

AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE

**ETUDE SUR L'UTILISATION DES PHYTOCOENOSSES
POUR L'EVALUATION DE LA QUALITE
DES COURS D'EAU ET PLANS D'EAU
AU SENS DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU
ET REALISATION DE DEUX GUIDES TECHNIQUES**

1^{ère} PARTIE - METHODOLOGIE

-AMBE, Décembre 2006-

AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE

ETUDE SUR L'UTILISATION DES PHYTOCOENOCES
POUR L'EVALUATION DE LA QUALITE
DES COURS D'EAU ET PLANS D'EAU
AU SENS DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU
ET REALISATION DE DEUX GUIDES TECHNIQUES

EQUIPE

REALISATION SCIENTIFIQUE

Jean-Luc MERIAUX

Docteur ès Sciences
Directeur d'Etudes à l'Institut Européen d'Ecologie
Directeur des Etudes de l'AMBE

Daniel PETIT

Docteur ès Sciences
Agrégé de l'Université
Membre du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) Nord – Pas-de-Calais)
Professeur honoraire à l'Université des Sciences et Technologies de Lille
Président de la Société Botanique du Nord

Laure ZINGRAFF

Diplômée d'Etudes Approfondies en Géosciences de l'Environnement
Diplômée Supérieure de Recherches en Sciences Naturelles (Université des Sciences et Technologies de Lille)

Avec la collaboration de :

Bruno DE FOUCAULT

Docteur ès Sciences
Ingénieur de l'Institut National Agronomique
Maître de Conférences à l'Université des Sciences pharmaceutiques et biologiques de Lille
Membre du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine naturel de la Région Nord – Pas-de-Calais

Alain LEPRETRE

Docteur ès Sciences
Directeur du Laboratoire d'Ecologie et d'Ecotoxicologie de l'Université des Sciences et Technologies de Lille

Consultation

Jean-PRYGIEL

Chef de la Mission Ecologie du Milieu à l'Agence de l'Eau Artois-Picardie

REALISATION TECHNIQUE

Dactylographie et secrétariat

Nathalie MALAQUIN

COORDINATION ET SYNTHÈSE

Jean-Luc MERIAUX

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
<u>1^{ère} PARTIE</u> - METHODOLOGIE	4
A - ANALYSE DE LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE ET DES ACQUIS REGIONAUX	5
I - BIBLIOGRAPHIE REGIONALE	6
II - BIBLIOGRAPHIE GENERALE	17
1. Ecologie.....	17
2. Floristique et phytosociologie	20
B - PRÉSENTATION DE LA METHODE PHYTOSOCIOLOGIQUE EN MILIEU AQUATIQUE	35
I - DEFINITION ET HISTORIQUE	36
1. L'école de Zurich-Montpellier (FLAHAULT et BRAUN-BLANQUET, 1915).....	36
2. L'école d'Upsala (DU RIETZ, 1921)	37
3. L'école esthonio-américaine (LIPMAA, 1933)	37
4. Les écoles dynamistes : le système de CLEMENTS (1916) et l'école de Toulouse (GAUSSEN, REY, 1933-1955)	38
5. La phytosociologie synusiale intégrée (DE FOUCAULT, GILLET, JULVE, 1980).....	38
II - METHODES PHYTOSOCIOLOGIQUES	40
III - SYMPHYTOSOCIOLOGIE	44
IV - CARTOGRAPHIE	46
1. Cartes de la végétation de France au 1/200 000 du CNRS	46
2. Fichiers des séries phytosociologiques établis par l'AMBE.....	47
3. Cartographie de la répartition des macrophytes du Lac Léman.....	47
4. Cartographie de la répartition des espèces végétales de la Mare à Goriaux ...	47
5. Cartographie des phytocoenoses aquatiques	47

C - DESCRIPTION DE LA FLORE ET DES PHYTOCOENOSSES DE REFERENCE ET LEUR ROLE DE BIOINDICATEUR EN COURS D'EAU ET EN PLANS D'EAU CALCAIRES ET ACIDES	54
I - RAPPEL DES CONNAISSANCES	55
II - FLORE ET PHYTOCOENOSSES DE REFERENCE	59
D - METHODOLOGIE POUR LA COLLECTE DES DONNEES ACTUELLES SUR LE TERRAIN	104
I - DECOUPAGE.....	106
1. Cours d'eau	106
1.1. Découpage en tronçons.....	106
1.2. Identification des sites	106
2. Plans d'eau	108
II - RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES : DESCRIPTION DES ASSOCIATIONS	110
1. Cours d'eau	110
2. Plans d'eau	110
III - PRESENTATION DES RESULTATS.....	111
IV - UTILISATION DES RESULTATS	116
E - METHODOLOGIE DE LA MISE EN PLACE DE L'ETAT DE REFERENCE D'UN COURS D'EAU OU D'UN PLAN D'EAU ET CALCUL DE L'ECART A LA REFERENCE.....	117
I - MISE EN PLACE DE L'ETAT DE REFERENCE D'UN COURS D'EAU OU D'UN PLAN D'EAU	118
1. Les cours d'eau.....	118
2. Les plans d'eau.....	118
II - CALCUL DE L'ECART A LA REFERENCE	119
1. Calcul des valeurs de l'état écologique actuel	119
1.1. Calcul de la valeur de l'état écologique actuel pour un relevé	119
1.2. Valeur écologique actuelle d'une station (ou d'un transect).....	121
1.3. Valeur écologique d'un tronçon (ou d'un secteur)	122
2. Calcul des valeurs de l'écart à la référence, du relevé au tronçon (ou secteur)	122
3. Calcul des valeurs de l'écart à la référence pour la rivière ou le plan d'eau.....	123
4. Classes d'écart à la référence pour une rivière ou un plan d'eau.....	123

F - METHODE DE REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE	125
I - ZONATION PHYTOCOENO-ECOLOGIQUE.....	126
II - ECART A LA REFERENCE.....	127
<u>2^{ème} PARTIE</u> - EVALUATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE D'UN COURS D'EAU DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE A L'AIDE DE LA FLORE ET DES PHYTOCOENOSSES : LA HEM ET DE CELLE D'UN PLAN D'EAU : LA MARE A GORIAUX.....	128
INTRODUCTION.....	129
A - EVALUATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE D'UN COURS D'EAU DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE A L'AIDE DE LA FLORE ET DES PHYTOCOENOSSES : LA HEM	132
I - PRESENTATION DE LA HEM	133
II - METHODOLOGIE D'ETUDE	134
1. Découpage abiotique.....	134
2. Relevés phytosociologiques par tronçons	134
III - RESULTATS DE L'ETUDE DE TERRAIN	136
IV - ZONATIONS PHYTOCOENO-ÉCOLOGIQUES ACTUELLE ET DE REFERENCE	177
1. Zonation phytocoeno-écologique actuelle	177
2. Zonation phytocoeno-écologique de référence	178
3. Ecart à la référence	180
CONCLUSION	185
BIBLIOGRAPHIE	186
ANNEXE - Fiches de terrain et relevés phytosociologiques réalisés sur la Hem les 05/07/2005, 29/08/2005 et 12/09/2005.....	193
B - EVALUATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE D'UN PLAN D'EAU DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE A L'AIDE DE LA FLORE ET DES PHYTOCOENOSSES : LA MARE A GORIAUX	248
I - PRESENTATION DE LA MARE A GORIAUX	249

II - METHODOLOGIE D'ETUDE	250
1. Découpage abiotique	250
2. Relevés phytosociologiques par secteurs	250
III - RESULTATS DE L'ETUDE DE TERRAIN	253
IV - RESULTATS ET INTERPRETATIONS	270
V - DISCUSSION	273
BIBLIOGRAPHIE	277
ANNEXE - Fiches de terrain et relevés phytosociologiques réalisés sur la Mare à Goriaux les 21/06/2005 et 19/09/2005	287
3^{ème} PARTIE - GUIDES TECHNIQUES - DIAGNOSTIC DE LA QUALITE ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU ET DES PLANS D'EAU	312
INTRODUCTION.....	313
GUIDE TECHNIQUE DES COURS D'EAU.....	314
A - ELEMENTS DE TYPOLOGIE	315
I - IDENTIFICATION DES TYPES « VEGETAL » ET DESCRIPTION DES « PHYTOCOENOSES DE REFERENCE » CORRESPONDANTES...315	
1. Type végétal	315
2. Phytocoenoses de référence et zonation phytocoeno-écologique	315
II - MASSES D'EAU ET TYPE VEGETAL	323
1. Masses d'eau et hydro-écorégions du bassin Artois-Picardie.....	323
2. Types « végétal » et masses d'eau dans le bassin Artois-Picardie.....	324
B - METHODOLOGIE DE TERRAIN	329
I - DECOUPAGE EN TRONÇONS.....	329
1. Découpage abiotique	329
2. Etat de référence phytocoeno-écologique de chaque tronçon.....	329
II - IDENTIFICATION DES SITES.....	330
III - RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES : DESCRIPTION DES ASSOCIATIONS	331

IV -UTILISATION DES RESULTATS.....	335
C - EXPLOITATION DES DONNEES	340
I - COMPARAISON, ETAT ACTUEL ET ETAT DE REFERENCE DU COURS D'EAU CONSIDERE.....	340
II - CALCUL DE L'ECART A LA REFERENCE D'UN COURS D'EAU : L'EXEMPLE DE LA HEM.....	341
1. Calcul des valeurs de l'état écologique actuel	341
1.1. Calcul de la valeur de l'état écologique actuel pour un relevé	341
1.2. Valeur écologique actuelle d'une station	343
1.3. Valeur écologique d'un tronçon.....	343
2. Calcul des valeurs de l'écart à la référence, du relevé au tronçon	344
3. Calcul des valeurs de l'écart à la référence pour la rivière	345
4. Classes d'écart à la référence pour une rivière.....	345
GUIDE TECHNIQUE DES PLANS D'EAU.....	348
A - ELEMENTS DE TYPOLOGIE	349
I - IDENTIFICATION DES TYPES « VEGETAL » ET DESCRIPTION DES « PHYTOCOENOSES DE REFERENCE » CORRESPONDANTES...349	349
1. Type végétal	349
2. Phytocoenoses de référence et groupes phytocoeno-écologiques.....	349
II - MASSES D'EAU ET TYPE VEGETAL	357
1. Masses d'eau et hydro-écorégions du bassin Artois-Picardie.....	357
2. Types « végétal » et masses d'eau dans le bassin Artois-Picardie.....	358
B - METHODOLOGIE DE TERRAIN	364
I - DECOUPAGE EN SECTEURS	364
1. Découpage abiotique.....	364
2. Etat de référence phytocoeno-écologique de chaque secteur.....	364
II - IDENTIFICATION DES TRANSECTS	365
III - RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES : DESCRIPTION DES ASSOCIATIONS	366
IV - UTILISATION DES RESULTATS	370

C - EXPLOITATION DES DONNEES	377
I - COMPARAISON, ETAT ACTUEL ET ETAT DE REFERENCE DU PLAN D'EAU CONSIDERE	377
II - CALCUL DE L'ECART A LA REFERENCE D'UN PLAN D'EAU : L'EXEMPLE DE LA MARE A GORIAUX	378
1. Calcul des valeurs de l'état écologique actuel	378
1.1. Calcul de la valeur de l'état écologique actuel pour un relevé	378
1.2. Valeur écologique actuelle d'un transect	380
1.3. Valeur écologique d'un secteur	380
2. Calcul des valeurs de l'écart à la référence, du relevé au secteur	381
3. Calcul des valeurs de l'écart à la référence pour le plan d'eau	382
4. Classes d'écart à la référence pour un plan d'eau	382

INTRODUCTION

La Directive Cadre Eau prévoit l'utilisation de la macroflore et du phytobenthos pour l'évaluation de la qualité biologique des masses d'eau superficielles, en particulier les masses d'eau continentales (plans d'eau et cours d'eau).

L'indice biologique diatomées (Afnor, 2000) peut être appliqué dans de nombreux cas mais le recours à la macroflore semble incontournable pour les cours d'eau où celle dernière constitue le maillon végétal essentiel.

Avec la norme IBMR (Afnor, 2003), les gestionnaires disposent d'un **indice trophique des cours d'eau**. Cet indice, qui peut s'avérer particulièrement utile pour le suivi opérationnel des masses d'eau, dont le bon état n'est pas atteint en raison d'un niveau trophique trop élevé, ne répond pas aux critères requis pour le **suivi de surveillance**. Pour ce dernier réseau, il convient d'**utiliser des méthodes fondées sur les espèces macrophytiques et leur abondance et sur le principe de l'écart à la référence**.

L'objet de cette étude est de :

- proposer une **première approche de suivi de la qualité biologique des cours d'eau et plans d'eau du bassin Artois-Picardie** basée sur les **associations végétales aquatiques** (phytocoenoses aquatiques) et le **principe de l'écart à la référence** ;
- **l'appliquer à quelques cours d'eau et plans d'eau du bassin Artois-Picardie** en vue d'en tester la fiabilité ;
- finaliser cette approche sous la forme de **guides techniques complets** allant du **découpage du cours d'eau et du plan d'eau** concerné au **diagnostic de la qualité biologique** fondé sur la comparaison des associations végétales observées avec des associations végétales de référence.

On considérera, pour cette **approche phytosociologique** de la qualité des cours d'eau et des plans d'eau, les **associations végétales aquatiques** : macrophytes aquatiques et morphoses aquatiques de plantes subaquatiques et/ou terrestres.

La première phase de cette étude consiste à proposer sur la base de la **littérature scientifique** et des **acquis régionaux** (méthodologie et données) les **bases d'une méthodologie** satisfaisant aux exigences de la **Directive Cadre Eau** fondée sur l'utilisation des **phytocoenoses aquatiques** en cours d'eau et plan d'eau.

Cette méthodologie comportera en particulier les points suivants :

- **une synthèse sur l'approche phytosociologique en milieu aquatique** présentant les espèces de la détermination des associations végétales (aspects

qualitatifs et quantitatifs), leur signification écologique vis-à-vis du gradient amont-aval des cours d'eau et de la zonation des plans d'eau ;

- **la description des phytocoenoses de référence pour les cours d'eau calcaires et acides du bassin Artois-Picardie** suivant le gradient d'enrichissement naturel en nutriments amont-aval, de même que les **phytocoenoses de référence pour les plans d'eau retenus pour la mise en œuvre de la Directive Cadre** (Val Joly à Eppe Sauvage, Vignoble à Valenciennes, Mare à Goriaux à Raismes, Romelaère à Saint-Omer, Plans d'eau d'Ardres, Brèmes les Ardres et Guînes) ;
- **la méthode de découpage des cours d'eau et des plans d'eau** en tronçons ou secteurs homogènes dans lesquels les relevés seront effectués ;
- **la méthodologie d'identification des sites** (localisation, taille...) au sein des tronçons de cours d'eau homogènes et des secteurs homogènes de plans d'eau où seront réalisés les **relevés floristiques**. Ces **sites** devront être avant tout **représentatifs de l'état biologique des cours d'eau et des plans d'eau** ;
- **la méthodologie de réalisation des relevés en cours d'eau et en plan d'eau**. Seront notamment décrites les techniques de prélèvement, d'observation, d'identification et de quantification des associations végétales ainsi que les fréquences et périodes d'observation et de relevés idéales pour une vision représentative de l'état biologique des cours d'eau et des plans d'eau ;
- **la méthodologie de calcul de l'écart à la référence** entre **peuplement observé** et **peuplement attendu** (référence) prenant en compte les **aspects qualitatifs et quantitatifs**. Une telle méthodologie pourra notamment être basée sur des mesures de similarité de listes d'espèces et d'abondances (pourcentages de recouvrement) associées ;
- **la méthode de représentation cartographique des résultats obtenus** compatibles avec les systèmes informatiques de l'Agence (Arcinfo).

La deuxième phase consiste en **l'application test de cette méthodologie** sur quelques **cours d'eau et plans d'eau du bassin**.

Ces applications seront menées sur un cours d'eau représentatif d'un type dominant de cours d'eau du bassin, et un plan d'eau parmi les 5 retenus pour la Directive. Elles ont pour objectif d'une part de vérifier l'applicabilité des méthodologies proposées et d'autre part de disposer de données concrètes en vue de la diffusion des résultats méthodologiques.

La troisième phase consiste en **l'élaboration de deux guides techniques complets**, un pour **les cours d'eau**, un pour **les plans d'eau** qui pourront servir de base au cahier des charges des futures applications dans ce domaine. Ils comprendront notamment :

- **des éléments de typologie :**

- . identification des types « végétal » du bassin Artois-Picardie et description des associations végétales de référence pour chaque type végétal défini ;
- . éléments typologiques permettant de rattacher chaque masse d'eau du bassin Artois-Picardie (60 masses d'eau de type cours d'eau et 5 masses d'eau de type plan d'eau) à n type « végétal » défini : type calcaire, acide... La description des masses d'eau continentales du bassin Artois-Picardie est donnée dans la v2 de l'état des lieux du bassin Artois-Picardie ;
- . carte des masses d'eau (cours d'eau, plan d'eau) du bassin Artois-Picardie vis-à-vis de la flore aquatique. La typologie des masses d'eau du bassin vis-à-vis de la flore aquatique devra tenir compte du découpage en hydroécorégions effectué par le Cemagref sur la base de critères abiotiques et veiller à la cohérence entre les deux approches en associant chaque type de masse d'eau au sens floristique à un type de masse d'eau selon le découpage Cemagref ;

- **la méthodologie de terrain :**

- . découpage du cours d'eau en tronçons homogènes et du plan d'eau en secteurs homogènes ;
- . identification des sites dans chaque tronçon de cours d'eau ou dans chaque secteur de plan d'eau ;
- . identification des associations végétales ;

- **l'exploitation des données :**

- . comparaison des associations observées et des associations de référence ;
- . calcul d'un indice de qualité sur le principe de l'écart à la référence ;
- . un système de classification en 5 classes de qualité ;
- . la représentation cartographique des résultats.

1^{ère} PARTIE
METHODOLOGIE

**A - ANALYSE DE LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE
ET DES ACQUIS REGIONAUX**

I - BIBLIOGRAPHIE REGIONALE (et régions limitrophes)

Floristique, phytosociologie et écologie

- AMBE (BRIS, B., BROUWER, C., DE FOUCAULT, B., LOUF, T., MERIAUX, J.-L., TROUVILLIEZ, J., VERDEVOYE, P. et VIGNEUX, D.), 1983. - Etude écologique de la région des waterings du Pas-de-Calais. I : 12 p. ; II : 48 p. ; III : 16 tab., carte au 1/25000 : étude écologique des waterings du Pas-de-Calais.
- AMBE (MERIAUX, J.-L., ANDRIS, I., DUCROCQ, M., GODIN, J., LOUF, T., MOUSQUET, F.-X., THOMAS, P. et TOMBAL, P.), 1983. - Etude pour l'aménagement de l'étang du Vignoble et de ses abords. 133 p. Ville de Valenciennes.
- AMBE (MERIAUX, J.-L., TOMBAL, P., IERIA, H. et BRIS, B.), 1984. - Le patrimoine naturel régional Nord – Pas-de-Calais. Inventaire et gestion des milieux naturels et semi-naturels. Actes du colloque organisé les 23, 24 et 25 novembre 1983 à Lille. Edition AMBE Bruay-sur-Escaut. 317 p.
- AMBE (MERIAUX, J.-L. et TOMBAL, P.), 1984. - L'environnement en Picardie. Actes du colloque organisé les 9 et 10 octobre 1984 à Amiens. Edition AMBE Ailly-sur-Noye. 234 p.
- AMBE (BRIS, B., BROUWER, C., DE FOUCAULT, B., MERIAUX, J.-L., RAEVEL, P., VERDEVOYE, P. et VIGNEUX, D.), 1985. - Etude de la région des waterings (département du Nord) proposant une gestion écologique et des mesures de protection. I : 53 p. ; II : 21 tab. ; III : annexes 24 p. ; carte au 1/25000 (secteurs d'intérêt écologique, voies de déplacement des oiseaux, qualité des eaux des principaux watergangs).
- AMBE (MERIAUX, J.-L. et TOMBAL, P.), 1985. – Inventaire écologique du marais de Sacy (Oise). DRAE Picardie. 100 p.
- AMBE (DE FOUCAULT, B., DUQUEF, M., LOUF, T., MERIAUX, J.-L., SUEUR, F., TOMBAL, P., VIGNEUX, D. et VIGNEUX, E.), 1986-87-88. - Etude écologique du Marquenterre. Syndicat Intercommunal de Développement Economique et d'Aménagement de Ponthieu-Marquenterre. Ministère de l'Agriculture, Conseil Régional de Picardie, Ministère de l'Environnement. I : 134 p., annexes : 57 p., 2 cartes couleur au 1/25000 ; II : 89 p. ; III : 184 p. ; IV₁ : 147 p. ; IV₂ : 43 p. ; IV₃ : 5 p., 120 diapositives.
- AMBE (MERIAUX, J.-L., TOMBAL, P., GUERLESQUIN, M., SUEUR, F., VIGNEUX, E., BRIS, B. et BOULLET, V.), 1986. - Projet de création de réserve naturelle botanique. Les marais Mareuil-Caubert et Epagne-Epagnette. Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement Picardie, Conseil Régional de Picardie. 132 p.
- AMBE (MERIAUX J.-L.), 1987. – Etat actuel des marais de la Marque à l'amont de Bouvines et propositions d'aménagement. Syndicat intercommunal du Pévèle Mélantais et DRAE Nord – Pas-de-Calais. 162 p.

- AMBE (MERIAUX J.-L., BRUNET, T., DUCROCQ, M., GOGUILLON, B. et KERAUTRET, L.), 1988. - Aménagement de la vallée de la Sensée. Evaluation des milieux aquatiques. Synthèse et propositions d'aménagement. Conseil Général du Nord. 141 p.
- AMBE (MERIAUX J.-L.), 1989. - Réserve naturelle des marais d'Isle, flore et phytocoenoses. Qualité des eaux, évolution de 1985 à 1989. Propositions de gestion, d'extension de la réserve et de suivi annuel. 75 p. Ville de S^t Quentin.
- AMBE (DUVIGNEAUD, J., TOMBAL, J.-C. et MERIAUX, J.-L.) et Ministère de l'Environnement, 1990. - Etude de gestion des milieux naturels du Nord – Pas-de-Calais. L'étang de la Folie, état actuel, nécessité de sa conservation et de sa gestion. D.R.A.E. Nord Pas-de-Calais. 111 p.
- AMBE (DUVIGNEAUD, J., TOMBAL, J.-C. et MERIAUX, J.-L.) et Ministère de l'Environnement, 1990. - Etude de gestion des milieux naturels du Nord – Pas-de-Calais. L'étang de la Lobiette. D.R.A.E. Nord Pas-de-Calais. 74 p.
- AMBE (MERIAUX, J.-L.), 1991. - La Mare à Goriaux (Forêt domaniale de S^t Amand – Raismes – Wallers). Suivi des herbiers aquatiques. D.R.A.E. Nord Pas-de-Calais. 38 p.
- AMBE (MERIAUX, J.-L., CARRIEU, S., CHEVAL, A., LANOY, J., RUFFIN, M., TROUVILLIEZ, J. et VIGNEUX, E.), 1992. - Schéma de vocation piscicole et halieutique du département du Nord. Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Pisciculture du Nord. 63 p.
- AMBE (CHEVAL, A., MERIAUX, J.-L. et VIGNEUX, E.), 1993. – Suivi de la qualité des eaux des lacs de Villeneuve d'Ascq. Communauté Urbaine de Lille, Service Assainissement. 113p.
- AMBE (MERIAUX, J.-L., DUVIGNEAUD, J., WATTEZ, J.-R., COSTE, M. et SUEUR, F.), 1995. - Etude inter-agences, connaissance et fonctionnement des milieux aquatiques. Relevés floristiques, détermination taxonomique et physico-chimie sur 12 cours d'eau français. Application aux rivières Aa et Bresle. Agence de l'Eau Seine-Normandie. 72 p., fichier Aa : 914 p. et fichier Bresle : 579 p.
- AMBE (WOJTKOWIAK, A., PETTENATI, F.-L. et MERIAUX, J.-L.), 1996. - Etude d'impact sur la ressource en eau des plans d'eau fermés dans le Parc Naturel Régional de la Plaine de la Scarpe. D.D.E. du Nord. 44 p.
- AMBE (MERIAUX, J.-L. et SIMEONI, K.), 1997. - Relevés macrophytiques sur 34 stations des rivières de l'Aa et de la Lys en vue du calcul des indices macrophytiques GIS. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 90 p.
- AMBE (MERIAUX, J.-L., DUVIGNEAUD, J. et WOJTKOWIAK, A.), 1999. - Flore des milieux aquatiques du territoire de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie : espèces, écologie et clés de détermination pratiques. I : Les végétations aquatiques et subaquatiques du territoire de l'Agence, 23 p. ; II : Fichier des espèces aquatiques et

subaquatiques, 414 p. ; III : clés de détermination pratiques des espèces aquatiques, 34 p. ; IV : Bibliographie, annexes, 32 p. Agence de l'Eau Artois-Picardie.

AMBE (MERIAUX, J.-L., BOURNERIAS, M., DE FOUCAULT, B., DUVIGNEAUD, J., PETIT, D. et WOJTKOWIAK, A.), 2000. - Guide pratique de détermination des plantes aquatiques à l'état végétatif du bassin Artois-Picardie. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 82 p.

AMBE (MERIAUX, J.-L. et coll.), 2000. - Les milieux aquatiques dans le territoire de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie. Planches de diapositives. 1 : Milieux aquatiques dans le territoire de l'Agence ; 2 : Principales espèces aquatiques rencontrées ; 3 : Bioindicateurs ; 4 : Principales espèces subaquatiques rencontrées. Agence de l'Eau Artois-Picardie, notice : 9 p. ; 4 planches de 20 diapositives.

AMBE (MERIAUX, J.-L. et WOJTKOWIAK, A.), 2001. - Test de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) sur le bassin Artois-Picardie. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 122 p.

AMBE (MERIAUX, J.-L.), 2002. - Evaluation de la qualité écologique de l'Aa à l'aide de la flore et des phytocoenoses. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 54 p.

BARDET, O., DAS GRACAS, E. et HAUGUEL, J.-C., 2000. - A propos de quelques plantes remarquables découvertes dans les marais de la Souche (Aisne). **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 18 : 38-44.

BLIN, J.-B., 1865. - Etude sur la vallée de la Sensée. **Mem. Soc. Emul. de Cambrai**, 165-174. Cambrai.

BON, M., 1991. - Les marais de la région de Rue (80). Excursion botanique du 17 juin 1990. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 9 : 179-186.

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.

BOULLET, V., 1998. - Raretés, protections et menaces de la flore (Ptéridophytes et Spermaphytes) de Picardie. Centre régional de phytosociologie. Conservatoire Botanique National de Bailleul. 83 p.

BOURNERIAS, M., 1947. - Quelques groupements végétaux de vallée aux environs de Chauny. **Ann. Hist. nat. de l'Aisne**, 49-58.

BOURNERIAS, M., 1963. - Le marais de Cessières-Montbavin (Aisne). **Bull. Nat. Par.**, 19 : 81.

BOURNERIAS, M., 1965. - Observations botaniques : Marais de l'Oise à Quierzy. **Bull. Nat. Par.**, 21 : 72.

