



Ecologie et quantification des hydrophytes d'une zone expérimentale du marais de Bourgneuf-Machecoul (44)

Nathalie Gaston

► To cite this version:

Nathalie Gaston. Ecologie et quantification des hydrophytes d'une zone expérimentale du marais de Bourgneuf-Machecoul (44). Sciences de l'environnement. 1995. hal-03797305

HAL Id: hal-03797305

<https://hal.inrae.fr/hal-03797305>

Submitted on 4 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

95/0374

Document de référence



UNIVERSITE BORDEAUX I

DESS "GEOSCIENCES APPLIQUEES AUX EQUIPEMENTS
EN MILIEUX URBAINS, RURAUX, LITTORAUX ET CÔTIERS"

**ECOLOGIE ET QUANTIFICATION
DES HYDROPHYTES
D'UNE ZONE EXPERIMENTALE
DU MARAIS DE BOURGNEUF-MACHECOUL (44)**

NATHALIE GASTON

Maître de stage : M. Alain DUTARTRE

Division Qualité des Eaux - CEMAGREF Bordeaux

Avril - Septembre 1995

**ECOLOGIE ET QUANTIFICATION
DES HYDROPHYTES
D'UNE ZONE EXPERIMENTALE
DU MARAIS DE BOURGNEUF-MACHECOUL (44)**

NATHALIE GASTON

Maître de stage : M. Alain DUTARTRE

Division Qualité des Eaux - CEMAGREF Bordeaux

Avril - Septembre 1995

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier M. CLEMENT et M. FRAPPA pour m'avoir accueillie dans le DESS "Géosciences appliquées aux équipements en milieux urbains, ruraux, littoraux et côtiers".

Je remercie sincèrement M. ROUSSEAU, Directeur du groupement de Bordeaux, ainsi que M. Henri BEUFFE, Chef de la Division Qualité des Eaux, pour m'avoir reçue au sein du CEMAGREF et m'avoir fait profiter de toute la logistique.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à M. Alain DUTARTRE, mon Maître de stage, pour la confiance qu'il a bien voulu m'accorder lors de cette étude et pour m'avoir fait profiter de son expérience.

Un merci tout particulier à Christian RIGAUD et Thierry MOISSONNIER pour leur aide indispensable lors de la phase terrain.

Un grand merci également à Jacques MASSE et Patrick LAMBERT pour leur disponibilité et leur précieuse aide.

Enfin, merci à Stéphane, Muriel, Séverine, Cathy, Valérie, Sophie, Thierry, Paul, Serge, Damien, Manu, Valérie, pour leur soutien et à toute l'équipe du CEMAGREF de Bordeaux pour son accueil.



RESUME

Située dans le cadre du projet européen NORSPA pour la restauration du réseau hydraulique secondaire du Nord marais Breton, notre but est d'étudier au sein d'un site expérimental le développement des végétaux aquatiques de ce milieu.

Cela nous a conduit à choisir certaines zones à l'intérieur de ce site. Nous avons donc pu à partir de là, déterminer les différentes espèces végétales colonisatrices de ce milieu, obtenir des observations sur leur écologie durant la période d'étude, et enfin, mettre au point une méthode de quantification des végétaux immergés.

Ces derniers peuvent en effet jouer des rôles sur le fonctionnement du milieu, en particulier comme habitat de la vie piscicole mais aussi comme une cause importante de l'envasement du réseau.

L'approche typologique ainsi réalisée devrait également constituer une base pour l'analyse habitats / poissons.

SUMMARY

As part of NORSPA European project regarding the restoration of secondary hydraulic network in the Northern Breton swamp, the aim is to study within an experimental site the development of the vegetal.

So, we were led to choose several zones in the experimental site. We determined various vegetal species colonizing the swamp and the ecology during the observation period. Then, a method of quantification of fixed vegetals has been set.

It must be pointed out that these vegetals are the main cause of the network silting up and they are of first importance for fishes' life as well.

The typological approach carried out may be a basis for the biotope fishes analysis.

