORFER (1970 et 1979), de R. TUXEN (1975), en Espagne de BELLOT (1951), de RIVAS-MARTINEZ (1975), en Irlande de BRAUN-BLANQUET et R. TUXEN (1952) et sa forme appauvrie à potamot à feuilles de renouée, aux Pays-Bas de SEGAL (1965), de WESTHOFF et DEN HELD (1969).

L'amendement des prairies provoque une eutrophisation voire une pollution de leurs mares acidoclines, le déversement des eaux usées a le même effet sur les étangs creusés dans les sables landéniens ; cette modification des composantes chimiques de l'édaphotope est à l'origine de l'appauvrissement, de la raréfaction et de la disparition de l'association en de nombreuses régions.

2 * L'association à *Samolus valerandi* L. et *Littorella uniflora* (L.) Aschers

Samolo-Littorelletum Westhoff (1943) 1947

Nous avons identifié cette végétation amphibie à samole, littorelle et flûteau fausse-renoncule, dans des mares de chasse creusées dans le Marais de Meautort à Cambron (Vallée de la Somme). Surface relevée 5 m², recouvrement 80 %, profondeur d'eau 0,40 m, combinaison caractéristique : *Samolus valerandi* 1, *Juncus articulatus* var. *littoralis* 1, *Littorella uniflora* 1; caractéristique de l'*Hydrocotylo-Baldellion* : *Baldellia ranunculoides* 3; espèces compagnes : *Chara hispida* 2, *Potamogeton coloratus* 1, *Hippuris vulgaris* +, *Carex nigra* fo. *recta* +, *Oenanthe aquatica* +, *Glyceria fluitans* +, *Nitella confervacea* +. Sa parenté avec le *Samolo-Littorelletum* Westhoff (1943) 1947 semble évidente. Et, quoique de nombreux auteurs comme WATTEZ (1968), WESTHOFF et DEN HELD (1969), GEHU (1973), PASSARGE (1978) rangent cette association dans le *Littorellion uniflorae* W. Koch 1926 em. Th. Müller et Görs 1960, nous suivons TUXEN (1975), OBERDORFER (1979) et MATUSKIEWICZ (1980) qui le rattachent à l'*Hydrocotylo-Baldellion* Dierssen et Tüxen in Dierssen 1972.

Dans la vallée de la Somme, l'association se développe dans une eau limpide, de type mésotrophe (conductivité = 350 µ S cm⁻¹, pH = 6,9), peu profonde (0,20 m à 0,40 m) couvrant un substrat constitué d'alluvions tourbeuses enrichies en limons sableux.

3 * Le groupement à *Juncus bulbosus* L. subsp. *kochii* (F.W. Schultz) Reichg.

 (tableau 74)

En forêt de St Amand, sur les berges en pente douce de l'étang du Bois Brûlé Nord, en marge de cuvettes situées à proximité immédiate de la Mare à Goriaux et de l'étang du Prussien, se rencontre un peuplement végétal dominé par *Juncus bulbosus*. Ce groupement a l'aspect d'une végétation rase amphibie ne dépassant pas quelques centimètres de hauteur.

Le tableau mis au point ne comporte qu'une seule caractéristique, *Juncus bulbosus* var. *kochii*, qui forme facies et "écrase" par sa biomasse les autres espèces relevées : 4 différentielles de variations et 11 compagnes à l'habitus prostré pour la plupart. Un stade jeune, où le groupement se limite au seul jonc bulbeux, existe sur les substrats demeurant gorgés d'eau l'été (rel. 1 et 2). Une variante typique (rel. 3 à 8) se conçoit sous deux formes légèrement différentielles : l'installation du jonc épars (rel. 3 à 8) marque la limite du battement de nappe, le rehaussement du substrat se concrétise par une forte augmentation du nombre des compagnes (rel. 6 à 8). A proximité de l'arrivée d'un russet d'eau vive, ayant filtré à travers les schistes du terril voisin, apparaissent *Agrostis canina*, *Sphagnum fimbriatum*, *Molinia coerulea*, différentielles d'une variante acidocline ; une sous-variante à *Sagina procumbens* perçue au niveau de la variante typique et de celle à *Agrostis canina* imprègne les sites piétinés par les hutteurs et les sangliers.

L'espèce caractéristique est donnée comme subatlantique par ROISIN (1969), cependant, FOURNIER (1964) en fait une européenne.

Et le spectre (corrigé) se présente comme suit :

- subatlantiques : 60,2 %
- subcosmopolites : 12,7 %
- circumboréales : 10,5 % (dont une subcircumboréale 0,2 %)
- cosmopolites : 10,0 %
- eurasiatiques : 5,2 %
- eurosibériennes : 0,7 %
- paléotempérées : 0,6 %

219

Juncus bulbosus étant une espèce subatlantique, le groupement qu'elle détermine a une répartition de type subatlantique (OBERDORFER, 1967). Cette répartition est réaffirmée par WATTEZ (1968) qui écrit : "la présence de *Juncus kochii* à la place de *Juncus supinus* ne fait d'ailleurs qu'accuser l'atlantinité du groupement".

Cette végétation marginale soumise alternativement à l'émersion et à l'immersion, est proche du *Juncetum bulbosi* Oberdorfer 1957 em. Passarge 1964 (synonyme du *Ranunculo-Juncetum bulbosi* Oberdorfer 1957), mais nous nous en tiendrons au terme de groupement à *Juncus bulbosus* (OBERDORFER 1977 et 1979 MATUSKIEWICZ 1980). D'autre part, le remplacement de *Juncus bulbosus bulbosus* par *Juncus bulbosus kochii* peut faire penser à une race géographique de ce groupement.

Nous rangerons l'association dans l'*Hydrocotylo-Baldellion* Dierssen 1972 et Tüxen apud Dierssen 1972. Toutefois, PASSARGE (1978) en fait une association (*Ranunculo-Juncetum bulbosi*) Oberdorfer 1957) de l'*Eleocharition multicaulis* Vanden Berghen 1964, alliance de l'ordre des *Juncetalia bulbosi* Pietsch (1971) 77.

En France, le groupement à *Juncus bulbosus* est méconnu, il a souvent été incorporé à diverses associations, et on le trouve dans des relevés du Perche de LEMEE (1937), ceux du massif armoricain de CORILLION (1957) et de Puisaye de ROYER (1969). Il est cependant bien individualisé dans les marais arrière-littoraux picards par WATTEZ (1968) et dans le Nivernais par FELZINES (1982). WESTHOFF et DEN HELD l'ont inventorié aux Pays-Bas et ils l'indiquent au Danemark et en Irlande, MATUSKIEWICZ (1980) l'indique en Pologne et OBERDORFER (1979) le connaît dans le sud de l'Allemagne, PASSARGE (1978) dans le nord-est et WIEGLEB (1979) en Basse-Saxe où la sous-espèce *bulbosus* semble relayer la sous-espèce *kochii*.

Pour OBERDORFER (1957) le groupement demande un sol sablonneux ou tourbeux, riche en matières organiques mais appauvri en bases et plutôt acide, tandis que WATTEZ (1968) l'a notée sur un substrat formé de sédiments basiques, recouverts par des eaux de pH 9,6 et de conductivité $474 \mu S cm^{-1}$.

Nous l'avons étudiée sur une vase organique, consistante, baignée par une eau stagnante, basique, eutrophe (sous-association typique) et sur des sédiments sablonneux recevant les eaux fraîches, limpides, faiblement acides, riches en sulfates issus du terril voisin (sous-association à *Agrostis canina*).

L'évolution se fait vers les groupements à *Juncus effusus* et *Molinia coerulea* ou vers le *Carici (canescentis) - Agrostitetum caninae* Zarzycki 1958 qui conduisent eux-mêmes au *Sphagno-Betuletum pubescentis* Mériaux, Tombal, Schumacker et De Zuttere 1978.

En période estivale, lorsque le sol s'est affermi, le groupement est brouté par le lapin qui entretient donc cette pelouse rase et la stabilise.

4 * L'association à *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult.
.....
Eleocharitetum acicularis Baumann (1911) W. Koch 1926

Elle n'a été localisée qu'en marge du Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin (62) où elle apparaît sous la forme d'un gazon dense couvrant 1 à 2 m² totalement exondé en période estivale. Elle est toutefois à rechercher dans les autres étangs, ainsi que dans les étangs du Valenciennois où le scirpe épinglé fut relevé par HECART (1836), *Eleocharis acicularis* passant facilement inaperçu à l'état stérile. Surface relevée 1 m², recouvrement 40 %, profondeur 0,05 m; caractéristique d'association : *Eleocharis acicularis* 5.

Cette végétation, s'étendant sur le pourtour d'un *Caricetum ripario-acutiformis* pourrait être rattachée à l'*Eleocharitetum acicularis* (Baumann 1911) W. Koch 1926, association reconnue par GEHU (1961), WATTEZ (1968), R. TÜXEN (1975). Mais, pour J. DUVIGNEAUD (1973) ces "berges vaseuses à *Eleocharis acicularis*" ne seraient qu'un stade de dégradation de l'association à *Littorella uniflora* et *Eleocharis acicularis* Chouard 1924 (= *Littorello-Eleocharitetum acicularis* Malcuit 1929) ; un distinguo possible entre l'écologie de *Littorella uniflora* et de *Eleocharis acicularis* fourni par WATTEZ (1968) nous a amené à concevoir l'existence de l'*Eleocharitetum acicularis*.

Cette association est rangée par WESTHOFF et DEN HELD (1969) dans le *Littorellion uniflorae* W. Koch 1926 em. Th. Müller et Görs 1960 alors que R. TÜXEN (1975) et OBERDORFER (1979) le placent dans l'*Eleocharition acicularis* Pietsch 1966 em. Dierssen 1975, ce que nous ferons également.

LEBRUN et ses collaborateurs (1949) la situent sur les dépôts vaseux des queues d'étangs et les berges fortement déclives, WATTEZ (1968) fait de même et précise la localisation "au niveau de la zone de balancement des eaux, sur un sol en pente plus ou moins forte", et l'affinité pour les eaux oligotrophes, observations confirmées par J. DUVIGNEAUD (1973). Mais GEHU (1961) la découvre baignée périodiquement par des eaux calciques de pH 8,3 sur des argiles à silex. De la synthèse de ces différentes études, il ressort une préférence pour les eaux pauvres en sels biogènes, mais avec possibilité d'extension de l'association dans des biotopes plus riches.

A Ecourt-St-Quentin, le groupement se localise à proximité d'un griffon d'alimentation de l'étang ; la température mesurée sous un mètre de vase par CLUSEAU et RICOUR (1960) est de 11°5 "quelque soit la saison", les écarts thermiques seront donc fortement atténués, ce qui accuse le caractère thermophile de l'association (communication orale de GEHU, 1977). Dans cette station, l'eau a un pH de 7,35, et sa conductivité est de 490 μ S cm^{-1} .

Le groupement est répertorié en France, au Lac de Grand-Lieu par GADECEAU (1909), puis par L. et P. MARION (1975), dans l'Aisne par JOUANNE (1926) dans le Confolentais par CHOUARD (1926-1927), dans l'Avesnois par GEHU (1957), dans le Sundgau par RASTETTER (1963), dans la plaine alluviale picarde par GEHU et WATTEZ (1965) puis WATTEZ (1968), dans la région d'Anor et de Trélon par J. DUVIGNEAUD (1973), dans la Puisaye et le Bourbonnais par FELZINES (1982); en Allemagne PASSARGE (1978) le connaît dans le nord-est du pays, OBERDORFER (1979) dans le sud, et R. TÜXEN (1974) dans la région de Haselünner, il est aussi répertorié par RUNGE (1973) dans son système ; BRAUN-BLANQUET et R. TÜXEN (1952) l'ont vu en Irlande et DUVIGNEAUD (1973) en Belgique. Selon l'auteur belge, le *Littorello-Eleocharitetum acicularis* est partout en nette régression.

. Classe des Isoëto-Nanojuncetea Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

1 * Le groupement à *Juncus bufonius* L. (tableau 75)

.....

Ce groupement pionnier couvre les rives exondées en période estivale d'étangs du Bassin houiller. Trois espèces en sont les composantes essentielles, ce sont : *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Hypericum humifusum* respectivement caractéristiques des *Isoëto-Nanojuncetea* Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943, de l'ordre des *Nanocyperetalia fusci* Klika 1935, de l'alliance du *Nanocyperion flavescens* W. Koch 1926. De nombreuses espèces ayant souvent une vitalité réduite, ou notées à l'état de plantules, les accompagnent elles relèvent des *Poetea* (*Sagina procumbens*, *Poa annua*, *Juncus tenuis*), de l'*Agropyro-Rumicion* (*Agrostis stolonifera*, *Juncus inflexus*), des *Molinietales* (*Juncus effusus*, *Lythrum salicaria*, *Ranunculus repens*, *Prunella vulgaris*)

Trifolium repens, mais aussi des *Phragmitetea*, des *Alnetea* et des *Bidentetea*.

Cette végétation annuelle, rase, a été décrite en Allemagne par PHILIPPI en 1968, elle n'est pas sans rappeler, sous un aspect très appauvri il est vrai, l'*Isolepideto-Stellarietum uliginosae* P. Duvigneaud 1942 voisin de l'association à *Stellaria uliginosum* et *Galium palustre* mise en valeur par JOVET (1949) dans le Valois, et occupant tous deux les laies forestières humides.

Un groupement présumé pionnier, marqué par la combinaison *Juncus bufionus* - *Gnaphalium uliginosum* relevant du *Nanocyperion*, a été évoqué par LERICQ (1972) sur la grève du barrage exondé de Pannesière-Chaumard tandis que R. TÜXEN (1974) dans les pacages de Haselünner en Allemagne du nord-ouest présentait un groupement voisin du nôtre mais dépourvu de ses compagnes.

Remarquons encore que RIVAS-GODAY (1969), dans sa mise au point sur la classe des *Nanojuncetea*, fait de *Juncus bufonius* une caractéristique de cette unité supérieure et de *Gnaphalium uliginosum* une espèce de l'ordre des *Cyperetalia fusci*.

3 - Signification et usage des phytocoenoses aquatiques pour l'environnement :

3.1 L'analyse paysagère *

La physionomie des paysages aquatiques peut s'exprimer à l'aide de transects de végétations réalisés dans les différents milieux rencontrés depuis les groupements aquatiques jusqu'aux groupements forestiers (MERIAUX 1978 - transects 1 à 5-, POTT 1983) ou par profil de végétation (CHESSEL 1978, GODRON 1968, FELZINES 1982) ou encore par la méthode des sigmarelevés empruntée pour partie à la synphytosociologie (MERIAUX et GEHU 1978). C'est cette méthode que nous développerons, le but premier étant de caractériser ou de différencier les différents systèmes aquatiques du nord-ouest de la France par des combinaisons de groupements végétaux et de dégager des corrélations entre ces combinaisons et les caractères écologiques, en particulier abiotiques, du milieu.

3.1.1 Les différents systèmes aquatiques étudiés

Ayant été particulièrement détaillés dans le chapitre I, nous ne ferons que les rappeler pour mémoire :

Nous avons distingué :

- les étangs anciens nés du tourbage et de retenues d'eau (moulins, écluses) :

. de la vallée de la Sensée remontant pour les plus âgés au Xe siècle

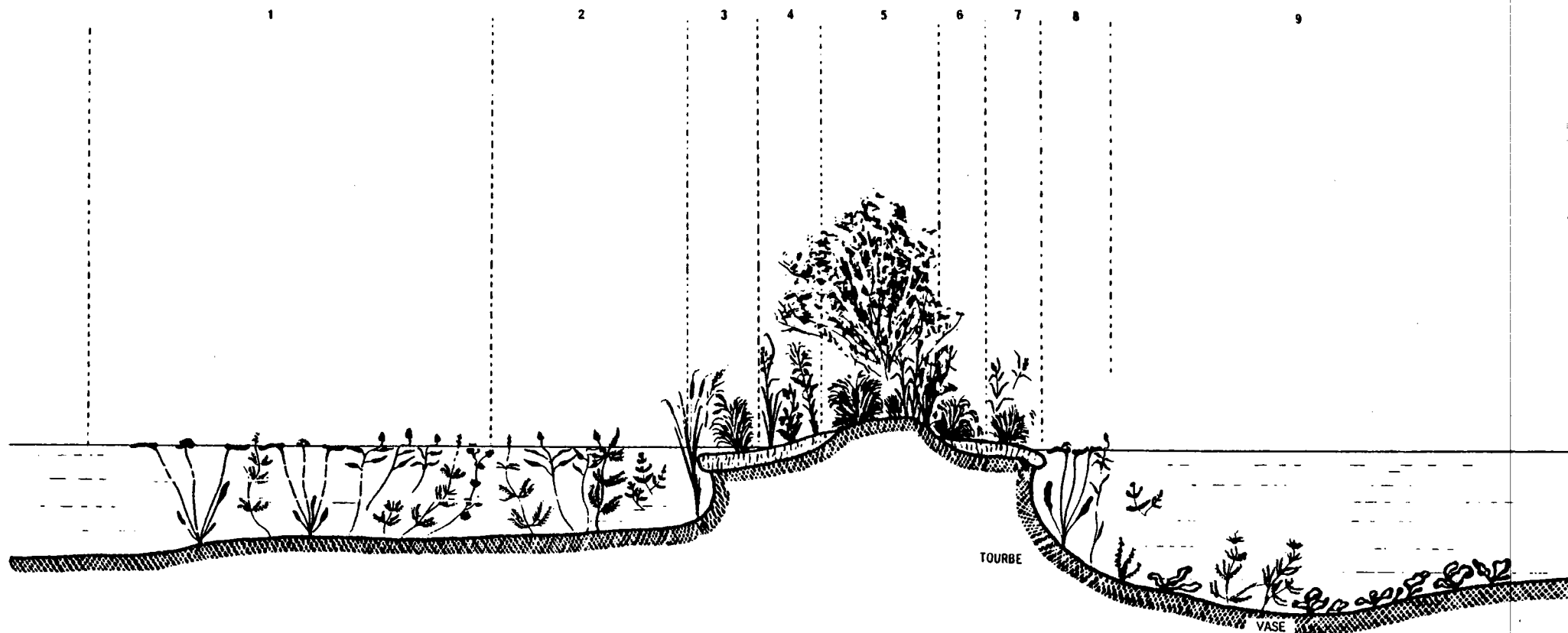
. de la vallée de la Somme formés pour certains dès le XI^e siècle

- les marais de ces mêmes vallées ;

- le Marais de Guînes installé sur une tourbe dont la formation remonte à l'Atlantique, s'est poursuivie durant le Subatlantique, puis le Boréal et qui s'est prolongée jusqu'à notre époque; un tourbage au début du XX^e siècle ayant modifié la structure du marais par secteurs mérite d'être signalé ;

- les étangs et marais récents (quelques années à un siècle d'âge);

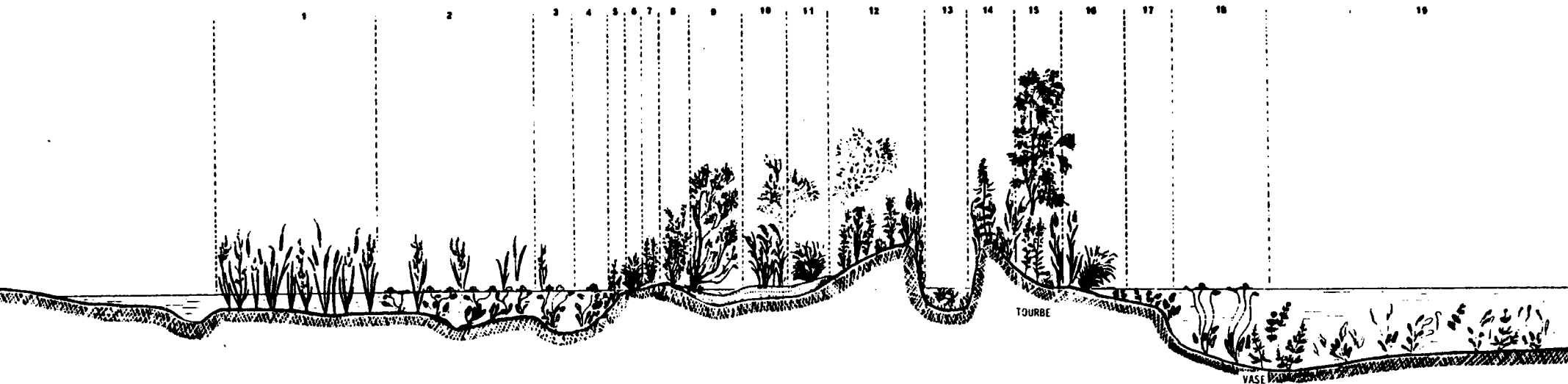
* : Ce chapitre est extrait d'une note de DE FOUCAULT et MERIAUX en préparation pour TÜXENIA (République fédérale allemande)



Transect n° 1 : MARAIS DU HAUT - MARAIS DECAMPS A ARLEUX - CARTE n° 4

- 1 - *Myriophyllo-Nupharetum*
faciès à *Polygonum amphibium*
- 2 - *Myriophyllo-Nupharetum*
faciès à *Myriophyllum spicatum*
- 3 - *Caricetum ripario-acutiformis*
- 4 - *Eupatorietum cannabini*
sous-ass. à *Phalaris arundinacea*
- 5 - *Salicetum cinereae*
- 6 - *Caricetum ripario-acutiformis*
sous-ass. à *Carex paniculata*
- 7 - *Caricetum ripario-acutiformis*
- 8 - *Myriophyllo-Nupharetum*
- 9 - Groupement à *Nuphar lutea* f. *submersa*

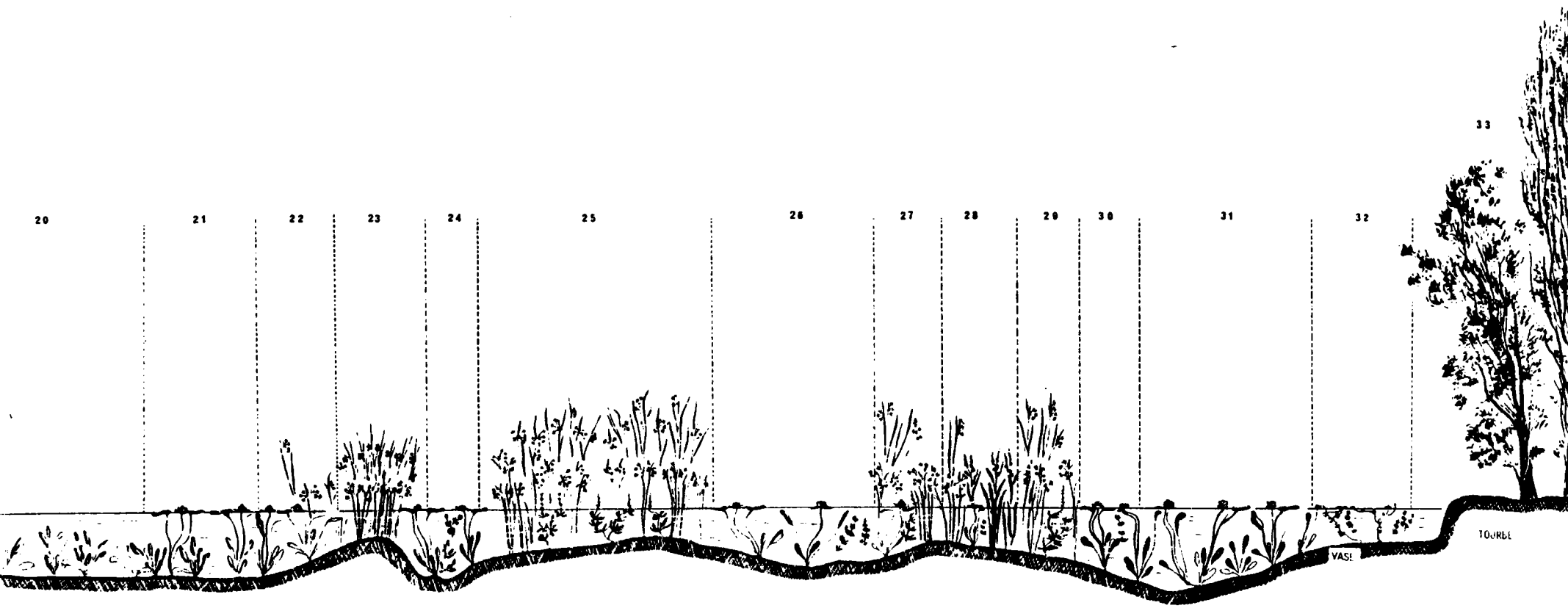
CRAIE TURONNIENNE



CRAIE TURONNIENNE

TOURBE

VASE



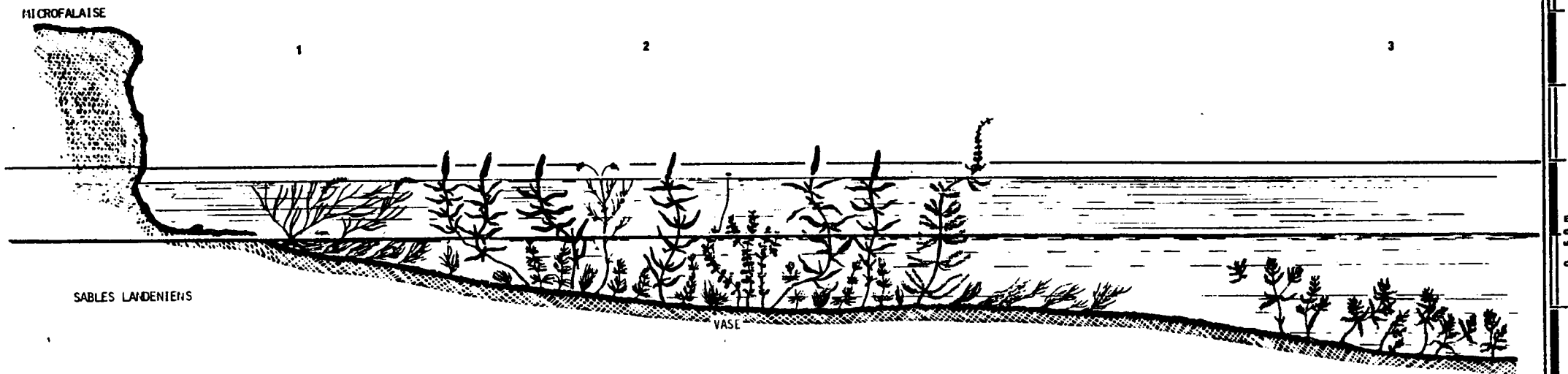
CRAIE TURONNIENNE

TOURBE

VASE

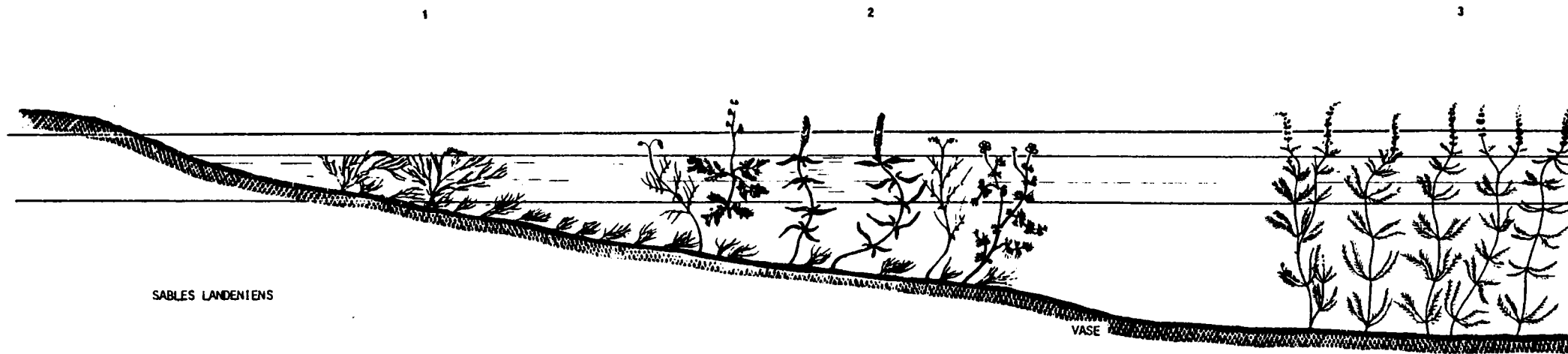
Transect n° 2 - MARAIS LEGLAY - MARAIS DU BAS A ARLEUX - CARTE n° 4

- a. 1 - *Scirpo-Phragmitetum*
2 - Stade dynamique *Scirpo-Phragmitetum*
Myriophyllo-Nupharetum
3 - *Myriophyllo-Nupharetum*
faciès à *Nymphaea alba*
4 - *Myriophyllo-Nupharetum*
5 - *Sparganio-Sagittarietum*
faciès à *Sagittaria sagittifolia*
6 - *Caricetum ripario-acutiformis*
faciès à *Carex acutiformis*
7 - Groupement à *Epilobium hirsutum*
8 - *Salicetum cinereae*
stade juvénile
9 - *Salicetum cinereae*
10 - *Scirpo-Phragmitetum*
11 - *Caricetum paniculatae*
12 - *Cirsio-Filipenduletum*
13 - Groupement à *Ceratophyllum demersum*
14 - *Cirsio-Filipenduletum*
faciès à *Phalaris arundinacea*
15 - *Salicetum cinereae*
16 - *Caricetum ripario-acutiformis*
17 - *Myriophyllo-Nupharetum*
18 - *Myriophyllo-Nupharetum*
faciès à *Nuphar lutea*
19 - Groupement à *Nuphar lutea* f. *submersa*
- b. 20 - Groupement à *Nuphar lutea* f. *submersa*
21 - *Myriophyllo-Nupharetum*
22 - Stade dynamique *Scirpo-Phragmitetum*
Myriophyllo-Nupharetum
23 - *Scirpo-Phragmitetum*
faciès à *Scirpus lacustris*
24 - *Myriophyllo-Nupharetum*
25 - *Scirpo-Phragmitetum*
26 - *Myriophyllo-Nupharetum*
27 - Stade dynamique *Scirpo-Phragmitetum* - faciès à *Scirpus lacustris*
Myriophyllo-Nupharetum
28 - Stade dynamique *Scirpo-Phragmitetum* faciès à *Sparganium ramosum*
Myriophyllo-Nupharetum
29 - Stade dynamique *Scirpo-Phragmitetum* - faciès à *Scirpus lacustris*
Myriophyllo-Nupharetum
30 - *Myriophyllo-Nupharetum*
31 - *Myriophyllo-Nupharetum*
faciès à *Nymphaea alba*
32 - Groupement à *Ceratophyllum demersum*
33 - Groupement à *Salix alba* (avec *Populus div. sp.* plantés)



Transect n° 3 - MARE A GORIAUX (ETANG A GORIAUX) A RAISMES - CARTE n° 5

- 1 - *Potametum pusillo-graminei*
- 2 - *Potametum lucentis*
- 3 - *Najadetum marinae*

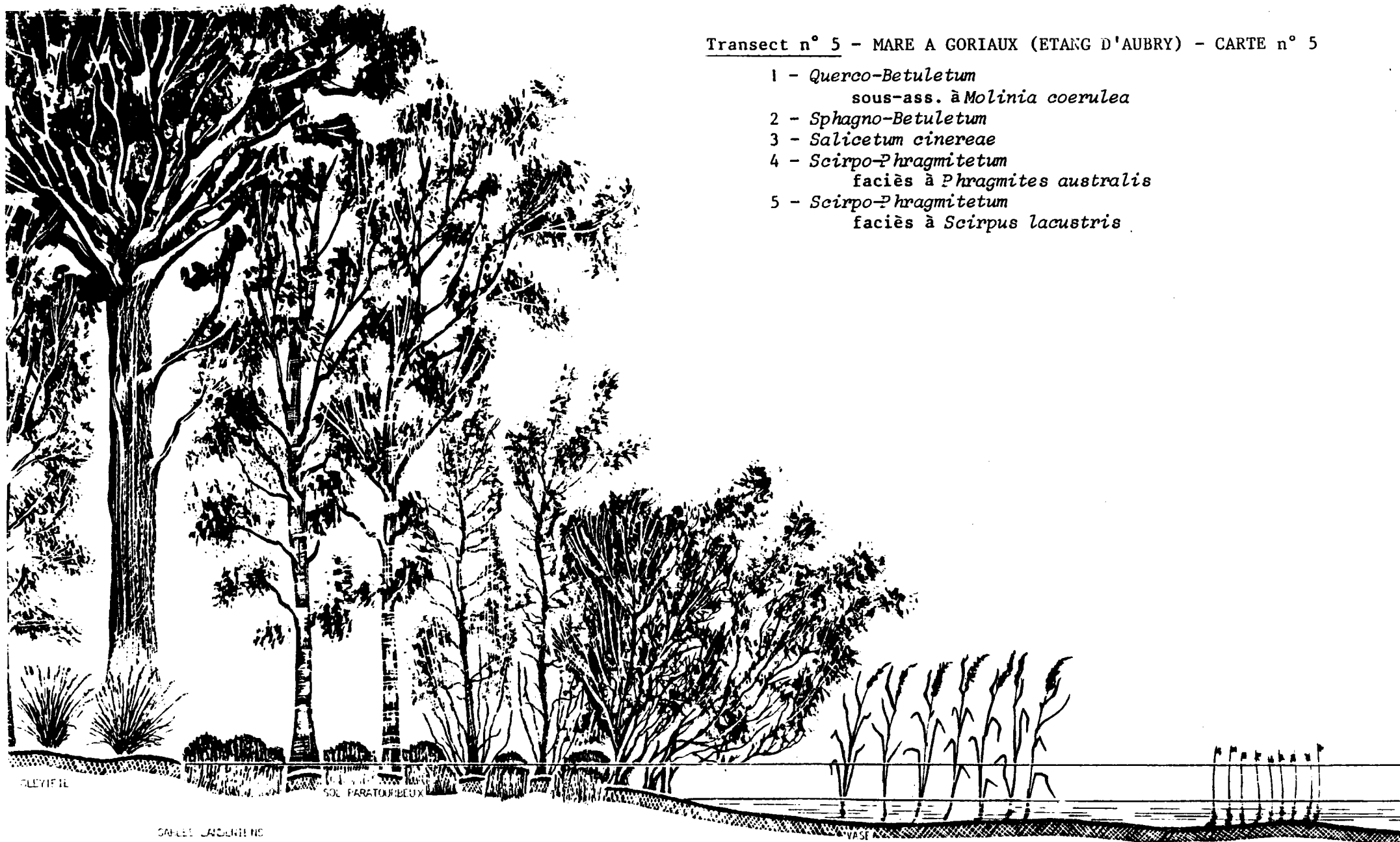


Transect n° 4 - MARE A GORIAUX (ETANG A GORIAUX) A RAISMES - CARTE n° 5

- 1 - *Potametum pectinati*
- 2 - *Potametum lucentis*
- 3 - *Myriophyllo-Nupharetum*
faciès à *Myriophyllum spicatum*

Transect n° 5 - MARE A GORIAUX (ETANG D'AUBRY) - CARTE n° 5

- 1 - *Quercu-Betuletum*
sous-ass. à *Molinia coerulea*
- 2 - *Sphagno-Betuletum*
- 3 - *Salicetum cinereae*
- 4 - *Scirpo-Phragmitetum*
faciès à *Phragmites australis*
- 5 - *Scirpo-Phragmitetum*
faciès à *Scirpus lacustris*



ALLEYRE

SOL PARATOURBEUX

SAULE LAZARINIENS

VASE

- . nés d'affaissements miniers
- . ayant une autre origine (extraction de graves ou de sables le plus souvent)
- les mares prairiales, d'origine anthropique ;
- les rivières de l'Artois, de la Flandre intérieure, du Cambrésis et de la Plaine de la Scarpe ;
- les watergangs de la Flandre maritime.

3.1.2 Les méthodes

3.1.2.1 Les sigmarelevés

Nous avons considéré l'ensemble de la surface du milieu inventorié et les sigmarelevés effectués offrent ainsi la proportion du groupement par rapport à cet ensemble.

Selon l'aspect global du groupement relevé, un signe lui est affecté :

- 0 = groupement spatial
- / = groupement linéaire
- . = groupement ponctuel

La nomenclature des phytocoenoses définies est, suivant les classes dont elles relèvent, celle de MERIAUX (à paraître), GEHU (1973), TUXEN (1975) et OBERDORFER (1979).

3.1.2.2 Le traitement des relevés

Il est effectué selon la méthode classique des tableaux de végétation :

tableau brut réunissant 183 sigmarelevés



18 tableaux élaborés avec colonne de classe présente



tableau synthétique de présence (chaque colonne correspondant à un tableau élaboré qui figurera dans le mémoire à paraître dans *TUEXENIA*).

3.1.3 L'étude du tableau synthétique

Ce tableau (76) montre :

- des groupements communs à toutes les colonnes, ce sont en particulier :
 - . le groupement à *Lemna minor*
 - . le groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*
 - . le *Caricetum ripario-acutiformis* (linéaire)
 - . le *Lemnetum gibbae*
- des colonnes isolées : 2 (Etang du Prussien) et 3 (Marais de Guînes)
- pour les autres colonnes de coupures majeures séparant trois ensembles :

. l'ensemble des colonnes 4 à 7, marqué par l'absence des différentielles des deux autres ;

. l'ensemble des colonnes 8 à 12, possédant plusieurs groupements différentiels: *Scirpo-Phragmitetum*, *Salicetum cinereae*, *Lemmetum trisulcae*, *Charetum vulgaris*, *Cicuto-Caricetum pseudocyperis* ...

. l'ensemble des colonnes 13 à 19 montrant des groupements différentiels communs à des sous-ensembles ayant de profonds liens entre eux :

* colonnes 13 à 16 : *Ranunculo calcarei-Sietum*, *Cirsio-Alnetum* (linéaire), *Phalaridetum arundinaceae*, groupement à *Veronica beccabunga*, groupement à *Brachythecium rivulare*, groupement à *Cladophora* et *Vaucheria*, *Nasturtietum officinalis*, groupement à *Myosotis scorpioides*, *Callitrichetum obtusangulae typicum* et uniquement pour la 16 le *Sparganio-Potametum pectinati*

* colonne 17 : les mêmes phytocoenoses, exceptées les 4 premières

* colonne 18 : *Nasturtietum officinalis*, groupement à *Myosotis scorpioides*, *Callitrichetum obtusangulae typicum* et *Sparganio-Potametum pectinati*

* colonne 18 : limitée au *Sparganio-Potametum pectinati*

- pour les colonnes 4 à 12, des groupements communs : *Rorippo-Oenanthe-tum* et groupement à *Agrostis stolonifera* et *Glyceria fluitans* ;

- les colonnes 8 à 12 prises individuellement, constituent des sous-ensembles caractérisés par l'absence et la présence simultanées de combinaisons de groupements différentiels par rapport aux autres sous-ensembles.

3.1.4 L'interprétation de l'étude et les corrélations combinatoires de groupements - caractères écologiques des différents milieux

- colonne 2 : étang du Prussien, récent, alimenté par la nappe acide des sables landéniens sur lesquels il est installé.

Groupements différentiels : *Callitriche hamulatae*, groupement à *Juncus bulbosus* et *Callitriche hamulata* fo. *typica*, *Sphagno-Betuletum*

- colonne 3 : marais de Guînes, âgé, présentant une très grande diversité de phytocoenoses des milieux à eaux stagnantes

- colonnes 4, 5, et 6 : mares prairiales

. colonne 4 : mares prairiales de l'Avesnois

Groupement différentiel : *Ranunculetum peltati*

. colonne 5 : mare prairiale de la Flandre intérieure

Groupements différentiels : *Ranunculetum aquatilis* et à un degré moindre, groupement à *Mentha aquatica*

les colonnes 4 et 5 possèdent en commun le *Glycerietum fluitantis*

. colonne 6 : mares prairiales du littoral (saumâtres à subsaumâtres)

Groupements différentiels : *Ruppisetum spiralis*, *Ceratophylletum submersi*, *Scirpetum maritimi*

- Colonne 7 : le "lac d'Armbouts-Cappel", récent, né du creusement d'une ballastière dans la Flandre maritime et qui possède des analogies avec les mares prairiales du littoral, en raison de la nature de ses eaux, et les étangs et marais, de par sa superficie et son origine.

groupements différentiels : *Ranunculetum baudotii* et *Tolypelletum glomeratae* en commun avec les mares prairiales du littoral, *Scirpetum tabernaemontani* et *Potentillo-Festucetum arundinaceae*

- Colonne 8 : étangs nés d'affaissements miniers en formation en milieu prairial.

groupements différentiels : *Caricetum gracilis*

- Colonne 9 : étangs nés d'affaissements miniers, récents, mais déjà bien individualisés, formés en milieu prairial et présentant un degré avancé de pollution (péri-urbaine ou industrielle).

groupements différentiels : *Zannichellietum palustris*, *Potametum pectinati*, *Bidenti-Polygonetum*, *Ranunculetum scelerati*, groupement à *Chenopodium rubrum*, *Alopecuretum aequalis*

- Colonne 10 : étangs et marais anciens de la vallée de la Sensée.

groupements différentiels : *Urtico-Convolvuletum sepii*, groupement à *Potamogeton friesii*, *Nitelletum gracilis*, *Nitelletum flexilis*, *Caricetum rostratae*, *Potametum obtusifolii*, *Eleocharetum acicularis* et à un degré moindre *Caricetum paniculatae*, *Thelypterido-Phragmitetum*, *Sparganietum erecti*, *Callitrichetum obtusangulae nupharetosum*, *Potametum lucentis*

- Colonne 11 : étangs et marais anciens de la vallée de la Somme auxquels s'intègre la Mare à Goriaux, étang né d'affaissement mais "déjà ancien" (50 ans à 1 siècle selon les secteurs).

groupements différentiels : *Caricetum elatae*, *Nitellopsidetum obtusae*, groupement à *Chara polyacantha*, *Najadetum marinae*, *Nymphaeetum minoris*, groupement à *Juncus subnodulosus*, groupement à *Potamogeton alpinus*, *Sparganietum minimi* et à un degré moindre *Thelypterido-Phragmitetum*, *Caricetum paniculatae*, *Sparganietum erecti*, *Callitrichetum obtusangulae nupharetosum*, *Viburno-Salicetum*, *Potametum lucentis* en commun avec ceux de la vallée de la Sensée et constituant pour les étangs anciens des combinaisons différentielles par rapport aux étangs récents

- Colonne 12 : étangs intra-forestiers récents, nés ou non d'affaissements miniers.

groupements différentiels : *Caricetum ripario-acutiformis* (spatial), *Carici elongatae-Alnetum*, *Utricularietum neglectae*

Etangs récents nés en milieu prairial (col. 9), étangs anciens des vallées de la Sensée et de la Somme (col. 10 et 11) ont en commun une combinaison de groupements différentiels par rapport aux autres milieux aquatiques stagnants : *Cirsio-Filipenduletum*, *Eupatorietum cannabini*, *Spirodeletum polyrhizae*, *Sparganio-Sagittarietum*, *Salicetum auritae*.

Etangs anciens des vallées de la Sensée et de la Somme (col. 10 et 11) et étangs récents intraforestiers (col. 12) possèdent également en commun une combinaison de groupements différentiels par rapport aux autres milieux aquatiques : *Cirsio-Alnetum* (spatial), *Riccietum fluitantis*, *Riccio carpetum nantantis*.

L'ensemble des étangs récents "bien formés" nés d'affaissements miniers ou autres, des étangs anciens des vallées de la Sensée et de la Somme (col. 9 à 12) possède une combinaison de groupements différentiels : *Myriophyllo-Nupharetum* et groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*. Toutefois, le *Myriophyllo-Nupharetum* montre tous les faciès et la forme typique dans les étangs anciens alors qu'il est limité aux faciès à *Nuphar lutea*, à *Myriophyllum spicatum* et à *Polygonum amphibium* fo. *natans* (deux cas) dans les récents.

- Colonnes 13 à 19 : les rivières

Chaque colonne correspond à des séquences homologues de rivière régionale de type Artois - Flandre maritime (Aa), ou Artois - Manche (Canche) ou à des rivières de type Plaine de la Scarpe (Traitoire). Ces séquences sont en fait des zones phytoéno-écologiques liées à des caractères bien précis du milieu : largeur et profondeur (qui augmentent de l'apex à l'embouchure ou à la confluence avec une autre rivière), eutrophisation naturelle des eaux de l'amont à l'aval avec par secteurs des pollutions de différentes natures, et rapidité du courant. Des séquences peuvent toutefois être inversées (CARBIENER 1977, MERIAUX 1982) en raison d'une pollution liée à une ville ou à une industrie ou des activités agricoles, ou à un changement de vitesse du courant dû à un ouvrage quelconque (moulin, barrage, pont ...)

. colonnes 13 à 16 : cours supérieur de rivière (ou séquence similaire) : largeur 1 à 10 m, profondeur 0,10 m à 1 m, eaux méso-eutrophes à eutrophes

combinaison différentielle commune : *Ranunculo calcarei-Sietum*, *Cirsio-Alnetum* (linéaire), *Phalaridetum arundinaceae*, groupement à *Veronica beccabunga*, groupement à *Brachythecium rivulare*, groupement à *Cladophora glomerata* et *Vaucheria sessilis*, *Nasturtietum officinalis*, groupement à *Myosotis scorpioides*, *Callitrichetum obtusangulae typicum*

* colonne 13 : apex de la rivière, largeur 1 à 2 m, profondeur 0,10 m à 0,20 m, eaux méso-eutrophes, courant vif

groupements différentiels : groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *sumbersa* 1, et groupement à *Batrachospermum molliforme*

* colonne 14 : cours supérieur, largeur 2 à 5 m, profondeur 0,20 m à 0,40 m, eaux eutrophes

groupements différentiels : absence de groupements spécifiques par rapport à 13, 15 et 16

* colonne 15 : cours supérieur, largeur 3 à 8 m, profondeur 0,20 m à 0,80 m, courant rapide

groupement différentiel : groupement à *Sium erectum*

* colonne 16 : fin de cours supérieur, largeur 8 à 10 m, profondeur 0,60 m à 1 m, eaux eutrophes subissant un débit de pollution, courant rapide.

groupement différentiel : *Sparganio-Potametum pectinati*

. colonnes 17 et 18 : cours moyen (ou séquence similaire) largeur 8 à 15 m, profondeur 0,60 m à 1,20 m, eaux eutrophes atteintes de pollutions minérale et organique, vitesse du courant moins élevée

combinaison différentielle commune : *Nasturtietum officinalis*,

groupement à *Myosotis scorpioides*, *Callitrichetum obtusangulae typicum*, *Sparganio-Potametum pectinati*

* colonne 17 : cours moyen, largeur 8 à 12 m, profondeur 0,40 m à 1 m, eaux eutrophes atteintes par la pollution, courant assez rapide à rapide.

groupements différentiels : groupement à *Brachythecium rivulare*, groupement à *Cladophora glomerata* et *Vaucheria sessilis*.

* colonne 18 : cours moyen, largeur 8 à 15 m, profondeur 0,80 m à 1,20 m, eaux eutrophes polluées, courant plus lent

groupement différentiel : absence de groupement spécifique par rapport à 17

. colonne 19 : cours inférieur (ou séquence similaire), largeur 10 m à 20 m, profondeur 1 m à 1,80 m (et plus), eaux eutrophes polluées, parfois très fortement, courant relativement lent.

groupement différentiel : *Sparganio-Potametum pectinati*, groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa* 2.

Nous avons pu distinguer :

- pour les milieux à eaux stagnantes des unités paysagères définies par des combinaisons de groupements différentiels (rarement un seul groupement), chaque unité se différenciant elle-même des autres par un, deux, voire trois groupements spécifiques.

- pour les milieux à eaux courantes, très aisément différenciés des milieux à eaux stagnantes par une combinaison de groupements différentiels spécifiques et l'absence d'autres, des séquences phytocoeno-écologiques marquées par des combinaisons différentielles de groupements en rapport avec les caractères abiotiques du milieu et leurs variations.

3.2 Les apports à la connaissance hydrobiologique : le rôle de biotest des phytocoenoses aquatiques

Les travaux mettant en évidence les rapports entre les phytocoenoses aquatiques et l'état physico-chimique des eaux ont débuté récemment. Ce sont, entre autres, surtout HILD et REHNELT (1970), PIETSCH (1972), FUKAREK et ARENDT (1974), WIEGLEB (1977), WEBER-OLDECOP (1977), FELZINES (1977 et 1982), MERIAUX (1978), DECORNET (1979), POTT (1980) qui se sont intéressés aux relations existant entre les groupements aquatiques et les paramètres chimiques caractéristiques de la nature et de la qualité des eaux. Il en est de même des études montrant l'existence de zonations phytocoeno-écologiques au niveau des milieux aquatiques qui n'apparaissent également que dans des études récentes dont celles de CARBIENER (1977), WEBER-OLDECOP (1978), DECORNET (1979) et MERIAUX (1982)*. Les travaux de ces auteurs, en particulier ceux de WIEGLEB (1979), POTT (1980), MERIAUX (1982* et à paraître), débouchent sur la notion de phytocoenoses indicatrices de trophie et de pollution des eaux.

Nous détaillerons les résultats que nous avons obtenu dans le chapitre V de ce mémoire : "SYNECOLOGIE AQUATIQUE, LA VEGETATION COMME TEST

* L'utilisation des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux", *Les Naturalistes belges* 63 : 12-28 figurant dans le volume réunissant nos publications

DE LA QUALITE DES EAUX". Nous y précisons le rôle de biotest attribuable à plusieurs phytocoenoses aquatiques et nous présenterons nos propositions de diagnostic pratique de la qualité des eaux (courantes en particulier), comme déjà, avant nous, ont tenté de le faire KOHLER, VOLLRATH et BEISL (1971), KOHLER, BRINKMEIER et VOLLRATH (1974), KOHLER (1975), DECORNET (1979) et WIEGLEB (1979).

4 - Les phytocoenoses rares ou menacées des biotopes lacustres - Essai de définition d'une échelle de valeur des phytocoenoses :

Dans son étude sur les eaux courantes de Basse-Saxe, WIEGLEB (1979) classe les espèces d'après leur réaction écologique, leur degré de rareté et leur type biologique.

Il utilise pour ce faire les 3 règles suivantes :

- les espèces rares ont une valeur supérieure à celles des espèces communes ;
- les espèces oligotrophes et mésotrophes ont une valeur supérieure à celles des espèces eutrophes ;
- les hydrophytes ont une valeur supérieure à celles des héliophytes et des autres types biologiques amphibies ou hygrophiles.

FELZINES (1982) dans son travail sur la végétation des étangs du centre-est de la France, essaie d'apprécier la valeur de leur végétation. Il établit, à la façon de WIEGLEB, un classement des associations, distinguées dans ces étangs, à partir de l'analyse synécologique et de leur degré de rareté. Il définit ainsi un indice synphytosociologique pour chaque étang en faisant la somme des valeurs affectées aux associations du sigmarelevé effectué au niveau de l'étang considéré. Cet indice dépend donc de la richesse en associations et de leur degré de rareté.

Nous avons nous aussi tenté d'estimer la valeur des associations que nous avons décrites dans les milieux aquatiques visités dans la dition. Nous nous sommes pour cela essentiellement appuyés sur le critère de rareté en considérant la rareté intrinsèque de chaque association ou groupement pour le nord-ouest de la France. Nous avons utilisé ce même principe dans notre note* sur les "ESPECES RARES OU MENACEES DES BIOTOPES LACUSTRES ET FLUVIATILES DU NORD-OUEST DE LA FRANCE (Ptéridophytes et Spermatophytes)". Après avoir précisé au préalable dans cette étude que deux grands types de rareté sont à considérer : la rareté absolue (internationale ou nationale) et la rareté en relation avec la chorologie (espèces en limite d'aire ou à aire fortement disjointe), nous nous sommes en effet limité à utiliser le "niveau régional" pour caractériser le degré de rareté de chaque espèce. Nous avons fait de même pour l'établissement de notre échelle de valeur et de rareté des phytocoenoses (tableau XXXIV). Toutefois, parallèlement à cette échelle de niveau régional, peuvent être établies des échelles de valeur s'appuyant sur la rareté au niveau national et européen, plusieurs associations très rares pouvant demeurer dans la même classe de valeur (ce qui est également possible pour les espèces comme par exemple *Luronium natans* et *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*). Les espèces oligotrophes et mésotrophes étant particulièrement sensibles à l'eutrophisation et aux pollutions, et les hydrophytes beaucoup plus vulnérables que les héliophytes et les autres types biologiques, nous considérons que la rareté dépendant étroitement de cette sensibilité et de cette vulnérabilité, intègre automatiquement les deux critères "trophie et type biologique" retenus par WIEGLEB dans la définition de son échelle des valeurs.

Le degré de rareté des phytocoenoses peut se définir comme pour les espèces (MERIAUX 1982) à partir d'un coefficient calculé à l'aide de la

* Parue dans NATURA MOSANA en 1982 et insérée dans le volume réunissant nos publications

TABEAU XXXIV : ECHELLE DE RARETE DES ASSOCIATIONS ET GROUPEMENTS DES MILIEUX
AQUATIQUES DU NORD-OUEST DE LA FRANCE

- 10 *Ruppium spiralis*
Ceratophyllum submersi
Nitellum syncarpo-tenuissimae
Hydrocharito-Stratiotetum
Groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*
Groupement à *Scrophularia alata*
Scirpium tabernaemontani
Sparganium minimi
Groupement à *Luronium natans* fo. *submersa*
- 9 *Nitellopsidetum obtusae*
Utricularietum neglectae
Potametum obtusifolii
Groupement à *Batrachospermum moniliforme*
Potametum trichoidis
Nymphaetum minoris
Ranunculo fluitanti-Sium erecti-submersi
Potamo-Ranunculetum fluitantis
Groupement à *Callitriche hamulata* fo. *typica* et *Juncus bulbosus* var. *kochii*
Groupement à *Elodea ernstae*
Nasturtietum microphylli
Ricciocarpum natantis
Ranunculo penicillati-Sium erecti-submersi
Tolypelletum glomeratae
Hyperico-Potametum oblongi
Samolo-Littorelletum uniflorae
Nitellum gracilis
Nitellum flexilis
Carici elongatae-Alnetum
Carici-Agrostidetum caninae
- 8 *Najadetum marinae*
Groupement à *Chara polyacantha*
Groupement à *Utricularia vulgaris*
Groupement à *Potamogeton friesii*
Groupement à *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*
Veronica beccabungae-Callitrichetum platycarpae
Groupement à *Potamogeton densus* fo. *angustifolius*
Ranunculetum baudotii
Ranunculus peltati
Acoretum calami
Cladietum marisci
Groupement à *Sium latifolium*
Caricetum rostratae
Cicuto-Caricetum pseudocyperii
Groupement à *Juncus subnodulosus*
Caricetum vulpinae
Rorippo-Phalaridetum arundinaceae
Sphagno-Betuletum pubescentis
Groupement à *Juncus bulbosus* var. *kochii*
- 7 *Potametum lucentis*
Potametum pusillo-graminei
Groupement à *Elodea nuttallii*
Hottonietum palustris
Callitrichetum stagnalis
Callitrichetum hamulatae
Ranunculetum aquatilis
Thelypterido-Phragmitetum
Groupement à *Calamagrostis canescens* et *Phragmites australis*
Butometum umbellati
Caricetum appropinquatae
Caricetum vesicariae
Charetum fragilis
Phalaridetum arundinaceae
Ricciotum fluitantis
Eleocharitetum acicularis
Ranunculo calcarei-Sium erecti-submersi
- 6 *Zanichellietum palustris*
Groupement à *Ranunculus circinatus*
Groupement à *Nuphar lutea* fo. *submersa*
Spirodeletum polyphizae
Charetum vulgaris
Groupement à *Rorippa amphibia* et *Rumex hydrolapathum*
Sparganio-Sagittarietum
Groupement à *Alisma plantago-aquatica*
Apietum nodiflori
Groupement à *Chenopodium rubrum*
Salicetum auritae
Fontinalidetum antipyreticae
- 5 Groupement à *Potamogeton crispus*
Potametum pectinati
Myriophyllo-Nupharetum
Groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*
Sparganio-Potametum pectinati
Groupement à *Eleocharis palustris*
Caricetum ripariae
Glycerietum plicatae
Groupement à *Veronica beccabunga*
Groupement à *Epilobium parviflorum*
Bidenti-Polygonetum
Ranunculetum scelerati
Groupement à *Brachythecium rivulare*
- 4 Groupement à *Elodea canadensis*
Callitrichetum obtusangulae
Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*
Sparganium erecti
Rorippo-Oenanthetum
Caricetum paniculatae
Caricetum elatae
Groupement à *Cladophora glomerata* et *Vaucheria sessilis*
Caricetum gracilis (inclus groupement à *Carex disticha*)
Viburno-Salicetum cinereae
Groupement à *Vaucheria dichotoma*
- 3 *Lemnetum gibbae*
Lemnetum trisulcae
Glycerietum maximae
Groupement à *Iris pseudacorus*
Groupement à *Sium erectum*
Nasturtietum officinalis
Groupement à *Mentha aquatica*
Cirsio-Filipenduletum
Eupatorietum cannabini
Cirsio-Alnetum
- 2 Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *typica*
Groupement à *Myosotis scorpiodes* et *Veronica anagallis aquatica*
Salicetum cinereae
Groupement à *Juncus effusus*
Groupement à *Juncus inflexus*
Groupement à *Agrostis stolonifera* et *Glyceria fluitans*
- 1 Groupement à *Lemna minor*
Scirpo-Phragmitetum
Caricetum ripario-acutiformis

grille I.F.F.B. (Institut Floristique Franco-Belge) de la façon suivante :

Nombre de carrés où figure la phytocoenose

Nombre de carrés constituant le territoire considéré

Tous les carrés (4 km x 4 km) ne comprennent pas de biotope aquatique, mais l'on peut évaluer pour la dition à 4/5 ceux qui en recèlent, et calculer ainsi un pourcentage de présence de la façon suivante :

$$\frac{a}{n \times \frac{4}{5}}$$

a = carrés où la présence est établie

n = nombre de carrés pour la dition
= 1 200 carrés

Déjà en 1980, nous avons avec TOMBAL proposé à l'aide de cette méthode simple une échelle à 6 degrés de rareté, nous l'étendons ici à 10 degrés afin d'avoir une correspondance possible avec FELZINES et WIEGLEB :

0	à	0,1 %	:	10
0,1	à	0,5 %	:	9
0,5	à	1 %	:	8
1	à	5 %	:	7
5	à	10 %	:	6
10	à	25 %	:	5
25	à	50 %	:	4
50	à	75 %	:	3
75	à	90 %	:	2
90	à	100 %	:	1

Correspondance avec l'échelle de cotation pondérée des milieux lotiques et lenticques de MERIAUX et TOMBAL (1980)

% de présence	niveau de rareté	échelle de rareté	échelle de cotation des milieux MERIAUX et TOMBAL (1980)
0 à 0,1 %	TR	10	30
0,1 à 0,5 %	TR	9	25
0,5 à 1 %	TR	8	20
1 à 5 %	R	7	15
5 à 10 %	R	6	10
20 à 25 %	AR	5	8
25 à 50 %	AC	4	3
50 à 75 %	C	3	1
75 à 90 %	TC	2	0
90 à 100 %	TC	1	0

TR = très rare, R = rare, AR = assez rare, AC = assez commun, C = commun,
TC = très commun

Ce degré de rareté est très voisin de l'indice symphytosociologique de FELZINES. Nous l'avons calculé pour la Mare à Goriaux, réserve biologique en raison de l'intérêt de son avifaune mais possédant également une végétation riche et diversifiée, et pour les Marais de Mareuil-Caubert en voie de classement en réserve naturelle au titre botanique.

Mare à Goriaux

<i>Charetum vulgaris</i>	6
<i>Potametum lucentis</i>	7
<i>Potametum pusillo-graminei</i>	7
<i>Najadetum marinae</i>	8
<i>Potametum pectinati</i>	5
<i>Myriophyllo-Nupharetum</i>	5
<i>Utricularietum neglectae</i>	9
<i>Hottonietum palustris</i>	7
groupement à <i>Callitriche platycarpa</i> fo. <i>typica</i>	2
<i>Scirpo-Phragmitetum</i>	1
groupement à <i>Rorippa amphibia</i> et <i>Rumex hydrolapathum</i>	6
<i>Caricetum ripario-acutiformis</i>	1
groupement à <i>Iris pseudacorus</i>	3
<i>Lemmetum trisulcae</i>	3
<i>Riccietum fluitantis</i>	7
<i>Ricciocarpetum natantis</i>	9
<i>Salicetum cinereae</i>	2
<i>Salicetum auritae</i>	6
<i>Carici elongatae-Alnetum</i>	9
<i>Sphagno-Betuletum pubescentis</i>	8
	<hr/>
	111

Marais de Mareuil-Caubert

<u>étangs</u>	
groupement à <i>Chara polyacantha</i>	8
<i>Nitellopsidetum obtusae</i>	9
<i>Najadetum marinae</i>	8
<i>Myriophyllo-Nupharetum</i>	5
<i>Nymphaeetum minoris</i>	9
<i>Scirpo-Phragmitetum</i>	1
<i>Thelypterido-Phragmitetum</i>	7
<i>Sparganietum erecti</i>	4
<i>Caricetum elatae</i>	4
<i>Caricetum ripario-acutiformis</i>	1
groupement à <i>Juncus subnodulosus</i>	8
groupement à <i>Lemna minor</i>	1
<i>Lemmetum trisulcae</i>	3
<i>Spirodeletum polyrhizae</i>	6
<i>Cirsio-Filipenduletum</i>	3
<i>Salicetum auritae</i>	5
<i>Cirsio-Alnetum</i>	2
groupement à <i>Populus canadensis</i>	0
groupement à <i>Epilobium hirsutum</i>	2
<i>Eupatorietum cannabini</i>	3
<u>chenaux</u>	
groupement à <i>Potamogeton alpinus</i> var. <i>obscurus</i>	10

groupement à <i>Luronium natans</i>	10
fo. <i>submersa</i>	
<i>Callitrichetum obtusangulae</i>	4
groupement à <i>Hydrocharis morsus-</i>	5
<i>ranae</i> et <i>Ceratophyllum demersum</i>	
<i>Viburno-Salicetum cinereae</i>	4
<i>Riccietum fluitantis</i>	7
groupement à <i>Potamogeton friesii</i>	<u>8</u>
	137

FELZINES distingue 4 catégories d'étangs en fonction de leur indice synphytosociologique :

Catégorie d'étangs	indices synphytosociologiques	valeur synphytosociologique
I	1-25	faible
II	26-50	élevée
III	51-75	très élevée
IV	≥ 76	exceptionnelle

Les étangs de haute valeur synphytosociologique (catégories III et IV) pour lesquels des mesures de protection sont indispensables, selon FELZINES, représentent dans le centre-est de la France 5 % des étangs prospectés. Et sa catégorie IV ne comporte que 2 étangs ayant respectivement comme valeur 81 et 76. Les marais de Mareuil-Caubert et la Mare à Goriaux rentrent dans cette catégorie. Les marais d'Arleux, le Grand-Marais d'Ecourt-St-Quentin et les marais de Long ont une valeur proche des marais de Mareuil-Caubert, et prennent également place dans la catégorie IV de FELZINES.

IV - ANALYSE BIOCOENOTIQUE

1. Inventaire de la faune associée

Déjà dans notre "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) parue en 1978, nous avons dressé un inventaire des espèces de la faune invertébrée (coelentères, annélidés, arthropodes et mollusques) et vertébrée (poissons, batraciens, oiseaux et mammifères) les plus représentatives d'étangs d'affaissements miniers (la Mare à Goriaux -tableau XXXV- et l'étang Wagner) et d'étangs de la vallée de la Sensée (les marais d'Arleux -tableau XXXVI-).

Cette faune, dans les milieux aquatiques, est plus ou moins associée à la végétation dont elle dépend pour la nutrition, directement (consommateurs primaires) ou indirectement (consommateurs secondaires), mais aussi pour l'abri, la reproduction.

De nombreux vertébrés aériens, consommateurs primaires, ont ainsi, de par leur dépendance alimentaire, une action sur la flore. Ce sont entr' autres :

- la foulque macroule (*Fulica atra* L.) qui se nourrit de nombreux hydrophytes tels *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*...