BOURNERIAS, M., DELPECH, R., DORIGNY, A., GEHU, J.-M., LECOINTE, A., MAUCORPS, J., PROVOST, M., SOLAU, J.-L., TOMBAL, P. et WATTEZ J.-R.,

1978. - Les groupements de prairies et leurs satellites dans la vallée inondable de l'Oise. **Coll. Phytos.**, V : Les prairies humides, Lille 1976 : 90-139. Vaduz.
- CALLAY, A., 1900. - Catalogue raisonné et descriptif des plantes vasculaires du département des Ardennes. Jolly éditeur, Charleville. 455 p.
- CATTEAU, E., 2002. - Les végétations amphibies des marais de la Marque moyenne. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 55 (1-2) : 57-68.
- CAUSSIN, O., 1912. - Flore des tourbières de la Somme. Colin Mayenne. 301 p.
- CHAIB, J., 1982. - Végétation aquatique et amphibie des mares de la Seine maritime. **Actes Museum**, 5 : 75-223. Rouen.
- DECOCQ, G. et WATTEZ, J.-R., 1995. - Les marais de la Haute vallée de la Somme. Excursion botanique du 19 juin 1994. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 13 : 133-139.
- DECOCQ, G. et WATTEZ, J.-R., 1998. - Observations archéophytosociologiques dans la vallée marécageuse de l'Authie (Somme et Pas-de-Calais, France). **Coll. phytos.**, XXVIII, Vegetazione postglaciale passata e presente : 819-829. Camerino.
- DEHONTE, F., MAILLIER, S. et COMMECY, X., 2002. - Mention inédite de Limoselle aquatique *Limosella aquatica* L. et de la Salicaire à feuilles d'Hysope *Lythrum hyssopifolia* L. sur le plateau crayeux picard dans le département de la Somme. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 20 : 21-23.
- DESCY, J.-P. et DUVIGNEAUD, J., 1974. - *Elodea nuttallii* (Planch.) S^t John dans le département des Ardennes (France). **Natura Mosana**, 27 : 145-146.
- DEHAY, Ch. et GEHU, J.-M., 1957. - Remarques sur la végétation du Marquenterre au Nord de l'Authie. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, X. Lille.
- DEMANGEON, A., 1905. - La Picardie et les régions voisines : Artois, Cambrésis, Beauvaisis. Colin, 496 p. 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.**, IX : 38-48. Lille.
- DURIN, L. et GEHU, J.-M., 1959. - Contribution à l'étude de la végétation des sources de l'Oise. **Bull. Soc. bot. Fr.**, 106 : 234-243.
- DURIN, L. et GEHU, J.-M., 1963. - La phytosociologie dans le nord de la France (Nord et Pas-de-Calais). **Bull. Soc. bot. Fr.**, 3 (1) : 71-82.
- DURIN, L. et LERICQ, R., 1956. - Reconnaissance phytosociologique dans le Bassin supérieur de l'Escaut. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 9 : 110-121. Lille.
- DUVIGNEAUD, J., 1971. - 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.
- FOUCAULT (de), B., WATTEZ, J.-R. et MATYSIAK, J.-P., 1998. - Applications régionales des principes de la paléo-phytosociologie récente. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 51 (2) : 3-14. Lille.
- FOUCAULT (de), B., BOURNERIAS, M. et WATTEZ, J.-R., 1992. - Données floristiques et phytosociologiques récentes sur le marais de Sacy-le-Grand (Oise). I : Les milieux tourbeux basiclines. **Bull. Soc. bot. Fr.**, 139, Lettres bot. (1) : 75-91.
- FOURNIER, A., 2004. - La réapparition de *Nymphoides peltata* en département du Nord. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 53 (2-3) : 35-37. Lille.
- FRANCOIS, R. et SPINELLI-DHUICK, F., 2003. - Végétation, flore et faune remarquables de la « Butte de la Garenne » et des marais tourbeux de Monchy-Saint-Eloi (Oise). **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 21 : 9-22.
- FRILEUX, P.-N., 1977. - Les groupements végétaux du Pays de Bray (Seine-Maritime et Oise, France). Thèse Doct. Etat. I : 209 p. ; II : 48 tab. Rouen.
- FROMENT, P., 1946. - Les tourbières de la vallée de la Souche. **Ann. Soc. géol. Nord**, 66 : 2. 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. - Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme. Le complexe tourbeux de Saint-Simon à Ham. *ibid.* 243-256.
- 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., 1949. - Contribution à l'étude du pH des milieux aquatiques de différentes vallées tourbeuses du nord de la France. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 11 (n°3) : 89-92. Lille.
- FROMENT, P., 1950. - Milieux aquatiques du Laonnois-Vallée de la Souche, du Valois, de la Beine. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, III : 34-40. 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 p., 17 pl. Lille.
- FROMENT, P. et MUCHEMBLE, G., 1949. - Des variations de quelques facteurs physico-chimiques dans les eaux des marais de la Souche à Chivres (Aisne) et de leur rapport avec la flore. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 11 (n°3) : 93-96. Lille.

- GAVERIAUX, J.-P., 2001. - Reconnaissance des plantes aquatiques dans l'Audomarois et la plaine maritime flamande. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 54 (2) : 15-22. Lille.
- GEHU, J.-M., 1958. - Quelques groupements fontinaux dans le Nord de la France. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, XI : 57. Lille.
- GEHU, J.-M., 1959. - Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. Thèse Doct. Etat en Pharmacie. **Vegetatio**, X (fasc. 2-6), 244 p.
- 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., 1960. - Observations floristiques dans la région du Nord en 1960. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, XIII : 87. Lille.
- GEHU, J.-M., 1960. - Observations floristiques dans le Nord et le Pas-de-Calais Durant les années 1958 et 1959. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, XIII : 106. Lille.
- GEHU, J.-M., 1963. - Notes sur la conductivité électrique des eaux du sud-est du département du Nord et de ses corrélations avec la végétation aquatique. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, XVI : 77-89. Lille.
- GEHU, J.-M., 1973. - Unités taxonomiques et végétation potentielle du nord de la France. **Doc. phytos.**, 4 : 1-22. Lille.
- GEHU, J.-M., 1998. - Les végétations disparues de la région Nord – Pas-de-Calais. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 51 (1) : 51-79. Lille.
- GEHU, J.-M. et AMIET, J.-L., 1956. - Répartition et écologie de quelques plantes du boulonnais. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, IX : 97-122. Lille.
- GEHU, J.-M. et LERICQ, R., 1957. - Nouvelles observations concernant la flore du département du Nord. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, X : 119-128. Lille.
- GEHU, J.-M. et WATTEZ, J.-R., 1960. - La végétation des environs de Montreuil-sur-Mer. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, XIII : 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.**, XVIII : 141-163. Lille.
- GEHU, J.-M., avec la coll. de BODARD, M., BON, M., DELELIS-DUSOLLIER, A., DELSAUT, M., DELZENNE-VAN HALUWYN, C., GEHU-FRANCK, J. et GODIN, J., 1975. - Etude écologique de la cuvette audomaroise et de ses abords. 313 p. Lille.
- GEHU, J.-M. et MERIAUX, J.-L., 1979. - Une station à *Ceratophyllum submersum* L. Morlay, Somme. **Doc. flor.**, 2 : 51-53.

- 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.
- GEHU, J.-M. et MERIAUX, J.-L., 1983. - Distribution et synécologie des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le nord de la France. **Coll. phytos.**, X, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 15-44. Vaduz.
- 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.
- GUERLESQUIN, M., 1984. - Les milieux aquatiques des Bas-Champs de Cayeux-Onival (Somme) : leur valeur floristique. Actes du Colloque «Environnement en Picardie » à Amiens. 121-122.
- GUERLESQUIN, M. et WATTEZ, J.-R., 1973-1974. - Nouvelles observations charologiques dans le nord de la France. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 26-27 : 1-4. Lille.
- GUERLESQUIN, M. et WATTEZ, J.-R., 1979. - Flore et groupements des milieux aquatiques sub-littoraux dans les bas-champs de Cayeux-Onival (Somme) ; phanérogames et cryptogames. **Doc. phytos.**, IV : 397-421.
- GUERLESQUIN, M. et MERIAUX, J.-L., 1984. - Characées et végétations associées des milieux aquatiques du nord de la France. **Coll. phytos.**, X, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, 415-444. Vaduz.
- GUERLESQUIN, M., SULMONT, G. et WATTEZ, J.-R., 1990. - Biotopes riches en charophycées dans les milieux humides de la Picardie occidentale. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, VIII : 59-64.
- HECART, G., 1836. *Florula Hannoniensis*. **Mém. Soc. agr. Sc. Arts Valenciennes**, 2 : 153-208. Valenciennes.
- INSTITUT EUROPEEN D'ÉCOLOGIE (MERIAUX, J.-L. et SIMEONI, K.), 1998. - Application du système d'évaluation de la qualité (S.E.Q.) du milieu physique à deux cours d'eau du bassin Artois-Picardie : l'Aa et la Lys. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 25 p.
- INSTITUT EUROPEEN D'ÉCOLOGIE (MERIAUX, J.-L.), 2000. - Analyse et suivi des macrophytes aquatiques de la Scarpe entre Arras et Corbehem. Agence de l'Eau Artois-Picardie. 152 p.
- JOVET, P., 1949. - Le Valois. Phytosociologie et Phytogéographie. SEDES, 389 p. Paris.
- LAMBINON, J., DELVOSALLE, L. et DUVIGNEAUD, J., 2004. - Nouvelle flore de la Belgique, du Grand Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines. 5^e édition. Ed. Patrimoine. J. Bot. Belg. 1167 p. Meise.

- LEBRUN, J., 2003. - Découverte d'une population nouvelle ou méconnue du Millepertuis des marais (*Hypericum elodes* L.) dans l'Oise. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 21 : 51-56.
- LEBRUN, J., 2003. - Végétation et faune d'un complexe acide en forêt domaniale d'Ermenonville (Oise) : la « Mare des eaux ». **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 21 : 57-82.
- LEMEE, G., 1937-1939. - Recherches écologiques sur la végétation du Perche. Thèse Doct. Etat, Libr. gén. Enseig. 338 p. Paris.
- LERICQ, R., 1965. - Contribution à l'étude de groupements végétaux du bassin français de l'Escaut. Thèse Doct. Etat. Imp. Morel, 153 p. Lille.
- MERIAUX, J.-L., 1974. - Végétation de la Mare à Goriaux, Parc Naturel Régional de Saint-Amand Raismes. D.E.A., 56 p., 5 tabl., 1c. Lille.
- MERIAUX, J.-L., 1975-1976. - Etude de la végétation de la Mare à Goriaux (Parc Naturel Régional de S^t-Amand-Raismes). **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 28-29 : 15-18. Lille.
- MERIAUX, J.-L., 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. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord Pas-de-Calais). Aspects physiologiques, floristiques, systématiques, chorologiques et écologiques. Thèse Doct. 3^e cycle. Metz. **Doc. phytos.**, 3 : 1-244.
- MERIAUX, J.-L., 1979. - Les stations à *Elodea ernstae* S^t John et *Elodea nuttallii* (Planch.) S^t John dans le nord de la France. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 31, suppl. 29 : 2-3. Lille.
- MERIAUX, J.-L., 1979. - *Callitriche truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, espèce nouvelle pour la flore régionale (nord de la France). **Doc. flor.**, II : 61-66.
- MERIAUX, J.-L., 1979. - *Elodea nuttallii* (Planch.) S^t John, espèce nouvelle pour le nord de la France. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 32 (1-2) : 30-32. Lille.
- MERIAUX, J.-L., 1979. - *Elodea ernstae* S^t John, espèce nouvelle pour la flore régionale (nord de la France). **Doc. flor.**, II : 55-60.
- 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.**, IV : 707-729.
- MERIAUX, J.-L., 1982. - Inventaire et distribution des espèces des genres *Callitriches*, *Elodea* et *Ranunculus* (sous-genre *Batrachium*) dans le nord de la France. **Studies on Aquatic Vascular Plants**, 311-312.

- MERIAUX, J.-L., 1982. - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviales du nord de la France. **Studies on Aquatic Vascular Plants**, 398-402.
- MERIAUX, J.-L., 1982. - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviales du nord-ouest de la France (Ptéridophytes et Spermatophytes). **Natura Mosana**, 35 : 177-194.
- MERIAUX, J.-L., 1983. - La classe des *Phragmitetea* dans le nord-ouest de la France. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 :139-147. Vaduz.
- MERIAUX, J.-L., 1983. - La classe des *Potametea* dans le nord ouest de la France. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 :115-130. Vaduz.
- MERIAUX, J.-L., 1984. - Contribution à 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). Thèse Doct. Etat, Metz. I : 404 p. ; II : 76 tab. ; III : 7 c. ; IV : 459 p.
- MERIAUX, J.-L., 1984. - Inventaire hiérarchisé des milieux aquatiques régionaux. Caractéristiques écologiques et végétation des milieux d'intérêt scientifique majeur. Actes du Colloque "Le Patrimoine Naturel Régional Nord – Pas-de-Calais". AMBE, Lille 1983, 87-96. Ed. AMBE Bruay-sur-Escout.
- MERIAUX, J.-L., 1990. - Zonations floristico-écologiques et phytocoeno-écologiques des cours d'eau. Application au suivi de l'état des eaux. Agence de bassin Artois-Picardie. 7 p.
- MERIAUX, J.-L. et WATTEZ, J.-R., 1983. - Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la vallée de la Somme. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 369-414. Vaduz.
- RIOMET, L.B., 1891. - Flore de la Thiérache et d'une partie du Laonnois. 133 p. (Catalogue des plantes vasculaires et celles de l'arrondissement de Vervins et de Laon). Toulouse.
- RIOMET, L.B., 1952-1961. - Flore de l'Aisne. (publiée par M. BOURNERIAS). **Union des Sociétés fr. Hist. nat.**, 356 p. Versailles.
- SCHOTSMAN, D.H. 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.
- SIMON, M., 1991. - *Lemna minuscula* Herter, espèce nouvelle pour la Somme. **Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest**, 22 : 197-206.
- SIMON, M., 1994. - Dans les marais de Daours (80). Excursion botanique du 19 septembre 1993. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 12 : 168-170.

- SIMON, M., 1996. - *Lemna turionifera*, espèce nouvelle pour le bassin de la Somme. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, XIV : 38-54.
- SIMON, M., 2003. - Evolution de la végétation aquatique dans le bassin de la Somme de 1990 à 2003. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 21 : 40-50.
- SIMON, M., 2004. - Deux exemples d'invasions des lentilles d'eau *Lemna minuta* et *Lemna turionifera* dans le bassin de la Somme. Actes de la journée d'information du 18 juin 2004 à Amiens sur les plantes invasives. **Mem. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 3 : 25-29.
- SOCIETE BOTANIQUE DU NORD DE LA FRANCE, 1999. - Inventaire de la flore vasculaire du Nord – Pas-de-Calais (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. 52 (1) : 67.
- SOHIER, H., 1949. - Les étangs de la haute vallée de l'Oise. La Thiérache. **Bull. Soc. Arch. Vervins et de la Thiérache**, 3 : 90-105.
- VICQ, E. et BRUTELETTE, B., 1865. - Catalogue des espèces vasculaires du département de la Somme. Imp. Briez, 318 p. Abbeville.
- VICQ, E., 1883. - Flore de la Somme. Imp. Paillart, 562 p. Abbeville.
- VIGNEUX-QUENTIN, D. et VIGNEUX, E., 1975. - Les marais d'Arleux. Etude hydrobiologique. Proposition d'aménagement. I : 96 p. et 16 c., II : 95 p. Inst. Sc. Ingénieur. Montpellier.
- WATTEZ, J.-R., 1962. - Contribution à l'étude de la végétation du Pays de Montreuil ; étude floristique, phytosociologique et écologique. Thèse Doct. Univ. en Pharmacie. Lille. Manuscrit. 258 p.
- WATTEZ, J.-R., 1967. - Les associations végétales du Pays de Montreuil. **Bull. Soc. bot. Nord**, XX : 1-128.
- WATTEZ, J.-R., 1968. - Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse Doct. Etat en Pharmacie. 367 p. Lille.
- WATTEZ, J.-R., 1969. - Une association végétale peu décrite dans le nord de la France : le *Glycerietum plicatae*. **Bull. Soc. bot. Nord**, 22 : 209-215.
- WATTEZ, J.-R., 1971. - La végétation pionnière des panes de dunes situées entre Berck et Merlimont. **Coll. phytos.**, I, les dunes : 117-131. Vaduz.
- 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.
- WATTEZ, J.-R., 1988. - Socio-écologie de *Catabrosa aquatica* (L.) P.B. dans le nord de la France. **Doc. phytos.**, XI : 235-254. Camerino.

- WATTEZ, J.-R., 1994. - Compte-rendu de l'excursion des 4 et 5 juillet 1992. Les milieux humides de la basse vallée de l'Authie et les tourbières arrière-littorales proches de Rue (80). **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, 11 : 165-167.
- WATTEZ, J.-R., 1994. - Espèces rares des landes, des pelouses rases et des formations amphibies acidoclines dans le département du Pas-de-Calais. Actes de la journée d'information organisée par l'AMBE à Douai le 9 mars 1994, Espèces végétales rares et protégées de la région Nord – Pas-de-Calais, 39-40.
- WATTEZ, J.-R., 1994. - Les marais tourbeux de la vallée de l'Authie (Pas-de-Calais et Somme) ; leur évolution depuis le XIX^e siècle. **Bull. Ass. Géogr.**, 3 : 315-323.
- WATTEZ, J.-R., 1996. - Description phytosociologique des groupements végétaux palustres observés dans la vallée marécageuse de l'Authie. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 49 (2-3) : 1-27. Lille.
- WATTEZ, J.-R., 1997. - Les groupements végétaux ripuaires des étangs récemment creusés dans la vallée de la Somme en aval d'Hangest-sur-Somme. **Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie**, XV : 25-28.
- WATTEZ, J.-R., 1997. - Diversité, intérêt et devenir des mares prairiales et/ou littorales ; exemples choisis dans le Pas-de-Calais et la Somme. **Bull. Soc. Bot. Nord Fr.**, 50 (1-2) : 21-26. Lille.
- WATTEZ, J.-R., 1997. - Présence ancienne et actuelle d'*Apium repens* (Jacq.) Lag. dans la vallée de l'Authie et ses abords. **Adoxa**, 15-16 : 5-9.
- WATTEZ, J.-R. et FOUCAULT (de), B., 1982. - La végétation des Mollières de Berck : étude phytosociologique et écologique. Mémoire : 36 p., 15 tabl.
- WATTEZ, J.-R. et GEHU, J.-M., 1982. - Groupements amphibies acidoclines relictuels ou disparus du nord de la France. **Doc. phytos.**, VI : 263-278.
- WATTEZ, J.-R. et WATTEZ-FRANGER, A., 1989. - La végétation des « panes » dunaires du nord de la France ; intérêt des groupements où figure *Potamogeton gramineus*. **Coll. phytos.**, XVIII, Phytosociologie littorale et taxonomie : 193-205. Vaduz.

II - BIBLIOGRAPHIE GENERALE

1. Ecologie

- AQUASCOP, 1998. – Système d'évaluation de la qualité du milieu physique des cours d'eau. Agences de l'Eau et Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, 64 p.
- CARBIENER, R., 1969. - Aperçu sur quelques effets de la pollution des eaux douces de la zone tempérée sur les biocoenoses aquatiques. **Bull. Sect. Géogr. Minist. Educ. Nat.**, 80 : 45-132.
- CARBIENER, R., THEMOLIERES, M., MERCIER, J.-L. et ORSTCHEIT, A., 1990. - Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). **Vegetatio**, 86 : 71-88.
- CLEMENTS, F.E., 1916. – Plant succession. An analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst. of Washington, 512 p. Washington.
- DUSSART, B., 1966. - Limnologie. L'étude des eaux continentales. Gauthier-Villars, 658 p. Paris.
- DUVIGNEAUD, P., 1974. - La synthèse écologique. Doin, 296 p. Paris.
- EMPAIN, A., LAMBINON, J., MOUVET, C. et KIRCHMANN, R., 1980. – Utilisation des bryophytes aquatiques et subaquatiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. In PESSON (éd.) : La pollution des eaux continentales – Incidences sur les biocoenoses aquatiques. Gauthier-Villars, (2^e éd.) 195-223. Paris.
- FORSBERG, C., 1964. - Phosphorus, a maximum factor in the growth of *Characeae*. **Nature**, 201 : 517-518. London.
- FUKAREK, F. et ARENDT, K., 1974. - Pflanzengesellschaften von fließgewässern als Indikatoren für die gewässerverschmutzung und die biologische selbstreinigung. Int. Symp. Vegetation Science and Environmental Protection 1974, 185-192. Tokyo.
- HABER, W. et KOHLER, A., 1973. - Ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen. **Landschaft und Stadt**, 4 : 159-168.
- HASLAM, S.M., 1978. - River plants. Cambridge University press, 396 p. Cambridge.
- HASLAM, S.M., 1982. - A proposed method for monitoring river pollution using macrophytes. **Environmental Technology Letters**, 3 : 19-34.
- HASLAM, S.M., 1987. – River plants of Western Europe. Cambridge University press, 512 p. Cambridge.

- HAURY, J., 1989. – Macrophytes du Trieux (Bretagne-Nord) : II – Analyse des relations espèces-milieu physique par la méthode des profils écologiques. **Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest Fr.**, 11 (4) : 193-207.
- HAURY, J., 1990. – Macrophytes du Trieux (Bretagne-Nord) : III – Relations macrophytes-qualités des eaux. **Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest Fr.**, 12 (4) : 141-154.
- KOHLER, A., 1971. - Zur Ökologie submerser Gefäss-Makrophyten in Fließgewässern. **Ber. Dtsch. Bot. Ges.**, 84 : 713-720. Berlin.
- KOHLER, A., 1975. - Veränderungen Naturlicher submerser Fließgewasservegetation durch Organische Belastung. **Dat. Dok. Umwelt. Univ. Hohenheim**, 14 : 59-66.
- KOHLER, A., 1975. - Submerse Makrophyten und ihre Gesellschaften als Indikatoren der Gewässerbelastung. **Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl.**, 34 : 149-159.
- KOHLER, A., 1975. - Makrophytische Wasserpflanzen als Bioindikatoren für Belastungen von Fließgewässer-ökosystemen. **Verh Ges. Ökol.**, 1 : 255-276. Wien.
- KOHLER, A., VOLLRATH, H. et BEISL, E., 1971. - Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefässmakrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). **Arch. Hydrobiol.**, 69 : 333-365. Stuttgart.
- KOHLER, A., ZELTNER, G. et BUSSE, M., 1972. - Wasserpflanzen und Bakterien als Verschmutzungsanzeiger von Fließgewässern. **Umschau.**, 72 : 158-159.
- KOHLER, A., WONNEBERGER, R. et ZELTNER, G., 1973. - Die Bedeutung chemischer und pflanzlicher Verschmutzungsindikatoren "im Fließgewässersystem Moosach" (Münchener Ebene). **Arch. Hydrobiol.**, 72 : 533-549.
- KOHLER, A., BRINKMEIER, R. et VOLLRATH, H., 1974. - Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. **Ber. Bayer. Bot. Ges.**, 45 : 5-36.
- KOHLER, A. et ZELTNER, G., 1974. - Verbreitung und Ökologie von Makrophyten in Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes. **Hoppea**, 33 : 171-232. Regensburg.
- 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.
- LUCAS, A., 1973. – Une échelle de cotation des milieux naturels. **Penn ar Bed**, 72 : 1-5. Brest.
- MERIAUX, J.-L. et GEHU, J.-M., 1979. - Réactions des groupements aquatiques et subaquatiques aux changements de l'environnement. **Ber. Int. Symp. Intern. Ver. Vegetationskde. Epharmonie**, 121-142.

- MULLER, S., 1990. – Une séquence de groupements végétaux bio-indicateurs d'eutrophisation croissante des cours d'eau faiblement minéralisés des Basses Vosges gréseuses du Nord. **C. R. Acad. Sc. Paris**, 310, série III : 509-514.
- PANKIN, W., 1945. - Zur Ökologie und Soziologie der *Lemna*-Gewässer. **Arch. Hydrobiol.**, 41 : 225-232.
- POTT, R., 1981. - Ökologie und Indikatwert von Wasserpflanzengesellschaften. Mitteilungen der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Fortsplanung Nordrhein-Westfalen. Sonderheft Landestagungen 1980, 57-64.
- SYKORA, K. et WESTHOFF, V., 1985. - Synecology and syntaxonomy of *Apium repens* and *Scirpus cariciformis* in particular in the eastern part of Zeeuws-Vlaanderen. **Tuexenia**, 5 : 41-57.
- TOMBAL, P. et MERIAUX, J.-L., 1981. - Contribution à une méthode propre à inventorier, évaluer et hiérarchiser les sites à l'échelle régionale et nationale. Séminaire de Phytosociologie appliquée : l'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biotiques, Metz 1980, 57-67.
- WASSON, J.G., CHANDESRIIS, A., PELLA, H. et SOUCHON, Y., 2001. - Définition des hydroécocorégions françaises. Méthodologie de détermination des conditions de référence au sens de la Directive Cadre pour la gestion des eaux. Rapport de phase 1. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Cemagref. 68 p.
- WASSON, J.G., CHANDESRIIS, A., PELLA, H. et BLANC, L., 2002. - Les hydroécocorégions de France métropolitaine, approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Cemagref. 190 p.
- WHITTON, B. A., 1979. – Plants as indicators of river water quality. In JAMES, A. et EVISON, L. (Eds) : Biological indicators of water quality : 5,1-5,34. Wiley & Sons Ed., Chichester.
- WIEGLEB, G., 1976. - Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. **Arch. Hydrobiol.**, 83 (4) : 443-484.
- WIEGLEB, G., 1977a. - Vergleich Ökologischer Artengruppen von Makrophyten des Süßwassers. **Verh. Ges. Ökologie**, 1977/78. Kiel.
- WIEGLEB, G., 1977b. - Die Wasser und Sumpfpflanzengesellschaften der Teiche in den Naturschutzgebieten "Priorteich-Sachsenstein" und "Itelteich" bei Walkenried am Harz. **Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.**, 19/20 : 157-209.
- WIEGLEB, G., 1978. - Investigation of the relationship between hydrochemical environmental factors and the macrophytic vegetation in standing waters. **Arch. Hydrobiol.**, 83 : 443-484.

WIEGLEB, G., 1983a. – Recherches méthodologiques sur les groupements végétaux des eaux courantes. In GEHU, J.-M. (éd.) : Les végétations aquatiques et amphibies : 69-83. Cramer, Vaduz.

WIEGLEB, G., 1983b. – A phytosociological study of the macrophytic vegetation of running waters in Western Lower Saxony (Fed. Rep. Ger.). **Aquat. Bot.**, 17 : 251-274.

WOLFF, C., 1987. – Analyse de la végétation aquatique et de la végétation riveraine de la Haute-Sûre en fonction des perturbations du milieu. **Bull. Soc. Nat. luxemb.**, 87 : 1-52.

2. Floristique et phytosociologie

ALLORGE, P., 1922. - Les associations végétales du Vexin français. **Rev. gen. Bot.**, 33 : 342.

ALLORGE, P. et GAUME, R., 1931. - Esquisse phytogéographique de la Sologne. **Bull. Soc. Bot. Fr.**, 72 : 5-59. Paris.

ANSSEAU, C. et GRANDTNER, M., 1990. – Symphytosociologie du paysage végétal. **Phytocoenologia**, 19 : 109-122.

BARDAT, J., BIORRET, F., BOTINEAU, M., BOULLET, V., DELPECH, R., GEHU, J.-M., HAURY, J., LACOSTE, A., RAMEAU, J.-C., ROYER, J.-M., ROUX, G. et TOUFFET, J., 2004. - Prodrôme des végétations de France. Museum National d'Histoire naturelle, 171 p. Paris.

BARREAU, H., 1981. - Etude de quelques groupements végétaux liés aux étangs de la Dombes (Ain). **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 213-236. Vaduz.

BARREAU, H., 1982. - Contribution à l'étude phytosociologique des étangs de la Dombes. Essai de synthèse des groupements aquatiques et subaquatiques au niveau européen. Thèse Docteur-Ingénieur Université Paris-Sud, Centre d'Orsay. 98 p. + 64 tab. h.t.

BEGUIN, C., 1991. – Dessins de paysages naturels en analyse symphytosociologique : vers la science pour une meilleure compréhension de l'art *in* De la beauté à l'ordre du monde, paysage et crise de la lisibilité. Colloque int., Géographie, Lausanne 1991.

BEGUIN, C. et HEGG, O., 1976. – Une sigmassociation remarquable au pied du premier anticlinal Jurassien. **Doc. phytos.**, 15-18 : 15-24.

BEGUIN, C., MATTHEY, W. et VAUCHER, C., 1977. – Faune et sigmassociation. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde., 9-23.

BEGUIN, C., GEHU, J.-M. et HEGG, O., 1979. - La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux. **Doc phytos.**, IV : 47-68.