SOMMAIRE

□ SOMMAIRE DES ANNEXES	4
□ INTRODUCTION	5
□ PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	6
1 - LES ZONES HUMIDES	7
1.1 - DEFINITIONS	7
1.2 - LE CADRE LEGISLATIF	8
1.3 - LES DIFFÉRENTES ACTIONS FINANCÉES PAR LE PROGRAMME DE PRESERVATION DES ZONES HUMIDES D'INTERET COMMUNAUTAIRE EN FRANCE	9
1.4 - ARGUMENTS POUR LA SAUVEGARDE DES ZONES HUMIDES	9
2 - LE MARAIS BRETON-VENDEEN	10
2.1 - PRESENTATION	10
2.2 - HISTORIQUE DE L'ACTION ANTHROPIQUE SUR LE MARAIS NORD	10
2.3 - LE MARAIS DE BOUIN - BOURGNEUF - MACHECOUL	12
2.4 - LE CLIMAT	14
2.5 - LA GEOLOGIE	14
2.6 - LA PEDOLOGIE	15
3 - LES PROJETS DE RESTAURATION DU MARAIS	16
3.1 - PRESENTATION DU PROGRAMME	16
3.2 - LE MAÎTRE D'OUVRAGE	18
3.3 - SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE) DU MARAIS BRETON ET DU BASSIN VERSANT DE LA BAIE DE BOURGNEUF	19
3.4 - RESTAURATION ET VALORISATION DU RESEAU HYDRAULIQUE	19
3.4.1 - Localisation de la zone	19
3.4.2 - Le maître d'oeuvre	20
4 - LE RESEAU HYDRAULIQUE - DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT	20
4.1 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT	20
4.2 - GESTION HYDRAULIQUE DU MARAIS	21
4.3 - ETUDE DU RESEAU DE LA ZONE NORSPA	22
4.3.1 - Paramètres morphométriques quantitatifs	22
4.3.2 - Paramètres morphométriques qualitatifs	23
4.4 - LA QUALITE DES EAUX DU MARAIS	24
5 - LA FLORE DES MILIEUX AQUATIQUES	25
5.1 - QU'EST CE QU'UNE MACROPHYTE ?	25
5.2 - GENERALITES SUR LES MACROPHYTES	25
5.3 - MULTIPLICATION DES VEGETAUX AQUATIQUES	26
5.3.1 - La reproduction sexuée ou zygotique	26

5.3.2 - La multiplication asexuée	27
5.4 - LA DISSEMINATION	27
5.5 - LES HYDROPHYTES	28
5.5.1 - Caractéristiques	28
5.5.2 - Classification des hydrophytes	28
5.6 - LES HELOPHYTES	29
6 - RÔLES DE LA VEGETATION	30
6.1 - ROLE BIOLOGIQUE	30
6.2 - ROLE PHYSICO-CHIMIQUE	30
6.3 - ROLE HYDRAULIQUE ET MECANIQUE	31
□ PARTIE II : ETUDE DES MACROPHYTES DU MARAIS	32
1 - PROBLEMATIQUE	33
2 - PREMIERES OBSERVATIONS DE LA VEGETATION (1994)	33
2.1 - METHODOLOGIE	33
2.1.1 - Définition des stations	33
2.1.2 - Les hydrophytes flottantes	34
2.1.3 - Les hydrophytes fixées	34
2.1.4 - Les hélophytes fixées	34
2.2 - LES RESULTATS (MOISSONNIER, 1994)	34
2.2.1 - La strate des hydrophytes flottantes	34
2.2.2 - La strate des hydrophytes fixées	34
2.2.3 - La strate des hélophytes	34
2.3 - CONCLUSION PARTIELLE	35
3 - LES MACROPHYTES DU MARAIS : RECAPITULATIF ET DONNEES BIOLOGIQUES	36
3.1 - FAMILLE DES LEMNACEES	38
3.2 - FAMILLE DES LENTIBULARIACEES	38
3.3 - FAMILLE DES RENONCULACEES	38
3.4 - FAMILLE DES POTAMOGETONACEES	39
3.5 - FAMILLE DES CALLITRICHACEES	40
3.6 - FAMILLE DES JONCACEES	40
4 - CHOIX DES STATIONS POUR L'ETUDE DE LA VEGETATION (1995)	41
4.1 - ETUDE PRELIMINAIRE	41
4.2 - LES SIG DANS LE PROGRAMME NORSPA	41
4.3 - CHOIX DES STATIONS EN FONCTION DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU	43
4.4 - CHOIX DES STATIONS EN FONCTION DES ENVASEMENTS	45
5 - MISE EN PLACE DE LA METHODOLOGIE	45
5.1 - TRAVAIL SUR LE TERRAIN	45
5.1.1 - Approche générale de la végétation	45
5.1.1.1 - Le recouvrement	46
5.1.1.2 - L'indice de dispersion	47
5.1.2 - Etude des hydrophytes fixées	48
5.1.2.1 - Choix de la longueur de la station	48
5.1.2.2 - La technique des points-contact	50
5.1.2.3 - Evaluation du volume de macrophytes prélevés sur les points-contact ..	54