- le canard colvert (*Anas platyrhynchos* L.) qui consomme aussi des hydrophytes comme *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton div. sp.*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum spicatum*, *Polygonum amphibium*, *Chara div. sp.*, *Hippuris vulgaris*, *Callitriche div. sp.* ...

- le rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) qui utilise les rhizomes de *Nymphaea alba* et de *Nuphar lutea* et les tiges feuillées de *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*...

Quant aux macro-invertébrés benthiques des milieux à eaux courantes, ils ont besoin pour vivre de supports où ils peuvent se fixer, s'abriter, se reproduire. Suivant leur morphologie, leur adaptation, ces supports seront différents selon les espèces et très variés quant à leur structure : limons, vases, sable, blocs, débris végétaux, végétation aquatique... Parmi les possibilités de supports, la végétation aquatique tient une place importante (callitriches, renoncules aquatiques...). Il en est de même pour les macro-invertébrés des biotopes à eaux stagnantes qui utilisent également pour les mêmes raisons, directement ou indirectement la végétation aquatique ou subaquatique. En fait, il apparaît que la faune invertébrée et vertébrée est dans l'ensemble plus liée à la structure de la végétation qu'aux espèces la constituant. Néanmoins, les composantes floristiques peuvent, dans certains cas, jouer un rôle majeur. Ainsi SCHRODER (1977) décrit-il une biocoenose à mollusques associée à l'*Hydrocharito-Stratiotetum*. D'autre part, les cypriidés paraissent parfois rechercher des espèces précises ou tout au moins des espèces de type biologique semblable, sur lesquelles ils déposent préférentiellement leurs oeufs (GADECEAU 1909). C'est donc l'appartenance à un des types biologiques (*nympheides*, *élodéides*, *callitrichides*), définis par LUTHER (1943), DEN HARTOG et SEGAL (1964) et FELZINES (1982), au sein des hydrophytes peut être déterminante. :

Nous avons ainsi dans un premier temps inventorié dans des biotopes étudiés, du point de vue floristique, phytocoenologique et hydrobiologique, les invertébrés, les espèces de l'ichtyofaune, de l'herpétofaune, de l'avi-faune et de la mammalofaune les plus remarquables ou les plus caractéristiques. Dans un second temps, nous avons essayé d'analyser l'influence de la faune sur les biocoenoses d'un milieu à travers l'exemple du rat musqué. Finalement, nous avons tenté de dégager les incidences de la pollution sur les biocoenoses (phytocoenoses et zoocoenoses) à partir de quelques exemples simples mais concrets.

TABLEAU XXXV : INVENTAIRE DE LA FAUNE DE LA MARE A GORIAUX (1978)
PRINCIPALES ESPECES RELEVÉES

Coelentérés *

Hydroméduses

Hydra oligactis L.

Annélidés *

Oligochètes

Tubifex rivulorum Lmk.

Hirudinées

Hirudo medicinalis L.

Piscicola geometra L.

Arthropodes *

Arachnides

Hydrachnidae

Crustacés

Daphnia pulex Leyd.

Cyclops fuscus Jurine

Cypris O.F. Müller sp.

Asellus aquaticus L.

Insectes

Gomphus Leach sp.

Aeschna Leach sp.

Agrion elegans Lind

Phryganeidae

Gerris lacustris L.

Nepa cinerea L.

Notonecta glauca L.

Corixa geoffroyi Leach

Naucoris L. sp.

Dysticus marginalis L.

Gyrinus natator L.

Hydrophilus piceus L.

Culex pipiens L.

Chironomus Meigen sp.

Mollusques *

Gastéropodes

Limnaea stagnalis L.

Limnaea Lamarck sp.

Planorbis Guettard sp.

Pélécy-podes

Unio batavus Lamb.

Anodonta cygnea L.

Vertébrés

Poissons (Téléostéens)

Gasterosteus aculeatus L.

-épinoche

Pygosteus pungitius L.

-épinochette

Cyprinus carpio L.

-carpe

Gobio gobio L.

-goujon

Tinca tinca L.

-tanche

Abramis brama L.

-brème commune

Abramis bjoerkna L.

-brème bordelière, flaye

Alburnus alburnus Costa

-ablette

Rutilus rutilus L.

-gardon

* Systématique selon PERRIER (1963- 1964)

<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L.	-rotengle
<i>Misgurnis fossilis</i> L.	-loche d'étang
<i>Esox lucius</i> L.	-brochet
<i>Perca fluviatilis</i> L.	-perche
<i>Anguilla anguilla</i> L.	-anguille
Batraciens*	
<i>Bufo bufo</i> L.	-crapaud commun
<i>Rana esculenta</i> L.	-grenouille verte
<i>Rana temporaria</i> L.	-grenouille rousse
Oiseaux*(d'après KERAUTRET, 1970 et 1976)	
<i>Cettia cetti</i> (Temm.)	-bouscarle de Cetti
<i>Locustella luscinioides</i> (Savi)	-locustelle luscinioides
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (L.)	-rousserolle turdoides
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (Herm.)	-rousserolle effarvatte
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (L.)	-phragmite des joncs
<i>Motacilla alba</i> L.	-bergeronnette grise
<i>Emberiza schoeniellus</i> (L.)	-bruant des roseaux
<i>Alcedo atthis</i> L.	-martin pêcheur
<i>Milvus migrans</i> (Bodd.)	-milan noir
<i>Pandion haliaetus</i> (L.)	-balbuzard pêcheur
<i>Ixobrychus minutus</i> (L.)	-butor blongios
<i>Fulica atra</i> L.	-foulque macroule (300 en 1975)
<i>Vanellus vanellus</i> (L.)	-vanneau huppé
<i>Charadrius dubius</i> (Gm.)	-petit gravelot
<i>Gallinula chloropus</i> (L.)	-poule d'eau
<i>Phalacrocorax carbo</i> (L.)	-grand cormoran
<i>Cygnus bewickii</i> Yarr.	-cygne de Bewick
<i>Cygnus cygnus</i> (L.)	-cygne sauvage
<i>Cygnus olor</i> (Gm.)	-cygne tuberculé
<i>Aythya ferina</i> (L.)	-fuligule milouin (100 en 1975)
<i>Anas platyrhynchos</i> L.	-canard colvert (120 en 1975)
<i>Gavia artica</i> (L.)	-plongeon arctique
<i>Podiceps ruficollis</i> (Call.)	-grèbe castagneux
<i>Podiceps cristatus</i> (L.)	-grèbe huppé
Mammifères	
<i>Ondrata zibethica</i> L.	-rat musqué

* Systématique selon GEROUDET (1957-1972)

TABLEAU XXXVI : INVENTAIRE DE LA FAUNE DES MARAIS D'ARLEUX (1978)
 PRINCIPALES ESPECES RELEVÉES
 (en partie d'après VIGNEUX-QUENTIN et VIGNEUX 1975)

Annélides

Oligochètes

Stylaria lacustris L.
Branchiura sowerbyi Redd.

Hirudinées

Herpobdella Blainville sp.
Piscicola geometra L.
Helobdella stagnalis L.

Némathelminthes

Mermis Dujardin sp.

Arthropodes

Crustacés

Asellus aquaticus L.
Carinogammarus roeseli Gerv.
Gamburus affines

Insectes

Leptophlebia Westw. sp.
Cordulia Leach sp.
Sialis Latr. sp.
Leptoceridae
Limnophilidae
Corixa Geoffroy sp.
Naucoris L. sp.
Dysticus marginalis L.
Cyphon Paykull sp.
Limnobiidae
Chironomus Meigen sp.
Culicoides Latreille sp.
Stratiomyia Geoffroy sp.
Hemerodromia Meigen sp.

Mollusques

Gastéropodes

Bythinia Gray sp.
Ancylus Geoffroy sp.
Limnaea Lamarck sp.
Limnaea stagnalis L.
Planorbis Guettard sp.

Pélécy-podes

Sphaerium Scopoli sp.
Pisidium Pfeiffer sp.
Dreysensia Van Beneden sp.

Vertébrés

Poissons (téléostéens)

<i>Cyprinus carpio</i> L.	-carpe
<i>Gobio gobio</i> L.	-goujon
<i>Tinca tinca</i> L.	-tanche
<i>Abramis brama</i> L.	-brème
<i>Alburnus alburnus</i> Costa	-ablette
<i>Rutilus rutilus</i> L.	-gardon
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L.	-rotengle

<i>Misgurnis fossilis</i> L.	-loche d'étang
<i>Esox lucius</i> L.	-brochet
<i>Lota lota</i> L.	-lote des rivières
<i>Cottus gobio</i> L.	-chabot
<i>Gymnocephalus cernua</i> L.	-grémille
<i>Perca fluviatilis</i> L.	-perche
<i>Anguilla anguilla</i> L.	-anguille
Batraciens	
<i>Bufo bufo</i> L.	-crapaud commun
<i>Rana esculenta</i> L.	-grenouille verte
<i>Rana temporaria</i> L.	-grenouille rousse
Oiseaux (liste très incomplète)	
<i>Alcedo atthis</i> L.	-martin-pêcheur
<i>Ixobrychus minutus</i> (L.)	-butor blongios
<i>Botaurus stellaris</i> (L.)	-grand butor
<i>Gallinula chloropus</i> (L.)	-poule d'eau
<i>Fulica atra</i> (L.)	-foulque
<i>Spatula clypeata</i> L.	-souchet
<i>Anas platyrhynchos</i> L.	-colvert
<i>Anas acuta</i> L.	-pilat
<i>Anas penelope</i> L.	-canard siffleur
<i>Anas crecca</i> L.	-sarcelle d'hiver
<i>Podiceps ruficollis</i> (Pall.)	-grèbe castagneux
<i>Cyanosylvia vescica</i> (L.)	-gorge-bleue
Mammifères	
<i>Ondatra zibethica</i> L.	-rat musqué

1.1. Invertébrés

1.1.1. Milieux à eaux stagnantes

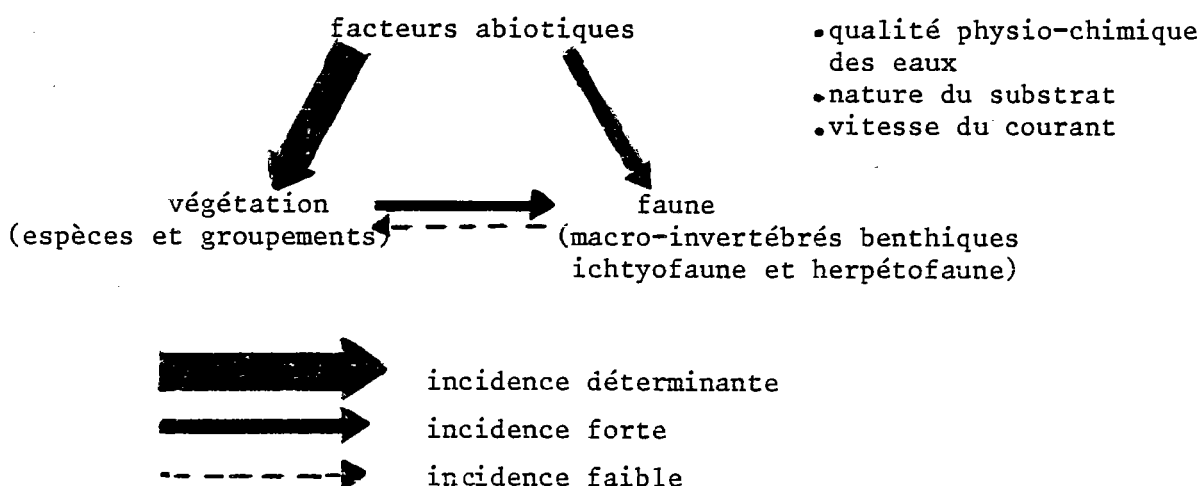
Nous avons déterminé les espèces rencontrées dans les mares prairiales occupées essentiellement par le *Ranunculetum peltati* (Avesnois), le *Ranunculetum aqualitis* (Flandre intérieure et Plaine de la Scarpe) et le *Ranunculetum baudotii* (Plaine maritime flamande et Plaine maritime picarde). La faune d'invertébrés est riche et diversifiée au niveau des deux premières associations baignées par des eaux douces, méso-eutrophes à eutrophes, elle est pauvre et limitée à des espèces supportant les taux élevés de Cl Na dans les mares à eaux subsaumâtres où se développe le *Ranunculetum baudotii* (tableau XXXVII).

S'il apparaît que la composition, la structure de la végétation et les types biologiques qui la constituent, jouent un rôle important dans la détermination de la faune d'invertébrés associée, il semble que celle-ci est cependant principalement conditionnée par la nature et la qualité des eaux.

1.1.2. Milieux à eaux courantes

Dans leurs études sur la qualité des eaux des rivières du Nord - Pas-de-Calais, VERDEVOYE et PELLETIER (1979 à 1983) prélèvent les macro-invertébrés benthiques en facies lotique et lentique afin d'évaluer par la méthode des indices biotiques, mise au point par TUFFERY et VERNEAUX (1967), la qualité biotique globale de l'eau.

Parallèlement aux analyses physico-chimiques et hydrobiologiques (tableau XXXVIII) réalisées sur la rivière Aa par VERDEVOYE et PELLETIER (1979), nous avons effectué une analyse floristique et phytosociologique fine de la végétation aquatique en place (tableau XXXIX) et essayé de dégager des corrélations générales entre les caractères du milieu, la flore et la faune que l'on peut schématiser globalement comme suit :



Secondairement, nous avons tenté de découvrir, dans les biotopes à eaux courantes, des zoocoenoses associées aux phytocoenoses aquatiques tout comme SCHRODER a défini une biocoenose à mollusques avec pour caractéristiques *Bythinia tentaculata*, *Radix pereger*, *Planorbis planorbis* et comme différentielle *Physa fontinalis*, associée à *Hydrocharito-Stratiotetum* dans les biotopes à eaux stagnantes. Nous avons avec VERDEVOYE (Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962, (1983), étude figurant dans le volume rassemblant nos publications, prélevé la macrofaune benthique en différents sites dans des touffes de callitriches (*Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa*) appartenant au *Callitrichetum obtusangulae*. Les résultats

TABLEAU XXXVII : PRINCIPALES ESPECES DE LA FAUNE D'INVERTEBRES DES MARES A GROUPEMENTS DE RENONCULES AQUATIQUES

REGIONS NATURELLES	AVESNOIS, THIERACHE	FLANDRE INTERIEURE PLAINE DE LA SCARPE	PLAINE MARITIME
ASSOCIATIONS FAUNE ASSOCIEE	<i>Ranunculetum peltati</i>	<i>Ranunculetum aquatilis</i>	<i>Ranunculetum baudotii</i>
<u>Coelentères</u>	<i>Hydra viridis</i> L. (hydre verte)		
<u>Annélides</u> <u>Hirudinées</u>	<i>Piscicola geometra</i> L.		<i>Hirudo medicinalis</i> L. (sangue médicinale)
<u>Mollusques</u>	<i>Limnea stagnalis</i> L. (limnée) <i>Planorbis</i> Guettard sp. <i>Bythynia tentaculata</i> L. (bythinie) <i>Physa</i> Drapanaud sp. (physe)		
<u>Arthropodes</u> <u>Crustacés</u>	<i>Asellus aquaticus</i> L. (aselle) <i>Daphnia pulex</i> Leyd. (daphnie) <i>Cyclops fuscus</i> L. (cyclops) <i>Cypris</i> O.F. Müller (cypris)		
<u>Insectes</u>	<i>Gomphus</i> Leach sp. (gomphus, larve) <i>Aeschna</i> Leach sp. (libellule, larve) <i>Agrion elegans</i> Lind (agrion, larve) <i>Nepa cinerea</i> L. (nèpe) <i>Notonecta glauca</i> L. (notonecte glauque) <i>Naucoris cimicoides</i> L. (naucore) <i>Dysticus marginalis</i> L. (dytique marginé et sa larve) <i>Hydrophilus piceus</i> L. (hydrophile brun et sa larve) <i>Chironomus</i> L. sp. (chronome, larve)		<i>Notonecta glauca</i> L. (notonecte glauque)

TABLEAU XXXVIII : ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES

LISTE FAUNISTIQUE

N° du point	2		3		4		6		7		8		9		10	
	L	C	L	C	L	C	L	C	L	C	L	C	L	C	L	C
<u>Trichoptères</u>																
Limnephilidae	1	2	1	3	1	1	+	+	1	2				1		
Agapetus	+	3				1										
Goeridae		1		1						+						
Sericostomatidae				1		1					1			+		
Hydroptilidae								1		1		+	1	1		
Hydropsyche sp				3		1	1	2		2						
Rhyacophila sp		1		2		1	1	1		1					1	
Polycentropus sp										1				+		
<u>Ephéméroptères</u>																
Baetis sp		1		1		2		1		1		1		1		
Ephemerella sp	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	
<u>Coléoptères</u>																
Elmis sp		1		3		1	+	1	1	2					+	
Dytiscidae	1						+		+			1				
Haliplidae				+			1	1	+							
<u>Mollusques</u>																
Pisidium sp		1	2	1	2	1	1	1	1	1	1			1		
Sphaerium sp					+						+					
Hydrobia ulvae	1		1		1	1		1		+						
Radix peregra	+					+	1	3	2	+				1		
Valvata piscinalis			2	1	1	1	+	+								
Ancylus fluviatilis				1		1			1						1	
Planorbis planorbis				1		1										
Physa fontinalis						1	1	+								
Galba palustris									+							

ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES
LISTE FAUNISTIQUE

N° du point	A		D	
	L	C	L	C
<u>Trichoptères</u>				
Limnephilidae	1	2	+	1
Sericostomatidae	1	1		
Hydroptilidae			1	3
Agapetus sp		1		
Hydropsyche sp	+	3		3
Rhyacophila sp		1	+	1
Polycentropus sp	+			
<u>Ephéméroptères</u>				
Baetis sp	+	2	+	1
Ephemerella sp	1	1	1	1
<u>Coléoptères</u>				
Elmis sp		2		1
Haliplidae		+	1	
<u>Mollusques</u>				
Radix peregra		+	1	1
Hydrobia ulvae	1		+	
Galba polustris			1	
Pisidium sp	1		+	1
Ancylus fluviatilis			1	1
Valvata piscinalis				1
Sphaerium sp			1	
<u>Crustacés</u>				
Gammaridae	1	3	+	3
Asellus aquaticus				+

ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES
LISTE FAUNISTIQUE

N° du point	A		D	
	L	C	L	C
<u>Hirucinés</u>				
Erpobdella sp	1	+	+	1
Glossiphonia complanata	1	+	+	1
Helobdella stagnalis	+			
Piscicola geometra				1
<u>Diptères</u>				
Chironomidae	1	1	1	1
Simulium sp		1	1	1
Ceratopogonidae	1			1
Tabanidae	+			
<u>Oligochètes</u>				
Tubifex sp	3		1	1

Classes d'abondance : 3 très abondant
2 abondant
1 présence
+ un seul individu

L : lenticque
C : courant
* : mixte

ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES
CARACTERISTIQUES DU MILIEU

Points n°	2	3	4	6	7	8	9	10
Catégorie piscicole	1	1	1	1	1	1	1	1
Largeur	9	12	7	9	15	13	15	9
Pente moyenne du secteur ‰	3	3,3	3,3	2,1	2,1	2,1	1	3
Classification dimensionnelle	22	22	22	22	22	22	22	22
Altitude en mètres	90	70	67	52	45	44	30	12
Nature géologique régionale	1	1	1	1	1	1	1	1
Nature géologique du lit	2	2	2	2	2	2	2	2
Granulométrie	(dominante faciès lotique	3	2	2	2	2	2	2
	(accessoire " "	1	1	1	1	1	1	1
	(dominante faciès lentique	6	6	6	3	6	6	6
	(accessoire " "	-	-	3	1	1	1	1
Nature Couverture végétale	(dominante faciès lotique	1	1	1	1	1	1	1
	(accessoire " "	-	-	-	3	3	3	3
	(dominante faciès lentique	1	1	1	1	1	1	1
	(accessoire " "	-	-	-	-	-	-	3
Importance couverture végétale % surface fond	(dominante	70	70	60	60	70	30	40
	(accessoire ...	-	-	-	5	5	20	15
Vitesse moyenne courant	(faciès lotique	65	60	70	130	100	50	80
	(faciès lentique	5	5	5	5	5	5	5
Profondeur	(faciès lotique	40	30	30	40	30	30	40
	(faciès lentique	40	30	30	30	30	30	30
Ensoleillement moyen	4	4	4	3	4	4	3	2
Turbidité	lim- pide	lim- pide	lim- pide	lim- pide	lim- pide	trou- ble	trou- ble	trou- ble
Couleur	00	00	00	00	00	09	09	09

ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES
 CARACTERISTIQUES DU MILIEU

Points n°	A	D	
Catégorie piscicole	1	1	
Largeur	5	5	
Pente moyenne du secteur ‰	9	6	
Classification dimensionnelle	21	21	
Altitude en mètres	72	43	
Nature géologique régionale	1	1	
Nature géologique du lit	2	2	
Granulométrie	(dominante faciès lotique	3	2
	(accessoire " "	1	1
	(dominante faciès lentique	6	6
	(accessoire " "	1	1
Nature Couverture végétale	(dominante faciès lotique	1	1
	(accessoire " "	-	2
	(dominante faciès lentique	1	2
	(accessoire " "	-	3
Importance couverture végétale % surface fond	(dominante	40	30
	(accessoire	-	10
Vitesse moyenne courant	(faciès lotique	60	70
	(faciès lentique	5	5
Profondeur	(faciès lotique	30	30
	(faciès lentique	30	20
Ensoleillement moyen	4	3	
Turbidité	!limpide	!trouble	
Couleur	00	00	

CODIFICATION DES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT

La rivière en général

	<u>Code</u>
* Catégorie piscicole	
. première catégorie : Salmonidés dominants	1
. deuxième catégorie : Cyprinidés dominants	2
* Classification dimensionnelle	
Elle est déterminée en fonction de la largeur du cours d'eau.	
. zone des sources	largeur variable 10
. rizières et ruisselets	< 1 m 11
. ruisseaux et petits torrents	1 < l < 5 m 21
. petites rivières, torrents importants	5 < l < 25 m 22
. rivières de moyenne importance montagne et prémontagne	25 < l < 50 m 23
. cours moyen des rivières précédentes	50 < l < 100 m 31
. cours inférieurs des rivières de plaine et fleuve	l > 100 m 32
. zones d'estuaire	33

La pente

exprimée en mètres de dénivellation par kilomètre de longueur de la rivière.

L'altitude

exprimée en mètres.

Nature pétrographique du substratum

*

Nature géologique régionale

- . Marno calcaire 1
- . argileux 2
- . roche volcanique ou plutonique acide 3
- basique 4
- . grès et autres roches siliceuses 5

*

Nature géologique du lit idem

*

Granulométrie du fond

dimension des sédiments

- | | | |
|---------------|----------------------|---|
| + de 200 m/m | blocs | 1 |
| 20 à 200 m/m | cailloux, galets | 2 |
| 2 à 20 mm | gravillons, gravette | 3 |
| 0,2 à 2 mm | sable | 4 |
| 0,02 à 0,2 mm | sablon | 5 |
| à 0,02 | limons et vases | 6 |

Couverture végétale

*

Nature de la couverture végétale

- . phanéogrammes 1
- . bryophytes 2
- . algues 3
- . bactéries et champignons 4

*

Pourcentage de la surface du fond occupé par la végétation

Vitesse du courant

exprimée en cm/s.

Profondeur de la rivière

exprimée en centimètres.

Influence de la lumière sur les communautés animales

. Ensoleillement moyen

rivières couvertes	1
rivières assez couvertes	2
rivières assez dégagées	3
rivières dégagées	4

Couleur de l'eau

Incolore	00	jaune	05
bleu	01	jaune-marron	06
bleu-vert	02	marron-clair	07
vert	03	marron foncé	08
vert-jaune	04	gris	09
		noir	10

établis à partir des captures effectuées sur un volume de 2 dm³ de callitriches sont exprimés en nombre d'individus (tableau XXXX) et de taxons (tableau XXXXI).

Au niveau d'une même station la colonisation est plus importante dans le faciès lotique, car, au sein des touffes de callitriches, le courant est considérablement ralenti ce qui facilite l'installation des espèces non strictement rhéophiles. Mais le nombre de taxons est bien sûr également dépendant de la qualité de l'eau. Ainsi 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.

Callitriche obtusangula et *Callitriche platycarpa* sont donc bien adaptés à fixation du périphyton mais celle-ci dépend en fait surtout des conditions abiotiques du milieu.

Il ne nous est pas paru possible pour l'instant de définir des groupements d'invertébrés benthiques (mollusques et insectes en particulier) réellement associés au *Callitrichetum obtusangulae* et à ses composantes floristiques. Néanmoins, il est frappant de constater que dans les eaux vives, le *Callitrichetum obtusangulae typicum* sert de support préférentiel aux *Gammaridae*, aux achètes du genre *Erpobdella* et aux éphéméroptères du genre *Ephemerella*.

1.2. Ichtyofaune

Nous en avons relevé les principales espèces dans quelques milieux à eaux stagnantes : Mare à Goriaux (tableau XXXV) et Marais d'Arleux (tableau XXXVI).

Dans certains étangs d'affaissements miniers soumis à une pollution chronique organique et minérale (Etang d'Amaury), elle se limite souvent aux gastérostéiformes : épinoche (*Gasterosteus aculeatus* L.) et épinochette (*Pungitius pungitius* L.). D'autres, peu profonds, au substrat recouvert d'une vase épaisse siège de fermentations importantes en période estivale, semblent être le biotope préférentiel de la tanche (*Tinca tinca* L.) qui y abonde (étangs de la Fosse Maurice Sabatier et de la Scarpe).

Déjà en 1909 GADECEAU montre l'intérêt des végétations aquatiques dans la fraye de nombreuses espèces de l'ichtyofaune. CUNAT (1974) dans son rapport pour le Conseil supérieur de la pêche sur "Les exigences des poissons dans nos eaux courantes" dégage l'action bénéfique de la végétation macroscopique pour les poissons. Il distingue un rôle dans l'oxygénation de l'eau et d'accélération de l'auto-épuration, la production de matière vivante, la fonction de support pour les invertébrés et d'abri pour les poissons, et l'intervention directe dans la reproduction de certaines espèces qui déposent leurs oeufs sur les végétaux aquatiques.

ARRIGNON (1977) dans son ouvrage sur l'"Aménagement écologique et piscicole des eaux douces" explique le rôle essentiel joué par la végétation aquatique dans la reproduction des cyprinidés et celui des végétations prairiales inondables au printemps dans la fraie du brochet. Les exigences strictes dans le choix des aires de ponte (exigences spatiales, hydrauliques, benthiques, biochimiques, thermiques) sont satisfaites par la végétation aquatique ou prairiale hygrophile (*Agropyro-Rumicion*).

Suite à l'étude d'aménagement des marais d'Arleux, réalisé par VIGNEUX-QUENTIN et VIGNEUX (1975) et à laquelle nous avons participé pour la connaissance de la végétation aquatique, nous avons été amenés à étudier ce problème et avons essayé de distinguer les rapports entre les différentes espèces de l'ichtyofaune de la ditton et la végétation des étangs, marais et rivières en tant que frayères recherchées par ces espèces. (tableau XXXXII).

Nous nous sommes aussi intéressés avec VERDEVOYE (in GEHU, MERIAUX, TOMBAL P., TOMBAL J.-C. et coll., 1980-1981) à l'ichtyofaune de plusieurs rivières de la ditton que nous avons caractérisées par leurs principales espèces halieutiques,

TABLEAU XXXXI : RELATIONS QUALITE DES EAUX, FAUNE, CALLITRICHES

Rivières, ruisseaux ou marais	Canarderie	Trétoire (amont)	Trétoire (aval)	Béart	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Course
Stations Callitriches+	St-Aybert Co	Rieulay Co,Cp	Rieulay Cp	Ovillers Co,Cp	Remilly- Wirquin Co,Cp	Remilly- Wirquin Co,Cp	Remilly- Wirquin Co,Cp	Renty Co,Cp	Renty Co,Cp	Beussent Co,Cp
Qualité de l'eau	mauvaise			bonne						
Vitesse du courant cm/s à 0,05 m du fond	nulle	13	12	52	45	76	nulle	37	nulle	74
à 0,15 cm du fond	nulle			81	84	98	nulle	95	nulle	101
Trichoptères				17	7	66	8	1		27
Ephéméroptères	1			33	16	9	11	9		45
Coléoptères	6	1	1		3	2				30
Diptères	1	11	30	25	7	14	2	14		12
Odonates		3								
Mollusques	2	12	4	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	35	124	69	411	80	119	39	323
Nombre de taxons	6	7	4	7	9	14	10	10	8	18

+ Callitriches : Co = *Callitriche obtusangula*, Cp = *Callitriche platycarpa*

+ Faune, unités : Nombre d'individus pour 2 dm³ de Callitriche

TABEAU XXXXII : LES PRINCIPAUX GROUPEMENTS VEGETAUX FRAYERES DE L'ICHTYOFAUNE

ICHTYOFAUNE		ASSOCIATIONS VEGETALES
Famille	Espèces	
Cyprinidés	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L. (Rotengle)	<i>Myriophyllo-Nupharetum</i> facies à <i>Myriophyllum spicatum</i> facies à <i>Myriophyllum verticillatum</i> Groupement à <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> et <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Potametum lucentis</i> <i>Callitrichetum obtusangulae hydrocharicetosum</i>
	<i>Futilus rutilus</i> L. (Gardon blanc)	<i>Myriophyllo-Nupharetum</i> facies à <i>Myriophyllum spicatum</i> facies à <i>Myriophyllum verticillatum</i> Groupement à <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> et <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Potametum lucentis</i> <i>Callitrichetum obtusangulae hydrocharicetosum</i>
	<i>Abramis brama</i> L. (Brème commune)	<i>Potametum lucentis</i> <i>Myriophyllo-Nupharetum</i> facies à <i>Potamogeton natans</i> <i>Potamo-Ranunculetum fluitantis</i>
	<i>Cyprinus carpio</i> L. (Carpe)	<i>Glycerietum fluitantis</i> Groupement à <i>Agrostis stolonifera</i> et <i>Glyceria fluitans</i> <i>Potametum lucentis</i>
	<i>Tinca tinca</i> L. (Tanche)	<i>Charetum vulgaris</i> <i>Charetum fragilis</i> <i>Nitellopsidetum obtusae</i> <i>Potametum pectinati</i>
Esocidés	<i>Esox lucius</i> L. (Brochet)	Groupement à <i>Agrostis stolonifera</i> et <i>Glyceria fluitans</i> <i>Glycerietum fluitantis</i> <i>Ranunculetum aquatilis</i>
Percidés	<i>Perca fluviatilis</i> (Perche de rivière)	<i>Myriophyllo-Nupharetum</i> facies à <i>Myriophyllum spicatum</i> facies à <i>Myriophyllum verticillatum</i>

leur rang piscicole et la valeur de leur capacité biogénique. Les espèces de l'ichtyofaune rencontrées dans les rivières de la dition se répartissent comme suit :

- classe des marsipobranches *
 - * ordre des pétromyzoniformes
 - . famille des pétromyzonidés
 - Lampetra planeri* Bloch (lamproie de Planer)
- classe des téléostoniens (téléostéens)
 - * ordre des salmoniformes
 - . famille des salmonidés
 - Salmo trutta* L. *fario* (truite de rivière)
 - Salmo gairdneri* L. (truite arc-en-ciel)
 - Salvelinus fontinalis* Mitchill (saumon de fontaine)
 - . famille des ésocidés
 - Esox lucius* L. (brochet)
 - * ordre des cypriniformes
 - . famille des cyprinidés
 - Rutilus rutilus* L. (gardon)
 - Phoxinus phoxinus* L. (vairon)
 - Scardinius erythrophthalmus* L. (rotengle)
 - Tinca tinca* L. (tanche)
 - Gobio gobio* L. (goujon)
 - Abramis brama* L. (brème)
 - Cyprinus carpio* L. (carpe)
 - . famille des cobitidés
 - Noemacheilus barbatulus* L. (loche franche)
 - * ordre des anguilliformes
 - . famille des anguillidés
 - Anguilla anguilla* L. (anguille)
 - * ordre des perciformes
 - . famille des percidés
 - Perca pluvialis* L. (perche de rivière)
 - Gymnocephalus cernua* L. (grémille)
 - * ordre des scorpaeniformes
 - . famille des cottidés
 - Cottus gobio* L. (chabot)

Les caractères halieutiques et la capacité biogénique des principales rivières étudiées floristiquement et phytosociologiquement dans le territoire prospecté se présentent comme suit :

- la Hem (de Licques à Recques)
Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite fario, gardon, vairon, chabot, anguille et truite arc-en-ciel (moins abondante)
Capacité biogénique : 7
- l'Aa (de Rumilly à Elnes)
Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite arc-en-ciel, truite fario, vairon, chabot, lamproie de planer, anguille
Capacité biogénique : 8
- la Lys (de Luisbourg à Aire)
Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite fario

* *Systématique selon MAITLAND (1977)*

Capacité biogénique : 7

- la Canche (de Berlencourt-le-Cauroy à Aubrometz)

Rivière de première catégorie : salmonidés, truite fario, truite arc-en-ciel, chabot, anguille, lamproie, et, gardon et brème commune moins abondants

Capacité biogénique : 7,5 à 8,5

- la Ternoise

Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite fario, truite arc-en-ciel, anguille, chabot, lamproie de Planer, gardon, brème commune

Capacité biogénique : 6 en amont de Saint-Pol, 3 de Saint-Pol à Teneur, 8 en aval de Teneur

- la Course

Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite fario, truite arc-en-ciel, anguille, vairon, lamproie de Planer, saumon

Capacité biogénique : 8,5

- l'Escaut (de Gouy à Cambrai)

Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite arc-en-ciel, truite fario, brème commune

Capacité biogénique : 4

- la Somme

. d'Essigny à Rouvroy

Rivière de première catégorie : salmonidés dominants, truite fario, truite arc-en-ciel

Capacité biogénique : 7

. de St-Quentin à Séreaucourt-le-Grand

Rivière de deuxième catégorie : cyprinidés dominants, tanche, brème commune

Capacité biogénique : 2 (sauf Grugies 0)

. de Séreaucourt-le-Grand à Cléry

Rivière de deuxième catégorie : cyprinidés dominants, brème commune, brochet, perche de rivière, goujon, rotengle, carpe, chabot, grémille, loche franche

Les salmonidés n'utilisent pas la végétation comme frayères, ils déposent leurs oeufs dans le gravier à l'apex des rivières là où les eaux sont froides, bien oxygénées et peu profondes. Mais les herbiers à callitriches, renoncules et herbe dressée (forme submerse) du *Callitrichetum obtusangulae* et du *Ranunculo calcarei-Sietum* jouent pour eux le rôle de garde-manger à crustacés et insectes.

1.3. Herpétofaune *

Quelques espèces de batraciens utilisent les milieux à eaux stagnantes, -étangs, marais, mares- pour la fraie au printemps de mars à juin.

Ce sont : *Rana temporaria* L. (grenouille rousse)

Rana esculenta L. (grenouille verte)

Bufo bufo L. (crapaud commun)

Bufo calamita Laurenti (crapaud calamite)

* KERAUTRET a réalisé très récemment un inventaire de l'herpétofaune de la région Nord - Pas-de-Calais. Les résultats figurent dans la note "Amphibiens et reptiles : un élément faunistique méconnu du nord de la France" devant paraître dans les actes du Colloque sur "Le patrimoine naturel régional Nord - Pas-de-Calais" réalisé par l'A.M.B.E. en 1983.

Hyla arborea L. (rainette verte)
Pelodytes punctatus Dautin (pelodytes ponctué)

En période de reproduction le crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*) se rencontre également dans les milieux aquatiques où il vient tremper ses oeufs dans l'eau afin qu'ils ne se dessèchent pas.

Quatre espèces d'urodèles peuplent les mares et quelques étangs de nos régions.

Ce sont : *Triturus helveticus* Razomowsky (triton palmé)
Triturus vulgaris L. (triton ponctué)
Triturus cristatus Laurenti (triton à crête)
Triturus alpestris Laurenti (triton alpestre)

qui déposent leurs oeufs sur les feuilles des composantes des groupements du *Ranunculion aquatilis* : *Ranunculetum peltati*, *Ranunculetum aquatilis*, *Hottonietum palustris*, groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *typica*.

Salamandra salamandra L. (salamandre tachetée) vit dans des trous, sous des souches d'arbres d'où elle ne sort que la nuit ou le jour après la pluie. La femelle ne va à l'eau que pour donner naissance à ses petits.

Les batraciens, en raison de leur mode de reproduction avec développement de l'oeuf après fécondation dans l'eau et vie larvaire passée intégralement dans l'eau, peuvent prétendre à jouer un rôle d'indicateurs de qualité des eaux. Ce rôle serait intéressant à étudier parallèlement à ceux assumés par la microflore (diatomées), la macroflore et les phytocoenoses aquatiques, les macro-invertébrés et l'ichtyofaune.

1.4. Avifaune

Nous l'avons analysé régulièrement lors d'études collectives de cotation de milieux naturels à des fins de protection ou d'aménagement. A titre d'exemple nous donnerons un aperçu de l'avifaune des watergangs de la Plaine maritime flamande (tableau XXXXIII) et de celle du Marais de Guînes (tableau XXXXIV) inventoriée dans l'"Etude écologique de la Région des Wateringues du Pas-de-Calais" (MERIAUX J.-L. et coll. 1982).

L'avifaune est l'une des composantes biologiques les plus marquantes car "des plus vivantes" des milieux naturels. Cependant les espèces ne dépendent pas vraiment des associations végétales mais comme le souligne bien GODIN (1974) des "types physiologiques" d'un marais à savoir l'eau libre, les vasières ou gravières, les roselières, les zones de friches humides, les bois humides. En fait, dans une étude plus fine réalisée dans le marais audomarois composé de milieux marécageux (roselières, prairies humides et friches humides) et de milieux forestiers (différentes futaies et manteaux préforestiers). DELSAUT et GODIN (1977) ont mis en évidence des relations entre les complexes d'associations végétales et l'avifaune. Ils montrent en effet par une analyse de critères retenus dans leur travail que certaines espèces sont liées à des groupements végétaux, d'autres à des complexes de groupements, d'autres enfin à des groupes de complexes.

1.5. Mammalofaune

Nous nous sommes limités à inventorier et étudier les espèces ayant une incidence directe ou indirecte notable sur la végétation en place. Les espèces ont été aussi recensées lors d'étude de cotation de sites -à des fins de préservation ou d'aménagement- comme cela a été le cas pour les marais de Mareuil-Caubert où nous avons relevé les insectivores, les chiroptères et les rongeurs les plus caractéristiques :

TABLEAU XXXXIII : APERCU DE L'AVIFAUNE DES WATERGANGS

P	<i>Podiceps cristatus</i> (L.)	Grèbe huppé
P H S	<i>Podiceps ruficollis</i> (Pall.)	Grèbe castagneux
P H E	<i>Ardea cinerea</i> L.	Héron cendré
P H S	<i>Anas platyrhynchos</i> L.	Canard colvert
P	<i>Anatidae</i>	Anatidés
P H	<i>Buteo buteo</i> L.	Buse variable
P H	<i>Accipiter nisus</i> (L.)	Epervier d'Europe
P N	<i>Circus aeruginosus</i> (L.)	Busard des roseaux
P H	<i>Circus cyaneus</i> (L.)	Busard saint-martin
P	<i>Circus pygargus</i> (L.)	Busard cendré
P	<i>Pandion haliaetus</i> (L.)	Balbuzard pêcheur
P H	<i>Falco peregrinus</i> Gmel.	Faucon pèlerin
P	<i>Falco subbuteo</i> L.	Faucon hobereau
P H	<i>Falco columbarius</i> L.	Faucon émerillon
P H S	<i>Falco tinnunculus</i> L.	Faucon crécerelle
P H S	<i>Rallus aquaticus</i> L.	Râle d'eau
P H S	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)	Poule d'eau
P H S	<i>Fulica atra</i> L.	Foulque macroule
P H	<i>Gallinago gallinago</i> (L.)	Becassine des marais
P	<i>Numenius arquata</i> (L.)	Courlis cendré
P	<i>Tringa totanus</i> (L.)	Chevalier gambette
P	<i>Tringa nebularia</i> (Gunn.)	Chevalier aboyeur
P	<i>Tringa hypoleucos</i> (L.)	Chevalier guignette
P H	<i>Larus argentatus</i> Pontopp.	Goéland argenté
P H	<i>Larus canus</i> L.	Goéland cendré
P H E	<i>Larus ridibundus</i> L.	Mouette rieuse
P H	<i>Alcedo atthis</i> L.	Martin-pêcheur
P H	<i>Anthus spinoletta</i> (L.)	Pipit spioncelle
P H S	<i>Motacilla alba</i> L.	Bergeronnette grise
P H	<i>Lanius excubitor</i> L.	Pie-grièche grise
S	<i>Cettia cetti</i> (Temm.)	Bouscarde de Cetti
P H S	<i>Emberiza schoeniclus</i> (L.)	Bruant des roseaux

S = Sédentaire ; N = Nicheur d'été ; E = Estivant ; P = Passage ; H = Hivernant

TABLEAU XXXIV : APERCU DE L'AVIFAUNE DU MARAIS DE GUÎNES

P H	<i>Podiceps ruficollis</i> (Pall.)	Grèbe castagneux
P H	<i>Ardea cinerea</i> L.	Héron cendré
P	<i>Anas platyrhynchos</i> L.	Canard colvert
P	<i>Anas crecca</i> L.	Sarcelle d'hiver
P E	<i>Circus aeruginosus</i> (L.)	Busard des roseaux
P H S	<i>Falco tinnunculus</i> L.	Faucon crécerelle
P	<i>Rallus aquaticus</i> L.	Râle d'eau
P H	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)	Poule d'eau
P	<i>Gallinago gallinago</i> (L.)	Bécassine des marais
P	<i>Tringa totanus</i> (L.)	Chevalier gambette
P	<i>Tringa ochropus</i> L.	Chevalier culblanc
P	<i>Tringa hypoleucos</i> (L.)	Chevalier guignette
P H	<i>Larus argentatus</i> Pontopp.	Goéland argenté
P H	<i>Larus canus</i> L.	Goéland cendré
P H	<i>Larus ridibundus</i> L.	Mouette rieuse
P H	<i>Alcedo atthis</i> L.	Martin-Pêcheur
P	<i>Hirundinae</i>	Hirondelles
P H	<i>Anthus spinoletta</i> (L.)	Pipit spioncelle
P H	<i>Motacilla cinerea</i> Tunst.	Bergeronnette des ruisseaux
P H S	<i>Motacilla alba</i> L.	Bergeronnette grise
H	<i>Erithacus rubecula</i> (L.)	Rouge-gorge
N	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (Herm.)	Rousserolle effarvate
N	<i>Acrocephalus palustris</i> (Bechst.)	Rousserolle verderolle
N	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (L.)	Phragmite des joncs
H	<i>Parus caeruleus</i> L.	Mésange bleue
P H S	<i>Emberiza citrinella</i> L.	Bruant jaune
P H S	<i>Emberiza schoeniclus</i> (L.)	Bruant des roseaux

S = Sédentaire ; N = Nicheur d'été ; E = Estivant ; P = Passage ; H = Hivernant

- Insectivores
Neomys fodiens Pennant (crossope aquatique)
Neomys anomalus Cabrera (crossope de Miller)
- Chiroptères
Myotis daubentoni Leisler (vespertilion de Daubenton)
Myotis dasycneme L. (vespertilion des marais)
Lutra lutra L. (loutre encore présente il y a quelques années et demeurant potentielle)
- Rongeurs
Ondatra zibethica L. (rat musqué)
Arvicola sapidus L. (campagnol amphibie)

2. Influence de la faune sur les biocoenoses

Nous nous bornerons à prendre l'exemple le plus représentatif, celui du rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) qui par son activité peut modifier considérablement la structure et la composition de la végétation des étangs et marais et indirectement celle des zoocoenoses les peuplant. Le rôle du rat musqué est précisé à travers trois notes intégrées au volume rassemblant nos publications à savoir :

- "Influence écologique du rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) sur l'écosystème étang" ;
- "Le rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) dans l'écosystème étang" ;
- "Réactions des groupements aquatiques et subaquatiques aux changements de l'environnement" (II - Action d'un animal étranger aux biocoenoses : *Ondatra zibethica* L. -Rat musqué-).

3. Incidences de la pollution sur les biocoenoses

Corrélativement aux phénomènes d'eutrophisation s'observe une évolution des phytocoenoses aquatiques du milieu : les espèces oligotrophentes, puis mésotrophentes disparaissent et laissent place aux espèces eutrophentes beaucoup plus nombreuses et ayant une amplitude écologique large. Les phytocoenoses se succèdent ainsi en fonction de la trophie. Pollutions minérales et organiques peuvent se greffer sur cette eutrophisation naturelle, l'accélérer, la dépasser. L'effet des pollutions est plus marquant encore sur la végétation : seules, rapidement, persistent les espèces pollu-résistantes. Il en est de même pour les zoocoenoses de macro-invertébrés benthiques et pour l'ichtyofaune qui ont un "comportement" similaire à celui de la macroflore aquatique.

Les effets des pollutions sur les phytocoenoses aquatiques et secondairement sur les communautés animales exposés avec quelques exemples, dans notre note établie en commun avec GEHU (1981) sur les "Réactions des groupements aquatiques et subaquatiques aux changements de l'environnement" (III - Réactions des phytocoenoses aquatiques aux modifications de la composition chimique des eaux), et insérée dans le volume réunissant nos publications.

CONCLUSION : Parallèlement à l'étude de la végétation, celle de la faune d'un milieu apparaît indispensable. Sa connaissance est nécessaire pour la cotation de ces milieux qui ne peut s'appuyer sur la seule connaissance des composantes floristiques. Elle l'est aussi pour une meilleure analyse de la végétation. En effet, les animaux, en particulier les mammifères et les oiseaux, peuvent modifier par leurs activités, directement ou indirectement la végétation en place. Nous avons pu le constater pour le rat musqué

et cela se vérifie également, à un degré moindre il est vrai, pour des oiseaux comme la foulque et le grèbe huppé, dans la recherche de leur nourriture et la construction de leur nid. De nombreux individus d'associations végétales sont ainsi en fait des groupements de secondarisation liés à l'activité animale dans le milieu et la méconnaissance de la faune conduit bien souvent à des interprétations partielles ou erronées de la composition d'un groupement. Les effets de la pollution sont similaires, quelquefois difficiles à cerner, mais parfois aussi spectaculaires. Là encore, la connaissance des caractères abiotiques du milieu devient une nécessité. Les modifications de ces caractères, comme une eutrophisation rapide des eaux, une pollution accidentelle, ont souvent des effets rapides primaires sur la faune, la flore et secondaires par effet de réciprocité entre les composantes faunistiques et floristiques.

Un milieu naturel, semi-naturel, sub-naturel est un "tout", il n'est pas concevable de dissocier dans une étude ces éléments constitutifs : une étude floristique et phytocoenologique doit s'accompagner d'une étude faunistique même légère, (et inversement) si l'on souhaite interpréter au mieux les groupements végétaux définis.

V - SYNECOLOGIE AQUATIQUE, LA VEGETATION COMME TEST DE LA QUALITE DES EAUX

Longtemps la macroflore, comparativement à la microflore et aux macro-invertébrés benthiques, a joué un rôle mineur dans la connaissance de l'état des eaux. Les auteurs allemands ont néanmoins jugé son utilisation opportune dans l'appréhension des changements de qualité des biotopes aquatiques. Ainsi, dès 1962, MÜLLER établit une comparaison entre les végétations macrophytiques flottantes et la pollution de l'eau et, en 1969, WEBER-OLDECOP définit des communautés de plantes en relation avec la qualité des eaux. Plusieurs auteurs, comme LIEBMANN (1960-1962), FORSBERG (1964), BITTMANN (1965), CARBIENER (1969), GLANZER (1974), LACHAVANNE et WATTENHOFER (1975), WIEGLEB (1978), HASLAM (1978), BOUZILLE (1980), FELZINES (1977, 1982), MERIAUX (à paraître) montrent aussi des corrélations entre les espèces aquatiques et la qualité des eaux ; TÜXEN (1974), KOHLER, VOLRATH et BEISL (1971), MERIAUX (1978), WIEGLEB (1978), MERIAUX et GEHU (1979), POTT (1980, 1981) en dégagent également entre les phytocoénoses aquatiques (le plus souvent les groupements d'hydrophytes flottants) et des paramètres physico-chimiques des biotopes. Mais ce sont dans les travaux de CARBIENER (1969), CARBIENER et SCHAAL (1970) et surtout KOHLER et de son école (HABER et KOHLER 1972, KOHLER 1972 et 1975, KOHLER et coll. 1971, 1973 et 1974) que sont précisées au mieux les relations entre la répartition de la flore aquatique et les caractéristiques physico-chimiques des eaux. Ces différents travaux amènent KOHLER et ses collaborateurs (1971 à 1975) suivi en cela par DECORNET (1979), MERIAUX (1982), à préconiser l'existence d'une zonation floristico-écologique dans les rivières. KOHLER (1975), CARBIENER (1977), DECORNET (1979) et MERIAUX (1982) vont même au-delà et distinguent une zonation phytocoeno-écologique des cours d'eaux.

L'ensemble de ces recherches conduisent KOHLER, BRINKMEIER et VOLLRATH (1974), WIEGLEB (1979), DECORNET (1979), POTT (1980, 1981), MERIAUX (1982), HASLAM (1982) à différencier des espèces et des phytocoénoses indicatrices de la qualité des eaux et à élaborer des méthodes de diagnostic de l'état des eaux, principalement courantes, à partir des macrophytes aquatiques, et des phytocoénoses qu'ils constituent.

1. La zonation floristico-écologique

Dès 1971, KOHLER et ses collaborateurs, s'appuyant sur les travaux de CARBIENER (1969), CARBIENER et SCHAAL (1970) et KRAUSE (1972) dont les résultats montrent des variations de la végétation des biotopes aquatiques avec l'eutrophisation et l'apparition de zones trophiques, tentent d'approcher le problème de la qualité des eaux par des méthodes simples et reproductibles.

1.1. Les données de la littérature

Les études de ces auteurs aboutissent à distinguer une zonation écologique des cours d'eau du point de vue de la macroflore submergée ou zonation floristico-écologique. DECORNET (1979), qui transpose la méthode de KOHLER et de ses collaborateurs, appliquée à deux rivières du Haut-Palatinat (R.F.A.) sur l'Orne et le Rupt-de-Mad (Lorraine), réalise une excellente synthèse des données de la littérature concernant ce sujet, synthèse à laquelle nous nous sommes référés.

Quelques principes et notions de base sont à retenir pour la compréhension de cette méthode et sa mise au point :

- Les zones oligotrophes et celles à pollution organique intense sont les deux extrêmes du point de vue qualitatif et du nombre des espèces répertoriées. Les eaux les plus pures ne sont pas les plus riches en espèces (DECORNET 1979) ;

- Le rôle d'indicateur des macrophytes se remarque aisément au travers des modifications de végétation décelables aux abords immédiats d'affluents d'eaux usées (MERIAUX et GEHU 1979 - Annexe publications - et MERIAUX et WATTEZ 1980) ;

- Dans un milieu subissant une pollution organique et minérale les espèces polluo-sensibles disparaissent rapidement au profit des espèces polluo-résistantes qui prolifèrent et conquièrent l'espace libre. En cas de surcharge constante de pollution et en fonction d'un seuil de tolérabilité les espèces polluo-résistantes disparaissent ce qui conduit au désert macrophytique (MERIAUX et GEHU 1979 - Annexe publications - DECORNET 1979, MERIAUX 1982). A côté de ces deux types de macrophytes se rencontrent des espèces indifférentes peuplant les biotopes oligotrophes, mésotrophes et eutrophes atteints ou non de pollution (MERIAUX et GEHU 1979, - Annexe publications -, DECORNET 1979, MERIAUX 1982). Concernant l'état physico-chimique des eaux, KOHLER et coll. (1972) ont mesuré les paramètres considérés par HOLL (1968) comme indicateurs de pollution à savoir les ions NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , Cl , SO_4 , oxydabilité permanganique et demande en chlore. Les résultats de leur travaux indiquent que seuls les ions NH_4 et PO_4 montrent les variations les plus représentatives du degré de trophie et de pollution des eaux et ont une incidence prédominante sur la répartition des macrophytes dans les rivières (et les étangs). DECORNET (1979) adopte ce point de vue et s'en tient à la prise en compte de ces deux paramètres dans ces définitions de zonations floristico-écologique dans les rivières de Lorraine. Toutefois, WIEGLEB (1979) dans ses recherches en Basse-Saxe sur les relations entre la végétation et les paramètres chimiques caractérisant la nature et la qualité des eaux ne suit pas KOHLER et ses collaborateurs. Il conclut que la teneur en hydrogencarbonates et celle en gaz carbonique sont les deux facteurs qui conditionnent l'installation et le développement des hydrophytes, les autres facteurs n'auraient qu'un rôle faible. Cela nous paraît juste pour les milieux non pollués et s'eutrophisant naturellement mais les facteurs considérés comme secondaires par WIEGLEB, en particulier les ions PO_4 et NH_4 , peuvent lorsque leur teneur dépasse un seuil de tolérance assumer un rôle primordial (MERIAUX 1982).

KOHLER et ses collaborateurs sont ainsi amenés à distinguer, à partir des résultats de leurs travaux sur les rivières de la région de Munich, 6 zones floristico-écologiques en fonction du degré d'eutrophisation croissante des eaux :

La zone A à *Potamogeton coloratus*, la plus pure, avec outre le potamo coloré, *Chara hispida*, *Chara vulgaris*, *Juncus subnodulosus* fo. *submersum*, *Potamogeton berchtoldii*, *Sparganium minimum*.

Les eaux sont oligotrophes, riches en calcium, sténothermes, fraîches. La teneur en nitrates peut être élevée mais n'a pas d'effet eutrophisant évident. Aucun affluent ne se déverse dans cette zone et il n'y a pas d'influence des engrais.

La zone B à *Sium erectum* fo. *submersum* ou à *Mentha aquatica* fo. *submersa* est une zone pure. Parmi les espèces de la zone A subsiste *Chara hispida*. *Scirpus lacustris* fo. *fluitans*, *Juncus articulatus* et *Potamogeton natans* var. *prolixus*, *Potamogeton densus* s'y relèvent également.

Ces zones A et B correspondent aux eaux catharobes, riches en calcium, à taux constant et bas en NH_4 et PO_4 .

La zone C avec *Hippuris vulgaris* fo. *fluviatilis*, *Zannichellia palustris* subsp. *repens*, *Potamogeton densus*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton panormitanus*, *Ranunculus trichophyllus*, *Fontinalis antipyretica* est en moyenne à faible teneur en PO_4 et NH_4 (0,07 à 0,09 mg/l avec des maximas de 0,46 à 0,48 mg/l). Les espèces de la zone A sont absentes par contre celles des zones B et D y sont fréquentes.

KOHLER (1977) fait de cette zone celle à *Callitriche obtusangula*.

La zone D est marquée par la présence de *Ranunculus fluitans* et *Callitriche obtusangula*. *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton crispus*, *Ranunculus circinatus* s'y rencontrent fréquemment tandis que les espèces de la zone B sont absentes. Cette zone est très eutrophisée par des affluents domestiques. Le taux de PO₄ et de NH₄⁺ augmente fortement (0,28 à 0,45 mg/l avec des maximas de 1,34 à 1,67 mg/l).

La zone V ou dévastée correspond à une zone où ne subsistent des macrophytes que *Sparganium erectum* et *Sparganium emersum*.

L'autoépuration peut faire réapparaître les zones dans l'ordre inverse ou elles ont été citées à commencer par une zone E à *Elodea canadensis*.

La zonation floristico-écologique peut être comparée avec le système de saprobies décrite par KOLKWITZ et MARSSON (1908-1909) et modifiée par ILLIES (1955) et LIEBMANN (1962). Quatre zones prépondérantes existent dans ce système :

- la zone des "polysaprobies" caractérisée par une quantité élevée de matières organiques, d'ammonium et de nitrites, un taux d'oxygénation faible (de 0 à 1 ou 2 mg/l) ;

- la zone "mésosaprobe " avec une pollution moyenne, une richesse importante en matières organiques mais peu de nitrates ; la flore est constituée d'algues (*Oscillatoria...*) ;

- la zone "mésosaprobe β" avec un taux de sels ammoniacaux en diminution et des teneurs en nitrites et surtout nitrates en accroissement ; le pourcentage d'oxygène dissous est supérieur à 80. La végétation est constituée de phanérogames, de bryophytes et d'algues filamenteuses ;

- la zone des oligosaprobies marquée par une grande richesse en oxygène dissous et une pollution nulle : l'eau ne contient ni nitrates, ni phosphates.

La correspondance entre zonation floristico-écologique et système des saprobies pourrait s'établir comme suit :

	Système des saprobies	Zonation floristico-écologique
Zones	oligosaprobe	A
	β mésosaprobe	B, C, D, E
	α mésosaprobe	V
	polysaprobe	-

1.2. La zonation floristico-écologique de l'Aa

1.2.1. Données préliminaires

Nous avons appliqué à une rivière de l'Artois, l'Aa, et ses affluents (carte 8), le protocole d'étude de la zonation floristico-écologique mis au point par KOHLER sur deux rivières bavaroises et déjà transposé par DECORNET (1979) sur deux rivières lorraines. VERDEVOYE et PELLETIER (1979) après avoir dégagé les caractéristiques générales de l'Aa (description de son bassin versant -fig.4 -, étude hydrogéologique et estimation des débits, évaluation théorique de la charge polluante, aspect piscicole), définissent une série de stations d'études en fonction de ses particularités essentiellement liées aux communes traversées, aux industries et aux confluences principales (tableau XXXV).

Au niveau de chaque station 5 points sont retenus "étalés" sur 100 m en fonction des relevés de végétation. Les résultats donnés sont les moyennes obtenues pour ces points (avec pour chacun 3 mesures).



FIGURE 4 - PROFIL EN LONG DE L'AA

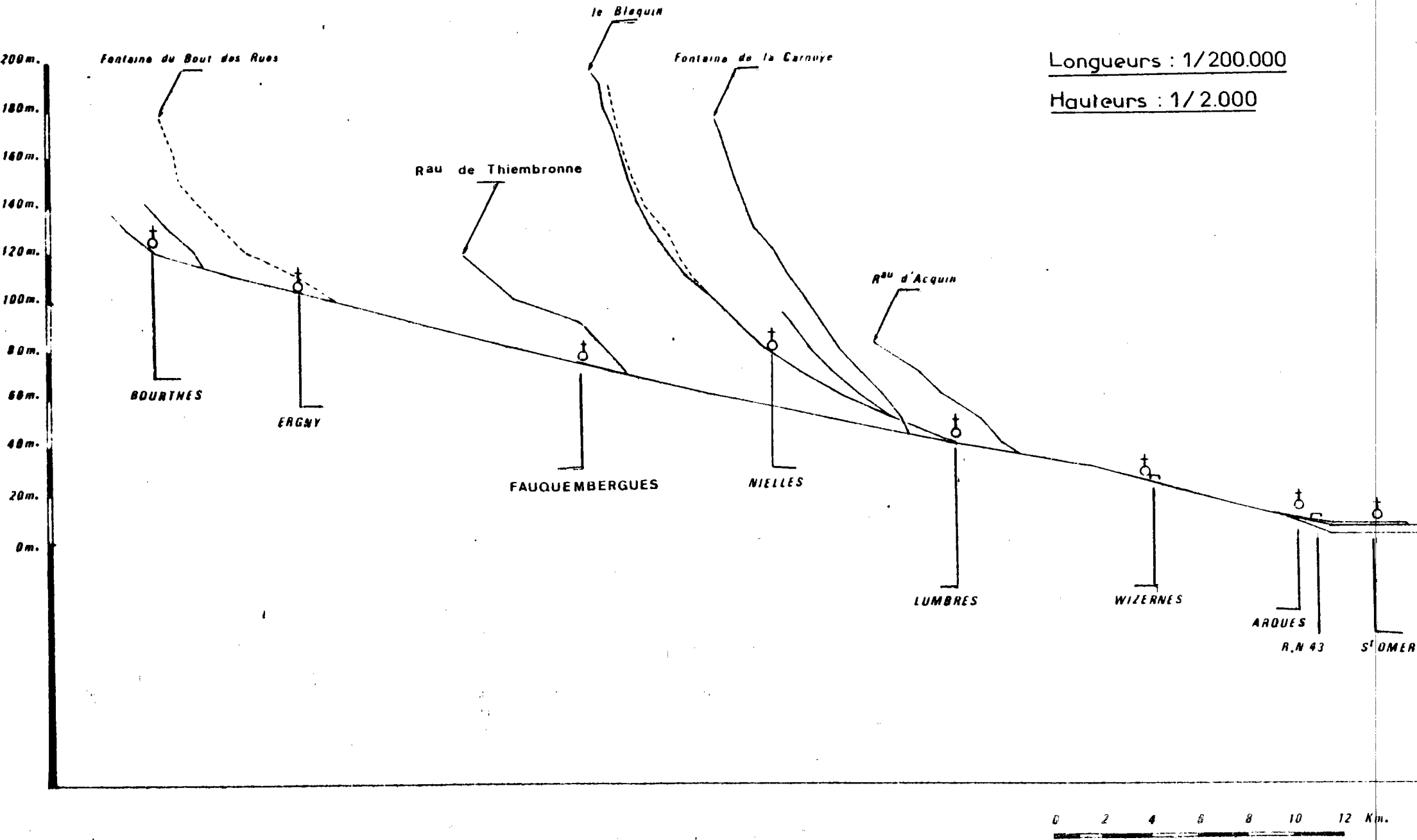


TABLEAU XXXXV : STATIONS D'ETUDES SUR L'AA ET SES AFFLUENTS

<u>. Stations d'études sur l'Aa - code hydrologique E 40 357</u>		
n° du point et localisation	pK	distance aux sources
1. Ergny - pont de la D 131 ^E	95127	3,5
2. Verchocq	95798	10,2
3. Aval de Fauquembergues	96616	18,4
4. Merck-Saint-Liévin	96875	21,0
5. Ouve-Wirquin	97171	23,9
6. Remilly-Wirquin (Assinghem)	97493	27,2
7. Elnes	97897	31,2
8. Lumbres (amont de la confluence du Bléquin)	98087	33,1
9. Esquerdes	98622	38,4
10. Blendecques	99407	46,3
11. Arques (Basse-Meldyck)	99802	50,2
12. Arques (Haute-Meldyck)	99771	49,9
Code hydrologique E 40 560		
<u>. Stations d'études sur les affluents</u>		
	pK	
A. Ruisseau de Thiembronne - code hydrologique E 40 361 à Herverre	99977	
B. Bléquin - code hydrologique E 40 365 à Bléquin	98756	
C. Bléquin à Affringues	99480	
D. Bléquin à Lumbres	99929	

Des prélèvements sont effectués (campagnes les 31 mai et 1er juin 1978, les 4 et 5 octobre 1978, et tournée succincte le 17 avril 1979) et des analyses physico-chimiques réalisées. Elles portent sur le pH, la conductivité, la teneur en oxygène (dissous et saturation), la DCO, la DBO5, les matières en suspension, l'alcalinité et les ions Cl^- , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , SO_4^{--} , et PO_4^{--} . Nous avons utilisé dans le processus de définition de la zonation les résultats de la campagne de printemps 1978 (tableau XXXXVI), période durant laquelle la végétation s'épanouit, mais nous avons tenu toutefois compte de ceux des autres tournées dans l'ajustement des espèces au sein des zones floristiques (tableaux XXXXVII et XXXXVIII).

Nous avons considéré lors de l'établissement de la zonation les interprétations de VERDEVOYE et de PELLETIER :

l'Aa :

Température

Elle augmente sensiblement de l'amont vers l'aval et suit l'évolution saisonnière.

Les variations les plus nettes se situent entre les points 9 et 10 et au niveau du point 11 où l'échauffement est dû à l'arrivée des eaux du canal à grand gabarit par l'intermédiaire de l'étang de Batavia.

pH

Le pH, mesuré in situ, présente une faible alcalinité.

Il correspond aux valeurs relevées dans la majorité des eaux piscicoles des régions calcaires.

Conductivité

Lorsque ses variations sont normales, elle traduit essentiellement l'influence de la géologie du bassin et constitue une bonne indication du degré de minéralisation de l'eau.