- BORET, P. et REEBER, S., 2002. – Cartographie de la zone des herbiers flottants. **Soc. Nat. Prot. Nature, Réserve nat. Lac Grand-Lieu**, 15 p.
- BOURNERIAS, M., 1984. - Guide des groupements végétaux de la région parisienne. 3^e édition SEDES et Masson, 484 p. Paris.
- BOURNERIAS, M., ARNAL, G. et BOCK, C., 2001. - Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Belin, 639 p. Paris.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. - Plant sociology. The study of plant communities. Mc Graw Hill Book Company, 439 p. London
- BRAUN-BLANQUET, J., 1955. - Zur Systematik der Pflanzengesellschaften. **Mitt. flor. -soz Arbeitsgem.**, 5 : 151-154.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. - Pflanzensoziologie. 3^e édition, 865 p. Vienne et New York.
- BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J., 1928. - Vocabulaire de sociologie végétale. 3^e éd. Roumegous et Dehau, 23 p. Montpellier.
- 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., LEMEE, G. et MOLINIER, R., 1963. - Travaux de phytosociologie et géobotanique parus en France. **SIGMA**, n°165.
- CAMUS, A., 1921. - Les fleurs des marais, des tourbières, des cours d'eau, des lacs et des étangs. Plantes palustres et aquatiques. Paris Lechevalier, coll "Encyclopédie pratique du Naturaliste", tome 5, 111 p.
- CARBIENER, R., 1977. - Etude d'une séquence phytosociologique de végétaux supérieurs bioindicateurs d'eutrophisation progressive dans les cours d'eau phréatiques du "Ried" d'Alsace. Communication Congrès Limnologie. 2 p. Metz.
- CHAIB, J., 1992. - Flore et végétation des milieux aquatiques et amphibies de Haute-Normandie (chorologie, phytosociologie, écologie, gestion). Thèse Doct. Rouen. 501 p.
- CLAISSE, R. et GEHU, J.-M., 1978. – Application de la méthode phytosociologique à l'analyse des paysages urbains et ruraux. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde. 1977, 363-374.
- CLEMENT, B. et TOUFFET, J., 1981. - Des éléments de la classe des *Littorelletea* en Bretagne. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 295-318. Vaduz.
- COMMISSION EUROPEENNE DG XI, 1997. - Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne, version Eur 15. 109 p. Bruxelles.

- COMMISSION EUROPEENNE DG XI, 1999. - Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne, version Eur 15/2. 132 p. Bruxelles.
- COOK, C.D.K., 1972. - *Ranunculus* subgenus *Batrachium* in Bayern. **Ber. Bayer. Bot. Ges.**, 43 : 61.
- 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 p. 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 p. Paris.
- 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 macrophytque, relations avec la qualité des eaux). Thèse Doct. Etat en Sciences, Metz. 722 p., 156 tab.
- DEN HARTOG, C., 1981. - Synecological classification of aquatic plant communities. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 171-182. Vaduz.
- DIERSSEN, K., 1981. - *Littorelletea* communities and problems of their conservation in western Germany. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 319-332. Vaduz.
- DUMONT, J.-M., 1983. - Les traces de la végétation amphibie en Ardenne belge. **Les Parcs Nationaux**, 38 : 191-197.
- DUMONT, J.-M., 1983. - Les végétations aquatiques et ripicoles des étangs de la Moyenne Ardenne centrale et méridionale (Ardenne belge). **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille, 1981 : 183-211.
- DUPONT, P., 2003. - L'évolution de la flore et de la végétation du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique) et de ses ceintures. Situation actuelle. Problèmes de conservation et de gestion. **Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest**, 34 : 3-64.
- DU RIETZ, G.-E., 1917. - Någrå synpunkter på den synekologiska vegetations beskrifningens terminologi och metodik. **Svensk. Bot. Tidskr.**, 11 : 81-71.
- DU RIETZ, G.-E., 1921. - Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. 272 p. Holzhausen Wien.
- DUVIGNEAUD, J., 1983. - Le lac de Virelles (province du Hainaut, Belgique), sa valeur botanique. **Natura Mosana**, 36 : 119-134.

- ECONOMIDOU, E., 1981. - La végétation aquatique et amphibie de la Grèce occidentale : essai de cartographie des zones humides en vue d'une protection plus efficace. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 237-254. Vaduz.
- ELLENBERG, H., 1956. - Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: WALTER, Einführung in die Phytologie, IV, 136p.
- ELLENBERG, H., 1963. - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einführung in die Phytologie. IV, II, (H. Walter). E. Ulmer, 943 p. 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**, 69 : 1-58. Liège.
- 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.
- FELZINES, J.-C., 1981. - Structure des groupements et complexité de la végétation aquatique et amphibie : observations sur les peuplements des étangs du centre de la France. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 1-14. Vaduz.
- FELZINES, J.-C., 1981. - Les groupements du *Potamion* des étangs du centre de la France : aspects phytosociologiques et écologiques. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 149-170. Vaduz.
- 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 Sciences Naturelles, Lille. 498 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.
- 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**, 241-289.
- FELZINES, J.-C. et LOISEAU, J.-E., 1990. - *Lemna minuscula* Herter, espèce nouvelle pour le bassin de la Loire. **Le Monde des Plantes**, 437 : 18-21.
- FELZINES, J.-C., LOISEAU, J.E., 1991. - Une association à *Lemna minuscula* et *Azolla filiculoides* dans les vallées de la Loire moyenne et du Bas-Allier. **Le Monde des Plantes**, 441 : 6-9.

- FOUCAULT (de), B., 1986. - La phytosociologie sigmatiste. Une morpho-physique. Université Lille II, 147 p.
- GADECEAU, E., 1909. - Le lac de Grand-Lieu. Imp. Dugas, 155 p. Nantes.
- GAUSSEN, H., 1933. – Géographie des plantes. Colin, 222 p. Paris.
- 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.
- 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 : 1.
- 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., 1979. – Pour une approche nouvelle des paysages végétaux : La symphytosociologie. **Bull. Soc. Bot. Fr.**, 126 : lettres Bot. 213-223.
- GEHU, J.-M., 1980. - La phytosociologie d'aujourd'hui. Méthodes et orientations. **Notiz. Soc. It. Fitos.**, 16 : 1-16. Pavia.
- GEHU, J.-M., 1987. – Des complexes de groupements végétaux à la phytosociologie paysagère contemporaine. **Inf. Bot. Ital.**, 18 : 53-83.
- GEHU, J.-M., 1988 paru en 1991. – ed. Phytosociologie et paysage. **Coll. phytos.**, 17 : 519 p.
- GEHU, J.-M., 2004. – La symphytosociologie trente ans plus tard (1973-2003). Concepts, systématisation, applications. **Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest**, 35 : 63-80.
- GEHU, J.-M. et MERIAUX, J.-L., 1981. - Incidences du degré de connaissance taxonomique en synsystème. II- Le cas des végétations aquatiques. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde., Syntaxonomie, Rinteln 1980, 269-278. Vaduz.
- GEHU, J.-M. et MERIAUX, J.-L., 1981. - Distribution et synécologie des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le nord de la France. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 15-44. Vaduz.
- GEHU, J.-M. et RIVAS-MARTINEZ, S., 1981. - Notions fondamentales de phytosociologie. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde., Syntaxonomie Rinteln 31.3-3.4.1980, 5-33 Vaduz.
- GÖRS, S., 1977. - Verband *Potamogetonion* W. Koch 26 em. Oberd. 57, *Nymphaeion* Oberd. 57. In OBERDORFER, E. (ed) : Süddeutsche Pflanzengesellschaften 2.1 : 99-118. Stuttgart, New York.

- GOUNOT, M., 1969. - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, 314 p. Paris.
- GRUBE, H.J., 1975. - Die Makrophytenvegetation der Fließgewässer in Südniedersachsen und ihre Beziehungen zur Gewässerverschmutzung. **Arch. Hydrobiol.**, 45 : 376-456.
- GUERLESQUIN, M., 1973. - Deux charophycées nouvelles pour le territoire français. **Bull. Soc. Sc. Bretagne**, 68 (1-2) : 65-72.
- GUINOCHET, M., 1955. - Logique et dynamique du peuplement végétal. Masson, 143 p. Paris.
- GUINOCHET, M., 1973. - Phytosociologie. Collection Ecologie 1, Masson, 227 p. Paris.
- HABER, W., 1974. - In GEHU, J.-M.: actes du Symposium de Rinteln de 1974. Non publié. Voir THEURILLAT 1992, p. 143.
- HARTOG, C. et SEGAL, S., 1964. - A new classification of the water plant communities. **Act. Bot. Neerl.**, 13 : 367-393. Amsterdam.
- HECKMAN, C.W., 1984. - Erstfund von *Lemna turionifera* Landolt 1975, in Europa Haseldorfer Marsch. **Kieler Notiz. Pflanzenk. Schleswig-Holstein**, 16 (1/2): 1-3.
- 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 DDR I. Die Wasserpflanzengesellschaften. **Hercynia**, 8 : 4-33. Leipzig.
- HILBIG, W., 1971. - Übersicht über die Pflanzengesellschaften des Südlichen Teiles der DDR II. Die Röhrichtgesellschaften. **Hercynia**, 8-4 : 256-285. Leipzig.
- HUBSCHMANN, A.V., 1957. - Zur Systematik der Wassermoos-gesellschaften. **Mitt. flor. -soz. Arbeitsgem**, 6/7 : 147-151.
- JOURNAL OFFICIEL DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 1992. - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, L206/7-L206/39.
- JOURNAL OFFICIEL DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 1997. - Directive 97/62/CEE du Conseil du 27 octobre 1997 portant adaptation au progrès technique et scientifique de la directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, N°L305, p. 42-65.
- JOURNAL OFFICIEL DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 2000. - Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. 72 p.

- JOVET, P., 1940. - Remarques sur l'introduction et la propagation de quelques plantes par les voies de communication. **C. R. Soc. Biogéogr.**, 145 : 29-34.
- JULVE, Ph., 1993. - Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). **Lejeunia**, 140 : 1-160.
- 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 SELL, Y., 1965. - Les associations aquatiques d'Alsace. 1^{ère} partie : Strasbourg et ses environs. **Bull. Ass. Philom. Als. Lorr.**, 12 : 66-78.
- KNAPP, R., 1975. - Zur Methodik der Untersuchung von Gesellschaftskomplexen mit Beispielen aus Hessen und Afrika. **Phytocoenologia**, 2 : 401-416.
- KOLADA, A., 2006. - Polish method (not official one). MacroPhytoIndication MFI, 2 p.
- KOLADA, A., SOSZKA, H., CYDZIK, D. et GOLUB, M., 2005. - Abiotic typology of Polish lakes. **Limnologia**, 145-150.
- KOPECKY, K., 1969. - A proposal for classification of vegetation habitats on the banks of Czechoslovak water courses from the hydrobiological standpoint. **Arch. Hydrobiol.**, 66 : 326-347.
- KRAUSE, W., 1971. - Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinebene: die Äschenregion. **Arch. Hydrobiol.**, 37 : 387-465.
- KRAUSE, W. et LANG, G., 1977. - Klasse : *Charetea fragilis* (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964. In OBERDORFER, E. (éd.) : Süddeutsch Pflanzengesellschaften Ed. 2.1 : 78-88.
- LACHAVANNE, J.-B., 1977. - Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Thèse Doct. es Sciences, Genève, texte condensé, 71 p.
- LACHAVANNE, J.-B., 1977. - Evolution de la flore et de la végétation aquatiques du Léman. **Candollea**, 32 : 121-132.
- LACHAVANNE, J.-B. et WATTENHOFER, R., 1975. - Contribution à l'étude des macrophytes du lac Léman. Conservatoire botanique de Genève en collaboration avec la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution. 147 p.
- LACHAVANNE, J.-B. et WATTENHOFER, R., 1975. - Evolution du couvert végétal de la rade de Genève. **Saussurea**, 6 : 217-230.
- LANDOLT, E., 1975. - Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba-Lemna minor* group. **Aquatic Botany**, 1 : 345-363. Amsterdam.

- LANDOLT, E., 1990. - Ueber zwei seit kurzer Zeit in Europa neu beobachtete *Lemna*-Arten. **Razpr. Slov. Akad. Umet. Razr. Prir. Med. Ved.**, 31 (8) : 127-135.
- LANG, G., 1973. - Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees. Ber. Int. Gewässerschutzkommiss. **Bodensee**, 12 : 67.
- LEBRUN, J., NOIRFALISE, A., HEINEMANN, P. et VANDEN-BERGHEN, C., 1949. - Les associations végétales de Belgique. **Bull. Soc. roy. Bot. Belg.**, 82 : 105-199. Bruxelles.
- LEMEE, G., 1967. - Précis de Biogéographie. Masson, 358 p. Paris.
- LIPPMAA, T., 1933. - Taimeühingute uurimise metoodika ja Eesti taimeühingute klassifikatsiooni põhijooni (Grundzüge der pflanzensoziologischen methodik nebst einer Klassifikation der Pflanzenassoziationen Estlands). **Acta Inst. Horti bot. tartu.**, 3, 4 : 1-169.
- LIPPMAA, T., 1939. - The unistratal concept of plant communities (the unions). **Am. Midl. Nat.**, 21 : 111-145
- LOHMEYER, W., MATUSZKIEWICZ, W., MERKER, H., MOORE, J.J., MÜLLER, Th., OBERDORFER, E., POLI, E., SEIBERT, P., SUKOPP, H., TRAUTMANN, W., TÜXEN, J., TÜXEN, R. et WESTHOFF, V., 1962. - Contribution à l'unification du système phytosociologique pour l'Europe moyenne et nord-occidentale. **Melhoramento**, 15 : 137-151. Elvas.
- LOHMEYER, W. et KRAUSE, A., 1975. - Über die Auswirkungen des Gehölzbewusches and kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer –Bundesanst. **F. Vegetationskde. u. Landschaftspflege**. Bonn –Bad Godesberg.
- MANN, K.H., 1969. - The dynamics of aquatic ecosystems. **Adv. In Ecol. Res.**, 6 : 1-81.
- MARION, L. et al., 1998. – Impact du niveau d'eau sur la productivité des macrophytes flottants du lac de Grand-Lieu. Rapp. Programme LIFE, Univ. Rennes I, 107 p.
- MARION, P. et MARION, L., 1992. – Evolution de la répartition des macrophytes de la cuvette du lac de 1945 à 1991. Univ. Rennes I, 70 p.
- MARSTALLER, R., 1987. – Die Moosgesellschaften der Klasse *Platyhypnidio-Fontinaletea antipyreticae* Philippi 1956 – 30 Beitrag zur Moosvegetation Thüringens. **Phytocoenologia**, 15 (1) : 85-138.
- MASSART, J., 1910. - Esquisse de la géographie botanique de la Belgique. Lamertin, 332 p. Bruxelles.
- MERIAUX, J.-L., 1982. – L'utilisation des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux. **Natur. Belges**, 63 : 12-28.

- MERIAUX, J.-L., 1984. - Inventaire hiérarchisé des milieux aquatiques régionaux. Caractéristiques écologiques et végétation des milieux d'intérêt scientifique majeur. Actes du Colloque "Le Patrimoine Naturel Régional Nord – Pas-de-Calais". AMBE, Lille 1983, 87-96. Ed. AMBE Bruay-sur-Escaut.
- MERIAUX, J.-L., 1990. - Zonations floristico-écologiques et phytocoeno-écologiques des cours d'eau. Application au suivi de l'état des eaux. Agence de bassin Artois-Picardie. 7 p.
- MERIAUX, J.-L. et GEHU, J.-M., 1978. - De l'analyse symphytosociologique des complexes de végétation à celle des végétations complexes. Exemple des groupements aquatiques et subaquatiques. Ber. Int. Symp. Assoziationkomplexe (sigmeten) 1977 in Rinteln, 97-116. Vaduz.
- MERIAUX, J.-L. et TOMBAL, P., 1981. - Eléments d'appréciation des écosystèmes lotiques et des écosystèmes lentiques. Essai de définition d'indices écosystémiques. Séminaire de phytosociologie appliquée : l'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biocoenotiques, Metz 1980, 193-207.
- MERIAUX, J.-L. et VERDEVOYE, P., 1983. - Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962. (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 45-68. Vaduz.
- MIYAWAKI, A., 1978. – Sigmassoziationen in Mittel- und Süd-Japan. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde. 1977, 241-265.
- MIYAWAKI, A. et TÜXEN, J., 1960. - Über *Lemnetea* Gesellschaften in Europa und Japan. **Mitt. flor. –soz. Arbeitsgem.**, 8 : 127-135. Stolzenau/Weser.
- MÜLLER, Th., 1962. - Die Fluthahnenfussgesellschaften unserer Fließgewässer. **Veröff. Landast. Natursch. u. Landschaftopfl. Bad-Württ.**, 30 : 152-163.
- MÜLLER, Th., 1970. – Mosaikkomplex und Fragmentkomplexe. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskde. 1966, 12 : 69-75.
- MÜLLER, Th., 1977. - Klasse *Lemnetea* R. Tx. 55 (*Lemnetea minoris*). In OBERDORFER, E. (éd.) : Süddeutsch Pflanzengesellschaften Ed. 2.1 : 67-77.
- MÜLLER, Th., 1977. - Verland : *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959. In OBERDORFER, E. (éd.) : Süddeutsch Pflanzengesellschaften Ed. 2.1 : 89-99.
- NEDELICU, G.A., 1973. - Soziologische und Ökologische Studien über Wasser und Sumpfpflanzen einiger Wasserbecken der rumänischen Ebene. **Dissertationes botanicae**, 21 : 220. Lehre.
- NORMANN, H.D., 1967. - Versuche zur Aufnahme von Phosphat durch *Ranunculus fluitans* Lam. **Arch. Hydrobiol.**, 32 : 233-254.
- OBERDORFER, E., 1957. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 567 p. Iena.

- OBERDORFER, E., 1970. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Ulmer, 3^e édition. 987 p. Stuttgart.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. **Teil**, 1: 311.
- OBERDORFER, E., 1979. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland 3. Aufl. 997 p.
- OBERDORFER, E., GÖRS, S., KORNECK, D., LOHMEYER, W., MÜLLER, Th., PHILIPPI, G. et SEIBERT, P., 1967. - Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen –und Kryptogamengesellschaften. Ein diskussionentwurf. **Schr.Reihe Vegetationskde.**, 2 : 6-62. Bad Godesberg.
- OZENDA, P., 1964. - Biogéographie végétale. Doin, 374 p. Paris.
- PAILLISSON, J.-M. et MARION, L., 2000. – Etude de l'impact du régime hydraulique sur les macrophytes flottants du lac de Grand-Lieu. Univ. Rennes I, 28 p.
- PAILLISSON, J.-M. et MARION, L., 2001. – Dynamique des macrophytes flottants du lac de Grand-Lieu : relations avec le régime hydraulique. Univ. Rennes I, 41 p.
- PASSARGE, H., 1957. - Über Wasserpflanzen und Kleinröhrichtgesellschaften des Oberspreewaldes. **Abh. u. Ber. d. Naturk. –Mus. Görlitz.**, 35 (2) : 143-152.
- PASSARGE, H., 1964. - Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. **Pflanzensoziologie**, 13 : 304. Iena.
- PASSARGE, H., 1965. - Zur Probewahl bei Gesellschaftskomplexen im Bereich der Wasser und Verlandungsvegetation. **Feddes Repert. Beih.**, 142 : 203-208.
- PASSARGE, H., 1978. - Zur Syntaxonomie mitteleuropäischer *Lemnetea*- Gesellschaften. **Folia Geobot. Phytotax. Praha.**, 13 : 1-16.
- PERSICI, L., 1998. – Analyse de la dynamique de la végétation engendrée par le retard d'exondation du lac de Grand-Lieu. **Serv. Ecol. Univ. Rennes I**, 22 p.
- PHILIPPI, G., 1956. – Einige Moosgesellschaften des Sudschwarzwaldes und der angränzenden Rheinebene. **Beitr. Naturkd. Forsch. SudwestDeutschl.**, 15 : 91-124.
- PIGNATTI, S., 1968. - Die Verwertung der sogenannten Gesamtarten für die Floristische Systematik. In TÜXEN, R. (éd.): Pflanzensoziologische Systematik. Ber. Int. Symp. Stolzenau/Wesser 1964, 71-77. Den Haag.
- 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.

- POTT, R., 1980. - Die Wasserund Sumpfvvegetation Eutropher Gewässer in der westfälischen Butcht. Pflanzensoziologische und Hydrochemische Untersuchungen. **Abh. Landesmus Naturk.**, 42 : 156.
- POTT, R. et REMY, D., 2000. - Gewässer des Binnenlandes. Ulmer, 255 p. Stuttgart.
- RAMEAU, J.-C., BISSARDON, M. et GUIBAL, L., 1997. - CORINE Biotopes. Version originale, types d'habitats français. Museum National d'Histoire naturelle. 217 p.
- RASTETTER, V., 1963. - Contribution à l'étude de la végétation du Haut-Rhin. Les étangs du Sundgau. **Bull. Soc. Bot. Fr.**, 110 : 142-146.
- RAUNKIER, C., 1905. – Types biologiques pour la géographie botanique. **Bull. Ac. Moy. Sc. Danemark.**
- REICHLING, L., 1949. - Introduction à la phytosociologie. **Bull. Soc. Natur. Luxembourgeois**, 43^e année : 219-241. Luxembourg.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1976. - Sinfitosociologia, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. **Anal. Inst. Bot. Cavanilles**, 33 : 179-188. Madrid.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1985. – Biogeografía y vegetación. **Real. Acad. Ciencias Exactas, Fis. Nat.**, 103 p. Madrid.
- ROISIN, P., 1969. - Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe. Gembloux, Duculot, 262 p.
- ROWAN, J.S., BRAGG, O.M., DUCK, R.W. et BLACK, A.R., 2003. - Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) : scoping study. Joint Nature Conservation Committee. Contract No. F90-01-628. 54.
- RUNGE, F., 1956. - Das Schwadenröhricht im Naturschutzgebiet "Alte Ruhr und Katzenstein". **Natur u. Heimat.**, 16 : 127-128.
- RUNGE, F., 1973. - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 4/5. Aufl. Münster.
- SAUER, F., 1937. - Die Makrophytenvegetation der ostholsteinischer Seen und Teiche. **Arch. Hydrobiol.**, 6 : 431-592. Ergänzungsband.
- SCHOTSMAN, D.H., 1967. - Les callitriches. Flore de France I. Lechevalier édition, 152 p. Paris.
- SCHWABE, A., 1991. – Perspectives of vegetation complex research and bibliographie review of vegetation complexes in vegetation science and landscape ecology. **Excerpta bot. Sect. B Sociol.**, 28 : 223-243.
- SCHWABE-BRAUN, A. et TÜXEN, R., 1981. - Zur synsystematik der klasse *Lemnetea minoris* in Europa. Ber. Int. Symp., Syntaxonomie, Rinteln 1980, 181-205.

- SCHWABE-BRAUN, A. et TÜXEN, R., 1981. - Prodrromus der Europäischen Pflanzengesellschaften : *Lemnetea minoris*. 4 : 1-141.
- SCOHY, J.P., MOUREAU, J., DUVIGNEAUD, J. et GODDEERIS, B.R., 1987. - Réapparition de la végétation aquatique à l'étang de Virelles. **Natur. Belg.**, 68 (5-6) : 129-134.
- SCOPPOLA, A., 1981. - Considérations nouvelles sur les végétations des *Lemnetea minoris* (R. Tx. 1955.) em. Schwabe et R. Tx. 1981 et contribution à l'étude de cette classe en Italie centrale. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Lille II. 129 p.
- SCOPPOLA, A., 1981. - Synthèse des *Lemnetea minoris* en Europe. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 513. Vaduz.
- SEGAL, S., 1965. - A vegetation of higher aquatics in the Netherlands. **Wetenschappelijke Meded. KNNV**, 57 : 1-80. Hoogwood.
- SEIBERT, P., 1962. - Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. **Landschpfl. Vegetationskde.**, 124 p., 30 tab., 3c. München.
- SELL, Y., 1960. - Contribution à l'étude des callitrichacées d'Alsace. **Bull. Ass. Philom. Als.-Lorr.**, 10 : 229-235. Strasbourg.
- 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.
- SYMOENS, J.J., HOOPER, S.S. et COMPERE, P., 1982. - Studies on aquatic vascular plants. Proceedings of the international colloquium on aquatic vascular plants, Brussels, 23-25 january 1981, 418 p.
- THEURILLAT, J.-P., 1992. - Etude et cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). **Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse**, 68 : 5-384.
- 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., 1937. - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. **Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.**, 3 (1) : 1-170.
- TÜXEN, R., 1955. - Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. **Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.**, 5 : 155-176. Stolzenau/Weser.
- TÜXEN, R. (edit.), 1968. - Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. Den Haag, Junk, 426 p.
- TÜXEN, R., 1973. - Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten. **Acta Bot. Acad. Sc. Hung.**, 19 : 379-384.

- TÜXEN, R., 1975. - Die pflanzengesellschaften Niedersachsens. Entwurf für eine übersicht der Niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. **Amicale phytos. Session Allemagne du Nord**, 31 p.
- TÜXEN, R., 1977a. - Zur Homogenität von Sigmassociationen ihrer syntaxonomischen Ordnung und ihrer Verwendung in der Vegetationskartierung. **Doc. phytos.**, 1 : 321-328.
- TÜXEN, R., 1977b. - Bemerkungen zur Historischen, Begrifflichen und Methodischen Grundtagen der Synsoziologie. Ber. Int. Symp. Assoziationskomplexe (sigmeten) 1977 in Rinteln, 3-12. Vaduz (paru en 1978).
- TÜXEN, R., 1977c. - Versuch zur Sigma-Syntaxonomie mitteleuropäischen Flusstalgesellschaften. Ber. Int. Symp. Assoziationskomplexe (sigmeten) 1977 in Rinteln, 273-286. Vaduz (paru en 1978).
- TÜXEN, R., 1978. - Assoziations-Komplexe (Sigmeten) un ihre praktische Anwendung. Ber. Int. Symp. Ver. Vegetationskde. 1977, 535 p.
- TÜXEN, R., 1978. - Versuch zur Sigma-syntaxomie mitteleuropäischer Flusstalgesellschaften. Ber. Int. Symp. Ver. Vegetationskde. 1977, 243-286.
- TÜXEN, R., 1979. - Sigmeten und geosigmeten, irhe ordnung und irhe Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. **Biogéographie**, 16 : 79-92.
- TÜXEN, R. (et 13 collaborateurs), 1962. - Contribution à l'unification du système phytosociologique pour l'Europe moyenne et nord-occidentale, separatum de **Melhoramento**, Vol 15.
- UOTILA, P., BAYTOP, P. et LANDOLT, E., 1984. - Duckweeds (*Lemnaceae*) in Turkey. **Webbia**, 38 : 839-844.
- VANDEN BERGHEN, C., 1952. - Contribution à l'étude des Bas-Marais de Belgique. **Bull. J. bot. de l'Etat**, 22 p. Bruxelles.
- 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.
- WALTER, H., 1970. - Vegetations zonen und klima. Ulmer, 244 p. Stuttgart.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1967. - Zur Vegetation einiger Fließgewasser der Oberpfalz und der bayerischen Waldes. **Mitt. flor. -soz. Arbeitsgem.**, 11-12 : 25-27. Todenmann-Göttingen.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1969. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachen. Diss. Tech. U. Hannover, 172 p. Hannover.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1971. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachen (II). **Int. Revue Hydrobiol.**, 56 : 79-122. Berlin.