5.2 - TRAVAIL DE LABORATOIRE	56
5.2.1 - Préparation des végétaux	56
5.2.2 - Les pesées.....	56
5.2.2.1 - Le poids frais total	56
5.2.2.2 - Le poids sec	59
5.2.3 - Limite des méthodes	59
□ PARTIE III : RESULTATS	62
1 - ETUDE DES HYDROPHYTES FIXEES	63
1.1 - PARAMETRES DE CALCUL	63
1.1.1 - La richesse spécifique	63
1.1.2 - La représentativité	64
1.1.3 - L'abondance.....	65
1.1.4 - Conclusion partielle sur les paramètres de l'étude	67
1.2 - INDICES DE SHANNON-WIENER ET EQUITABILITE.....	68
1.3 - LES METHODES QUANTITATIVES	69
1.3.1 - Corrélation volume / poids frais total.....	69
1.3.1.1 - Méthodologie	69
1.3.1.2 - Interprétation	70
1.3.1.3 - Confirmation de l'hypothèse	71
1.3.1.4 - Conclusion partielle sur la corrélation volume / poids frais total	71
1.3.2 - Autres paramètres de quantification de biomasses	72
1.3.2.1 - Corrélation volume / poids sec estimé.....	72
1.3.2.2 - Corrélation poids frais total / poids sec estimé.....	74
1.3.2.3 - Conclusion partielle sur l'estimation du poids sec.....	75
1.3.3 - Etude du nombre de transects	75
1.3.3.1 - Préparation des données	76
1.3.3.2 - Choix du test statistique : le test T de Wilcoxon.....	76
1.3.3.3 - Interprétation des données.....	77
1.3.3.4 - Conclusion partielle sur le nombre de transects à réaliser.....	79
2 - ETUDE DES HYDROPHYTES FLOTTANTES.....	81
2.1 - ETUDE DU GROUPEMENT VEGETAL.....	81
2.2 - ETUDE QUALITATIVE	82
□ PARTIE IV : PERSPECTIVES ET CONCLUSION.....	84
□ BIBLIOGRAPHIE.....	88
□ ANNEXES.....	91

SOMMAIRE DES ANNEXES

❑ ANNEXE 1 : REGLEMENTATION DES MILIEUX NATURELS	93
• Conservation des oiseaux sauvages (79/409/CEE et 85/411/CEE)	
• Protection des habitats naturels (92/43/CEE)	
• Qualité des eaux piscicoles (78/659/CEE)	
• Loi paysage (08-01-1993)	
• Loi littoral (03-01-1986)	
• Loi montagne (09-01-1985)	
• Loi sur l'eau (03-01-1992)	
❑ ANNEXE 2 : FLORE DU MARAIS	117
• Présentation	
• Les algues	
• Les hydrophytes flottantes	
• Les hydrophytes fixées	
• Les hélophytes	
• Glossaire	
❑ ANNEXE 3 : LES OUTILS INFORMATIQUES	169
• Les Systèmes d'Information Géographique (SIG)	
• PARADOX - Version 5.0	
❑ ANNEXE 4 : FICHES DE TERRAIN	177
❑ ANNEXE 5 : APPAREILS UTILISES - LES COMPACTEURS	181
❑ ANNEXE 6 : INDICE DE SHANNON-WIENER ET EQUITABILITE	185
❑ ANNEXE 7 : TEST DE WILCOXON	199

INTRODUCTION

Le marais Breton-Vendéen situé sur la façade atlantique est touché de plein fouet par la déprise agricole, qui par voie de conséquence, entraîne l'abandon progressif de ce milieu.

Phénomène plutôt dramatique à l'heure où l'on s'aperçoit des rôles importants joués par cet écosystème particulier, souvent considéré comme "milieu naturel", mais résultant d'une longue action anthropique.

Sa localisation fait de lui un milieu privilégié entre mer et continent, qui permet la régulation physico-chimique des eaux, abrite et héberge une avifaune extrêmement riche, et par son système de canaux, présente une zone favorable à la reproduction de nombreuses espèces piscicoles.