Pour l'Aa, la minéralisation est très forte sur l'ensemble de la rivière excepté au point 11 où elle est excessive, en raison de l'influence des eaux du canal dont la conductivité est supérieure $1\ 000\ \mu\text{Scm}^{-1}$.

Oxygène dissous

Au cours de la première tournée les teneurs en oxygène dissous sont bonnes à satisfaisantes. En octobre la situation est identique jusqu'au point 10, les points 11 et 12 étant en situation douteuse.

Matières organiques (figures 5,6 et 7)

Au cours des mois de mai-juin la situation est acceptable jusqu'au point 7 inclus. A l'aval de la cartonnerie de Lumbres (point 8) les valeurs de l'oxydabilité et de la DBO5 révèlent une pollution organique non négligeable. Cette pollution régresse ensuite au niveau du point 9 (auto-épuration, dilution), avant de redevenir très importante en 10, c'est-à-dire à l'aval des autres industries papetières.

Cette pollution affecte donc toute la partie aval et dans ces conditions les eaux en provenance du canal à grand gabarit, également chargées en matières organiques, ont peu d'incidences.

Au cours de la seconde tournée les variations sont identiques sauf au point 6 où la situation est douteuse.

Le contrôle effectué à l'aval de la papeterie de Wizernes en avril 1979, montre une augmentation de la teneur en matières organiques avec passage d'une situation douteuse à une situation anormale.

Alcalinité

L'alcalinité est forte et varie peu aussi bien dans l'espace que dans

TABLEAU XXXXVI : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Cours d'eau : Aa

Date : 31 mai 1978 et 01 Juin 1978

Météo : ensoleillé

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Heure	10h15	10h45	11h10	11h35	11h55	12h20	12h35	10h15	10h30	10h55	11h30	11h45
Température air	23,1	23,0	24,2	24,5	24,6	26,5	26,6	20,5	20,7	20,7	23,2	21,2
Température eau	11,6	11,6	12,7	13,1	13,3	14,6	15,0	15,0	14,0	16,0	17,4	16,5
pH	7,0	7,3	7,6	7,6	7,3	7,7	7,8	7,5	7,5	7,6	7,7	7,6
Conductivité umhos/cm	390	420	470	490	470	500	500	500	520	530	670	530
O ₂ dissous mg/l	9,4	11,0	9,8	9,2	9,8	8,8	8,7	8,5	8,6	8,5	7,6	7,9
O ₂ % saturation	89	104	95	90	97	89	89	87	86	89	82	83
Oxydabilité mg/l	1,1	0,1	0,5	0,5	0,3	0,7	0,5	2,3	1,8	7,6	6,7	6,4
D.C.O. mg/l	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	7,9	7,9	15,7	11,8	58,8	43,1	51
M.E.S. mg/l	20,0	4,0	11,0	10,8	12,6	12,6	13,0	19,8	21,0	69	61	61
DBO ₅ mg/l	1,6	1,7	1,7	2,7	2,5	2,5	1,7	7,2	3,8	12,1	22,6	11,1
Alcalinité mg/l	350	335	335	335	340	340	335	335	340	330	320	330
Cl ⁻ mg/l	20	21	20	21	22	20	21	27	28	28	62	30
Ca ⁺⁺ mg/l	109	110	107	109	108	109	108	110	112	114	120	109
Mg ⁺⁺ mg/l	5,4	3,6	4,2	4,2	4,8	4,2	3,6	3,0	2,4	2,4	5,4	6,0
Na ⁺ mg/l	7,6	7,6	7,6	7,6	8,0	8,2	8,2	9,4	9,4	12,2	37,2	14,6
K ⁺ mg/l	2,3	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	2,4	5,8	2,4
NO ₃ ⁻ mg/l	13,0	15,0	13,0	13,0	11,0	11,0	13,0	13,0	13,0	11,0	27,0	11,0
NO ₂ ⁻ mg/l	0,06	0,06	0,16	0,20	0,23	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	1,15	0,30
NH ₄ ⁺ mg/l	0,09	0,09	0,13	0,30	0,30	0,40	0,40	0,30	0,13	0,25	2,0	0,25
SO ₄ ⁻ mg/l	15	15	15	15	15	15	18	15	10	30	70	35
PO ₄ ⁻ mg/l	0,30	0,20	0,30	0,40	0,40	0,45	0,60	0,40	0,35	0,35	1,0	0,30

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Cours d'eau : Affluents de l'Aa
 Date : 31 mai 1978 et 01 juin 1978
 Météo : ensoleillé

Stations	A	B	C	D
Heure	11h20	9h25	9h45	9h55
Température air	24,5	23,0	23,5	20,4
Température eau	11,5	11,0	11,3	11,6
pH	7,2	7,3	7,5	7,7
Conductivité umhos/cm	480	440	460	480
O ₂ dissous mg/l	9,7	9,3	10,2	9,7
O ₂ % saturation	92	87	96	92
Oxydabilité mg/l	0,4	0,5	0,3	0,9
D.C.O. mg/l	4,0	2,0	2,0	4,0
M.E.S. mg/l	10,4	9,8	14,8	12,8
DB ₅ mg/l	1,5	1,4	1,7	2,6
Alcalinité mg/l	335	350	350	340
Cl ⁻ mg/l	21	20	19	20
Ca ⁺⁺ mg/l	107	115	113	112
Mg ⁺⁺ mg/l	4,8	1,2	4,2	3,0
Na ⁺ mg/l	8,2	7,4	8,0	8,8
K ⁺ mg/l	1,5	1,3	1,6	1,9
NO ₃ ⁻ mg/l	13,0	11,0	13,0	13,0
NO ₂ ⁻ mg/l	0,06	0	0,10	0,10
NH ₄ ⁺ mg/l	0,10	0,10	0,10	0,30
SO ₄ ⁻ mg/l	10	10	10	15
PO ₄ ⁻ mg/l	0,20	0,20	0,30	0,40

TABLEAU XXXXVII : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Cours d'eau : Aa
 Date : 4 et 5 octobre 1978
 Météo : couvert

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Heure	10h30	10h50	11h15	11h45	12h00	12h20	12h35	11h20	11h35	12h00	12h30	12h20
Température air	12,3	13	14	13,5	14	13,5	14	15	16	17	16,5	16,5
Température eau	10,5	10,4	11	11,2	10,8	11,6	11,4	11,2	10,8	12,2	13,2	12,4
pH	7,2	7,0	7,5	7,4	7,5	7,2	7,5	7,5	7,2	7,6	7,2	7,6
Conductivité umhos/cm	440	450	440	450	460	460	460	470	470	510	770	510
O ₂ dissous mg/l	8,3	10,7	9,2	8,3	9,3	7,0	8,5	8,4	8,4	8,2	6,6	6,2
O ₂ % saturation	77	99	86	78	87	66	80	79	78	79	65	60
Oxydabilité mg/l	1,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,3	0,9	0,9	10,0	3,9	2,9
D.C.O. mg/l	-	-	-	-	-	-	-	16	8,0	130	24	24
M.E.S. mg/l	31	0,8	2,6	5,8	1,4	8,4	2,0	7,8	15,4	93	26,0	17,4
DBO ₅ mg/l	1,7	1,5	2,1	2,9	2,2	4,7	2,7	6,9	3,6	26,3	21,3	7,8
Alcalinité mg/l	335	335	335	335	320	320	320	335	330	330	320	330
Cl ⁻ mg/l	25	21	21	22	22	24	23	22	21	23	65	25
Ca ⁺⁺ mg/l	106	106	106	104	107	105	105	106	106	105	114	107
Mg ⁺⁺ mg/l	9,6	6,0	6,0	6,6	3,6	6,6	6,6	6,0	3,6	11,4	9,6	6,6
Na ⁺ mg/l	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	10	10	14	48	14,8
K ⁺ mg/l	1,8	1,7	1,8	2,0	2,0	2,2	2,2	1,8	1,7	2,3	7,3	2,2
NO ₃ ⁻ mg/l	12,0	12,0	11,0	12,0	11,0	12,0	13,2	10,5	10,0	10,0	22	8,4
NO ₂ ⁻ mg/l	0,18	0,10	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	1,16	0,30
NH ₄ ⁺ mg/l	0,30	0,09	0,25	0,30	0,25	0,46	0,40	0,30	0,13	0,20	4,0	0,13
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	20	10	10	15	15	15	15	25	20	40	100	40
PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	0,30	0,20	0,40	0,50	0,50	0,75	0,65	0,55	0,40	0,40	1,5	0,25

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Cours d'eau : Affluents de l'Aa

Date : 4 et 5 octobre 1978

Météo : couvert

Stations		A	B	C	D
Heure		11h25	10h30	10h45	11h00
Température air		13,5	14,5	14,5	14,5
Température eau		10,3	10,6	9,6	9,5
pH		7,3	7,8	7,6	7,5
Conductivité	µmhos/cm	460	470	460	460
O ₂ dissous	mg/l	8,9	9,5	10,4	9,8
O ₂ % saturation		82	88	94	89
Oxydabilité	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
D.C.O.	mg/l	-	-	-	-
M.E.S.	mg/l	6,2	12,8	3,8	5,0
DBO ₅	mg/l	2,6	1,4	1,9	2,8
Alcalinité	mg/l	335	340	335	330
Cl ⁻	mg/l	22	19	21	21
Ca ⁺⁺	mg/l	105	110	109	109
Mg ⁺⁺	mg/l	3,6	6,0	5,4	2,4
Na ⁺	mg/l	8,8	7,6	8,2	8,8
K ⁺	mg/l	1,8	1,1	1,7	1,6
NO ₃ ⁻	mg/l	10	10	8	10
NO ₂ ⁻	mg/l	0,19	0,02	0,13	0,18
NH ₄ ⁺	mg/l	0,40	0,10	0,10	0,40
SO ₄ ⁻	mg/l	10	10	15	15
PO ₄ ⁻	mg/l	0,35	0,25	0,35	0,45

TABLEAU XXXVIII : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Cours d'eau : Aa
 Date : 17 avril 1979
 Météo : pluie

0 - Bourthes
 9' - Gondardenne

Stations		0	1	9	9'
Heure		11h20	11h45	12h25	12h35
Température air		5,5	5,5	5,5	5,5
Température eau		8,2	8,4	9	9
pH		6,9	7,1	7,55	7,6
Conductivité	umhos/cm	570	520	510	530
O ₂ dissous	mg/l	7,5	9,9	9,9	10,2
O ₂ % saturation		66	87	88	91
Oxydabilité	mg/l	0,56	0,56	1,12	1,12
D.C.O.	mg/l	7,6	7,6	11,4	19
M.E.S.	mg/l	20,6	39	30	32,2
DBO ₅	mg/l	1,2	1,4	3,4	6,1
Alcalinité	mg/l	360	348	335	335
Cl ⁻	mg/l	21	18,4	20,4	19,4
Ca ⁺⁺	mg/l	120	109	107	106
Mg ⁺⁺	mg/l	10,5	6	6	5
Na ⁺	mg/l	9	8	8,5	8,5
K ⁺	mg/l	4	2,5	2	2
NO ₃ ⁻	mg/l	23,2	16	14,8	14,8
NO ₂ ⁻	mg/l	0,008	0,04	0,09	0,104
NH ₄ ⁺	mg/l	0,01	0,045	0,125	0,145
SO ₄ ⁻⁻	mg/l	14	10	14	12
PO ₄ ⁻⁻⁻	mg/l	0,18	0,26	0,3	0,26

FIGURE 5 : L'AA - VARIATIONS DE L'OXYDABILITE

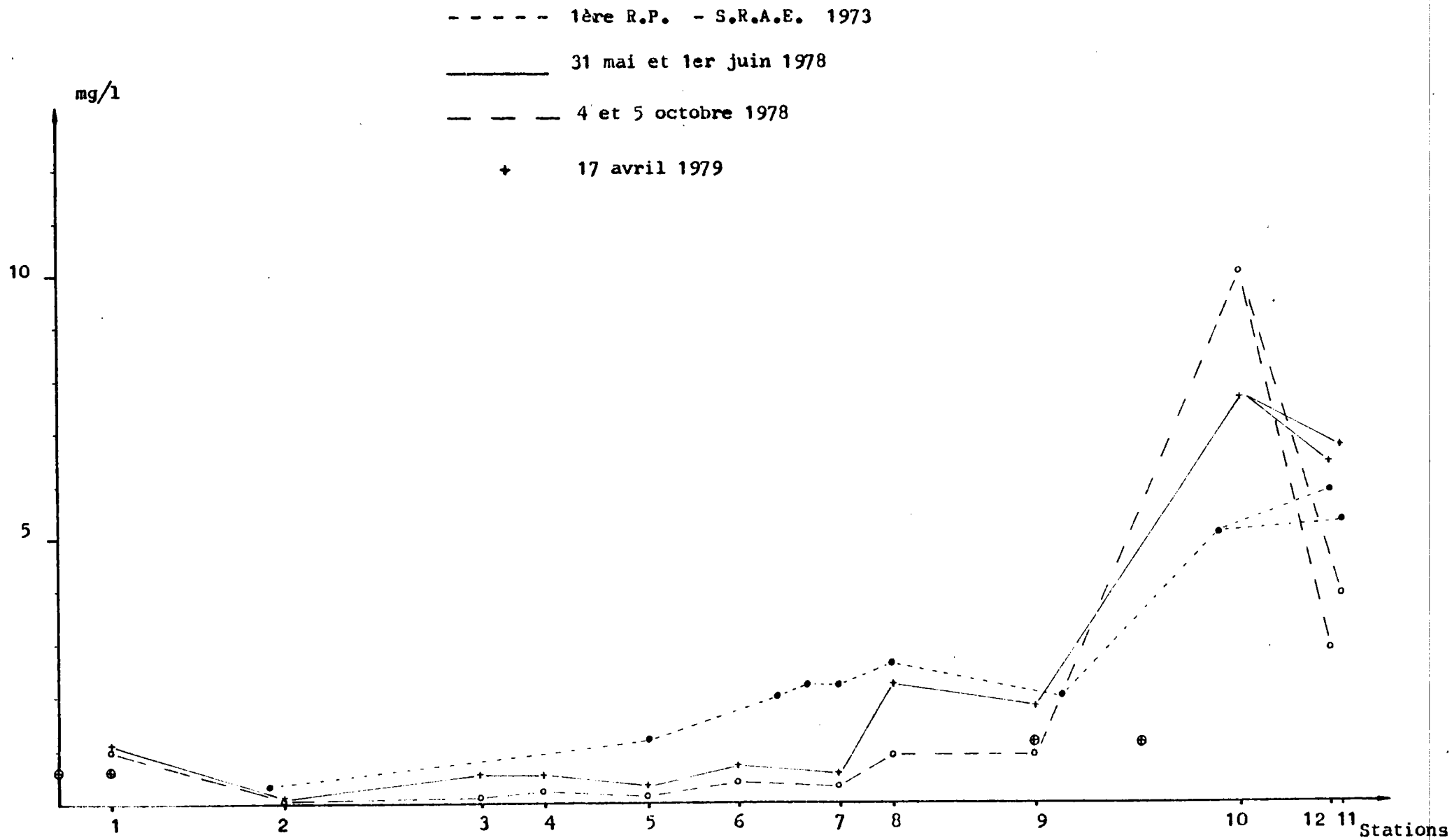


FIGURE 6 : L'AA - VARIATIONS DE LA DBO5

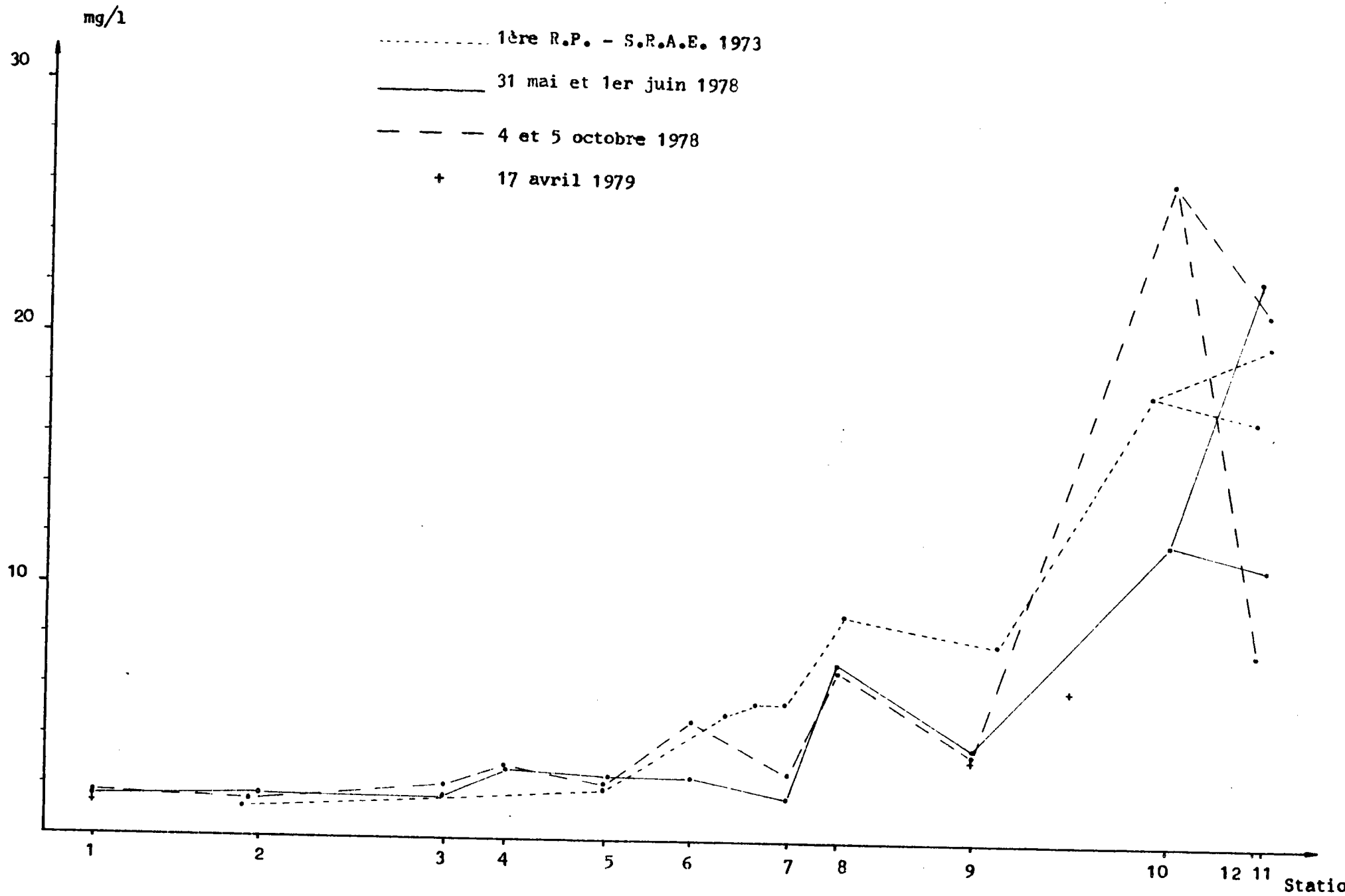
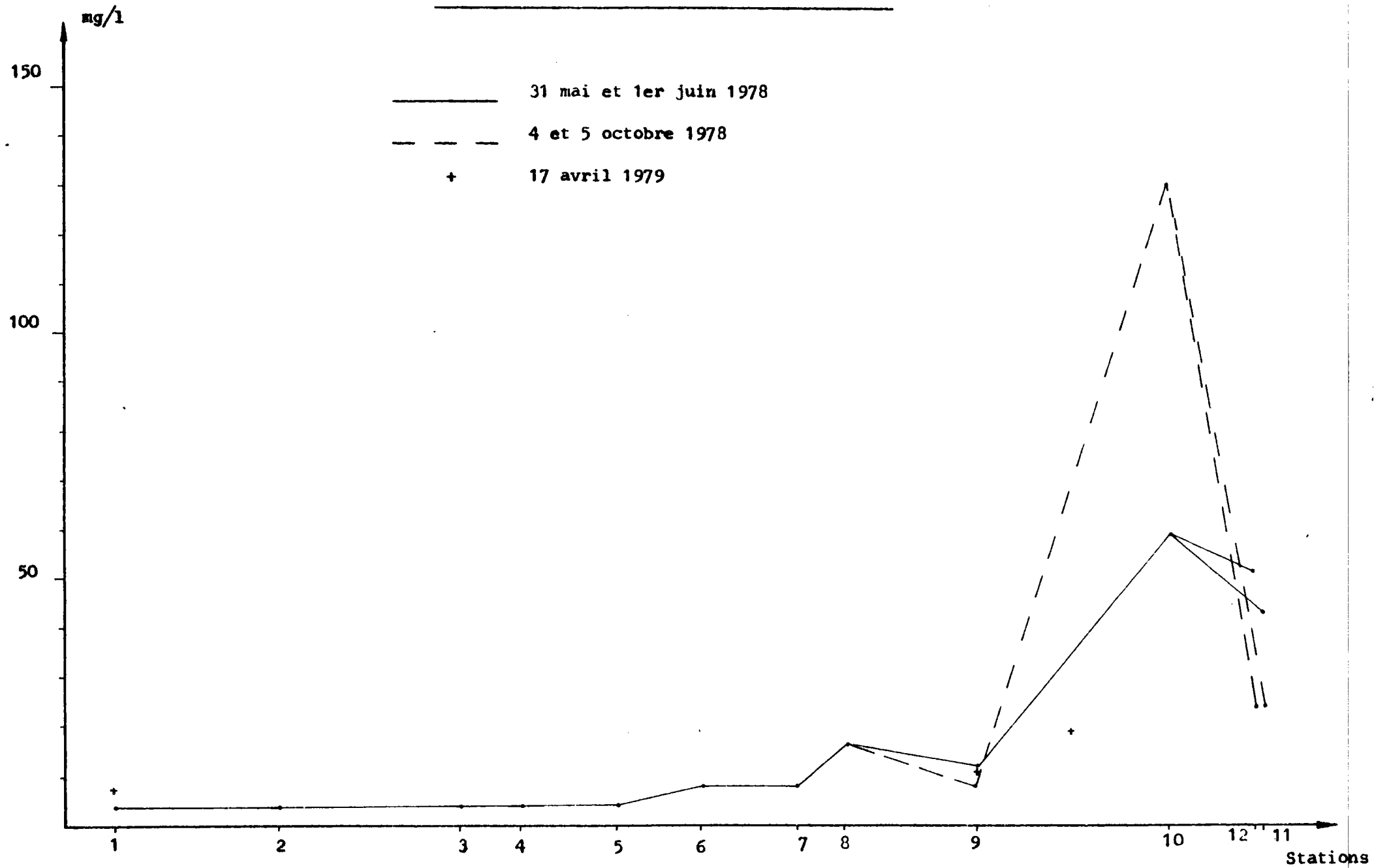


FIGURE 7 - L'AA - VARIATIONS DE LA D C O



le temps.

Les valeurs de l'alcalinité sont à rapprocher de celles du degré de minéralisation.

. Chlorures

Les teneurs en chlorures sont dans l'ensemble supérieures à 20 mg/l.

Parmi les variations des valeurs de ce paramètre seule celle enregistrée au cours de la première campagne de mesures entre le point 7 et 8 est significative d'un accroissement de la pollution.

On note également des teneurs élevées en 11, toujours en raison de l'influence des eaux du canal à grand gabarit.

. Calcium et magnésium

Les teneurs en calcium et en magnésium sont normales compte tenu du substrat géologique du bassin.

. Sodium et potassium

Leur présence est également liée à la pétrographie du bassin versant. Les teneurs mesurées sont normales sauf au point 11 où elles sont fortes.

. Matières azotées

Les teneurs en nitrates sont assez élevées sur l'ensemble de l'Aa, avec un maximum au point 11.

Les teneurs en nitrites mettent en évidence une pollution sensible qui apparaît dès le point 3. Au cours des deux premières tournées les variations de ce paramètre sont peu marquées, sauf une fois encore au point 11 où les teneurs relevées sont le signe d'une pollution critique.

Les teneurs en azote ammoniacal présentent plus de variations de l'amont vers l'aval. On constate ainsi que dès le point 1, l'Aa qui présente en ce point un débit relativement peu important peut subir le siège d'une pollution insidieuse assez marquée qui est d'origine agricole. Cette pollution se résorbe rapidement, le point 2 étant dans un état très satisfaisant.

Comme pour les nitrites, ce paramètre confirme la présence d'une pollution, à partir de l'aval de Fauquembergues, modulée en fonction des apports. Confirmation également de la pollution critique en 11.

. Sulfates

Les teneurs en sulfates sont normales sur pratiquement toute la rivière. On observe une augmentation des teneurs due aux rejets des industries entre les points 9 et 10 mais les valeurs atteintes ne sont pas excessives. Les valeurs maximales sont relevées en 11.

. Phosphates

Les teneurs en phosphates sont acceptables dans le cours supérieur. A partir du point 3, les teneurs excessives en phosphates sont l'indice d'une pollution.

Les teneurs sont plus élevées en octobre (consommation moindre des végétaux).

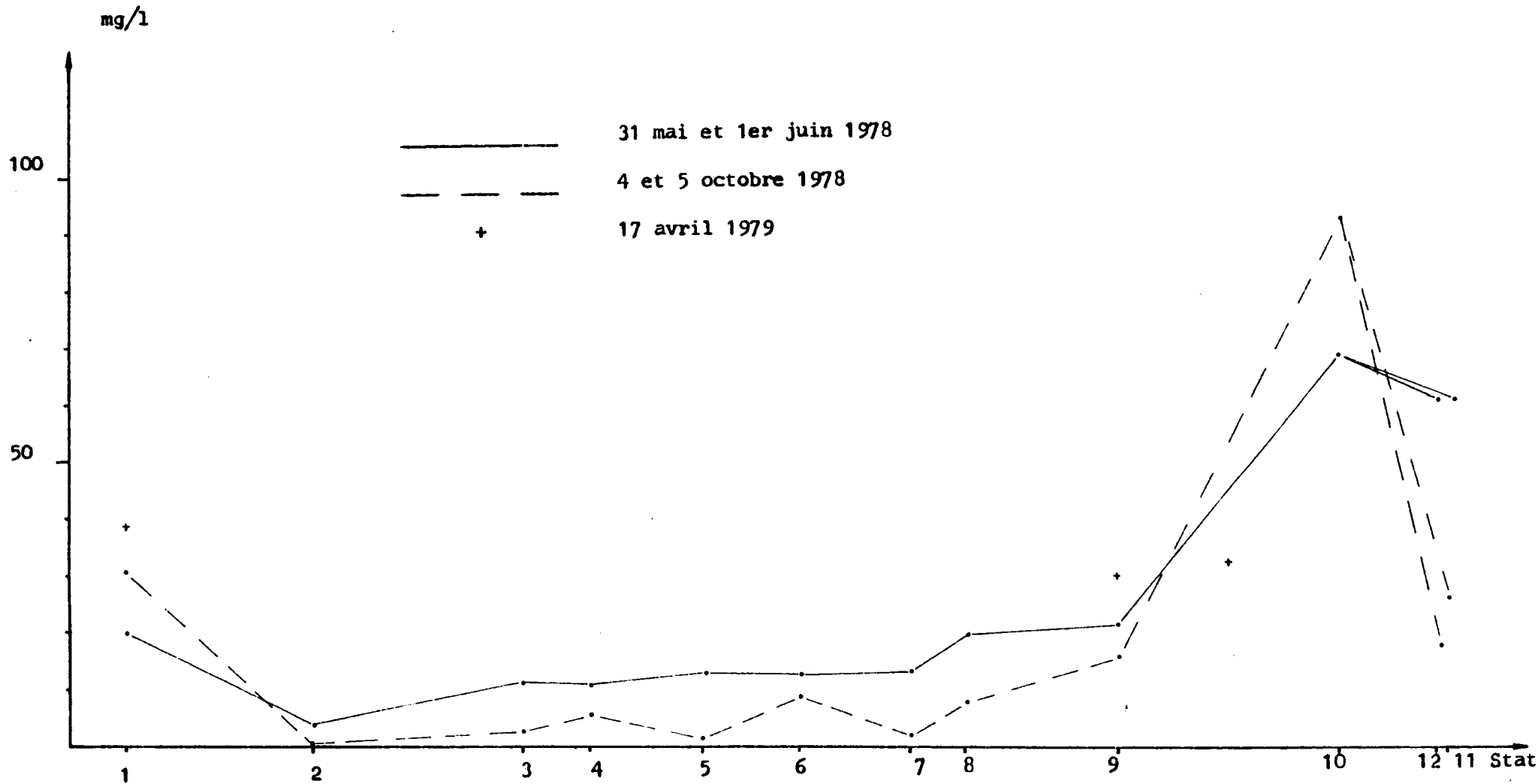
Au point 11, les valeurs sont supérieures à 1 mg/l.

. Matières en suspension (figure 3)

Le taux de MeS est satisfaisant jusqu'au point 10 où il subit une forte augmentation caractérisant pour ce paramètre des eaux de qualité 3 et même 4 en octobre.

D'autres variations sont également perceptibles (sans toutefois dépasser des teneurs excessives) à l'aval de la cartonnerie de Lumbres et après la confluence du Bléquin.

FIGURE 8 : L'AA - VARIATIONS DES MeS



Les affluents :

. Le Ruisseau de Thiembronne

Au cours de la première tournée les eaux sont de bonne qualité.

En octobre les composés azotés (nitrites et azote ammoniacal) présentent des teneurs plutôt élevées qui sont le signe d'une pollution sensible.

. Le Bléquin

En amont de Lumbres les eaux du Bléquin sont de bonne qualité.

Au niveau de Lumbres le Bléquin subit une pollution organique qui entraîne une augmentation du taux d'azote ammoniacal.

La cimenterie est également à l'origine de diverses pollutions : déversement accidentel d'hydrocarbures (12 décembre 1978) ou par rejet de substances minérales, assez fréquent d'après les riverains, qui se traduit par une coloration blanc laiteux des eaux avec un taux de M.E.S. mesuré le 1er juin à 16 heures de 114 mg/l.

Contrairement à KOHLER et à DECORNET nous n'avons pas considéré comme seuls indicateurs de variations de trophie et de pollution les ions ammonium et phosphates mais également la DBO₅, la DCO, les nitrites et les matières en suspension. Ces paramètres sont pour nous déterminants dans la répartition des espèces plus que l'ammonium et les phosphates considérés pourtant fondamentaux par KOHLER et ses collaborateurs, et DECORNET.

Nous devons néanmoins signaler deux faits importants :

- la nature du substrat dans laquelle est creusé le lit demeure identique sur l'ensemble du trajet à savoir la craie blanche à silex recouverte d'alluvions modernes ;

- l'alimentation se fait par la nappe de la craie. L'alcalinité des eaux est quasi-constante (320 à 350 mg/l - 360 mg/l aux sources) de même la teneur en ions calcium (107 à 120 mg/l). *En effet, l'Aa est une rivière type des pays crayeux.*

Nous avons tenté d'établir des corrélations entre la flore et la valeur de ces paramètres (tableau XXXXIX).

La répartition des espèces semble principalement fonction de la teneur en matières organiques (DBO₅ et DCO) et de celle en matières en suspension. Le rôle des ions NH₄, NO₂ et PO₄ semblent secondaire. Le problème déjà souligné par DECORNET, pour le Rupt-de-Mad en Lorraine, de la distinction et de l'inclusion des secteurs à facies lotique et à facies lentique dans la zonation s'est posé pour l'Aa mais de façon bénigne car les secteurs à facies lentique y sont très faiblement représentés et essentiellement par des morphoses propres aux eaux faiblement courantes ou stagnantes des espèces relevées dans le facies lotique, la distinction sera faite dans la mise en évidence des zones phytocoeno-écologiques. Néanmoins nous avons pu constater, comme l'avait déjà fait DECORNET, que les portions à facies lentique, contiguës de celles à facies lotique, correspondent souvent à une zone plus eutrophisée (ou plus polluée). En effet nous nous rangerons à l'explication de DECORNET qui écrit "le milieu à facies lotique, du fait de son aération meilleure, de sa faible profondeur en général, de son courant, de son substrat à granulométrie moins fine par rapport au facies lentique, doit mieux résister à la pollution et être moins vulnérable à une dégradation de la qualité de l'eau : le courant plus accentué favorise un acheminement plus rapide d'une eau épurée vers les zones aval, tandis que le facies lentique est plus sensible aux différentes pollutions et l'auto-épuration, plus lente, n'est réalisable que sur de très longs parcours".

1.2.2. La zonation floristico-écologique (figure 9)

Si l'on s'en tient uniquement à la campagne de 1978 trois zones peuvent

TABLEAU XXXIX : FLORE RELEVÉE DANS L'AA ET SES AFFLUENTS ET HISTOGRAMMES DES PARAMÈTRES HYDRO-CHIMIQUES DÉTERMINANTS AU NIVEAU DES STATIONS ÉTUDIÉES PAR LE S.R.A.E. (15)

NUMÉRO DES STATIONS D'ÉTUDE S.R.A.E.	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		9'		10		11		12		A		B		D	
	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I	B	I	B	2	I	B	I	B	3	3	3				IA		IA		I		
<i>Chara hispida</i>	●																																	
<i>Chara vulgaris</i>	●																																	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		●		●		●		●		●		●																						
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>		●		●		●		●		●		●																						
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>																																		
<i>Tribonema bombycinum</i>																																		
<i>Leptodictyum riparium</i>																																		
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>																																		
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>																																		
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersum</i>																																		
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>calcareus</i>		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>																																		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>																																		
<i>Vaucheria sessilis</i>																																		
<i>Pontinialis antipyretica</i>																																		
<i>Potamogeton crispus</i>																																		
<i>Scirpus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>																																		
<i>Cladophora glomerata</i>																																		
<i>Brachythacium rivulare</i>		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Vaucheria</i> sp.		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Callitriche obtusangula</i>		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Elodea canadensis</i>																																		
<i>Zanichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>																																		
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>																																		
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>																																		
<i>Callitriche platycarpa</i>		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>		●		●		●		●		●		●		●		●																		
<i>Lemna minor</i>																																		

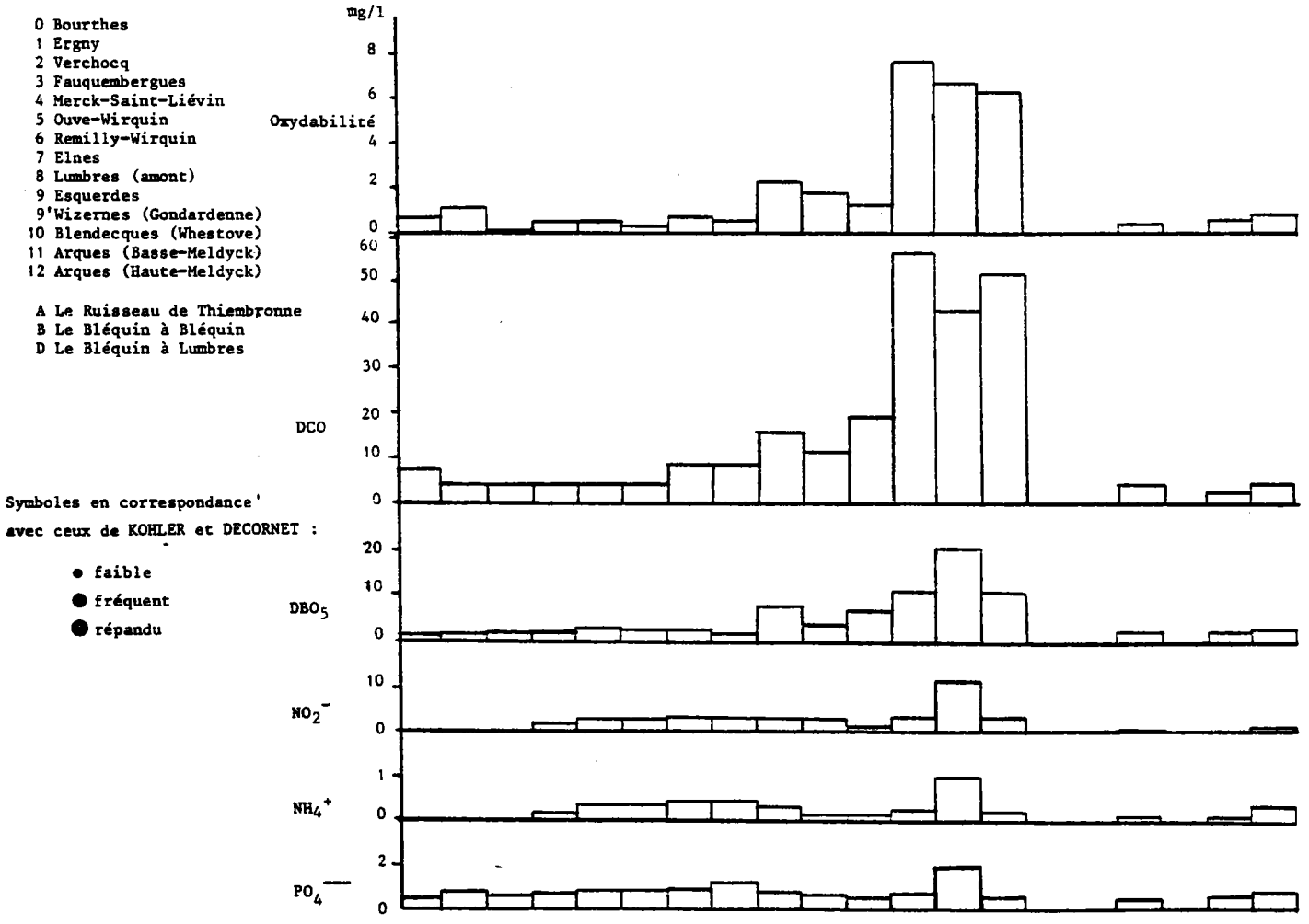
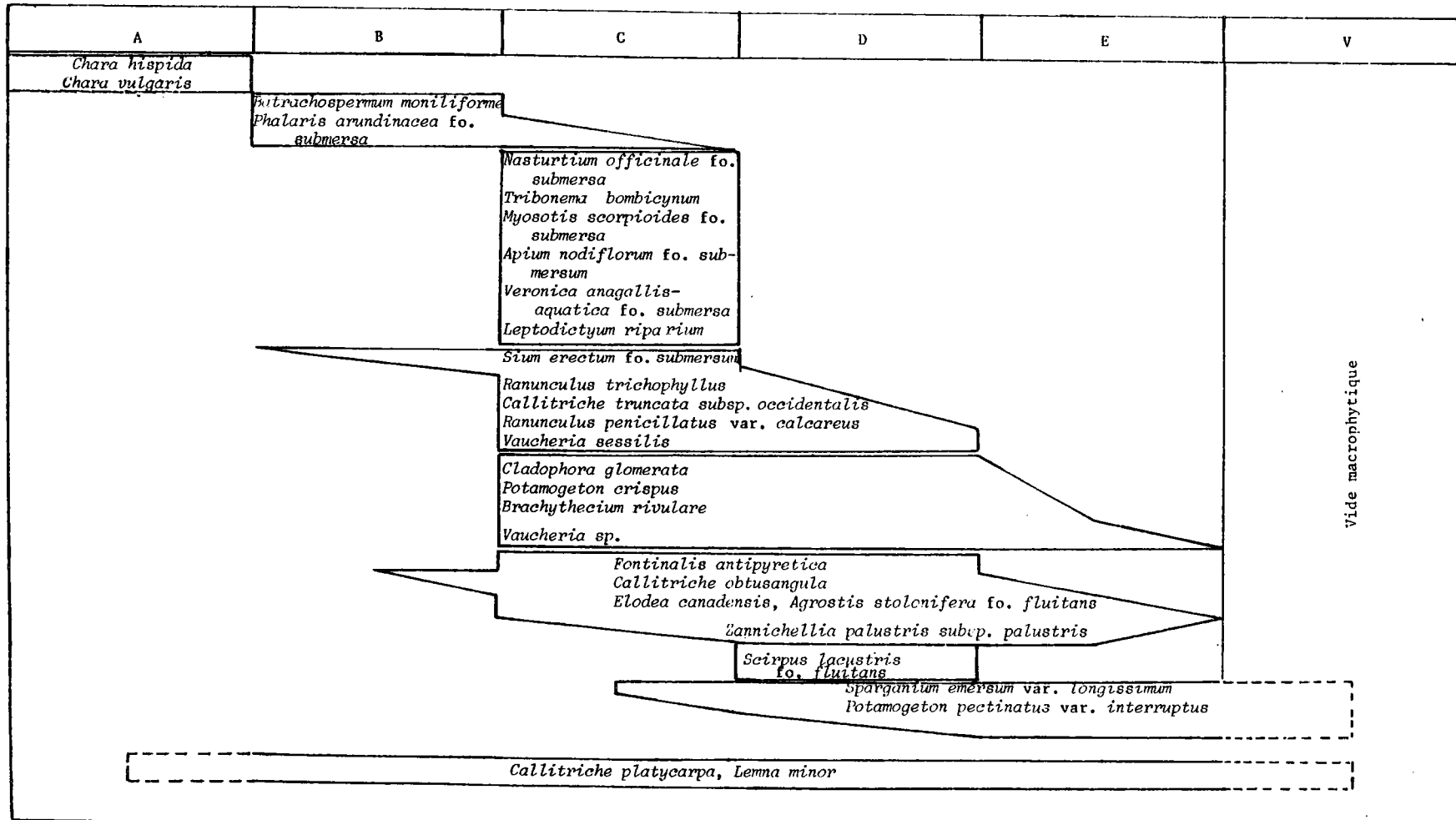


FIGURE 9 : ZONATION FLORISTICO-ÉCOLOGIQUE DE L'AA



être distinguées. Mais si l'on intègre les résultats de la tournée de 1979, apparaît une quatrième zone en regard de la flore relevée et de l'analyse physico-chimique réalisée au niveau des sources de l'Aa à Bourthes en avril 1979. En effet, nous avons identifié dans les fossés et chenaux où s'écoulent les eaux des sources *Chara hispida* et *Chara vulgaris* caractéristiques de la zone A pour KOHLER mais pouvant se rencontrer en B. Les résultats d'analyse indiquent pour ces eaux une teneur en ammonium de 0,01 mg/l (nettement inférieure aux 0,06 mg/l limite de la zone A retenus par KOHLER) ; celles de la DBO₅ (1,2 mg/l), des nitrites (0,008 mg/l), des phosphates (0,18 mg/l) sont également basses. Ce secteur constituerait une fin de zone A mais pourrait être également assimilé à un début de zone B (donc passage entre A et B). L'examen de la flore à Wicquinghem située entre Bourthes et Ergny conforte cette idée. En effet, nous avons relevé *Batrachospermum moniliforme* qui disparaît rapidement en aval et *Chara vulgaris* qui traduirait l'existence d'une zone B très courte dans l'espace.

Cette zone B est caractérisée par *Batrachospermum moniliforme* et à un degré moindre, *Phalaris arundinacea* fo. *submersa* mais nous ne disposons malheureusement pas de données physico-chimiques permettant de la préciser.

La zone C est caractérisée par *Nasturtium officinale* fo. *submersa*, *Tribonema bombicynum*, *Myosotis scorpioides* fo. *submersa*, *Apium modiflorum* fo. *submersum*, *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa* ainsi que *Sium erectum* fo. *submersum* qui se rencontre parfois dans la zone B et D, *Ranunculus tri-chophyllus*, *Callitriche truncata*, *Ranunculus penicillatus* pouvant migrer dans la zone D. *Fontinalis antipyretica* et *Vaucheria* sont communes aux zones C et D. Les teneurs des paramètres physico-chimiques intervenant directement dans la zonation sont :

DBO ₅	= 1,6 à 2,7 mg/l
DCO	= 4 mg/l
MeS	= 4 à 20 mg/l
NH ₄ ⁺	= 0,09 à 0,30 mg/l
NO ₂ ⁻	= 0,06 à 0,23 mg/l
PO ₄ ⁻⁻⁻	= 0,20 à 0,40 mg/l

La zone D possède *Scirpus lacustris* fo. *fluitans* comme espèce exclusive mais cela semble être particulier à l'Aa. *Callitriche obtusangula*, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* sont préférentielles de cette zone.

Cladophora glomerata, *Vaucheria* sp., *Brachytheceium rivulare*, *Elodea canadensis*, *Agrostis stolonifera* fo. *fluitans* sont communes aux zones C et D et peuvent même se développer en E.

L'amplitude des paramètres physico-chimiques jouant le rôle majeur dans la différenciation des espèces de la zone se présente comme suit :

DBO ₅	= 1,7 à 3,8 mg/l
DCO	= 7,9 à 11,8 mg/l
MeS	= 12,6 à 21 mg/l
NH ₄ ⁺	= 0,13 à 0,40 mg/l
NO ₂ ⁻	= 0,30 mg/l
PO ₄ ⁻⁻⁻	= 0,35 à 0,60 mg/l

La zone E correspond pour nous à une dégradation ; nous n'assimilerons pas à la zone de même nom de KOHLER, pour qui elle est synonyme d'autoépuration. Cette zone est marquée par la présence quasi-constante de *Sparganium emersum* var. *longissimum* et *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*. Elle pourrait être assimilée du point de vue état des eaux à la zone D dégradée de DECORNET. Mais il nous a semblé que le terme E, suite logique dans la dénomination de la séquence A, B, C, D, convenait mieux.

L'amplitude des paramètres indicateurs de trophie et de pollution pour les 5 stations d'étude sont :

DBO ₅	= (6,1) - 7,2 à 22,6 mg/l
DCO	= 15,7 à 58,8 mg/l
MeS ₊	= 19,8 à 69 mg/l
NH ₄ ⁺	= (0,145) - 0,25 à 2 mg/l
NO ₂ ⁻	= (0,104) - 0,30 à 1,15 mg/l
PO ₄ ⁻⁻⁻	= (0,26) - 0,35 à 1 mg/l

() valeur d'avril 1979 à Gondardenne

Callitriche platycarpa et *Lemna minor* sont présentes dans les zones B, C, D et E et sont à même à rechercher dans le tronçon pouvant être rapporter à une zone A.

La zone V, marquée par l'absence totale des macrophytes submergés, n'existe que dans des petits secteurs de l'agglomération de Blendecques où malheureusement aucune analyse d'eau n'a été effectuée.

Les zones C et D sont les plus riches en espèces avec respectivement 23 et 19 espèces (sur les 28 de l'ensemble de la séquence) alors que la zone B n'en comporte que 3 (ou 5 si on y rattache *Chara vulgaris* et *Chara hispida*) et la zone E 12.

Chaque zone est donc déterminée et caractérisée par un certain nombre d'espèces qui sont les mieux adaptées à cette zone. Mais ces espèces peuvent se rencontrer dans les zones voisines et rares sont les espèces strictement inféodées aux zones définies. Il faut donc pour se rapporter avec certitude à une zone prendre en compte l'ensemble des espèces rencontrées dans le secteur considéré.

La zonation floristico-écologique de l'Aa n'est pas en tout point identique à celles définies par KOHLER et coll. (1974) et DECORNET (1979), mais toutes ces zonations montrent néanmoins de grandes similitudes. En fait, si la qualité des eaux et la composition floristique sont étroitement liées, chaque rivière présente toutefois ses caractéristiques qui influent plus ou moins sur une zonation floristico-écologique que l'on pourrait définir théoriquement et qualifier de "moyenne". Ainsi les zonations des deux rivières bavaroises distinguées par KOHLER et coll. (1974) diffèrent entre elles, de même celles des deux rivières lorraines étudiées par DECORNET. Ce dernier attribue cela à la "personnalité" de la rivière et il précise par ailleurs "les valeurs relatives des différents paramètres ont donc plus d'importance que leurs valeurs absolues ; ces dernières seraient pourtant plus facilement utilisables pour attribuer des propriétés indicatrices aux différentes espèces".

Pour l'Aa, les zones discernées correspondent en ce qui concerne les paramètres retenus déterminants aux valeurs suivantes :

zones paramètres	A ou passage entre A et B	B	C	D	E
DBO ₅	(1,2)	-	1,7 - 2,5	1,7 - 3,8	(6,1)7,2-22,6
DCO	(7,6)	-	4	7,9 -11,8	15,7 - 58,8
MeS	(20,6)	-	4 - 20	12,6 - 21	19,8 - 69
NH ₄ ⁺	(0,01)	-	0,09 - 0,30	0,13 - 0,40	(0,145)0,30-2
NO ₂ ⁻	(0,008)	-	0,06 - 0,23	0,30	(0,104)0,30-1,15
PO ₄ ⁻⁻⁻	(0,18)	-	0,20 - 0,40	0,35 - 0,45	(0,26)0,40-1

Unités : mg/l - Période : mai-juin 1978 sauf () avril 1979

La nature des matières en suspension différente selon les zones : matières minérales en A et B, matières surtout d'origine organiques en C, D et E.

Globalement, nous assistons à une progression souvent nette des teneurs des principaux paramètres retenus en particulier pour la DBO₅.

Des problèmes de seuil, de synergie, d'angonisme entre les différents paramètres peuvent aussi intervenir et ne sont pas forcément mesurables donc visualisés.

1.2.3. Comparaison de la zonation floristico-écologique et de la zonation selon la méthode des indices biotiques de la rivière Aa

Nous avons d'abord rapporté les espèces aux zones définies selon la méthode des indices biotiques (tableau L). Il apparaît clairement que la majorité des espèces appartiennent à la zone 1A (24 espèces, 26 si l'on intègre la station de Bourthes étudiée en avril 1979) puis vient la zone 1B (16 espèces), la zone 2 (8 espèces voire 10 si l'on insère la station supplémentaire d'avril 1979), finalement la zone 3 (7 espèces) ce qui est parfaitement logique car si des espèces comme *Chara hispida*, *Batrachospermum moniliforme* ont une amplitude écologique étroite et se limitent à la zone 1A, d'autres comme *Callitriche obtusangula*, *Zannichellia palustris*, malgré leur préférence marquée pour la zone 1B, se rencontrent dans la zone 1A, mais aussi 2 voire 3.

Nous avons ensuite confronté les zones obtenues selon la méthode des indices biotiques et les valeurs des paramètres semblant déterminants dans la zonation floristico-écologique par secteurs (tableau LI) et pour la rivière prise dans son ensemble (tableau LIID).

Nous avons finalement établi une correspondance entre la zonation floristico-écologique et la zonation par indices biotiques (classes de qualité basées sur la détermination des indices de pollution), toujours en regard de la valeur des paramètres physico-chimiques que nous jugeons fondamentaux dans la répartition des espèces, pour l'Aa et ses affluents le Ruisseau de Thiembronne et le Bléquin (tableau LIII et figure 10).

Nous avons pu établir la correspondance suivante :

Zones floristico-écologique		Classes de qualité
A	:	1A
B	:	1A
C	:	1A
D	:	1B
E	:	2 et 3
V	:	4

La zonation mise au point par le SRAE à partir de 14 stations (carte 9) donne un reflet assez fidèle de l'état des eaux de l'Aa, excepté en aval à partir de Lumbres où il semble qu'il y ait insuffisance de points de prélèvements. Nous avons porté ces points à 26 pour l'ensemble du cours et multiplié les stations avales, puis établi une zonation floristico-écologique à partir de ces points en précisant pour chaque secteur déterminé la classe de qualité vraisemblable en regard de la correspondance globale définie et de la variation de répartition des espèces enregistrée (tableau LIV).

La recherche de la zonation floristico-écologique peut compléter efficacement la zonation mise au point à l'aide des indices biotiques de TUFFERY et VERNEAUX. Son intérêt est d'autant plus grand qu'elle est plus rapide et moins onéreuse que la méthode des indices biotiques et constitue un bon reflet des résultats des analyses physico-chimiques.

Nous avons défini la zonation floristico-écologique de plusieurs rivières

TABLEAU L : LA FLORE DE L'AA ET LA ZONATION SELON LES CLASSES DE QUALITE
DEFINIES PAR LA METHODE DES INDICES BIOTIQUES (Mai-juin 1978)

	1 A	1 B	2	3
<i>Chara hispida</i>	+			
<i>Chara vulgaris</i>	+			
<i>Batrachospermum moniliforme</i>	+			
<i>Leptodictyum riparium</i>	+			
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>	+			
<i>Tribonema bombicynum</i>	+			
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>	+			
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>	+			
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>	+			
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersum</i>	+			
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	+	+		
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>	+	+		
<i>Ranunculus penicillatus</i>	+	+		
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>	+	+		
<i>Vaucheria sessilis</i>	+	+		
<i>Fontinalis antipyretica</i>	+	+		
<i>Scirpus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>		+		
<i>Potamogeton crispus</i>	+		+	
<i>Elodea canadensis</i>	+			+
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	+	+	(+)	+
<i>Cladophora glomerata</i>	+	+	+	
<i>Vaucheria</i> sp.	+	+	+	
<i>Brachythecium rivulare</i>	+	+	+	
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>	+	+	(+)	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>		+	+	+
<i>Callitriche obtusangula</i>	+	+	+	+°
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>	+	+	+	+
<i>Callitriche platycarpa</i>	+	+	+	+

() AVRIL 1979

TABLEAU LI : VALEURS EXTREMES DE QUELQUES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES AU NIVEAU DE SECTEURS DE L'AA (Mai-Juin 1978) ET CLASSES DE QUALITE SELON LA METHODE DES INDICES BIOTIQUES

Classes de qualité	Secteurs de rivières	Valeurs extrêmes en mg/l					
		DBO ₅	DCO	MeS	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻
1 A	de (Bourthes) Ergny à Ouve-Wirquin	(1,2) 1,6-2,5	4	4-20	(0,01) 0,09-0,30	(0,008) 0,06-0,23	(0,18) 0,20-0,40
1 B	de Ouve-Wirquin à Elnes	1,7-2,5	7,9	12,6-13	0,30	0,30	0,45-0,60
	de Lumbres à Wizernes	3,8	11,8	21	0,13	0,30	0,35
2	de Elnes à Lumbres	7,2	15,7	19,8	0,30	0,30	0,40
	de Wizernes à Gondardenne (aval) (Wizernes)	6,1	19	32,2	0,145	0,10	0,26
3	de Gondardenne à Arques (Wizernes)	11,1-22,6	43,1-58,8	61-69	0,25-2	0,30-1,15	0,30-1

() AVRIL 1979

TABLEAU LII : VALEURS EXTREMES DE PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES FONDAMENTAUX ET CLASSES DE QUALITE AU NIVEAU DE L'AA

Paramètres Classes de qualité	DBO ₅	DCO	MeS	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻⁻
1 A	(1,2)1,6-2,5	4-7,6	4-20,6	(0,01)0,09-0,30	(0,008)0,06-0,2	(0,18)0,20-0,40
1 B	1,7-3,8	7,9-11,8	12,6-21	0,13-0,4	0,30	0,35-0,60
2	(6,1)-7,2	15,7-(19)	19,8-(32,2)	(0,145)-0,30	(0,104)-0,30	(0,26)-0,40
3	12,1-22,6	43,1-58,8	61-69	0,25-2	0,30-1,15	0,30-1

UNITES : mg/l

-

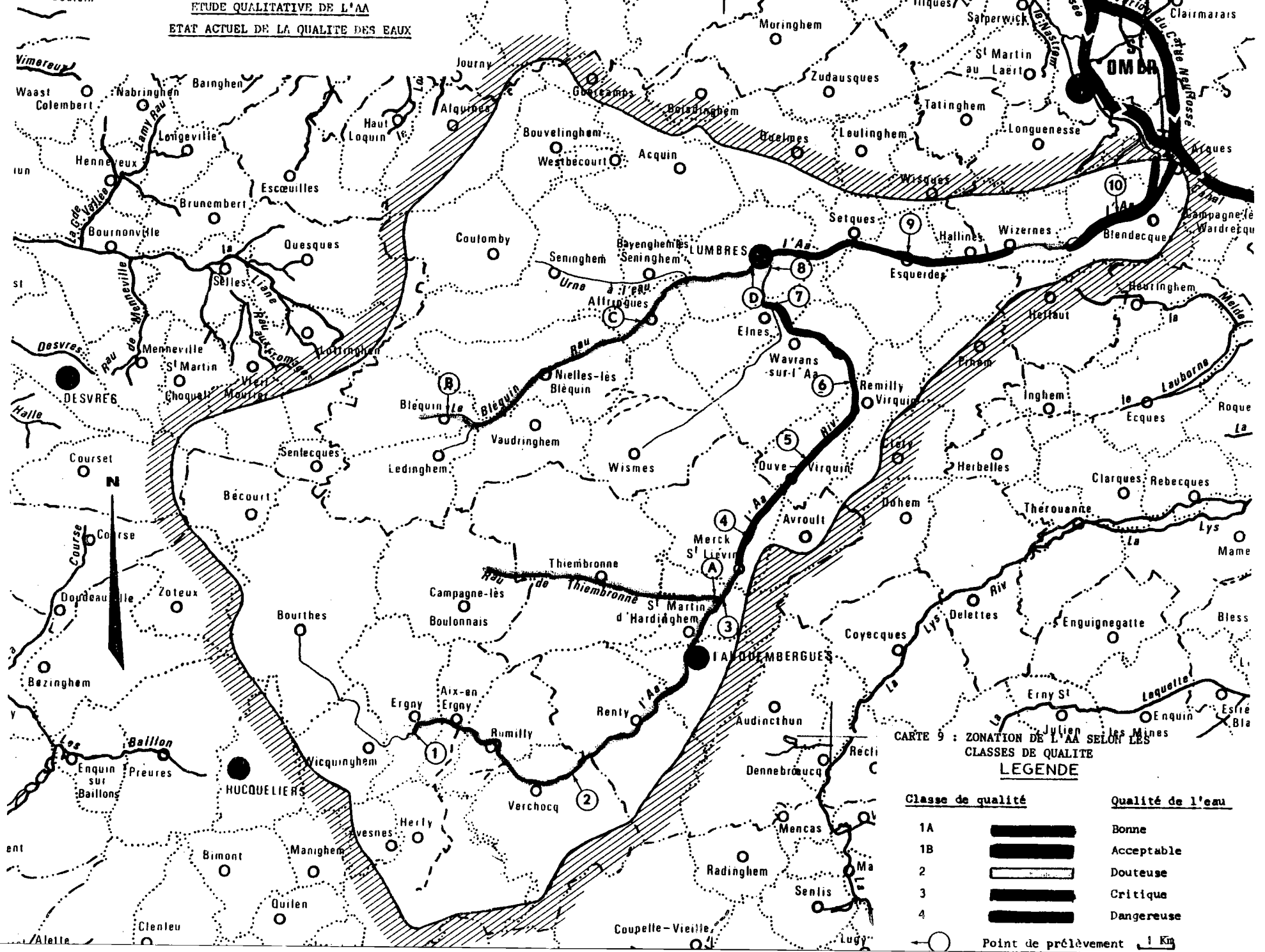
() AVRIL 1979

TABLEAU LIII : ZONATION FLORISTICO-ÉCOLOGIQUE, CLASSES DE QUALITÉ SELON LA MÉTHODE DES INDICES BIOTIQUES ET VALEURS EXTRÊMES DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES FONDAMENTAUX

	Zonation floristico-écologique	Classes de qualité	Paramètres physico-chimiques fondamentaux					valeurs extrêmes en mg/l	
			DBO ₅	DCO	MeS	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	
<u>L'Aa</u> de Bourthes à Wicquinghem	limite de A à B - B	1 A	1,2	7,6	20,6	0,01	0,008	0,18	
de Wicquinghem (aval) à Ergny	B	1 A	-	-	-	-	-	-	
de Ergny (aval) à Ouve-Wirquin	C	1 A	1,6-2,7	4	4-20	0,09-0,30	0,06-0,23	0,20-0,40	
de Ouve-Wirquin (aval) à Elnes	D	1 B	1,7-2,5	7,9	12,6-13	0,40	0,30	0,45-0,60	
de Elnes (aval) à Lumbres	E	2	7,2	15,7	19,8	0,30	0,30	0,40	
de Lumbres (aval) à Wizernes	D	1 B	3,8	11,8	21	0,13	0,30	0,35	
* de Wizernes (aval) à Gonderne (Wizernes)	E	2	6,1	19	32,2	0,145	0,104	0,26	
de Gondardenne (Wizernes aval) à Arques	E	3	11,1-22,6	43,1-58,8	61-69	0,25-2	0,30-1,15	0,30-1	
<u>Le ruisseau de Thiembronne</u> Hervarre	C	1 A	2,6	-	6,2	0,40	0,19	0,35	
<u>Le Bléquin</u> Bléquin	C	1 A	1,5	4	10,4	0,10	0,06	0,20	
Lumbres	C	1 A	1,4-2,6	2-4	9,8-12,8	0,10-0,30	0-0,10	0,20-0,40	

* AVRIL 1979

ETUDE QUALITATIVE DE L'AA
 ETAT ACTUEL DE LA QUALITE DES EAUX



CARTE 9 : ZONATION DE L'AA SELON LES CLASSES DE QUALITE
 LEGENDE

Classe de qualité	Qualité de l'eau
1A	Bonne
1B	Acceptable
2	Douteuse
3	Critique
4	Dangereuse
○	Point de prélèvement

1 Km

FIGURE 10 - L'AA - GRAPHIQUE DES INDICES BIOTIQUES MOYENS

----- 1ère R.P. S.R.A.E. 1973
———— S.R.A.E. 1978

Indices biotiques moyens

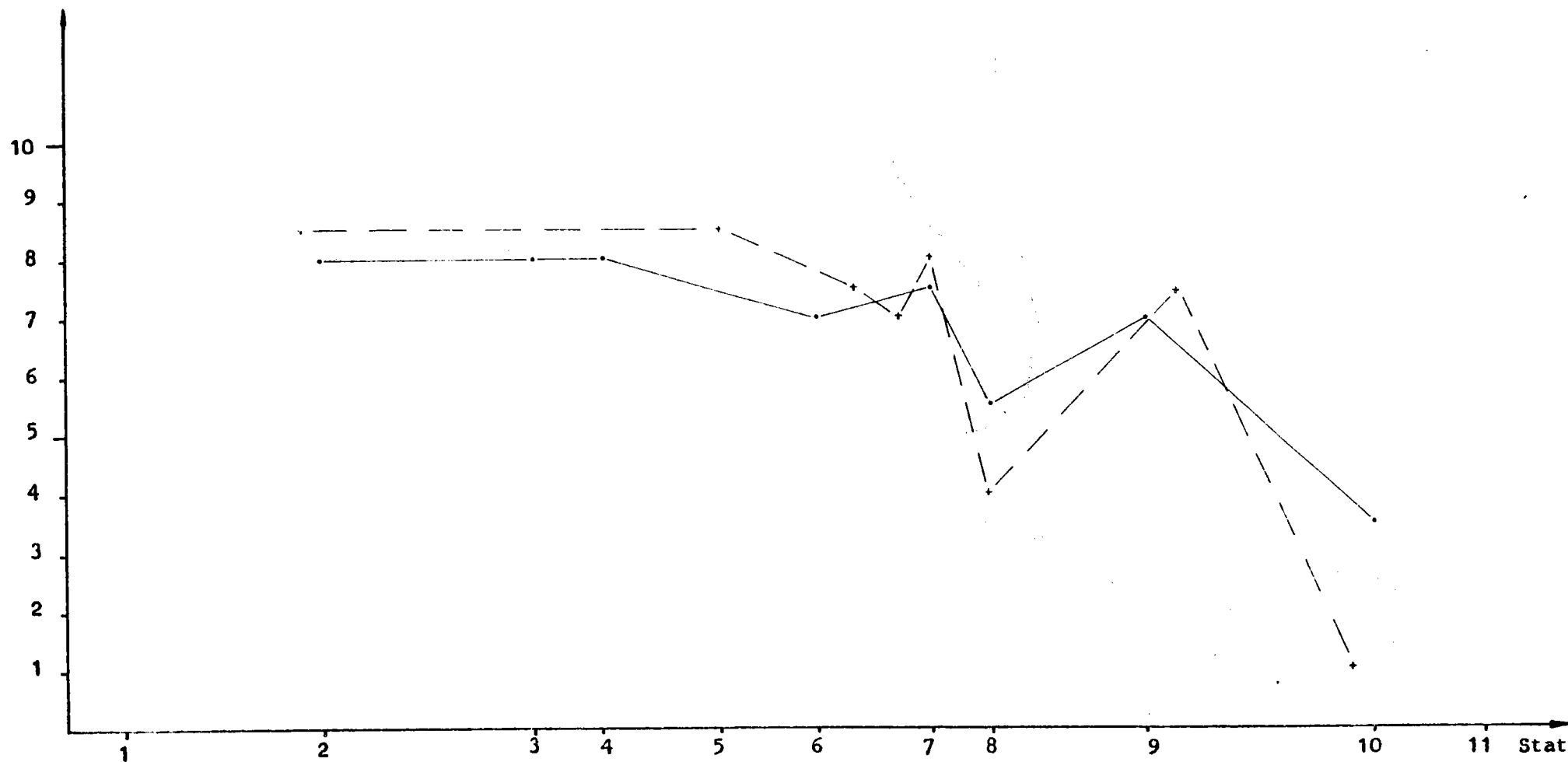


TABLEAU LIV : FLORE RELEVÉE DANS L'AA (26 stations) ET SES AFFLUENTS (3 stations)

NUMERO DU RELEVÉ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
NUMERO DE LA STATION D'ETUDE S.R.A.E.	0	1		2	3	4	5	6		7	8	9	9'								10									
CLASSE DE QUALITE (Indices biotiques)	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Chara hispida</i>	2																													
<i>Chara vulgaris</i>	1																													
<i>Batrachospermum moniliforme</i>		2																												
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>		3				1	1	+	1																					
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>			1																											
<i>Tribonema bombycinum</i>						+	+																							
<i>Leptodyctium riparium</i>									1																					
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>								+																						
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>										1	2																			
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>																														
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersum</i>											3																			
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>																														
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>calcareus</i>																														
<i>Ranunculus trichophyllus</i>																														
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>																														
<i>Vaucheria sessilis</i>																														
<i>Potamogeton crispus</i>																														
<i>Cladophora glomerata</i>																														
<i>Callitriche obtusangula</i>																														
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>																														
<i>Brachythecium rivulare</i>																														
<i>Vaucheria</i> sp.																														
<i>Elodea canadensis</i>																														
<i>Fontinalis antipyretica</i>																														
<i>Scirpus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>																														
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>																														
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>																														
<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i>																														
<i>Callitriche platycarpa</i>																														
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>																														
<i>Lemna minor</i>																														

Localisation des relevés

1. Bourthes
2. Wicquinghem
3. Ergny
4. Aix-en-Ergny
5. Verchocq
6. Renty
7. Fauquembergues
8. Merck-Saint-Liévin
9. Ouve-Wirquin
10. Remilly-Wirquin
11. Wavrans-sur-l'Aa (amont)
12. Wavrans-sur-l'Aa (aval)
13. Elnes
14. Lumbres
15. Setques
16. Esqueredes
17. Wizernes
18. Wizernes (Gondardenne)
19. Blendecques (amont papeterie)
20. Blendecques (aval papeterie)
21. Blendecques (Long Pont)
22. Blendecques (Whestove)
23. Blendecques (nord 1)
24. Blendecques (nord 2)
25. Arques (Haute-Meldyck)
26. Arques (Basse-Meldyck)

- A. Le Ruisseau de Thiembronne
- B. Le Bléquin à Bléquin
- D. Le Bléquin à Lumbres

de l'Artois : Canche et ses affluents, Course et Ternoise, Hem et Lys.