- WEBER-OLDECOP, D.W., 1977. - Die Makrophytischen Wasserpflanzengesellschaften von Forellenbaschen in Niedersachen. In TÜXEN, R. (éd.) : Ber. Int. Symp., Vegetation und Fauna, Rinteln, 171-178.
- 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. Symp., Assoziationskomplexe (Sigmeten) 1977 in Rinteln, 83-95. Vaduz.
- 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.
- WESTHOOF, V. et DEN HELD, A.J., 1969. - Planten Gemeenschappen in Nederland. BVWJ Thieme et Cie, 324 p. Zutphen.
- WHITTAKER, R.H., 1962. - Classification of natural communities. **Botan. Rev.**, 1-239.
- WIEGLEB, G., 1979. - Vorläufige übersicht über die Wasserpflanzengesellschaften der klasse *Potamogetonetea* im südlichen und östlichen Niedersachsen. **Ber. Naturhist. Ges.**, 121 : 35-50. Hannover.
- WIEGLEB, G., 1979. - Vegetation und Umweltbedingungen der Oberharzer stauteiche heute und in Zukunft. Vorläufige übersicht über die Pflanzengesellschaften der Niedersächsischen Fliessgewässer. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen. 10 : 122.
- WIEGLEB, G., 1981. - Recherches méthodologiques sur les groupements végétaux des eaux courantes. **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 69-84. Vaduz.
- WOLFF, P., 1992. - Les lentilles d'eau de l'Alsace. **Ass. Amis Jard. Bot. Col Saverne**, 1-9.
- WOLFF, P., 1992. - *Lemna turionifera* Landolt en Alsace, une lentille d'eau nouvelle pour la France. **Le Monde des Plantes**, 443 : 24-27.
- WOLFF, P., 1992. - Les lemnacées du Nord de la France. **Natura Mosana**, 45 (4) : 105-116.
- WOLFF, P., 1993. - *Lemna turionifera* Landolt, eine neue Wasserlinse für Süddeutschland, mit den Erstnachweisen für Europa. **Carolinea**, 51 : 9-26, 3Abb.
- WOLFF, P., 1995. - Zur Soziologie und Ökologie von *Lemna turionifera* Landolt, einer für den Niederrhein und die Niederlande neuen Wasserlinse. **Dechenia**, 148 : 51-58. Bonn.

- WOLFF, P. et MANG, F.W.C., 1991. - *Lemna turionifera* Landolt in und um Hamburg ; Neues zur Verbreitung, Soziologie und Ökologie. **Ber. Bot. Ver.**, 12 : 69-72. Hamburg.
- WOLFF, P. et RAABE, U., 1991. - *Lemna turionifera* Landolt in Westfalen. **Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld u. Umgebung**, 32 : 381-385.
- WOLFF, P. et JENTSCH, H., 1992. - *Lemna turionifera* Landolt, eine neue Wasserlinsenart im Spreewald und ihr soziologischer Anschluss. **Verh. Bot. Ver.**, 125 : 37-52. Berlin.
- WOLFF, P. et LANG, W., 1993. - Die Rote Wasserlinse, *Lemna turionifera* Landolt, neu für Österreich. **Linzer biol. Beitr.**, 25/1 : 347-354.
- WOLFF, P. et LANDOLT, E., 1994. - Spread of *Lemna turionifera* (*Lemnaceae*), the red duckweed, in Poland. **Fragm. Flor. Geobot.**, 39 (2) : 439-451.
- WOLFF, P., DIEKJOBST, H. et SCHWARZER, A., 1994. - Zur Soziologie und Ökologie von *Lemna minuta* H., B. & K. in Europa. **Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.**, 14 : 343-380.
- ZUTTERE (de), Ph. et SOTIAUX, A., 1981. - La végétation aquatique et riveraine de quelques étangs du Brabant vallonné (Belgique). **Coll. phytos.**, X. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981 : 445-456. Vaduz.

**B - PRÉSENTATION DE LA METHODE PHYTOSOCIOLOGIQUE
EN MILIEU AQUATIQUE**

I - DÉFINITION ET HISTORIQUE

La **phytosociologie** est la science qui **étudie les communautés de plantes** et de ce fait les **associations végétales**. Cette discipline est relativement récente. Les végétaux se regroupent le plus souvent par affinités et ces relations sont étudiées grâce à l'analyse de relevés de ces groupements.

Diverses tendances de la phytosociologie se sont développées mettant l'accent tantôt sur la **fidélité**, tantôt sur la **constance-dominance** (DUVIGNEAUD, 1974). On peut parler **d'écoles de phytosociologie**, les **plus importantes** sont celles de **Zurich-Montpellier** (ou **école sigmatiste**) et d'**Upsala** qui étudient des végétations équilibrées apparemment statiques. D'autres écoles se basent principalement sur le dynamisme de la végétation.

1. L'école de Zurich-Montpellier (FLAHAULT et BRAUN-BLANQUET, 1915)

La **phytosociologie sigmatiste**, dont les bases ont été établies en 1901 par FLAHAULT, a été **mise au point en 1915 par Josias BRAUN-BLANQUET** (1884-1980). Ce botaniste suisse créa la Station internationale de géobotanique méditerranéenne et alpine (SIGMA) à Zurich puis s'installa à Montpellier en 1931, d'où le nom de phytosociologie zuricho-montpelliéraine donné à cette approche. **Cette école** ne prend pas en compte initialement la dynamique de la communauté végétale, mais **révèle la fidélité des espèces au sein des associations végétales** : l'association est caractérisée par des espèces qui lui sont fidèles. C'est un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisé par une composition floristique déterminée dans laquelle certains éléments exclusifs ou à peu près (espèces caractéristiques) révèlent par leur présence une écologie particulière et autonome. Ces **espèces caractéristiques sont des indicatrices d'un milieu particulier**, c'est-à-dire qu'en dehors des espèces spécialistes de conditions anormales (sols pollués par des métaux lourds, mal équilibrés chimiquement...) ce sont des espèces rares, vivant à la limite de leurs possibilités écologiques qui se confond parfois avec la limite de leur aire géographique. La **fidélité permet un classement hiérarchique linéaire** réunissant les associations dont l'affinité floristique traduit une écologie et un passé similaires en unités phytosociologiques supérieures, alliances, ordres et classes.

A partir de la mise au point de la phytosociologie sigmatiste par BRAUN-BLANQUET, **différentes écoles se sont constituées en France et à travers l'Europe**. En France ce sont GEHU (dans le nord essentiellement), GUINOCHET et LACOSTE (dans les Alpes et le Bassin parisien), RAMEAU (pour les écosystèmes forestiers), LAVAGNE et QUEZEL (Provence) qui ont développé la phytosociologie sigmatiste. GEHU était le porte-parole au niveau national de la phytosociologie, il a créé la revue *les Documents phytosociologiques* ainsi que les colloques phytosociologiques. En Allemagne

du Nord c'est TÜXEN qui a monté une école phytosociologique importante, tandis qu'en Allemagne du Sud c'est OBERDORFER qui s'en est chargé et PASSARGE en Allemagne de l'Est. La Roumanie et la Pologne ont également leurs propres écoles sigmatistes avec respectivement NEDELCO et PACZOSKY. WESTHOFF, LEBRUN et NOIRFALISE, RICHARD et GALLANDAT ont permis le développement de la phytosociologie sigmatiste respectivement aux Pays-Bas, en Belgique et en Suisse. Enfin en Espagne et en Italie ce sont RIVAS-MARTINEZ et PIGNATTI qui ont développé la phytosociologie.

Le but de la phytosociologie sigmatiste d'aujourd'hui est d'établir une typologie, la plus précise possible, non seulement **des unités de végétation**, mais aussi **des micro-habitats**, et de **les hiérarchiser en un synsystème cohérent**, régi par des règles de nomenclature scientifique internationalement reconnues (Code de nomenclature phytosociologique).

2. L'école d'Upsala (DU RIETZ, 1921)

L'école d'Upsala a été fondée en 1921 par DU RIETZ. L'association est basée sur la constance-dominance ; c'est une phytocoenose stable, de composition floristique réellement homogène, dont chaque strate est caractérisée par des constantes-dominantes. Il s'ensuit que les divers individus d'une association sont, tant au point de vue physiologique que floristique, pratiquement superposables les uns aux autres. Une telle similitude fait de **l'association une unité rigide, quasi mathématique**, mais **essentiellement analytique** : même là où la flore est peu variée et le tapis végétal monotone, le nombre d'associations est important pour une surface restreinte. Les strates étant considérées comme indépendantes, on change d'association chaque fois qu'une strate d'un certain type est remplacée par une autre. Les associations peuvent être réunies en groupe d'associations, eux-mêmes classés en formations, lesquelles constituent des unités phytosociologiques supérieures. Une formation est une entité naturelle composée des associations de même physiologie. Il y a subordination de l'association, basée sur la composition floristique, à la formation, basée sur la physiologie. On change de critères en gravissant la hiérarchie.

3. L'école esthono-américaine (LIPMAA, 1933)

L'école esthono-américaine a été fondée par LIPMAA en 1933. Il se base sur le **principe de l'indépendance des strates au sein de la phytocoenose**, les synusies ou associations unistrates sont les seuls groupements qu'on puisse considérer comme les unités élémentaires de la végétation. Elles sont caractérisées tant par leur composition floristique que par leur écologie et par la forme de vie dominante. La végétation multistrate est un ensemble plus ou moins compliqué d'associations unistrates.

4. Les écoles dynamistes : le système de CLEMENTS (1916) et l'école de Toulouse (GAUSSEN, REY, 1933-1955)

Les **écoles dynamistes** sont **basées sur le phénomène de succession**.

Pour CLEMENTS (1916), le **climax** est **considéré comme un organisme complexe inséparablement lié à son climat**. Il est la principale unité de végétation et forme la base de la classification naturelle des groupements végétaux. La succession qui part du substrat dénudé pour aboutir au climax, et qui englobe tous les stades, depuis les pionniers, est une sère. Le cours normal d'une sère va de la dénudation à la stabilisation. Dans le système de Clements, l'unité de végétation, correspondant au climax général d'un territoire est la formation. Suivant les principaux types de climats régionaux, la formation est divisée en sous-unités, les associations. Celles-ci sont caractérisées par la dominance locale de deux ou plusieurs espèces dans la strate supérieure.

A Toulouse se sont développées les **recherches de GAUSSEN et de ses élèves (1933-1955)** basées sur la végétation des Pyrénées. Elles **ont donné lieu à des méthodes et techniques de cartographie de l'environnement**. Dans les conceptions dynamiques de GAUSSEN on classe ensemble dans une même unité qui est la série, tous les groupements végétaux qui appartiennent à cette série, depuis la pelouse basse et lâche jusqu'à la forêt haute et dense, même si ces deux groupements n'ont dans leur composition floristique aucune espèce en commun. C'est une classification de type vertical.

5. La phytosociologie synusiale intégrée (DE FOUCAULT, GILLET, JULVE, 1980)

La **phytosociologie synusiale intégrée** est **née dans les années 1980** à partir des travaux de trois chercheurs : Bruno de FOUCAULT, François GILLET et Philippe JULVE. Pour ces chercheurs elle **n'est pas opposée à la phytosociologie sigmatiste mais complémentaire**, c'est même un perfectionnement de la méthode sigmatiste classique. Elle est née de la convergence de différents impératifs d'ordre théorique tels qu'établir un parallélisme étroit entre les types de communautés végétales et les niveaux d'organisation de la végétation, homogénéiser et clarifier les concepts de base, promouvoir une approche systémique de la végétation en relation avec la dynamique des écosystèmes et son déterminisme écologique. Deux principes fondamentaux la distinguent de la phytosociologie sigmatiste classique :

- les communautés végétales élémentaires sont situées au niveau d'organisation de la synusie (plus petite unité visible sur le terrain) ;
- les complexes de végétation (phytocoenoses) sont décrits par intégration à partir du niveau de base.

Parmi les niveaux d'organisation de la végétation, la synusie et la phytocoenose sont privilégiées. Il en découle une **méthode de description de la végétation en deux étapes successives et analogues**. **L'étape synusiologique** vise à décrire, classer et comprendre le déterminisme des synusies végétales. **L'étape phytocoenologique** quant à elle a pour but de décrire, classer et comprendre le déterminisme des phytocoenoses, considérées comme des complexes de synusies en interaction et organisées tant horizontalement que verticalement. Ces deux étapes visent à **décrire la structure fine de la végétation dans le but d'expliquer l'organisation et le fonctionnement des systèmes phytocoenotiques**.

La phytosociologie synusiale intégrée permet de mieux appréhender les aspects structuraux et historiques des associations décrites et de prévoir l'évolution possible de l'association végétale présente.

II - METHODES PHYTOSOCIOLOGIQUES

L'étude des groupements végétaux se fait essentiellement par la méthode des relevés. Ces relevés sont effectués dans des **milieux floristiquement homogènes**, ils doivent être **représentatifs de l'association qu'ils décrivent**. Le relevé se fait à l'aide d'une fiche normalisée qui permet de recueillir les données écologiques du site :

- localisation géographique ;
- géologie, pédologie, hydrologie et topographie ;
- structure de la communauté végétale (recouvrement, stratification, hauteur, densité, usages) ;
- inventaire exhaustif des espèces ;
- situation environnante, influences humaines et animales.

Chaque espèce reçoit un **coefficient d'abondance/dominance** et **de sociabilité** suivant les échelles de valeurs établies par BRAUN-BLANQUET et modifiées par TÜXEN (1955, 1975).

• **Abondance/dominance** : on appelle abondance la proportion relative des individus d'une espèce donnée et dominance la surface couverte par cette espèce ; l'échelle suivante est utilisée :

- 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** : il tient compte du mode d'organisation et de regroupement ou non des individus au sein de la communauté et dépend beaucoup plus du mode de propagation propre à l'espèce que des conditions du milieu ; l'échelle suivante est utilisée :

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

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

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

La **forme biologique** de chaque espèce est 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* Hn. comme les *Lemna* ;
- celles fixées par des rhizoïdes : *Hydrophyta adnata* Ha. comme les *Chara* ;
- celles fixées par des racines : *Hydrophyta radicata* Hr. comme le *Nymphaea*.

Le traitement des données permet de préciser les ressemblances ou les différences entre relevés afin de réunir les relevés en groupe de relevés à forte affinité ou syntaxons élémentaires. Plusieurs méthodes existent, manuelles ou informatiques.

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 : espèce présente dans plus de 80 % des relevés
- IV : espèce présente dans 61 à 80 % des relevés
- III : espèce présente dans 41 à 60 % des relevés
- II : espèce présente dans 21 à 40 % des relevés
- I : espèce présente dans 11 à 20 % des relevés
- + : espèce présente dans 6 à 10 % des relevés
- r : espèce présente dans au plus 5 % des relevés

Le **coefficient de recouvrement** défini par BRAUN-BLANQUET et ses collaborateurs (1946) est calculé. Il tient compte de l'abondance/dominance, de la présence et reflète ainsi l'importance structurale de l'espèce dans l'association ou dans ses variantes. Il est défini par la formule suivante :

$$C.Re = \frac{\text{somme des pourcentages moyens de l'abondance/dominance} \times 100}{\text{Nombre de relevés du tableau}}$$

La valeur de ce coefficient est utilisée pour la correction des spectres chorologiques et biologiques établis pour chaque groupement.

L'étude de la composition floristique de la végétation par la méthode sigmatiste permet une **approche statistiquement représentative du tapis végétal**. Le principal avantage de cette méthode est sa **reproductibilité à toute sorte de communauté**, sans distinction géographique ou climatique. De plus elle permet des échanges internationaux

d'informations, notamment européen. Bien que peu utilisée par les Anglo-Saxons, elle est la seule qui offre une **codification formelle de la végétation**.

Dans le contexte écologique actuel la **phytosociologie a servi de base à l'élaboration des "Cahiers d'Habitats"** faisant suite à la directive dite "Habitats" (n° 92/43/CEE) et aux Manuels d'interprétation des habitats de l'Union européenne (versions Eur 15 et Eur 15/2). La **typologie de référence** est la **typologie Corine Biotopes** définie comme un "catalogue des biotopes identifiables, biotopes formés par la flore et la faune en liaison avec un certain environnement abiotique, avec des relations entre ces divers éléments". La phytosociologie sigmatiste fournit, pour toutes les communautés végétales définies, une classification dont s'est inspirée la typologie Corine biotopes. Les habitats naturels décrits sont abordés par grands types de milieux : habitats forestiers, côtiers, humides, agropastoraux et rocheux. RAMEAU, BISSARDON et GUIBAL, en 1997, ont réalisé la version française de Corine biotopes.

Les **auteurs allemands**, avec comme initiateur KOHLER (1975) qui a développé la phytosociologie expérimentale, ont été les **précurseurs dans l'utilisation de la phytosociologie pour la détermination de la qualité des milieux et des eaux**. WIEGLEB (1978) et POTT (1981) ont développé le concept et ont été les premiers à mettre en **relation les végétaux et la qualité des eaux**. En France, divers auteurs ont utilisé la phytosociologie afin de déterminer la qualité des milieux et des eaux. A partir de la définition des associations végétales ils mettent en relief un type de milieu ou d'eau. En effet, en raison du caractère intégrateur des espèces végétales et des phytocoenoses, il est difficile de les rapporter directement à un paramètre chimique ou à ses variations, mais bien plus aisé de les rapporter à un type général d'eau. CARBIENER (1969, 1977) a effectué ce travail en Alsace, DECORNET (1979) en Lorraine, MERIAUX (avec GEHU, 1979, 1982) dans le Nord – Pas-de-Calais et la Picardie. Ils ont complété les travaux de FROMENT (1946, 1950, 1953), WATTEZ (1962, 1967, 1968, 1971) et FELZINES (1981, 1982) qui se sont attachés à décrire de façon précise les caractéristiques écologiques de chaque association.

Ces différents travaux ont amené KOHLER et ses collaborateurs (1971 à 1975), DECORNET (1979) et MERIAUX (1982) a préconisé l'**existence d'une zonation floristico-écologique dans les cours d'eau**, voire une **zonation phytocoenologique** (MERIAUX, 1984). L'ensemble de ces recherches les a conduit à différencier des **espèces et des phytocoenoses indicatrices de la qualité des eaux et du milieu**.

De même, MERIAUX (1974 et 1977), LACHAVANNE et WATTENHOFER (1975), LACHAVANNE (1977) et FELZINES (1982) ont appliqué la **méthode phytosociologique à l'étude des plans d'eau** par la **réalisation de transects** après leur

sectorisation, ce qui a permis la **caractérisation de différentes classes de qualité des eaux et du milieu** à l'aide des **espèces** et des **phytocoenoses** (MERIAUX, 1982).

III - SYMPHYTOSOCIOLOGIE

La **symphytosociologie** est la **science de l'analyse du paysage à l'aide des associations d'associations végétales**. Elle tire son origine de la notion de complexe de groupement qui date de 1917, introduite simultanément par DU RIETZ (Upsaal, Suède) et NICHOLS (New Haven, USA) au début de la phytosociologie. La symphytosociologie s'est développé grâce à TÜXEN en 1973, année durant laquelle il publie dans les *Acta Botanica Academia Hungarica* (19 : 379-384) une **méthode pour réaliser l'inventaire des complexes de groupements dans les "régions de végétation naturelle potentielle" par transposition de la méthode phytosociologique sigmatiste**. Au cours des vingt premières années de son développement, la phytosociologie paysagère a connu une **évolution importante de ses concepts** avec précision de ses définitions. En 1974, HABER propose le terme de sigmassociation pour désigner les complexes de groupements dont GEHU a présenté un exemple sur les côtes de la Manche sous l'appellation "d'associations d'associations". En 1975 KNAPP présente une analyse qualitative précise des complexes de groupements (aire et transect minimum, courbe aire/groupement, nombre minimal de transects, fréquence et répartition des groupements) et distingue les **"groupements fondamentaux"** importants spatialement dans le complexe et les **"groupements singuliers"** occupant moins de 1 % de la surface. Il analyse divers critères tels que la distribution des classes de fréquence des groupements dans les complexes uniformes, la dispersion des groupements et la distance limite moyenne entre eux. En 1976 BEGUIN et HEGG évoquent **l'importance du contexte géomorphologique dans la délimitation des sigmassociations**. Comme **l'association est le meilleur intégrateur des facteurs de milieu, la sigmassociation est le meilleur intégrateur de tous les facteurs de l'environnement**. Cette année-là GEHU ébauche une taxonomie symphytosociologique, esquisse de symphytosociosystème avec sigmalliance, sigmordre... En 1979 TÜXEN publie dans *Biogéographie* une synthèse méthodologique élaborée. Suivant KNAPP il fait du "géosyntaxon" le terme général de dénomination des complexes spatiaux de groupements. Il propose une intégration spatiale des géosigmetum de dimension chorologique dont le niveau supérieur est l'holosigmetum. Les biocoenoses toutes entières, et pas seulement les phytocoenoses, sont incluses dans la définition des sigmetum. En 1980 GEHU et RIVAS-MARTINEZ au Colloque de Rinteln présentent une synthèse de la symphytosociologie dans les "Notions fondamentales de phytosociologie". Ils distinguent, dans la "phytosociologie paysagère", la symphytosociologie au sens strict, de signification sériale, qui repose sur le sigmetum, et la géosymphytosociologie, de signification caténale, dont la base est le géosigmetum. L'intégration spatiale des géosigmetum conduit à la "chorologie intégrée" ou "biogéographie coenotique et paysagère". En 1985 RIVAS-MARTINEZ, dans sa *Biogeografía y vegetación*, précise que la science du paysage végétal dénommée phytosociologie intégrée comprend la phytosociologie classique ou braun-blanketiste dont l'unité est l'association, la symphytosociologie ou phytosociologie successionaliste, dont l'unité est le sigmetum ou

synassociation, la geosymphytosociologie ou phytosociologie caténale, dont l'unité est le géosigmetum. En 1982 THEURILLAT publie une thèse intitulée "Etude et cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch" dont la deuxième partie constitue l'analyse la plus complète, la plus précise, la plus raisonnée et la plus novatrice existant sur le sujet de la symphytocoenologie (terme substitué à symphytosociologie), ceci tant du point de vue historique que conceptuel, méthodologique, nomenclatural au sein des étapes d'intégration spatiale distinguées (phytocoenotique, sériale, caténale et chorologique) dans l'analyse du paysage végétal.

Les **applications pratiques de la symphytosociologie** sont **nombreuses**, soit par application directe, soit par transposition directe des méthodologies :

- description des paysages végétaux, naturels ou non ;
- cartographie de la végétation ;
- valeurs paysagères ;
- biocoenologie ;
- conservation et gestion du patrimoine naturel ;
- différenciation et caractérisation des territoires ;
- évaluation historico-culturelle du paysage ;
- évolution temporelle du paysage ;
- étude du paysage agricole ;
- étude du milieu urbain ;
- étude des œuvres d'art et esthétique du paysage ;
- zoogéographie parasitaire.

IV - CARTOGRAPHIE

En phytosociologie il n'existe pas de codification cartographique pour le milieu aquatique. Celle-ci va devoir être mise en place en s'inspirant notamment des cartes de la végétation de France au 1/200 000 du CNRS, des fichiers des séries phytosociologiques élaborés par l'AMBE pour le RTE et EDF pour chaque région française, de la cartographie de la répartition des macrophytes du lac Léman par LACHAVANNE et WATTENHOFER (1975) et de celle établie par l'AMBE sur la Mare à Goriaux en 1991.

1. Cartes de la végétation de France au 1/200 000 du CNRS

La **cartographie de la végétation de France** au 1/200 000 est **basée sur les séries de végétation**. On appelle série de végétation l'ensemble des étapes qui, menant d'un sol nu à la forêt, expriment le dynamisme naturel de la végétation. Chaque combinaison particulière sol-climat possède une série originale. Les **séries de végétation** ont une **signification essentiellement physionomique**.

Chaque série de végétation est désignée par une **teinte à signification écologique**. Pour le choix de cette teinte intervient la notion de synthèse chromatique proposée par GAUSSEN. La variation géographique de chacun des principaux facteurs du milieu naturel (température, sécheresse, humidité, lumière, sol) peut être exprimée par une échelle chromatique simple utilisant les couleurs simples et leurs nuances. C'est ainsi que, dans les cartes de France, le rouge exprime la chaleur ou la forte luminosité, le jaune la sécheresse ou les roches-mères calcaires, le bleu l'humidité ou les sols lessivés. La superposition de ces cartes élémentaires fournit une synthèse chromatique logique des conditions naturelles d'une région. Malgré la complexité des conditions naturelles, il y a souvent un facteur du milieu plus important que les autres. Cette prépondérance est manifestée par l'attribution d'une couleur plus intense au facteur dominant, tandis que l'expression des autres facteurs est très atténuée. Ainsi, dans les conditions de climat tempéré un peu froid de la France, la série du hêtre est essentiellement déterminée par l'humidité, à laquelle est affectée la couleur bleue, il est inutile d'y ajouter d'autres couleurs. Les chênes, qui correspondent à des conditions moins humides, sont représentés par une superposition de bleu et de jaune. Les verts obtenus fournissent des teintes différentes, plus jaunes pour les séries xérophiles (série du chêne pubescent), plus bleues pour les séries plus hygrophiles (chêne pédonculé). A la série de végétation correspond une teinte, aux stades physionomiques successifs correspondent des tons successifs de cette teinte. Les figurés divers, signes, chiffres et lettres, apportent des précisions de détail (reboisement, bocages...).

2. Fichiers des séries phytosociologiques établis par l'AMBE (carte n° 1)

Dans les séries phytosociologiques chaque étape, initiale, intermédiaire, finale, de l'évolution **est définie comme un groupement végétal ou une association** c'est-à-dire qu'elle possède une définition floristique, statistique, écologique, dynamique, chorologique et historique. Chaque étage-groupement apparaît ainsi comme une combinaison particulière d'espèces végétales statistiquement répétitive, appartenant à un milieu très précis, correspondant à un maillon évolutif donné, possédant une aire géographique propre et une histoire spécifique.

Ici aussi **chaque série est désignée par une teinte à signification écologique**. Pour les régions présentant un relief plus ou moins accusé est distinguée l'altitude, c'est-à-dire les étages (collinéen, montagnard, subalpin) puis sont pris en compte les types de sols et les groupements d'espèces caractéristiques. Pour les régions planitiaires ne sont pris en compte que le type de sol et le groupement d'espèces caractéristiques.

3. Cartographie de la répartition des macrophytes du Lac Léman

LACHAVANNE et WATTENHOFER ont étudié l'évolution du couvert végétal de la Rade de Genève à partir des travaux de HOCHREUTINER (1897) sur la "répartition topographique" des phanérogames dans le Rhône et dans le port de Genève et des leurs sur la répartition des macrophytes du Léman (1974). Ils ont ainsi pu dresser deux cartes de répartition des macrophytes. Celles-ci sont en noir et blanc et les principales zones de végétation (groupements d'espèces et le pourcentage de chacune) sont représentés par des figurés différents proposés par les auteurs.

4. Cartographie de la répartition des espèces végétales de la Mare à Goriaux

Dans son travail sur le suivi des herbiers aquatiques de la Mare à Goriaux (1991), l'AMBE a élaboré des cartes de végétation (cartes n° 2 a, b et c). Comme il n'existe pas de cartographie spécifique de la végétation aquatique de France au 1/200 000 réalisée par le CNRS, les couleurs et figurés représentant les différentes espèces ont été proposés par l'AMBE, avec une distinction entre la végétation d'hydrophytes flottants et les herbiers à hydrophytes fixés ou enracinés.