Depuis quelques années, les directives européennes en matière d'habitat de l'avifaune ont subventionné des programmes permettant la remise en état de ces zones délaissées.

Notre étude se situe dans le cadre du projet européen NORSPA, visant à la protection de l'environnement des zones côtières de l'océan Atlantique et de la mer du Nord.

La zone atelier sur laquelle travaillent trois divisions du groupement de Bordeaux du CEMAGREF couvre une superficie de 380 hectares situés dans le marais dulçaquicole, où l'objectif poursuivi est la restauration du réseau hydraulique secondaire et sa valorisation piscicole.

Pour cela, l'étude de la connexité du réseau et une description de l'état initial du site ont été réalisées.

Dans ce rapport, nous allons nous attacher à décrire la végétation aquatique très développée dans le système hydraulique, et à mettre en place une méthodologie capable de quantifier la biomasse produite par ces macrophytes du milieu qui jouent un rôle important dans la localisation des espèces animales, mais qui entravent également le cours normal des eaux et favorisent l'envasement du réseau.



PARTIE

I

== o O o ==

- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE -

1 - LES ZONES HUMIDES

1.1 - DEFINITIONS

Ces espaces longtemps bannis par les hommes (article 134 du Code Rural : eaux nuisibles, étangs insalubres, assèchement des marais) ont été asséchés et modelés au cours des siècles afin de pouvoir être utilisés dans un but économique (Edit Royal de dessèchement des Marais du 15 novembre 1599 - Henri IV - et Edit sur les avantages donnés sur les entrepreneurs du dessèchement de 1607 - Louis XIII).

Cependant elles bénéficient depuis une vingtaine d'années d'un intérêt accru, d'où la nécessité de les définir afin de pouvoir les identifier et les répertorier.

Depuis le 02 février 1971, date de la Convention Internationale RAMSAR, les définitions se succèdent afin d'essayer de leur donner une image précise.

LEFEUVRE (1985) dans l'introduction des " Actes du colloque sur les zones humides du littoral Aquitain " en fait une rétrospective :

- ♦ JOUANIN (1972) : " les zones humides sont des milieux où la terre et l'eau sont en contact étroit, d'où exaltation des échanges entre écosystèmes différents; la lumière pénètre dans toute leur épaisseur, d'où le développement de la photosynthèse et par voie de conséquence, des constituants de la flore et de la faune ".
- ♦ L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 1973) : " Terres inondées ou saturées d'eau naturellement ou artificiellement, de façon permanente ou temporaire; l'eau pouvant être stagnante ou courante, douce, saumâtre, ou salée...Lorsqu'il s'agit d'eau marine ou côtière, on doit inclure les zones caractérisées par une profondeur de 6 mètres à marée basse ".
- ♦ UNESCO, 1975, Groupe de travail du programme Man and Biosphère : " d'une manière générale, on peut définir les terres humides comme des milieux où le plan d'eau se situe au niveau de la surface du sol ou à proximité de celle-ci et où l'on trouve une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins permanent. Par près de la surface, on entend au dessus et au dessous de celle-ci ".
- ♦ Office of Technology Assesment (OTA, 1984) : " zones habituellement caractérisées par des plantes émergentes poussant dans des sols qui sont périodiquement ou normalement saturés en eau ".

Ces définitions mettent en évidence l'inféodation (ou la tolérance) de la végétation à l'hydromorphie (présence plus ou moins durable d'eau qui sature le sol et crée des conditions asphyxiques).

1.2 - LE CADRE LEGISLATIF

En 1971, la convention Ramsar élaborée au niveau mondial a pour but d'obliger les signataires à répertorier sur leur territoire les zones humides présentant un intérêt international. De plus, elle engage ces pays à une gestion rationnelle de ces espaces sensibles.

La France n'a pour sa part ratifié cette convention qu'en 1986, et a dès lors recensé une vingtaine de sites couvrant 1,5 million d'hectares soit 2,5 % du territoire national et regroupant divers écosystèmes :

- ♦ prés salés 10 000 ha
 - ♦ marais endigués de l'Atlantique 30 000 ha
 - ♦ étangs et marais méditerranéens 60 000 ha
 - ♦ vallées alluviales inondables 700 000 ha
 - ♦ marais littoraux doux 300 000 ha
 - ♦ zones d'étangs 150 000 ha
 - ♦ roselières, ripisylves, tourbières, landes humides 300 000 ha
- (hors vasières, milieux marins, cours d'eau et grands lacs) - (DIANA, 1992).