Les résultats obtenus (note en préparation) confirment l'intérêt de la méthode et nous amène à préconiser pour chaque étude qualitative des eaux d'une rivière :

- une étude physico-chimique (analyses) ;
- une étude hydrobiologique (indices biotiques) ;
- une définition de la zonation floristico-écologique assortie d'une recherche de la zonation phytocoeno-écologique que nous détaillerons dans le paragraphe suivant.

Les zonations floristico-écologique et phytocoeno-écologique permettraient d'effectuer des suivis rapides de l'état des eaux d'une rivière sans obligatoirement repasser par les analyses physico-chimiques et la détermination des indices biotiques, méthodes certes intéressantes et précises mais onéreuses, plus longues et ne pouvant de ce fait être réalisées que sur un nombre limité de points.

2. Le profil phytocoenologique et la zonation phytocoeno-écologique

Le profil phytosociologique d'une rivière défini initialement par DECORNET (1979) et la zonation phytocoeno-écologique sont proches, le profil constituant un prélude à la zonation.

2.1. Le profil phytosociologique

Ils regroupent les groupements aquatiques et subaquatiques répertoriés dans des tronçons successifs d'une rivière et apparaissent ainsi comme l'ensemble des sigmarelevés effectués dans l'eau libre et les berges inondées d'une rivière de l'apex à l'embouchure ou la confluence avec une autre rivière. Les coefficients utilisés sont ceux de l'abondance-dominante employés pour les relevés phytosociologiques (tableau LV).

Pour l'Aa nous avons distingué 14 tronçons caractérisés par un ou plusieurs groupements -d'hydrophytes fixés-. Cette succession est intimement liée aux variations des facteurs écologiques.

1. Bourthes à Wicquinghem :
Charetum hispidae
Charetum vulgare
2. Wicquinghem à Ergny :
Ranunculo-Sietum erecti-submersi
Groupement à *Batrachospermum moniliforme*
3. Ergny à Wavrans (amont) :
Ranunculo-Sietum erecti-submersi
Callitrichetum obtusangulae
4. Wavrans (aval) à Elnes :
Callitrichetum obtusangulae
5. Elnes à Lumbres :
Callitrichetum obtusangulae
Sparganio-Potametum pectinati
6. Lumbres à Esquerdes :
Callitrichetum obtusangulae
7. Esquerdes à Wizernes :
Ranunculo-Sietum erecti-submersi
Callitrichetum obtusangulae

TABLEAU LV : LE PROFIL PHYTOSOCIOLOGIQUE DE LA RIVIERE AA

NUMERO DU RELEVÉ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
NUMERO DE LA STATION D'ETUDE S.R.A.E.	0	1		2		3	4	5	6			7	8		9						10				12	11
<i>Charetum hispidae</i>	2																									
<i>Charetum vulgare</i>	1																									
<i>Ranunculo-Sietum</i>		2	4	4	2	3	2	2	+	2	1															
<i>Callitrichetum obtusangulae</i>		2	1	1	4	4	4	5	4	3	4	3	4	3	4	4	4			2					3	3
Gt à <i>Batrachospermum moniliforme</i>		1														+										
<i>Sparganio-Potametum pectinati</i>													1						2	1	1					3
Gt à <i>Lemna minor</i>					+	+					+		+													
<i>Zannichellietum palustris</i>								+	+											+					1	
Gt à <i>Brachythecium rivulare</i> et <i>Vaucheria</i>						+							+	1												
<i>Fontinalidetum antipyreticae</i>															2											
<i>Nasturtietum officinalis</i>		2		3	2	3	4		2				3			3	3		+						2	2
Gt à <i>Myosotis scorpioides</i>		1	3	1				+	+	1	1		+	1							1				+	
Gt à <i>Sium erectum</i>					+																1					
<i>Apietum nodiflori</i>			+	+		2							+	+												
Gt à <i>Phalaris arundinacea</i>								+				1													+	
<i>Glycerietum plicatae</i>					2																					
<i>Glycerietum fluitantis</i>																										
Gt à <i>Agrostis stolonifera</i> et <i>Glyceria fluitans</i>												+														
<i>Glycerietum maximae</i>														1								2				
Gt à <i>Epilobium parviflorum</i>		+																								

Vide phytocoenologique

Localisation des relevés

1. Bourthes
2. Wicquinghem
3. Ergny
4. Aix-en-Ergny
5. Verchocq
6. Renty
7. Fauquembergues
8. Merck-Saint-Liévin
9. Ouve-Wirquin
10. Remilly-Wirquin
11. Wavrans-sur-l'Aa (amont)
12. Wavrans-sur-l'Aa (aval)
13. Elnes
14. Lumbres
15. Setques
16. Esquerdes
17. Wizernes
18. Wizernes (Gondardenne)
19. Blendecques (amont papeterie)
20. Blendecques (aval papeterie)
21. Blendecques (Long Pont)
22. Blendecques (Whestove)
23. Blendecques (nord 1)
24. Blendecques (nord 2)
25. Arques (Haute-Meldyck)
26. Arques (Basse-Meldyck)

8. Wizernes à Gondardennes (Wizernes) :
Sparganio-Potametum pectinati
9. Gondardennes (Wizernes) à Blendecques (amont papeterie) :
Callitrichetum obtusangulae
Sparganio-Potametum pectinati
10. Blendecques amont papeterie à Blendecques Westhove :
Sparganio-Potametum pectinati
11. Blendecques Westhove à Blendecques Long Pont :
vide phytocoenologique
12. Blendecques Long Pont à Blendecques nord "Aa bras gauche" :
Sparganio-Potametum pectinati
13. Blendecques Long Pont à Blendecques nord "Aa bras droit" :
Callitrichetum obtusangulae
14. Blendecques "jonction des deux bras Aa" à Arques Haute-Meldyck :
Callitrichetum obtusangulae
15. Arques Haute-Meldyck à Arques Basse-Meldyck :
Sparganio-Potametum pectinati

2.2. La zonation phytocoeno-écologique

Nous l'avons définie pour l'Aa en appliquant la méthode qui nous a permis de déterminer la zonation floristico-écologique (figure 11).

La zone A est représentée par le *Charetum vulgaris* et le *Charetum hispidae*.

La zone B est caractérisée par le groupement à *Batrachospermum moniliforme* mais peut comporter le *Ranunculo (calcarei)-Sietum erecti-submersi*.

La zone C est marquée par le *Ranunculo (calcarei)-Sietum erecti submersi* mais possède aussi le *Fontinalidetum antipyreticae*, le *Callitrichetum obtusangulae*, le *Zannichellietum palustris*, le groupement à *Brachythecium rivulare* et *Vaucheria sp.*

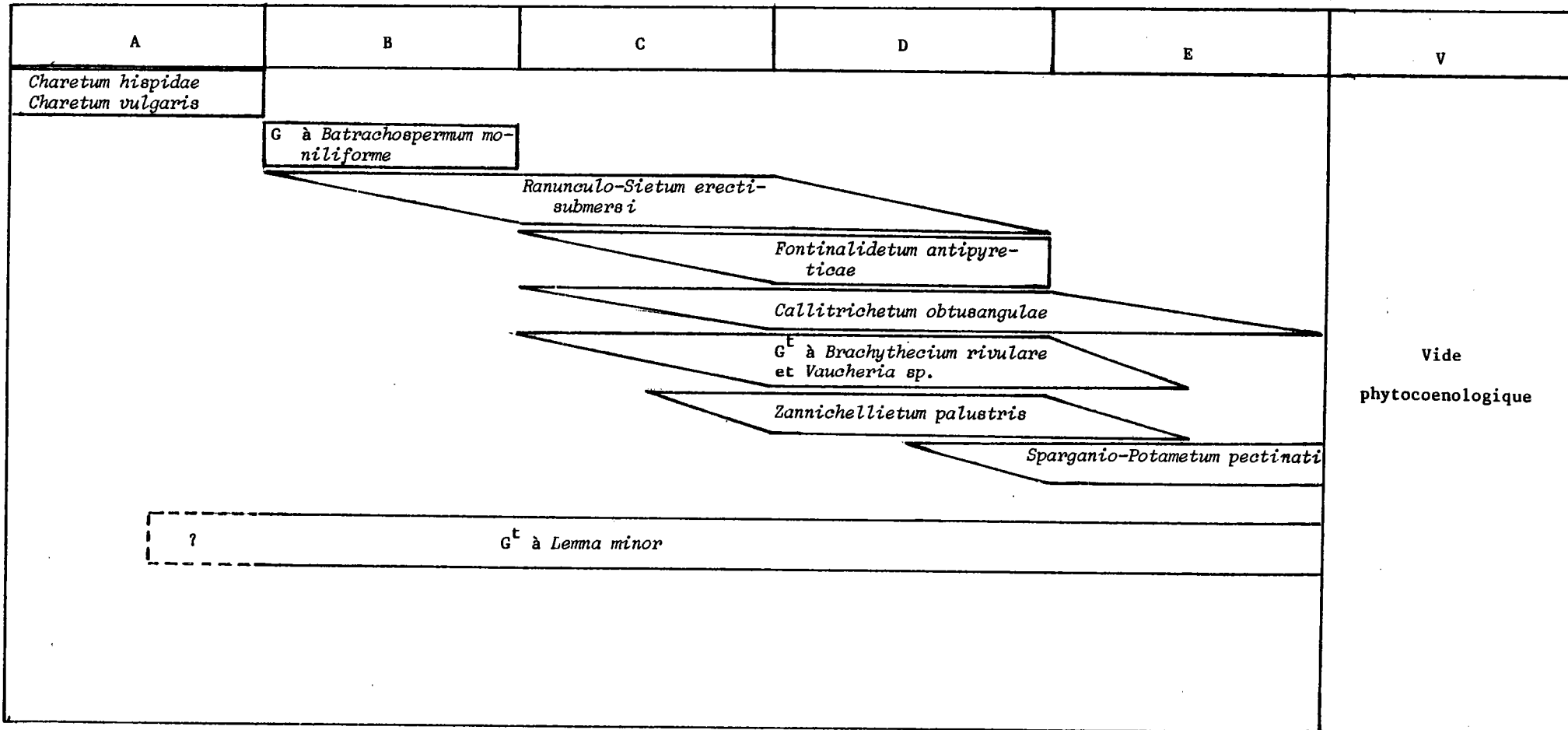
La zone D est caractérisée par le *Callitrichetum obtusangulae*, le *Fontinalidetum antipyreticae*, le groupement à *Brachythecium rivulare* et *Vaucheria sp.*, le *Zannichellietum palustris* et présente également le *Sparganio-Potametum pectinati* qui est toutefois nettement optimal dans la zone E dans laquelle peuvent parfois se rencontrer le *Callitrichetum obtusangulae* et à un degré moindre le groupement à *Brachythecium rivulare* et le *Zannichellietum palustris*.

Le groupement à *Lemna minor* est commun aux zones B, C, D, E où il est décelable au contact des rives abritées par les parvo-roselières du *Sparganio-Glycerion*.

Cette zonation montre des similitudes avec celle de KOHLER, VOLLRATH et BEISL (1971) qui distinguent dans la rivière Moosach 3 associations : le *Potametum colorati*, le *Ranunculo-Sietum* (avec *Ranunculus fluitans*) et le *Callitrichetum obtusangulae*.

Ces auteurs précisent dans le tableau phytosociologique joint à leur note les "formes" de chaque espèce (*submersa*, *fluitans*...) et aboutissent à une distinction pour le *Ranunculo-Sietum* et le *Callitrichetum obtusangulae* de sous-associations et de variantes liées à la trophie et à la vitesse du courant. Nous avons fait de même mais nous ne dégagerons pas ces sous-unités dans notre zonation afin de ne pas la compliquer. Toutefois, nous les utiliserons dans nos propositions de diagnostic pratique de la qualité des eaux (paragraphe 4 de ce chapitre).

FIGURE 11 : LA ZONATION PHYTOCOENO-ÉCOLOGIQUE DE L'AA



CARBIENER (1977) aboutit lui aussi, dans ses travaux sur les cours phréatiques du Ried (Alsace), à une séquence phytosociologique de composition voisine et comportant trois éléments : association à *Potamogeton coloratus* (séquence A), association à *Sium erectum* et *Mentha aquatica* (séquence B), et association à *Callitriche obtusangula* (séquence C).

CARBIENER montre des modifications de séquence dues "soit à l'apport épisodique d'eau de crues, soit à des pollutions villageoises ou des eutrophisations agricoles, soit à l'action eutrophisante de dépotoirs, soit encore à l'action oligotrophisante de nouveaux apports importants d'eau phréatique".

Il observe alors :

- des séquences tronquées,
exemple: B, C ou C ;
- des séquences partiellement ou totalement inversées,
exemple: B, A, B, C ;
- des séquences télescopées ou partiellement télescopées et inversées,
exemple: séquences A, B, C, B, C ;
- des séquences ondulatoires ou juxtaposées,
exemple: juxtaposition de B dans le thalweg et C vers les rives.

Nous avons note ces modifications :

- inversion des séquences dans la Canche ;
 - séquence ondulatoire ou juxtaposée sur des tronçons plus ou moins courts pour la plupart des rivières de l'Artois,
exemple: pour la Hem, à Guémy (Tournehem-sur-la-Hem) zone C (secteurs eaux vives) en contact avec zone D (secteurs aux eaux faiblement courantes) en raison de la microtopographie et de l'atterrissement sur les marges et la partie axiale du lit de la rivière.
- Plusieurs exemples régionaux détaillés figurent dans la note de MERIAUX et GEHU (1979) sur les "Réactions des groupements aquatiques et subaquatiques aux changements de l'environnement" (Volume réunissant nos publications).

WEBER-OLDECOP (1978) classe les eaux courantes en six grands types caractérisés par des groupements végétaux et correspond à des catégories piscicoles (eaux à salimondés et à cyprinidés).

a) eaux pauvres en calcaire

- type I : *Lemnaetum fluviatilis*
Hildenbrandietum rivularis
Chiloscypho-Scapanietum
- type III : *Callitricho-Myriophylletum*
- type V : *Sparganio-Elodeetum*

b) eaux riches en calcaire

- type II : *Vaucheria-Cladophoretum*
- type IV : *Ranunculo-Sietum*
- type VI : *Sparganio-Potametum pectinati*

Cette seconde série n'est pas sans rappeler la zonation phytocoenologique de l'Aa, rivière aux eaux riches en calcaire.

Enfin, DECORNET (1979) élabore pour l'Orne et le Rupt-de-Mad en Lorraine une zonation "phytosociologico-écologique" qui s'étend sur les zones C, D, dégradée et E, définies floristiquement dans un premier temps.

3. Espèces et phytocoenoses bioindicatrices de trophie et de pollution

Quelques auteurs au travers des études récentes axées sur l'écologie

de la macroflore aquatique se sont intéressées au rôle possible des espèces et des phytocoenoses en tant que bioindicateurs. KOHLER et ses collaborateurs (1971 à 1975), FUKAREK et ARENDT (1974), WIEGLEB (1978 et 1979), POTT (1980 et 1981), SCHWABE-BRAUN et TUXEN (1981), STRASBURGER et HOMANN (1982) en République fédérale allemande, CARBIENER (1977), FELZINES (1977 et 1982), DECORNET (1979), MERIAUX et GEHU (1979)*, MERIAUX (1975 et 1982*) en France, HASLAM (1982) en Grande-Bretagne figurent parmi les auteurs qui ont tenté de faire apparaître ce rôle.

Les résultats des recherches que nous avons menées sur les biotopes à eaux stagnantes et à eaux courantes de la région mais aussi d'autres régions comme la Lorraine et l'examen des données de la littérature nous ont permis de mieux saisir l'écologie de nombreux macrophytes aquatiques et des phytocoenoses qu'ils constituent. En maints biotopes parallèlement à l'analyse de la végétation ont été réalisées une étude physico-chimique des eaux (effectuée par le S.R.A.E. ou nous-mêmes) et un inventaire de la macroflore benthique permettant de qualifier les eaux par la méthode des indices biotiques (accompli par le S.R.A.E.). Cela nous a amené à dégager régionalement les valeurs limites de nombreux paramètres chimiques des eaux où se rencontrent espèces et phytocoenoses étudiées, secondairement de faire ressortir les caractères écologiques de la plupart des espèces de characées rencontrées, de celles du genre *Callitriche*, de quelques autres des genres *Potamogeton*, *Ranunculus*, et *Sparganium* ainsi que de plusieurs associations représentatives des biotopes à eaux stagnantes et à eaux courantes du nord-ouest de la France et enfin de dégager parmi ces espèces et associations des bioindicateurs facilement utilisables.

3.1. Caractères écologiques de quelques macrophytes aquatiques et leur rôle de bioindicateur

3.1.1. Espèces de la famille des Characées

Les données écologiques que nous possédons sur les characées régionales figurent dans la note que nous avons publiée en commun avec GUERLESQUIN (1983) "Characées et végétations associées des milieux aquatiques du nord de la France" intégrée dans le mémoire réunissant nos publications.

Parmi ces espèces :

- *Chara hispida* qualifie les biotopes oligotropes et oligo-mésotrophes et sa disparition d'un milieu est liée à un accroissement du taux d'ammonium et de phosphates auxquels l'espèce est sensible. Il caractérise la zone A (la plus pure), et peut se rencontrer au niveau de la B, dans les zonations floristico-écologiques ;

- *Nitella flexilis*, *Nitella gracilis* et *Nitellopsis obtusa* caractérisent les biotopes calcaires mésotrophes à faiblement eutrophes non pollués ;

- *Tolypella glomerata* indique le plus souvent un caractère subsaumâtre des eaux.

3.1.2. Espèces du genre *Callitriche*

Nous incluerons pour ce paragraphe un extrait de la note devant paraître dans LEJEUNIA : "Le genre *Callitriche* dans le nord-ouest de la France". (Distribution phytosociologique, écologie et faune associée)".

Des analyses portant sur dix neuf paramètres ont été réalisées au niveau de cinquante huit stations possédant une, deux, voire trois espèces de *Callitriche*. Par ailleurs, de nombreuses mesures de pH et de conductivité ont porté sur des eaux baignant les différentes espèces de *Callitriche*.

* Etudes intégrées dans le volume réunissant nos publications.

Les différents résultats obtenus, en particulier ceux provenant des analyses factorielles de correspondance effectuée sur les cinquante huit stations et dix huit paramètres physico-chimiques ont permis de définir le rôle des différents paramètres dans la répartition de ces espèces dans la di- tion. Nos données et celles de la littérature conduisent à préciser l'écologie des sept espèces inventoriées et leur relation avec l'état physico-chimique des eaux les hébergeant.

3.1.2.1. Localisation et analyses des prélèvements

a) Analyses complètes

Les facteurs hydrochimiques pris en compte sont les suivants :

pH, conductivité, O_2 , O_2 % saturation, MeS, oxydabilité, DCO, DBO_5 , alcalinité, Ca^{++} , Na , K , Cl^- , NO_2 , NH_4 , SO_4 , PO_4 .

Les unités employées sont celles retenues par le Service Régional d'Aménagement des eaux (S.R.A.E.) :

Conductivité en $\mu S cm^{-1}$ à $20^\circ C$ - O_2 dissous en mg/l - DCO en mg/l - MeS en mg/l - DBO_5 en mg/l - Alcalinité en mg/l - Ca^{++} , Mg^{++} , Na , K , Cl , NO_3 , NO_2 , NH_4 , SO_4^{--} , PO_4 en mg/l .

Localisation des prélèvements :

1 : Tournehem-sur-la-Hem, Guémy (62)*, la Hem, 7.6.78 ; 2 : Nordausques (62), la Hem, 7.6.78 ; 3 : Recques-sur-Hem (62), la Hem, 7.6.78 ; 4 : Merck-Saint-Liévin (62), l'Aa, 31.5.78 ; 5 : Ouve-Wirquin (62), l'Aa, 31.5.78 ; 6 : Polincove (62), la Hem, 8.6.78 ; 7 : Wizernes (62), l'Aa, 1.6.78 ; 8 : Licques (62), la Hem, 3.6.78 ; 9 : Clerques (62), la Hem, 8.6.78 ; 10 : Verchocq (62), l'Aa, 31.5.78 ; 11 : Fauquemburgues (62), l'Aa, 31.5.78 ; 12 : Remilly-Wirquin, l'Aa, 31.5.78 ; 13 : Elnes (62), l'Aa, 31.5.78 ; 14 : Fauquemburgues-Hervarre (62), ruisseau de Thiembronne, 31.5.78 ; 15 : Recques-sur-Course (62), la Course, 19.7.78 ; 16 : Remilly-Wirquin (62), l'Aa, 27.4.78 ; 17 : Renty (62), l'Aa, 27.4.77 ; 18 : Renty (62), l'Aa, 27.4.77 ; 19 : Montreuil-sur-Mer (62), fossé, 27.4.77 ; 20 : Montreuil-sur-Mer (62), fossé, 27.4.77 ; 21 : Beusent (62), la Course, 27.4.77 ; 22 : Dannes (62), ruisseau dans les dunes, 27.4.77 ; 23 : Aix-en-Issart (62), le Bras de Bronne, 4.9.78 ; 24 : Loison-sur-Créquoise (62), la Créquoise, 4.9.78 ; 25 : Cavron Saint-Martin (62), la Planquette, 4.9.78 ; 26 : Auchy-les-Hesdin (62), la Ternoise, 26.9.79 ; 27 : Solesmes, Ovillers (59)*, le Béart, 18.5.77 ; 28 : Berlencourt-le-Cauroy (62), la Canche, 26.9.79 ; 29 : Bouret-sur-Canche (62), la Canche, 26.9.79 ; 30 : Ligny-sur-Canche (62), la Canche, 26.9.79 ; 31 : Aubrometz (62), la Canche, 26.9.79 ; 32 : Saint-Georges (62), la Canche, 26.9.79 ; 33 : Montreuil (62), (amont), la Canche, 27.9.79 ; 34 : Teneur (62), la Ternoise, 9.5.79 ; 35 : Beutin (62), la Canche, 27.9.79 ; 36 : Ergny (62), l'Aa, 4.10.78 ; 37 : Nielles-lès-Bléquin (62), le Bléquin, 4.10.78 ; 38 : Affringues (62), le Bléquin, 4.10.78 ; 39 : Lumbres (62), le Bléquin, 4.10.78 ; 40 : Gondardenne (62), l'Aa, 4.10.78 ; 41 : Enquin-sur-Baillon (62), la Course, 12.9.78 ; 42 : Engoudsent (62), la Course, 12.9.78 ; 43 : Estrée (62), la Course, 12.9.78 ; 44 : Attin (62), la Course, 12.9.78 ; 45 : Hesdin, (62) (aval de la station d'épuration), la Canche, 26.9.79 ; 46 : Maresquel (62), la Canche, 27.9.79 ; 47 : Beauranville (62), la Canche, 27.9.79 ; 48 : Brimeux (62), la Canche, 27.9.79 ; 49 : Maresquel (62) (aval de la papeterie), la Canche, 27.9.79 ; 50 : Aubin-Saint-Vaast (62), la Canche, 27.9.79 ; 51 : Gauchin-Verloingt (62), la Ternoise, 9.5.79 ; 52 : Rieulay (59) (amont), la Trétoire, 18.5.77 ; 53 : Rieulay (59) (aval), la Trétoire, 18.5.77 ; 54 : Saint-Aybert (59), Le Marais de la Canarderie, 18.5.77 ; 55 : Wallers (59), la Mare-à-Goriaux, 18.5.77 ; 56 : Blendecques (62), l'Aa, 1.6.78 ; 57 : Arques (62), l'Aa, Haute-Meldyck, 1.2.78 ; 58 : Arques (62), l'Aa, Basse-Meldyck, 1.6.78.

le nom placé après celui d'une commune est celui d'un hameau lieu-dit.

(*) 62 : département du Pas-de-Calais

(*) 59 : département du Nord

Espèces relevées correspondantes :

Callitriche truncata subsp. *occidentalis* : 1 à 7 et 13 - *Callitriche obtusangula* : 1 à 35, 32 à 48, 50 - *Callitriche platycarpa* : 1 à 53, 56 à 58 -
Ces résultats sont regroupés au sein d'un tableau non intégré au travail en raison de son importance mais à la disposition de toute personne intéressée.

b) Mesures de pH et de conductivité

De nombreuses mesures de conductivité et de pH ont également été effectuées dans des eaux où se développent *Callitriche hamulata*, *C. obtusangula*, *C. platycarpa* et *C. stagnalis*. Ces points sont bien répartis sur l'ensemble de la dition.

Callitriche hamulata :

Sècheval (08), sortie du lac de Vieille-Forge, 25.5.78 : pH 6,3/conductivité 50 ; Marquise (62), mare prairiale, 30.4.78 : pH 6,7/conductivité 280 ; Raismes (59), ornière, chemin forestier, 11.5.78 : pH 6,6/conductivité 300 ; Maroilles (59), mare prairiale, 25.5.78 : pH 6,7/conductivité 265 ; Saint-Amand-les-Eaux (59), étang de la série de La Scarpe, forêt de Saint-Amand, 28.5.75 : pH 6,6/conductivité 300 ; Raismes (59), ancien diverticule de l'étang du Prussien, 19.5.78 : pH 6,6/conductivité 875 ; pH 6,6/conductivité 915 ; pH 6,6/conductivité 1100 ; pH 6,6/conductivité 1285.

Callitriche obtusangula :

Fruges (62), la Traxène, 12.7.79 : pH 6,9/conductivité 355 ; Beutin (62), la Canche, 30.9.79 : pH 6,6/conductivité 430 ; Beussent (62), la Course, 27.4.77 : pH 7,6/conductivité 430 ; Mametz (62), l'Aa, 12.7.79 : pH 7/conductivité 435 ; Dennoeubreuq (62), la Lys, 22.7.79 : pH 6,9/conductivité 435 ; Rumilly (62), l'Aa, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 440 ; Théroouanne (62), l'Aa 22.7.79 : pH 7/conductivité 440 ; Delettes (62), l'Aa, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 450 ; Aire-sur-la-Lys, Rincq (62), la Lys, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 470 ; Boubers-sur-Canche (62), la Canche, 30.9.79 : pH 6,6/conductivité 450 ; Hericourt (62), la Ternoise, 22.7.79 : pH 6,6/conductivité 455 ; Teneur (62), la Ternoise, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 465 ; Montreuil-sur-Mer (62), chenal, 27.4.77 : pH 6,8/conductivité 430 ; pH 6,8/conductivité 465 ; pH 6,8/conductivité 485 ; Arleux (59), chenal inter-marais, 9.9.75 : pH 6,8/conductivité 495 ; pH 7,2/conductivité 460 ; Dannes (62), ruisseau, 27.4.77 : pH 7,2/conductivité 470 ; Ardres (59), ruisseau, 30.4.78 : pH 6/conductivité 460 ; pH 6/conductivité 470 ; Aubrometz (62), la Canche, 30.9.79 : pH 6,6/conductivité 485 ; Ecourt-Saint-Quentin (62), le Grand-Marais, 19.5.77 : pH 7,4/conductivité 490-13,2 ; Ponthoile, Morlay (80), mare prairiale, 31.5.78 : pH 9/conductivité 495 ; pH 9,5/conductivité 510 ; Owillers (59), le Béart, 18.5.77 : pH 7,3/conductivité 500-12,3 ; Boismont, Pinchefalise (80), mare prairiale, 31.5.78 : pH 6,7/conductivité 525 ; Villeneuve-d'Ascq (59), mare prairiale, 17.5.78 : pH 6,6/conductivité 855 ; pH 6,9/conductivité 1020 ; Le Douliou (59), fossé, 12.5.78 : pH 6,7/conductivité 885 ; Ponthoile, Morlay (80), fossé, 31.5.78 : pH 9/conductivité 875 ; Vieux-Berquin (59), ruisseau, 12.5.78 : pH 6,9/conductivité 965 ; Villeneuve-d'Ascq (59), mare prairiale, 30.4.78 : pH 6,9/conductivité 1045 ; Rieulay (59), chenal de drainage, 18.5.77 : pH 7,8/conductivité 1100 ; Saint-Amand-les-Eaux (59), fossé intraforestier, 18.5.77 : pH 7/conductivité 1100 ; Mardyck (62), mare, 30.4.78 : pH 7/conductivité 1135 ; pH 7/conductivité 1400 ; Rieulay (59), la Trétoire, 18.5.78 : pH 7,4/conductivité 1900 ; Raismes (59), la Mare à Goriaux, 18.5.77 : pH 8/conductivité 2850 ; pH 7,2/conductivité 2850 ; Saint-Aybert (59), marais de la Canarderie, 18.5.77 : pH 7,2/conductivité 2850 ; 24.7.75 : pH 7,2/conductivité 3420.

Callitriche platycarpa :

Cambron (62), marais de Mautort, 3.5.78 : pH 7,5/conductivité 190 ; Maroilles (59), mare prairiale, 25.5.78 : pH 6,6/conductivité 200 ; Locquignol (59), ruisseau, 14.5.78 : pH 6,6/conductivité 200 ; pH 6,6/conductivité 320 ; pH 6,3/conductivité 345 ; Bergue (59), mare prairiale, 16.5.78 : pH 6,9/con-

ductivité 330 ; la Groise (59), ruisseau, 16.5.78 : pH 6,6/conductivité 320 ; Saint-Léger-les-Authies (80), l'Authie, 9.9.79 : pH 6,6/conductivité 350 ; pH 6,6/conductivité 445 ; Fruges (62), la Traxène, 22.7.79 : pH 6,9/conductivité 355 ; Lygy (62), la Lys, 22.7.79 : pH 6,5/conductivité 365 ; Dompierre (59), mare prairiale, 25.5.78 : pH 6,6/conductivité 385 ; pH 6,6/conductivité 395 ; Bergue (59), fossé, 16.6.78 : pH 8,1/conductivité 410 ; Marquion (62), ruisseau, 22.7.79 : pH 7/conductivité 425 ; Condé-sur-Escaut (59), fossé, 4.5.78 : pH 7/conductivité 430 ; Remilly-Wirquin (62), l'Aa, 27.4.78 : pH 7,5/conductivité 430 ; pH 7,5/conductivité 440 ; pH 7,5/conductivité 470 ; Beus-sent (62), la Course, 27.4.77 : pH 7,6/conductivité 430 ; Montreuil-sur-Mer (62), chenal, 27.4.77 : pH 6,8/conductivité 430 ; pH 6,8/conductivité 465 ; Dennoebreuq (62), la Lys, 22.7.79 : pH 6,9/conductivité 435 ; Mametz (62), l'Aa, 22.7.79 : pH 7/conductivité 435 ; Rumilly (62), l'Aa, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 440 ; Théroanne (62), l'Aa, 27.7.79 : pH 7/conductivité 440 ; Aire-sur-la-Lys (62), la Lys, 22.7.79 : pH 7/conductivité 440 ; Delettes (62), l'Aa, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 450 ; Boubers-sur-Canche (62), la Canche, 30.9.79 : pH 6,6/conductivité 450 ; Verchin (62), la Lys, 22.7.79 : pH 7/conductivité 455 ; Coyques (62), l'Aa, 22.7.79 : pH 7/conductivité 455 ; Hernicourt (62), la Ternoise, 22.7.79 : pH 6,6/conductivité 455 ; Ardres (62), ruisseau, 30.4.78 : pH 6/conductivité 460 ; pH 6/conductivité 470 ; Thievres (80), l'Authie, 9.9.79 : pH 6,6/conductivité 460 ; Doullens (80), l'Authie, 9.9.79 : pH 6,6/conductivité 465 ; Teneur (62), la Ternoise, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 465 ; Aire-sur-la-Lys, Rincq (62), la Lys, 22.7.79 : pH 6,8/conductivité 470 ; Aubrometz (62), la Canche, 30.9.79 : pH 6,6/conductivité 485 ; Marquion (62), étang du Manoir de Rouge-Berne, 30.4.78 : pH 6,2/conductivité 595 ; pH 6,2/conductivité 625 ; Fresnes-sur-Escaut (59), étang, 4.5.78 : pH 6,6/conductivité 6,75 ; Bailleul, Steen'Je (59), mare prairiale, 12.5.78 : pH 7,5/conductivité 685 ; pH 7,2/conductivité 795 ; Saint-Amand-les-Eaux (59), fossé intraforestier, 18.5.77 : pH 7,1/conductivité 700-9,2 ; Ponthoile, Morlay (80), fossé, 3.5.78 : pH 9/conductivité 8,55 ; Raismes (59), étang du Prussien, 19.5.78 : pH 6,6/conductivité 875 ; pH 6,6/conductivité 915 ; pH 6,6/conductivité 1285 ; le Douliou (59), fossé, 12.5.77 : pH 6,7/conductivité 885 ; Flêtre (59), mare prairiale, 12.5.78 : pH 6,9/conductivité 980 ; Vieux-Berquin (59), fossé, 12.5.78 : pH 6,9/conductivité 965 ; Villeneuve-d'Ascq (59), mare prairiale, 17.5.78 : pH 6,6/conductivité 955 ; pH 6,6/conductivité 1020 ; pH 6,6/conductivité 1455 ; Saint-Amand-les-Eaux (59), fossé intraforestier, 18.5.77 : pH 7/conductivité 1100 ; Rosult (59), mare du Nouveau Jeu, 13.5.78 : pH 6,8/conductivité 1190 ; Hasnon (59), la Trétoire, 31.5.78 : pH 6,9/conductivité 1360 ; Rieulay (59), la Trétoire (amont, aval), 18.5.77 : pH 7,4/conductivité 1900-8 ; pH 8/conductivité 1660.

Callitriche palustris :

Anor (59), étang de la Lobiette, 29.8.70 : conductivité 134 ; Liessies (59), Grand-Etang de la Motte, 29.8.70 : conductivité 156 (selon DUVIGNEAUD 1971).

Callitriche stagnalis :

Raismes (59), ornière, chemin forestier, 11.5.78 : pH 6,6/conductivité 300 ; Anor (59), étang de la Lobiette, 29.8.70 : conductivité 134 (selon DUVIGNEAUD 1971).

3.1.2.2. Corrélations espèces - facteurs hydrochimiques

3.1.2.2.1. pH et conductivité

Le pH et la conductivité ont été mesurés en de nombreuses stations. Les valeurs extrêmes apparaissent dans le tableau LVI.

En ce qui concerne le pH, il ressort que son amplitude dans les stations à *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa* est très grande (6 à 9,5 et 6 à 9). Elle est beaucoup plus étroite pour celles à *Callitriche hamulata* dont les

TABLEAU LVI : VALEURS EXTREMES DES FACTEURS HYDROCHIMIQUES POUR QUATRE ESPECES DE CALLITRICHE

Espèces Paramètres	<i>Callitriche obtusangula</i>				<i>Callitriche platycarpa</i>				<i>Callitriche truncata subsp. occidentalis</i>				<i>Callitriche hamulata</i>			
	N	min.	mo.	max.	N	min.	mo.	max.	N	min.	mo.	max.	N	min.	mo.	max.
pH	85	6		9,5	117	6		9	8	7,3	7,6	7,8	9	6,3	6,6 (8)	7,5
Conductivité	85	350		3420	117	190		1900	8	410	455	520	9	50		1285
O ₂ dissous	44	5,8		16	56	7,6		16	8	8,6	94	10				
O% saturation	44	58		170	56	73		170	8	86	94	104				
MeS	44	3,4		61	56	3,4		69	8	4,8		21				
Oxydabilité	44	0,1		8,5	56	0,1		8,5	8	0,3		1,8				
DCO	44	2		165	56	2		165	8	2		11,8				
DBO ₅	44	0,8		21	56	0,8		22,6	8	1,7	2,2	3,8				
Alcalinité	44	300	335	540	56	300	345	540	8	310	325	340				
Ca ⁺⁺	44	95	109 (41)	234	56	95	113 (53)	234	8	107	109	112				
Mg ⁺⁺	44	2,4		118	56	2,4		118	8	2,4	4,2	4,8				
Na ⁺	44	7,6		360	56	7,6		189	8	7,6	10,3	12,8				
K ⁺	44	1,1		16,9	56	1,1		16,9	8	1,7	1,9	23				
NO ₃ ⁻	44	5,5	16,3	28,8	56	6	10,3	28,8	8	11	12,3	13,2				
NO ₂ ⁻	44	0,02	0,09	0,3	56	0,02		1,15	8	0,13	0,21	0,30				
NH ₄ ⁺	44	0		2,26	56	0		2,26	8	0,13	0,43	0,80				
Cl ⁻	44	17		175	56	17		75	8	21	26	31				
SO ₄ ⁻⁻	44	7		800	56	7		800	8	10	20	30				
PO ₄ ⁻⁻⁻	44	0,05		1,9	56	0,1		1,9	8	0,35	0,40	0,60				

N = Nombre de stations (3 analyses par station avec moyenne pour chaque station).

min. = valeur minimale.

max. = valeur maximale.

mo. = moyenne arithmétique des valeurs présentant une distribution régulière (valeur atypique, ou semblant l'être, exclus, souvent valeurs maximales).

() = nombre de stations intervenant dans la moyenne.

eaux sont en général acides (pH moyen 6,6) et plus encore pour celles à Callitriche truncata subsp. occidentalis dont les eaux sont basiques (7,3 à 7,8 moyenne 7,6).

La conductivité reflète le degré de minéralisation des eaux et il existe d'autre part, une forte corrélation positive entre la conductivité et la teneur en cations ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$) mais aussi l'alcalinité (FELZINES 1982). Les mesures de conductivité renseignent donc sur la teneur en cations et l'alcalinité des eaux de la station abritant les espèces et des relations possibles entre cette teneur et les espèces.

Il ressort des résultats (tableau LVI) que si Callitriche hamulata, C. obtusangula et C. platycarpa se rencontrent le plus souvent dans les eaux les moins minéralisées de la région (50 à 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C) ; elles supportent aisément les eaux plus fortement minéralisées jusque 1285 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (à 20° C) pour Callitriche hamulata, 1900 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (à 20° C) pour Callitriche platycarpa et 3420 $\mu\text{S cm}^{-1}$ pour Callitriche obtusangula.

Par contre, Callitriche truncata subsp. occidentalis semble liée aux eaux méso-eutrophes et eutrophes les moins minéralisées de nos stations (410 à 520 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C).

3.1.2.2.2. Analyses portant sur dix neuf facteurs hydrochimiques

Une analyse factorielle des correspondances (1) a été effectuée sur 58 stations (56 à Callitriche platycarpa, 44 à Callitriche obtusangula et 8 à Callitriche truncata subsp. occidentalis) et 18 paramètres. (O₂ dissous non pris en compte). -tableau LVII-.

Les différentes espèces ont été relevées dans les stations suivantes :

Callitriche truncata subsp. occidentalis :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13 ;

Callitriche obtusangula :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 43, 46, 51, 52, 53, 54, 55, 57 ;

Callitriche platycarpa :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 58.

Ces stations se localisent en différents ruisseaux et rivières :

rivière la Hem : 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9 ;

ruisseau de Thiembromme : 14 ;

rivière l'Aa : 5, 7, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 36, 40, 56, 57, 58 ;

rivière la Course : 15, 21, 41, 42, 43, 44 ;

fossés à Montreuil-sur-Mer : 19, 20,

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) 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.

TABLEAU LVII : CONTRIBUTIONS ABSOLUES DES STATIONS 1 à 58 OBTENUES PAR
L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
0.06	0.01	0.00
0.07	0.01	1.34
0.00	0.02	0.97
0.58	0.57	0.52
0.58	0.57	0.52
0.03	0.09	2.50
0.10	0.70	3.94
0.36	2.08	0.17
0.12	0.02	0.83
0.87	0.86	1.62
0.74	0.36	0.38
0.58	0.57	0.52
0.82	0.58	0.54
0.84	0.37	0.44
0.78	3.42	2.10
0.12	1.15	0.65
0.24	0.01	0.56
0.44	0.11	0.15
0.66	3.73	1.65
0.08	2.01	6.44
0.44	3.34	0.07
0.29	0.87	4.28
0.65	0.13	0.02
1.12	0.26	0.03
1.40	0.04	0.01
0.51	0.94	2.76
0.57	0.13	5.41
1.27	8.20	0.36
2.15	6.28	1.41
0.79	2.93	0.29
1.26	2.63	0.81
1.19	2.77	2.47
0.02	1.92	0.16
0.25	1.76	0.04
0.02	1.92	0.16
0.25	0.00	3.88
0.72	0.03	0.03
0.43	2.31	1.51
0.44	1.98	0.14
0.59	5.02	0.03
0.85	6.03	1.43
0.77	8.79	0.19
0.03	0.88	7.25
0.11	1.68	0.54
0.30	3.75	0.02
0.43	3.20	0.01
0.56	3.89	0.04
0.10	1.87	0.49
0.63	3.09	0.01
0.10	1.30	0.54
4.08	0.23	0.41
12.50	0.02	1.60
12.58	0.24	0.46
16.58	0.63	0.14
19.03	0.98	6.90
3.36	1.37	11.54
3.79	0.92	9.76
1.77	0.44	8.56

ruisseau de Dannes : 22 ;
ruisseau le Bras de Bronne : 23 ;
ruisseau la Créquoise : 24 ;
ruisseau la Planquette : 25 ;
rivière la Ternoise : 26, 34, 51 ;
ruisseau le Béart : 27 ;
rivière la Canche : 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 45, 46, 47, 48, 49, 50 ;
rivière le Bléquin : 37, 38, 39 ;
rivière la Trétoire : 52, 53 ;
arrivée d'eau dans le marais de la Canarderie (Saint-Aybert, 59) : 54 ;
arrivée d'eau dans la Mare à Goriaux (Wallers, 59) : 55.

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 dans son étude sur la Warche supérieure (Belgique) en 1977.

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 12 présente une ordination qui différencie les stations (et donc les espèces) en fonction des 18 paramètres considérés sur les axes 1 et 2.

On peut constater que les stations 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, subissent une importante pollution en matières organiques (oxydabilité élevée) et minérales (Na, SO_4 , Mg).

L'importance de plusieurs paramètres se dégage de l'analyse des ordinations sur les axes 1 et 2, mais également 1 et 3* et 2 et 3*, ainsi que du tableau LVIII réunissant les contributions absolues pour ces différents paramètres.

Les nitrates : stations 20, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 45, 46, 47, 48, 49, 50, et à un degré moindre 17, 23, 25 et 27.

Les matières en suspension : stations 7, 36, 43, 56, 57, 58.

La DBO₅ (demande biochimique en oxygène) : stations 15, 21, 40, 41, 42, et à un degré moindre 8, 19, 38 et 39.

Le % de saturation en O₂ : stations 10, 16, 22, 28 et 44.

L'ammonium : stations 8, 9, 33, 35.

L'ammonium, les nitrites et la DCO (demande chimique en O₂) : stations 4, 5, 11, 12, 13, 14.

Les phosphates : stations 17, 23, 25 et 27.

L'amplitude écologique de *Callitriche truncata subsp. occidentalis*, dont les stations sont localisées à l'origine des axes, semble très étroite. Ceci se vérifie également au regard du tableau LVI regroupant les valeurs minimales et maximales pour 19 paramètres physico-chimiques et les moyennes pour

* Ces figures imageant les analyses factorielles sont toutes dans la note devant paraître dans LEJEUNIA.

ESPECES RENCONTREES PAR STATIONS :

- ⊛ *Callitriche obtusangula*, *C. platycarpa*
- *Callitriche obtusangula*
- ▲ *Callitriche obtusangula*, *C. platycarpa*, *C. truncata subsp. occidentalis*
- *Callitriche platycarpa*

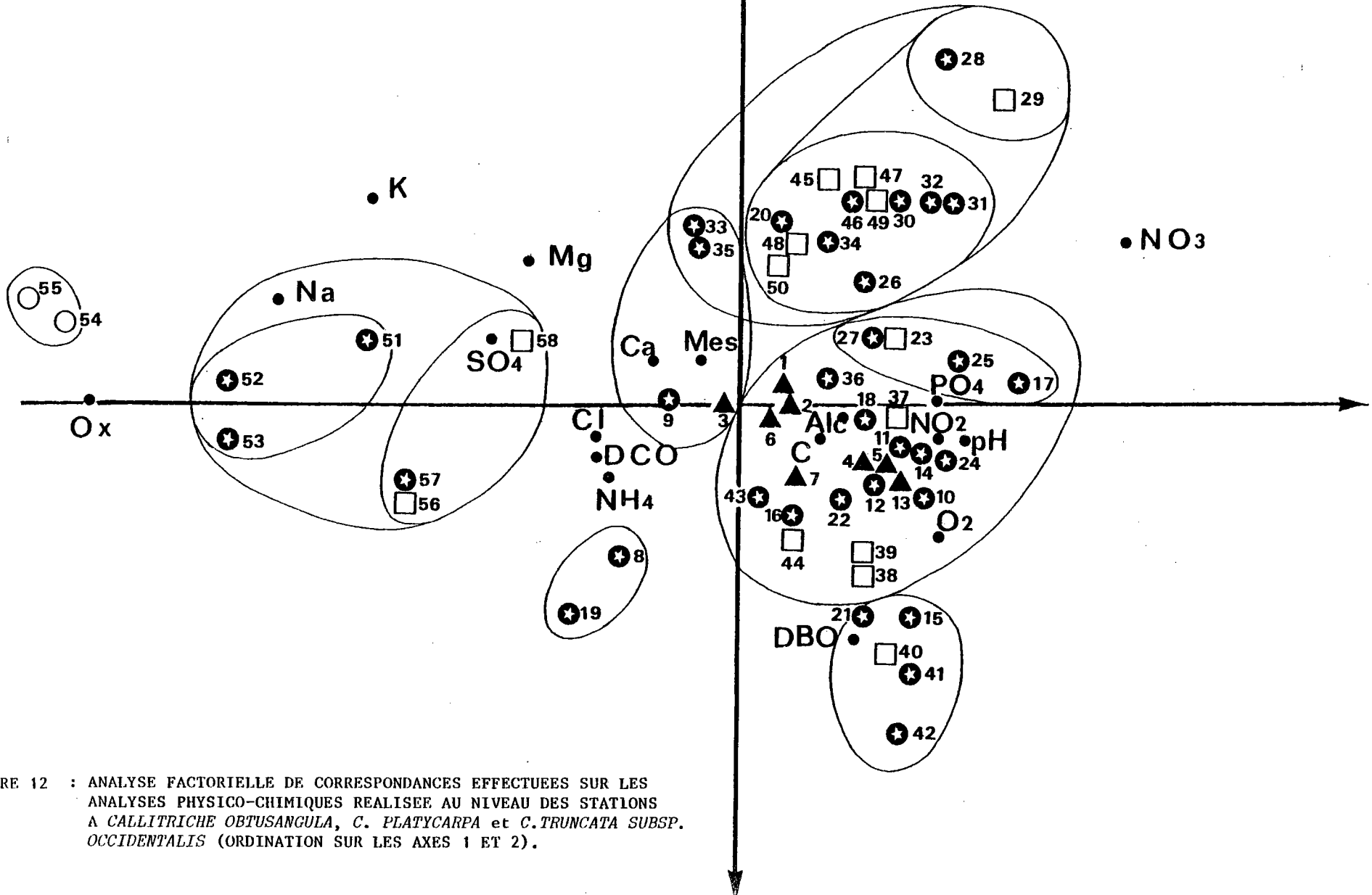


FIGURE 12 : ANALYSE FACTORIELLE DE CORRESPONDANCES EFFECTUEES SUR LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES REALISEE AU NIVEAU DES STATIONS A CALLITRICHE OBTUSANGULA, C. PLATYCARPA et C. TRUNCATA SUBSP. OCCIDENTALIS (ORDINATION SUR LES AXES 1 ET 2).

TABLEAU LVIII : CONTRIBUTIONS ABSOLUES DES DIFFERENTS PARAMETRES OBTENUS
 PAR L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (58 STATIONS,
 18 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES)

FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
7.98	1.15	0.60
0.94	0.59	2.52
5.02	7.40	11.06
0.08	0.39	41.27
26.96	0.06	10.44
1.52	1.29	5.33
1.28	15.57	2.13
1.06	0.15	0.48
0.46	0.14	1.07
2.85	3.27	7.01
13.15	1.72	7.13
8.15	6.12	5.31
1.83	0.50	1.08
14.11	58.28	1.83
4.15	0.84	0.88
1.10	1.95	0.76
4.53	0.55	1.03
4.85	0.02	0.06

16 d'entre eux.

Une seconde analyse a été réalisée à partir de 50 stations, les 8 stations soumises à une pollution élevée ayant été éliminées. La contribution absolue de ces stations (première analyse factorielle) étant particulièrement élevée (tableau LVII).

Les pourcentages d'inertie de la matrice de covariance exprimés par les 5 premiers axes factoriels sont les suivants :

$$F_1 = 24,58 \quad F_2 = 19,05 \quad F_3 = 12,47 \quad F_4 = 8,51 \quad F_5 = 7,97$$

Les pourcentages liés aux 3 premiers facteurs (57,10) sont suffisamment importants pour permettre d'interpréter valablement les résultats en fonction des 3 facteurs.

Les renseignements apportés par l'analyse des ordinations F_1 et F_2 et F_1 et F_3 et par les valeurs des contributions absolues des paramètres (tableau LIX), confortent ceux de la première analyse. Le rôle particulier joué par les nitrites et l'ammonium au niveau des stations 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 et 13, de même celui de l' O_2 pour les stations 8, 10, 15, 16, 19, 21, 22, 38, 39, 44 et de la DBO_5 sur les stations 40, 41, 42 et à un degré moindre 15, 19, 21, 38, 39 ressortent bien.

Une troisième analyse a été effectuée sur ces 50 stations mais en supprimant 3 paramètres la conductivité, l'alcalinité et le calcium qui paraissent ne jouer aucun rôle direct sur les espèces en raison d'une relative uniformité de valeur dans la dition (tableaux LVI et LX). Uniformité liée à la nature crayeuse du substrat pour l'ensemble du lit des rivières.

Les pourcentages d'inertie de la matrice de covariance des 5 premiers axes factoriels sont :

$$F_1 = 25,09 \quad F_2 = 13,62 \quad F_3 = 12,94 \quad F_4 = 8,22 \quad F_5 = 8,10$$

soit pour les 3 premiers facteurs 57,65 ce qui permet une bonne interprétation des résultats.

La prédominance de paramètres ressort de l'examen des ordinations sur les axes 1 et 2 complété surtout par celui des axes F_1 et F_3 et des valeurs des contributions absolues (tableau LIX).

Les nitrates : stations 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 45, 46, 47, 48, 50.

Les nitrates, le potassium, le magnésium, le sodium : stations 20, 26, 27, 34.

Les nitrates, les sulfates et le potassium : stations 17, 23, 25.

L'ammonium : stations 4, 5, 9, 11, 12, 13 et 14.

Les matières en suspension : stations 7, 36 et 43.

La DBO_5 : stations 8, 15, 19, 21, 38, 40, 41 et 42.

Le % de saturation en O_2 : stations 10, 16, 22, 44 et à un degré moindre 38 et 39.

A partir de l'ensemble des données apportées par les analyses factorielles et le tableau LVI, nous avons pu dégager les caractères physico-chimiques des eaux dans lesquelles se développent les 3 espèces et par conséquent définir au niveau de la dition les relations entre certains paramètres et ces espèces.

TABLEAU LIX : CONTRIBUTIONS ABSOLUES DES DIFFERENTS PARAMETRES OBTENUES PAR L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (50 STATIONS, 18 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES)

	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
pH	0.83	0.00	0.21
Conductivité	0.80	0.10	0.04
O ₂ %	8.31	7.88	0.90
MeS	5.94	62.21	1.97
Oxydabilité	0.05	0.15	0.21
DCO	0.31	1.33	0.67
DBO ₅	14.64	0.09	42.42
Alcalinité	0.12	0.00	0.14
Ca ⁺⁺	0.06	0.00	0.22
Mg ⁺⁺	1.89	4.49	14.71
Na ⁺	0.18	7.22	4.69
K ⁺	3.33	4.98	2.44
Cl ⁻	1.75	0.32	2.59
NO ₃ ⁻	57.98	4.13	0.78
NO ₂ ⁻	0.56	0.57	4.22
NH ₄ ⁺	3.00	5.82	21.00
SO ₄ ⁻⁻⁻	0.22	0.64	2.76
PO ₄ ⁻⁻⁻⁻	0.00	0.05	0.03

TABLEAU LX : CONTRIBUTIONS ABSOLUES DES DIFFERENTS PARAMETRES OBTENUES PAR L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (50 STATIONS, 15 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES)

	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
pH	0.98	0.00	0.26
O ₂ %	8.33	8.09	0.64
MeS	5.19	62.62	2.54
Oxydabilité	0.08	0.12	0.29
DCO	0.40	1.28	0.56
DBO ₅	16.02	0.16	43.03
Mg ⁺⁺	1.81	4.54	14.97
Na ⁺	0.14	7.30	3.89
K ⁺	3.19	5.02	2.31
Cl ⁻	1.94	0.36	2.22
NO ₃ ⁻	57.72	3.76	0.85
NO ₂ ⁻	0.72	0.51	4.13
NH ₄ ⁺	3.33	5.54	21.98
SO ₄ ⁻⁻⁻	0.15	0.67	2.32
PO ₄ ⁻⁻⁻⁻	0.00	0.04	0.03

a) Les résultats des analyses physico-chimiques permettent de distinguer globalement :

- des eaux méso-eutrophes et eutrophes non polluées dans lesquelles prospèrent Callitriche truncata subsp. occidentalis, C. obtusangula et C. platycarpa ;

- des eaux eutrophes subissant une pollution en matières minérales ou en matières organiques ou encore en matières organiques et minérales dans lesquelles se développent Callitriche obtusangula, C. platycarpa et C. hamulata.

Cette typologie est énoncée selon le sens donné par VERNEAUX (1980) qui distingue les phénomènes d'eutrophisation des phénomènes de pollution.

b) L'interprétation des analyses factorielles de correspondance et des données du tableau LVI conduit à préciser les liens entre facteurs hydro-chimiques et espèces dans le nord-ouest de la France. Les enseignements de la littérature, également pris en compte, permettent de mieux définir encore ces relations espèces-facteurs hydro-chimiques en Europe occidentale.

Callitriche obtusangula

Dans la dition, il montre une grande amplitude écologique et se rencontre dans les eaux douces à subsaumâtres dont la conductivité se situe entre 350 et 3420 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C et le pH entre 6 à 9,5. Ses exigences en nitrates apparaissent nettement (jusque 28,8 mg/l).

Il peuple deux types de biotopes :

- les ruisseaux et rivières aux eaux vives mésotrophes à eutrophes hydrogénocarbonatées ;

- les rivières au cours lent, les mares prairiales ou les étangs alimentés par des sources infra-aquatiques, le plus souvent riches en calcium.

Dans ce second type de milieu les eaux sont modérément à fortement eutrophes et peuvent subir des pollutions minérales ($\text{PO}_4^{---} = 1,9$ mg/l, $\text{SO}_4^{--} = 800$ mg/l, $\text{Na}^+ = 360$ mg/l, $\text{Mg}^{++} = 118$ mg/l, $\text{Cl}^- = 175$ mg/l) ou organiques ($\text{DBO}_5 = 21$ mg/l, $\text{DCO} = 165$ mg/l), parfois importantes ainsi que des taux notables d'ions NH_4^+ (2,26 mg/l), pouvant libérer de l'ammoniac toxique selon le pH et la température, et une teneur relativement importante en matières en suspension (69 mg/l).

En Allemagne, dans le Palatinat, KOHLER (1975) souligne la présence de Callitriche obtusangula dans les secteurs de rivière aux eaux chargées en ammonium. CARBIENER (1977), dans son étude de la végétation des cours d'eaux phréatiques du Ried alsacien, précise l'affinité de l'association à Callitriche obtusangula pour les eaux modérément eutrophes aux taux de phosphates (exprimés en P) et d'ammoniaque (en N) supérieurs à 20 ou 25 ppb.

Callitriche platycarpa

Il possède une remarquable amplitude écologique (conductivité 190 à 1900 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C) et se développe dans les eaux douces à subsaumâtres, mésotrophes à très eutrophes hydrogénocarbonatées. Il présente des besoins de nitrates et une résistance remarquable aux pollutions minérales (teneur maxima relevée : $\text{NO}_3^- = 28,8$ mg/l, $\text{PO}_4^{---} = 1,9$ mg/l, $\text{NO}_2^- = 1,15$ mg/l, $\text{SO}_4^{--} = 800$ mg/l, $\text{Mg}^{++} = 118$ mg/l, $\text{Cl}^- = 75$ mg/l, $\text{Na}^+ = 169$ mg/l) et organiques ($\text{DBO}_5 = 22,6$, $\text{DCO} = 165$) et à leur accroissement brutal dû en particulier aux baisses rapides estivales de niveau des eaux engendrant l'augmentation de concentration des substances dissoutes dans l'hydrotope. Il persiste bien dans les eaux recélant des ions NH_4^+ (2,26 mg/l) et peut être considérée comme un bon bioindicateur : son exclusivité dans un hydrotope traduit généralement sa pollution. Il est de même capable de persister dans des milieux recevant

des eaux usées (MERIAUX 1982). Il supporte les taux de matières en suspension élevées (69 mg/l).

Callitriche truncata subsp. occidentalis

Ce callitriche très rare, croît dans les eaux vives méso-eutrophes à eutrophes hydrogenocarbonatées et supporte mal les pollutions organiques ou minérales (excepté les teneurs moyennement élevée en nitrites). Il disparaît à proximité des effluents d'habitations, ce qui semblerait indiquer une sensibilité aux détergents. Son amplitude écologique est étroite.

Callitriche humulata

De nos résultats d'analyse, se dégage une préférence de cette espèce pour les eaux acides pauvres en calcium (espèce calcifuge). La résistance aux fortes teneurs en sulfates liées à l'activité minière environnante est à remarquer. Les apports de substances humiques, conséquence de la situation intra-forestière des stations, ne semblent pas gêner son développement.

Selon HASLAM (1978), cet hydrophyte prospère dans les eaux oligotrophes au courant modéré à rapide. WIEGLEB (1978) le note dans les hydrotopes au pH inférieur à 8,5 dont la teneur en calcium n'excède pas 25 mg/l et celle en nitrates est supérieure à 10 mg/l ; l'espèce semble indifférente au taux d'ammonium. KOHLER (1975) indique sa sensibilité particulière à des substances toxiques comme le bore.

Callitriche palustris

Ce callitriche se remarque dans les eaux oligomésotrophes à mésotrophes de conductivité peu élevée (124 à 156 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C, DUVIGNEAUD 1971 -86 à 110 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C, SCHUMACKER 1979-). WIEGLEB (1978) le relève dans des aquatopes basiques (pH > 8,5) ou la concentration en CO₂ ne dépasse pas 4,2 mg/l et pauvre en calcium (< 25 mg/l) non polluée par les éléments minéraux (PO₄⁻⁻⁻ < 2 mg/l, NO₃⁻ < 1 mg/l, NH₄⁺ < 0,6 mg/l).

Callitriche stagnalis

Il fréquente les eaux acides oligo-mésotrophes à faiblement eutrophes (conductivité 134 à 302 $\mu\text{S cm}^{-1}$ à 20° C) et se plaît dans les ornières des drèves forestières où il supporte aisément les concentrations importantes de matières humiques amenées par le ruissellement. Hors du territoire prospecté, par exemple en Ardèche, il peuple les ruisseaux issus des régions granitiques ou gneissiques aux eaux faiblement acides, oligotrophes très pauvres en calcium.