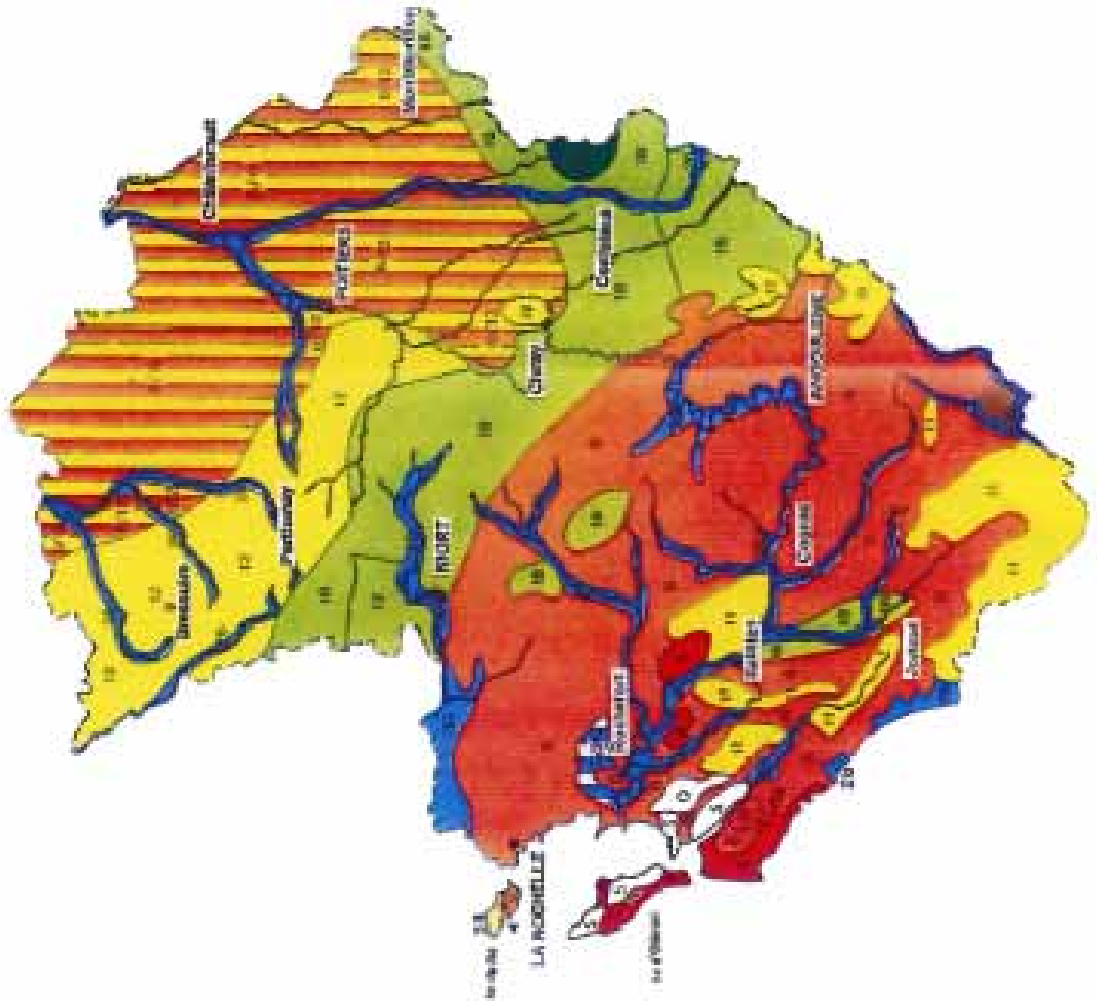
5. Cartographie des phytocoenoses aquatiques

La **codification de la cartographie des phytocoenoses aquatiques** à mettre en place pourra être **inspirée des cartographies précédentes**. En effet, il semble judicieux de désigner **chaque série phytosociologique par une teinte à signification écologique**, le bleu en l'occurrence (ceci est en accord avec la notion de synthèse chromatique proposée par GAUSSEN). De plus, afin de ne pas avoir des cartes monochromes, il paraît important de **nuancer la couleur bleue** selon la profondeur dans le plan d'eau ou le cours d'eau, du plus clair au plus foncé selon la bathymétrie croissante. Les différentes

phytocoenoses seraient mise en évidence par un figuré spécifique. Au final, la cartographie prendrait en compte la bathymétrie des plans d'eau et cours d'eau et les groupements d'espèces caractéristiques.

Carte 1 LOCALISATION DES PRINCIPALES SÉRIES PHYTOSOCIOLOGIQUES DE POITOU-CHARENTES

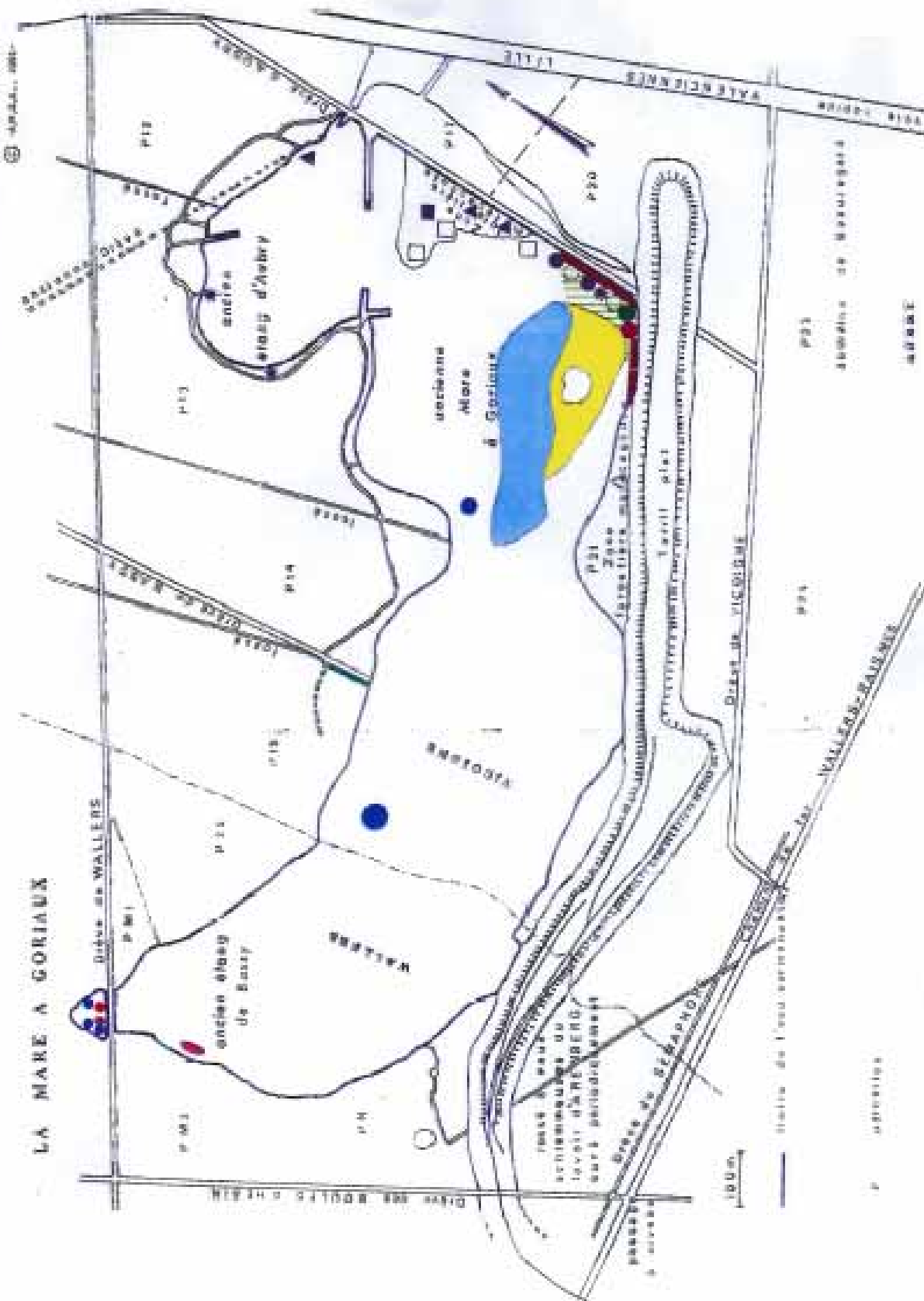
-Extrait de « AMBE, 1981. - Fichier des séries phytosociologiques de France. Région Poitou-Charentes (départements : Charente, Charente-Maritime, Deux-Sèvres, Vendée). IDF-CERT, 43 p. -



- Série des collines vertes
- Série des collines submontées
- Série des collines à chènes basés
- Série de la colline à proximité de Paris
- Série de la tuffière à fraie
- Série des collines boisées
- Série des collines à fougères
- Série des collines boisées
- Série de l'arrière-bocage
- Série des collines à bruyères
- Série des collines à bruyères





- Végétation herbacée au sol nu
- Végétation herbacée sur sol à l'hydromorphie

CARTE DE VEGETATION N°2a : ETAT 1973

















LEGENDE DES CARTES

VEGETATION D'HYDROPHYTES FLOTTANTS

-  Ricciocarpe nageant
-  Riccie flottante
-  Lentille à trois lobes
-  Lentille mineure

HERBIERS A HYDROPHYTES FIXES OU ENRACINES

-  Cladophore aggloméré
-  Chara vulgaire
-  Chara hispide
-  Utriculaire négligée
-  Myriophylle en épis
-  Grande Naitade
-  Potamot luisant
-  Potamot fluet
-  Potamot pectiné
-  Callitriche à angles obtus
-  Callitriche des eaux stagnantes
-  Hottonie des marais
-  Potamot à feuilles de Renouée
-  Potamot luisant - Potamot pectiné - Potamot fluet - Chara vulgaire - Cladophore aggloméré en mosaïque

-Extrait de « AMBE, 1991. - La Mare à Goriaux (forêt domaniale de Saint-Amand - Raismes - Wallers). Suivi des herbiers aquatiques. DRAE Nord - Pas-de-Calais, 38 p. »-

**C - DESCRIPTION DE LA FLORE ET DES PHYTOCOENOCES DE
REFERENCE ET LEUR ROLE DE BIOINDICATEUR EN COURS D'EAU
ET EN PLANS D'EAU CALCAIRES ET ACIDES**

I - RAPPEL DES CONNAISSANCES

En raison même du **caractère intégrateur des espèces et des phytocoenoses**, il est difficile de les rapporter directement à un paramètre chimique ou à ses variations ; il est plus aisé de les rapporter à un type général d'eau (KOHLER *et al.* de 1971 à 1975 ; DECORNET, 1979 ; MERIAUX, 1982).

Les éléments pris en compte parallèlement aux résultats des analyses physico-chimiques sont :

- **pour les espèces** : la présence, l'abondance (développement), l'apparition, la régression, l'absence, la diversité en un aquatope ;
- **pour les phytocoenoses** : la présence, la diversité structurale, la composition floristique, les variations, l'absence, la diversité des phytocoenoses en un aquatope.

Espèces et phytocoenoses sont distinguées selon leur **niveau trophique** : espèces oligotrophentes, espèces mésotrophentes et espèces eutrophentes.

Les eaux mésotrophes peuvent héberger la majorité des hydrophytes : en effet, les espèces oligotrophentes et eutrophentes peuvent aisément y transgresser alors que les hydrotopes **oligotrophes** et **eutrophes** sont beaucoup plus sélectifs et éliminent un nombre important d'espèces exigeant des conditions écologiques strictes, les eaux oligotrophes étant à cet égard les plus sélectives et les moins riches (MERIAUX, 1984).

Au sein de chaque classe trophique, **les espèces et phytocoenoses à amplitude écologique la plus étroite** peuvent être considérées comme des espèces ou des phytocoenoses à **valeur indicatrice élevée ou bonne** (MERIAUX, 1984).

Selon WIEGLEB (1978), les deux facteurs chimiques qui conditionnent l'installation et le développement des hydrophytes et des phytocoenoses qu'ils constituent sont la teneur en hydrogénéo-carbonates et celle en gaz carbonique. Les autres facteurs n'auraient qu'un rôle secondaire (résultats d'études menées sur la relation entre la végétation aquatique et la composition chimique des eaux de Basse-Saxe). Cela paraît valable jusqu'à une certaine limite : les facteurs considérés comme secondaires par WIEGLEB peuvent, lorsque leur teneur dépasse un seuil critique, en particulier les polluants comme les phosphates et l'ammonium, assumer un rôle primordial.

Ainsi, certains hydrophytes sont sensibles à l'ammonium (*Potamogeton coloratus*, *Chara hispida*), aux phosphates (*Chara div. sp.*, *Nitella div. sp.*) ; leur disparition indique l'apparition de ces substances en un hydrotape. D'autres résistent bien aux pollutions par les ions chlorure (*Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus*), par les matières

organiques (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*, *Callitriche platycarpa*, *Potamogeton trichoides*) : un taux élevé de ces substances favorise leur développement au détriment des autres espèces (MERIAUX, 1984).

L'extension ou la raréfaction des espèces d'un biotope aquatique sont donc non seulement étroitement **liées à sa teneur en nutriments**, mais aussi à sa **concentration en matières organiques** et à **leur polluosensibilité** ou à **leur pollueurésistance aux substances toxiques** (MERIAUX, 1984).

Des études de MERIAUX (1978, 1984, in AMBE 1995, in IEE 2000) ont montré que :

- plusieurs phytocoenoses *résistent bien aux excès de substances* dans le milieu, par exemple aux matières organiques et aux matières humiques ;
- d'autres *supportent les pollutions organiques et minérales* (Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Ca⁺⁺). Leur persistance en un biotope aquatique dépourvu de toute autre phytocoenose renseigne directement sur l'état de pollution de l'eau ;
- quelques phytocoenoses se relèvent uniquement dans *les milieux subsaumâtres à saumâtres* et peuvent de ce fait être considérées comme de bonnes indicatrices de salinité des eaux (marais arrière-littoraux, marais continentaux proches de salines).

Différents travaux ont amené KOHLER et ses collaborateurs (1971 à 1975), DECORNET (1979) et MERIAUX (1982) à préconiser **l'existence d'une zonation floristico-écologique** dans les rivières, **zonation reflet de l'eutrophisation de la source vers l'aval**.

En fonction du degré croissant d'**eutrophisation**, sur lequel peuvent se greffer des phénomènes d'**eutrophication** par apport externe (action de l'homme) de nutriments, six zones floristico-écologiques (A, B, C, D, E, V) ont pu être distinguées par KOHLER et coll. (1974) alors que CARBIENER (1977) en reconnaît quatre (A, B, C, D) et DECORNET (1979) sept (A, B, C, D, dégradé, E, V). HABER et KOHLER (1973) préfèrent utiliser les espèces isolées ou les groupes d'espèces plutôt que les associations phytosociologiques, contrairement à CARBIENER et DECORNET.

En 1984 MERIAUX a réalisé une synthèse des données de ces auteurs, tout en intégrant ses propres résultats et a ainsi distingué cinq zones phytocoeno-écologiques : A, B, C, D et E.

Des espèces et des associations sont exclusives de zones (*Potamogeton coloratus* et le *Potametum colorati* de la zone A) ; *d'autres sont préférentielles d'une zone mais*

peuvent se rencontrer dans plusieurs zones (*Potamogeton pectinatus* var. *interruptus* dans les zones D mais aussi C et E ; *Callitriche obtusangula* dans la zone C mais aussi B et D). Les espèces de la zone D existent toutes dans la zone C mais seules quelques-unes persistent dans la E, zone dont la détermination se fera à partir de la présence de ces espèces et de l'absence d'autres (indicateurs négatifs).

Les différences floristiques observées au niveau de zones identiques, absence d'espèces ou variations d'association selon l'utilisation de la zone floristico-écologique ou phytosocio-écologique, sont le reflet de l'état général de la rivière et des modifications du degré de trophie.

La succession des zones de **A vers V** traduit des **teneurs croissantes en ammonium et phosphates**, paramètres figurant le plus fidèlement l'évolution de la qualité d'un cours d'eau (KOHLENER et coll., 1974). Des séquences phytosociologiques mises en évidence par KOHLER (1975) et CARBIENER (1977) s'observent aisément dans les cours d'eau de la tête de bassin à l'aval ; le cas le plus simple consiste en la succession des séquences A, B, C, D, E, V : pour d'autres rivières les apports externes de nutriments ou de substances toxiques ou inhibitrices provoquent des modifications dans la succession comme l'a montré CARBIENER (1977) dans des rivières du réseau hydrographique alsacien. On peut ainsi remarquer des séquences tronquées (C, D, E), inversées (A, C, B, D, E, V), ondulatoires (A, B, C, D, B, C, D).

Les zonations floristico-écologique et phytocoeno-écologique des rivières à eaux calcaires du nord-ouest de la France, établies par MERIAUX 1984 et revues en 1990, 1999 et 2002 in AMBE, sont utilisées comme **schémas de référence**.

Ont été ainsi successivement **élaborées, pour les rivières à eaux calcaires** (MERIAUX, 1984 et AMBE, 2002) comme les rivières de l'Artois :

- une répartition de la flore selon les zones ;
- une distinction de groupes floristico-écologiques à partir des meilleures espèces bioindicatrices ;
- une zonation floristico-écologique ;
- une zonation phytocoeno-écologique.

La zonation phytocoeno-écologique type montre cinq phytocoenoses bioindicatrices principales :

- A : *Charetum hispidae* ;
- B : *Ranunculo penicillati calcarei* - *Sietum erecti submersi* ;
- C : *Callitrichetum obtusangulae* et, à un degré moindre, *Zannichellietum palustris* ;

- D : *Sparganio emersi-Potametum pectinati* ;
- E : *Sparganio emersi-Potametum pectinati* très appauvri ou dégradé, et groupement à *Callitriche platycarpa*, monospécifique.

Les rivières à eaux calcaires sont nettement dominantes dans le territoire de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie où **les rivières à eaux acides** sont très peu représentées (massif forestier de Saint-Amand, Avesnois, Bas-Boulonnais).

Les phytocoenoses bioindicatrices se retrouvent dans le **synsystème élaboré pour les végétations aquatiques du nord-ouest de la France par MERIAUX** (1984, 1999 in AMBE placé en annexe) et dans les travaux de WEBER-OLDECOP (1969, 1971 et 1978), KOHLER (1972, 1975), CARBIENER (1977), DECORNET (1979).

II - FLORE ET PHYTOCOENOSES DE REFERENCE

On peut définir ainsi **le long des cours d'eau 5 zones** ou **5 classes** : A, B, C, D et E correspondant, de **l'amont à l'aval**, à une **augmentation** naturelle de **trophie** et de **qualité de milieu**, dans laquelle l'**Homme** a sa place par ses **activités extensives**.

De même, des classes ont été définies pour les plans d'eau (MERIAUX, 1982).

Dans la **présente étude**, ces 5 classes ont ainsi été précisées et détaillées d'un point de vue **floristique** et **phytocoenologique** en distinguant **cours d'eau** et **plans d'eau** « calcaires » et « acides ». Flore et phytocoenoses ont été distinguées pour chaque classe à partir de l'analyse de la littérature générale et régionale (voir 1^{ère} partie, A) et de la connaissance de terrain (40 années de prospections de rivières et cours d'eau).

Pour une meilleure compréhension, pour **chaque catégorie de milieu** (cours d'eau et plans d'eau, « calcaires » et « acides »), ont été définis selon les 5 zones et classes de qualité par différentes figures :

- **la répartition de la flore** accompagnée de sa **bioindication** ;
- **les coefficients de bioindication** imputables à chaque **espèce floristique** en se référant à l'échelle de cotation des milieux proposée par LUCAS (1973) et reprise par TOMBAL et MERIAUX (1980) ;
- **les groupes floristico-écologiques indicateurs des classes de qualité** ;
- **la zonation floristico-écologique pour les cours d'eau** ;
- **la zonation phytocoeno-écologique** pour les **cours d'eau** et les **groupes phytocoeno-écologiques** selon les classes de qualité pour les **plans d'eau** ;
- **les espèces caractéristiques des phytocoenoses indicatrices** de classes de qualité ;
- **les coefficients de bioindication des phytocoenoses** présentes.

L'**ensemble de ces données** permettra de définir avec **précision la référence des cours d'eau** (figures A1 à A7 et B1 à B7) et **des plans d'eau naturels** (figures C1 à C6 et D1 à D6).

Cependant, en ce qui concerne les canaux et les plans d'eau artificiels, largement dominants dans le territoire de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, la prise en compte de **la flore** et des **phytocoenoses** de référence sera **inutile**. En effet, pour ces milieux, la **référence** n'a pas de **réelle signification** et l'**objectif « bon état »** doit être axé sur « ce qui pourrait être obtenu avec une meilleure qualité de l'eau ».

On entend par ce dernier terme les eaux permettant le développement d'une végétation acidocline à acidophile, très différente de celle des tourbières acides.

1. COURS D'EAU CALCAIRES
Figures A1 à A7

FIGURE A1
REPARTITION DE LA FLORE SELON LES ZONES ET LES CLASSES
DE QUALITE EN COURS D'EAU CALCAIRES

	A	B	C	D	E
<i>Philonotis sp.</i>	+ ⁽¹⁾				
<i>Cratoneuron sp.</i>	+				
<i>Chara hispida</i>	+				
<i>Potamogeton coloratus</i> fo. <i>submersum</i>	+				
<i>Juncus subnodulosus</i> fo. <i>fluitans</i>	+	(+)			
<i>Batrachospermum sp.</i>	(+)	+			
<i>Chara vulgaris</i>	(+)	+			
<i>Chara globularis</i>	(+)	+			
<i>Brachythecium rivulare</i>	(+)	+			
<i>Groenlenda densa</i>		+	(+)		
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>		+	(+)		
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersa</i>		+	(+)		
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>calcareus</i>		+	(+)		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>		+	(+)		
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		+	(+)		
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>		+	(+)		
<i>Mentha aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		(+)	+		
<i>Veronica beccabunga</i> fo. <i>submersa</i>		(+)	+		
<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i>		(+)	+		
<i>Scirpus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>		(+)	+		
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>		(+)	+		
<i>Potamogeton perfoliatus</i>		(+)	+		
<i>Callitriche obtusangula</i>		(+)	+	(+)	
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>		(+)	+	(+)	
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>		(+)	+	(+)	
<i>Fontinalis antipyretica</i>		(+)	+	(+)	
<i>Elodea nuttallii</i>		(+)	+	(+)	
<i>Cladophora glomerata</i>		(+)	+	(+)	
<i>Vaucheria sp.</i>		(+)	+	(+)	
<i>Myriophyllum spicatum</i>			+	(+)	
<i>Ranunculus fluitans</i>			+	(+)	
<i>Amblystegium riparium</i>			+	+	
<i>Elodea canadensis</i>			+	+	
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>			+	+	
<i>Elodea ernstiae</i>			+	+	
<i>Potamogeton crispus</i>			+	+	
<i>Ceratophyllum demersum</i>			(+)	+	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>submersa</i>			(+)	+	
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>			(+)	+	
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>			(+)	+	(+)
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>fluitans</i>	(+)	(+)	+	(+)	
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>	(+)	+	+	(+)	
<i>Lemna minor</i>	+	+	+	+	
<i>Callitriche platycarpa</i>	(+)	+	+	+	(+)

⁽¹⁾ + : bioindication forte - (+) : bioindication faible

FIGURE A2
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION SELON LES ESPECES
VEGETALES PRESENTES EN COURS D'EAU CALCAIRES

	A	B	C	D	E
<i>Philonotis sp.</i>	4 ⁽¹⁾				
<i>Cratoneuron sp.</i>	9				
<i>Chara hispida</i>	9				
<i>Potamogeton coloratus</i> fo. <i>submersum</i>	9				
<i>Juncus subnodulosus</i> fo. <i>fluitans</i>	9	4			
<i>Batrachospermum sp.</i>	1	4			
<i>Chara vulgaris</i>	1	4			
<i>Chara globularis</i>	1	4			
<i>Brachythecium rivulare</i>	1	4			
<i>Groenlenda densa</i>		4	1		
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>		9	1		
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersa</i>		4	1		
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>calcareus</i>		9	1		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>		4	1		
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		4	1		
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>		4	1		
<i>Mentha aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		1	1		
<i>Veronica beccabunga</i> fo. <i>submersa</i>		1	4		
<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i>		1	4		
<i>Scirpus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>		1	4		
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>		1	4		
<i>Potamogeton perfoliatus</i>		1	4		
<i>Callitriche obtusangula</i>		1	9	4	
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>		1	4	1	
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>		1	9	4	
<i>Fontinalis antipyretica</i>		4	9	1	
<i>Elodea nuttallii</i>		1	4	1	
<i>Cladophora glomerata</i>		1	4	1	
<i>Vaucheria sp.</i>		1	4	1	
<i>Myriophyllum spicatum</i>			4	1	
<i>Ranunculus fluitans</i>			9	1	
<i>Amblystegium riparium</i>			1	1	
<i>Elodea canadensis</i>			1	1	
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>			1	1	
<i>Elodea ernstiae</i>			1	1	
<i>Potamogeton crispus</i>			1	1	
<i>Ceratophyllum demersum</i>			1	9	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>submersa</i>			1	9	
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>				9	
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>			1	9	4
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>fluitans</i>	1	1	1	1	
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>	1	1	1	1	
<i>Lemna minor</i>	1	1	1	1	
<i>Callitriche platycarpa</i>	1	4	4	4	1

⁽¹⁾ 9 : fort - 4 : moyen - 1 : faible

FIGURE A3
GROUPES FLORISTICO-ÉCOLOGIQUES INDICATEURS DES CLASSES DE QUALITÉ DES COURS D'EAU CALCAIRES

- A**
Philonotis sp.
Cratoneuron sp.
Chara hispida
Potamogeton coloratus
Juncus subnodulosus
fo. *fluitans*
- B**
Batrachospermum sp.
Chara vulgaris
Chara globularis
Brachythecium rivulare
Groenlandia densa
Sium erectum fo. *submersum*
Nasturtium officinale fo. *submersa*
Ranunculus penicillatus var. *calcareus*
Ranunculus trichophyllus
Veronica beccabunga fo. *submersa*
Veronica anagallis-aquatica fo. *submersa*
Callitriche truncata subsp. *occidentalis*
- C**
Cladophora glomerata
Vaucheria sp.
Fontinalis antipyretica
Amblystegium riparium
Mentha aquatica fo. *submersa*
Sparganium emersum fo. *fluitans*
Myosotis scorpioides fo. *submersa*
Potamogeton perfoliatus
Callitriche obtusangula
Elodea nuttallii
Apium nodiflorum fo. *submersum*
Zannichellia palustris subsp. *palustris*
Myriophyllum spicatum
Ranunculus fluitans
Elodea canadensis
Nuphar lutea fo. *submersa*
Elodea ernsteae
Agrostis stolonifera fo. *fluitans*
- D**
Potamogeton crispus
Ceratophyllum demersum
Sagittaria sagittifolia fo. *submersa*
Sparganium emersum var. *longissimum*
Potamogeton pectinatus var. *interruptus*

Le groupe E correspond à des individus isolés et en limite de vie de *Callitriche platycarpa* et de *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*

FIGURE A4
ZONATION FLORISTICO-ÉCOLOGIQUE DES COURS D'EAU CALCAIRES

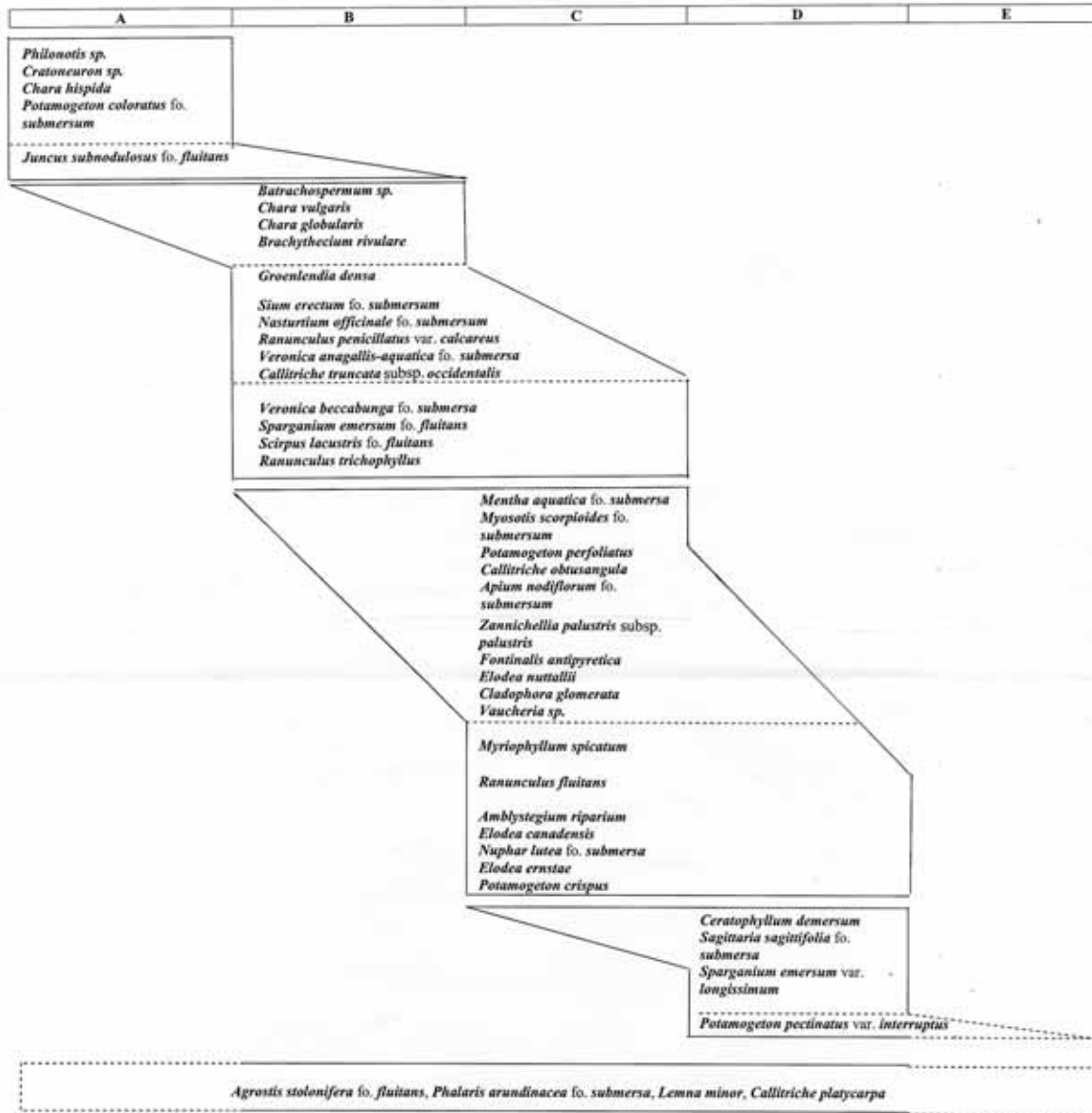


FIGURE A5
ZONATION PHYTOCENO-ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU CALCAIRES