La Communauté Européenne également s'engage dans un effort de conservation et de gestion des zones humides d'intérêt international par la mise en place de directives soumettant les états membres à leur porter une attention particulière.

Elles concernent les habitats des oiseaux d'eau et sont élargit à la protection des habitats naturels et aux espèces de faune et de flore sauvages (cf ANNEXE 1).

- ♦ Conservation des Oiseaux Sauvages (79/409/CEE et 85/411/CEE)
- ♦ Protection des habitats naturels (92/43/CEE)
- ♦ Qualité des eaux piscicoles (78/659/CEE)

Pour permettre le maintien et rétablir ces biotopes particuliers, des règlements financiers communautaires ont été alloués au titre des directives Oiseaux et Habitats.

Ces règlements sont estimés à une valeur de 160 millions de francs correspondant pour 50% à une participation européenne à laquelle s'ajoute des financements du Ministère de l'Environnement et ceux des partenaires locaux.

Ces financements ont permis d'initier un programme de préservation des zones humides d'intérêt communautaire en France.

La SNPN a signé en 1991 un contrat avec la Commission Européenne et le Ministère de l'environnement permettant de mener plusieurs opérations de préservation, et est chargée de la coordination administrative, financière et technique du projet.

Cette décision européenne a conduit à l'élaboration d'un programme basé sur 13 sites regroupant des zones humides de différentes natures.

En France, la prise de conscience quant à la qualité du cadre de vie concrétisée par la loi paysage (janvier 1993), la loi littoral (03 janvier 1986) ou encore la loi montagne (09 janvier 1985) ainsi que les différentes zones de protection (parcs, réserves...), a conduit dans la loi sur l'eau du 03 janvier 1992 (article 2) à donner aux zones humides une identité juridique en droit interne : "on entend par zones humides des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salés ou saumâtres, de façon permanente ou temporaire; la végétation quand elle existe y est dominée par des plantes hydrophiles pendant au moins une partie de l'année" (cf ANNEXE 1).

Toutefois, leur subsistance apparaît comme le fait d'une volonté locale soucieuse de préserver son patrimoine.

Malheureusement, la volonté seule est insuffisante.

En effet, les problèmes actuels sont liés, entre autres, à l'exploitation difficile des terres, aux tensions sociales et politiques liées aux conflits d'usage de ces milieux, à une gestion imparfaitement concertée.

La perte des activités complémentaires anciennes comme la pêche à la grenouille, la pêche des anguilles, et la vente de peaux de ragondins contribuent également à la diminution progressive des revenus liés au marais et donc à la déprise.

La situation actuelle est préoccupante et les deux issues alors envisagées jusqu'alors pour ces milieux sont radicales : l'abandon du marais ou le développement de l'agriculture intensive.

Toutefois il faudra sur cette zone prendre en compte l'apparition de nouveaux usagers - les chasseurs - qui peuvent jouer un rôle important dans sa gestion.

1.3 - LES DIFFERENTES ACTIONS FINANCEES PAR LE PROGRAMME DE PRESERVATION DES ZONES HUMIDES D'INTERET COMMUNAUTAIRE EN FRANCE

Le programme européen NORSPA, engagé grâce au financement communautaire se fixe plusieurs objectifs afin de définir le cadre du travail à entreprendre, travail complexe et long qui doit tenir compte des conflits d'intérêt d'ordre socio-économique et politique.

Il va comprendre :

- ♦ des inventaires scientifiques, l'élaboration de plans de gestions
- ♦ des acquisitions foncières afin de garantir à long terme la protection des sites
- ♦ l'amélioration de la qualité écologique des sites pour favoriser la nidification de l'avifaune
- ♦ la restauration des structures hydrauliques pour une meilleure gestion des eaux
- ♦ la gestion et l'entretien concertés avec les propriétaires locaux et les exploitants
- ♦ la sensibilisation du public et l'information sur la protection à apporter à ces zones.

1.4 - ARGUMENTS POUR LA SAUVEGARDE DES ZONES HUMIDES

Les zones humides, bien que difficiles à entretenir et à gérer, sont des écosystèmes particulier, et recèlent de nombreuses richesses intrinsèques.