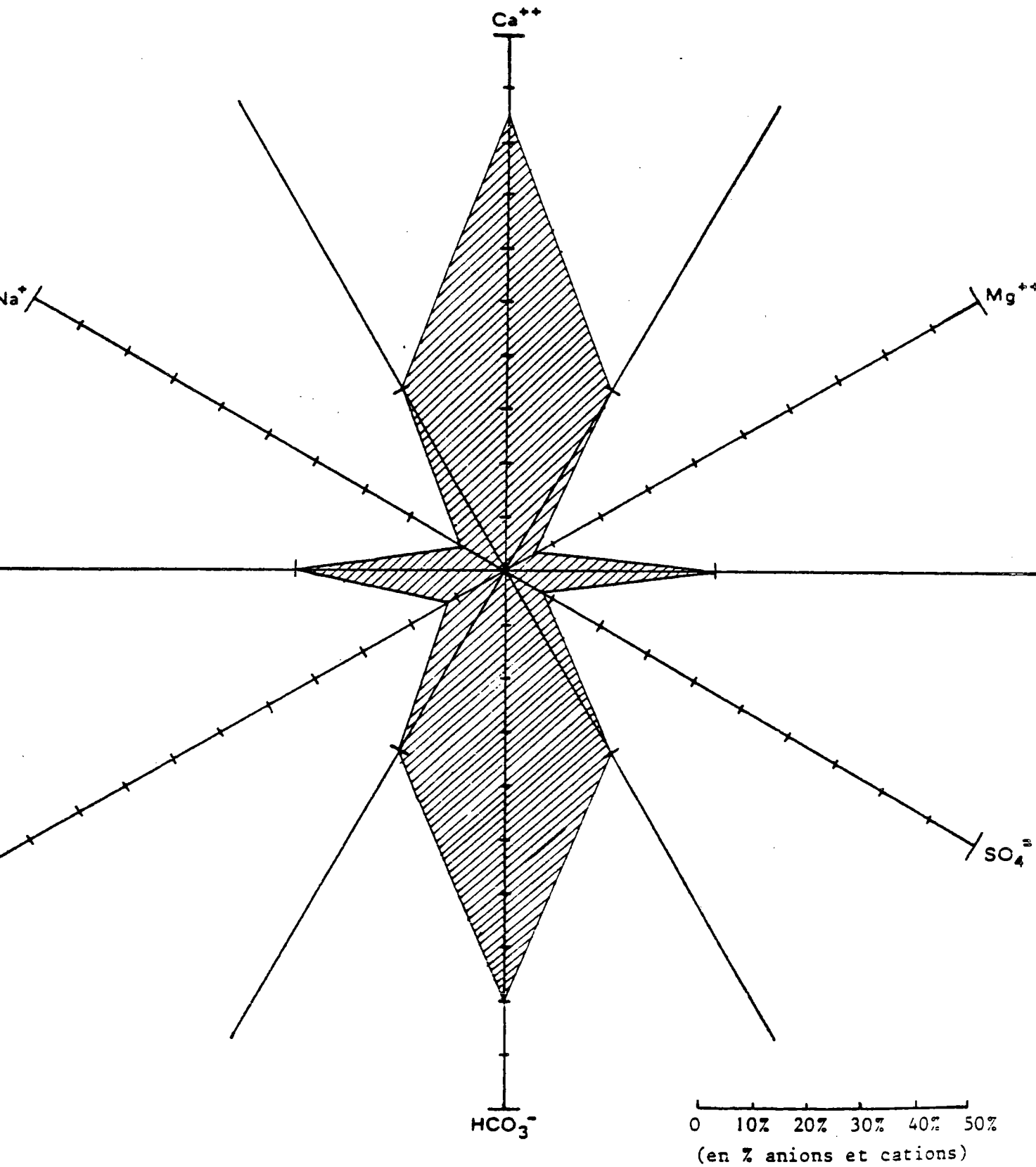
c) Des diagrammes ioniques ont été élaborés à partir d'analyses effectuées au niveau des stations à *Callitriche* de la dition (figure 13 a à 13 h). Ils permettront ultérieurement des comparaisons avec des eaux d'autre territoires recelant les mêmes espèces. Le bilan ionique est équilibré pour les stations 2, 10, 13, 27, 50 où les eaux sont bien minéralisées et riches en hydrogénocarbonates. Les stations 54 et 55 montrent une très importante pollution minérale due aux activités houillères.

De nos synthèses il ressort que :

- *Callitriche brutia* est préférentiellement inféodé aux biotopes mésotrophes acidophiles de même *Callitriche hamulata* ;
- *Callitriche truncata subsp. occidentalis* et à un degré moindre *Callitriche palustris* (et *Callitriche cophocarpa* absent dans la dition) caractérisent les biotopes mésotrophes à faiblement eutrophes. (zone C pour *Callitriche truncata subsp. occidentalis*) ;
- *Callitriche obtusangula* est surtout lié aux milieux eutrophes parfois

a - STATION 2 : Nordausques, la Hem, 7/6/1978

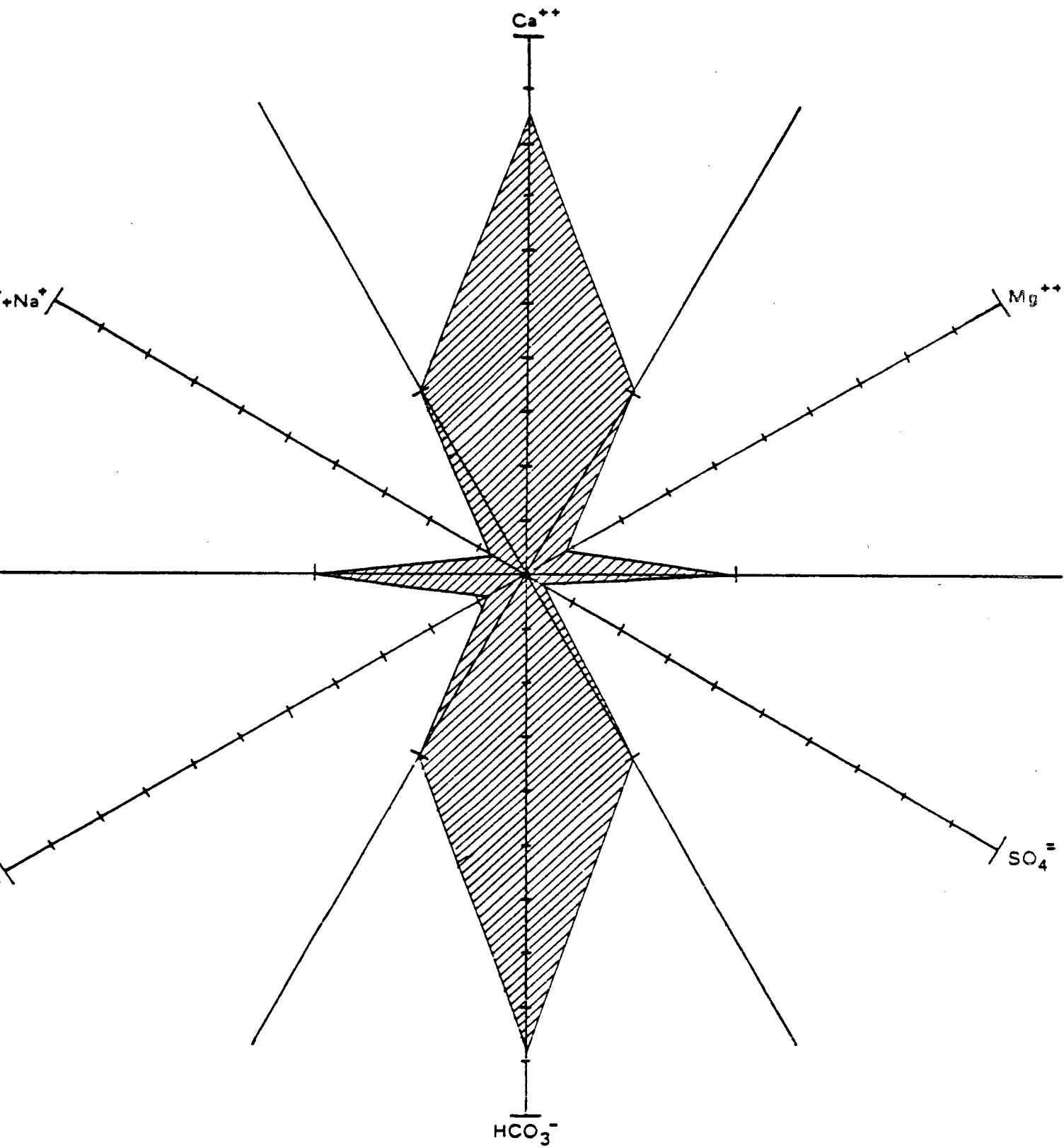
Callitriche obtusangula, *C. platycarpa* et *C. truncata* subsp. *occidentalis*



FIGURES 13 a A 13 h : DIAGRAMMES IONIQUES DE LA HEM (a), L'AA (b,c,h), LE BEART (d), LA CANCHE (e), LE MARAIS DE LA CANARDERIE (f), LA MARE A GORIAUX (g)

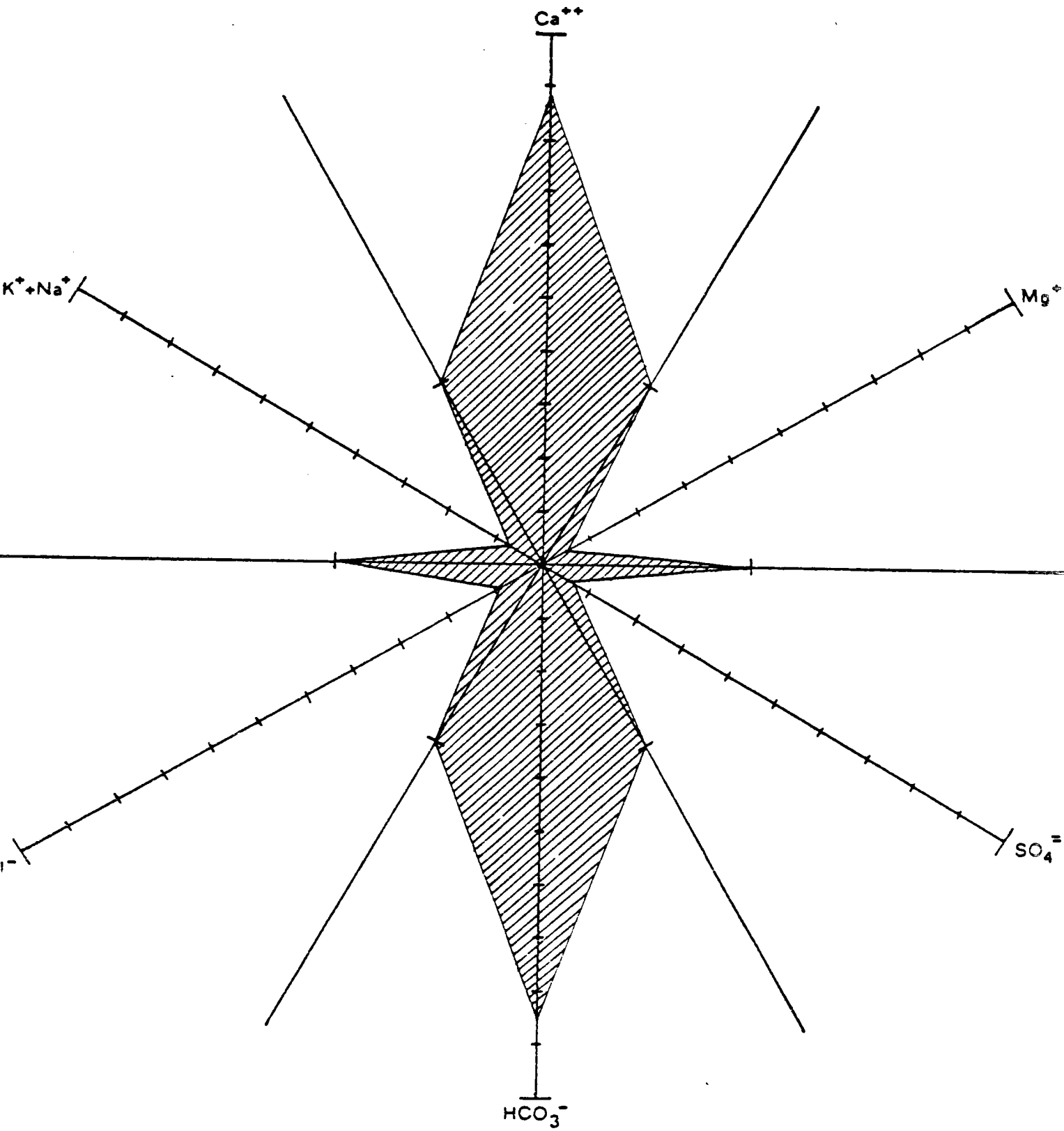
b - STATION 10 : Remilly-Wirquin, l'Aa, 27/4/1978

Callitriche obtusangula et *C. platycarpa*



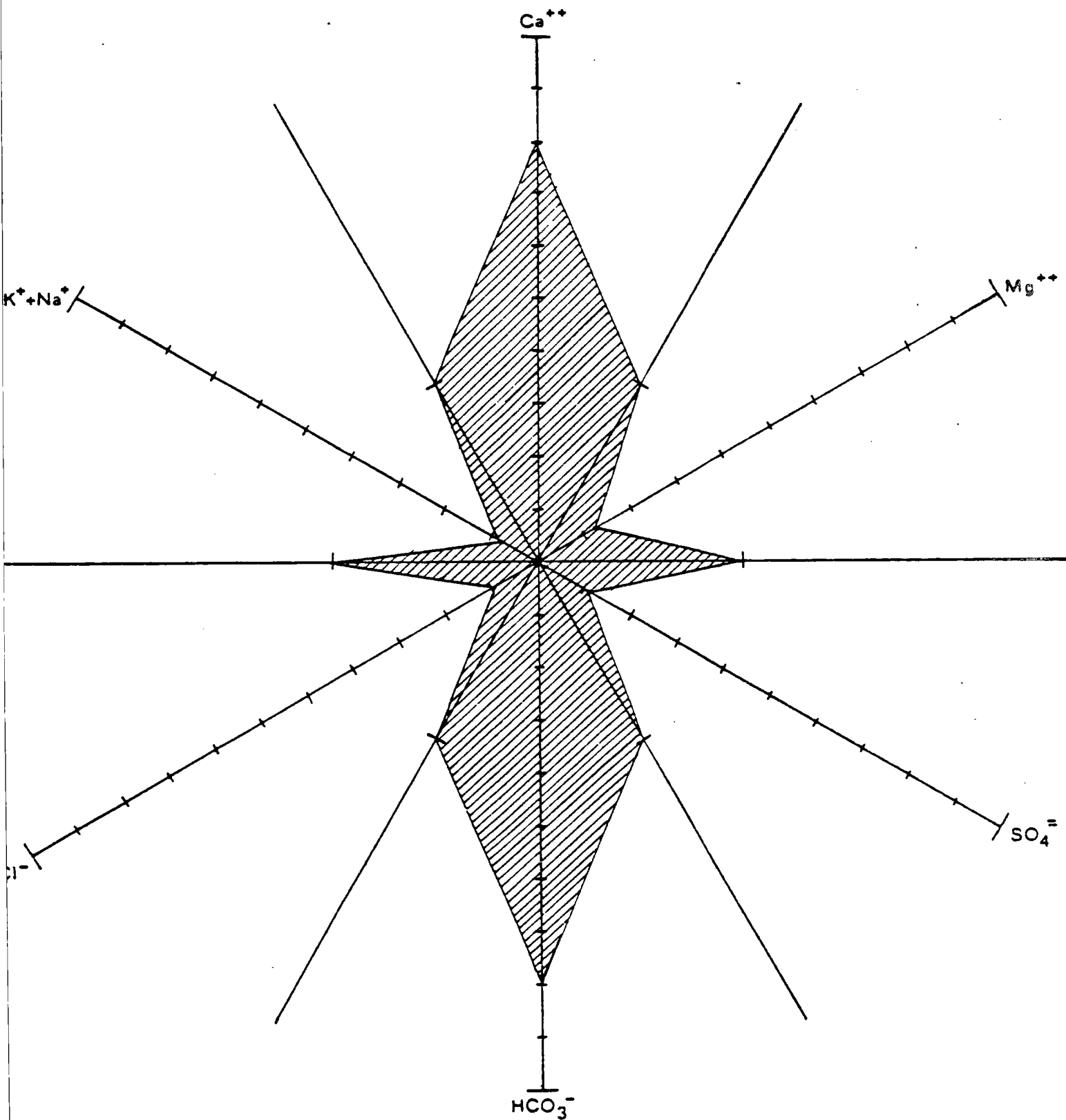
c - STATION 13 : Elnes, 1'Aa, 31/5/1978

Callitriche obtusangula, *C. platycarpa*, et *C. truncata* subsp. *occidentalis*



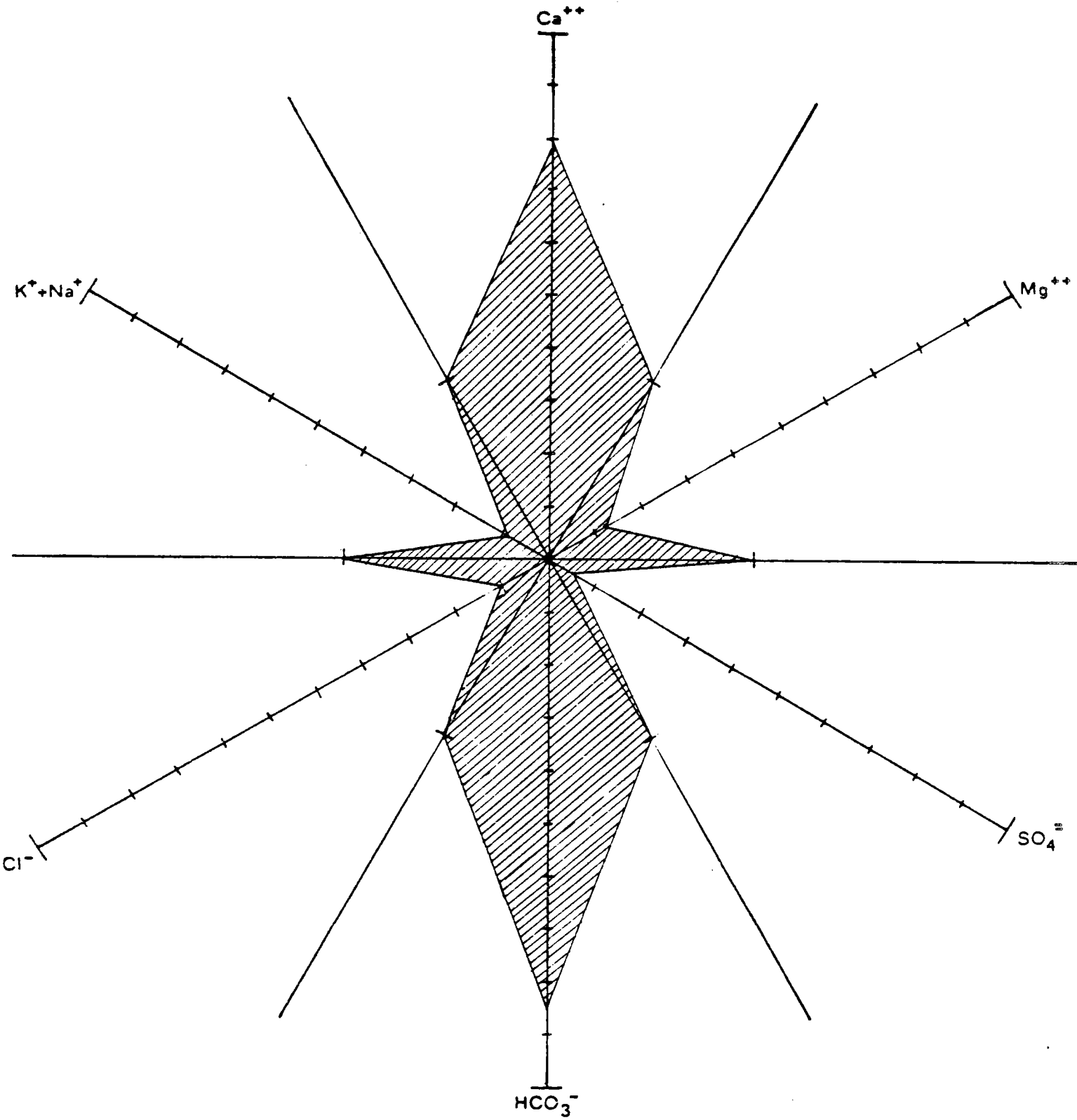
d - STATION 27 : Solesmes, Owillers, le Béart, 18/5/1978

Callitriche obtusangula et *C. platycarpa*



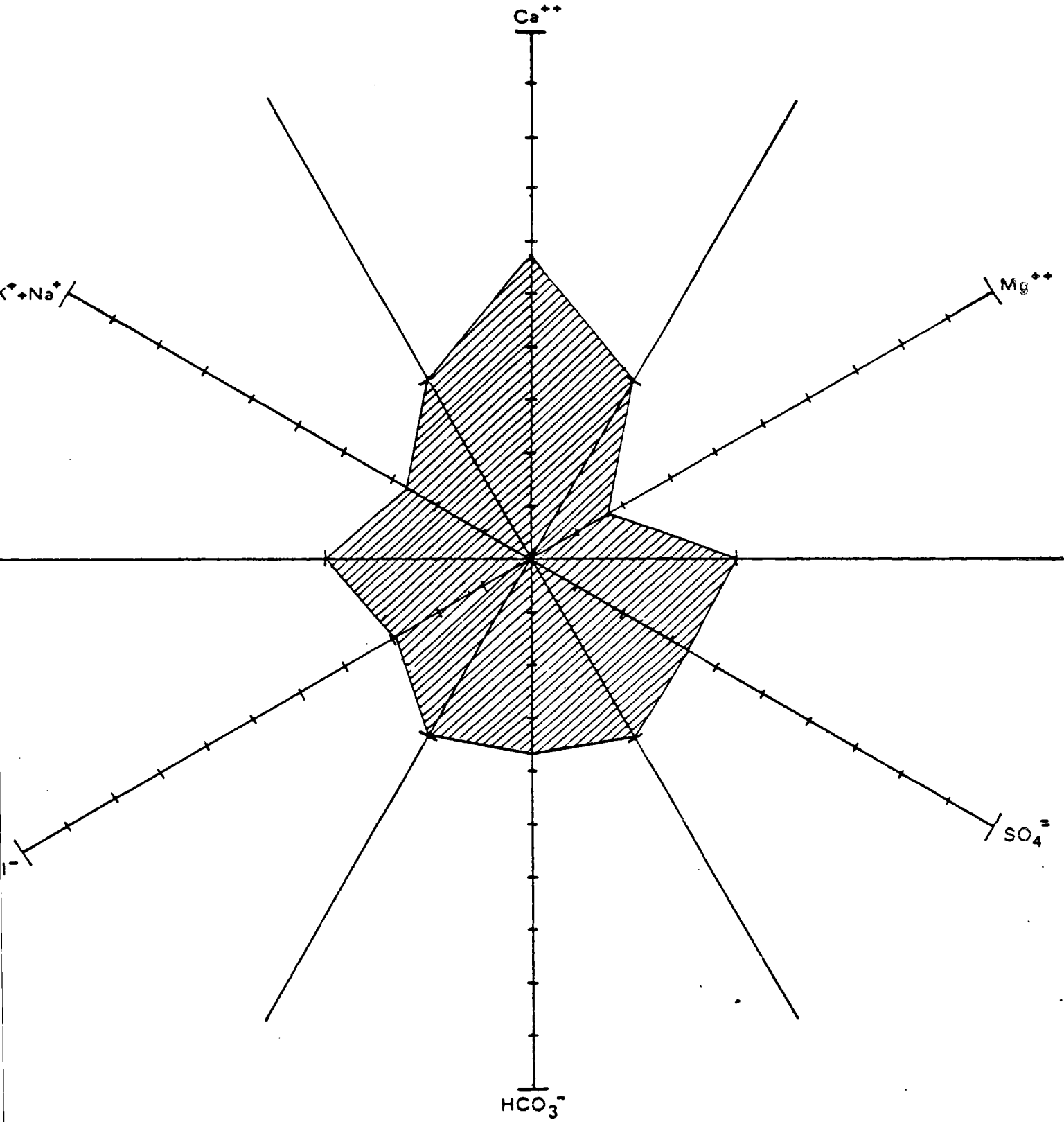
e - STATION 50 : Aubin-les-Saint Vaast, la Canche, 27/9/1979

Callitriche platycarpa



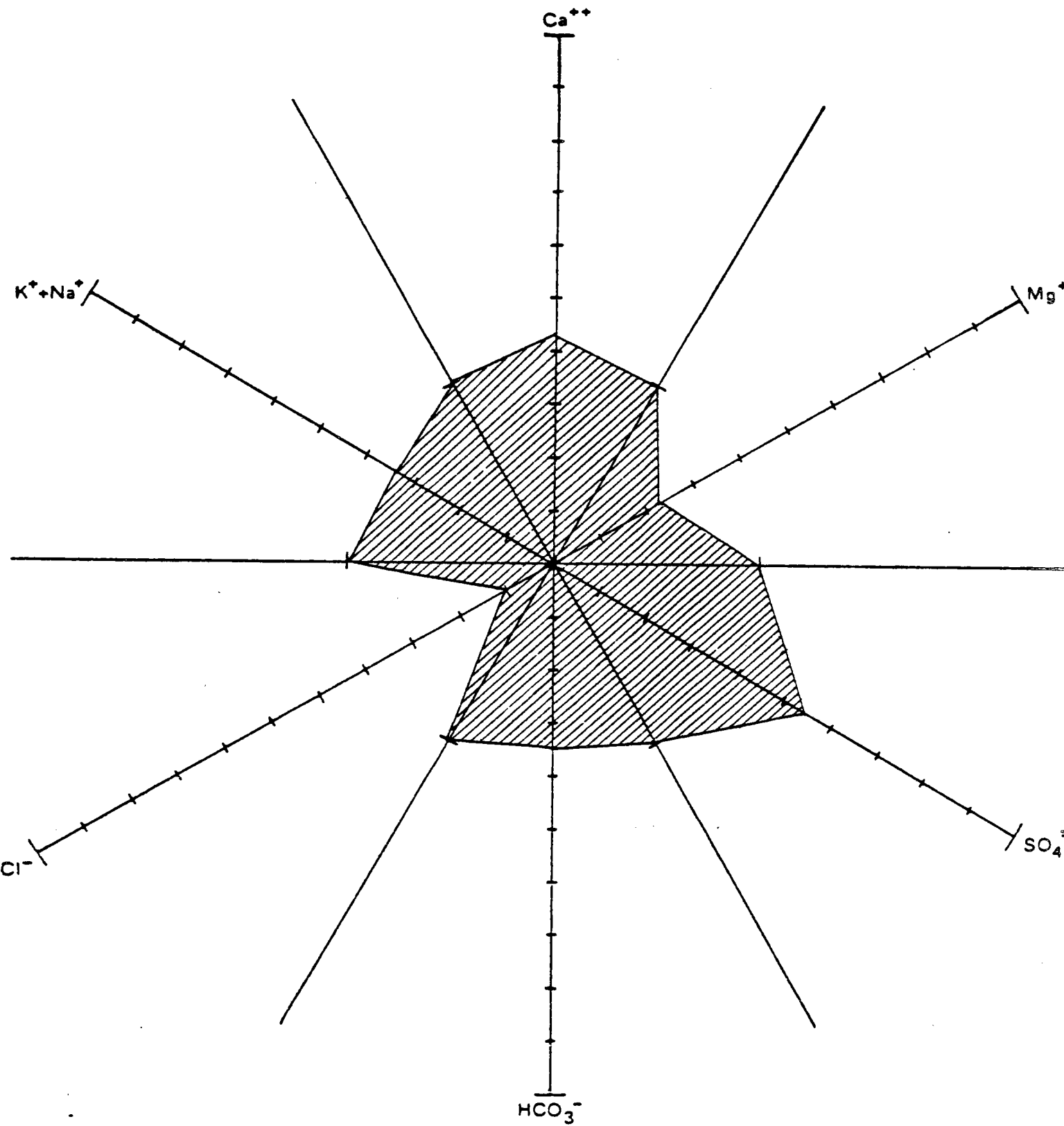
f - STATION 54 : Saint-Aybert, la Canarderie, 18/5/1977

Callitriche obtusangula

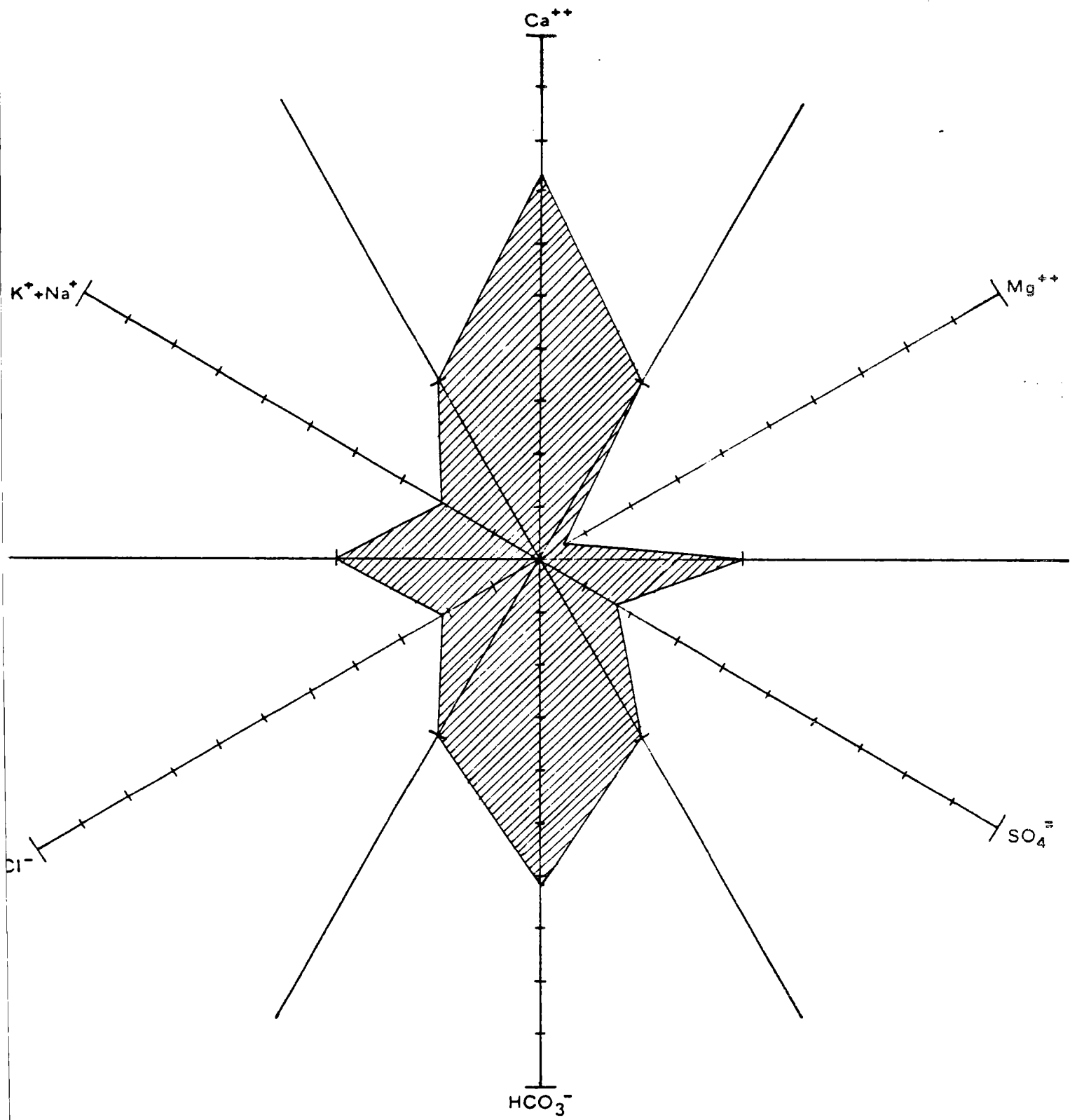


g - STATION 55 : Wallers, la Mare à Goriaux, 18/5/1977

Callitriche obtusangula



Callitriche platycarpa



polluées (zones D et E) tout en possédant une large amplitude écologique (zone C à E) moins importante il est vrai que *Callitriche platycarpa* (zone B à E) qui résiste très bien aux pollutions organiques élevées et chroniques ;

- *Callitriche stagnalis* peuple uniquement les substrats acides (sables landéniens alluvions sableuses).

3.1.3. Autres espèces

Nous avons retenu parmi les espèces dont nous avons étudié les caractères écologiques :

- *Ranunculus pencillatus* var. *calcareus*, renoncule aquatique propre aux eaux vives des rivières de l'Artois, pays de la craie, et caractéristique du *Ranunculo calcarei-Sietum erecti submersi* et de la zone C dans la zonation floristico-écologique du l'Aa ;

- *Sparganium emersum* var. *longissimum* fréquente dans les eaux assez profondes, peu rapides de nombreuses rivières de la région, caractéristique faible du *Sparganio-Potametum pectinati* et optimale dans la zone E pour la rivière Aa ;

- *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus* assez répandue dans les eaux lentes et assez profondes des rivières de notre région, caractéristique du *Sparganio-Potametum pectinati*, et de la zone E au niveau de l'Aa.

Les valeurs minimale et maximale des principaux facteurs hydrochimiques, traduisant l'état des eaux où prospèrent ces espèces sont mentionnées dans le tableau LXI. Ces eaux apparaissent alcalines mais méso-eutrophes à eutrophes non ou peu polluées pour *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus* et eutrophes, souvent très polluées en matières organiques (DBO₅ élevée) et en ions toxiques (NO₂⁻) pour *Sparganium emersum* var. *longissimum* et *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*.

Ces trois espèces peuvent donc aisément jouer le rôle d'indicateur de trophie et de pollution des eaux. Mais ce ne sont pas les seules qui peuvent assumer cette fonction. FELZINES (1977 et 1982) établit à cet effet des profils écologiques de la plupart des espèces aquatiques et subaquatiques relevées dans le centre-est de la France. Utilisant la théorie de l'information il calcule l'information mutuelle entre chaque espèce et la minéralisation de l'eau. Il parvient à regrouper ensuite ces espèces en catégories trophiques : oligotrophes, mésotrophes et eutrophes. Il les classe également selon le degré de calciphilie (ou de calcifugie), en espèces indicatrices des milieux : hypocalciques, oligocalciques, mésocalciques, polycalciques.

Nos observations sur les espèces du nord-ouest de la France et leur écologie définie d'après les analyses physico-chimiques des eaux les baignant concordent dans l'ensemble avec ceux de FELZINES (MERIAUX 1982, Annexe publications).

3.2. Caractères synécologiques de phytocoenoses aquatiques et leur rôle de bioindicateur

Dans ce mémoire nous sommes particulièrement attachés à préciser l'écologie :

- des groupements d'hydrophytes flottants ;
- des principaux groupements d'hydrophytes fixés, caractéristiques des rivières de la région à savoir le *Ranunculo calcarei-Sietum erecti-submersi*, le *Callitrichetum obtusangulae* et le *Sparganio-Potametum pectinati* ;
- des groupements d'hydrophytes fixés peuplant les mares prairiales du territoire prospecté : *Ranunculetum peltati*, *Ranunculetum aquatilis*, *Ranunculetum baudotii*, *Rupprietum spiralis* ;
- des groupements d'hydrophytes fixés représentatifs des étangs et marais :

TABLEAU LXI : VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES DES PRINCIPAUX FACTEURS
HYDRO-CHIMIQUES POUR QUELQUES ESPECES CARACTERISTIQUES
DES RIVIERES DU NORD-OUEST DE LA FRANCE

Espèces Paramètres	<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>calcareus</i>		<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>longissimum</i>		<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>	
	16 stations		13 stations		8 stations	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
pH	7	7,7	7,1	7,7	7,5	7,7
Conductivité μScm^{-1}	390	580	(410) 580	670	(410) 520	470
O ₂ mg/l	8,8	11	7,6	10,3	7,6	10,3
O ₂ % saturation	89	111	82	101	82	107
Oxydabilité mg/l	0,3	2,1	0,3	7,6	0,5	7,6
DCO mg/l	4	7,9	7,9	58,8	(7,9) 43,1	58,8
MeS mg/l	2,8	10,8 (32,6)	(2,6) 12,6	69	(12,6) 61	69
DBO5 mg/l	1,3	2,5 (3,4)	0,7 2,5	22,6	(2) 11,1	22,6
Alcalinité mg/l	31,0	350	300	350	300	340
Cl ⁻ mg/l	18	31	20	62	20	62
Ca ⁺⁺ mg/l	95	117	91	120	91	120
Mg ⁺⁺ mg/l	2,4	11,9	3	7,8	2,4	7,8
Na ⁺ mg/l	7,6	10,5	0,8	37,2	(8,2) 12,2	37,2
K ⁺ mg/l	1,3	2,3	1,4	5,8	1,8	5,8
NO ₃ ⁻ mg/l	8,8	20	8,4	27	8,4	27
NO ₂ ⁻ mg/l	0,06	0,30	0,13	1,15	0,13	1,15
NH ₄ ⁺ mg/l	0,09	0,40	(0,05) 0,10	2	(0,06) 0,13	2
SO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	6,5	25	9	70	(10) 30	70
PO ₄ ⁻⁻⁻⁻ mg/l	0,20	0,62	(0,10) 0,20	1	0,10	1

() Valeur très "écartée" des autres.

Myriophyllo-Nupharetum, *Potametum lucentis*, surtout représentés dans les étangs "anciens", *Zannichellietum palustris*, *Potametum pectinati* quasi-spécifiques aux étangs "récents".

Plusieurs de ces associations peuvent assumer le rôle d'indicateur biologique.

3.2.1. Groupements d'hydrophytes flottants

TÜXEN (1974), MERIAUX (1978 et 1982), WIEGLEB (1978), POTT (1980 et 1981), SCHWABE-BRAUN et TÜXEN (1981), SCOPPOLA (1982) sont les auteurs qui ont le plus étudié la synécologie de ces groupements. Les données chiffrées de POTT et WIEGLEB sont nombreuses et permettent d'apprécier avec objectivité les paramètres hydrochimiques déterminant l'installation, le maintien ou la régression et la disparition de chaque groupement. Comme POTT, nous avons à l'aide de diagrammes tenté d'imager les rapports entre les associations des *Lemnetea* (*Riccietum fluitantis*, *Ricciocarpetum natantis*, *Lemnetum trisulcae*, *Spirodeletum polyrhizae* et *Lemnetum gibbae*) et la conductivité, paramètre, reflet de la minéralisation et étroitement lié, en l'absence de pollution, à la teneur en cations (FELZINES 1982). Il existe une profonde analogie entre les résultats de POTT et les nôtres (figure 14), toutefois, nos valeurs sont toutes plus élevées (minimale, moyenne et maximale) et un décalage apparaît donc pour chaque figuré d'association.

3.2.2. Groupements d'hydrophytes fixés caractéristiques des biotopes à eaux courantes

Trois associations caractérisent les biotopes fluviatiles de nos régions ce sont :

- le *Ranunculo calcarei-Sietum erecti-submersi*, spécifique des rivières de l'Artois, pays crayeux, et optimal dans la zone C de la zonation phytocoeno-écologique mais pouvant être rencontré parfois dans les zones B et D ;
- le *Callitrichetum obtusangulae* présent dans la plupart des ruisseaux et rivières de la dition. Cette association dont nous avons précisé les caractères synécologiques avec VERDEVOYE (1983)* est optimale dans la zone D de la zonation phytocoeno-écologique mais se relève aussi dans la zone C et à un degré nettement moindre E de cette zonation ;
- le *Sparganio-Potametum pectinati*, association des cours moyen et inférieur des rivières, liée à la zone E de la zonation phytocoeno-écologique.

La teneur en matières organiques exprimée par la DBO₅, le DCO et l'oxydabilité, les taux d'ammonium, de nitrites et l'importance des matières en suspension conditionnent l'apparition, le développement et la disparition de ces associations qui se succèdent dans l'espace ou dans le temps, la caténation s'effectuant par l'intermédiaire de sous-associations et variantes.

Les valeurs minimale et maximale des paramètres hydro-chimiques déterminants sont relevées pour la région (tableau LXII.). La figure 15 qui les transcrit et permet la comparaison avec celles de POTT (1980), image bien ce "relais" entre les trois associations dans les rivières en fonction de la trophie des eaux et du degré de pollution en matières organiques et en substances azotées et confirme la valeur de la zonation phytocoeno-écologique, l'intérêt de l'établissement de ce type de zonation pour chaque rivière et de son emploi dans les diagnostic d'état des eaux.

3.2.3. Groupements d'hydrophytes fixés des mares prairiales

Ce sont essentiellement :

* "Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962", publication insérée dans le mémoire réunissant nos publications.

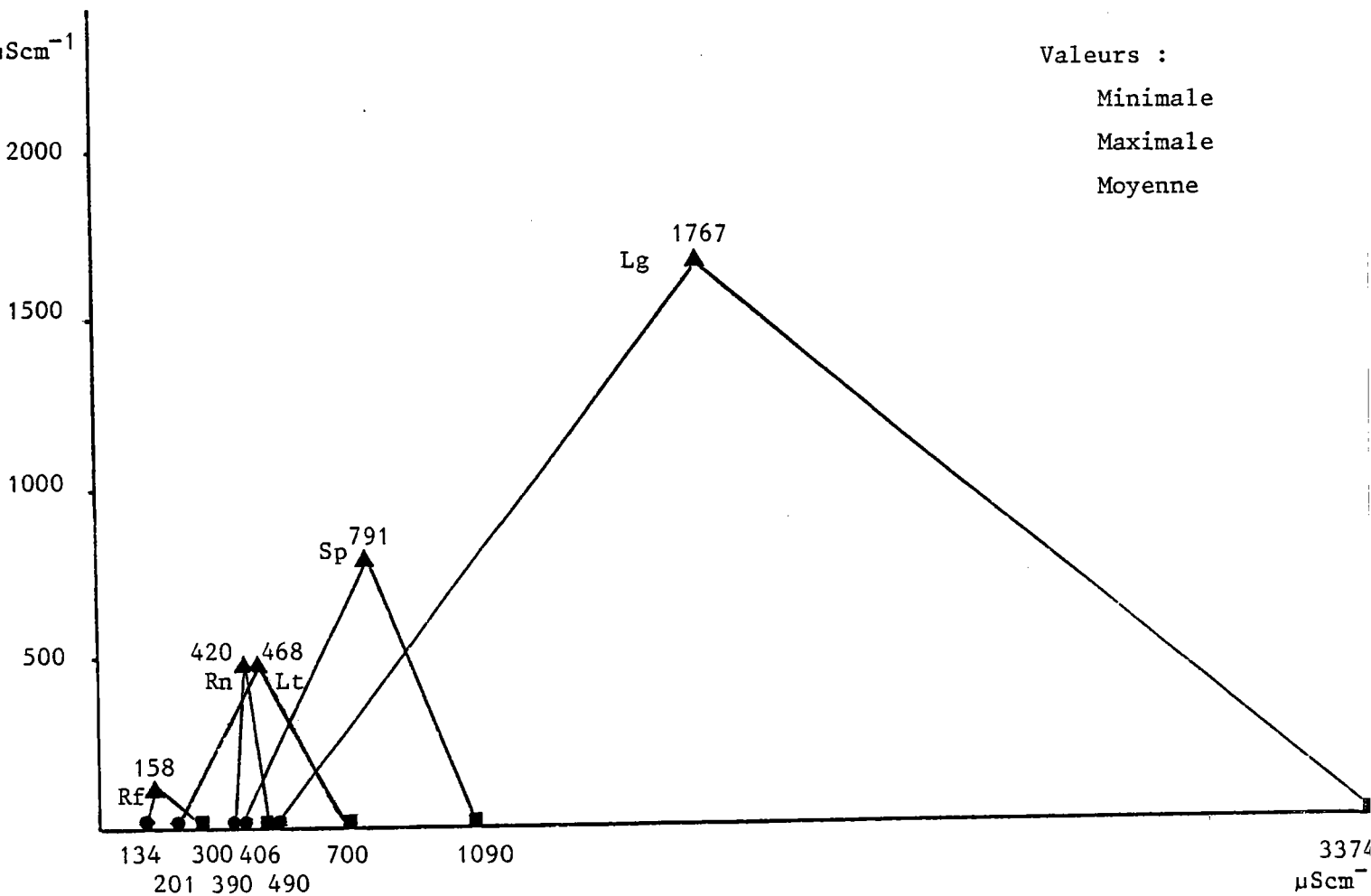


FIGURE 14 : DISTRIBUTION DES ASSOCIATIONS DES *LEMNETEA* EN FONCTION DE LA CONDUCTIVITE DES EAUX (en μScm^{-1} à 20°C)

ASSOCIATIONS

NOMBRE DE MESURES

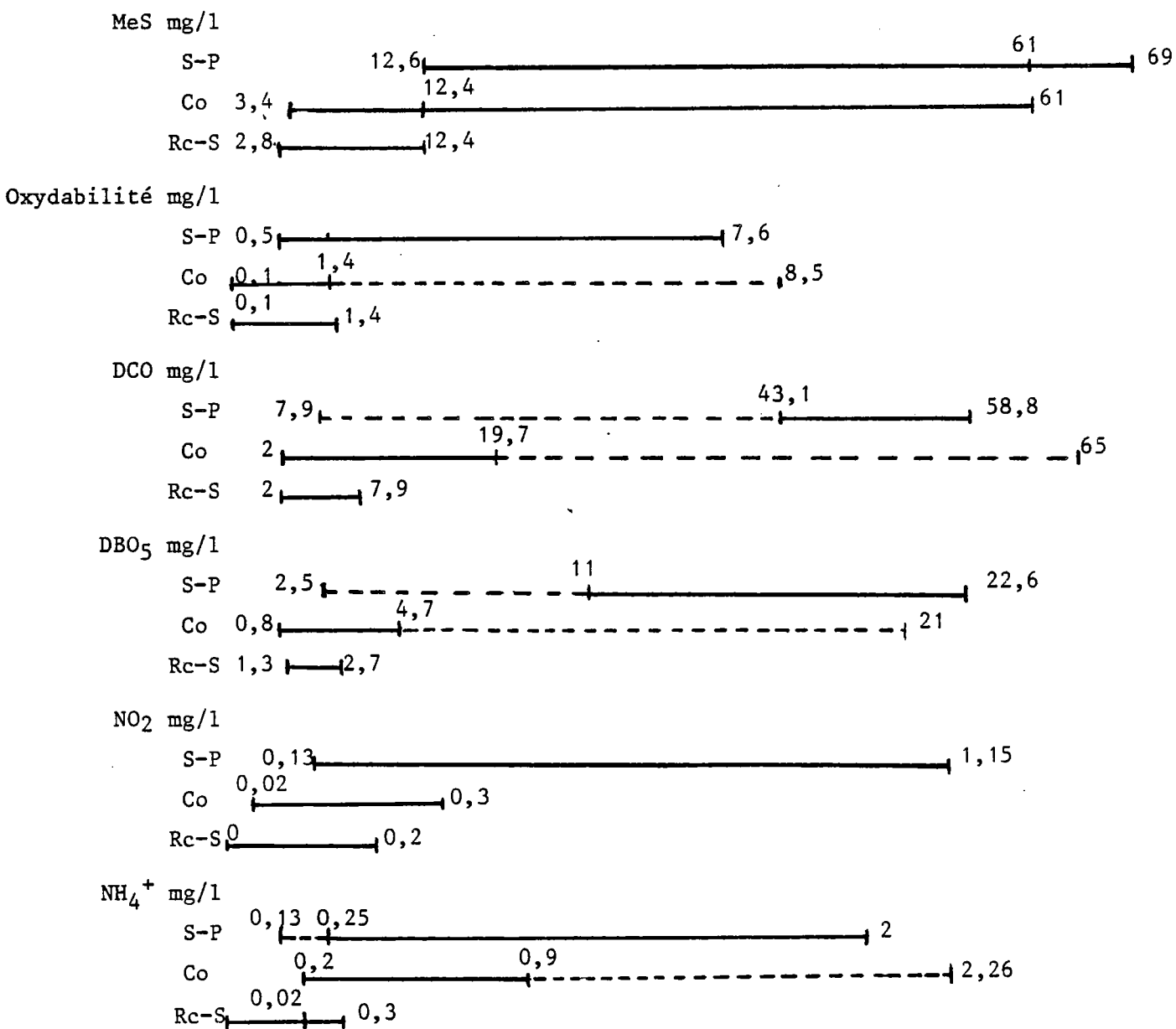
<i>Riccietum fluitantis</i> Rf	8
<i>Ricciocarpetum natantis</i> Rn	8
<i>Lemnetum trisulcae</i> Lt	17
<i>Spirodeletum polyrhizae</i> Sp	12
<i>Lemnetum gibbae</i> Lg	11

TABLEAU LXII : VALEURS MINIMALES ET MAXIMALES DES PRINCIPAUX FACTEURS
HYDRO-CHIMIQUES POUR QUELQUES ASSOCIATIONS CARACTERISTIQUES
DES RIVIERES DU NORD-OUEST DE LA FRANCE

Associations Paramètres	<i>Ranunculo calcarei- Sietum</i>		<i>Callitrichetum obtusangulae</i>		<i>Sparganio-Potametum pectinati</i>	
	17 stations		44 stations		10 stations	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
pH	7	7,7	6	9,5*	7,5	7,7
Conductivité μScm^{-1}	390	440 (520)	350	3420*	410	670
O ₂ mg/l	9,1	11,2	5,8	16	7,6	10,2
O ₂ % saturation	83	111	58	170	82	107
Oxydabilité mg/l	0,1	1,4	0,1	8,5	0,5	7,6
DCO mg/l	2	7,9	2	19,7 (65)	(7,9) 43,1	58,8
MeS mg/l	2,8	12,4 (39,8)	3,4	12,4 (61)	(12,6) 61	69
DBO ₅ mg/l	1,3	2,7	0,8	4,7 (21)	(2,5) 11,1	22,6
Alcalinité mg/l	310	350	300	540	300	340
Cl ⁻ mg/l	19	23,8	17	175	20	62
Ca ⁺⁺ mg/l	95	115	95	120 (234)	91	120
Mg ⁺⁺ mg/l	1,2	7,1	2,4	118	2,4	13,6
Na ⁺ mg/l	7,6	12,2	7,6	360	8,2	37,2
K ⁺ mg/l	1,3	2,3	1,1	16,9	1,8	5,8
NO ₃ ⁻ mg/l	8,8	28,2	5,5	28,8	8,4	27
NO ₂ ⁺ mg/l	0	0,20	0,02	0,30	(0,13) 0,30	1,15
NH ₄ ⁺ mg/l	0,02	0,30	(0) 0,20	0,9 (2,26)	(0,13) 0,25	2
SO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	7,5	30	7	800	(10) 30	70
PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	0,20	0,52	0,05	1,9	0,10	1

* Conductivité et pH 85 stations

() Valeur exceptionnelle



SP : *Sparganio-Potametum pectinati*
 Co : *Callitrichetum obtusangulae*
 Rc-S : *Ranunculo calcarei-Sietum erecti-submersi*

FIGURE 15 : RELATIONS ENTRE LE *RANUNCULO CALCAREI-SIETUM*, LE *CALLITRICHETUM OBTUSANGULAE*, LE *SPARGANIO-POTAMETUM* ET LES PARAMETRES HYDRO-CHIMIQUES DETERMINANTS

- le *Ranunculetum peltati* dans les eaux méso-eutrophes à eutrophes des mares prairiales de l'Avesnois, (conductivité 201 à 370 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6,6 à 7,8) ;
- le *Ranunculetum aquatilis* peuplant les mares prairiales de la Flandre intérieure, de la Flandre maritime, de la Vallée de la Scarpe et du massif forestier de Saint-Amand, aux eaux eutrophes (conductivité 267 à 2030 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6,6 à 9,5) pouvant subir une pollution en matières minérales (SO_4^{--} , Cl^-) et organiques ;
- le *Ranunculetum baudotii* occupant les mares et fossés de drainage de la Flandre maritime et de la Plaine alluviale picarde aux eaux douces à sub-saumâtres (conductivité 288 à 8686 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7,5 à 9).

Ces trois associations ont fait l'objet d'une étude très détaillée de GEHU et MERIAUX (1983), -Annexe publications-.

- le *Ruppium spiralis* est beaucoup plus rare, nous ne l'avons localisé que dans les eaux sub-saumâtres d'une mare prairiale de la Plaine alluviale (Mollières).

3.2.4. Groupements d'hydrophytes fixés des étangs et marais

Le *Myriophyllo-Nupharetum*, association la plus représentative des grands étangs de vallées du nord-ouest de la France, possède une amplitude écologique relativement large, mais ces faciès et combinaisons d'espèces clés montrent des caractères synécologiques beaucoup plus étroits :

- faciès à *Potamogeton natans* : eaux méso-eutrophes, limpides, non ou peu polluées ;
- faciès à *Nymphaea alba* : eaux méso-eutrophes à eutrophes non ou peu polluées ;
- faciès à *Nuphar lutea* : eaux eutrophes pouvant subir des pollutions minérales et organiques parfois importantes. La présence de l'association limitée à ce faciès correspond généralement à des eaux eutrophes souvent excessivement minéralisées ($> 600 \mu\text{S cm}^{-1}$) et riches en matières organiques.

Le *Zannichellietum palustris* et le *Potametum pectinati* sont quasi-inféodés aux étangs jeunes souvent nés d'affaissements miniers. Ils peuplent les eaux eutrophes souvent très minéralisées et parfois à teneur élevée en substances organiques qu'ils supportent bien.

La figure 16 permet de bien saisir les prérelations entre la conductivité, reflet de la minéralisation globale, et ces trois associations.

De nombreuses phytocoenoses peuvent jouer à juste titre un rôle de bioindicateur en particulier les associations d'hydrophytes flottants (classe des *Lemnetea*) qui renseignent sur l'état des eaux, -degré de trophie, pollutions azotées et organiques, des milieux aquatiques stagnants. Des groupements d'hydrophytes fixés peuvent aussi assumer cette fonction ainsi l'*Hydrocharito-Stratiotetum* et le *Nymphaeetum minoris* sont-ils synonymes d'eaux mésotrophes ou faiblement eutrophes, non ou peu polluées, le groupement à *Potamogeton coloratus* d'eaux oligotrophes calcaires, le *Callitricho-Myriophylletum alterniflori* d'eaux oligotrophes acides, le *Zannichellietum palustris* et le *Potametum pectinati* d'eaux eutrophes à ultra-eutrophes, souvent polluées.

Ce rôle de bioindicateurs apparaît clairement dans les travaux de WIEGLEB (1978), MERIAUX et GEHU (1979)*, POTT (1980 et 1981), MERIAUX (1982)*. En ce sens et à titre d'exemple, les liens entre associations et conductivité déjà montrés par FELZINES (1977 et 1982) et POTT (1980) sont mis en relief (figure 17).

* Notes insérées dans le mémoire rassemblant nos publications.

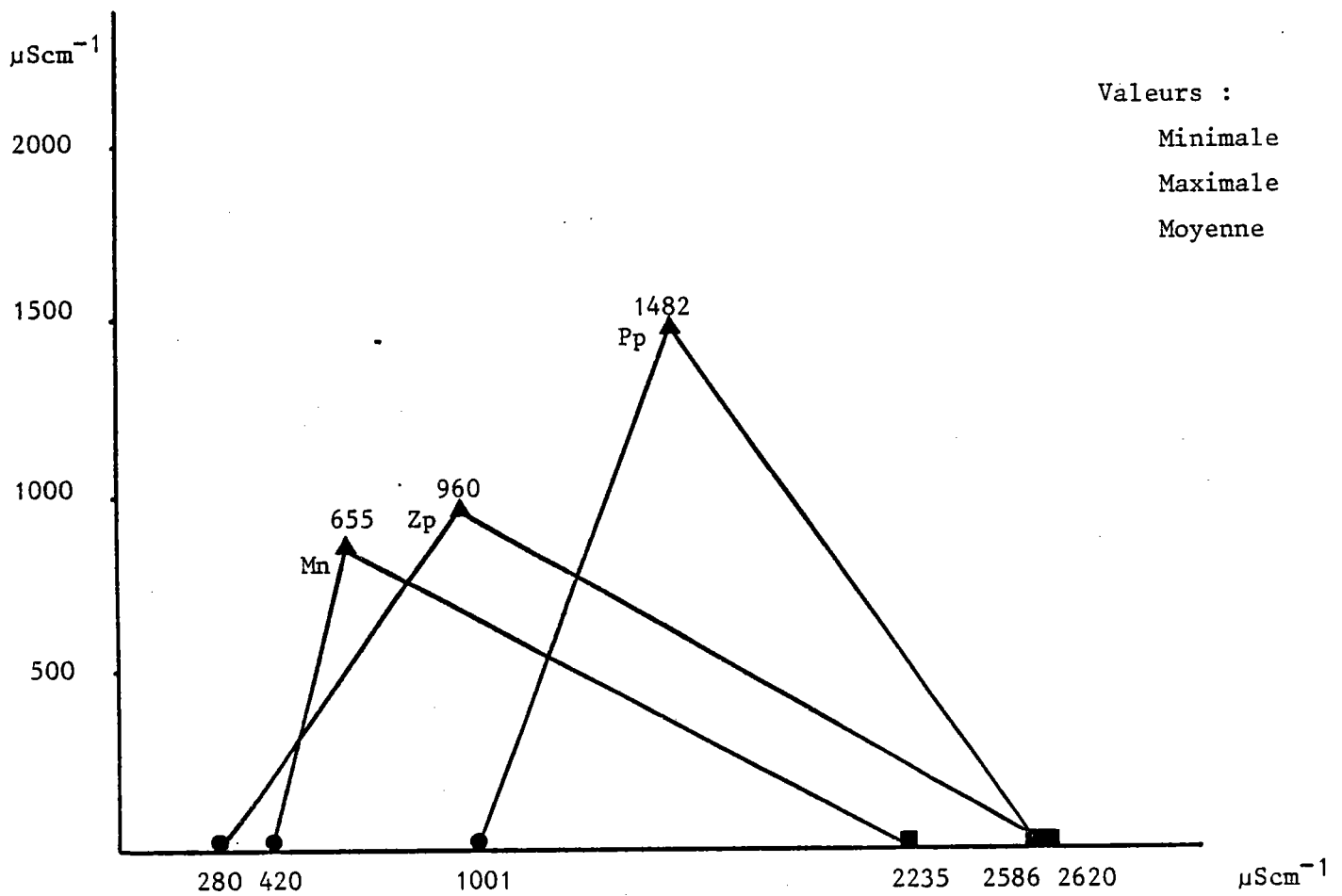


FIGURE 16 : DISTRIBUTION D'ASSOCIATIONS DES POTAMETEA EN FONCTION DE LA CONDUCTIVITE DES EAUX (en μScm^{-1} à 20°C)

ASSOCIATIONS	NOMBRE DE MESURES
<i>Myriophyllo-Nupharetum</i> Mn	17
<i>Zannichellietum palustris</i> Zp	13
<i>Potametum pectinati</i> Pp	10

Potametea

<i>Callitrichetum obtusangulae</i>	350	520	2	3420	1 Rivières, 2 étangs et marais
<i>Potametum pectinati</i>		1001		2586	
<i>Myriophyllo-Nupharetum</i>	420			2235	
<i>Potametum lucentis</i>		451		2304	
<i>Ranunculetum aquatilis</i>	270			2030	
<i>Utricularietum neglectae</i>	420			1150	
Gt à <i>Hydrocharis</i> et <i>Ceratophyllum</i>	432			676	
<i>Potametum trichoidis</i>	480			620	
<i>Sparganio-Potametum</i>	410			670	
<i>Ranunculo calcarei-Sietum</i>	390			520	
<i>Ranunculetum peltati</i>	201			370	

Lemnetea

<i>Lemnetum gibbae</i>	490			3374	
<i>Spirodeletum polyrhizae</i>	406			1090	
<i>Lemnetum trisulcae</i>	390			700	
<i>Ricciocarpetum natantis</i>	406			490	
<i>Riccietum fluitantis</i>	134			300	

FIGURE 17 : RELATIONS ENTRE LES ASSOCIATIONS DES LEMNETEA, DES POTAMETEA, DES RUPPIETEA ET LA CONDUCTIVITE DES EAUX (en μScm^{-1} à 20° C)

4. Propositions de diagnostic pratique de la qualité des eaux

Nous reprendrons celles de DECORNET (1979) qui ont retenu toute notre attention et les développerons. En fait, ces propositions s'appuient sur la connaissance des caractères écologiques des hydrophytes et de phytocoenoses qu'ils constituent et sur les zonations floristico-écologique et phytocoeno-écologique des cours d'eau.

Comme nous avons pu le constater, suite à l'établissement des zonations floristico-écologique et phytocoeno-écologique, des relations étroites existent pour chaque zone de rivière entre sa flore, ses phytocoenoses, la valeur de certains paramètres physico-chimiques -en particulier ceux représentant les matières organiques (DBO₅, DCO, oxydabilité) et aussi les ions, -nitrites et ammonium-, et les indices de pollution (indices biotiques).

Le diagnostic de qualité peut donc s'appuyer sur ces zonations en prenant bien soin de réaliser les inventaires floristiques et phytocoenologiques sur des portions de rivières suffisamment longues (plusieurs centaines de mètres) afin d'intégrer les micromilieus liés aux conditions écologiques primaires (nature du substrat, microtopographie du fond, largeur du lit...). Comme le souligne DECORNET "les zones aménagées par l'homme se révélant souvent décevantes (aucune espèce ne peut être inventoriée à la suite d'un curage, ou dans des portions canalisées) il ne faudrait pas assimiler le désert macrophytique dû à un curage, à un recalibrage ou à un faucardage à une qualité de l'eau désastreuse". Il est donc indispensable avant une étude de végétation de posséder tous les renseignements liés à l'activité humaine continue (rejets d'agglomérations, d'installations industrielles ou agricoles) ou épisodique (faucardage, curage).

Le principe du diagnostic repose selon DECORNET sur un ensemble de remarques fort judicieuses que nous reprenons ici :

- l'apparition d'une espèce ou sa présence n'est pas le seul critère utilisé ; l'absence d'espèces existant dans d'autres zones du cours d'eau peut servir d'indicateur négatif ;
- ce ne sont pas les espèces les plus abondantes ou les plus représentées qui permettent de réaliser le diagnostic, mais souvent des espèces plus discrètes ;
- des groupes d'espèces permettent de poser un diagnostic avec moins de risques d'erreur ;
- cette diagnose n'est valable qu'avec la confirmation des analyses physico-chimiques, et d'autres études menées sur le terrain : inventaire de la faune benthique, des levures ou des algues par exemple ;
- il faut tenir compte des conditions écologiques primaires dans chaque zone ;
- réciproquement, la zonation obtenue peut être utilisée pour affiner des résultats d'études antérieures.

Les résultats de KOHLER et coll. (1974), de DECORNET et ceux que nous avons obtenus sur les rivières de l'Artois permettent de caractériser de façon générale les différentes zones retenues dans les zonations floristico-écologique et phytocoeno-écologique en pays calcaire.

4.1. Zonation floristico-écologique

. Zones A et B (eaux oligosaprobies, sténothermes, froides)

- zones A :

Potamogeton coloratus, Chara hispida, Chara vulgaris, Juncus subnodulosus fo. submersa, et quelques espèces de la zone B.

- zones B (teneurs en ammonium plus élevées qu'en A) :

Mentha aquatica fo. submersa, Batrachospermum moniliforme, Phalaris arundinacea fo. submersa et quelques espèces de la zone C dont Sium erectum fo. submersum et Nasturtium officinale fo. submersa.

- . Zone C (eaux mésotrophes à eutrophes, plus ou moins riches en nutriments)

Nasturtium officinale fo. *submersa*, *Apium nodiflorum* fo. *submersum*, *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa*, *Potamogeton densus*, *Sium erectum* fo. *submersum*, *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus*, *Ranunculus trichophyllus*, *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*, *Vaucheria sessilis*. Certaines se développent parfois dans la zone D, inversement des espèces de la zone D se rencontrent aussi dans cette zone.

- . Zone D (eaux eutrophes à faiblement polluées)

Callitriche obtusangula, *Fontinalis antipyretica*, *Elodea canadensis*, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris*, *Scirpus lacustris* fo. *fluitans* avec également des espèces de la zone suivante et quelques espèces de la zone C.

- . Zone E (eaux eutrophes avec pollution organique et minérale souvent importante)

Potamogeton pectinatus var. *interruptus*, *Sparganium emersum* var. *longissimum*. *Callitriche obtusangula*, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* et *Elodea canadensis* se rencontrent dans les secteurs les moins pollués de cette zone qui est surtout marquée par la diminution importante des espèces.

- . Zone V (pollutions urbaine et industrielle intenses)

Espèces très rares, isolées souvent mal "venues" mais le plus souvent désert macrophytique.

4.2. Zonation phytocoeno-écologique

- . Zone A

Groupement à *Potamogeton coloratus*, *Charetum hispidae*, *Charetum vulgaris*.

- . Zone B

Groupement à *Potamogeton densus*, groupement à *Batrachospermum moniliforme*.

- . Zone C

Ranunculo calcarei-Sietum erecti-submersi, groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*, groupement à *Cladophora glomerata* et *Vaucheria sessilis*.

- . Zone D

Callitrichetum obtusangulae, *Potamo-Ranunculetum fluitantis*, *Ranunculo fluitanti-Sietum erecti-submersi*, *Fontinalidetum antipyreticae*, groupement à *Elodea ernstae*, groupement à *Brachythecium rivulare*.

- . Zone E

Sparganio-Potametum pectinati.

- . Zone V

Vide phytocoenologique.