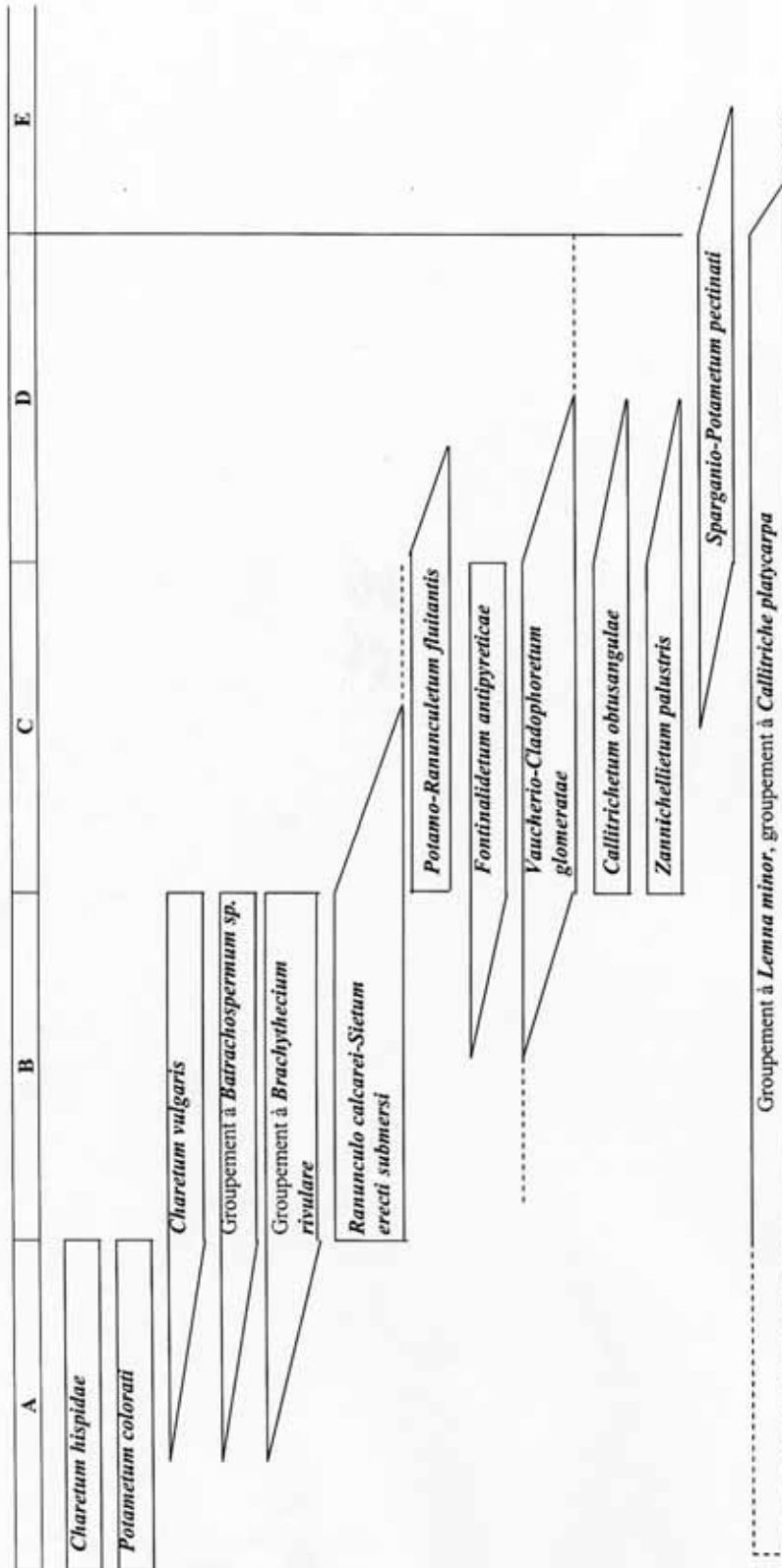


FIGURE A6
ESPECES CARACTERISTIQUES DES PHYTOCOENOCES INDICATRICES
DE CLASSE DE QUALITE DES COURS D'EAU CALCAIRES

CLASSE A

Charetum hispidae : *Chara hispida*

Potametum colorii : *Potamogeton coloratus* fo. *submersa*

CLASSE B

Charetum vulgare : *Chara vulgare*

Groupement à *Batrachospermum* sp. : *Batrachospermum* sp. (*Batrachospermum moniliforme*)

Groupement à *Brachythecium rivulare* : *Brachythecium rivulare*

Ranunculo calcarei-Sietum : *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus*
Sium erectum fo. *submersum*

CLASSE C

Fontinalidetum antipyreticae : *Fontinalis antipyretica*

Vaucherio-Cladophoretum glomeratae : *Vaucheria* sp. (*Vaucheria dichotoma*)
Cladophora glomerata

Callitrichetum obtusangulae : *Callitriche obtusangula* fo. *submersa*

Zannichellietum palustris : *Zannichellia palustris* subsp. *palustris*

CLASSE D

Sparganio-Potametum pectinati : *Sparganium emersum* var. *longissimum*

Potamogeton pectinatus var. *interruptus*

FIGURE A7
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION DES PHYTOCOENOCES
PRESENTES EN COURS D'EAU CALCAIRES

CLASSE A

Charetum hispidae : 9

Potametum colorati : 9

CLASSE B

Ranunculo calcarei-Sietum erecti submersi : 9

Charetum vulgare : 4

Groupement à *Batrachospermum sp.* : 4

Groupement à *Brachytheceium rivulare* : 1

CLASSE C

Callitrichetum obtusangulae : 9

Potamo-Ranunculetum fluitantis : 4

Fontinalidetum antipyreticae : 4

Vaucherio-Cladophoretum glomeratae : 4

Zannichellietum palustris : 1

CLASSE D

Sparganio-Potametum pectinati : 9

2. COURS D'EAU ACIDES
Figures B1 à B7

FIGURE B1
REPARTITION DE LA FLORE SELON LES ZONES ET LES CLASSES
DE QUALITE EN COURS D'EAU ACIDES

	A	B	C	D	E
<i>Montia fontana</i>	+ ⁽¹⁾				
<i>Potamogeton polygonifolius</i> fo. <i>fluviatilis</i>	+	(+)			
<i>Juncus bulbosus</i> fo. <i>fluitans</i>	+	(+)			
<i>Scirpus fluitans</i>	+	(+)			
<i>Callitriche hamulata</i>	(+)	+			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		+			
<i>Sparganium minimum</i> fo. <i>fluitans</i>		+			
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>penicillatus</i>		+	(+)		
<i>Potamogeton berchtoldii</i>		+	(+)		
<i>Callitriche stagnalis</i> fo. <i>submersa</i>		+	(+)		
<i>Veronica beccabunga</i> fo. <i>submersa</i>		+	(+)		
<i>Potamogeton alpinus</i> fo. <i>fluitans</i>		(+)	+		
<i>Oenanthe fluviatilis</i>			+		
<i>Ranunculus peltatus</i> fo. <i>fluitans</i>			+		
<i>Ranunculus fluitans</i>			+	(+)	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>			+	(+)	
<i>Fontinalis antipyretica</i>			+	(+)	
<i>Callitriche obtusangula</i>			+	(+)	
<i>Potamogeton crispus</i>				+	
<i>Elodea canadensis</i>				+	
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>				+	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>submersa</i>				+	
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>				+	(+)
<i>Lemna minor</i>		+	+	+	+
<i>Callitriche platycarpa</i>		(+)	+	+	(+)

⁽¹⁾ + : bioindication forte - (+) : bioindication faible

FIGURE B2
REPARTITION DE LA FLORE SELON LES ZONES ET LES CLASSES
DE QUALITE EN COURS D'EAU ACIDES

	A	B	C	D	E
<i>Montia fontana</i>	9 ⁽¹⁾				
<i>Potamogeton polygonifolius</i> fo. <i>fluviatilis</i>	9	1			
<i>Juncus bulbosus</i> fo. <i>fluitans</i>	9	1			
<i>Scirpus fluitans</i>	9	1			
<i>Callitriche hamulata</i>	4	9			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		4			
<i>Sparganium minimum</i> fo. <i>fluitans</i>		4			
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>penicillatus</i>		9	1		
<i>Potamogeton berchtoldii</i>		4	1		
<i>Callitriche stagnalis</i> fo. <i>submersa</i>		4	1		
<i>Veronica beccabunga</i> fo. <i>submersa</i>		4	1		
<i>Potamogeton alpinus</i> fo. <i>fluitans</i>		1	4		
<i>Oenanthe fluviatilis</i>			9		
<i>Ranunculus peltatus</i> fo. <i>fluitans</i>			4		
<i>Ranunculus fluitans</i>			9	1	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>			4	1	
<i>Fontinalis antipyretica</i>			4	1	
<i>Callitriche obtusangula</i>			9	1	
<i>Potamogeton crispus</i>			1	1	
<i>Elodea canadensis</i>			1	1	
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>				9	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>submersa</i>				4	
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>				9	4
<i>Lemna minor</i>		1	1	1	1
<i>Callitriche platycarpa</i>		1	4	4	1

⁽¹⁾ 9 : fort - 4 : moyen - 1 : faible

FIGURE B3
GROUPES FLORISTICO-ECOLOGIQUES INDICATEURS DES CLASSES DE QUALITE DES COURS D'EAU ACIDES

- A**
- Montia fontana*
 - Potamogeton polygonifolius* fo.
 - fluviatilis*
 - Juncus bulbosus* fo. *fluitans*
 - Scirpus fluitans*
- B**
- Callitriche hamulata*
 - Myriophyllum alterniflorum*
 - Sparganium minimum* fo. *fluitans*
 - Ranunculus penicillatus*
var. *penicillatus*
 - Potamogeton berchtoldii*
 - Callitriche stagnalis* fo. *submersa*
 - Veronica beccabunga* fo. *submersa*
- C**
- Potamogeton alpinus* fo. *fluitans*
 - Oenanthe fluviatilis*
 - Ranunculus fluitans*
 - Potamogeton perfoliatus*
 - Ranunculus peltatus* fo. *fluitans*
 - Fontinalis antipyretica*
 - Callitriche obtusangula*
- D**
- Potamogeton crispus*
 - Elodea canadensis*
 - Sparganium emersum* var. *longissimum*
 - Sagittaria sagittifolia* fo. *submersa*
 - Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*
 - Lemna minor*
 - Callitriche platycarpa*

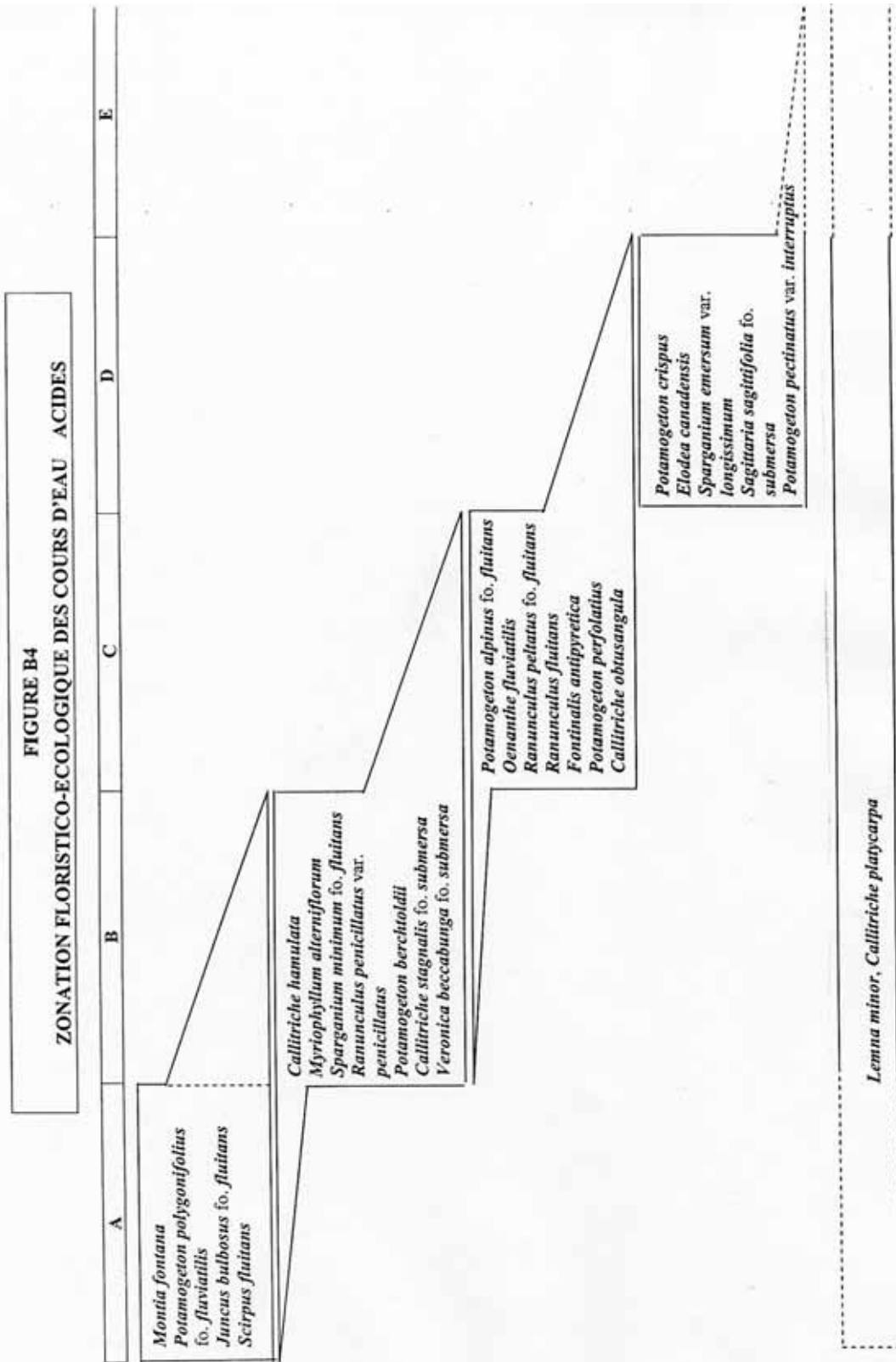


FIGURE B5
ZONATION PHYTOCENO-ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU ACIDES

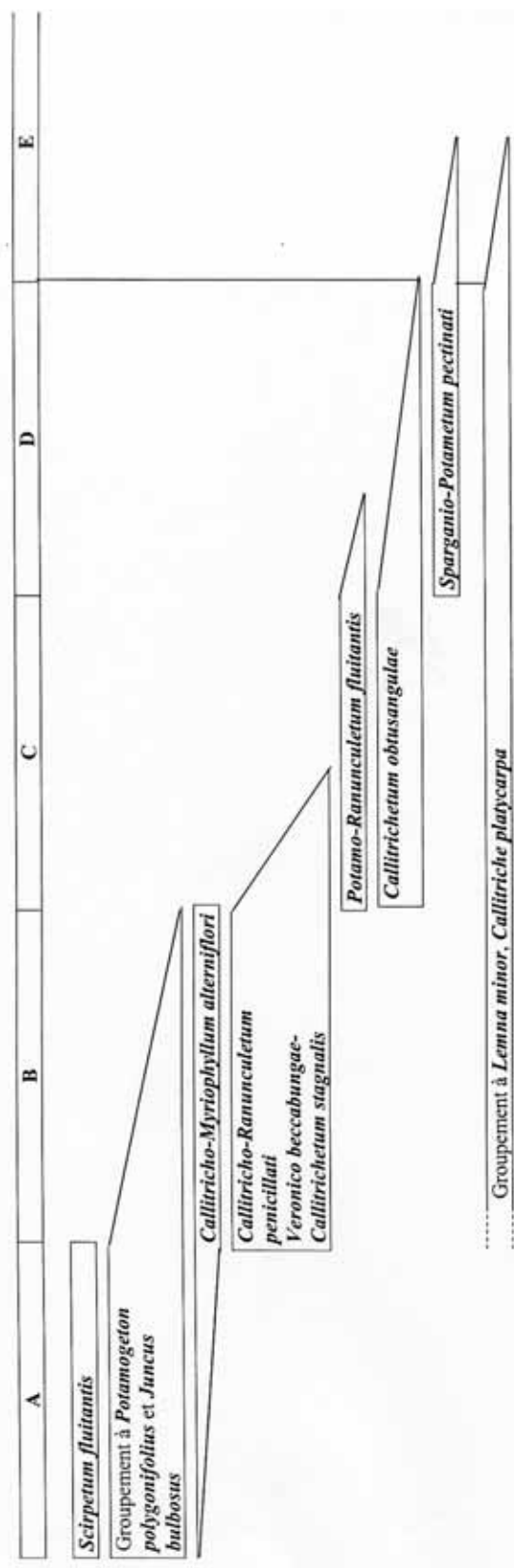


FIGURE B6
ESPECES CARACTERISTIQUES DES PHYTOCOENOSSES INDICATRICES
DE CLASSE DE QUALITE DES COURS D'EAU ACIDES

CLASSE A

Scirpetum fluitantis : *Scirpus fluitans*

Groupement à *Potamogeton polygonifolius* et *Juncus bulbosus* :

Potamogeton polygonifolius fo. *fluviatilis*

Juncus bulbosus fo. *fluitans*

CLASSE B

Callitricho-Myriophylletum alterniflori : *Callitriche hamulata*

Myriophyllum alterniflorum

Callitricho-Ranunculetum penicillati : *Callitriche hamulata*

Ranunculus penicillatus var. *penicillatus*

CLASSE C

Potamo-Ranunculetum fluitantis : *Potamogeton perfoliatus*

Ranunculus fluitans

Callitrichetum obtusangulae : *Callitriche obtusangula* fo. *submersa*

CLASSE D

Sparganio-Potametum pectinati : *Sparganium emersum* var. *longissimum*

Potamogeton pectinatus var. *interruptus*

FIGURE B7
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION DES PHYTOCOENOCES
PRESENTEES EN COURS D'EAU ACIDES

CLASSE A

Scirpetum fluitantis : 9

Groupement à *Potamogeton polygonifolius* et *Juncus bulbosus* : 9

CLASSE B

Callitricho-Ranunculetum penicillati : 9

Callitricho-Myriophylletum alterniflori : 4

Veronico beccabungae-Callitrichetum stagnalis : 4

CLASSE C

Callitrichetum obtusangulae : 9

Potamo-Ranunculetum fluitantis : 4

CLASSE D

Sparganio-Potametum pectinati : 9

3. PLANS D'EAU CALCAIRES
Figures C1 à C6

FIGURE C1
REPARTITION DE LA FLORE SELON LES ZONES ET LES CLASSES
DE QUALITE EN PLANS D'EAU CALCAIRES

	A	B	C	D	E
<i>Potamogeton coloratus</i>	+ ⁽¹⁾				
<i>Chara hispida</i>	+				
<i>Stratiotes aloides</i>		+			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		+			
<i>Potamogeton gramineus</i>		+			
<i>Chara fragilis</i>		+			
<i>Ricciocarpus natans</i>		+			
<i>Chara aspera</i>		+	(+)		
<i>Chara vulgaris</i>		+	(+)		
<i>Nitellopsis obtusa</i>		+	(+)		
<i>Tolypella glomerata</i>		+	(+)		
<i>Nymphoides peltata</i>		+	(+)		
<i>Potamogeton friesii</i>		+	(+)		
<i>Luronium natans</i>		+	(+)		
<i>Ceratophyllum submersum</i>		+	(+)		
<i>Potamogeton natans</i>		(+)	+		
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>aquaticum</i>		(+)	+		
<i>Nymphaea alba</i>		(+)	+		
<i>Hippuris vulgaris</i> fo. <i>submersa</i>		(+)	+		
<i>Potamogeton obtusifolius</i>		(+)	+		
<i>Ranunculus baudotii</i>		(+)	+		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		+	+	(+)	
<i>Myriophyllum spicatum</i>			+	(+)	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			+	(+)	
<i>Nuphar lutea</i>			+	(+)	
<i>Lemna trisulca</i>			+		
<i>Potamogeton lucens</i>			+		
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>			+		
<i>Potamogeton pusillus</i>			+		
<i>Potamogeton trichoides</i>			+		
<i>Naias major</i>			+		
<i>Naias minor</i>			+		
<i>Hottonia palustris</i>			+		
<i>Ruppia maritima</i>			+		
<i>Ranunculus aquatilis</i>			+		
<i>Ranunculus peltatus</i>			+		
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>pedicellata</i>			+		
<i>Ludwigia peploides</i> ⁽²⁾			+	(+)	
<i>Ludwigia grandiflora</i> ⁽²⁾			+	(+)	
<i>Elodea nuttallii</i>			+	(+)	
<i>Ranunculus circinatus</i>			+	(+)	
<i>Callitriche obtusangula</i>			+	(+)	
<i>Sparganium emersum</i>			(+)	+	
<i>Spirodela polyrhiza</i>			(+)	+	
<i>Elodea canadensis</i>			(+)	+	
<i>Ceratophyllum demersum</i>			(+)	+	(+)
<i>Potamogeton crispus</i>			(+)	+	(+)

<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>	(+)	+	(+)
<i>Lemna gibba</i>		+	(+)
<i>Azolla filiculoides</i>		+	(+)
<i>Elodea ernstiae</i>		+	(+)

⁽¹⁾ + : bioindication forte - (+) : bioindication faible

⁽²⁾ : plante invasive

FIGURE C2
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION SELON LES ESPECES
VEGETALES PRESENTES EN PLANS D'EAU CALCAIRES

	A	B	C	D	E
<i>Potamogeton coloratus</i>	9 ⁽¹⁾				
<i>Chara hispida</i>	9				
<i>Stratiotes aloides</i>		9			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		9			
<i>Potamogeton gramineus</i>		9			
<i>Chara fragilis</i>		9			
<i>Ricciocarpus natans</i>		4			
<i>Chara aspera</i>		4	1		
<i>Chara vulgaris</i>		4	1		
<i>Nitellopsis obtusa</i>		4	1		
<i>Tolypella glomerata</i>		4	1		
<i>Nymphoides peltata</i>		4	1		
<i>Potamogeton friesii</i>		4	1		
<i>Luronium natans</i>		4	1		
<i>Ceratophyllum submersum</i>		4	1		
<i>Potamogeton natans</i>		1	9		
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>aquaticum</i>		1	4		
<i>Nymphaea alba</i>		1	9		
<i>Hippuris vulgaris</i> fo. <i>submersa</i>		1	4		
<i>Potamogeton obtusifolius</i>		1	4		
<i>Ranunculus baudotii</i>		1	4		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		4	4	1	
<i>Myriophyllum spicatum</i>			9	1	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			9	1	
<i>Nuphar lutea</i>			4	1	
<i>Lemna trisulca</i>			4		
<i>Potamogeton lucens</i>			4		
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>			4		
<i>Potamogeton pusillus</i>			4		
<i>Potamogeton trichoides</i>			4		
<i>Naias major</i>			4		
<i>Naias minor</i>			4		
<i>Hottonia palustris</i>			4		
<i>Ruppia maritima</i>			4		
<i>Ranunculus aquatilis</i>			4		
<i>Ranunculus peltatus</i>			4		
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>pedicellata</i>			4		
<i>Ludwigia peploides</i> ⁽²⁾					
<i>Ludwigia grandiflora</i> ⁽²⁾					
<i>Elodea nuttallii</i>			4	1	
<i>Ranunculus circinatus</i>			4	1	
<i>Callitriche obtusangula</i>			9	1	
<i>Sparganium emersum</i>			1	4	
<i>Spirodela polyrhiza</i>			1	4	
<i>Elodea canadensis</i>			1	4	
<i>Ceratophyllum demersum</i>			1	9	4
<i>Potamogeton crispus</i>			1	4	1

<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>	1	9	4
<i>Lemna gibba</i>		9	4
<i>Azolla filiculoides</i>		9	1
<i>Elodea ernstiae</i>		4	1

⁽¹⁾ 9 : fort - 4 : moyen - 1 : faible

⁽²⁾ : plante invasive

FIGURE C3
GROUPES FLORISTICO-ÉCOLOGIQUES INDICATEURS DES CLASSES DE QUALITÉ EN PLANS D'EAU CALCAIRES

A
Potamogeton coloratus
Chara hispida

B
Nitellopsis obtusa
Chara aspera
Statiotes aloides
Myriophyllum alterniflorum
Potamogeton gramineus
Chara fragilis
Ricciocarpus natans
Chara vulgaris
Nymphoides peltata
Potamogeton friesii
Luronium natans
Hydrocharis morsus-ranae

Tolypella glomerata
Ceratophyllum submersum

C
Potamogeton natans
Nymphaea alba
Polygonum amphibium fo.
aquaticum
Myriophyllum spicatum
Myriophyllum verticillatum
Hippuris vulgaris
Nuphar lutea
Potamogeton obtusifolius
Lemna trisulca
Potamogeton lucens
Zannichellia palustris subsp.
palustris
Potamogeton trichoides
Potamogeton pusillus
Najas major
Najas minor
Hottonia palustris
Ranunculus aquatilis
Ranunculus peltatus
Ranunculus circinatus
Elodea nuttallii
Callitriche obtusangula

Ruppia maritima
Ranunculus baudotii
Zannichellia palustris subsp.
pedicellata

Ludwigia peploides 1
Ludwigia grandiflora 1

D
Sparganium emersum
Spirodela polyrhiza
Elodea canadensis
Ceratophyllum demersum
Potamogeton crispus
Potamogeton pectinatus var. *scoparius*
Lemna gibba
Elodea ernstiae
Azolla filiculoides

1 : plante invasive

La classe E correspond à la présence de quelques espèces de la classe D parvenant à subsister dans le milieu : *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius*, *Lemna gibba* et, à un degré moindre, *Potamogeton crispus*, *Azolla filiculoides*, *Elodea ernstiae*

FIGURE C4
GROUPES PHYTOCOENO-ECOLOGIQUES INDICATEURS DES CLASSES DE QUALITE DES PLANS D'EAU CALCAIRES

A
Potametum colorati
Charetum hispidae

B
Ricciocarpetum natantis
Charetum fragilis
Charetum vulgaris
Nitellopsidetum obtusae
Nymphoidetum peltatae
Hydrocharito-Stratiotetum
Potametum friesii
Potametum graminei

Tolypelletum glomeratae
Ceratophylletum submersi

C
Myriophyllo-Nupharetum
Lemnetum trisulcae
Potametum obtusifolii
Potametum lucentis
Zannichelletum palustris
Najadetum marinae
Ranunculetum aquatilis
Ranunculetum peltati
Hottonietum palustris
Callitrichetum obtusangulae

Ranunculetum baudotii
Zannichelletum pedicellatae
Ruppelletum maritima

D
Potametum pectinati
Groupement à *Ceratophyllum*
demersum (et *Hydrocharis morsus-*
ranae)
Spirodeletum polyrhizae
Lemnetum gibbae

La classe E correspond à quelques phytocoenoses appauvries ou dégradées : *Potametum pectinati*, *Lemnetum gibbae*, groupement à *Ceratophyllum demersum*