Elles jouent un rôle important à différents niveaux (MANAUD, MONBET, 1980) :

- ♦ hydraulique : rétention des inondations et des crues, contribution à la recharge des réserves aquifères
- ♦ épuration des eaux par la métabolisation des matières organiques et des nutriments
- ♦ agricole : forte production de biomasse
- ♦ milieux biologiques privilégiés (biodiversité) : alimentation, reproduction et hibernation de nombreux animaux (oiseaux et poissons) et grande richesse végétale
- ♦ esthétique et culturel : forte entité
- ♦ scientifique : grand intérêt ornithologique

Par exemple, en ce qui concerne le marais de Bourgneuf, un inventaire de l'avifaune déjà réalisé a constitué un critère déterminant pour l'attribution d'une participation financière de la Commission Européenne (LAURENCE, 1994).

Les oiseaux du marais sont classés en trois groupes : les nicheurs, les hivernants et les migrateurs.

- ♦ nicheurs : Blonglios nain, Sarcelle d'été, Canard souchet, Milan noir, Busard des roseaux, Busard cendré, Echasse blanche, Avocette élégante, Gravelot collier interrompu, Vanneau huppé, Bécassine des marais, Barge à queue noire, Chevalier gambette, Sterne caugek, Sterne pierregarin, Sterne naine, Hibou des marais, Gorgebleue.
- ♦ hivernants : Aigrette garzette, Spatule blanche, Bernache cravant, Tadorne de Belon, Sarcelle d'hiver, Huîtrier pie, Avocette élégante, Pluvier argenté, Bécasseau variable.
- ♦ migrateurs : Barge rousse, Courlis corlieu.

Le Marais Breton fait partie des zones humides dont les intérêts ont semblé suffisants pour qu'il puisse rentrer dans le cadre des projets européens.

C'est pourquoi le programme NORSPA a été mis en oeuvre : il comporte différentes approches et a pour objectif d'élaborer des méthodes de valorisation de ce site, permettant d'assurer des revenus convenables aux exploitants locaux, tout en préservant les richesses naturelles de ce site.

2 - LE MARAIS BRETON-VENDEEN

2.1 - PRESENTATION

Le marais Breton-Vendéen se situe sur la façade atlantique au sud de l'estuaire de la Loire. Il s'étend sur deux départements : la Vendée et la Loire Atlantique et couvre une superficie de 36 000 hectares.

Ce bassin se subdivise en deux sous-bassins, un au nord et l'autre au sud appelés respectivement :

- ♦ le Marais de Bouin- Bourgneuf-Machecoul (16 000 hectares)
- ♦ le Marais de Mont-Challans (20 000 hectares)

Ces deux marais sont d'origine identique mais ont subi des évolutions différentes.

En effet, tandis que le marais nord résulte d'un colmatage anthropique par rapport aux eaux de la Baie de Bourgneuf par endiguements et petits cordons sableux, le marais sud lui est isolé des eaux par un cordon littoral naturel boisé et correspond à l'état le plus évolué du colmatage.

2.2 - HISTORIQUE DE L'ACTION ANTHROPIQUE SUR LE MARAIS NORD

Le marais tel qu'il nous apparaît aujourd'hui, est le fait de l'incessante action de l'homme sur une zone qu'il a voulu à tout prix s'approprier. L'historique qui va suivre en est un bref récapitulatif :

Dates	Repères historiques	répercussions sur le marais
-2000ans	Invasion romaine	Création de voies de communication Aménagement du port de Bourgneuf
VI-VII ^{ème} siècle	Epoque Mérovingienne	Les marais sont transformés en champs de bataille
IX-XI ^{ème} siècle	Epoque Carolingienne	Premiers travaux d'aménagement des marais par des moines
	Invasion Normande	Bouin est rasé en 813
XI ^{ème} siècle	Moyen- Age	Les moines de l'abbaye de Chaume (Machecoul), exécutent des travaux de fermeture de la baie de Bourgneuf et sont à l'origine des premiers polders.
XII ^{ème} siècle		Construction des salines et prospérité de l'agriculture par le développement de la culture sur bossis (talus formés par la terre enlevée pour créer les salines)
XIV ^{ème} siècle	Guerre de cent ans	Pillage des abbayes, rançonnement des paysans, retour à l'état sauvage des marais
XV-XVI ^{ème} siècle	Guerre de religion	Morcellement des terres du clergé au profit des protestants, cultures impossibles pendant cette période troublée
XVII ^{ème} siècle	Henri IV	Reconquête des marais de l'ouest par volonté royale. Edits du 08 avril 1599, charte des grands assèchements débouchant sur le "miracle" hollandais grâce à l'ingénieur H. Bradley
XVIII ^{ème} siècle	Guerres de Vendée	Démantèlement des associations pour l'entretien du marais
XIX ^{ème} siècle	Napoléon	Loi du 16 septembre 1807 qui fixe les conditions d'endiguement et d'assèchement qui permettront l'aménagement de portions de marais sacrifiées au XVII ^{ème} siècle. Réunion de propriétaires pour l'exécution de travaux d'intérêts généraux : - loi du 10 juin 1854 sur le drainage - loi du 28 mai 1858 et 28 juillet 1860 sur les travaux contre l'inondation et pour l'assainissement - loi du 21 juin 1865 sur les associations syndicales fixant les textes de base aux fonctionnements des groupements de