Nous inspirant de travaux de WIEGLEB (1979) qui a évalué la valeur "hydrobiologique" des espèces aquatiques rencontrées en Basse-Saxe, en se basant sur les classes de saprobicité, nous sommes allés au-delà de la description de zones. Nous avons "chiffré" celle des associations décrites lors de l'établissement de la zonation phytocoeno-écologique de l'Aa en utilisant comme référence la valeur moyenne des indices de pollution, cet indice est obtenu par différence entre l'indice normal (In) qui serait affecté en l'absence de pollution et l'indice biotique moyen (Ib) déterminé par les prélèvements faunistiques.

Indices de pollution	qualité de l'eau	pollution
Ip ≤ 1	bonne IA	nulle
Ip ≤ 3	acceptable IB	présente
Ip ≤ 5	douteuse II	notable
Ip ≤ 7	critique III	importante
Ip > 7	dangereuse IV	très importante

Nous avons évalué les associations et d'autre part les variations de ces associations (tableau LXIII) en retenant la "présence du groupement" et en l'affectant dans ce cas la valeur moyenne de l'indice de pollution à savoir pour IA : 0,5, 1B : 2, 2 : 5, 3 : 6.

Le diagramme de pollution pour l'Aa construit par VERDEVOYE et PELLETIER (1979) -figure 18- et la carte montrant l'état de l'Aa en 1979 à partir de la valeur des indices de pollution (méthode des indices biotiques) a servi à l'estimation :

$$\text{Ranunculo calcarei-Sietum} : \frac{(0,5 \times 7) + (2 \times 3)}{10} = 0,95$$

correspondant à la classe IA ($I_p \leq 1$) zone C

$$\text{Callitrichetum obtusangulae} : \frac{(0,5 \times 7) + (2 \times 8) + (4 \times 1) + (6 \times 2)}{18} = 1,97$$

correspondant à la classe IB ($I_p \leq 3$) zone D

• s/a type
var. type $\frac{(0,5 \times 7) + (2 \times 8)}{15} = 1,3$

correspondant à la classe IB ($I_p \leq 3$) zone D

var. à *Sparganium emersum longissimum* : $\frac{(2 \times 8) + (4 \times 1) + (6 \times 2)}{11} = 2,90$

correspondant à la limite de la classe IB ($I_p \leq 3$) zone D

• s/a à *Hydrocharis morsus-ranae*

var. type $\frac{(0,5 \times 2) + (2 \times 1) + (4 \times 1) + (6 \times 1)}{5} = 2,6$

correspondant à la classe IB ($I_p \leq 3$) zone D

$$\text{Sparganio-Potametum pectinati} : \frac{(4 \times 2) + (6 \times 5)}{7} = 5,42$$

correspondant à la classe 3 ($I_p \leq 7$) zone E

Chaque association devrait ainsi être évaluée pour des ensembles homogènes de rivières dans des régions différentes et regroupée ensuite par classe selon la qualité des eaux. La méthode pourrait de même être appliquée pour les espèces constitutives des différentes zones des zonations floristico-écologiques. Un milieu pourrait être alors aisément "qualifier" en fonction des macrophytes ou des phytocoenoses qu'il révèle.

TABLEAU LXIII : VARIATIONS DES ASSOCIATIONS VEGETALES AQUATIQUES DANS L'AA (26 stations)

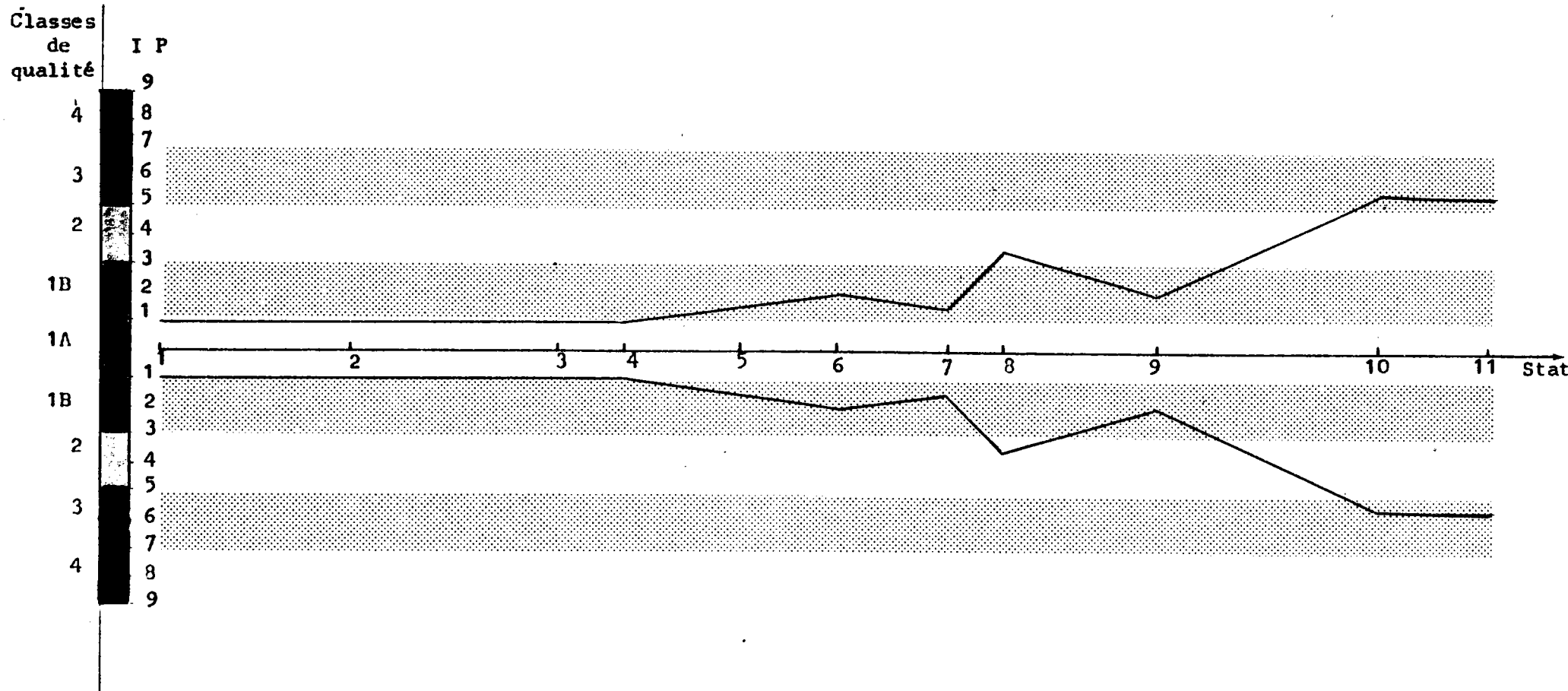
Coefficient : échelle d'abondance - dominance de BRAUN-BLANQUET

NUMERO DU RELEVÉ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
NUMÉRO DE LA STATION D'ETUDE S.R.A.E.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
CLASSE DE QUALITE	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1B	1B	1B	1B	1B	2	1B	1B	2	3	3	4?	3	3	3	3	3	3	3
<i>Charetum hispidae</i>	2																										
<i>Charetum vulgare</i>	1																										
<i>Ranunculo-Sietum</i> var. type		2	3	4	2	3	2	2	+	2	1 ^o																
var. à <i>Sparganium emersum longissimum</i>																		1									
<i>Callitrichetum obtusangulae</i> s/a type																											
var. type		2	3	1	4	4	4	4	4	3	3	+	+		+	+	3										
var. à <i>Sparganium emersum longissimum</i>						1			1	1	1	3	4	3	4	4	3		2								3
s/a à <i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>vallisneriifolia</i> var. type									1																		
var. à <i>Sparganium emersum longissimum</i>																											
s/a à <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> var. type					1			1						+			1		+								
var. à <i>Sparganium emersum longissimum</i>									1																	3	
<i>Sparganio-Potametum pectinati</i> s/a type									+					1				2	1	1						3	
<i>Zannichellietum palustris</i>																											
Gt à <i>Brachythecium rivulare</i> et <i>Vaucheria</i> sp.															+	1											
<i>Fontinalidetum antipyreticae</i>																	2										

Vide phytocoenologie

(Localisation des relevés déjà mentionnée tableau LIV, p. 295)

FIGURE 18 : L ' AA - DIAGRAMME DE LA POLLUTION



VI- HIERARCHISATION ET CARTOGRAPHIE DES BIOTOPES

1. Eléments d'appréciation des écosystèmes lacustres et fluviatiles

La connaissance approfondie de la végétation (flore et phytocoenoses) et de la faune (mammalofaune, avifaune, herpétofaune, ichtyofaune, invertébrés) d'un biotope et celle de ses caractéristiques géologiques essentielles permettent de côter et de hiérarchiser les milieux naturels ou semi-naturels rencontrés dans un territoire donné (région naturelle, région administrative, département, commune). Cette nécessité de hiérarchisation des milieux à différentes échelles trouve sa justification dans les besoins nécessaires de protection des sites exceptionnels ou remarquables, de leur préservation vis-à-vis des projets des aménageurs (autoroutes, routes, canaux, lignes à haute tension), de leur prise en compte dans la conception des plans d'occupation des sols (P.O.S.) et des schémas d'aménagement directeur d'urbanisme (S.D.A.U.).

Dans cette optique, la recherche d'une méthode d'évolution des écosystèmes lacustres et des écosystèmes fluviatiles a fait l'objet d'une étude de MERIAUX et TOMBAL (1981) avec pour exemple les régions Nord - Pas-de-Calais et Picardie : "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, Institut européen d'Ecologie, METZ, (Annexe). TOMBAL et MERIAUX (1981) ont de même défini une méthode simplifiée permettant l'inventaire, l'évaluation et la hiérarchisation des sites naturels à l'échelle régionale et nationale : "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 (Annexe).

2. Inventaire, évaluation et hiérarchisation des sites naturels à l'échelle régionale et nationale - Applications aux sites aquatiques

Cette méthode a été testée dans les régions Nord - Pas-de-Calais, Picardie et Lorraine. En Picardie, les résultats enregistrés pour les milieux aquatiques coïncident avec ceux apportés par la méthode plus fine déjà citée. Son emploi, par ailleurs beaucoup plus facile, est donc justifié et peut être généralisé. Cette méthode s'est concrétisée par la réalisation de fiches signalétiques décrivant de façon synthétique des sites primordiaux pour la région Nord - Pas-de-Calais. Quelques-unes prises comme exemple, sont présentées ci-après accompagnées de leurs annexes floristiques et faunistiques : la haute vallée de la Sensée, les marais d'Arleux, le marais de Guînes, la Canche de Berlencourt-le-Cauroy à Elnes, l'Aa de Rumilly à Elnes. (Etude sur le patrimoine naturel régional Nord - Pas-de-Calais, A.M.B.E.* 1980-1981).

Cette méthode de cotation peut être employée lors des expertises de dossiers d'études d'impact présentées avec les demandes d'ouverture de carrières, de projets autoroutiers, lors de la mise en place des documents d'urbanisme, (P.O.S. et S.D.A.U.), dans la conception des projets de réserve naturelle.

* A.M.B.E. = Association Multidisciplinaire des Biologistes spécialistes de l'Environnement.

DEPARTEMENT	COMMUNE(S)	LIEU(X)-DIT(S)	CARTE(S) I.G.N. 1/25 000e
NORD PAS-DE-CALAIS	7 COMMUNES (page 2)		DOUAI 5.6 et 7.8

SURFACE : 900 ha

NATURE DU SITE : Etangs de superficie variable (quelques ha à plus de 50 ha), marais avec végétations hélophytiques et forestières, prairies hygrophyles

STATUT FONCIER : Propriétés communales et parts de marais

EVALUATION DU SITE :

- . intérêt floristique : 9
 - stations avec espèces très rares : *Potamogeton obtusifolius*, *P. friesii*, *P. trichoides* (niveau international), *Oenanthe fluviatilis*, *Cicuta virosa*, *Ricciocarpus natans*, *Chara denudata*, *Nitella flexilis* (niveau national) et *Carex rostrata* (niveau régional)
 - nombreuses espèces rares : *Ranunculus lingua*, *Nitella tenuissima*, *Potamogeton perfoliatus*, *Eleocharis acicularis* (niveau national ou régional)
- . intérêt faunistique : 4

Avifaune riche et très diversifiée avec un fort contingent d'espèces remarquables : Grand Butor, Butor blongios, Gorgebleue, Busard des roseaux, Faucon hobereau, Grèbe castagneux, Grèbe huppé, Hibou moyen-duc, Martin-Pêcheur, Sarcelle d'été, Sarcelle d'hiver, Canard souchet, Fuligule milouin et l'ensemble des Passereaux paludicoles
- . intérêt écosystémique : 4

Site étendu de valeur moyenne (niveau régional) mais comportant toutes les composantes des écosystèmes lacustres de plaine d'Europe occidentale
- . intérêt géologique (en particulier géomorphologique) : 4
 - intérêt palynologique : épaisseur de tourbe variant de 0,5 à 4 m suivant les marais
 - monuments mégalithiques : Menhir de Oisy (Oisy-le-Verger) Cromlech des Sept Bonnettes (Sailly-en-Ostrevant)

Site dans une zone de forte pression touristique

VALEUR NATURELLE RELATIVE

E X C E P T I O N N E L L E

63

ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES :

Selon les étangs, pratique de la pêche depuis la berge ou en barque
Chasse à tir
Nautisme en extension (Grand-Clair de Palluel)
Tourbage artisanal pour le fumage de l'ail (Arleux)

ELEMENTS FRAGILES, DEGRADEES OU MENACES :

Berges et abords de l'étang de Lécluse, du Marais d'Hamel et du Marais-du-Bas à Arleux, dégradés par les constructions anarchiques de bungalows défigurant profondément le site et à l'origine d'un risque potentiel chronique de pollution minérale et organique estivale (juillet et août)

POSSIBILITES D'AMELIORATION DU SITE :

Arrêt total des constructions de bungalows
Application stricte des normes de réglementation concernant le camping-caravaning
Installation de mini-stations d'épuration au niveau du terrain de camping

CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE :

Faible à importante suivant les secteurs
Possibilité de création de zones éducatrices, de sentiers pédagogiques avec visites régulières guidées (Marais d'Ecourt-St-Quentin et d'Oisy-le-Verger)

INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE :

Responsabilité nationale
Délimitation de zones de réserve intégrale (flore et faune) et de zones "tampons"

ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

Les municipalités possédant des étangs et des marais sur le territoire (voir liste ci-dessous)
Associations de pêche locale et Fédération départementale des A.P.P. du Nord et du Pas-de-Calais
Associations de chasse locale et Fédérations de chasse du Nord et du Pas-de-Calais
S.A.T.I.S., Nord-Nature, Espace Naturel Régional et Groupe Ornithologique Nord

OBSERVATIONS

Se référer aux fiches : marais d'Arleux, d'Oisy-le-Verger, de Rumaucourt, d'Ecourt-St-Quentin, Petit Becquerel, Grand-Clair de Palluel
Liste floristique, phytocoenologique, faunistique et bibliographie en annexe
Communes concernées : ARLEUX, HAMEL, LECLUSE (NORD), PALLUEL, ECOURT-ST-QUENTIN, RUMAUCOURT, OISY-LE-VERGER, SAILLY-EN-OSTREVENT, HAMBLAIN-LES-PRES (PAS-DE-CALAIS)

DEPARTEMENT	COMMUNE(S)	LIEU(X)-DIT(S)	CARTE(S) I.G.N. 1/25 000e
NORD	ARLEUX	MARAIS-DU HAUT MARAIS-DU-BAS (Voir page 2;)	DOUAI 7.8

SURFACE : 75 ha à l'intérieur d'un marais de 300 ha

NATURE DU SITE : Etangs et marais

STATUT FONCIER : Marais privés ou communaux, location partielle à la
Fédération départementale des A.P.P. du Nord

EVALUATION DU SITE :

- . intérêt floristique : 9
 - Exceptionnelle diversité floristique et phytocoenologique
 - espèces très rares : *Potamogeton obtusifolius*, *P. Friesii* (niveau national ou international)
 - espèces rares : *Ricciocarpus natans*, *Cicuta virosa*, *Nitella gracilis*, *Ranunculus lingua*, *Riccia fluitans* (niveau national)
- . intérêt faunistique : 4
 - Avifaune remarquable avec plusieurs couples de Grèbe huppé et de Grèbe castagneux, l'ensemble des Passereaux paludicoles régionaux (Rousserole turdoïde, Rousserolle effarvate, Rousserole verderolle, Phragmite des Joncs, Bruant des Roseaux), Butor blongios, Grand Butor, nombreux Anatidés (Canard souchet, Canard pilet, Fuligule milouin, Sarcelle d'été, Sarcelle d'hiver), Gorgebleue, Busard cendré
 - Ichtyofaune très intéressante (plus de 15 espèces)
- . intérêt écosystémique : 1
 - Ensemble de très haute qualité avec toutes les composantes du milieu paludicole sur de vastes surfaces
- . intérêt géologique (en particulier géomorphologique) : 1
 - Tourbe de plusieurs mètres d'épaisseur (4 m)

ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES :

Pêche en barque (Marais-du-Bas et Marais-du-Haut)

Chasse

Tourisme : promenade en barque sur le Marais-du-Bas

Tourbage ponctuel artisanal pour enfumage de l'ail (spécialité régionale)

ELEMENTS FRAGILES, DEGRADEES OU MENAGES :

Pollution organique et minérale liée au tourisme, Marais-du-Bas dégradé par l'implantation anarchique des bungalows

POSSIBILITES D'AMELIORATION DU SITE :

Arrêt total des implantations anarchiques (politique favorisée par la municipalité d'Arleux)

Plantation de peupliers américains à proscrire

CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE :

Elevée à très faible suivant les secteurs

Possibilité de parcours pédagogiques au niveau de Surion et de La Chaussée

INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE :

Responsabilité nationale

ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

Municipalité d'Arleux

Fédération départementale des A.P.P. du Nord

S.A.T.I.S., Nord-Nature, Espace Naturel Régional et Groupe Ornithologique Nord

OBSERVATIONS :

Aménagement du Marais-du-Haut (secteur nord) par la Fédération des A.P.P. du Nord

Liste floristique, phytocoenologique, faunistique et bibliographie en annexe

Lieux-dits concernés : PETIT MARAIS, MARAIS JACQUART, MARAIS DECAMPS, MARAIS LEGLAY

DEPARTEMENT	COMMUNE (S)	LIEU(X)-DIT(S)	CARTE(S) I.G.N. 1/25 000 e
PAS-DE-CALAIS	GUINES ET ANDRES		GUINES 1.2 et 2.3

SURFACE : 300 ha environ

NATURE DU SITE : Marais

STATUT FONCIER : Parts de marais privées ou communales

EVALUATION DU SITE :

. intérêt floristique :

4

Remarquable complexe de végétation hélophytique (phragmitaie à *Thelypteris palustris* et cariçaie à *Carex riparia*, *Carex paniculata*) et de végétation forestière hygrophile (saulaie à *Salix cinerea* et aulnaie) avec prairies marécageuses à hygrophiles en marge du marais, station à *Lathyrus palustris* de première importance mais aussi station à *Ranunculus lingua*, *Potamogeton trichoides*, *P. friesii*, *Peucedanum palustre*, *Butomus umbellatus*

. intérêt faunistique :

9

Avifaune exceptionnelle : Héron cendré, Busard des roseaux, Busard St-Martin, Buse variable, Epervier, Faucon émerillon, Faucon hobereau, Buse pattue, nombreux Anatidés (Canard pilet, Canard souchet, Sarcelle d'hiver) Grèbe castagneux, Grèbe huppé, Râle d'eau, Bécassine des marais, Hibou moyen-duc

Relais migratoire important

Une des rares héronnière régionale existe à proximité du marais

. intérêt écosystémique :

4

Site étendu ayant conservé une haute originalité

. intérêt géologique (en particulier géomorphologique :

0

. facteur de pression humaine :

2

Site dans une zone de moyenne pression touristique

VALEUR NATURELLE RELATIVE

E X C E P T I O N N E L L E

34

ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES :

Chasse à tir en particulier à la hutte
Tourisme

ELEMENTS FRAGILES, DEGRADEES OU MENACES :

Lottissement à proximité du marais
Plantation des peupliers américains à proscrire

POSSIBILITES D'AMELIORATION DU SITE :

Entretien des watergangs

CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE :

Limitée par la nature du site et ses difficultés de pénétration

INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE :

Responsabilité nationale
Strict maintien en l'état actuel
Contrôle des tableaux de chasse
Nécessité de protéger le biotope

ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

Propriétaires privés
Municipalités d'Andres et de Guînes
Sociétés locales de chasse
Espace Naturel Régional, Nord-Nature et Groupe Ornithologique Nord

OBSERVATIONS :

Passage d'une ligne HT E.D.F. au niveau de la pointe orientale du marais
Liste floristique, phytocoenologique, faunistique et bibliographie en annexe

LE MARAIS DE GUINES

Aperçu floristique et phytocoenologique

Spermatophytes

Agrostis stolonifera
Alopecurus geniculatus
Angelica sylvestris
Arrhenatherum elatius
Bidens cernua AR
Calamagrostis canescens AR
Callitriche obtusangula
Calystegia sepium
Cardamine pratensis
Ceratophyllum demersum
Carex acutiformis
Carex disticha
Carex otrubae
Carex paniculata R
Carex riparia
Carex pseudo-cyperus R
Ceratophyllum demersum
Cirsium palustre
Elodea canadensis
Epilobium hirsutum
Equisetum palustre
Eupatorium cannabinum
Festuca arundinacea
Festuca pratensis
Galeopsis tetrahit
Galium aparine
Galium palustre
Glechoma hederacea
Glyceria fluitans
Glyceria maxima
Holcus lanatus
Hypericum tetrapterum AR

Iris pseudacorus
Juncus articulatus
Juncus inflexus
Lathyrus palustris
Lemna minor
Lemna trisulca
Lotus uliginosus
Lychnis flos-cuculi
Lysimachia nummularia
Lysimachia vulgaris
Mentha aquatica
Myosotis scorpioides
Myosoton aquaticum AR
Oenanthe aquatica AR
Oenanthe fistulosa AR
Peucedanum palustre R
Phalaris arundinacea
Phragmites australis
Poa pratensis
Poa trivialis
Polygonum amphibium fo. *terrestris*
Potamogeton crispus
Potamogeton friesii RR
Potamogeton trichoides RR
Ranunculus circinatus
Ranunculus lingua R
Ranunculus repens
Ranunculus sceleratus
Rorippa amphibia
Rubus caesius
Rubus fruticosus
Rumex crispus
Rumex hydrolapathum

Salix alba

Salix x alopecuroides R

Salix cinerea

Salix fragilis AR

Salix x multinervis

Salix viminalis

Scrophularia auriculata AR

Scutellaria galericulata AR

Sium erectum

Sium latifolium R

Solanum dulcamara

Sparganium erectum AR

Spirodela polyrhiza

Stellaria alsine AR

Symphytum officinale

Thalictrum flavum AR

Trifolium repens

Typha angustifolia AR

Typha latifolia

Urtica dioica

Valeriana repens

Veronica anagallis-aquatica R

Veronica beccabunga R

Veronica catenata R

Viccia cracca

Viccia sepium

RR = très rare ; R = rare ; AR = assez rare

Associations relevées

Lemnetea W. Koch et R. Tüxen 1954

Lemnetalia W. Koch et R. Tüxen 1954

Lemnion gibbae R. Tüxen et Schwabe 1972

Lemnetum gibbae (W. Koch 1954) Miyawaka et J. Tüxen 1960

Spirodeletum polyrhizae (Kelhofer 1915) W. Koch 1954 em. R. Tüxen
et Schwabe 1974

Lemnion trisulcae Den Hartog et Segal 1964

Lemnetum trisulcae (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers 1962

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957

Potametum trichoidis (Freitag, Markus et Schwippl 1958) R. Tüxen 1965
Groupement à *Potamogeton friesii*

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Groupement à *Callitriche platycarpa*

Ranunculion fluitantis Neuhausl 1959

Callitrichetum obtusangulae Seibert 1962

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

Thelypterido-Phragmitetum Kuiper 1957 em. Segal et Westhoff 1968

Groupement à *Phragmites australis* et *Calamagrostis canescens*

Groupement à *Rumex hydrolypatham*

Magnocaricion W. Koch 1926

Caricetum ripariae Knapp et Stoffers 1962

Caricetum ripario-acutiformis Kobendza 1930

Caricetum paniculatae Wangerin 1916

Caricetum gracilis (Graebner et Hueck 1931) R. Tüxen 1937

Groupement à *Carex disticha* (stade initial du *Caricetum gracilis*)

Stade pionnier du *Magnocaricion*

Sparganio-Glycerion Braun-Blanquet et Sissingh 1942

Sparganio-Glycerietum fluitantis Braun-Blanquet 1925

Groupement à *Veronica anagallis-aquatica*

Myosotis scorpioides

Groupement à *Veronica beccabunga*

347
Molinio-Arrhenatheretea R. Tüxen 1937

Molinietalia W Koch 1926

Stade initial des *Molinietalia*

Filipendulion (P. Duvigneaud 1946 p.p.) Segal 1966

Cirsio-Filipenduletum Chouard 1926

Eupatorietum cannabini R. Tüxen 1937

Arrhenatheretalia Pawlowski 1928

Arrhenatherion elatioris Braun-Blanquet 1925

Arrhenatheretum elatioris Braun-Blanquet 1919

Cynosurion cristati R. Tüxen 1947

Lolio-Cynosuretum R. Tüxen 1937

Plantaginetalia majoris R. Tüxen et Preising 1950

Agropyro-Rumicion Nordhagen 1940

Rumici-Alopecuretum geniculati R. Tüxen (1937) 1950

Goupement jeune de l'*Agropyro-Rumicion*

Groupement à *Festuca arundinacea*

Lolio-Plantaginion Sissingh 1969

Lolio-Plantaginetum (Linkola 1921) Beger 1930 em. Sissingh 1969

Artemisieta vulgaris Lohmeyer, Preising et R. Tüxen 1950

Convolvuletalia sepii R. Tüxen 1950

Convolvulion sepii R. Tüxen 1947 apud Oberdorfer 1949

Urtico-Convolvuletum Görs 1969

Alnetea glutinosae Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Alnetalia glutinosae R. Tüxen 1937

Alnion glutinosae (Malcuit 1929) Meyer-Drees 1936

Stade jeune du *Carici elongatae-Alnetum glutinosae*

Salicetalia auritae Doing 1962 em. Westhoff 1969

Salicion cinerea Th. Müller et Görs 1958

Salicetum cinereae div. aut.

Rhamno-Prunetea Rivas-Goday 1961

Prunetalia spinosae R. Tüxen 1952

Rubion subatlanticum R. Tüxen 1942

Pruno-Crataegetum Hueck 1931

Bidentetea tripartiti R. Tüxen, Lohmeyer et Preising 1950

Bidentetaliatripartiti Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Bidention tripartiti Nordhagen 1940

Ranunculietum scelerati Sissingh 1946 em. R. Tüxen 1950

Aperçu faunistique

Oiseaux

P	Grêbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>
P H S	Grêbe castagneux	<i>Podiceps rufficollis</i>
P H E	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
P H S	Carnard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
P	Anatidés	<i>Anatidae</i>
P H	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
P H	Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>
P N	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>
P H	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
P	Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>
P	Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>
P H	Faucon pèlerin (ancien)	<i>Falco peregrinus</i>
P	Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>
P H	Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>
P H S	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
P H S	Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>
P H S	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
P H S	Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>
P H	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>
P	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>
P	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>
P	Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>
P	Chevalier guignette	<i>Tringa hypoleucos</i>
P H	Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>
P H	Goéland cendré	<i>Larus canus</i>
P H E	Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
P H	Martin-pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>
P H	Pipit spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>
P H S	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
P H	Pie-grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>
S	Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>
P H S	Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>

DEPARTEMENT	COMMUNE(S)	LIEU(X)-DIT(S)	CARTE(S) I.G.N. 1/25 000e
PAS-DE-CALAIS	8 COMMUNES (Voir liste page 2)		FURGES 3.4 DESVRES 7.8 et 3.4

SURFACE : Environ 20 ha d'eau courante (plus de 100 ha pour le site en intégrant les berges et les anses)

NATURE DU SITE : Rivière (écosystème lotique) dans une vallée de tradition agricole herbagère (paysage bocager) contrastant avec le paysage d'openfields des collines environnantes

STATUT FONCIER : Propriétaires riverains

EVALUATION DU SITE :

. intérêt floristique : 9

Stations exceptionnelles à *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* (niveau international), remarquables herbiers à *Ranunculus penicillatus*, *R. trichophyllus* fo. *fluviatilis*, *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa* (valeur biologique de rang national)

Nombreuses espèces rares (niveau national) : *Mimulus guttatus*, *Batrachospermum monoliforme*, *Veronica catenata*

. intérêt faunistique : 4

- rivière de première catégorie : Salmonidés dominants (Truite arc-en-ciel, Truite fario, Vairon, Chabot, Lamproie, Anguille)

- capacité biogénique : 8

- nombreux biotopes humides favorables à l'hivernage des Passereaux

. intérêt écosystémique : 4

Valeur moyenne, écosystème des eaux courantes des collines de l'Artois (situation subatlantique) d'environ 25 km de long

Les côteaux crayeux localement en contact avec de riches pelouses à Orchidées, souvent intactes (Wavrans), renforcent la valeur de l'écosystème

. intérêt géologique (en particulier géomorphologique) : 1

Vallée entaillant les côteaux crayeux de l'Artois

ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES :

Pêche
Tourisme (promenade le long des berges)

ELEMENTS FRAGILES, DEGRADEES OU MENACES :

Milieu actuellement en équilibre mais fragile en raison de sa sensibilité aux pollutions agricoles et rurales

POSSIBILITES D'AMELIORATION DU SITE :

Epuration des eaux avant rejet au niveau des papeteries

CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE :

Restreinte, possibilité de création de sentiers pédagogiques riverains, sur de courtes distances au niveau des hameaux traversés avec excursions commentées de juin à septembre

INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE :

Responsabilité nationale
Contrôle strict et régulier de la qualité physico-chimique des eaux

ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

Communes traversées et exploitants agricoles riverains
S.R.A.E. du Nord et Agence de Bassin Artois-Picardie
Fédération départementale des A.P.P. du Pas-de-Calais
Nord-Nature, Espace Naturel Régional et Groupe Ornithologique Nord

OBSERVATIONS :

Possibilité d'extension de ce site linéaire jusqu'à Wizernes si amélioration au niveau de Lumbres
Liste floristique, phytocoenologique, faunistique et bibliographie en annexe
Communes concernées : RUMILLY, VERCHOCQ, RENTY, FAUQUEMBERGUES, MERCK-ST-LIEVIN, OUVÉ-WIRQUIN, REMILLY-WIRQUIN, WAVRANS-SUR-L'AA, ELNES

Aperçu floristique et phytocoenologique

Herbier à Callitriches (*Callitrichetum obtusangulae*)

Callitriche obtusangula fo. *submersa*, *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*, *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*, *Cladophora glomerata*, *Apium nodiflorum* fo. *submersum*, *Ranunculus penicillatus*, *Elodea canadensis*.

Variante à *Sparganium emersum* et *Sparganium longissimum*.

Herbier à *Ranunculus penicillatus* et *Sium erectum* (*Ranunculo-Sietum erecto-submersi*)

Ranunculus penicillatus, *Ranunculus trichophyllus*, *Sium erectum* fo. *submersum*, *Agrostis stolonifera* fo. *submersa*, *Phalaris arundinacea* fo. *submersa*, *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa*, *Zannichellia palustris* fo. *fluviatilis*, *Fontinalis antipyretica*.

Parvo-roselière à *Nasturtium officinale* (*Nasturtietum officinalis*)

Nasturtium officinale, *Sium erectum*, *Myosotis scorpioides*, *Veronica anagallis-aquatica*.

Groupements à *Myosotis scorpioides*, *Phalaris arundinacea*, *Mimulus guttatus*, *Scrophularia aquatica*, *Epilobium parviflorum*.

Aperçu faunistique

Oiseaux

P H	Grèbe castagneux	<i>Podiceps rufficollis</i>
P H	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
P H	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
P H	Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>
P H	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
P H S	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
P H	Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>
P H S	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
P H	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>
P H	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>
P H	Courlis cendré	<i>Numerius arquata</i>
P	Chevalier guignette	<i>Tringa hypoleucos</i>
P	Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>
P H	Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
S	Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>
S	Martin-pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>
S	Pic-épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>
P H S	Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>
P H S	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
P H S	Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>
P H	Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>
P H	Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>
P H S	Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>

S = Sédentaire ; P = Passage ; H = Hivernant

DEPARTEMENT	COMMUNE(S)	LIEU(X)-DIT(S)	CARTE(S) I.G.N. 1/25 000 e
PAS-DE-CALAIS	10 COMMUNES Voir liste page 2		St POL 5.6 et 7.8

SURFACE : 10 à 15 ha d'eau libre (40 à 50 ha pour le site en intégrant les berges et les anses)

NATURE DU SITE : Rivière (écosystème lotique) dans une vallée de tradition agricole herbagère (paysage bocager linéaire)

STATUT FONCIER : Propriétaires riverains

EVALUATION DU SITE :

- . intérêt floristique : 4
 - remarquables herbiers à *Ranunculus penicillatus*, *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa*
 - parvo-roselières à *Nasturtium officinale*, *Veronica beccabunga*, *V. anagallis-aquatica*, *Glyceria fluitans*
 - aulnaie ripuaire sectoriellement bien développée
- . intérêt faunistique : 4
 - rivière de première catégorie : Salmonidés dominants (Truite fario, Truite arc-en-ciel, Chabot, Anguille, Lamproie; moins abondants : Gardon et Brème)
 - capacité biogénique : 7,5 à 8,5

Grande utilisation par l'avifaune de passage ou hivernante des biotumides de la vallée

Limite nord du Bruant zizi nicheur probable
- . intérêt écosystémique : 4
 - Valeur moyenne, écosystème à eaux courantes des collines de l'Artois (situation subatlantique) d'environ 20 km de long
- . intérêt géologique (en particulier géomorphologique) : 0

ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES :

Pêche
Tourisme (promenade le long des berges)

ELEMENTS FRAGILES, DEGRADEES OU MENAGES :

Milieu actuellement en équilibre mais fragile en raison de sa sensibilité aux pollutions organiques et minérales

POSSIBILITE D'AMELIORATION DU SITE :

Epuration des eaux avant rejet au niveau des agglomérations traversées

CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE :

Restreinte mais possibilité de création de sentiers pédagogiques sur de courtes distances à partir des localités traversées

INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE

Responsabilité nationale

ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

Communes traversées, exploitants agricoles et riverains
S.R.A.E. du Nord et Agence de Bassin Artois-Picardie
Fédération départementale des A.P.P. du Pas-de-Calais
Nord-Nature, Espace Naturel Régional et Groupe Ornithologique Nord

OBSERVATIONS :

Liste floristique, phytocoenologique, faunistique et bibliographie en annexe
Communes concernées : BERLENCOURT-LE-CAUROY, ESTREE, REBREUVETTE, BOURET-SUR-CANCHE, FREVENT, LIGNY-SUR-CANCHE, BOUBERS-SUR-CANCHE, MONCHEL-SUR-CANCHE, CONCHY-SUR-CANCHE, AUBROMETZ

Aperçu floristique et phytocoenologiqueHerbier à Callitriches (*Callitrichetum obtusangulae*)

Callitriche obtusangula fo. *submersa*, *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*, *Ranunculus penicillatus*, *Ranunculus trichophyllus*, *Sium erectum* fo. *submersum*, *Phalaris arundinacea* fo. *submersa*.

Herbier à *Ranunculus penicillatus* et *Sium erectum* fo. *submersum*
(*Ranunculo penicillati-Sietum erecto-submersi*)

Ranunculus penicillatus, *Ranunculus trichophyllus*, *Sium erectum* fo. *submersum*, *Veronica anagallis-aquatica* fo. *submersa*, *Cladophora glomerata*, *Fontinalis antipyretica*.

Parvo-roselière à *Nasturtium officinale* (*Nasturtietum officinalis*)

Nasturtium officinale, *Sium erectum*, *Epilobium parviflorum*, *Agrostis stolonifera*, *Myosotis scorpioides*, *Veronica anagallis-aquatica*.

Parvo-roselière à *Apium nodiflorum* (*Apietum nodiflori*)

Apium nodiflorum, *Sium erectum*, *Callitriche platycarpa*, *Myosotis scorpioides*, *Veronica anagallis-aquatica*.

Bourbier à *Veronica beccabunga* et *Sium erectum*

Aperçu faunistiqueOiseaux

P H S	Grèbe castagneux	<i>Podiceps rufficollis</i>
P H	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
P H S	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
P H	Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>
P H	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
P H N	Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>
P H	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
P N ?	Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>
P H S	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
P H	Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>
P H S	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
P H	Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>
P	Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>
P H	Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>
P	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>
P	Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>
P	Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>
P	Chevalier guignette	<i>Tringa hypoleucos</i>
P H	Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
S	Chouette chevêche	<i>Athene noctua</i>
P H S	Martin-pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>
S	Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>
P H S	Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>
P H S	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
P N ?	Traquet tarier	<i>Saxicola rubetra</i>
S	Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>
N	Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>
H N ?	Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>
P H	Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>

S = Sédentaire ; N = Nicheur d'été ; P = Passage ; H = Hivernant

LES MARAIS DE MAREUIL-CAUBERT

Par MERIAUX J.-L. et TOMBAL P. avec la collaboration de

- EXTRAIT -

5 - Flore et végétation :

5.1. Flore :

Les Marais de Mareuil révèlent une flore exceptionnelle d'un niveau de valeur internationale avec en particulier :

dans les chenaux et rivières :

- *Potamogeton alpinus* (Potamot des Alpes), espèce relique ayant ici son unique station pour le nord-ouest de la France, extrêmement rare en France et dans les zones planitiaires en Europe occidentale (sur plusieurs ares dans la rivière Maillefeu en particulier), présent dans sa variété *obscurus* dans les marais ;
- *Luronium natans* (Flûteau nageant) : les Marais de Mareuil-Caubert demeurant l'une des dernière stations connues pour le nord-ouest de la France de cette espèce, partout en régression en France et en Europe ;
- *Oenanthe fluviatilis* (Oenanthe des rivières) : l'une des rares stations du nord de la France, rare et en régression partout sur le territoire national ;
- *Potamogeton perfoliatus* (Potamot perfolié) : rare dans la région.

dans les plans d'eau :

- *Nitellopsis obtusa*, charophyte très rare en France et en Europe, les Marais de Mareuil-Caubert constituent la plus belle station à *Nitellopsis obtusa* d'Europe occidentale. Cette station s'étend sur plusieurs dizaines d'hectares ;
- *Potamogeton friesii* (Potamot mucroné) : très rare au niveau régional et national, en régression partout en Europe occidentale,
- *Nymphaea alba* var. *occidentalis* (Petit nénuphar blanc) : assez rare dans les étangs de la vallée de la Somme et dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde, très rare ou absent ailleurs dans le nord de la France ;
- *Wolffia arrhiza* (Lentille sans racines) : devenue rare dans la région et sur l'ensemble du territoire français.

dans les secteurs marécageux :

- *Carex appropinquata* (Laïche paradoxale) : très rare pour le nord-ouest de la France, en régression partout en France ;

- *Euphorbia palustris* (Euphorbe des marais) : dans les mégaphorbiaies au contact des Marais, remarquable espèce très rare dans le nord-ouest de la France et sur l'ensemble du territoire national ;
- *Fritillaria meleagris* (Fritillaire) : dans les prairies hygrophiles prolongeant les Marais, remarquable espèce très rare en France. Les stations de Mareuil-Caubert et d'Epagne-Epagnette sont les seules connues pour les régions Nord - Picardie.

5.2. Végétation :

La végétation de ces Marais est exceptionnelle avec au niveau des plans d'eau :

- des herbiers à *Nitellopsis obtusa* s'étendant sur plusieurs hectares (*Nitellopsidetum obtusae*) ;
- le groupement à *Myriophyllum verticillatum* et *Nuphar lutea* présentant la plupart des variantes connues (*Myriophyllo-Nupharetum*) ;
- la nympheaie à *Nymphaea alba occidentalis* (*Nymphaeatum minoris*) ;
- le groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus* ;
- les herbiers "ponctuels" à *Najas marina* (*Najadetum marinae*) ;
- la végétation à *Hottonia palustris* (*Hottonietum palustris*) ;
- des roselières à *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Sparganium erectum*, *Phragmites australis* (*Scirpo-Phragmitetum*) ;
- des cariçaies à *Carex paniculata* (*Caricetum paniculata*), *Carex acutiformis* et *Carex riparia* (*Caricetum ripario-acutiformis*), *Carex elata* (*Caricetum elatae*) ;
- des banquettes à *Thelypteris palustris* constituant la frange externe des îlots et presqu'îles (*Thelypterido-Phragmitum*).

Les secteurs marécageux proprement dits montrent une végétation héliphytique diversifiée avec en sus des groupements déjà énoncés, la cariçaie à *Carex appropinquata* (*Caricetum appropinquatae*), la mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria* et *Cirsium oleraceum* (*Cirsio-Filipenduletum*) particulièrement riche en espèces. La végétation forestière s'y trouve réalisée par les saulaies à *Salix cinerea* ou *Salix atrocinerea*, avec *Viburnum opulus* et *Frangula alnus* (*Frangulo-Salicetum cinereae*), l'aulnaie basicline à *Carex elata* (*Carici elongatae-Alnetum*) et l'aulnaie-frênaie riche en espèces volubiles (*Fraxino-Alnetum*). Quelques peupleraies plantées ont été substituées aux groupements forestiers naturels.

Les chenaux et rivières comportent de remarquables phytocoenoses des eaux courantes dominées physionomiquement par *Oenanthe fluviatilis*, *Nuphar lutea* fo. *submersa*, *Sagittaria sagittifolia* fo. *submersa* et *Callitriche obtusangula* (*Callitriche obtusangulae*). L'évolution naturelle se fait à partir des herbus infra-aquatiques à *Nitellopsis* vers le groupement à *Nuphar lutea* et *Myriophyllum*, puis les grandes roselières et les cariçaies auxquelles succèdent saulaies et aulnaies basiclines, la phase ultime étant l'aulnaie-frênaie à *Carex*. L'homme s'oppose à cette évolution par le faucardage indispensable au maintien des surfaces d'eau suffisantes pour la pêche et la chasse.

Les phytocoenoses existant dans les Marais sont très diversifiées, plusieurs d'entre elles sont très rares ou rares : le *Nitellopsidetum obtusae*, le *Nymphaeatum minoris*, le groupement à *Potamogeton alpinus*, le *Najadatum marinae*, le *Caricetum appropinquatae*, le *Thelypterido-Phragmitetum*. En outre, plusieurs phytocoenoses : le *Nitellopsidetum obtusae*, le *Callitrichetum obtusangulae*, le *Myriophyllo-Nupharetum*, le *Caricetum ripario-acutiformis* montrent la plupart des variantes connues à ce jour. Cette présence en un même site de différentes variantes d'association est remarquable, ceci en particulier pour le *Nitellopsidetum obtusae*.

.....

7 - Cotation du site :

Elle a été réalisée selon la méthode élaborée par TOMBAL et MERIAUX (1981) :

. Intérêt floristique	:	exceptionnel	9
. Intérêt faunistique	:	remarquable	4
. Intérêt écosystémique	:	limité	1
. Intérêt hydrogéologique	:	remarquable	4
		<u>TOTAL</u>	<u>18</u>

Site naturel exceptionnel de niveau de valeur international :

Les zones périphériques, en particulier les Marais d'Epagnette et les Marais des Roques et de la Sauvagine, accroissent sensiblement la valeur d'ensemble. (Cotation 21 par augmentation de la valeur écosystémique de 1 à 4).

Elle a été utilisée dans le dossier "Propositions pour la création d'une réserve naturelle : les marais de Mareuil-Caubert", préparé par MERIAUX, TOMBAL P. et coll. (1981) pour le Ministère de l'Environnement (Délégation régionale à l'Architecture et à l'Environnement de Picardie). -extrait joint-.

Elle a aussi été employée lors de constats d'état de l'Environnement (définition des intérêts floristique, faunistique, écosystémique et hydrobiologique) d'une région naturelle comme cela a été fait dans l'"Etude écologique de la Région des Wateringues du Pas-de-Calais" élaborée par MERIAUX et coll. (1983). -tableau LXIV-.

3. Cartographie des zones naturelles (humides)

La cartographie des sites naturels côtés et hiérarchisés selon trois niveaux de valeur -international ou national, régional et local- à partir des critères de rareté, diversité, proximité du climax et surface d'un seul tenant est d'abord réalisé comme dans l'"Etude écologique de la Région des Wateringues du Pas-de-Calais" (carte 10).

Les sites naturels distincts ou sites élémentaires peuvent être "sommés" selon le principe de la solidarité entre les écosystèmes. Cette sommation aboutit à la distinction de zones naturelles continues, diversifiées, géographiquement délimitées et également hiérarchisées selon les trois niveaux de valeurs sus-cités à savoir national - international, régional, local.

- La représentation cartographique de ces zones naturelles est possible à différentes échelles :

- 1/250 000 (ou échelle voisine) ;
- 1/100 000 ;
- 1/50 000 ;
- 1/25 000 ;
- 1/10 000.

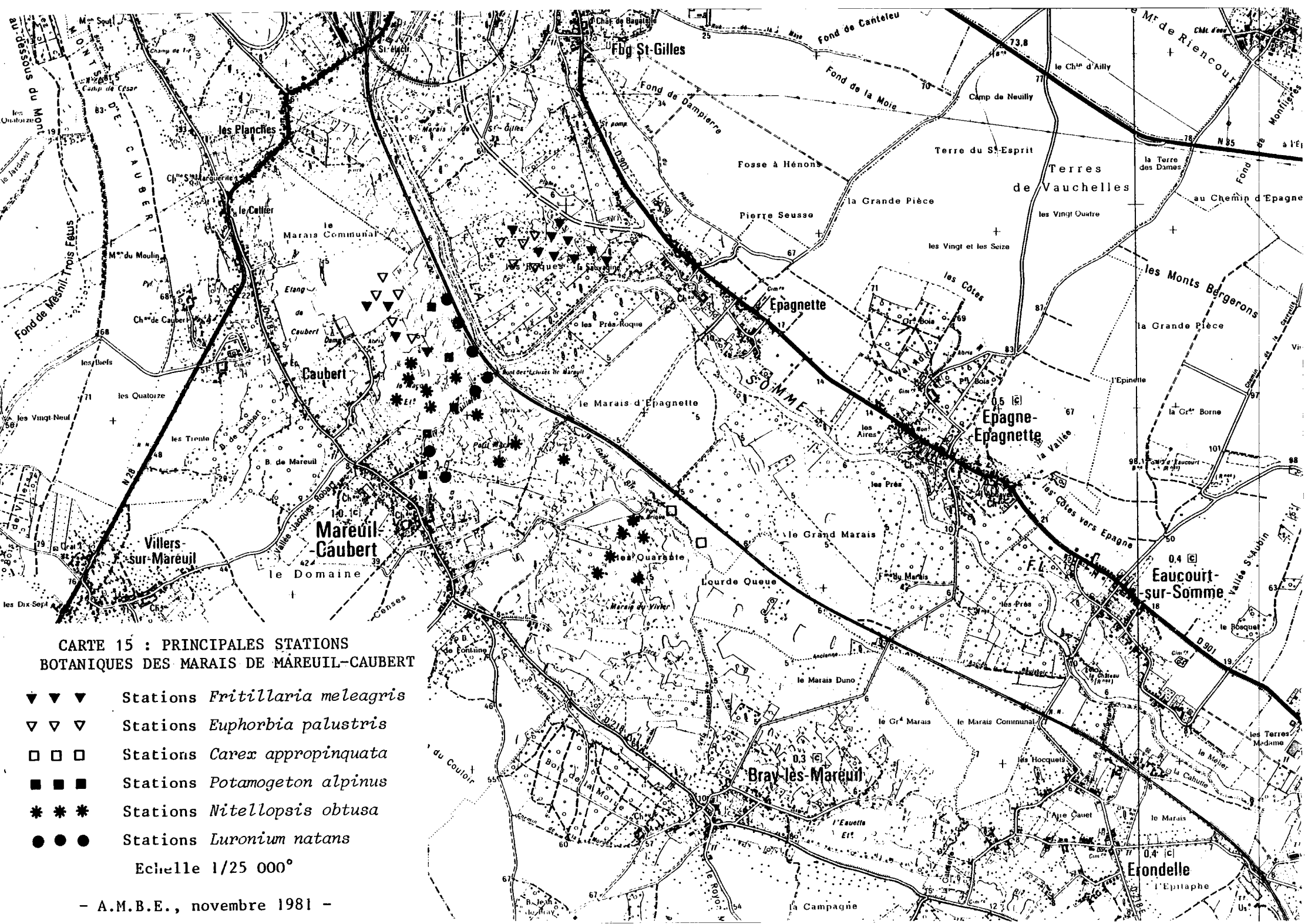
Celle-ci a été réalisée :

- sur la région Nord - Pas-de-Calais : (A.M.B.E. 1982), pour le compte du Ministère de l'Environnement (Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement) : cartographie au 1/333 333 par MERIAUX, TOMBAL J.-C., TOMBAL P. et coll., (carte 11) ; au 1/100 000 (carte 12) ; et au 1/25 000 pour la zone littorale et le Parc Naturel Régional de Saint-Amand - Raismes par GEHU, MERIAUX, TOMBAL J.-C. et TOMBAL P., actualisé par MERIAUX, TOMBAL J.-C. et TOMBAL P. (carte 13) ;
- sur le département de la Somme pour le compte du Ministère de l'Environnement (Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement de Picardie) : cartographie au 1/100 000 et au 1/25 000 pour la zone littorale et son arrière-pays (A.M.B.E. 1982) par GEHU, MERIAUX, TOMBAL J.-C. et TOMBAL P. ;
- sur le département de la Moselle toujours pour le compte du Ministère de l'Environnement (Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement de Lorraine) par TOMBAL P., DUVIGNEAUD J., PARENT, MERIAUX et Y. MULLER (Institut européen d'Ecologie, Metz 1983) : cartographie au 1/100 000 (conception MERIAUX et P. TOMBAL).

Nous avons cartographié dans ces différentes études les zones naturelles humides qui tiennent une place importante en raison même de la richesse de ces régions en milieux aquatiques de qualité.

Une cartographie fine au 1/10 000 de la basse vallée de la Somme en aval d'Amiens a été mise au point selon les mêmes principes par MERIAUX-et TOMBAL P. (1982). Cette carte de détail est intégrée à un constat écologique précédant une étude de réaménagement confiée par le Centre d'Etudes de l'Equipement Nord - Picardie à l'A.M.B.E. (carte 14).

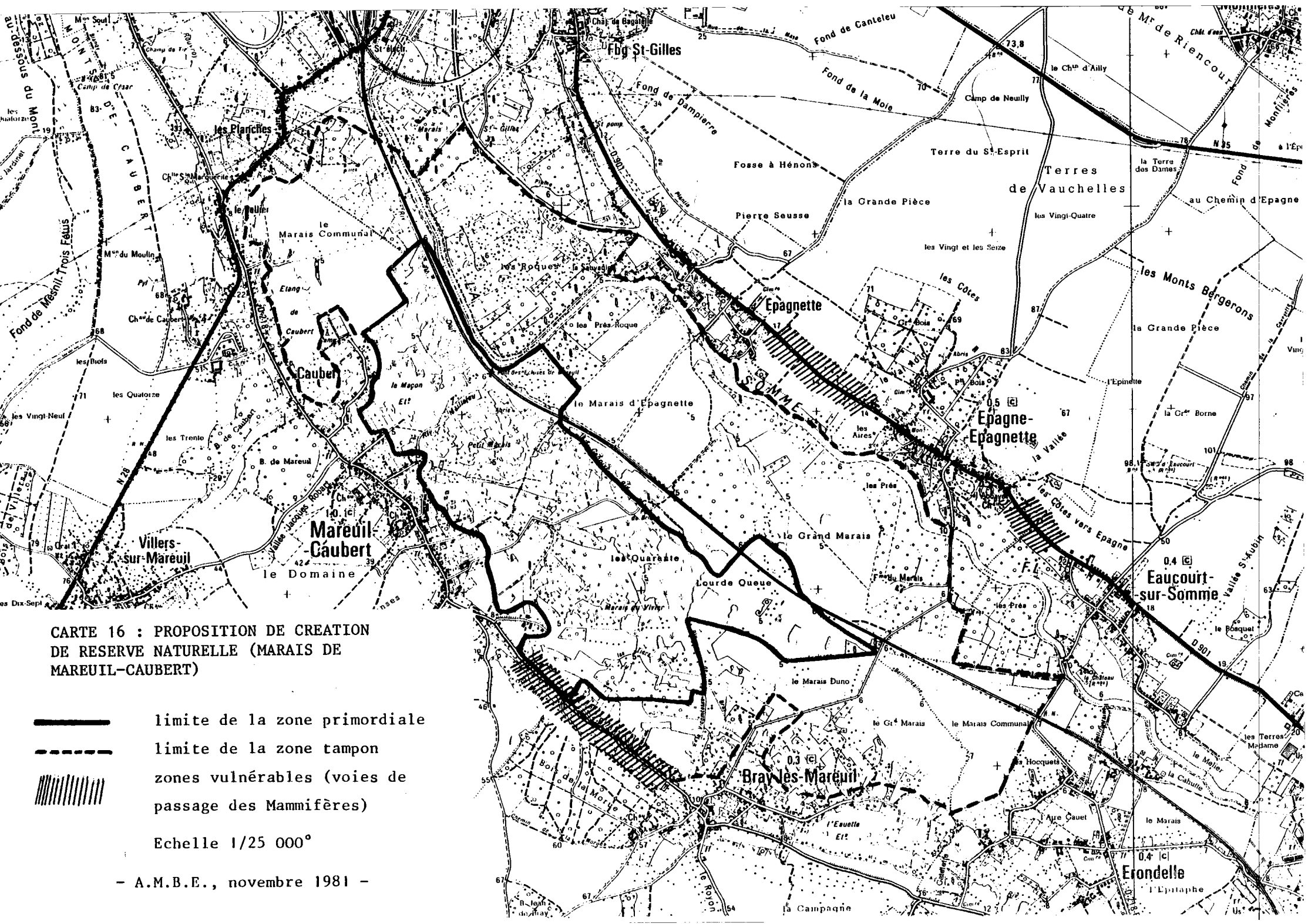
Une carte des principales stations botaniques des marais de Mareuil-Caubert (carte 15) et une carte au 1/25 000 indiquant la limite de la zone primordiale et de la zone tampon de la future réserve (carte 16), mises au point selon le même principe, figurent dans l'étude du projet de réserve naturelle des marais de Mareuil-Caubert.






CARTE 15 : PRINCIPALES STATIONS
BOTANIQUES DES MARAIS DE MAREUIL-CAUBERT

- ▼ ▼ ▼ Stations *Fritillaria meleagris*
- ▽ ▽ ▽ Stations *Euphorbia palustris*
- □ □ Stations *Carex appropinquata*
- ■ ■ Stations *Potamogeton alpinus*
- * * * Stations *Nitellopsis obtusa*
- ● ● Stations *Luronium natans*

Echelle 1/25 000°



CARTE 16 : PROPOSITION DE CREATION
DE RESERVE NATURELLE (MARAIIS DE
MAREUIL-CAUBERT)

-  limite de la zone primordiale
-  limite de la zone tampon
-  zones vulnérables (voies de passage des Mammifères)

Echelle 1/25 000°

- A.M.B.E., novembre 1981 -

CONCLUSIONS

1. Bilans

1.1. Bilan floristique

La flore inventoriée dans les différents biotopes aquatiques de la région se compose de :

- 201 spermatophytes (54 hydrophytes et 123 héliophytes, hémicryptophytes cespiteux, thérophytes, 24 phanérophytes plus ou moins inféodés au milieu aquatique) ;

- 4 ptéridophytes ;
- 13 charophytes ;
- 11 bryophytes.

De nombreuses espèces possèdent au niveau régional voir national pour certaines un degré élevé de rareté. Ce sont :

- pour les spermatophytes : *Azolla filiculoides*, *Baldellia ranunculoides*, *Callitriche brutia*, *Callitriche palustris*, *Callitriche truncata subsp. occidentalis*, *Carex appropinquata*, *Carex elongata*, *Ceratophyllum submersum*, *Cicuta virosa*, *Eleocharis acicularis*, *Elodea ernstae*, *Luronium natans*, *Najas marina*, *Potamogeton alpinus*, *Potamogeton friesii*, *Potamogeton obtusifolius*, *Potamogeton polygonifolius*, *Potamogeton trichoides*, *Ranunculus lingua*, *Stratiotes aloides*, *Utricularia australis*, *Utricularia minor*, *Utricularia australis*.

- pour les charophytes : *Chara denudata*, *Chara hispida*, *Nitella gracilis*, *Nitella tenuissima*, *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata*.

- pour les bryophytes : *Ricciocarpus natans*.

1.2. Bilan phytocoenologique

Il a été dressé pour l'ensemble de la dition en indiquant pour les classes les plus représentées et les mieux étudiées les caractéristiques et différentielles des grandes unités phytosociologiques.

Lemnetea (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981

Caractéristiques : *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Wolffia arhiza*

Lemnetalia minoris (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981

Lemnion gibbae R. Tüxen et Schwabe in R. Tüxen 1974 em. R. Tüxen et Schwabe 1981

Caractéristiques : *Lemna gibba*, *Azolla filiculoides*

. *Lemnetum gibbae* (W. Koch 1954) Miyawaki et J. Tüxen 1960 em. Scoppola 1981

. *Spirodeletum polyrhizae* (Kelhofer 1915) W. Koch 1954 em. R. Tüxen et Schwabe 1974 ap. R. Tüxen 1974

Riccio fluitantis-Lemnion trisulcae R. Tüxen et Schwabe (in R. Tüxen 1974) 1981

Caractéristiques : *Lemna trisulca*, *Ricciocarpus natans*, *Riccia fluitans*

. *Lemnetum trisulcae* (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers 1962

. *Ricciocarpetum natantis* (Segal 1963) em. R. Tüxen 1974

. *Riccietum fluitantis* (Slavnic 1956) em. R. Tüxen 1974

Populations à *Lemna minor*

Charetea (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964

Caractéristique : *Chara globularis*

Nitellia flexilis W. Krause 1969
Caractéristique : *Nitella flexilis*

Nitellion flexilis (Corillion 1957) W. Krause 1969
Caractéristiques : *Nitella gracilis*, *N. flexilis* (optimal)
. *Nitelletum flexilis* Corillion 1957
. *Nitelletum gracilis* Corillion 1957

Nitellion syncarpo-tenuissae W. Krause 1969
Caractéristiques : *Nitella tenuissima*, *Chara denudata*
. *Nitelletum syncarpo-tenuissimae* W. Krause 1969

Charetalia hispidae Sauer 1937
Caractéristiques : *Chara hispida*, *C. vulgaris*
Charion asperae W. Krause 1969
Caractéristiques : *Chara aspera*, *C. contraria*, *Nitellopsis obtusa*
. *Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957
. *Charetum vulgaris* Corillion 1957
. *Charetum fragilis* Corillion 1957
. *Nitellopsidetum obtusae* (Sauer 1937) Dambaska 1961
. G^t à *Chara polyacantha* A. Br.

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) Fukarek 1961
. *Zannichellietum palustris* (Baumann 1915) G. Lang 1967
. *Potametum pectinati* Carstensen 1955
. *Potametum obtusifolii* (Carstensen 1955) Segal 1965
. G^t à *Potamogeton friesii* L.
. G^t à *Potamogeton crispus* L. fo. *lanceifolius*

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Caractéristiques : *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *N. alba* var. *occidentalis*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*, *Ceratophyllum demersum* (opt.), *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* Müller et Görs 1960
. *Nymphoidetum peltatae* (Allorge 1922) Bellot 1951 (1)
. G^t à *Utricularia vulgaris* L. (2)
. G^t à *Potamogeton coloratus* Hornem. fo. *rotundifolius*
. G^t à *Elodea canadensis* Michaux
. G^t à *Elodea nuttallii* (Planch.) St John

(1) Non décrit dans ce mémoire mais existerait encore sous forme ponctuelle dans le marais de Long (80)

(2) Non décrit dans ce mémoire à rechercher dans les marais de la vallée de la Sensée (59 et 62)

* Non revu, à rechercher

- . G^t à *Ranunculus circinatus* Sibth
- . G^t à *Ceratophyllum demersum* L. et *Hydrocharis morsus-ranae* L.

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
- . G^t à *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *typica*
- . G^t à *Callitriche hamulata* Kütz - em. Koch fo. *typica* et *Juncus Bullosus* L. subsp. *kochii* (F.W. Schultz) 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*, *Sagittaria sagittifolia* fo. *submersa*, *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*, *P. perfoliatus* var. *typicus*, *P. densus* fo. *angustifolius*, *P. alpinus* var. *obscurus*, *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*, *Zannichellia 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*, *Platyphypnidium 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* ass. nov.
- . *Ranunculo (calcarei)-Sietum erecti-submersi* ass. nov.
- . *Potamo-Ranunculetum fluitantis* (W. Koch 1926) Oberdorfer 1957
- . *Callitrichetum obtusangulae* (Seibert 1962) em. Mériaux
- . *Sparganio-Potametum pectinati* Hilbig (1971) 1975
- . *Callitrichetum hamulatae* Oberdorfer 1957 em. 1970
- . *Veronico (beccabungae)-Callitrichetum platycarpae* Mériaux 1978
- . *Callitricho-Myriophylletum alterniflori* Steusloff 1939 (3)
- . Gt à *Potamogeton alpinus* Balb. var. *obscurus* Aesch. et Gr.
- . Gt à *Potamogeton densus* L. fo. *angustifolius*
- . Gt à *Callitriche platycarpa* Kütz fo. *submersa*
- . Gt à *Nuphar lutea* L. fo. *submersa*
- . Gt à *Elodea ernstae* St John

Ruppietea maritimae J. Tüxen 1960

Ruppietalia maritimae J. Tüxen 1960

- . *Ruppion maritimae* Braun-Blanquet 1931 em. Den Hartog et Segal 1964
- . *Ruppietum spiralis* Iversen 1941

(3) Non décrit dans ce mémoire à rechercher au niveau des ruisseaux des marais arrière-littoraux

* Non revu, à rechercher

- . *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952
- ? . *Ceratophylletum submersi* Den Hartog et Segal 1964

Fontinaletea antipyreticae Hubschmann 1957

Fontinaletalia antipyreticae Hubschmann 1957

Fontinalion antipyreticae (W. Koch 1926) Hubschmann 1957

- . *Fontinalidetum antipyreticae* (Kaiser 1926) Gans 1927
- . Gt à *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Monkem.
- . Gt à *Brachytecium rivulare* B.e.

?

?

?

- . Gt à *Cladophora glomerata* Kütz et *Vaucheria sessilis* DC.
- . Gt à *Vaucheria dichotoma* DC.
- . Gt à *Batrachospermum moniliforme* Roth
- . Gt à *Spirogyra* Link sp.

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* (Web.) Roth et *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud
- . Gt à *Rorippa amphibia* L., *Rumex hydrolapathum* Huds
- . Gt à *Sium latifolium* L.

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) Philippi 1973
- . Gt à *Hippuris vulgaris* L. Passarge 1955
- . Gt à *Eleocharis palustris* L. Roem et Schultz Schennikow 1919
- . Gt à *Alisma plantago-aquatica* L.

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 (4)
- . *Scirpetum tabernaemontani* Passarge 1964

(4) Non décrit dans ce mémoire, existe au niveau des pannes subsaumâtres et saumâtres des marais arrière-littoraux

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*

Caricion rostratae Balátová-Tulácková 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 pseudocyperis* Boer et Sissingh 1942
- . Gt à *Juncus subnodulosus* Schrank Jeschke 1959

Caricion gracilis (Géhu 1961) Balátová-Tulácková 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 (inclus dans le *Caricetum gracilis*)
- . Gt à *Iris pseudacorus* L. 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 1961
- . Gt à *Mentha aquatica* L.

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942

Espèces caractéristiques : *Nasturtium officinale*, *N. microphyllum*, *Sium erectum*,
Apium nodiflorum, *Scrophularia alata*, *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* Philippi 1974 in Oberdorfer 1977
- . Gt à *Sium erectum* Huds. Philippi 1973
- . Gt à *Veronica beccabunga* L. Philippi 1973
- . Gt à *Epilobium parviflorum* Schreb. (et *Scrophularia auriculata* L.)
 Wilzek 1935
- . Gt à *Myosotis scorpioides* L., *Veronica anagallis-aquatica* L.
- . Gt à *Scrophularia alata* auct.