FIGURE C5
ESPECES CARACTERISTIQUES DES PHYTOCOENOCES INDICATRICES
DE CLASSE DE QUALITE DES PLANS D'EAU CALCAIRES

CLASSE A

Potametum colorati : *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*

Charetum hispidae : *Chara hispida*

CLASSE B

Ricciocarpetum natantis : *Ricciocarpus natans*

Charetum fragilis : *Chara fragilis*

Charetum vulgaris : *Chara vulgaris*

Nitellopsidetum obtusae : *Nitellopsis obtusa*

Tolypelletum glomeratae : *Tolypella glomerata*

Nymphoidetum peltatae : *Nymphoides peltata*

Hydrocharito-Stratiotetum : *Hydrocharis morsus-ranae*
Stratiotes aloides

Ceratophylletum submersi : *Ceratophyllum submersum*

Potametum friesii : *Potamogeton friesii*

Potametum graminei : *Potamogeton gramineus*
Myriophyllum alterniflorum

CLASSE C

Lemnetum trisulcae : *Lemnetum trisulca*

Myriophyllo-Nupharetum : *Potamogeton natans*
Polygonum amphibium fo. *aquaticum*
Nymphaea alba
Myriophyllum spicatum
Myriophyllum verticillatum
Nuphar lutea

Potametum lucentis : *Potamogeton lucens*

Zannichellietum palustris : *Zannichellia palustris* subsp. *palustris*

Najadetum marinae : *Najas marina*

Callitrichetum obtusangulae : *Callitriche obtusangula* fo. *typica*

Ranunculetum aquatilis : *Ranunculus aquatilis*

Ranunculetum peltati : *Ranunculus peltatus*

Ranunculetum baudotii : *Ranunculus baudotii*

Ruppium spiralis : *Ruppia maritima*

Zannichellietum pedicellatae : *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*

CLASSE D

Spirodeletum polyrhizae : *Spirodela polyrhiza*

Lemnetum gibbae : *Lemna gibba*

Potametum pectinati : *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius*

Groupement à *Ceratophyllum demersum* (et *Hydrocharis morsus-ranae*) :
Ceratophyllum demersum

FIGURE C6
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION DES PHYTOCOENOCSES
PRESENTES EN PLANS D'EAU CALCAIRES

CLASSE A

Potametum colorati : 9

Charetum hispidae : 9

CLASSE B

Nitellopsidetum obtusae : 9

Nymphoidetum peltatae : 9

Hydrocharito-Stratiotetum : 9

Potametum graminei : 9

Ricciocarpetum natantis : 4

Charetum fragilis : 4

Potametum friesii : 4

Charetum vulgare : 1

Biotopes subsaumâtres à saumâtres

Ceratophylletum submersi : 9

Tolypelletum glomeratae : 4

CLASSE C

Myriophyllo-Nupharetum : 9

Lemnetum trisulcae : 9

Potametum lucentis : 9

Zannichellietum palustris : 4

Hottonietum palustris : 9

Callitrichetum obtusangulae : 9

Potametum obtusifolii : 4

Najadetum marinae : 4

Ranunculetum aquatilis : 4

Ranunculetum peltati : 4

Biotopes subsaumâtres à saumâtres

Zannichellietum pedicellatae : 9

Ruppiaetum maritimae : 9

Ranunculetum baudotii : 4

CLASSE D

Potametum pectinati : 9

Lemnetum gibbae : 9

Spirodeletum polyrhizae : 4

Groupement à *Ceratophyllum demersum* (et *Hydrocharis morsus-ranae*) : 4

4. PLANS D'EAU ACIDES
Figures D1 à D6

FIGURE D1
REPARTITION DE LA FLORE SELON LES ZONES ET LES CLASSES
DE QUALITE EN PLANS D'EAU ACIDES

	A	B	C	D	E
<i>Nuphar pumila</i>	+(¹)				
<i>Pilularia globulifera</i>	+				
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	+	(+)			
<i>Juncus bulbosus</i>	+	(+)			
<i>Apium inundatum</i>	+	+			
<i>Callitriche hamulata</i>	(+)	+			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		+			
<i>Menyanthes trifoliata</i>		+			
<i>Nymphaea alba</i> var. <i>minor</i>		+			
<i>Riccia fluitans</i>		+			
<i>Ranunculus hederaceus</i>		+			
<i>Limosella aquatica</i>		+			
<i>Littorella uniflora</i>		+			
<i>Veronica scutellata</i> fo. <i>submersa</i>		+			
<i>Nitella flexilis</i>		+			
<i>Nitella gracilis</i>		+			
<i>Baldellia ranunculoides</i>		+	(+)		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		+	(+)		
<i>Sparganium minimum</i>		+	(+)		
<i>Eleocharis acicularis</i>		+	(+)		
<i>Utricularia vulgaris</i>		(+)	+		
<i>Utricularia neglecta</i>		(+)	+		
<i>Callitriche stagnalis</i>		(+)	+		
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>aquaticum</i>			+		
<i>Nymphaea alba</i>			+		
<i>Ranunculus peltatus</i>			+		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>			+		
<i>Lemna trisulca</i>			+		
<i>Hottonia palustris</i>			+		
<i>Nuphar lutea</i>			+	(+)	
<i>Elodea canadensis</i>			(+)	+	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>				+	
<i>Potamogeton crispus</i>				+	(+)
<i>Sparganium emersum</i>				+	(+)
<i>Lemna minor</i>		(+)	+	+	(+)
<i>Callitriche platycarpa</i>		(+)	+	+	(+)

(¹) + : bioindication forte - (+) : bioindication faible

FIGURE D2
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION SELON LES ESPECES
VEGETALES PRESENTES EN PLANS D'EAU ACIDES

	A	B	C	D	E
<i>Nuphar pumila</i>	9 ⁽¹⁾				
<i>Pilularia globulifera</i>	9				
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	9	1			
<i>Juncus bulbosus</i>	9	4			
<i>Apium inundatum</i>	4	4			
<i>Callitriche hamulata</i>	1	9			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		9			
<i>Menyanthes trifoliata</i>		9			
<i>Nymphaea alba</i> var. <i>minor</i>		9			
<i>Riccia fluitans</i>		4			
<i>Ranunculus hederaceus</i>		4			
<i>Limosella aquatica</i>		4			
<i>Littorella uniflora</i>		4			
<i>Veronica scutellata</i> fo. <i>submersa</i>		4			
<i>Nitella flexilis</i>		4			
<i>Nitella gracilis</i>		4			
<i>Baldellia ranunculoides</i>		4	1		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		4	1		
<i>Sparganium minimum</i>		4	1		
<i>Eleocharis acicularis</i>		4	1		
<i>Utricularia vulgaris</i>		1	4		
<i>Utricularia neglecta</i>		1	4		
<i>Callitriche stagnalis</i>		1	4		
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>aquaticum</i>			4		
<i>Nymphaea alba</i>			4		
<i>Ranunculus peltatus</i>			4		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>			4		
<i>Lemna trisulca</i>			4		
<i>Hottonia palustris</i>			4		
<i>Nuphar lutea</i>			4	1	
<i>Elodea canadensis</i>			1	4	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>				4	
<i>Potamogeton crispus</i>				4	1
<i>Sparganium emersum</i>				9	1
<i>Lemna minor</i>		1	1	1	1
<i>Callitriche platycarpa</i>		1	4	4	1

⁽¹⁾ 9 : fort - 4 : moyen - 1 : faible

FIGURE D3
GROUPES FLORISTICO-ÉCOLOGIQUES INDICATEURS DES CLASSES DE QUALITÉ EN PLANS D'EAU ACIDES

A
Nuphar pumila
Pilularia globulifera
Potamogeton polygonifolius
Juncus bulbosus
Apium inundatum

B
Callitriche hamulata
Myriophyllum alterniflorum
Menyanthes trifoliata
Nymphaea alba var. *minor*
Baldella ranunculoides
Riccia fluitans
Limnospira aquatica
Littorella uniflora
Veronica scutellata fo. *submersa*
Nitella flexilis
Nitella gracilis
Hydrocotyle vulgaris
Sparganium minimum
Eleocharis acicularis
Ranunculus hederaceus

C
Polygonatum amphibium fo.
aquaticum
Nymphaea alba
Ranunculus peltatus
Ranunculus trichophyllus
Callitriche stagnalis
Lemna trisulca
Hottonia palustris
Utricularia vulgaris
Utricularia neglecta
Nuphar lutea

D
Elodea canadensis
Spargium emersum
Sagittaria sagittifolia
Potamogeton crispus
Elodea ernstiae

La classe E correspond à la présence de quelques espèces de la classe D parvenant à subsister dans le milieu : *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*...

FIGURE D4
GROUPES PHYTOCENO-ECOLOGIQUES INDICATEURS DES CLASSES
DE QUALITE DES PLANS D'EAU ACIDES

A
Nupharretum pumilae
Hyperico-Potametum
polygonifolii
Groupement à *Juncus*
bulbosus (et *Callitriche*
hamulata)

B
Nitelletum gracilis
Nitelletum flexilis
Riccietum fluitantis
Sparganietum minimi
Nymphaeetum minoris
Callitriche-Myriophylletum
alterniflori
Samolo-Littorelletum
Eleocharitetum acicularis

C
Myriophyllo-Nupharretum
Callitrichetum stagnalis
Lemnetum trisulcae
Hottonietum palustris
Ranunculetum pelati
Utricularietum neglectae

D
Sparganio-Sagittarietum

La classe E correspond à la phytocoenose de la classe D, appauvrie ou dégradée

FIGURE D5
ESPECES CARACTERISTIQUES DES PHYTOCOENOCES INDICATRICES
DE CLASSE DE QUALITE DES PLANS D'EAU ACIDES

CLASSE A

Nupharetum pumilae : *Nuphar pumila*

Hyperico-Potametum polygonifolii : *Potamogeton polygonifolius*

Groupement à *Juncus bulbosus* (et *Callitriche hamulata*) : *Juncus bulbosus* fo. *submersa*

CLASSE B

Nitelletum gracilis : *Nitella gracilis*

Nitelletum flexilis : *Nitella flexilis*

Sparganietum minimi : *Sparganium minimum*

Nymphaeetum minoris : *Nymphaea alba* var. *minor*

Callitricho-Myriophylletum alterniflori : *Callitriche hamulata*

Myriophyllum alterniflorum

Samolo-Littorelletum : *Littorella lacustris*

Samolus valerandi

Eleocharitetum acicularis : *Eleocharis acicularis*

CLASSE C

Callitrichetum stagnalis : *Callitriche stagnalis*

Utricularietum neglectae : *Utricularia neglecta*

Myriophyllo-Nupharetum : *Polygonum amphibium* fo. *aquaticum*

Nymphaea alba

Nuphar lutea

Lemnetum trisulcae : *Lemna trisulca*

Hottonietum palustris : *Hottonia palustris*

Ranunculetum peltati : *Ranunculus peltatus*

CLASSE D

Sparganio-Sagittarietum : *Sparganium emersum* fo. *fluitans*

Sagittaria sagittifolia fo. *fluitans*

FIGURE D6
COEFFICIENTS DE BIOINDICATION DES PHYTOCOENOCES
PRESENTES EN PLANS D'EAU ACIDES

CLASSE A

Nupharetum pumilae : 9

Hyperico-Potametum polygonifolii : 9

Groupement à *Juncus bulbosus* (et *Callitriche hamulata*) : 9

CLASSE B

Sparganietum minimi : 9

Nymphaeetum minoris : 9

Callitricho-Myriophylletum alterniflori : 9

Nitelletum gracilis : 4

Nitelletum flexilis : 4

Riccietum fluitantis : 4

Samolo-Littorelletum : 4

Eleocharitetum acicularis : 1

CLASSE C

Myriophyllo-Nupharetum : 9

Lemnetum trisulcae : 9

Callitrichetum stagnalis : 9

Hottonietum palustris : 4

Ranunculetum peltati : 4

Utricularietum neglectae : 1

CLASSE D

Sparganio-Sagittarietum : 9

ANNEXE

Annexe n° 1 : Schéma syntaxonomique des végétations aquatiques du nord-ouest de la France (MÉRIAUX, 1984, 1998)

Annexe n° 1 : Schéma syntaxonomique des végétations aquatiques du nord-ouest de la France (MÉRIAUX, 1984, 1998)

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

Végétations aquatiques flottantes des eaux continentales stagnantes

Caractéristiques : *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Wolffia arrhiza*

Lemnetalia minoris (R. Tüxen 1955) em. Schwabe et R. Tüxen 1981

a) *Lemnion gibbae* R. Tüxen et Schwabe in R. Tüxen 1974 em. R. Tüxen et Schwabe 1981

Associations monostates des eaux eutrophes

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

b) *Riccio fluitantis-Lemnion trisulcae* R. Tüxen et Schwabe (in R. Tüxen 1974) 1981

Associations mono ou bistrates des eaux mésotrophes voire dystrophes

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

c) Populations à *Lemna minor*

2. *Charetea* (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964

Végétations infra-aquatiques pionnières, fixées, colonisatrices des milieux neufs

Caractéristique : *Chara globularis*

Nitelletalia flexilis W. Krause 1969

- Eaux de type acide à neutre, souvent riches en matières humiques, des milieux calcifuges

Caractéristique : *Nitella flexilis*

a) *Nitellion flexilis* (Corillion 1957) W. Krause 1969

Eaux relativement profondes

Caractéristiques : *Nitella gracilis*, *N. flexilis* (optimal)

- *Nitelletum flexilis* Corillion 1957
- *Nitelletum gracilis* Corillion 1957

b) *Nitellion syncarpo-tenuissae* W. Krause 1969

Eaux peu profondes, milieux pouvant être éxondés une grande partie de l'année

Caractéristiques : *Nitella tenuissima*, *Chara denudata*

- *Nitelletum syncarpo-tenuissimae* W. Krause 1969

Charetalia hispidae Sauer 1937

- Eaux de type basique des milieux calcicoles

Caractéristiques : *Chara hispida*, *Chara vulgaris*

Charion asperae W. Krause 1969

Eaux peu profondes à moyennement profondes (0,30 m à 2m)

Caractéristiques : *Chara aspera*, *Chara contraria*, *Nitellopsis obtusa*

- *Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957
- *Charetum vulgaris* Corillion 1957
- *Charetum fragilis* Corillion 1957
- *Nitellopsidetum obtusae* (Sauer 1937) Dambaska 1961
- Groupement à *Chara polyacantha*

3. *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942

Végétations aquatiques enracinées d'hydrophytes des eaux continentales

Potametalia W. Koch 1926

Caractéristiques : *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*,
Ranunculus circinatus, *Potamogeton crispus*

a) *Potamion eurosibericum* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957

Associations de Potamots des eaux peu profondes à profondes (0,30 m à 3m),
eutrophes, pouvant être exposées au vent et aux vagues

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
- Groupement à *Potamogeton friesii*
- Groupement à *Potamogeton crispus* fo. *lancifolius*

b) *Nymphaeion* Oberdorfer 1957

Associations de Nénuphars et d'hydrophytes à feuilles flottantes, eutrophes, protégées du vent et des vagues

Caractéristiques : *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Nymphaea alba* subsp. *occidentalis*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* (opt.), *Polygonum amphibium* fo. *aquaticum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*, *Utricularia vulgaris*, *Utricularia australis*, *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*, *Nymphoides peltata*

Différentielles : *Nitella gracilis*, *Nitella 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
- Groupement à *Utricularia vulgaris*
- Groupement à *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*
- Groupement à *Elodea canadensis*
- Groupement à *Elodea nuttallii*
- Groupement à *Ranunculus circinatus*
- Groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*

c) *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964

Associations des eaux peu profondes, stagnantes ou très faiblement courantes, des mares, fossés... dominées par les Renoncules du sous-genre *Batrachium* et les *Callitriches*

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*, *Glyceria plicata*, *Chara vulgaris*

- *Hottonietum palustris* R. Tüxen 1937
- *Ranunculetum aquatilis* Sauer (1945) 1947
- *Ranunculetum peltati* Segal 1967
- *Callitrichetum stagnalis* Segal 1967
- Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *typica*
- Groupement à *Callitriche hamulata* fo. *typica* et *Juncus bullosus* subsp. *kochii* fo. *typica*

d) *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959

Associations des eaux courantes, des rivières et ruisseaux, dominées par les Renoncules et les Callitriches

Caractéristiques : *Ranunculus penicillatus* var. *penicillatus*, *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*, *Elodea ernstae*, *Nasturtium officinale* fo. *submersa*, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* fo. *fluviatilis*, *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*, *Platyhypnidium riparioides*

Compagnes préférentielles : *Glyceria fluitans* fo. *natans*, *Phalaris arundinacea* fo. *submersa*, *Mentha aquatica* fo. *submersa*, *Myosotis palustris* fo. *submersa*

- *Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti* fo. *submersum* (Roll 1939) Th. Müller 1962
- *Ranunculo (penicillati)-Sietum erecti* fo. *submersum* Mériaux 1984
- *Ranunculo (calcarei)-Sietum erecti* fo. *submersum* Mériaux 1984
- *Potamo-Ranunculetum fluitantis* (W. Koch 1926) Oberdorfer 1957
- *Callitrichetum obtusangulae* (Seibert 1962) Mériaux 1984

- *Sparganio-Potametum pectinati* Hilbig (1971) 1975
- *Callitrichetum hamulatae* Oberdorfer 1957 em. 1970
- *Veronico (beccabungae)-Callitrichetum platycarpae* Mériaux 1978
- *Veronico (beccabungae)-Callitrichetum stagnalis* Oberdorfer 1957
- *Callitricho-Myriophylletum alterniflori* Steusloff 1939
- Groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*
- Groupement à *Potamogeton densus* fo. *angustifolius*
- Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*
- Groupement à *Nuphar lutea* fo. *submersa*
- Groupement à *Elodea ernstae*

4. *Ruppietea maritimae* J. Tüxen 1960

Végétations aquatiques enracinées, des eaux peu profondes subsaumâtres à saumâtres, capables de supporter une émergence estivale et de fortes variations de salinité

Ruppietalia maritimae J. Tüxen 1960

Ruppion maritimae Braun-Blanquet 1931 em. Den Hartog et Segal 1964

- *Ruppietum spiralis* Iversen 1941
- *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952
- *Ceratophylletum submersi* Den Hartog et Segal 1964

5. *Fontinaletea antipyreticae* Hubschmann 1957

Végétations aquatiques bryophytiques fixées, pionnières, des eaux courantes, des rivières, des ruisseaux et des eaux de sources

Fontinaletalia antipyreticae Hubschmann 1957

Fontinalion antipyreticae (W. Koch 1926) Hubschmann 1957

- *Fontinalidetum antipyreticae* (Kaiser 1926) Gans 1927
- Groupement à *Leptodictyum riparium*
- Groupement à *Brachytecium rivulare*

6. *Cladophoretea glomeratae* Mériaux 1984

Végétations aquatiques algales pionnières, fixées ou flottantes, des eaux courantes ou stagnantes

Cladophoretalia glomeratae Mériaux 1984

a) *Cladophorion glomeratae* Mériaux 1984

Associations des eaux courantes

- *Vaucherio-Cladophoretum glomeratae* Mériaux (1984) 1998
- Groupement à *Vaucheria dichotoma*
- Groupement à *Batrachospermum moniliforme*

b) *Spirogyrion* Mériaux 1984

Associations des eaux stagnantes

- Groupement à *Spirogyra* sp.

7. *Phragmitetea* Tüxen et Preising 1942

Végétations de roselières et de cariçaies des eaux continentales

Phragmitetalia W. Koch 1926

Espèces caractéristiques (classe et ordre) : *Phragmites australis*, *Lycopus europaeus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Alisma lanceolatum*, *Iris pseudacorus*, *Phalaris arundinacea*, *Equisetum fluviatile*

a) *Phragmition communis* W. Koch 1926

Grandes roselières des eaux stagnantes peu profondes à profondes (0,50m à 2,50m)

Espèces caractéristiques : *Typha latifolia*, *Typha 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
- Groupement à *Calamagrostis canescens* et *Phragmites australis*
- Groupement à *Rorippa amphibia* et *Rumex hydrolapathum*
- Groupement à *Sium latifolium*

b) *Eleocharito-Sagittarion* Passarge 1964

Petites roselières des eaux stagnantes peu profondes (0,10m à 0,50m)

Espèces caractéristiques : *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Hippuris vulgaris*, *Eleocharis palustris* (opt.)

- *Sparganio-Sagittarietum* R. Tüxen 1953
- *Butometum umbellati* (Konczak 1968) Philippi 1973
- Groupement à *Hippuris vulgaris* Passarge 1955
- Groupement à *Eleocharis palustris* Roem et Schultz Schennikow 1919
- Groupement à *Alisma plantago-aquatica*

c) *Bolboschoenion maritimae* Soo' 1947 (= *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941)

Grandes roselières des eaux subsaumâtres à saumâtres

Espèces caractéristiques : *Scirpus holoschoenus*, *Scirpus tabernaemontani*

Espèce différentielle : *Althaea officinalis*

- *Scirpetum maritimi* (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937
- *Scirpetum tabernaemontani* Passarge 1964

d) *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926

Grandes cariçaies des milieux inondables et des marges de milieux aquatiques à eaux stagnantes ou à eaux courantes

Espèces caractéristiques : *Scutellaria galericulata*, *Carex acutiformis*, *Carex disticha*, *Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Iris pseudacorus* (opt.)

Espèces différentielles : *Lysimachia vulgaris*, *Mentha aquatica*

* *Caricenion rostratae* Balatova-Tulackova 1963

Cariçaies des queues d'étangs et des rives de cours d'eau mésotrophes à eutrophes

Espèces caractéristiques : *Carex rostrata*, *Peucedanum palustre*, *Lysimachia thyrsiflora*, *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
- Groupement à *Juncus subnodulosus* Schrank Jeschke 1959

* *Caricenion gracilis* (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963

Cariçaises des grandes vallées inondables aux eaux oligo-mésotrophes à eutrophes

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
- Groupement à *Carex disticha* (Nowinski 1928) Jonas 1933
- Groupement à *Iris pseudacorus* Eggler 1933

e) *Phalaridion arundinaceae* Kopecky 1961

Roselières inondables des cours d'eau subissant de fortes variations de niveaux (1,50m)

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
- Groupement à *Mentha aquatica*

f) *Sparganio-Glycerion fluitantis* Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942

Petites roselières des marges des eaux courantes

Espèces caractéristiques : *Nasturtium officinale*, *N. microphyllum*, *Berula erecta*, *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
- Groupement à *Sium erectum* Philippi 1973

- Groupement à *Veronica beccabunga* Philippi 1973
- Groupement à *Epilobium parviflorum* (et *Scrophularia auriculata*) Wilzek 1935
- Groupement à *Myosotis scorpioides*, *Veronica anagallis-aquatica*
- Groupement à *Scrophularia umbrosa*

8. *Utricularietea intermedio-minoris* Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965

Végétations aquatiques flottants sous la surface des eaux oligo-mésotrophes à dystrophes des vasques de tourbières ou des trouées de grandes roselières

Utricularietalia intermedio-minoris Pietsch 1965

Utricularion intermedio-minoris (Pietsch 1965) Passarge 1978

- *Sparganietum minimi* Schaaf 1925
- *Utricularietum intermedio-minoris* (Pietsch 1965) Krausch 1968

9. *Littorelletea* Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Végétations gazonnantes, amphibies, vivaces, des bordures de milieux aquatiques stagnants oligo-mésotrophes ou dystrophes

Littorelletalia W. Koch 1926

a) *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
- Groupement à *Juncus bulbosus* subsp. *kochii*

b) *Eleocharition acicularis* Pietsch 1966 em. Dierssen 1975

- *Eleocharitetum acicularis* Baumann (1911) W. Koch 1926

10. *Isoeto-Nanojuncetea* Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Végétations pionnières thérophytiques des grèves d'étangs oligo-mésotrophes ou de lacs ou de milieux temporairement gorgés d'eau tels les chemins forestiers (dystrophes)

Nanocyperetalia fusci Klika 1935

Nanocyperion flavescens W. Koch 1926

Groupement à *Juncus bufonius*

**D - METHODOLOGIE POUR LA COLLECTE DES DONNEES
ACTUELLES SUR LE TERRAIN**

Après avoir défini les phytocoenoses de référence, il est nécessaire d'établir une **méthodologie d'acquisition de l'état actuel du milieu concerné.**

Trois étapes sont à considérer :

- **le découpage des cours d'eau et des plans d'eau en tronçons ou secteurs homogènes ;**
- **l'identification des sites ou stations** au sein des tronçons de cours d'eau ou des secteurs homogènes de plans d'eau où seront effectués les relevés floristiques ;
- **la réalisation des relevés floristiques** aboutissant à la **définition des phytocoenoses végétales présentes.**

I - DECOUPAGE

1. Cours d'eau

1.1. Découpage en tronçons

Afin d'assurer la continuité historique et l'homogénéisation des approches avec d'autres types de relevés (hydromorphologiques), **la méthodologie de découpage des cours d'eau** s'appuie sur **la méthode de découpage du SEQ physique version 0'** telle qu'actuellement **utilisée par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie**.

La méthode de découpage du SEQ physique est basée sur un découpage du cours d'eau en **tronçons homogènes**, sur la **base des composantes abiotiques** (figure n° 1 : exemple du découpage abiotique de l'Aa).

Le tronçon abiotique d'une rivière se définit comme **une partie du cours d'eau**, caractérisée par des **paramètres abiotiques homogènes**, à savoir **la nature du bassin versant et les composantes de la structuration longitudinale** du cours d'eau, auxquels s'ajoutent des **paramètres d'évaluation des perturbations anthropiques**. Il convient de noter les **paramètres morphométriques** tels que **la pente, la largeur entre les berges et l'ordre de drainage du tronçon** ainsi que le **type de faciès d'écoulement**. Les éléments essentiels de **repérage** du cours sont également notés. Il s'agit de **la distance à la source, PKH** (point kilomètre hydrographique) **amont et aval** et de la localisation des affluents.

1.2. Identification des sites

Après **découpage des cours d'eau en tronçons**, des sites sont identifiés en prenant en compte sur le terrain :

- **les différents faciès d'écoulement ;**
- **les différents habitats ;**
- **les conditions photiques.**

Ces **sites** sont encore appelés « **séquences** » ou « **stations** ». La « séquence » est une partie représentative du tronçon abiotique considéré, correspondant à un type de séquence de **faciès d'écoulement** (seuil naturel, radier, plat courant, plat lent, mouille...) et à des **conditions d'ombrage** définies. Le **faciès d'écoulement** est défini par la **profondeur moyenne**, la **vitesse moyenne** du courant et le **type de substrat**.

Dans ces **séquences** ou **stations** sont effectués **les relevés de végétation** correspondants à un ou plusieurs **habitats**.

FIGURE N° 1
DECOUPAGE ABIOTIQUE DE L'AA (Bassin Artois-Picardie)

Distance source-Ait NGF- Principaux affluents	Composantes naturelles				Activités anthropiques		
	Bassin versant		Evolution longitudinale		Segments homogènes	Perturbation affectant la qualité de l'eau	
	Région naturelle	Géologie	Pente (%)	Largeur			
0-129 Source...	Aurèole de Crétacé supérieur	Craie	0,04		1	Cours d'eau semi-permanent	
3,7-110			0,02		2		
6,9-102			Marnes + craie	0,03			3
10-93				0,03			4
11,2-90				0,03			5
14,7-80				0,03			6
17,5-75		Craie argileuse	0,02		7		
19,7-70 Affluent ? →			Marnes + craie	0,02			8
24,2-62		Marnes	0,04		9		
26,2-52			0,01		10		
27,9-50			0,02		11		← Pisciculture
31,1-45 Ruisseau de Wisnes →			0,08		12		
31,8-40			0,02		13		
32,9-38 Blâquin →			0,02		14		← Papeterie
34,8-35 Ruisseau d'Acquin →	Plaine de Flandre intérieure	Marnes + craie	0,02		15		
39,4-25			Craie	0,02		16	← Papeterie
41,6-20				0,01		17	← STEP Gondardenne
42,7-19		0,03			18	← Cartonnerie	
43,8-15		Argiles + craie	0,04		19	← Papeterie	
45,1-10		Sables et grès	0,01		20	→ Séparation de l'AA en basse et haute Meldyck	
49,1-5		Argiles de Louvil	0,004		21	Cours d'eau souterrain dans Saint-Omer	
51,9-4 Canal de Neufossé →		Argiles de Louvil et d'Orchies	0,006		22		Cours d'eau canalisé
53,6-3 Rivière Grand Leeck →	Plaine maritime flamande		0,003		23		
57,1-2 Houille →			Argiles + limons argileux et sableux	0,004		24	
60-1		Limons argileux et sableux	0,001		25	→ Bifurcation Aa - Canal Haute-Colne	
64,3-0,75		Sables + argiles	0,0001		26		
71,3-0,5			0,0005		27	→ Bifurcation Aa canalisée - Canal de Calais	

Longueur du dernier tronçon : 4,8 km

2. Plans d'eau

La **méthodologie de découpage des plans d'eau** s'appuie sur une **démarche analogue** des cours d'eau.