Utricularietea intermedio-minoris Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965

Utricularietea intermedio-minoris Pietsch 1965

Utricularion intermedio-minoris (Pietsch 1965) Passarge 1978
. *Sparganietum minimi* Schaaf 1925

Littorelletea Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Littorelletalia W. Koch 1926

Hydrocotylo-Baldellion Dierssen et Tüxen 1972 apud Dierssen 1972

. *Hyperico-Potametum oblongi* (Allorge 1926) Braun-Blanquet et R. Tüxen 1950

. *Samolo-Littorelletum* Westhoff (1943) 1947

. Gt à *Juncus bulbosus* L. subsp. *kochii* (F.W. Schultz) Reichg.

Eleocharition acicularis Pietsch 1966 em. Dierssen 1975

. *Eleocharitetum acicularis* Baumann (1911) W. Koch 1926

Isoëto-Nanojuncetea Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Nanocyperetalia fusci Klika 1935

Nanocyperion flavescens W. Koch 1926

. Gt à *Juncus bufonius* L.

Parmi ces phytocoenoses certaines ont un degré élevé de rareté au niveau régional et même national : *Ruppietum spiralis*, *Ceratophylletum submersi*, *Nitellatum syncarpo-tennissimae*, *Hydrocharito-Stratiotetum*, *Sparganietum minimi*, groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*, groupement à *Scrophularia alata*, *Scirpetum tabernaemontani*, groupement à *Luronium natans* fo. *submersa*, *Nitellopsidetum obtusae*, *Utricularietum neglectae*... D'autres jouent un rôle important dans la structuration des paysages lacustres : *Scirpo-Phragmitetum*, *Myriopyllo-Nupharetum*, *Thelypterido-Phragmitetum*, *Caricetum ripario-acutiformis*..., ou fluviatiles : *Ranunculo calcarei-Sietum erecti-submersi*, *Callitrichetum obtusangulae*, *Nasturtietum officinalis*, *Apietum nodiflori*...

2. Apport de la connaissance des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques à l'hydrobiologie

L'établissement des zonations floristico-écologique et phytocoeno-écologique permet de compléter la zonation mise au point par la méthode des indices biotiques de TUFFERY et VERNEAUX (classe de qualité selon les indices de pollution) et constitue une bonne image de l'état physico-chimique de la rivière.

Nous préconiserons le développement de cette méthode en insistant sur la zonation phytocoeno-écologique pour laquelle il conviendrait de déterminer les associations les plus représentatives avec leurs variations principales (figure 19).

Son coût peu onéreux, la rapidité avec laquelle elle peut être régulièrement vérifiée devrait amener les administrations (DDA, SRAE, DRAE) et collectivités concernées à préconiser son emploi et à le généraliser pour de nombreuses rivières non canalisées.

De nombreuses macrophytes et phytocoenoses peuvent jouer le rôle de bioindicateur. Leur utilisation peut fournir de précieux renseignements sur l'état du milieu qui les abrite. En milieu fluviatile, elle viendrait renforcer les résultats fournis par les zonations floristico-écologiques et phytocoeno-écologiques tandis qu'en milieu lacustre, elle permettrait de caractériser rapidement un milieu en cas d'aménagements piscicoles, cynégétiques ou touristiques par exemple.

FIGURE 19 : ZONATION PHYTOCOENOLOGIQUE DE RIVIERE DE PAYS CRAYEUX, L'AA

Classe de qualité selon la méthode des indices biotiques	1 A	1 A	1 A	1 B	2 et 3	4
Zonation phytocoeno-écologique	A	B	C	D	E	V
Associations	<i>Charaetum hispidae</i>	Gt à <i>Batrachospermum moniliforme</i>	<i>Ranunculo calcarei-Sietum erecti-submersi</i> <i>typicum-variante type</i> <i>-variante à Sparganium emersum longissimum</i>	<i>Callitrichetum obtusangulae</i> <i>typicum-variante type</i> <i>-variante à Sparganium emersum longissimum</i>	<i>Sparganio-Potametum pectinati</i>	Vide phytocoenologique

TABLEAU LXIV :COTATION DES MILIEUX NATURELS DE LA REGION DES WATERINGUES
DU PAS-DE-CALAIS

MILIEU INVENTORIE	Intérêt floristique	Intérêt faunistique	Intérêt écosystémique	Intérêt hydrobiologique	TOTAL	Niveau de valeur
MARAIS DE GUINES.....	9	9	4	-	22	International National
WATERGANG D'ANDRES.....	9	1	1	1	12	National
RIVIERE DES IMPERNAISES.....	1	1	1	4	7	Régional
RIVIERE D'HAMES-BOUCRES.....	1	1	1	4	7	Régional
MEULESTROOM.....	1	1	1	4	7	Régional
ETANG DES BREMES.....	1	4	1	0	6	Régional
RIVIERE DU HAUT-BANC.....	4	1	1	0	6	Régional
CANAL DE CALAIS A SAINT-OMER....	0	1	0	4	5	Régional
CANAL DE MARDYCK.....	0	1	0	4	5	Régional
BASSINS DE DECANTATION DU PONT-D'ARDRES.....	0	4	0	0	4	Régional
SECTEUR DELIMITE PAR LE VINFIL, LE HOULET ET LE CANAL DE CALAIS A SAINT-OMER.....	0	4	0	0	4	Régional
ETANG DE LA MUSARDIERE.....	1	1	1	0	3	Local
RIVIERE D'OYE.....	1	1	0	1	3	Local
CANAL DU VINFIL.....	1	1	1	0	3	Local
MARAIS DE SALPERWICK.....	1	1	1	0	3	Local
SECTEUR DU MOULIN-BAS ENTRE SANGATTE ET BLERIOT-PLAGE.....	1	1	1	0	3	Local
SECTEUR PRAIRIAL ENTRE LES ATTAQUES ET GUINES.....	1	1	1	0	3	Local
WATERGANG DU NORD.....	1	1	0	1	3	Local
MARAIS DAVID.....	0	1	0	0	1	Local
MARAIS D'HENNUIN.....	0	1	0	0	1	Local
ETANG GARVEY.....	0	1	0	0	1	Local
GRAVIERES DU COLOMBIER.....	0	1	0	0	1	Local
BASSINS DE DECANTATION DE LA SUCRERIE DU PONT D'ARDRES.....	0	1	0	0	1	Local
CANAL DE LA RIVIERE NEUVE.....	0	1	0	0	1	Local

3. Utilisation de la connaissance de la végétation aquatique et subaquatique dans le réaménagement des plans d'eaux et des rivières

La connaissance précise dans une région des macrophytes inféodées aux milieux aquatiques et de leur écologie, des phytocoenoses qu'ils réalisent et de leur synécologie peut aussi trouver une application directe dans l'intégration harmonieuse des carrières dans les paysages fluviatiles, leur réaménagement à des fins halieutiques ou touristiques voire conservatoires. En ce sens, nous avons publié avec TOMBAL (1982) dans le Bulletin Français de Pisciculture des "*Suggestions concernant le réaménagement des carrières en eaux*".*

Pour consolider les berges des fleuves, des rivières et des canaux sont surtout utilisés les matériaux inertes tels que le bois, la pierre, le béton et même le fer. Ces matériaux sont utilisés sous différentes formes : pilotis, traverses, claie brute, enrochement, rideaux de palplanche métallique... La protection des rives est certes rapidement assurée par la réalisation de ces travaux, est onéreux de même leur entretien. D'autre part, ces constructions ne sont pas propices à la vie. Ils ne permettent pas l'installation d'une végétation ripicole condition nécessaire au développement de la faune invertébrée et vertébrée. Ils rompent également l'harmonie des paysages en offrant généralement à l'oeil une cassure brutale avec les abords immédiats du cours d'eau. L'emploi de ces matériaux est donc à déconseiller au profit des végétaux qui apportent de nombreux avantages. Ils protègent contre l'érosion sous toutes ses formes et ils favorisent l'installation d'une faune diversifiée, en particulier de l'ichtyofaune et accroissent ainsi la valeur halieutique des cours d'eau. L'attrait visuel exercé sur les populations n'est pas non plus à négliger, et le développement touristique lié à l'idée de "rivière naturelle" telle que les citadins peuvent la concevoir est à prendre en compte dans l'aménagement des rives d'un cours d'eau et dans le choix entre structures inertes et structures vivantes. C'est aussi à ce niveau que peut intervenir la connaissance de la végétation aquatique et subaquatique.

4. Cartographie des zones naturelles - Inventaires écologiques régionaux et nationaux

Lors de la réalisation des inventaires cartographiques des zones naturelles hiérarchisées au 1/100 000, réalisés sur les régions Nord - Pas-de-Calais et Picardie par l'A.M.B.E. (1981 et 1982, conception MERIAUX et TOMBAL) pour le compte des Délégations Régionales à l'Architecture et à l'Environnement du Nord - Pas-de-Calais et de Picardie, nous avons été chargés de cartographier les zones aquatiques et humides (carte 11 Abbeville Calais - extrait). Nous participons actuellement à la réalisation des inventaires cartographiques au 1/25 000 sur ces mêmes régions (carte 12) au sein de différentes équipes multidisciplinaires constituées de botanistes, phytosociologues, ornithologues, mammalogues, herpétologues, hydrobiologistes, cartographes... Ces cartes à l'échelle du 1/25 000 sont destinées aux études de préaménagement menées par différentes administrations (DDE, DDA, EDF) et elles ne peuvent se concevoir que dans un esprit de multidisciplinauté ; elles nécessitent une mise à jour régulière (2 à 3 ans). L'apport floristique, phytocoenologique, faunistique figurant dans ce mémoire a servi pour une bonne part à la cartographie des zones aquatiques et humides de ces cartes au 1/100 000 et au 1/25 000. L'inventaire cartographique mené au 1/100 000 sur la région Nord - Pas-de-Calais, a débouché secondairement sur une carte synthétique au 1/333 333, carte de sensibilisation destinée aux élus et aux administrations faisant apparaître les zones naturelles hiérarchisées selon trois niveaux de valeur : national-international, régional, local représentés par trois couleurs rouge, orangé, jaune et présentant également les voies de déplacement migratoire de l'avifaune et les voies de déplacement des mammifères (carte 11). Une méthode similaire a été employée pour le département de la Moselle, elle a conduit, après mise au point d'un inventaire

* Volume réunissant nos publications

cartographique au 1/100 000. à l'élaboration d'une carte des zones naturelles hiérarchisées au 1/300 000 conçue par MERIAUX et TOMBAL, réalisée par l'Institut européen d'Ecologie (Metz), et éditée par ce même Institut et la Délégation régionale à l'Architecture et à l'Environnement de Lorraine (carte 17). Là encore, la connaissance de la végétation des biotopes lacustres et fluviaux a trouvé sa justification pratique dans la réalisation de document débouchant sur le concret à savoir des cartes de préaménagement et des cartes de sensibilisation à des fins conservatoires.

Les inventaires floristique et phytocoenologique que nous avons conduits sur les biotopes lacustres et fluviaux du nord-ouest de la France, apparaissent nécessaires. Des inventaires de ce type devraient être conduits rapidement au niveau des différents écosystèmes du nord-ouest de la France comme ils l'ont déjà été par GEHU sur les milieux littoraux. Ces inventaires floristiques (et phytosociologiques), faunistiques devraient permettre une meilleure connaissance de la flore et de la faune régionale, avec l'espoir d'une préservation plus efficace des espèces et des phytocoenoses les plus menacées et les plus sensibles. Seuls, des inventaires de ce type menés régionalement et par milieu, peuvent aboutir à la réalisation d'inventaires nationaux de haute qualité. Secondairement, la transposition des résultats de ces inventaires, après intégration des différents composants, en un document cartographique facilement lisible par tous, spécialistes ou non, nous paraît l'un des meilleurs moyens d'assurer la préservation des secteurs à valeur biologique élevée auprès des collectivités et des administrations concernées.

BIBLIOGRAPHIE

- ACLOQUE, A., 1902. - Contribution à la Flore du Pas-de-Calais. *Monde des Plantes*, 18 : 52. Toulouse.
- ACLOQUE, A., 1903. - Flore du Nord de la France. Baillièrre et Fils, éd., Paris.
- ACLOQUE, A., 1905. - Contribution à la Flore du Nord de la France. *Monde des Plantes*, 33 : 54. Toulouse.
- ALBRECHT-ROHNER, H., 1968. - Zürcher Lebermoosflora II. Teil Musci. *Musca Hepatici Turicenses* (Helvetia). II partie. *Rev. bryol. et lich.*, 36 : 458-500. Paris
- ALBRECHT-ROHNER, H., 1968. - *Ricciocarpus natans* (L.) Corda Neu für den Kt. Zürich die Nordost-Schweiz. *Rev. bryol. et lich.*, 36 : 501-504. Paris.
- ALLORGE, P., 1920-1921. - Les associations végétales du Vexin français. *Rev. gen. Bot.*, 33-34 : 342. Paris.
- ALLORGE, P. et DENIS, M., 1923. - Excursion phytosociologique aux lacs de Biscarosse (Landes). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 70 : 693-716. Paris.
- ALLORGE, P. et GAUME, R., 1925. - Esquisse phytogéographique de la Sologne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 72 : 5-59. Paris.
- AUGIER, J., 1966. - Flore des Bryophytes, P. Lechevalier, ed., 702. Paris.
- BARBE, J., 1975. - Organismes dulçaquicoles de Franche-Comté. VII - Clé de détermination des groupements végétaux. *Ann. Sc. Un. Besançon*, 16 : 25-31. Besançon.
- BEGUINOT, A., 1941. - La laguna de Venezia 3. Venezia.
- BELLOT, F., 1950-1951. - Sinopsis de la végétation de Gallica. *Ann. del Jard. botanico de Madrid*, 10 : 389-444. Madrid.
- BERTON, A., 1948. - Plantes de Douai. *Monde des Plantes*. 249 : 2-3. Toulouse.
- BERTON, A., 1952. - Note sur la flore régionale. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 5 : 127-128. Lille.
- BERTON, A., 1954. - Le *Carex vulpina* dans le Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 7, 1-2 : 51-54. Lille.
- BERTON, A., 1954. - Le *Scirpus tabernaemontani* Gmel. Localités du Nord. Quelques caractères. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 7, 1 : 92-97. Lille.
- BERTON, A., 1954. - *Poa palustris* dans le Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 7, 92-97. Lille.
- BERTON, A., 1954. - *Carex vulpina* et *Carex subvulpina* Senay. *Monde des Plantes*, 303-304 : 3-4. Toulouse.
- BERTON, A., 1955. - Note sur la Flore des environs de Douai. 80ème Congrès des Soc. sav., 263 : 6. Paris.
- BERTON, A., 1956. - Les *Equisetum* du Nord. *Monde des Plantes*, 320 : 24. Toulouse.
- BERTON, A., 1964. - Données complémentaires ou historiques sur des plantes de la région. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 17 : 69-73. Lille.
- BERTON, A., 1964. - Données sur l'évolution de la flore dans la région du Nord. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 90ème session extraordinaire, 111 : 159-189. Paris.
- BERTON, A., 1973. - Quelques caractères des *Equisetum*. *Monde des Plantes*, 379 : 1-2 et 380 : 1-4. Toulouse.
- BERTON, A. et DEBRAY, M., 1960. - Les *Bidens* de Douai. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 13 : 97-108. Lille.
- BERTON, A. et GEHU, J.M., 1957. - *Carex vulpina* L. dans la vallée de la Sambre française. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 10 : 102-104. Lille.
- BLIN, J.B., 1865. - Etude sur la vallée de la Sensée. *Mem. Soc. Emul. de Cambrai*, 165-174. Cambrai.

- BOLOS, O. de, MOLINIER, R. et MONTSERRAT, R., 1970. - Observations phytosociologiques dans l'île de Minorque. *Acta geobot. Barcinon.* 5 : 1-150. Barcelona.
- BONNIER, G. et DOUIN, R., 1934. - Flore complète et illustrée en couleur, de France, Suisse, Belgique. *Libr. gén. de l'Ens.*, 425. Paris.
- BONNIER, G. et de LAYENS, G., 1948. - Flore complète portative de la France et de la Suisse. *Libr. gén. de l'Ens.* 12 vol. Paris.
- BONNIER, G. et de LAYENS, G., 1955. - Nouvelle Flore du Nord de la France et de la Belgique. *Libr. gén. de l'Ens. Nouv. éd.*, 309. Paris.
- BOREL, A., 1959. - Le *Botrychium lunaria* dans le Nord de la France. *Revue Fed. fr. Soc. Sc. nat.*, 9 : 60-63. Paris.
- BOREL, A., 1963. - Complément à la Flore du Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 16 : 3-9. Lille.
- BOREL, A. et LERICQ, R., 1959. - Une phytocénose à *Botrychium lunaria* (L.) Sw. en forêt de Vicoigne (Nord). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 106 : 23-24. Paris.
- BOULAY, N., 1878-1879-1880. - Révision de la Flore des départements du Nord de la France. I. Bibliographie et explorations : 63 - II. Explorations : 46 - III. Explorations : 60, Imp. Quarre. Lille.
- BOURNERIAS, M., 1968. - Guide des groupements végétaux de la région parisienne. S.E.D.E.S., 290. Paris.
- BOURRELY, P., 1966. - Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les Algues vertes. Boubée et Cie, 512. Paris.
- BOURRELY, P., 1966. - Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les Algues brunes. Boubée et Cie, 512. Paris.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. - Plant Sociology. The study of plants communities. Mc Graw Hill Book Company, 439. London.
- BRAUN-BLANQUET, J., MEYER, P. et TCHOU, Y., 1946. - Ueber den Dachungswert der Arten in den Pflanzengesellschaften der Ordnung *Vaccinio-Picetalia*. *Sigma*, 90 : 115-119. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J., 1928. - Vocabulaire de Sociologie végétale. Ed. 3, éd. Roumegous et Dehau, 23. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET, J., ROUSSINE, N. et NEGRE, R. 1952. - Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Ed. C.N.R.S., 297. Paris.
- BRAUN-BLANQUET, J. et TÜXEN, R., 1952. - Irische Pflanzengesellschaften. *Veröff. geobot. Inst. Rübel, Zürich*, 25 : 224-415. Bern.
- BRUNERYE, L., 1962. - Les marais des Monédières (Haute-Corrèze). Etude phytosociologique et évolution de la végétation. Ed. Delondre, 245. Paris.
- CALLENS, P. et DION, R., 1937. - Anchin Pecquencourt et les monuments mégalithiques de la vallée de la Sensée. I. Compte-rendu d'ensemble et commentaire historique par P. CALLENS ; II. Commentaire géographique par R. DION. *Bull. Soc. Géogr.*, 272-288. Lille.
- CARPENTIER, A., 1936. - *Azolla filiculoides* à Vicoigne. *Monde des Plantes*, 221 : 36. Toulouse.
- CARSTENSEN, U., 1955. - Laichkrautgesellschaften an Kleingewässer Schleswig-Holsteins. *Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* 27 : 144-170. Kiev.
- CELET, P., 1969. - Géologie du Cambrésis et des régions environnantes. *Ann. Soc. géol. Nord*, 69 : 91-102. Lille.
- CHOUARD, P., 1933. - Les documents cartographiques sur les tourbières actuelles et préhistoriques de France. *C.R. du Congrès intern. Géogr., Paris 1931*, 2 : 770-809, 4 c. Paris.
- CLAPHAM, A.R., TUTIN, T.G. et WARBURG, E.F., 1962. - Flora of the British Isles. Camb. Univ. Press, 1591 illustr. IV (Monoc.) : 1269, Cambridge.
- CLUSEAU, R. et RICOUR, J., 1960. - Recherches des griffons d'alimentation des étangs de Lecluse et Ecourt-Saint-Quention (P.de C.) par mesures thermométriques. *Ann. Soc. géol. Nord*, 60 : 87-90. Lille.
- COOK, C.D.K., 1966. - A Monographic Study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (D.C.) A.Gray. *Mitt. botan. Staatssamml.*, 6 : 47-237, München.
- CORILLION, R., 1948-1949. - Les associations des étangs et de leur ceinture dans le Bas-Maine armoricain. *Bull. Soc. May-Sc.*, 101-126 et 66-73. Laval.

- CORILLION, R., 1949. - Les associations de Charophycées de l'Ouest et du Nord-Ouest de la France. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 228 : 596-598. Paris.
- CORILLION, R., 1957. - Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. Imp. Bretonne, 499. Rennes.
- 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. Imp. Jouve, 214. Paris.
- DAGET, P. et GODRON, M., 1974. - Vocabulaire d'Ecologie. Imp. Dehan, 279, Montpellier.
- DANGIEN, B. et DECORNET, J.M., 1977. - Aperçu phytosociologique des groupements aquatiques et semi-aquatiques des mardelles du Bassigny. *Doc. phytos.*, n.s. 1 : 51-70, Vaduz.
- DE LANGHE, J.E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. et VANDEN BERGHEN, C., 1973. - Nouvelle Flore de Belgique du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermato-phytes). *Ed. Patrim. Jard. Bot. nat. de Belgique*, 821. Bruxelles.
- DELVOSALLE, L., DEMARET, F., LAMBINON, J. et LAVALREE, A., 1969. - Plantes rares, disparues ou menacées de disparition en Belgique : l'appauvrissement de la flore indigène. *Serv. Res. natur. dom. et Cons. Nat.*, Trav. 4 : 127. Bruxelles.
- DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J. et LAVALREE, A., 1970. - A propos de la détermination des Renoncules aquatiques et de leur distribution en Belgique. *Natura Mosana*, 23 : 5-22. Marchienne-au-Pont.
- DESCY, J.P., 1973. - La végétation algale benthique de la Meuse belge et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia*, n.s 66 : 62- Liège.
- DESCY, J.P. et DUVIGNEAUD, J., 1974. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le département des Ardennes (France). *Natura Mosana*, 27 : 145-146. Marchienne-au-Pont.
- DEWAILLY, J.M., 1966. - Utilisation du sol et aménagement de la vallée de la Sensée. *D.E.S. Fac. Lettres et Sc. humaines Inst. Géogr.*, 214. Lille.
- DOLLE, L., 1924. - Etude sur les eaux souterraines de la région de Cambrai. *Thèse Doct., Etat*. Imp. de l'Édition et de l'Industrie 304. Montrouge.
- DIERSCHKE, H., et TÜXEN, R., 1975. - Die Vegetation des Langholter und Rhauer Meeres und Seiner Randgebiete. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 18 : 157-202. Todenmann - Rinteln.
- DONSELAAR, J, van, avec la coll. de KOP, L.G. et VAN DER VOO, E., 1961. - On the vegetation of former river beds in the Netherlands (R.I.V.O.N. comm. 91). *Wentia*, 5 : 1-85. Amsterdam.
- DOUXAMI, H., 1909. - Esquisse de la Géographie physique et de l'Hydrologie du Nord de la France. Lille et la région du Nord en 1909. *Ann. Soc. géol. Nord*, 38 : 261-294. Lille.
- DUBOIS, G. et DUBOIS, C., 1935. - Tourbes de la Somme en aval d'Amiens. *Ann. Soc. géol. Nord*, 60 : 100-106. Lille.
- DUPONT, P., 1962. - La flore atlantique européenne. Introduction à l'étude du secteur Ibéro-Atlantique. *Doc. Cart. Prod. vég.*, 414. Toulouse.
- DURIN, L., 1955. - Les *Filicariae* du département du Nord. Répartition et écologie. *Ann. Sc. nat., Bot.*, IIème série, 16 : 481-492. Paris.
- DURIN, L. et GEHU, J.M., 1956. - Remarques sur l'écologie et la répartition de quelques plantes de la vallée de la Sambre française. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 9 : 38-48. Lille.
- DURIN, L. et LERICQ, R., 1956. - Reconnaissance phytosociologique dans le Bassin supérieur de l'Escaut. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 9 : 110-121. Lille.
- DURIN, L. et LERICQ, R., 1963. - La lande à *Erica* dans la forêt de St-Amand-les-Eaux. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 16 : 47-51. Lille.
- DUVIGNEAUD, J., 1958. - Contribution à l'étude des groupements prairiaux de la plaine alluviale de la Meuse-Lorraine. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 91 : 7-75. Bruxelles.
- DUVIGNEAUD, J., 1970. - L'association à *Littorella uniflora* et *Eleocharis*

- acicularis*, dans l'Entre-Sambre-Meuse. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 104 : 235-250. Bruxelles.
- DUVIGNEAUD, J., 1972. - La flore et la végétation des rives d'étangs dans la partie occidentale de l'Entre-Sambre-Meuse. *Natur. Belg.*, 53 : 1-18. Bruxelles.
- DUVIGNEAUD, P., 1946. - La variabilité des associations végétales. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 78 : 107-134. Bruxelles.
- DUVIGNEAUD, P., 1976. - La synthèse écologique. Ed. Doin, 296. Paris.
- ELLENBERG, H., 1956. - Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Einführung in die Phytologie IV, I, (H. Walter). E. Ulmer. Stuttgart.
- ELLENBERG, H., 1963. - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einführung in die Phytologie IV, II, (H. Walter). E. Ulmer, 943. Stuttgart.
- EMPAIN, A., 1973. - La végétation bryophytique aquatique et subaquatique de la Sambre belge, son déterminisme écologique et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia n.s.* 69 : 1-58. Liège.
- ENGEL, R. et KAPP, E., 1964. - Contribution à l'étude de la flore des Vosges du Nord. II. *Potamogeton. Bull. Ass. philom. d'Als. Lor.*, 11 : 309-325. Strasbourg.
- FABRI, R. et LECLERCQ, L., 1977. - Végétation et caractéristiques physico-chimiques des eaux de trois rivières de Haute Ardenne belge : la Helle, la Roere et la Warche. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 110. Bruxelles (sous presse).
- FOURNIER, P., 1928. - Flore complétive de la plaine française. Ed. P. Lechevalier, 632. Paris.
- FOURNIER, P., 1946. - Les quatre flores de la France. Ed. P. Lechevalier, 1105. Paris.
- FRILEUX, P.N., 1977. - Les groupements végétaux du Pays de Bray (Seine maritime et Oise - France). *Thèse Doct. Etat.* I : 209, et II : 48 tab. Rouen.
- FREITAG, H., MARKUS, Chr. et SCHWIPPEL, J., 1958. - Die Wässer und Sumpfpflanzenengesellschaften im Magdeburger Urstromtal südlich des Fläming. *Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam, math.-nat.*, 4 : 65-92, Postdam.
- FROMENT, P., 1946. - L'artésianisme dans la vallée de la Souche entre Chivres et Liesse (Aisne). *Ann. Soc. géol. Nord.*, 66 : 2-15. Lille.
- FROMENT, P., 1946. - Les marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette. *Ann. Soc. géol. Nord.*, 66 : 63-72. Lille.
- FROMENT, P., 1946. - Sur le développement de *Chara* dans un étang de tourbière à Liesse (Aisne). *Ann. Soc. géol. Nord.*, 66 : 307-313, Lille.
- FROMENT, P., 1947. - Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée. Le gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord). *Ann. Soc. géol. Nord.*, 67 : 32-42. Lille.
- FROMENT, P., 1948. - Quelques observations sur les Characées récoltées dans les marais de la vallée de la Souche (Aisne). *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 1 : 27-31. Lille.
- FROMENT, P., 1953. - Recherches sur la flore, le développement des végétaux et leurs groupements dans les vallées du Laonnois et du Vermandois. *Thèse Doct. Etat.*, 280, 17 pl. Lille.
- FUKAREK, F., 1961. - Die Vegetation des Darss und ihre Geschichte. *Pflanzensoziologie*, 12 : 1-321. Iéna.
- FUKAREK, F. et ARENDT, K., 1974. - Pflanzengesellschaften von Fließgewässern als Indikatoren für die Gewässerverschmutzung und die biologische Selbstreinigung. *Vegetation Science and Environmental protection, internat. Symposium 1974*, 185-192. Tokyo.
- GADECEAU, E., 1909. - Le lac de Grand-Lieu. Imp. Dugas, 155. Nantes.
- GAMBLIN, A., 1972. - Les Régions du Nord. Carte extraite du cours de géographie sur le Nord de la France. Institut de Géographie. Lille.
- GEHU, J.M., 1959. - Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. *Thèse Doct. Etat en Pharmacie. Vegetatio*, 1961, 10 : 69-148, 161-209, 257-372. Den Haag.

- GEHU, J.M., 1959. - Quelques aspects de la végétation de l'Avesnois, région pré-ardennaise. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 12 : 118-126. Lille.
- GEHU, J.M., 1962. - Quelques plantes intéressantes pour le Nord de la France trouvées en 1961. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 15 : 15-21. Lille.
- GEHU, J.M., 1963. - Notes sur la conductivité des eaux du Sud-Est du département du Nord et de ses corrélations avec la végétation aquatique. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 16 : 77-89. Lille.
- GEHU, J.M., 1964. - L'excursion dans le Nord et l'Ouest de la France de la Société internationale de Phytosociologie. *Vegetatio*, 12 : 1-95. Den Haag.
- GEHU, J.M., 1964. - A propos d'une nouvelle station de *Lycopodium clavatum* dans le Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 17 : 87-90. Lille.
- GEHU, J.M., 1973. - Notes de paléo-phytosociologie récente dans le parc régional de St-Amand. I. La butte du Mont des Bruyères. *Doc. phytos.*, 4 : 41-43. Lille.
- GEHU, J.M., 1973. - Unités taxonomiques et végétation potentielle du Nord de la France. *Doc. phytos.*, 4 : 1-22. Lille.
- GEHU, J.M., 1974. - Sur l'emploi de la méthode phytosociologique sigmatiste dans l'analyse, la définition et la cartographie des paysages. *C.R. Acad. Sc.*, 279 : 1167-1170. Paris.
- GEHU, J.M., 1976. - Le concept de sigmassociation et son application à l'étude du paysage végétal des falaises atlantiques françaises. *Symposium "Plant species and plant community" de Nijmegen*, 12, t. 1 (sous presse).
- GEHU, J.M., avec la coll. de BODARD, M., BON, M., DELELIS-DUSOLLIER, A., DELSAUT, M., DELZENNE-VAN HALLUWYN, C., GEHU-FRANCK, J. et GODIN, J., 1975. - Etude écologique de la cuvette audomaroise et de ses abords, 313. Lille.
- GEHU, J.M. et LERICQ, R., 1957. - Nouvelles observations concernant la flore du département du Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 10 : 119-128. Lille.
- GEHU, J.M., RICHARD, J.L. et TUXEN, R., 1972. - Compte-rendu de l'excursion de l'Association internationale de Phytosociologie dans le Jura en juin 1967 (1ère partie). *Doc. phytos.*, 3 : 1-44. Lille.
- GEHU, J.M. et WATTEZ, J.R., 1960. - La végétation des environs de Montreuil-sur-Mer. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 13 : 77-85. Lille.
- GEHU, J.M. et WATTEZ, J.R., 1965. - Notes sur la végétation des marais de la plaine maritime picarde. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 18 : 141-163. Lille.
- GILLET, Cl., 1960. - Les Charophycées de l'Ardenne et des régions voisines. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 92 : 197-228. Bruxelles.
- GODON, J., 1909. - Caractéristiques de la Flore du département du Nord in Lille et la région du Nord en 1909. Danel imp., 79-119. Lille.
- GODON, J., 1910. - Catalogue raisonné et descriptif des plantes vasculaires du Cambrésis. Imp. Deligne et Cie, 65. Cambrai.
- GOFFART, J., 1934. - Flore du Nord de la France, de la Belgique et du Grand Duché de Luxembourg. Hermann ed., 483. Paris.
- GOSSELET, J., 1865. - Constitution géologique du Cambrésis. *Mém. Soc. Emul. Cambrai*, 28 : 404-415. Cambrai.
- GOSSELET, J., 1887. - Leçons sur les nappes aquifères du Nord. *Ann. Soc. géol. Nord*, 14 : 249-306. Lille.
- GOSSELET, J., 1897. - Cours de géographie physique du Nord de la France et de la Belgique. *Bull. Soc. géol. Nord*, 26 : 243-262. Lille.
- GOSSELET, J., 1903. - Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines, 421. Lille.
- GOSSELET, J., LERICHE, M. et DOUXAMI, H., 1909. - Aperçu géologique du département du Nord. *Ann. Soc. géol. Nord*, 38 : 190-260. Lille.
- GOSSELIN, E., 1893-1894. - Contribution à la flore des environs de Douai (1ère note). *Mém. Soc. agr. Sc. Arts Départ. Nord*, 3ème série, 5 : 59-81. Douai.
- GOSSELIN, E., 1897-1899. - Contribution à la flore des environs de Douai (2ème note). *Mém. Soc. agr. Sc. Arts Départ. Nord*, 3ème série, 7 : 187-212. Douai.

- GOSSELIN, E., 1909-1910. - Contribution à la flore des environs de Douai (3ème note). *Mém. Soc. agr. Sc. Arts Départ. Nord*, 3ème série, 12 : 69-91. Douai.
- GOUNOT, M., 1969. - Méthode quantitative de la végétation. Masson, 308. Paris.
- GUINOCHET, M., 1973. - Phytosociologie. Masson, 227. Paris.
- HARTOG, C. den, 1963. - Enige waterplantengemeenschappen in Zeeland. *Gorteria*, 1 : 155-164. Leiden.
- HARTOG, C. den et SEGAL, S., 1964. - A new classification of the waterplant communities. *Act. Bot. Neerl.*, 13 : 367-393. Amsterdam.
- HECART, G., 1836. - *Florula Hannoniensis* *Mém. Soc. agr. Sc. Arts Valenciennes*, 2 : 153-208. Valenciennes.
- HEGI, G., 1939-1963. - Illustrierte Flora von Mittel Europa, 13 v. C. Hanser Verl. München.
- 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, II. Die Röhrrichtengesellschaften. *Hercynia*, n.F. 8-4 : 256-285. Leipzig.
- HILD, J., 1956. - Untersuchungen über die Vegetation im Naturschutzgebiete der Krickenbecker Sun. *Geob. Mitt.*, 3. Köln.
- HILD, J. et REHNELT, K., 1970. - Die Kalfach und ihre Gewässer. *Vegetatio* 21 : 255-276. Den Haag.
- HUBSCHMAN, A. von, 1957. - Zur Systematik der Wassermossgesellschaften Norddeutschlands. *Mitt. flor.-soz. Arbeitstagen*, 4 : 14-25. Stolzenau/Weser.
- JOUANNE, P., 1925-1927. - Essai de géographie botanique sur les forêts de l'Aisne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 72 : 314-336 et 853-856, 73 : 924-946, 74 : 858-869. Paris.
- JOVET, P., 1949. - Le Valois. Phytosociologie et Phytogéographie. S.E.D.E.S., 389. Paris.
- KAPP, E., 1957. - Contribution à l'étude de la végétation aquatique de l'Est de la France : quelques formes nouvelles ou peu connues dans la plaine du Rhin. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.*, 10 : 2-13. Strasbourg.
- KAPP, E. et SCHAEFFER, R., 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. philom. Als. Lorr.*, 11 : 215-239. Strasbourg.
- KAPP, E., et SELL, Y., 1965. - Les associations aquatiques d'Alsace. 1ère partie : Strasbourg et ses environs. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.*, 12 : 66-78. Strasbourg.
- KERAUTRET, L., 1970. - La mare à Goriaux, réserve ornithologique du P.N.R. de St-Amand. *Ann. Centre Doc. pédag. rég. Lille*, n° 1, 1-4. Lille.
- KERAUTRET, L., 1976. - Recensements d'oiseaux nicheurs dans la réserve ornithologique de la Mare à Goriaux (contribution à l'étude de l'avifaune du Parc Naturel Régional de St-Amand - Raismes -Nord). *Le Héron*, 4 : 35-78. Ronchin.
- KOCH, W., 1926. - Die Vegetationseinheiten der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. *Jahrb. St Gallischen natur. wiss. Ges.*, 61 : 1-144. St-Gallen.
- KOHLER, A., 1976. - Makrophytische Wasserpflanzen als Biöindikatoren für Belastungen von Fließgewässer - Ökosystemen. *Verh. Ges. Ökol.*, 1 : 255-276, Wien.
- KOHLER, A., VOLLRATH, H., et BEISL, E., 1971. - Zur Verbreitung, Vergesellschaftungen und Ökologie der Gefäßmakrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). *Arch. Hydrobiol.*, 69 : 333-365. Stuttgart.

- KRAUSCH, H.D., 1964. - Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. I. Die Gesellschaften des offenen Wassers, *Limnologica*, 2 : 145-203. Berlin.
- KRAUSE, W., 1969. - Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 95 : 202-253. Stuttgart.
- KRAUSE, W., 1971. - Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinebene : Die Äschenregion. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 37 : 387-465. Stuttgart.
- KRUSEMAN, G. et VLIENER, J., 1939. - Akkerassociaties in Nederland (S.I.G.M.A. 71). *Nederl. kruidk. Arch.*, 49 : 327-398. Amsterdam.
- KUFFERATH, J., 1951. - Représentation graphique et classification chimique rationnelles en types des eaux naturelles. *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg.* 27, 43 : 1-8, 44 : 1-6, 45 : 1-8. Bruxelles.
- LABRIQUE, J.P., 1961. - La mesure en courant continu de la conductivité électrique des eaux. *Vegetatio*, 11 : 42-52. Den Haag.
- LACHMANN, A., 1951. - Note sur quelques plantes récoltées aux environs de Lille, St-Amand, Merville, St-Omer. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 4 : 95-97. Lille.
- LAFOREST, R., 1929. - Etude sur les pays de la Scarpe et de la Sensée. *Bull. Soc. Géogr.*, 71 : 82-92. Lille.
- LANDOLT, E., 1975. - Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba*, *Lemna minor* group. *Aquatic Botany*, 1 : 345-363. Amsterdam.
- LANGENDONCK, H.J. van, 1935. - Etude sur la flore et la végétation des environs de Gand. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 68 : 117-180. Bruxelles.
- LANG, G., 1967. - Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 32 : 437-574. Stuttgart.
- LEBRUN, J., NOIRFALISE, A., HEINEMANN, P. et VANDEN BERGHEN, C., 1949. - Associations végétales de Belgique. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 82 : 105-199. Bruxelles.
- LEBRUN, J., NOIRFALISE, A. et SOUGNEZ, N., 1955. - Sur la flore et la végétation du territoire belge de la Basse-Meuse. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 87 : 157-194. Bruxelles.
- LEMEE, G., 1937. - Recherches écologiques sur la végétation du Perche. *Thèse Doct. Etat*, Libr. gén. Enseig., 338. Paris.
- LEQUEUX, A., 1934. - Les alluvions de l'Escaut et de la Scarpe d'après les nouveaux sondages. *Ann. Soc. géol. Nord Fr.*, 59 : 108-118. Lille.
- LERICQ, R., 1958. - Informations floristiques concernant la région du Nord. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 11 : 138-143. Lille.
- LERICQ, R., 1965. - Contribution à l'étude de groupements végétaux du bassin français de l'Escaut, *Thèse Doct. Etat*. Imp. Morel, 153. Lille.
- LERICQ, R., 1968. - Les terrils de la région de Condé-sur-Escaut. Aperçus floristiques, écologiques et phytosociologiques. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 21 : 19-27. Lille.
- LERICQ, R., 1971. - La végétation du barrage exondé de Pannesière-Chaumard. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 24 : 103-108. Lille.
- LESTIBOUDOIS, F.J., 1781. - Botanographie Belgique. Henry J.B. ed. Lille.
- LESTIBOUDOIS, Th., 1827. - Botanographie Belgique ou Flore du Nord de la France et de la Belgique proprement dite. I. Cryptogames : 498. II. Phanérogames : 498. Vanackere Libr. ed. Paris et Lille.
- LINDER, R., 1964. - La Pologne, carrefour des influences climatiques sur la végétation européenne. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 17 : 1-8. Lille.
- LOHAMMAR, G., 1938. - Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. *Symp. bot. ups.*, 3 : 1. Uppsala.
- LOHMEYER, A., MATUSZKIEWICZ, W., MERKER, H., MOORE, J.J., MÜLLER, Th., OBERDORFER, E., POLI, E., SEIBERT, P., SUKOPP, H., TRAUTMANN, W., TÜXEN, J., TÜXEN, R. et WHESTHOFF, V., 1962. - Contribution à l'unification du système phytosociologique pour l'Europe moyenne et nord-occidentale. *Melhoramento*, 15 : 137-151. Elvas.

- LOUIS, J. et LEBRUN, J., 1942. - Premier aperçu sur les groupements végétaux en Belgique. *Bull. Inst. agron. et Stat. Rech. Gembloux*, 11 : 1-14, 1-82. Gembloux.
- MAGNIN, G., 1894. - Contribution à la connaissance de la flore des lacs du Jura suisse. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 41 : 108-128. Paris.
- MAGNIN, G., 1904. - La végétation des lacs du Jura. Ed. Klincksuck, 426. Paris.
- MALCUIT, G., 1929. - Contributions à l'étude phytosociologique des Vosges méridionales saonnoises - Les associations végétales de la vallée de la Lanterne. *Arch. Bot.*, 2 : 1-211. Caen.
- MALMER, N., 1961. - Ecologic Studies on the Water Chemistry of Lakes in the South Sweden. *Bot. Not.*, 114 : 121-144. Lund.
- MARION, L. et MARION, P., 1977. - Contribution à l'étude écologique du Lac de Grand-Lieu. *Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, suppl. h.s. 611. Nantes.
- MASCLEF, A., 1886. - Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais. Savy éd., I : 111 et II : 213. Paris.
- MERIAUX, J.L., 1974. - Etude de la végétation de la Mare à Goriaux. Parc Naturel Régional de St-Amand - Raismes. *D.E.A.*, 56, 5 tabl., 1 c. Lille.
- MERIAUX, J.L., 1974. - Les *Carex* du Parc Naturel Régional de St-Amand - Raismes. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 10, 1 c. Lille (sous presse).
- MERIAUX, J.L., 1975-1976. - Végétation de la Mare à Goriaux. (Parc Naturel Régional de St-Amand - Raismes). *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 28-29 : 15-18. Lille.
- MERIAUX, J.L., 1975-1976. - Influence écologique du Rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) sur l'écosystème étang. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 28-29 : 3. Lille.
- MERIAUX, J.L., 1977. - *Elodea nuttalli* (Planch.) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, Lille (sous presse).
- MERIAUX, J.L. et GEHU, J.M., 1977. - De l'analyse synphytosociologique des complexes de végétation à celle des végétations complexes. Exemple de groupements aquatiques et subaquatiques - *Symposium intern. de Rinteln*. Les complexes paysagers d'associations (Sigmassociations). sous presse.
- MERIAUX, J.L. et TOMBAL, P., 1976. - Les biotopes et phytocénoses à *Osmunda regalis* L. dans le Nord de la France. *Doc. phytos.*, 10, 1 c., 1 tabl. Lille.
- MISRA, R.D., 1938. - Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English lakes. *J. Ecol.*, 26. Cambridge.
- MIYAWAKI, A. et TÜXEN, J., 1960. - Über *Lemnetea* Gesellschaften in Europa und Japan. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 8 : 127-135. Stolzenau/Weser.
- MÜLLER, Th., 1962. - Die Fluthahnenfussgesellschaften unserer Fließgewässer. *Veröff. Landst. Natursch. u. Landschaftopfl. Bad-Württ.*, 30 - 152-163. Ludwigsburg.
- MÜLLER, Th. et GÖRS, S., 1960. - Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden - Württemberg. *Beitr. naturk. Forsch. Südw. Deutschl.*, 19 : 60-100. Karlsruhe.
- MULLENDERS, W., DE LANGHE, J.E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J., LAWALREE, A., VANDEN BERGHEN, C., 1967. - Flore de Belgique du Nord de la France et des régions voisines. Ed. Desoer, 749. Liège.
- NEDELICU, G.A., 1964. - Notă floristică și geobotanică a Bălții Dudu. *Soc. St. biol. Rep. soc. românia*, 7 : 65-72. Bucaresti.
- NEDELICU, G.A., 1973. - Soziologische und ökologische Studien über Wasser- und Sumpfpflanzen einiger Wasserbecken der rumänischen Ebene. *Dissertationes botanicae*, 21 : 220. Lehre.
- NISBET, M. et VERNEAUX, J., 1970. - Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. *Ann. Linn.*, 6 : 161-190. Toulouse.
- OBERDORFER, E., 1957. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. *Pflanzensoziologie*, 10 : 567. Iena.
- OBERDORFER, E., 1970. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Ulmer, 3ème éd. 987. Stuttgart.

- OBERDORFER, E., GÖRS, S., KORNECK, D., LOHMEYER, W., MÜLLER, Th., PHILIPPI, G. et SEIBERT, P., 1967. - Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen -und Gefässkryptogamen - Gesellschaften. Ein Diskussionsentwurf. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 2 : 6-62. Bad Godesberg.
- OZENDA, P., 1964. - Biogéographie végétale. Ed. Doin, coll. Biologie, 364. Paris.
- PANKNIN, W., 1941. - Die Vegetation einiger Seen in der Umgebung von Joachimsthal in der Uckermark, Kr. Angermünde (Grimnitzsee, GrosserLubowsee, Dövinsee, Kleiner Lubowsee). *Bibliotheca botanica*, ed. E. Schweizerbart'sche. 163, 16 tabl. Stuttgart.
- PASSARGE, H., 1964. - Pflanzengesellschaften des Nordostdeutschen Flachlandes, *Pflanzensoziologie*, 13 : 304. Iena.
- PAŪN, M., 1966. - Vegetația acvatică din împrejurimile orasului Bals. (La végétation aquatique des environs de la ville de Bals). *Soc. St. biol. Rep. soc. România*, 10 : 201-202. Bucaresti.
- 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, Rotonda) 1 manuscrit, 7 p.
- PERIER, R., 1963. - La faune de la France en tableaux synoptiques illustrés. Libr. Delagrave, 11 t. Paris.
- PETIT, D., 1971. - La végétation des terrils du Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 24 : 135-149. Lille.
- PETIT, D. et LINDER, R., 1973. - La végétation des terrils du Nord de la France. *Bull. A.P.B.G.*, 208 : 47-75. Paris.
- PHILIPPI, G., 1969. - Besiedlung alter Ziegeleigruben in der Rheinnaderung zwischen Speyer und Mannheim. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 14 : 238-253. Todenmann - Rinteln.
- PIGNATTI, S., 1953. - Introduzione allo studio fitosociologie della pianura Veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Arch. Bot.*, 28 : 263 et 29 : 1-129. Forli.
- PODBIELKOWSKI, Z., 1970. - Die Vegetation unter Verlauf des Verwachsungsprozesses der künstlichen Wasserbecken und Wasserläufe der Mazowsze-Niederung. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 39 : 63-114. Warszawa.
- PODBIELKOWSKI, Z. et TOMASZEWSKI, H., 1974. - Syntaxonomic position of *Hydrocharicetum morsus-ranae* van Langendonck 1935. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 63 : 377-380. Warszawa.
- POP, I., 1962. - Vegetația acvatică și palustra de la Salonta (Reg. Crisana). *Acad. R.P.R. Filila Cluj. Stud. și cercet. biolog.*, 13. Cluj.
- POTIER, A., 1876. - Feuille de Douai (n° 8 de la carte géologique de France au 1/80000 ème).
- PUTOT, P., 1975. - Les groupements herbacés de la région de Morez, Bois d'Amont (Jura). *Ann. sc. Univ. Besançon*, 3 : 77-140. Besançon.
- RASTETTER, V., 1963. - Contribution à l'étude de la végétation du Haut-Rhin. Les étangs du Sundgau. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 110 - 142-146. Lille.
- RAUNKIAER, C., 1905. - Types biologiques pour la géographie botanique. *Bull. Ac. roy. Sc. Danemark*.
- REICHHOFF, L., 1974. - Bericht über den Zustand der Wasser - und Sumpfvegetation in Sarensee - N.S.G. Sarenbruck Krs. Rosslau. *Natursch. u. naturkd. Heimatforsch. Bez.*, 11-12 : 105-111. Halle u. Magdeburg.
- RIOMET, L.B., 1952-1961. - Flore de l'Aisne (publiée par M. BOURNERIAS). *Union des Sociétés fr. Hist. nat.*, 356. Versailles.
- RIVAS-GODAY, S., 1969. - Révision de las comunidades hispanas de la clase *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. 1943. *Ann. Inst. Botanico A.J. Cavanilles*, 27 : 226-276. Madrid.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1974. - Sintaxones conocidos del área asturiano-leonesa, a estudiar. Amicale phytos. Sesión Asturias-Léon, 5-15 juillet, 11.
- RODIER, J., 1960. - L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau. Dunod éd., 358. Paris.

- ROISIN, P., 1969. - Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe. Duculot éd., 262. Gembloux.
- ROLL, H., 1938. - Die Pflanzengesellschaften ostholsteinischer. Fließgewässer. *Arch. Hydrobiol.*, 34 : 159-305. Stuttgart.
- ROUY, G., 1912. - Flore de France ou Description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine. Libr. Fils. E. Deyrolle, t. 13, 548. Paris.
- RUNGE, F., 1971. - Die Pflanzengesellschaften der Dinkel. *Natur. u. Heimat.*, 31 : 28-34. Münster.
- RUNGE, F., 1971. - Die Vegetation des "Beversees" bei Bergkamen. *Natur. u. Heimat.*, 31 : 92-97. Münster.
- RUNGE, F., 1971. - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Ed. Achendorff. 246. Münster.
- SAUER, F., 1937. - Die Makrophytenvegetation ostholsteinischer Seen und Teiche. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 6 : 431-592. Stuttgart.
- SCHOTSMAN, D.H., 1967. - Les *Callitriches*. *Flore de France I.*, Lechevalier éd., 152. Paris.
- SCHOTSMAN, D.H., 1972. - Notes sur la répartition des *Callitriches* en Sologne et dans les régions limitrophes. *Bull. Centre Etud. Rech. sc. Biarritz*, 9 : 19-52. Biarritz.
- SCHOTSMAN, H.D., 1977. - *Callitriches* de la région méditerranéenne. *Bull. Centre Etud. Rech. sc. Biarritz*, 11 : 241-312. Biarritz.
- SCHOTSMAN, H.D. et DUVIGNEAUD, J., 1977. - Le genre *Callitriche* en Belgique et dans les régions avoisinantes. Nouvelles contributions et clé de détermination. *Natura Mosana*, 30 : 1-22. Liège.
- SCHWICKERATH, M., 1944. - Das Hohe Venn und seine Randgebiete ; Vegetation, Boden und Landschaft. *Pflanzensoziologie*, 6 : 278. Iena.
- SEGAL, S., 1965. - A vegetation of higher aquatics in the Netherlands. *Wetenschappelijke Meded. K.N.N.V.*, 57 : 1-80. Hoogwood.
- SEGAL, S., 1968. - Schwierigkeiten bei der Systematik von Moorgesellschaften. *Ber. int. Symp. pflanzensoz. Syst.*, 1964, 220-229. Stolzenau/Weser.
- SEIBERT, P., 1962. - Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. *Landschfpfl. Vegetationsk.*, 124, 30 tab., 3 c. München.
- SELL, Y., 1960. - Contributions à l'étude des *Callitrichacées* d'Alsace. *Bull. Ass. philom. Als.-Lorr.*, 10 : 229-235. Strasbourg.
- SELL, Y., 1965. - Les plantes aquatiques au sens large : mise au point d'une classification écomorphologique. *Bull. Ass. philom. Als.-Lorr.*, 12 : 58-65. Strasbourg.
- SOMME, J., 1969. - Introduction à la géomorphologie du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, 69 : 103-110. Lille.
- SOO, R., 1927. - Geobotanische Monographie von Kolbzsvar (Klausenburg), I Teil. *Mitt. Komm. f. Heimatkde*, 4 : 1-151. Budapest.
- SYMOENS, J.J., 1957. - Les eaux douces de l'Ardenne et des régions voisines, les milieux, leur végétation algale. *Bull. Soc. roy. Bot. belg.*, 89 : 111-314. Bruxelles.
- TOMASZEWICZ, H., 1969. - The water and swamp vegetation of closed meanders of river Bug in Warsaw region. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 38 : 217-245. Warszawa.
- TÜXEN, R., 1955. - Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 5 : 155-176. Stolzenau/Weser.
- TÜXEN, R., 1970. - Die Pflanzengesellschaften nord-west Deutschlands, reprint. J. Cramer, 170. Lehre.
- TÜXEN, R., 1971. - *Lemmetea*. *Bibliographia Phytosociologica Syntaxonomica*, 2 : 33. Lehre.
- TÜXEN, R., 1972. - *Littorelletea - Utricularieta intermedio-minoris*. *Bibliographia Phytosociologica Syntaxonomica*, 12 : 79. Lehre.

- TÜXEN, R., 1972. - *Potamogetonetea*. *Bibliographia Phytosociologica Syntaxonomica*, 14 : 124. Lehre.
- TÜXEN, R., 1974. - Das Lahrer Moor - Pflanzensoziologische Beschreibung eines einländischer Naturschutzgebietes. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 17 : 39-68. Todenmann - Göttingen.
- TÜXEN, R., 1974. - Die Haselünner Kuhweide - Die Pflanzengesellschaften einer mittelalterlichen Gemeindeweide. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 17 : 69-102. Todenmann - Göttingen.
- TÜXEN, R., 1974. - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands (*Lemnea minoris* O. de Bolos 1968, 35-83), 2 ed.. J. Cramer, 207. Lehre.
- TÜXEN, R., 1975. - Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens. Entwurf für eine Übersicht der niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. *Amicale phytos.*, Session Allemagne du Nord, 31.
- ULARU, P., 1969. - Contribuție la cunoașterea vegetatiei acvatice și palustre din estul munților perșani. *Soc. st. biol. Rep. soc. românia* 11 : 173-185. Bucuresti.
- VANDEN BERGHEN, C., 1953. - Contribution à l'étude de la végétation dans la vallée de l'Ourthe en amont de Laroche-en-Ardenne. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 85 : 195-277. Bruxelles.
- VANHECKE, L., 1976. - Nieuwe gegevens over de verspreiding van enige water en moerasplanten in de maritieme polders. *Dumortiera*, 5 : 3-14. Meise.
- VERDEVOYE, P. et TETART, C., 1976. - La Sensée. Etude qualitative des eaux. S.R.E.A., 29, 8 ann., 1c. Lille.
- VIGNEUX-QUENTIN, D. et VIGNEUX, E., 1975. - Les marais d'Arleux - Etude hydrobiologique - Propositions d'aménagement. I : 96 et 16 c., II : 95. Inst. Sc. Ingénieur. Montpellier.
- VIVIER, P., 1967. - L'eutrophisation des lacs. *Bull. techn. Information Minist. Agric.*, 224 : 773-792. Paris.
- VLIEGER, J., 1938. - Aperçu sur les unités phytosociologiques supérieures des Pays-Bas. *S.I.G.M.A.*, Comm. 57 : 335-353. Montpellier.
- WATERLOT, G., 1969. - Aperçu géologique de la région de Lille. *Ann. Soc. géol. Nord*, 69 : 67-78. Lille.
- WATSON, E.V., 1955. - British Mosses and liverworts. University Press, 419. Cambridge.
- WATTEZ, J.R., 1967. - Les associations végétales du Pays de Montreuil. *Bull. Soc. Bot. Nord Fr.*, 20 : 1-128. Lille.
- WATTEZ, J.R., 1968. - Contribution à l'étude des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. *Thèse Doct. Etat en Pharmacie*, 367. Lille.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1967. - Zur Vegetation einiger Fließgewässer der Oberpflanz und der Bayerischen Waldes. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n. F., 11-12 : 25-27. Todenmann - Göttingen.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1969. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachen - *Diss. tech. Un. Hannover*, 172. Hannover.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1971. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachen (II). *Internat. Revue Hydrobiol.*, 56 : 79-122. Berlin.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1973. - Das *Parvopotameto-Zannichellietum* W. Koch 1926 im Braunschweig und Hannover. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, n.F. 15-16 : 86-87. Todenmann - Göttingen.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1973. - 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., 1949. - Landschap, Flora en Vegetatie van de Botshol nabij Abcoude. Uitg. Stichting "Commissie voor de Vecht en het O. en W. Plassengebied", Baambrugge.
- WESTHOOF, V., 1973. - L'évolution de la végétation dans les lacs eutrophes et les bas-marais des Pays-Bas. *Natur. belges*, 54 : 2-28. Bruxelles.
- WESTHOFF, V. et DEN HELD, A.J., 1969. - Planten Gemeenschappen in Nederland. B.V.W.J. Thieme et Cie, 324. Zutphen.

CHINE EN CONSTRUCTION (La), 1977. - De nouveaux engrais et l'utilisation rationnelle, 6 : 19-20.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. Archives du Centre de Valenciennes.

OFFICE NATIONAL METEOROLOGIQUE, 1942. - Etudes climatologiques de la région de Flandres, Artois, Picardie. Manuscrit Station météorologique de Lille-Lesquin.

OFFICE NATIONAL METEOROLOGIQUE, 1970. - Données relatives à la climatologie de la région de Lille et de Cambrais. Manuscrit Station météorologique de Lille-Lesquin.

POINT (Le), 1974. - Radiographie de la France, 69 : 8. Paris.

VOIX DU NORD (La), 1977. - A Fresnes, la mise de l'Escaut au grand gabarit provoque des inondations. Des mesures vont être prises pour y remédier. (Ed. de Valenciennes, 10-11 juillet).

RAPPORTS D'ETUDES DU B.R.G.M. DE LILLE

- BERKALOFF, E., RICOUR, J. et WATERLOT, G., 1960. - Projet d'exploitation des ressources hydrauliques des vallées de l'Escaut et de la Sensée (Nord), *Rapport 1645*, 13, 1 ann., 2 fig.
- BERKALOFF, E., DASSONVILLE, G., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT, G., 1962. - Réserves hydrauliques des bassins de la Sensée, de la Haute Scarpe et du Haut-Escaut, *Rapport 62 A 4*, 25, 11 tabl., 5 pl.
- BROQUET, P., DELLERY, B., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT, G., 1961. - Feuille topographique au 1/20 000ème DOUAI (n° 27), 8e, n° 5-6. Données hydrogéologiques acquises à la date du 31 juillet 1960, *Rapport A 1788*, 29, 6 ann., 6 fig.
- DASSONVILLE, G. et FONTENIER, B., 1965. - Feuille topographique au 1/50 000ème Carvin (n° 20), n° 1 à 8. Données hydrogéologiques acquises en décembre 1965, *Rapport D.S.G.R. 65 A 60*, 32, 16 ann., 4 fig.
- DASSONVILLE, G., DESOIGNIES, J., HOLVOET, R. et WATERLOT, G., 1964. - Feuille topographique au 1/20 000ème Carvin (n° 20), n° 6. Données géologiques et hydrogéologiques acquises en 1963, *Rapport D.S.G.R. 64 A 35*, 34, 4 ann., 12 fig.
- DASSONVILLE, G., DESOIGNIES, J., WATERLOT, G. et WIEME, F., 1963. - Feuille topographique au 1/20 000ème Carvin (n° 20), n° 5. Données hydrogéologiques et géologiques acquises à la date du 31 août 1962, *Rapport D.S.G.R. 63 A 27*, 54, 5 ann., 16 fig.
- DELLERY, B., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT, G., 1957. - Feuille topographique au 1/20 000ème Douai (n° 27) n° 3. Observations hydrogéologiques sur les eaux souterraines effectuées entre octobre 1956 et mars 1957, *Rapport A 1248*, 32, 6 ann., 11 fig.
- DELLERY, B., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT, G., 1958. - Feuille topographique au 1/20 000ème Douai (n° 27), n° 4. Observations hydrogéologiques sur les eaux souterraines effectuées du 1er au 31 juillet 1958, *Rapport A 1363*, 33, 5 ann., 11 fig.
- DEZWARTE, J.M., GALLE-CAVALLONI, H., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT G., 1958. - Feuille topographique au 1/20 000ème Valenciennes (n° 28), n° 5. Observations hydrogéologiques sur les eaux souterraines effectuées en février-mars 1957 et mars 1958, *Rapport A 1326*, 23, 4 ann., 6 fig.
- DEZWARTE, J.M., GALLE-CAVALLONI, H., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT G., 1959. - Feuille topographique au 1/20 000ème Valenciennes (n° 28), n° 1-2. Observations hydrogéologiques sur les eaux souterraines effectuées d'avril à décembre 1958, *Rapport A 1441*, 68, 7 ann., 14 fig.
- FOUCARD, A., THEILLIER, P., LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT G., 1961. - Feuille topographique au 1/20 000ème Douai (n° 27), n° 7-8. Données hydrogéologiques acquises à la date du 31 décembre 1961, *Rapport A 1789*, 29, 6 ann., 7 fig.
- LEROUX, E., RICOUR, J. et WATERLOT, G., 1960. - Synthèse des connaissances acquises à la date du 1er décembre 1960 sur les ressources aquifères des départements du Nord et du Pas-de-Calais, *Rapport A 1581*, 17, 6 fig.
- LEROUX, E., RICOUR, J., THEILLIER, P. et WATERLOT, G., 1958. - Feuille topographique au 1/20 000ème Valenciennes (n° 28), n° 3-4. Observations hydrogéologiques sur les eaux souterraines effectuées d'avril à décembre 1958, *Rapport A 1422*, 39, 6 ann., 9 fig.

BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE

- ANONYME, 1981. - Précartes I.F.F.B. *Doc. florist.*, 2-3-4 : 3-4. Saint-Valéry-sur-Somme.
- ANONYME, 1981. - Précartes I.F.F.B. *Doc. florist.*, 2-3-4 : 7-249. Saint-Valéry-sur-Somme.
- ARRIGNON, J., 1977. - Aménagement écologique et piscicole des eaux douces 320 p., Gauthier-Villars. Paris
- AYMONIN, G.G., 1975. - La régression des végétaux hygrophiles en Europe : ampleur et signification. *Comptes rendus 100e Congrès national Soc. sav.* II : 271-283. Paris.
- AYMONIN, G.G., 1977. - Etudes sur les régressions d'espèces végétales en France. Rapport n° 3 - Liste générale des espèces justifiant des mesures de protection. 58 p. Direction de la Protection de la Nature. Ministère de la Culture et de l'Environnement.
- AYMONIN, G.G., 1982. - Phénomènes de déséquilibre et appauvrissements floristiques dans les végétations hygrophiles en France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 377-389. Brussels.
- BALATOVA-TULACKOVA, E., 1963. - Abhängigkeit einiger Magnocaricetalia - und Molinetalia - Gesellschaften vom Pufferungsvermögen ihrer Böden. *Biologia*, XVIII (10) : 713-729. Bratislava.
- BALATOVA-TULACKOVA, E., 1966. - Synökologische Charakteristik der südmährischen Überschwemmungswiesen. *Rozprawy CSAV*, 76 (1) : 1-38. Praha.
- BALATOVA-TULACKOVA, E., 1972. - Flachmoorwiesen in mittleren und Opava-Tal (Schlesien) *Vegetace CSSR*, A4 201 p. Prag.
- BALATOVA-TULACKOVA, E. et E., HUBL, 1974. - Über die *Phragmitetea* - und *Molinetalia* - Gesellschaften in der Thaya-, March - und Donau - Aue Osterreichs. *Phytocoenologia*, 1 (3) : 263-305. Stuttgart-Lehre.
- BARREAU, H., 1982. - Contribution à l'étude phytosociologique des étangs des Dombes. Essai de synthèse des groupements aquatiques et subaquatiques au niveau européen Thèse Docteur-Ingénieur Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay. 98 p. + 64 tab. h. t.
- BEGUIN, C., GEHU, J.-M. et O., HEGG, 1979. - La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux. *Documents phytosociologiques*, N.S. IV : 47-68. Lille.
- BERTON, A., 1978. - Contribution à la détermination des *Potamogeton*. *Le Monde des Plantes*, 393 : 3-4. Toulouse.
- BITMANN, E., 1965. - Grundlagen und Methoden des biologischen Wasserbau. *Der biologische Wasserbau*, 17-78. Verlag Ulmer Stuttgart.
- BLAKE et J.-P., DUBOIS, 1982. - Epuration des eaux : rôle des macrophytes aquatiques dans l'élimination des éléments minéraux. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 315-323. Brussels.
- BON, M., 1964. - Notes floristiques pour le sud du Marquenterre. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 17 : 214. Lille.
- BOURNERIAS, M., DELPECH, R., DORIGNY, A., GEHU, J.-M., LECOINTE, A., MAUCORPS, J., PROVOST, M., SOLAU, J.-L., TOMBAL, P. et J.-R., WATTEZ, 1976. - 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.
- BOUZILLE, J.-B., 1981. - La végétation du marais breton (Vendée et Loire-Atlantique). Aspects floristiques, écologiques et dynamiques. *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest*, N.S. 12 : 30-56. Royan.
- BRASSEUR, F., DE SLOOVER, J.-R., DEVILLEZ, F., GOOSSENS, M., ISERENTANT, R., JOURET, M.-F. et J., LEBRUN, 1977. - Ministère de l'Agriculture, Administration des Eaux et Forêts, Service de la Conservation de la Nature, travaux n° 8 : 61 p. + 1 tab. h. t.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1931. - Aperçu des Groupements végétaux du Bas-Languedoc, *SIGMA Comm.* 9 : 35-40. Montpellier.

- BUKER, R., 1939. - Die Pflanzengesellschaften des Blattes Lengerich/W - *Abh. Westf. Prov. Mus.*, 10 (1) : 1-108. Münster.
- BURRICHTER, E., POTT, R., RAUS, T. et R., WITTIG, 1980. - Die Hudelandschaft. "Borkener Paradies" im Emstal bei Meppem. *Abh. a. d. Landesmus. f. Naturk.*, 42 : 69 p. + 1 c. Münster.
- CARBIENER, R., 1969. - Aperçu sur quelques effets de la pollution des eaux douces de la zone tempérée sur les biocénoses aquatiques. *Bull. Sect. Geogr. Minist. Educ. Nation.*, 80 : 45-132, Paris.
- 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 Limnologie Metz*, 2 p.
- CARBIENER, R. et J., SCHAAL, 1970. - Excursion dans le Ried Centre-Alsace, zone nord (7 mai 1970). *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar.*, 53 : 12-24.
- CARSTENSEN, U., 1955. - Laichkrautigesellschaften an Kleingewässern Schleswig-Holsteins. *Schr. Naturwiss. Verein Schleswig-Holsteins*, 27 (2) : 144-170. Kiel.
- CAUSSIN, O., 1907. - Flore descriptive du littoral picard - 110 p.
- CAUSSIN, O., 1912. - Flore des tourbières de la Somme. Ch. Colin. Mayenne. 301 p.
- CHESSSEL, D., 1978. - Description non paramétrique de la dispersion spatiale des individus d'une espèce. *Biométrie et Ecologie*, 1 : 45-135.
- CUINAT, R., 1974. - Les exigences des poissons dans nos eaux courantes. Conférence à l'E.N.G.R.E.F., Formation continue, Session "Aménagement piscicole des eaux courantes", 26 p.
- DECORNET, J.-M., 1979. - Contribution à l'étude hydrobiologique de deux rivières de Lorraine : l'Orne et le Rupt-de-Mad (Aperçu phytosociologique. La flore macrophytique, Relations avec la qualité des eaux. Thèse Doct. Etat Sciences, Univ. Metz. 722 p., 156 tab.
- DECORNET, J.-M., 1980. - Utilisation de la Synphytosociologie dans l'appréciation de la valeur biologique des paysages fluviatiles - *Séminaire de Phytosociologie appliquée : L'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biocoenotiques*, 209-216. I.E.E. Metz.
- DE FOUCAULT, B. et J.-L., MERIAUX, - Analyse paysagère des systèmes aquatiques du nord-ouest de la France. En préparation pour *TUEXENIA*.
- DE LANGHE, J.-E. et R., D'HOSE, 1977. - Les utriculaire de la Belgique et des régions voisines. *Dumortiera*, 7-8 : 1-5. Meise.
- DELSAUT, M. et J., GODIN, 1977. - Mise en évidence de relations entre les complexes d'associations végétales et l'avifaune dans le marais audomarois (Nord de la France). *Ber. Int. Sympos Rinteln 1976 : Vegetation und Fauna*, 309-339. Vaduz.
- DELVOSALLE, L. et L., VANHECKE, 1982. - Essai de notation quantitative de la raréfaction d'espèces aquatiques et palustres en Belgique entre 1960 et 1980. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 403-409. Brussels.
- DEMANGEON, A., 1925. - La Picardie et les régions voisines. A., Colin, 496 p.
- DENIZIUK, Z., 1978. - Les Cariçaies humides et inondables de la grande Pologne. Leur écologie et leur valeur économique. *Colloques Phytosociologiques*, V, Lille 1976 : la végétation des prairies inondables, 227-244.
- DESIRE, E., 1975. - Recherches statistiques sur les précipitations en Picardie. *Hommes et Terres du Nord*, II : 5-16.
- DETHIOUX, M., 1979. - Sur la forme flottante du rubanier *Sparganium emersum* REHM. dans quelques rivières belges. *Dumortiera*, N.s. 26 : 1-4. Meise.
- DETHIOUX, M., 1980. - Les glycériaies ripicoles de Belgique. *Natura Mosana*, 33 : 128-136. Marchienne-au-Pont.
- DETHIOUX, M., 1980. - Les roseaux et leur écologie. *Bull. Ardenne et Gaume*, 35 : 84-92. Gembloux.
- DIEDERICH, P., 1977. - Quelques plantes intéressantes du grand-dûché de Luxembourg et de territoires limitrophes. *Dumortiera*, 7-8 : 25-27. Meise.
- DIEDERICH, P., 1981. - L'algue *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link dans les gravières de la Moselle luxembourgeoise. *Dumortiera*, 19/20 : 57-60. Meise.

- DIERSSEN, K., 1975. - *Littorelletea uniflorae*. Br.-Bl. et Tx. 1943. In : TUXEN, R., (éd.). *Prodomus der europäischen Pflanzengesellschaften* 2 : 1-149.
- DUTARTRE, A. et P., CAPDEVIELLE, 1982. - Répartition actuelle de quelques végétaux vasculaires aquatiques introduits dans le sud-ouest de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 390-393. Brussels.
- FABRI, R., 1977. - Végétation, production primaire et caractéristiques physico-chimiques d'une rivière de haute Ardenne (Belgique) : La Warche supérieure. *Lejeunia*, n.s. 87, 43 p. Liège.
- 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. *An. Sc. nat., Bot.*, 18 : 221-250. Paris.
- FELZINES, J.-C., 1981. - Observations sur la distribution et l'écologie des Potamots dans les étangs du Bourbonnais. *Rev. sc. Bourbonnais et Centre Fr.*, 20-27.
- FELZINES, J.-C., 1982. - Etude dynamique, sociologique et écologique de la végétation des étangs du Centre-Est de la France. Importance de la compétition interspécifique dans l'organisation de la végétation et la distribution des espèces et des associations. Thèse Doct. es Sc. nat., Univ. Lille, 498 p., ann. (profils, tableaux, cartes et considérations théoriques) : 230 p.
- FELZINES, J.-C., 1982 - Contribution à l'étude symphytosociologique des groupements végétaux des étangs du centre de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 284-289. Brussels.
- FELZINES, J.-C., 1982. - Un traitement des profils écologiques des macrophytes des eaux douces stagnantes et de leurs associations à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances et de l'analyse hiérarchique. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 241-248. Brussels.
- FELZINES, J.-C., et E.-J., BONNOT, 1981. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John espèce nouvelle pour le département de la Nièvre. *Bull. Soc. Lin. Lyon*, 50 : 3 p.
- FORSBERG, C., 1964. - Phosphorus, a maximum factor in the growth of *Characeae*. *Nature*, 201 : 517-518.
- GEHU, J.-M., 1976. - Sur les paysages végétaux ou sigmassociations des prairies salées du Nord-Ouest de la France. *Doc. Phytos.*, 15-18 : 57-62. Lille.
- GEHU, J.-M., 1977. - Le concept de sigmassociation et son application à l'étude du paysage végétal des falaises atlantiques françaises. *Vegetatio*, 34 (2) : 117-125. Den Haag.
- GEHU, J.-M. et J.-L., MERIAUX, 1979. - Une station à *Ceratophyllum submersum* L. Morlay, Somme. *Doc. florist.*, 2 : 51-53. Saint-Valéry-sur-Somme.
- GEHU, J.-M. et J.-L., MERIAUX, 1981. - Incidences du degré de connaissance taxonomique en synsystème. II - Le cas des végétations aquatiques. *Ber. Intern. Symposium Intern. Vereinig. Vegetationskunde, Syntaxonomie*, Rinteln 1980, 269-278, Vaduz.
- GEHU, J.-M. et J.-L., MERIAUX, 1983. - Distribution et caractères phytosociologiques des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 130 (1) : 67-57. Paris.
- GEHU, J.-M. et J.-L., MERIAUX, 1983. - 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, 15-44. Vaduz.
- GEROUDET, P., 1957. - Les Passereaux. III : 293 p. Ed. Delachaux et Niestlé.
- GEROUDET, P., 1961. - Les Passereaux. I : 238 p. 2e éd. Ed. Delachaux et Niestlé.
- GEROUDET, P., 1963. - Les Passereaux. II : 308 p. 2e éd. Ed. Delachaux et Niestlé.
- GEROUDET, P., 1965. - Les Rapaces. 4e ed. 426 p. Ed. Delachaux et Niestlé.

- GEROUDET, P., 1967. - Les Echassiers. 288 p. 3e éd. Ed. Delachaux et Niestlé.
- GEROUDET, P., 1972. - Les Palmipèdes. 284 p. Ed. Delachaux et Niestlé.
- GLANZER, U., 1974. - Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten submer-
ser Makrophyten bei NH_4^+ . *Belastung. Verth. Ges. Ökol. Saarbrücken* 1973 :
175-179.
- GLAVAC, V. et Th., RAUS, 1982. - Über die Pflanzengesellschaften des Lands-
chafts - und Naturschutzgebietes. "Donche" in Kassel. *Tuexenia*, 2 : 73-113.
Göttingen.
- GONSE, E., 1889. - Supplément à la flore de la Somme. *Mem. Soc. Linn. Nord
France*, VII : 5-64.
- GONSE, E., 1908. - Supplément à la flore de la Somme. *Mem. Soc. Linn. Nord
.. France*, XII : 5-30.
- GORS, S., 1975. - Das *Cladietum marisci* in Süddeutschland. *Beitr. Naturk.
.. Forsch. in Süddeutschland*, 34, Karlsruhe.
- GORS, S., 1977. - Verband *Potamogenotion* W. Koch 25em. Oberd. 57, *Nymphaeion
Oberd. 57*. In Oberdorfer E. (ed.) : Süddeutsche Pflanzengesellschaften Ed.
2, 1 : 99-118. Stuttgart.
- GRIGORE, S. et I., COSTE, 1978. - Contribution à l'étude des associations des
Magnocaricetalia Pign. 1953 dans le Banat (Roumanie). *Colloques Phytosocio-
logiques V*, Lille 1976. La végétation des prairies inondables, 79-87.
- GRYSEELS, M., - L'influence du fauchage hivernal sur la végétation des rose-
lières rudéralisées dans le marais du "Blankaart" (Woumen, prov. Flandre
occ., Belgique) : quelques résultats préliminaires. *Colloques phytosocio-
logiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 471-498.
Vaduz.
- GUERLESQUIN, M. et V., PODLEJSKI, 1980. - Characées et végétaux submergés et
flottants associés dans quelques milieux camarguais. *Naturalia monspeliensia, ser. Bot.*, 36 : 1-20.
- GUERLESQUIN, M. et J.-R., WATTEZ, 1979. - Flore et groupements des milieux
aquatiques sub-littoraux dans les bas-champs de Cayeux-Onival (Somme) ;
phanérogames et cryptogames *Doc. phytos.* N.S. IV : 397-421. Lille.
- GUERLESQUIN, M. et J.-L., MERIAUX, 1984. - Characées et végétations associées
des milieux aquatiques du Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*,
les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 415-444. Vaduz.
- HABER, W; et KOHLER, 1973. - Okologische Untersuchung und Berwertung Fließ-
gewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen. *Landschaft und Stadt*, 4 :
159-168. Stuttgart.
- HASLAM, S.-M., 1978. - River plants. 396 p. Cambridge University Press.
- HASLAM, S.-M., 1982. - A proposed method for monitoring river pollution using
macrophytes. *Environmental Technology Letters*, 3 : 19-34.
- HAYON, J.-C., DANGIEN, B. et J., FLEURENTIN, 1983. - La flore des terrains
salés de Lorraine. Actes du premier séminaire d'Evaluation des richesses
naturelles de la Lorraine, 140-150. Institut européen d'Ecologie, Metz.
- HILBIG, W., 1971. - Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen
Teiles der DDR. II. Die Röhrichtgesellschaften. *Hercynia*, N.F. 8 : 256-285.
Leipzig.
- HOLL, K., 1980. - Wasser ; Untersuchung Beurteilung, Aufbereitung, Chemie,
Bakteriologie, Biologie - Verlag de Gruyter u. Co., Berlin, 5. Auflage.
- HORST, K., KRAUSCH, H.-D. et E.-R., MÜLLER-STOLL, 1966. - Die Wasser - und
Sumpfpflanzengesellschaften im Elbe-Harvel-Winkel. *Limnologica*, 4 : 101-163.
- HUSNOT, T., 1905-1906. - Cyperacées de France, Suisse et Belgique. 83 p.
24 pl. h. t. Imp. -Rel. Domin. Caen.
- JUNGBLUT, F., 1953. - Les espèces du genre *Glyceria* au Grand Duché de Luxem-
bourg. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 85 : 25-37. Bruxelles.
- KERAUTRET, L., - Amphibiens et Reptiles : un élément faunistique méconnu du
Nord de la France. Actes du Colloque : le Patrimoine naturel régional
Nord - Pas-de-Calais. Inventaire et gestion des milieux naturels et semi-
naturels. A.M.B.E. Bruay-sur-Escaut. A paraître.

KOCH, W., 1954. - Pflanzensoziologische skizzen aus den reiselgebieten des Piemont (Po-Ebene). *Vegetatio*, 5/6 : 487-493. The Hague.

KOHLER, A., 1972. - Zur Ökologie submerser Gefässmakrophyten in Fließgewässern *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 84 : 713-720.

KOHLER, A., 1975. - Veränderungen natürlicher submerser Fließgewässervegetation durch organische Belastung. *Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Univ. Hohenheim*, 14 : 59-66.

KOHLER, A., 1975. - Submerse Makrophyten und ihre Gesellschaften als Indikatoren der Gewässerbelastung. *Beitr. naturk. Forsch. Südw. - Dtl.*, 34 : 149-159.

KOHLER, A., 1975. - Makrophytische Wasserpflanzen als Bioindikatoren für Belastungen von Fließgewässer-Ökosystemen. *Verh. Ges. Okol. Wien*, 1975, 255-276. Den Haag.

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. Stuttgart.

KOHLER, A., ZELTNER, G. et M., BUSSE, 1972. - Wasserpflanzen und Bakterien als Verschmutzungsanzeiger von Fließgewässern. *Umschau*, 72 : 158-159.

KOHLER, A., WONNEBERGER, R. et G., ZELTNER, 1973. - Die Bedeutung chemischer und pflanzlicher Verschmutzungsindikatoren "im Fließgewässersystem Moosach (Münchener Ebene). *Arch. Hydrobiol.* 72 : 533-549. Stuttgart.

KOHLER, A., BRINKMEIER, R. et H., VOLLRATH, 1974. - Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 45 : 5-36. München.

KOHLER, A. et G., ZELTNER, 1974. - Verbreitung und Ökologie von Makrophyten in Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes (Naab, Pfreimd und Schwarzach). *Hoppea - Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft*, 33 : 171-232.

KOLKWITZ, R. et M., MARSSON, 1908. - Ökologie der Pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 26 : 505-519. ..

KOLKWITZ, R. et M., MARSSON, 1909. - Ökologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. Ger. Hydrobiol. Hydrogéogr.*, 2 : 126-152.

KOPECKY, K., 1972. - Das *Glycerietum memorialis -plicatae*, eine neue Assoziation des *Sparganio-Glycerion* - Verbandes. *Folia Geobot. phytotax.*, 7 : 47-52. Praha.

KRAUSCH, H.-D., 1964. - Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee -Gebietes-II Röhrichte und Grossegesellschaften, *Phragmitetea Tx. et Prsg* 1942. *Limnologia*, 2 (4) : 423-482. Berlin.

KRAUSCH, H.-D., 1965. - Zur Gliederung des *Scirpo-Phragmitetum medioeuropaeum* W. Koch, 1926. *Limnologia*, 3 : 17-22. Berlin.

KRAUSCH, H.-D., 1965. - Vegetationskundliche Beobachtungen im Donaudelta. *Limnologia*, 3 (3) : 271-313. Berlin.

KRAUSE, A., 1972. - Über den Rückgang des Wasserpflanzenbesatzes der Fulda als Ausdruck zunehmender Gewässerverunreinigung. *Bundesanstalt für Vegetationsk. Natursch. u. Landschaftspflege*. Bad Godesberg. Jahresbericht 1972, S.F. 11 + F 12.

KRAUSE, W., 1972. - Einfluss der Eutrophierung und andere menschliche Einwirkungen auf die Makrophytenvegetation der Oberflächengewässer. *Ber. über Landwirtschaft*, 50 : 140-146.

KRAUSE, W. et G., LANG, 1977. - Klasse : *Charetea fragilis* (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964. In : OBERDORFER E. (éd.) : *Süddeutschpflanzengesellschaften* Ed. 2. 1 : 78-88. Stuttgart.

LACHAVANNE, J.-B., 1977. - Contribution à l'étude des macrophytes du Léman ; Thèse Doct. es. Sciences Univ. Genève, texte condensé. 71 p.

LACHAVANNE, J.-B., 1979. - Les macrophytes du lac de Morat. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, 89 : 114-132. Wetzikon.

LACHAVANNE, J.-B., 1979. - La végétation macrophytique du Burgäschiser. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, 89 : 92-104. Wetzikon.

- LACHAVANNE, J.-B., 1980. - Les manifestations de l'eutrophisation des eaux dans un grand lac profond : le Léman (Suisse) Schweiz. Z. *Hydrol.*, 42 (2) : 127-154. Basel.
- LACHAVANNE, J.-B., 1982. - Influence de l'eutrophisation des eaux sur les macrophytes des lacs suisses : résultats préliminaires. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 333-339. Brussels.
- LACHAVANNE, J.-B. et R., WATTENHOFER, 1975. - Evolution du couvert végétal de la Rade de Genève, *Saussurea*, 6 : 217-230.
- LACHAVANNE, J.-B. et R., WATTENHOFER, 1975. - Contribution à l'étude des macrophytes du lac Lemman. Conservatoire botanique de Genève en coll. avec la commission internationale pour la protection des eaux du Lemman contre la pollution. 147 p. + 1 carte.
- LANG, 1973. - Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees. *Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee*, 12 : 67 p.
- LANG, 1973. - Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand. *Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee*, 12 : 67 p.
- LANG, G., 1975. - Die Makrophytenvegetation des Bodensees als Zeiger für den Gütezustand neuere Entwicklung. *Daten und Dokumente Umweltschutz*, 14 : 39-49. Hohenheim.
- LE COHU, M.-C., 1967. - Recherches taxinomiques sur les Carex du massif armoricain. *Botanica rhedonica*, s.A, 3 : 213 p. Rennes.
- LIEBMANN, H., 1962. - Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. G. Fischer 2 éd. 588 p. Oldenbourg. München.
- LOHMEYER, W., 1950. - *Oenanthe aquatica* - *Rorippa amphibia* Ass. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, N.F. 2 : 20. Stolzenau/Weser.
- LOHMEYER, W. et A., KRAUSE, 1975. - Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses and kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer - Bundesanst. f. Veg.-kunde u. Landschaftspflege. Bonn - Bad Godesberg.
- LUTHER, H., 1949. - Vorschlag zu einer ödologischen Grundenteilung der Hydrophyten. *Acta Bot. Fennicae*, 44 : 3-15.
- MAAS, F.-M., 1959. - Bronnen, bronbeken en bronbassen van Nederland, in het bijzonder van de Veluwezoom. *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen*, 59 (12) : 1-166.
- MAITLAND, P.-S., 1977. - Les poissons des lacs et rivières d'Europe en couleurs. 255 p. Ed. Elsevier Séquoia, Bruxelles.
- MAKIRINTA, U., 1978. - Die Pflanzensoziologische Gliederung der Wasservegetation im See Kukkia, Südfinnland. *Acta Univ. Ouluensis*, A, 75 (5) : 1-157. Oulu.
- MATUSZKIEWICZ, W., 1980. - Synopsis und geographische Analyse der Pflanzengesellschaften von Polen. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, NF 22 : 19-50. Todenmann-Göttingen.
- MELZER, A., 1976. - Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayerischer Seen ; dargestellt im Rahmen limnologischer Untersuchungen an den Osterseen und dem Eggstätt - Hemhofer Seen (Oberbayern) *Diss. Bot.*, 34 : 1-195. Vaduz.
- MELZER, A., HABER, W. et A., KOHLER, 1977. - Floristisch - ökologische Charakterisierung und Gliederung der Osterseen (Oberbayern) mit Hilfe von submersen Makrophyten. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, N.F. 19/20 : 139-151. Todenmann-Göttingen.
- 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., 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., 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., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais de 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.
- 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.
- 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.
- 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., 1981. - Les macrophytes et l'épuration biologique des eaux. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 34 : 47-50. Lille.
- MERIAUX, J.-L., 1981. - Aperçu sur la végétation de l'Etang du Stock. (Département de la Moselle). *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 43 : 189-209. Metz.
- MERIAUX, J.-L., 1982. - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres ou fluviatiles du Nord de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, Brussels, 398-402.
- MERIAUX, J.-L., 1982. - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres ou fluviatiles du Nord-Ouest de la France. (Ptéridophytes et Spermatophytes). *Natura mosana*, 35 : 177-194. Marchiennes-au-Pont.
- 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*, Brussels, 311-312.
- MERIAUX, J.-L., 1982. - L'utilisation des macrophytes et des phytocoénoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux. *Les Naturalistes belges*, 63 : 12-28. Bruxelles.
- MERIAUX, J.-L., 1983. - Le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinaceae* L. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 499-512. Vaduz.
- MERIAUX, J.-L., 1983. - La classe des *Potametea* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 115-130. Vaduz.
- MERIAUX, J.-L., 1983. - Remarques sur la synsystème des *Potametea*. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 131-138. Vaduz.
- MERIAUX, J.-L., 1983. - La classe des *Phragmitetea* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 139-148. Vaduz.
- 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*, Liège.
- MERIAUX, J.-L., - Zonations floristico-écologiques et phytocoéno-écologiques des rivières du nord-ouest de la France. En préparation.

MERIAUX, J.-L. et J., FLEURENTIN, 1981. - Aperçu sur la végétation de la retenue d'eau d'Arnaville sur le Rupt-de-Mad. (Meurthe-et-Moselle). *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 43 : 175-188. Metz.

MERIAUX, J.-L. et J.-M., GEHU, 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 (Sigmerten)*, Rinteln 1977, 97-116, Vaduz.

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.

MERIAUX, J.-L. et P., TOMBAL, 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.

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

MERIAUX, J.-L. et P., VERDEVOYE, 1983. - Données sur la *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962. (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981, 45-68. Vaduz.

MERIAUX, J.-L. et J.-R., WATTEZ, 1983. - Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la Vallée de la Somme. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981, 369-414. Vaduz.

MILJAN, A., 1933. - Vegetationsuntersuchungen an Naturwiesen und Seen im otepääschen Moränengebiet Estlands I. *Acta et Comm. Univ. Tartuensis (Dorpatensis)*, A 25 : 1-139. Dorpat.

MÜLLER, Th., 1977. - Klasse *Lemnetea* R. Tx. 55 (*Lemnetea minoris*). In OBERDORFER E. (ed.) : *Süddeutsche Pflanzengesellschaften* Ed. 2. 1 : 67-77. Stuttgart.

MÜLLER, Th., 1977. - Verland : *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959. In OBERDORFER E. : *Süddeutsche Pflanzengesellschaften* Ed. 2. 1 : 89-99. Stuttgart.

NIEMANN, E., 1965. - Submontane und montane flussbegleitende Glanzglasröhrichte in Thüringen und ihre Beziehungen zu den hydrologischen Verhältnissen. *Limnologica*, 3 (3) : 399-438. Berlin.

NILSSON, T., 1960. - Recherches pollenanalytiques dans la vallée de la Somme. *Pollens et Spores*, 2 (2) : 235-262.

NISBET, M. et J., VERNEAUX, 1970. - Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et propositions de classe en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Ann. Limnol.*, 6 : 161-190.

NOIRFALISE, A., 1974. - Mécanismes, causes et conséquences de l'eutrophisation des eaux de surface. Semaine d'Etudes Agriculture et Environnement, Agriculture et eutrophisation des eaux de surface, 96-112. Fac. Sc. agr. état, Centre rech. agr. Gembloux.

NOIRFALISE, A. et M., DETHIOUX, 1977. - Synopsis des végétations aquatiques d'eau douce en Belgique. *Comm. Centre écol. for. et rur. Gembloux*, N.S. 14 25 p.

OBERDORFER, E., 1954. - Über Unkrautgesellschaften der Balkanhalbinsel *Vegetatio* 4 : 379-411. Den Haag.

OBERDORFER, E., 1979. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland 3. Aufl. 997 p. Stuttgart.

OBERDORFER, E. et K., DIERSSEN, 1977. - Klasse : *Utricularietea intermedio-minoris* Den Hartog et Segal 1964 em Pietsch 1965. In : OBERDORFER E. (ed.) : *Süddeutsche Pflanzengesellschaften* Ed. 2. 1 : 193-198. Stuttgart.

PASSARGE, H., 1978. - Übersicht über mitteleuropäische Gefässpflanzengesellschaften. *Feddes Repertorium*, 89 (2-3) : 133-195. Berlin.

- PASSARGE, H., 1978. - Zur Syntaxonomie mitteleuropäischer *Lemnetea*-Gesellschaften. *Folia Geobot. Phytotax. Praha*, 13 : 1-16.
- PASSARGE, H., 1982. - Hydrophyten-Vegetationsaufnahmen. *Tuexenia*, 2 : 13-21. Göttingen.
- PEDROTTI, F., 1979. - L'association *RICCIOCARPETUM NATANTIS* (Segal 1963) Tüxen 1972 dans le marais de Colfiorito (Italie centrale). *Doc. phytos.*, N.S. IV : 795-802. Lille.
- PEDROTTI, F., - Associazioni vegetali presenti nei Piani carsici dell' Appennino esplorati fino ad oggi (Montelago, Colfiorito, Pian Grande di Castelluccio, S. Scolastica, Rascino, Val Voltigno, Quarto grande, Rotonda). A paraître.
- PEDROTTI, F. et E., ORSOMANDO, 1984. - Liste des associations de milieux humides près de Rieti (Italie centrale), *Colloques phytosociologiques*, Lille 1981. Document distribué.
- PERRIER, R., 1963-1964. - La Faune de la France - Ib Vers et némathelminthes, 179 p. - II Arachnides et crustacés, 220 p. - III Myriapodes, Insectes inférieurs, 161 p. - IV Anoploures, mallophages, lépidoptères, 235 p. - V Coléoptères, 192 p. - VI Coléoptères, 121 p. - VII Hyménoptères, 211 p. - VIII Diptères - Aphaniptères, 216 p. + 22 p. - IX Mollusques, 172 p. -
- PHILIPPI, G., 1969. - Besiedlung alter Ziegeleigruben in der Rheinniederung zwischen Speyer und Mannheim. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, N.F. 14 : 238-253. Todenmann/Rinteln.
- PHILIPPI, G., 1973. - Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften des Oberrheingebietes. *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, 32 : 53-95. Karlsruhe.
- PHILIPPI, G., 1977. - Klasse : *Phragmitetea* Tx. et Prsg. 42. In : OBERDORFER E. (ed.) : *Süddeutsche Pflanzengesellschaften* Ed. 2. 1 : 119-165. Stuttgart.
- PHILIPPI, G., 1978. - Die Vegetation des Altrheingebietes bei Russheim In : *Der Russheimer Altrhein eine nordbadische Auenbandschaft. Natur. u. Landschafts-schutzgebiete Baden-Württ.*, 10 : 103-267. Karlsruhe.
- POINSOT, C., 1980. - Essai d'écologie appliquée à l'aménagement du lac d'Armbouts-Cappel (Nord), *Doct. Un. Lille* 125 p.
- POTT, R., 1980. - Die Wasser- und Sumpfvvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Butcht - Pflanzensoziologische und Hydrochemische Untersuchungen. *Abh. Landesmus Naturk.*, 42 : 156 p. Münster.
- POTT, R., 1981. - Ökologie und Indikatorwert von Wasserpflanzengesellschaften. *Mitteilungen der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Fortsplanung Nordrhein-Westfalen. Sonderheft Landestagungen 1980*, 57-64. Recklinghausen.
- POTT, R., 1982. - Littorelletea-Gesellschaften in der Westfälischen Butcht. *Tuexenia*, 31-45. Göttingen.
- POTT, R., 1983. - Die Vegetation-sabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. *Phytocoenologia*, 11 (3) : 407-430. Stuttgart-Braunschweig.
- RADOUX, M., 1980. - Approche écologique et expérimentale des potentialités épuratrices du roseau commun : *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. *Trib. Cebedeau*, 439-440 : 329-339. Liège.
- RADOUX, M., 1982. - Etude comparée des capacités épuratrices d'un lagunage et d'un marais artificiel miniatures recevant la même eau usée en zone rurale. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 346-352. Brussels.
- RADOUX, M. et D., KEMP, 1981. - Epuration progressive d'une eau usée rurale par un marais expérimental miniature constitué de quatre populations végétales disposées en série. *Convegno Int. Fitodepurazione e impieghi della biomasse prodotte Parma*, 30 p.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1976. - Sinfitosociologia, una nueva metodologica para el estudio del paisaje vegetal. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 33 : 179-188. Madrid.
- ROCHOW, M.-V., 1951. - Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. *Pflanzensoziologie* 8, 140 p. Jena.

- ROYER, J.-M., 1969. - Note sur la flore de la Puisaye. *Le Monde des Plantes*, 364 : 20-23. Toulouse.
- 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. Todenmann-Göttingen.
- SCHWABE-BRAUN, A. et R., TÜXEN, 1981. - Zur Synsystematik der Klasse *Lemmetea minoris* in Europa. *Ber. Int. Sympos. Rinteln 1980* : Syntaxonomie, 181-205, 1 tabl. h. t. Vaduz.
- SCHWABE-BRAUN, A. et R., TÜXEN, 1981. - Prodrômus der Europäischen Pflanzengesellschaften : *Lemmetea minoris*, 4 : 1-141. Vaduz.
- SCHMITZ, A., GOMMES, R., VANDER BORGHT, P. et A., VETS, 1982. - L'épuration en marais naturel : Cussigny. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 353-357. Brussels.
- SCOPPOLA, A., 1981. - Considérations nouvelles sur les végétations des *Lemmetea minoris* (R. Tx. 1955) em. Schwabe et R. Tx. 1981 et contribution à l'étude de cette classe en Italie centrale. Thèse Doct. 3e cycle, Université de Lille II. 129 p. + 10 tabl. h. t.
- SEGAL, S., 1968. - Ein Einteilungsversuch der Wasserpflanzengesellschaften. *Ber. Int. Sympos. Stolzenau 1964*: Pflanzensoziologische Systematik, 191-219.
- SOTIAUX, A., 1979. - Contribution à une meilleure connaissance du genre *Azolla* dans le territoire de la Nouvelle Flore. *Dumortiera*, 13 : 1-5.
- SOUGNEZ, N., 1955. - Sur la flore et la végétation du territoire belge de la Basse-Meuse. III - La végétation non forestière. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 87 : 172-194. Bruxelles.
- STRASBURGER, K. et J., HOMANN, 1982. - Gesellschaften der *Lemmetalia* im Meissendorfer Fischteichgebiet westlich von Celle. *Tuexenia*, 2 : 27-29. Göttingen.
- TOMBAL, P. et J.-L., MERIAUX, 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.
- TOTH, L., 1972. - Reeds control eutrophication of Balaton lake. *Water Research*, 6 : 1533-1539.
- 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.
- TÜXEN, R., 1973. - Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten. *Acta Bot. Acad. Sc. Hung.* 19 : 379-384.
- TÜXEN, R., 1977. - Zur Homogenität von Sigmassociationen ihrer syntaxonomischen Ordnung und ihrer Verwendung in der Vegetationskartierung. *Doc. phytos.*, N.S. I : 321-328. Lille.
- TÜXEN, R., 1978. - Bemerkungen zur historischen, begrifflichen und methodischen Grundtagen der Synsoziologie. *Ber. Int. Sympos. Rinteln 1977* : Assoziationskomplexe (*Sigmaten*), 97-116. Vaduz.
- TÜXEN, R., 1978 - Versuch zur sigma - Syntaxonomie mitteleuropäischen Flusstalgesellschaften. *Ber. Int. Sympos., Rinteln 1977* : Assoziationskomplexe (*Sigmaten*), 117-150. Vaduz.
- UOTILA, P., 1971. - Distribution and ecological features of hydrophytes in the polluted Lake Vanajavesi, S-Finland. *Ann. Bot. Fennici*, 8 : 257-295. Helsinki.
- VALCK, P. et coll., 1981. - Plantes menacées du nord-est de la France. Liste définitive. 41 p. Conservatoire et jardins botaniques de Nancy (A.JA.BO.NA.).
- VANDER BORGHT, P., SKA, B., SCHMITZ, A. et R., WOLLAST, 1982. - Eutrophisation de la rivière Semois : le développement de *Ranunculus* et ses conséquences sur l'écosystème aquatique. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 340-345. Brussels.
- VANHECKE, L. et G., CHARLIER, 1982. - The regression of aquatic and marsh vegetation and habitats in the north of Belgium between 1904 and 1980 : some photographic evidence. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 410-411. Brussels.

- VASEL, J., DEMOULIN, F., DUBOIS, M. et A., SCHMITZ, 1982. - L'épuration semi-naturelle par technologie douce. (Projet Bertrix). *Studies on Aquatic Vascular Plants*, 357-362. Brussels.
- VERDEVOYE, P. avec la collaboration du Laboratoire d'Algologie du C.E.T.E./G.R.E.F. et J.-L., MERIAUX, 1979. - Etude de la qualité des eaux, Lac d'Armbouts-Cappel. *Ministère de l'agriculture*, 34 p.
- 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*. 289-345. Gauthier-Villars. Paris.
- VICQ, E., de 1883. - Flore du département de la Somme. Prévost éd. 582 p.
- VICQ, E., de et B., de BRUTELETTE, 1865. - Catalogue des espèces vasculaires du département de la Somme. Briez éd. 318 p.
- VLIEGER, J. et E., van ZINDEREN BAKKER, 1941. - Hetbotanische onderzoek van het Naardermeer. *Jb. Ver. Behoud Natuurmon. in Ned.*, 1936-1940 : 148-157.
- VOLLMAR, F., 1947. - Die Pflanzengesellschaften des Murnauer Moores. *Ber. Bayer. Bot. Ges.*, 27 : 13-97. München.
- WATTEZ, J.-R., 1969. - Une association végétale peu décrite dans le nord de la France : le *Glycerietum plicatae*. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 22 : 209-215. Lille.
- WATTEZ, J.-R., 1975. - Etude phytosociologique des peuplements d'*Apium nodiflorum* (L.) LAG. et de *Nasturtium officinale* R.B. dans le nord de la France. *Doc. phytos.*, 9-14 : 279-290 + 1 tab. h.t. Lille.
- WATTEZ, J.-R. et B., de FOUCAULT, 1982. - La végétation des Mollières de Berck (Pas-de-Calais). Etude phytosociologique et écologique. 36 p., 15 tab. h.t. Amiens et Lille.
- WEBER, H.-E., 1976. - Die Vegetation der Hase von der Quelle bis Quabenbrück-Osnabrücker. *Naturwiss. Mitt.*, 4 : 131-190. Onasbrück.
- WEBER-OLDECOP, D.-W., 1977. - Das *Ranunculo circinati-Potametum friesii* ass. nov. die verbreitetste Wasserpflanzen-Gesellschaft der Ostholsteinischen und Lauenburgischen Seen. *Mitt. flor. - soz. Arbeitsgem.*, N.F. 19/20 : 129-130. Todenmann-Göttingen.
- WEBER-OLDECOP, D.-W., 1977. - Fliessgewassertypologie auf vegetationskundlicher Grundlage. *Mitt. flor. - soz. Arbeitsgem.*, N.F. 19/20 : 135-137. Todenmann-Göttingen.
- WEBER-OLDECOP, D.-W., 1977. - Fliessgewassertypologie in Niedersachsen auf floristisch-soziologischer Grundlage. *Gött. Flor. Rundbriefe*, 10 : 73-80.
- WEBER-OLDECOP, D.-W., 1978. - Typologisch Bedeutsame Wasserpflanzengesellschaften von Fliessgewässern als Glieder von Gesellschaftskomplexen. *Ber. Int. Sympos. Rinteln 1977 : Assoziationskomplexe (Sigareten)* 83-95. Vaduz.
- WIEGLEB, G., 1976. - Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.*, 83 (4) : 443-484. Stuttgart.
- 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.
- WIEGLEB, G., 1979. - Vorläufige Übersicht über die Wasserpflanzengesellschaften der Klasse *Potamogetonetea* im südlichen und östlichen Niedersachsen. *Ber. Naturhist. Ges. Hannover*, 121 : 35-50. Hannover.
- WIEGLEB, G., 1979. - Der Zusammenhang zwischen Gewässergüte und Makrophytenvegetation in niedersächsischen Fliessgewässern. *Landschaft und Stadt*, 11 (1) : 32-35. Stuttgart.
- WIEGLEB, G., 1979. - Die Verbreitung von *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John im westlichen Niedersachsen. *Drosera*, 79 : 9-14. Oldenburg.
- WIEGLEB, G., 1979. - Vegetation und Umweltbedingungen der Oberharzer Stau-teiche heute und in Zukunft. Vorläufige Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Niedersächsischen Fliessgewässer. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*, 10 : 122 p. Hannover.

- WITTIG, R., 1982. - The effectiveness of the protection of endangered oligotrophic-water vascular plants in nature. Conservation areas of Northrhine-Westphalia (Fed. Rep. of Germany). *Studies on Vascular Plants*, 418-424. Brussels.
- WOLEK, J., 1974. - Kritische Übersicht der Pleustongesellschaften Polens. (Klasse Lemnetaea). *Fragm. flor. geobot.* 20 (3) : 365-379. Warszawa/Krakow.
- WOLFF, P., 1980. - Die Hydrilleae (*Hydrocharitaceae*) in Europa. *Gött. Flor. Rundbr.*, 14 (2) : 33-56. Göttingen.
- ZAHLHEIMER, W.-A., 1979. - Vegetations studien in den Donauauen zwischen regensburg und straubing als grundlage für den naturschutz. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.*, 38 : 3-998. Regensburg.
- ZOBRIST, L., 1935. - Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen des *Schoenetum nigricantis* im nordschweizerischen Mittellande. *Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz*, 18 : 144 p.

ETUDES REALISEES PAR LE
SERVICE REGIONAL DE L'AMENAGEMENT DES EAUX
NORD - PAS-DE-CALAIS (S.R.A.E.)

-MINISTERE DE L'AGRICULTURE-

ETUDE QUALITE DES EAUX

- VERDEVOYE, P., 1979. - Le Lac d'Armbouts-Cappel. 34 p.
- VERDEVOYE, P. et C., TETART, 1976. - La Sensée. 29 p., 8 ann., 1 plan, 1 carte de la qualité biologique des eaux.
- VERDEVOYE, P. et J.-L., PELLETIER, 1979. - L'Aa, 32 p., 1 carte de l'état actuel de la qualité des eaux, 9 ann.
- VERDEVOYE, P. et J.-L., PELLETIER, 1979. - La Hem, 28 p., 1 carte de la qualité biologique de l'eau, 9 ann.
- VERDEVOYE, P. et J.-L., PELLETIER, 1979. - La Course, 31 p., 1 carte de la qualité des eaux, 7 ann.
- VERDEVOYE, P. et J.-L., PELLETIER, 1980. - La Canche, 69 p., 1 carte de la qualité biologique des eaux, 11 ann. (pour le compte du Comité d'Aménagement rural des vallées de la Canche et de l'Authie).
- VERDEVOYE, P. et J.-L., PELLETIER, 1982. - La Selle, 32 p., 1 carte de la qualité biologique de l'eau, 8 ann.
- VERDEVOYE, P. et J.-L., PELLETIER, 1983. - La Lys, 59 p., 1 carte de la qualité biologique de l'eau, 9 ann.

ETUDES REALISEES PAR

L'ASSOCIATION MULTIDISCIPLINAIRE DES BIOLOGISTES SPECIALISTES DE L'ENVIRONNEMENT

(A. M. B. E.)

POUR LE COMPTE D'ADMINISTRATIONS OU D'ORGANISMES ASSIMILES

DELEGATION REGIONALE A L'ARCHITECTURE ET A L'ENVIRONNEMENT DU NORD-PAS-DE-CALAIS et ESPACE NATUREL REGIONAL (Région Nord - Pas-de-Calais)

GEHU J.-M., MERIAUX J.-L., TOMBAL J.-C. et P. TOMBAL avec la participation de PETIT D., VAN HALUWYN C., VANHELLE G., KERAUTRET L., TOMBAL G., GODIN J., TOMBAL A., VERDEVOYE P., VIGNEUX D., GEHU-FRANCK J., COURTECUISSIE E., DELSAUT M., et J. TROUVILLIEZ.

1980 : Etude sur le Patrimoine naturel régional.

- . Phase I 73 p.
- . Annexe 100 p.

1981 : Etude sur le Patrimoine naturel régional.

- . Phase II 67 p.
- . Annexe 83 p.

1982 : Etude sur le Patrimoine naturel régional.

- . Phase III 68 p.
- . Annexe 207 p.

1982 : Etude sur le Patrimoine naturel régional. Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles. Cartographie au 1/25 000.

Marquise 3-4, 7-8 ; Boulogne-sur-Mer 1-2, 3-4 ; Montreuil 1-2, 5-6 ; St-Amand-les-Eaux ouest ; St-Amand-les-Eaux est ; Valenciennes 1-2, 3-4.

DELEGATION REGIONALE A L'ARCHITECTURE ET A L'ENVIRONNEMENT DU NORD - PAS-DE-CALAIS

BRIS B., BROOWER C., DE FOUCAULT B., LOUF T., MERIAUX J.-L., TROUVILLIEZ J., VERDEVOYE P., et D. VIGNEUX (coordination MERIAUX J.-L.).

1982 : Etude écologique de la Région des Wateringues du Pas-de-Calais.

- . Phase I 12 p.
- . Phase II 48 p., ann. : 16 tabl., 1 carte au 1/25 000

MERIAUX J.-L., TOMBAL J.-C. et P. TOMBAL avec la participation de

1982 : Patrimoine naturel régional du Nord - Pas-de-Calais. Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles, 1 carte couleur au 1/330 000 (format 40 x 60), notice détaillée, 4 p.

MERIAUX J.-L., TOMBAL J.-C., TOMBAL P. et J. TROUVILLIEZ.

1983 : - Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles. Cartographie au 1/25 000.

Hondschoote ; Dunkerque 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 ; Calais 5-6, 7-8 ; Guînes ouest ; Montreuil est ; Rue est et ouest.

- Mise à jour des cartes au 1/25 000 réalisées en 1982.

Marquise 3-4, 7-8 ; Boulogne-sur-Mer 1-2, 3-4, 5-6, 7-8.

Montreuil est, Rue est ; Rue ouest ; St-Amand ouest ; St-Amand est ; Valenciennes est ; Valenciennes ouest.

ELECTRICITE DE FRANCE - CENTRE D'EQUIPEMENT DU RESEAU DE TRANSPORT

MERIAUX J.-L., TOMBAL P. et J.-C. TOMBAL (coordination MERIAUX J.-L.).

1982 : Secteurs botaniques remarquables et voies de déplacement d'oiseaux concernés par le projet de ligne H.T. "Les Attaques-Terrier" entre les Attaques (62) et Argoeuves (80), 58 p., 8 c.

CENTRE D'ETUDES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT NORD-PICARDIE

MERIAUX J.-L., MOUTON J., TOMBAL J.-C. et P. TOMBAL (coordination TOMBAL P.).

1982 : Canal de la Basse Deûle et canal de la Lys - Etude biologique pour l'aménagement de la liaison Marquette-Henin.

DELEGATION REGIONALE A L'ARCHITECTURE ET L'ENVIRONNEMENT DE PICARDIE

MERIAUX J.-L., TOMBAL P., avec la participation de BON M., WATTEZ J.-R., TOMBAL J.-C. et B. BRIS.

1981 : Avis sur le P.O.S. partiel du groupement d'urbanisme des communes périphériques d'Abbeville, 11 p.

MERIAUX J.-L., TOMBAL P., BON M., GUERLESQUIN M., WATTEZ J.-R., TOMBAL J.-C., VIGNEUX D. et B. BRIS (coordination MERIAUX J.-L.).

1981 : Propositions pour la création d'une réserve naturelle : les marais de Mareuil-Caubert, 56 p.

GEHU J.-M., MERIAUX J.-L., TOMBAL P. avec la participation de BOULLET V., WATTEZ J.-R., KERAUTRET L., TOMBAL G., TOMBAL J.-C. et J. TROUVILLIEZ.
Fichier de l'Environnement de Picardie.

1981 : Note liminaire, 58 p.

Fichier des sites naturels de Picardie. Liste des sites de la Somme et complément sur l'Aisne, 75 p.

1982 : Fichier cartographique : inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles du département de la Somme . Cartographie au 1/100 000. Cartographie au 1/25 000 : St Valéry-sur-Somme 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, et Rue 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 (conception MERIAUX J.-L. et P. TOMBAL).

ETUDES REALISEES PAR L'INSTITUT EUROPEEN D'ECOLOGIE (METZ)
POUR LE COMPTE D'ADMINISTRATIONS OU D'ORGANISMES ASSIMILES

DELEGATION REGIONALE A L'ARCHITECTURE ET A L'ENVIRONNEMENT DE LORRAINE

MERIAUX J.-L. (coordination), TOMBAL P. (synthèse), ALBERTUS Y., BEGUIN D., BUCKEL D.-E., DANGIEN B., DARDAINE P., DUVAL T., DUVIGNEAUD J., ENGEL R., GONDAT F., GRAS F., MERIAUX J.-L., MULLER S., OCHSENBEIN G., PARENT G., PERRETTE L., SCHNEIDER A., TOMBAL J., et P. TOMBAL.

- 1983 : Fichier de l'Environnement pour le département de la Moselle - Fichier sitologique - Inventaire hiérarchisé des zones naturelles du département de la Moselle.
- . note liminaire, 3 p., (MERIAUX J.-L. et P. TOMBAL)
 - . fichier des sites d'intérêt écologique (29), 175 p., (DANGIEN B., DUVIGNEAUD J., ENGEL R., MERIAUX J.-L., MULLER S., MULLER Y., et G.-H. PARENT) ;
 - . cartographie couleur au 1/100 000e des zones d'intérêt écologique, (TOMBAL P., DUVIGNEAUD J., PARENT G.-H., MERIAUX J.-L., et Y. MULLER ; Conception et coordination MERIAUX J.-L. et P. TOMBAL).

TOMBAL P., DUVIGNEAUD J., PARENT G.-H., MERIAUX J.-L. ET Y. MULLER (conception et coordination MERIAUX J.-L. et P. TOMBAL).

- 1984 : Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles du département de la Moselle.
- . carte couleur au 1/300 000 (format 40 x 60) avec notice intégrée.

CARTES CONSULTEES

- Cartes topographiques au 1/25 000 (I.G.N.)

. Calais	5-6, 7-8
. Dunkerque	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. Hondschoote ouest	
. Marquise est	
. Guînes ouest	
. Audruicq est	
. Cassel	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. St-Omer	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. Hazebrouck ouest, est	
. Lille est	
. Montreuil est	
. Beauvrainville ouest	
. Fruges est	
. Heuchin ouest	
. Lillers	3-4, 7-8
. Carvin ouest, est	
. St-Amand ouest, est	
. Rue ouest, est	
. Crécy-en-Ponthieu ouest, est	
. St Pol-sur-Ternoise, ouest	
. St Michel-sur-Ternoise, est	
. Avesnes-le-Comte ouest	
. Douai ouest, est	
. Denain ouest	
. Valenciennes est	
. Le Quesnoy ouest	
. Maubeuge est	
. Jeumont ouest	
. St-Valéry-sur-Somme est, ouest	
. Abbeville ouest, est	
. Doullens ouest, est	
. Bapaume ouest	
. Cambrai ouest	3-4, 7-8
. Le Cateau-Cambrésis est	1-2, 5-6
. Landrecies ouest	
. Avesnes-sur-Helpe est	
. Trélon ouest	
. Hallencourt ouest, est	
. Anvers	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. Albert	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. Péronne ouest	
. Bohain-en-Vermandois	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. Gruse	1-2, 3-4
. Hirson ouest	
. Signy-le-Petit est	
. Ham	1-2, 3-4, 5-6, 7-8
. St-Quentin	1-2

- Carte au 1/25 000 du Parc Naturel Régional de St-Amand - Raismes (I.G.N.)

- Cartes touristiques au 1/100 000 (I.G.N.)

- . Abbeville-Calais

- . Lille-Dunkerque
- . Laon-Arras
- . Charleville-Mézières - Maubeuge

- Carte géologique au 1/80 000 (B.R.G.M.)

- . Douai

- Cartes géologiques au 1/50 000 - Type 1922 (B.R.G.M.)

- | | |
|----------------|-----------|
| . Carvin | XXV - 5 |
| . Douai | XXV - 6 |
| . Valenciennes | XXVI - 6 |
| . Guînes | XXII - 3 |
| . Abbeville | XXII - 7 |
| . Hallencourt | XXII - 8 |
| . Amiens | XXIII - 8 |
| . Albert | XXIV - 8 |

- Carte géologique au 1/50 000 - nouvelle édition (B.R.G.M.)

- . Crespin-Mons XXVI-XXVII - 5

- Carte géologique de la France au 1/1 000 000 (B.R.G.M.)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° I	- Les étangs et marais anciens
II	- Les étangs et marais récents
III	- Les mares prairiales
IV	- La Canche et ses affluents
V	- L'Aa et ses affluents
VI	- La Hem et ses affluents
VII	- La Lys et ses affluents
VIII	- L'Escaut et ses affluents
IX	- L'Authie
X	- La Somme
XI	- Les Watergangs
XII	- Répartition des pluies dans la dition (résultats donnés en mm)
XIII	- Pluviosité moyenne dans les localités de la Vallée de la Somme
XIV	- Température moyenne de trois localités de la Vallée de la Somme
XV	- Moyennes mensuelles des températures dans la dition (données de l'Office National Météorologique de Lille-Lesquin)
XVI	- Moyennes des températures dans la dition (données de l'Office National Météorologique de Lille-Lesquin)
XVII	- Indices climatiques
XVIII	- Résultats des analyses chimiques de prélèvements effectués dans la nappe de la craie (extraits du rapport de BRGM - résultats exprimés en mg/l)
XIX	- Résultats des analyses chimiques des prélèvements en pleine eau dans les marais de la Vallée de la Sensée ou dans la rivière elle-même
XX	- Importance des affaissements miniers ayant provoqué la formation de l'extension des étangs et marais prospectés dans le bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais (extrait de MERIAUX 1978)
XXI	- Flore aquatique régionale
XXII	- Résultats d'analyses d'eaux concernant le <i>Lemmetum gibbae</i> et <i>Lemna gibba</i>
XXIII	- Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du <i>Spirodeletum Polyrrhizae</i>
XXIV	- Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du <i>Lemmetum trisulcae</i>
XXV	- Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du <i>Charetum vulgaris</i>

- XXVI - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du *Potametum lucentis*
- XXVII - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du *Potametum trichoidis*
- XXVIII - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du *Zannichellietum palustris*
- XXIX - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du *Potametum pectinati*
- XXX - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du *Myriophyllo-Nupharetum*
- XXXI - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association de l'*Hydrocharito-Stratiotetum Aloidis*
- XXXII - Résultats des analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association de l'*Utricularietum neglectae*
- XXXIII - Résultats d'analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus de stations du groupement à *Hydrocharis morsus-ranae* et *Ceratophyllum demersum*
- XXXIV - Echelle de rareté des associations et groupements des milieux aquatiques du Nord-Ouest de la France
- XXXV - Inventaire de la faune de la Mare à Goriaux (1978) - Principales espèces relevées
- XXXVI - Inventaire de la faune des Marais d'Arleux (1978) - Principales espèces relevées (en partie d'après VIGNEUX-QUENTIN et VIGNEUX 1975)
- XXXVII - Principales espèces de la faune d'invertébrés des mares à groupements de renoncules aquatiques
- XXXVIII - Analyses hydrobiologiques: Liste faunistique, Caractéristiques du milieu de la rivière Aa
- XXXIX - Analyse physociologique au niveau de la végétation aquatique dans la rivière Aa
- XXXX - Invertébrés benthiques relevés au niveau des Callitriches
- XXXXI - Relations qualité des eaux, faune, callitriches
- XXXXII - Les principaux groupements végétaux frayères de l'ichtyofaune
- XXXXIII - Aperçu de l'Avifaune des Watergangs
- XXXXIV - Aperçu de l'Avifaune du Marais de Guînes
- XXXXV - Stations d'études sur l'Aa et ses affluents
- XXXXVI - Analyses physico-chimiques
- XXXXVII - Analyses physico-chimiques
- XXXXVIII - Analyses physico-chimiques
- XXXXIX - Eflorescences relevées dans l'Aa et ses affluents et histogrammes correspondants des paramètres hydro-chimiques déterminants au niveau des stations S.R.A.E.
- L - La flore de l'Aa et la zonation selon les classes de qualité définies par la méthode des indices biotiques (Mai-juin 1978)

- LI - Valeurs extrêmes de quelques paramètres physico-chimiques au niveau de secteurs de l'Aa (Mai-juin 1978) et classes de qualité selon la méthode des indices biotiques
- LII - Valeurs extrêmes de paramètres physico-chimiques fondamentaux et classes de qualité au niveau de l'Aa
- LIII - Zonation floristico-écologique, classes de qualité selon la méthode des indices biotiques et valeurs extrêmes des paramètres physico-chimiques fondamentaux
- LIV - Flore relevée dans l'Aa (26 stations) et ses affluents et correspondance avec la classe de qualité d'eau (méthode des indices biotiques)
- LV - Le profil phytosociologique de la rivière Aa
- LVI - Valeurs extrêmes des facteurs hydro-chimiques pour quatre espèces de Callitriche
- LVII - Contributions absolues des stations 1 à 58 obtenues par l'analyse factorielle des correspondances
- LVIII - Contributions absolues des différents paramètres obtenus par l'analyse factorielle des correspondances (58 stations, 18 paramètres physico-chimiques)
- LIX - Contributions absolues des différents paramètres obtenus par l'analyse factorielle des correspondances (50 stations, 18 paramètres physico-chimiques)
- LX - Contributions absolues des différents paramètres obtenus par l'analyse factorielle des correspondances (50 stations, 15 paramètres physico-chimiques)
- LXI - Valeurs minimales et maximales des principaux facteurs hydro-chimiques pour quelques espèces caractéristiques des rivières du Nord-Ouest de la France
- LXII - Valeurs minimales et maximales des principaux facteurs hydro-chimiques pour quelques associations caractéristiques des rivières du Nord-Ouest de la France
- LXIII - Variations des associations végétales aquatiques dans l'Aa (26 stations) - Coefficient : échelle d'abondance dominance de BRAUN-BLANQUET
- LXIV - Cotation des milieux naturels de la région des Wateringues du Pas-de-Calais

LISTE DES TABLEAUX DE VEGETATION

- Tableau n°
- 1 - *Lemnetum gibbae*
 - 2 - *Spirodeletum polyrhizae*
 - 3 - *Lemnetum trisulcae*
 - 4 - *Ricciocarpetum natantis*
 - 5 - *Riccietum fluitantis*
 - 6 - Populations de *Lemna minor*
 - 7 - La classe des *Lemnetea minoris* dans le nord-ouest de la France
 - 8 - *Tolypelletum glomeratae*
 - 9 - *Charetum vulgaris*
 - 10 - *Charetum fragilis*
 - 11 - *Nitellopsidetum obtusae*
 - 12 - Groupement à *Chara polyacantha*
 - 13 - *Potametum lucentis*
 - 14 - *Potametum pusillo-graminei*
 - 15 - *Potamogeton trichoidis*
 - 16 - *Najadetum marinae*
 - 17 - *Zannichellietum palustris*
 - 18 - *Potametum pectinati*
 - 19 - *Potametum obtusifolii*
 - 20 - Groupement à *Potamogeton friesii*
 - 21 - Groupement à *Potamogeton crispus* fo. *lancifolius*
 - 22 - *Myriophyllo-Nupharetum* dans la vallée de la Sensée et le bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais
 - 23 - *Myriophyllo-Nupharetum* dans la vallée de la Somme
 - 24 - *Myriophyllo-Nupharetum* (Synthèse Sensée, bassin houiller, Somme, Sambre)
 - 25 - *Nymphaeetum minoris*
 - 26 - *Utricularietum neglectae*
 - 27 - Groupements à *Elodea canadensis* et à *Elodea nuttallii*
 - 28 - Groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*
 - 29 - *Hottonietum palustris*
 - 30 - *Callitrichetum stagnalis*
 - 31 - Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *typica*
 - 32 - *Ranunculo (calcarei) - Sietum erecti submersi*
 - 33 - *Potameto-Ranunculetum fluitantis*
 - 34 - *Sparganio-Potametum pectinati*
 - 35 - *Callitrichetum hamulatae*
 - 36 - *Veronica-Callitrichetum platycarpae*
 - 37 - Groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*
 - 38 - Groupement à *Potamogeton densus* fo. *angustifolius*
 - 39 - Groupements à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa* et à *Nuphar lutea* fo. *submersa*
 - 40 - Groupement à *Elodea ernstae*
 - 41 - *Rupprietum spiralis*
 - 42 - *Ranunculetum baudotii*
 - 43 - *Ceratophylletum submersi*
 - 44 - *Fontinalidetum antipyreticae*
 - 45 - Groupements à *Leptodictyum riparium*, *Brachytheceium rivulare*, *Cladophora glomerata* et *Vaucheria sessilis*, *Vaucheria dichotoma*
 - 46 - *Scirpo-Phragmitetum*
 - 47 - *Glycerietum maximae*
 - 48 - *Thelypterido-Phragmitetum*
 - 49 - *Cladietum marisci*
 - 50 - *Sparganietum erecti*
 - 51 - *Rorippo-Oenanthetum*
 - 52 - Groupement à *Calamagrostis canescens* et *Phragmites australis*
 - 53 - *Sparganio-Sagittarietum*
 - 54 - *Butometum umbellati*
 - 55 - Groupement à *Hippuris vulgaris*

- 56 - Groupement à *Eleocharis palustris*
- 57 - Groupement à *Alisma plantago-aquatica*
- 58 - *Scirpetum tabernaemontani*
- 59 - *Caricetum paniculatae*
- 60 - *Caricetum appropinquatae*
- 61 - *Caricetum elatae*
- 62 - *Caricetum rostratae*
- 63 - *Caricetum ripario-acutiformis*
- 64 - *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*
- 65 - Groupement à *Juncus subnodulosus*
- 66 - *Caricetum gracilis* (et groupement à *Carex disticha*)
- 67 - *Caricetum ripariae*
- 68 - Groupement à *Iris pseudacorus*
- 69 - *Glycerietum fluitantis*
- 70 - *Glycerietum plicatae*
- 71 - *Apietum nodiflori*
- 72 - *Nasturtietum officinalis*
- 73 - Groupements à *Sium erectum*, *Myosotis scorpioides* et *Veronica anagallis-aquatica* et groupements à *Veronica beccabunga*, *Epilobium parviflorum* et *Scrophularia auriculata*
- 74 - Groupement à *Juncus bulbosus* L. subsp. *kochii*
- 75 - Groupement à *Juncus bufonius*
- 76 - Analyse paysagère

Les tableaux des associations suivantes :

Ranunculetum aquatilis

Ranunculetum peltati

Callitrichetum obtusangulae

Groupement à *Rorippa amphibia* et *Rumex hydrolapathum*

Phalaridetum arundinaceae

Rorippo-Phalaridetum arundinaceae

figurent dans le mémoire réunissant nos publications au sein de notes qui décrivent ces associations.

LISTE DES COUPES GEOLOGIQUES

- Coupe n° 1 - Marais de la Canarderie
2 - Etang de Vicoigne
3 - Grand Clair de Wasnes-au-Bac
4 - Etang de Feuillères (extrait de la notice explicative de la carte géologique Albert au 1/50 000e)

LISTE DES TRANSECTS

- Transect n° 1 - Marais du Haut - Marais Decamps à Arleux - Carte 4
2 - Marais Leglay - Marais du Bas à Arleux - Carte 4
3 - Mare à Goriaux (étang à Goriaux) à Raismes - Carte 5
4 - Mare à Goriaux (étang à Goriaux) à Raismes - Carte 5
5 - Mare à Goriaux (étang d'Aubry) - Carte 5

LISTE DES CARTES

- Carte n°
- 1 - Régions naturelles de la dition
 - 2 - Localisation des milieux aquatiques étudiés
 - 3 - Les Affleurements géologiques dans la dition (extrait de la carte géologique de France au 1/1 000 000e)
 - 4 - Les Marais d'Arleux
 - 5 - La Mare à Goriaux (extrait de D.E.A. MERIAUX 1974)
 - 6 - L'étang de Chabaud-Latour
 - 7 - Répartition française du *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Lois.) J. Gr.
 - 8 - L'Aa - Plan de situation du bassin versant (Echelle : 1/200 000e)
 - 9 - Zonation de l'Aa selon les classes de qualité
 - 10 - Etude écologique de la Région des Wateringues du Pas-de-Calais
 - 11 - PATRIMOINE NATUREL REGIONAL Nord - Pas-de-Calais. Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles, échelle 1/333 333
 - 12 - Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles, échelle 1/100 000 (extrait Abbeville-Calais)
 - 13 - Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles, échelle 1/25 000 (Saint-Amand-les-Eaux, est)
 - 14 - Vallée de la Somme entre Etouvie et la Chaussée-Tirancourt
 - 15 - Principales stations botaniques des marais de Mareuil-Caubert
 - 16 - Proposition de création de réserve naturelle (marais de Mareuil-Caubert)
 - 17 - Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles du département de la Moselle

LISTE DES FIGURES

- Figure n° 1 - Akènes de quelques espèces du genre *Potamogeton*
2 - Utricules de quelques espèces du genre *Carex*
3 - Les associations de la classe des *Lemmetea* dans le Nord-Ouest de la France, adaptation de Tüxen (1974) et de Pott (1980)
4 - Profil en long de l'Aa
5 - L'Aa - Variations de l'oxydabilité
6 - L'Aa - Variations de la DBO_5
7 - L'Aa - Variations de la DCO
8 - L'Aa - Variations des MeS
9 - Zonation floristico-écologique de l'Orme
10 - L'Aa - Graphique des indices biotiques moyens
11 - La zonation phytocoeno-écologique de l'Aa
12 - Analyse factorielle de correspondances effectuées sur les analyses physico-chimiques réalisée au niveau des stations à *Callitriche obtusangula*, *C. platycarpa* et *C. truncata subsp. occidentalis* (ordination sur les axes 1 et 2)
13 a à 13 h - Diagrammes ioniques de la Hem (a), l'Aa (b,c,h), le Béart (d), la Canche (e), le Marais de la Canarderie (f), la Mare à Goriaux (g)
14 - Distribution des associations des *Lemmetea* en fonction de la conductivité des eaux (en μScm^{-1} à 20° C)
15 - Relations entre le *Ranunculo calcarei-Sietum*, le *Callitrichetum obtusangulae*, le *Sparganio-Potametum* et les paramètres hydrochimiques déterminants
16 - Distribution d'associations des *Potametea* en fonction de la conductivité des eaux (en μScm^{-1} à 20° C)
17 - Relations entre les associations des *Lemmetea*, des *Potametea*, des *Ruppieta* et la conductivité des eaux (en μScm^{-1} à 20° C)
18 - L'Aa - Diagramme de pollution
19 - Zonation phytocoenologique de rivière de pays crayeux, l'Aa