Aux tronçons des cours d'eau correspondent des **secteurs**.

Un plan d'eau peut ainsi comporter **un** ou **plusieurs secteurs**.

Dans chaque **secteur**, l'existence **d'un gradient** provoqué par **l'augmentation de l'humidité du sol** dans la partie exondée puis par **l'augmentation de l'épaisseur de la nappe aquatique** pour la partie inondée, entraîne une **distribution horizontale des espèces et des groupements** selon une **disposition zonée** qui, lorsqu'elle est **régulièrement développée**, constitue des **ceintures de végétation**. D'une façon générale, on peut reconnaître dans un étang une **végétation terrestre hygrophile** située sur la zone supra-littorale, une **végétation aquatique** liée à la permanence de l'eau de surface et qui occupe la zone infra-littorale, une **végétation amphibie** localisée sur la zone littorale soumise au balancement des eaux, au contact de la végétation terrestre et de la végétation aquatique dans lesquelles elle pénètre souvent.

L'existence de ce **gradient**, depuis la zone supra-littorale jusqu'à la zone infra-littorale, impose un **échantillonnage de la végétation** suivant des **lignes perpendiculaires aux ceintures** de végétation. Ces lignes constituent des **transects** correspondant aux séquences des tronçons de cours d'eau.

Les transects sont identifiés en prenant en compte sur le terrain :

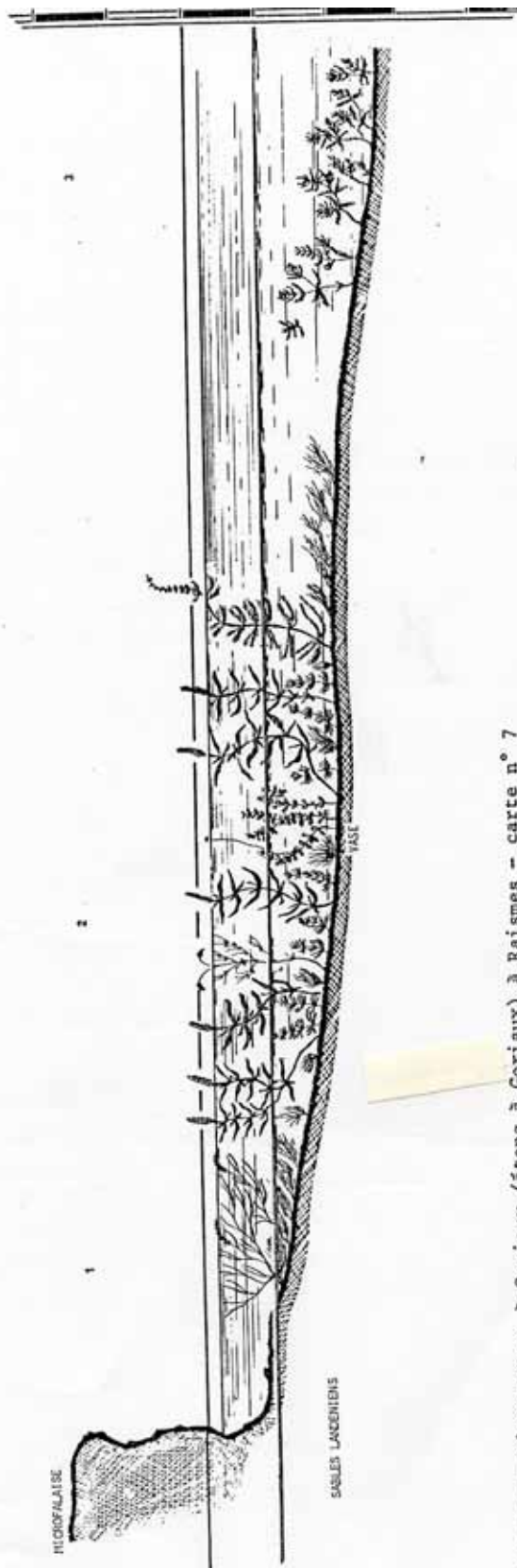
- **les différents aspects physiques ;**
- **les différents habitats ;**
- **les conditions photiques.**

Dans chaque **secteur** sont ainsi réalisés **un** ou **plusieurs transects** (figure n° 2 : exemple de transect réalisé à la Mare à Goriaux).

Au niveau de ces **transects** sont effectués les **relevés de végétation** correspondants à un ou plusieurs **habitats**.

FIGURE N° 2 : TRANSECT DE LA MARE A GORIAUX (ETANG A GORIAUX) A
RAISMES

-Extrait de « 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) » par J.-L. MERIAUX, 1978



Transect n° 3 - Mare à Goriaux (étang à Goriaux) à Raismes - carte n° 7

- 1 - *Potamogeton puzillo-gramineus*
- 2 - *Potamogeton lucentis*
- 3 - *Najadetum maritima*

II - RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES : DESCRIPTION DES ASSOCIATIONS

1. Cours d'eau

L'étude de la **végétation aquatique** se situe dans un **cadre abiotique défini**.

Au sein de chaque tronçon homogène, **la séquence de faciès d'écoulement** représentative est décrite, dans différentes **conditions d'ombrage** (si c'est le cas). Les **deux ou trois faciès consécutifs** les plus **représentatifs du tronçon** sont décrits, les faciès secondaires ne sont pas retenus. Le **relevé végétal principal** est réalisé au niveau du faciès d'écoulement. Toutefois, d'**autres relevés** sont à effectuer dans les **autres faciès**.

Les relevés sont réalisés sur une **période allant de mi-juin à fin-septembre** (selon les conditions météorologiques). Deux ou trois relevés au minimum sont à réaliser sur cette période.

L'équipement nécessaire à la réalisation des relevés est constitué de bottes, cuissardes, râteau, sacs d'échantillonnage.

La **méthode phytosociologique** utilisée pour la description des associations végétales est celle de BRAUN-BLANQUET avec l'utilisation des **coefficients d'abondance-dominance**.

La forme biologique de chaque espèce peut aussi être déterminée selon la classification élaborée par RAUNKIER (1905) en y joignant pour les hydrophytes les modifications apportées par FROMENT (1953).

La **flore de référence** utilisée est celle de **Belgique, du Grand Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines** et le **guide de détermination des plantes aquatiques** du bassin Artois-Picardie incluant les **différentes hydromorphoses** (Agence de l'Eau Artois-Picardie et AMBE, 2002).

2. Plans d'eau

Les **relevés phytosociologiques** sur les plans d'eau sont effectués selon une **démarche identique** à celle réalisée pour les cours d'eau le **long des différents transects retenus**.

III - PRESENTATION DES RESULTATS

Les **résultats** abiotiques et floristiques seront présentés sous forme de **fiche standard spécifique** aux **cours d'eau** et aux **plans d'eau**.

FICHE COURS D'EAU

Conditions d'observation :

Date :

Heure :

Météo :

T[°]_{air} :

T[°]_{eau} :

Repérage du tronçon :

Nom du cours d'eau :

Rang de Strahler :

N° du tronçon :

Pk amont :

Pk aval :

Station :

Caractéristiques physiques du tronçon :

Tracé du lit :

Aménagement :

Largeur :

Profondeur :

Etat de surface :

Type de faciès (radier, rapide, ...) :

Eclairement :

Granulométrie :

Vitesse du courant :

Turbidité :

Obstacles transversaux :

Activités anthropiques à proximité :

Caractéristiques physiques des berges :

Hauteur :

Pente :

Erosion :

Matériaux constitutifs :

Ripisylve :

Végétation aquatique :

Relevé sur m², recouvrement de %, profondeur du substrat

Espèces	Coefficient d'abondance-dominance
<hr/>	

Association :

Végétations en contact :

FICHE PLAN D'EAU

Conditions d'observation :

Date :

Heure :

Météo :

T[°]_{air} :

T[°]_{eau} :

Repérage du transect :

Nom du plan d'eau :

N° du secteur :

N° du transect :

Caractéristiques physiques du transect :

Surface :

Longueur :

Profondeur :

Eclairement :

Granulométrie :

Turbidité :

Aménagement :

Activités anthropiques à proximité :

Caractéristiques physiques des berges :

Hauteur :

Pente :

Erosion :

Matériaux constitutifs :

Aménagement :

Ripisylve :

Végétation aquatique :

Relevé sur m², recouvrement de %, profondeur en m : , substrat

Espèces	Coefficient d'abondance-dominance
---------	-----------------------------------

Association :

Végétations en contact :

IV - UTILISATION DES RESULTATS

Les **relevés floristiques** permettent la définition de **groupements**.

Les **groupements définis** sont rapportés aux **associations du synsystème des végétations aquatiques de MERIAUX** (2002), tout en tenant compte du synsystème élaboré par OBERDORFER (1977 et 1979).

Les **associations** distinguées sont confrontées à la **zonation phytocoenologique des cours d'eau** et aux **groupes phytocoenologiques des plans d'eau**.

Elles permettent donc de définir **un niveau de qualité actuel**, rattachable à l'une ou l'autre classe par **l'utilisation des coefficients de bioindication phytocoenologique voire floristique**, par **tronçon** pour les **cours d'eau** et par **secteurs** pour les **plans d'eau**.

**E - METHODOLOGIE DE LA MISE EN PLACE DE L'ETAT
DE REFERENCE D'UN COURS D'EAU OU D'UN PLAN D'EAU
ET CALCUL DE L'ECART A LA REFERENCE**

I - MISE EN PLACE DE L'ETAT DE REFERENCE D'UN COURS D'EAU OU D'UN PLAN D'EAU

1. Les cours d'eau

La prise en compte de la **zonation phytocoeno-écologique type des cours d'eau** et des **caractéristiques abiotiques du cours d'eau considéré** (substrat géologique, pente, largeur, milieux traversés, eutrophisation naturelle liée à l'évolution de la végétation, canalisation) permettent d'établir **sa zonation phytocoeno-écologique de référence** suivant les études réalisées par MERIAUX (1982 et 1984) prenant en compte les travaux de KOHLER (1975) et de son école, WIEGLEB (1976 et 1977), POTT (1981), DECORNET (1979) et les travaux floristiques anciens, en particulier ceux de GODON (1909).

Ainsi, pour les cours d'eau du territoire concerné :

- le tronçon, **zone de sources et apex**, plus ou moins long, est caractérisé par les phytocoenoses de la **classe A** ;
- les tronçons avec **lit mineur élargi**, **pente forte** et **contexte environnement rural** avec un **habitat diffus** et des **zones urbaines peu développées** correspondent aux phytocoenoses de la **classe B** ;
- les tronçons avec **lit mineur important**, **pente faible** et **ralentissement concomittent du courant**, un **habitat** souvent **plus groupé**, montrent des phytocoenoses de la **classe C** ;
- les tronçons avec **courant lent**, **urbanisation plus importante**, **rejets divers** entraînant une **dégradation de l'état des eaux** présentent des phytocoenoses de la **classe D**.

La **classe E** est **absente en référence**.

2. Les plans d'eau

L'état de référence des plans d'eau du bassin Artois-Picardie peut être établi à partir des études anciennes des différents auteurs régionaux : HECART (1836), BOULAY (1878-1879-1880), GODON (1909), FROMENT (1946 à 1953), GEHU (1958-1959), WATTEZ (1962, 1968), MERIAUX (1974, 1977).

Les **phytocoenoses** ont été **reconstituées** à partir de la **flore des travaux les plus anciens**. Ces diverses phytocoenoses identifiées ont été mises en correspondance avec des classes de qualité comme déjà avancées par MERIAUX (1982 et 1984).

Un **plan d'eau** peut ainsi comporter **un** ou **plusieurs secteurs de référence**.

II - CALCUL DE L'ECART A LA REFERENCE

L'écart à la référence est réalisé à **plusieurs échelles**, à partir des **données actuelles** recueillies sur le **terrain** et des **valeurs de référence** établies pour les **différents tronçons** (cas des rivières) **ou secteurs** (cas des plans d'eau) :

- échelle du relevé ;
- échelle de la station (pour les rivières) ou du transect (pour les plans d'eau) ;
- échelle du tronçon (rivière) ou du secteur (plan d'eau) ;
- échelle de la rivière ou du plan d'eau.

Les valeurs de **l'état écologique de référence** ont été **établies** préalablement (1^{ère} partie, chapitre E, § I) à l'échelle de **chaque tronçon** (rivière) et de **chaque secteur** (plan d'eau) ; elles sont codées A, B, C, D et E.

Les valeurs de **l'état écologique actuel** sont établies à partir des **relevés phytosociologiques** (espèces et coefficients d'abondance-dominance) et des **coefficients de bioindication de chaque espèce** pour la phytocoenose de la **rivière** ou du **plan d'eau** concernée.

Le calcul aboutit, pour chaque relevé, à une valeur A, B, C, D ou E.

Etat écologique actuel ou de référence	
A	
B	
C	
D	
E	

Pour les explications des calculs suivants, il est rappelé que :

- **un cours d'eau** est divisé en **tronçons** (ex. : I, II, III, IV.A...) caractérisés chacun par **une ou plusieurs stations** (ex. : I.1, I.2, IV.A.1...). Une station est décrite à l'aide d'un ou plusieurs relevés phytosociologiques (ex : I.1.a, I.1.b, V.2. rapide, V.2. calme...);
- **un plan d'eau** est divisé en **secteurs** (ex. : I, II, III...) caractérisés chacun au moyen **d'un ou plusieurs transects** (ex. : II.1, II.2...). Un transect est caractérisé à l'aide d'un ou plusieurs relevés phytosociologiques (ex. : I.1, I.2, V.1.a, V.1.b...).

1. Calcul des valeurs de l'état écologique actuel

1.1. Calcul de la valeur de l'état écologique actuel pour un relevé

Les **calculs** sont réalisés, au départ, à **l'échelle du relevé**, suivant la méthode ci-après (cf. tableau n° 1, exemple de calcul, établi sur le relevé V.2 de la rivière Hem).

TABLEAU N° 1
EXEMPLE DE CALCULS SUR UN RELEVÉ

RELEVÉ V.2- rapide	Ab-Dom initiale	Ab-Dom codée	coefficients de référence					valeurs Vi(Z) = xi*coeff(i)				
			α_i	β_i	χ_i	δ_i	ε_i	Vi(A)	Vi(B)	Vi(C)	Vi(D)	Vi(E)
Espèces de référence (44 espèces)												
<i>Philonotis</i> sp.			1					0	0	0	0	0
<i>Cratoneuron</i> sp.			9					0	0	0	0	0
<i>Chara hispida</i>			9					0	0	0	0	0
<i>Potamogeton coloratus</i> fo. <i>submersum</i>			9					0	0	0	0	0
<i>Juncus subnodulosus</i> fo. <i>fluitans</i>			9	4				0	0	0	0	0
<i>Batrachospermum</i> sp.			1	4				0	0	0	0	0
<i>Chara vulgaris</i>			1	4				0	0	0	0	0
<i>Chara globularis</i>			1	4				0	0	0	0	0
<i>Brachythecium rivulare</i>			1	4				0	0	0	0	0
<i>Groenlandia densa</i>				4	1			0	0	0	0	0
<i>Siium erectum</i> fo. <i>submersum</i>				9	1			0	0	0	0	0
<i>Nasturtium officinale</i> fo. <i>submersa</i>				4	1			0	0	0	0	0
<i>Ranunculus penicillatus</i> var. <i>calcareus</i>	1	1		9	1			0	9	1	0	0
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	"+"	1		4	1			0	4	1	0	0
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>	"+"	1		4	1			0	4	1	0	0
<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i>				4	1			0	0	0	0	0
<i>Mentha aquatica</i> fo. <i>submersa</i>				1	1			0	0	0	0	0
<i>Veronica beccabunga</i> fo. <i>submersa</i>				1	4			0	0	0	0	0
<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i>				1	4			0	0	0	0	0
<i>Scirpus lacustris</i> fo. <i>fluitans</i>				1	4			0	0	0	0	0
<i>Myosotis scorpioides</i> fo. <i>submersa</i>				1	4			0	0	0	0	0
<i>Potamogeton perfoliatus</i>				1	4			0	0	0	0	0
<i>Callitriche obtusangula</i>	"+"	1		1	9	4		0	1	9	4	0
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>				1	4	1		0	0	0	0	0
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	3	3		1	9	4		0	3	27	12	0
<i>Fontinalis antipyretica</i>	2	2		4	9	1		0	8	18	2	0
<i>Elodea nuttallii</i>				1	4	1		0	0	0	0	0
<i>Cladophora glomerata</i>	"+"	1		1	4	1		0	1	4	1	0
<i>Vaucheria</i> sp.	"+"	1		1	4	1		0	1	4	1	0
<i>Myriophyllum spicatum</i>	1	1			4	1		0	0	4	1	0
<i>Ranunculus fluitans</i>					9	1		0	0	0	0	0
<i>Amblystegium riparium</i>	"+"	1			1	1		0	0	1	1	0
<i>Elodea canadensis</i>					1	1		0	0	0	0	0
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>					1	1		0	0	0	0	0
<i>Elodea ernstiae</i>					1	1		0	0	0	0	0
<i>Potamogeton crispus</i>					1	1		0	0	0	0	0
<i>Ceratophyllum demersum</i>					1	9		0	0	0	0	0
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>submersa</i>					1	9		0	0	0	0	0
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>					1	9		0	0	0	0	0
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>					1	9	4	0	0	0	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>fluitans</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	0
<i>Phalaris arundinacea</i> fo. <i>submersa</i>					1	1		0	0	0	0	0
<i>Lemna minor</i>					1	1		0	0	0	0	0
<i>Callitriche platycarpa</i>	2	2	1	4	4	4	1	2	8	8	8	2
Richesse en espèces de référence	12											
Autres espèces présentes												
<i>Glyceria fluitans</i>												
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>												
<i>Platyhypnidium riparoides</i>												
<i>Rhynchosytem fluviale</i>	"+"	1										
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	"+"	1										
<i>Melosira varians</i>	"+"	1										
<i>Apium nodiflorum</i>												
<i>Phalaris arundinacea</i>												
<i>Fissidens crassipes</i>												
<i>Eurhynchium crossinervium</i>												
Richesse totale (nb d'espèces du relevé)	15											

	$\Sigma(Vi(A))$	$\Sigma(Vi(B))$	$\Sigma(Vi(C))$	$\Sigma(Vi(D))$	$\Sigma(Vi(E))$
Valeurs Vi calculées	3	40	79	31	2
Etat écologique actuel	C				
Etat de référence	B				
Ecart à la référence	1				

Seules sont prises en compte dans le relevé, **les espèces** rencontrées figurant dans **les phytocoenoses de référence**.

Dans **l'exemple**, **12 espèces** sont retenues sur les 15 rencontrées dans le relevé.

Le **coefficient d'abondance-dominance** (cf. colonne Ab-Dom initiale) établi pour chaque espèce suivant l'échelle de Braun-Blanquet (+, 1, 2, 3, 4, 5) **est transformé en une valeur quantitative X_i** (cf. Ab-Dom codée) prenant les valeurs 1, 2, 3, 4 ou 5. La valeur codée 1 correspond à la fois aux valeurs + et 1 des coefficients de BRAUN-BLANQUET.

Chaque espèce de la phytocoenose de référence possède également des **coefficients de bioindication** notés α_i , β_i , χ_i , δ_i , et ϵ_i , correspondant aux coefficients présentés précédemment (1^{ère} partie, chapitre C, § II) utilisant l'échelle de Lucas (valeurs égales à 1, 4 ou 9).

Pour chaque espèce i présente dans le relevé, on **calcule les 5 valeurs** $V_i(A) = X_i \times \alpha_i$, $V_i(B) = X_i \times \beta_i$, etc.

Pour chaque colonne (états écologiques A, B, C, D ou E), on effectue ensuite **la somme des V_i correspondantes**. On obtient ainsi, **pour le relevé** à un jeu de **5 valeurs V_i** calculées, égales respectivement à $\Sigma(V_i(A))$, $\Sigma(V_i(B))$...

La valeur écologique du relevé correspondra à la valeur (A, B, C, D ou E) pour laquelle **la valeur-somme calculée V_i est la plus élevée**.

Dans l'exemple, c'est la valeur $\Sigma(V_i(C))$ qui est la plus **élevée** (égale à 79). C'est donc **l'état écologique « C »** qui est retenu pour la phytocoenose du relevé (tableau n° 1).

1.2. Valeur écologique actuelle d'une station (ou d'un transect)

Une station (ou un **transect**) comporte un ou **plusieurs relevés**. Sa **valeur écologique** correspond à la **valeur écologique la plus élevée** parmi les valeurs écologiques calculées pour les différents relevés réalisés à l'intérieur de la station (ou du transect).

Par exemple, dans la station VI.I de la rivière Hem, 3 relevés (VI. radier, VI.I. lent, VI.I. rapide) ont été effectués, donnant respectivement les valeurs « B », « C » et « B ». La valeur retenue pour la station est donc « B ».

1.3. Valeur écologique d'un tronçon (ou d'un secteur)

Un **tronçon** (ou un **secteur**) est caractérisé par **une** ou **plusieurs stations** (**un** ou **plusieurs transects**). La **valeur écologique du tronçon** (ou du **secteur**) correspond à la **valeur écologique la plus élevée** parmi celles des stations (ou transects) correspondantes.

Par exemple, le tronçon VI de la rivière Hem a fait l'objet de relevés dans 2 stations (VI.1 et VI.2) qui ont obtenu respectivement les valeurs écologiques actuelles « B » et « C ». La valeur écologique retenue pour le tronçon est donc « B ».

2. Calcul des valeurs de l'écart à la référence, du relevé au tronçon (ou secteur)

Pour une entité donnée (relevé, station ou transect, tronçon ou secteur), **l'écart à la référence** est établi en faisant la **différence** entre la **valeur de l'état écologique actuel** et celle de **l'état écologique de référence**.

L'écart entre une **valeur écologique actuelle** (codée en 5 lettres : de A à E) et une **valeur de référence** (codée également en 5 lettres, de A à E) revient à faire la **différence entre un nombre allant de 1 à 5 et un autre nombre allant de 1 à 5**. Les **écarts possibles** sont donc au nombre de **4** : 0, 1, 2, 3 ou 4.

Dans tous les cas, les **valeurs écologiques de référence** utilisées sont **celles** qui sont **données pour le tronçon (ou le secteur)**.

Ainsi, **la valeur E de l'écart à la référence** est calculée comme suit :

- pour un relevé situé dans un tronçon (ou un secteur) donné :

$E = [\text{valeur écologique actuelle du relevé}] - [\text{valeur écologique de référence du tronçon (ou du secteur) correspondant}]$

Exemple (cf. tableau de résultats au chapitre C, § II de la 3^{ème} partie -guide technique des cours d'eau-) : relevé VI.1.lent de la rivière Hem :

. la valeur écologique actuelle du relevé est « C » ;

. la valeur de référence du tronçon correspondant (à savoir tronçon VI) est « B » ;

. pour ce relevé VI.1. lent, $E = \text{« C »} - \text{« B »} = 1$;

- pour une station donnée (ou un transect) située dans un tronçon (ou un secteur) :

$E = [\text{valeur écologique actuelle de la station (ou du transect)}] - [\text{valeur écologique de référence du tronçon (ou du secteur) correspondant}]$

Exemple (cf. tableau de résultats au chapitre C, § II de la 3^{ème} partie -guide technique des cours d'eau-) : station VI.1 de la rivière Hem :

. la valeur écologique actuelle est « B » ;

. la valeur de référence du tronçon correspondant (tronçon VI) est « B » ;

. pour cette station, $E = \text{« B »} - \text{« B »} = 0$;

- pour un tronçon (ou un secteur) donné :

$E = [\text{valeur écologique actuelle du tronçon (ou du secteur)}] - [\text{valeur écologique de référence de ce même tronçon (ou secteur)}]$

Exemple (cf. tableau de résultats au chapitre C, § II de la 3^{ème} partie -guide technique des cours d'eau-) : tronçon I de la rivière Hem :

- . la valeur écologique actuelle est « B » ;
- . la valeur de référence est « A » ;
- . pour ce tronçon, $E = \text{« B »} - \text{« A »} = 1$.

3. Calcul des valeurs de l'écart à la référence pour la rivière ou le plan d'eau

Le **calcul de l'écart à la référence** pour **l'ensemble d'une rivière** ou pour **l'ensemble d'un plan d'eau** peut être envisagé de **plusieurs manières**.

* **L'écart à la référence pour une rivière** (ou pour un plan d'eau) peut être considéré comme **égal à la valeur maximale des écarts dans l'ensemble des tronçons** (ou des secteurs). Ce mode de calcul de l'écart à la référence est particulièrement sensible à une dégradation de la rivière (ou du plan d'eau) ne portant éventuellement que sur un seul tronçon (ou un seul secteur).

Cet écart a été indiqué « **écart non pondéré ou maxi** ») dans les tableaux de synthèse du chapitre F, § I.






* **La rivière** (ou le plan d'eau) étant constituée de **différents tronçons** (ou secteurs) de tailles différentes, on peut considérer que **l'écart à la référence** doit être calculé en réalisant **la moyenne pondérée** (par les longueurs de tronçons ou les superficies relatives) **des différents tronçons** (ou secteurs) **constitutifs**. Ce mode de calcul conduit à un **écart pondéré** dont les valeurs sont non entières (exemple : tableau de résultat pour la rivière Hem : écart pondéré = 0,766).

4. Classes d'écart à la référence pour une rivière ou un plan d'eau

Les **valeurs calculées** pour les **écarts à la référence** sont comprises **entre 0 et 4**. Or, dans le cadre de **la DCE**, les écarts à la référence donnent lieu à une **échelle comportant 5 valeurs** : depuis **écart faible** (très bon état) à **écart très élevé** (mauvais état). Pour se conformer à cette gamme de **5 classes d'écarts**, il faut donc que chacune des classes d'écarts ait une **largeur de $4/5 = 0,8$** .

Ainsi, les **écarts faibles** (inférieurs à 0,8) aboutissent (tableau ci-après) à une qualification de « **très bon** », ceux compris entre **0,8 et 1,6** à « **bon** », etc.

ECARTS À LA RÉFÉRENCE D'UNE RIVIÈRE (OU D'UN PLAN D'EAU)

Etat écologique: écart à la référence		
Très bon		écart \leq 0,8
Bon		écart \leq 1,6
Moyen		écart \leq 2,4
Médiocre		écart \leq 3,2
Mauvais		écart \leq 4,0

L'ensemble des calculs présentés dans ce II a été mis en œuvre pour la rivière « Hem » et pour le plan d'eau « Mare à Goriaux » : voir chapitre C, § II de la 3^{ème} partie -guide technique des plans d'eau-.

F - METHODE DE REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE

I - ZONATION PHYTOCOENO-ECOLOGIQUE

Pour ce qui est de la zonation phytocoeno-écologique des cours d'eau ou des plans d'eau, deux possibilités sont offertes :

- **chaque zone** est représentée par une couleur :
 - . A : bleu ;
 - . B : vert ;
 - . C : jaune ;
 - . D : rouge ;
 - . E : violet ;
- **chaque zone** est représentée par une figure, par exemple des pointillés dont la densité croît avec la zone :
 - . A : 10 %
 - . B : 30 %
 - . C : 50 %
 - . D : 70 %
 - . E : 100 %

On pourrait, d'autre part, **préciser l'évolution** en cours vers l'une ou l'autre classe, encadrant celle retenue, par une **figure supplémentaire**.

On pourrait aussi **faire apparaître sur la référence** une **figure** appropriée correspondant à **l'état actuel**.

II - ECART A LA REFERENCE

Pour ce qui est de **l'écart à la référence** sont retenues les **couleurs conventionnelles** de l'état biologique (Directive Cadre sur l'Eau, 12.11.2004, Direction de l'Eau MEDD) :

- Très bon état : bleu ;
- Bon état : vert ;
- Etat moyen : jaune ;
- Etat médiocre : orange ;
- Mauvais état : rouge.