XX ^{ème} siècle		propriétaires
	Guerre de 1914-1918	Abandon de l'entretien des marais par manque de main d'oeuvre
	Guerre de 1939-1945	Abandon de l'effort de restauration du marais par interdiction des allemands
V ^{ème} république	Grands aménagements régionaux	Assainissement, irrigation, lutte contre la sécheresse, mise en valeur du marais

(Merle,1994)

2.3 - LE MARAIS DE BOUIN - BOURGNEUF - MACHECOUL

Nous allons faire une étude détaillée sur le marais nord et plus particulièrement sur la zone appartenant au département de la Loire Atlantique, au nord de la rivière nommée le Falleron.

Une partie de la zone gérée en eau douce depuis 1957 est la zone atelier du programme NORSPA (Figure n°1).

Dans ce secteur, seule l'ancienne Ilc de Bouin est gérée en eau salée.

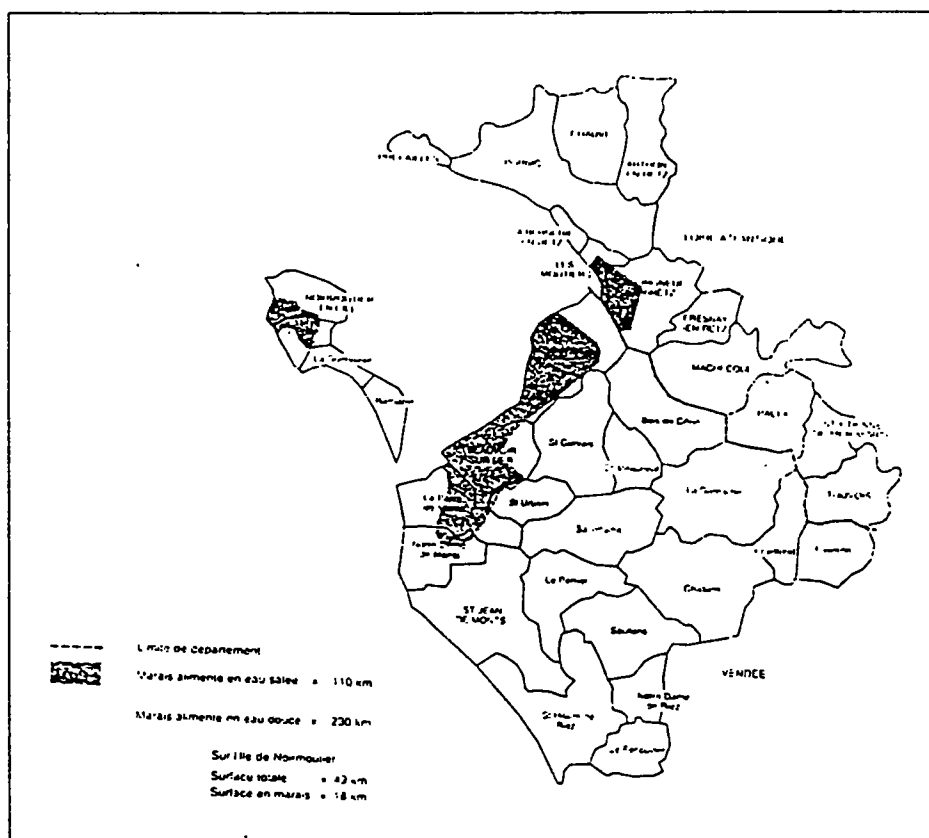


Figure n°1 : Localisation de la zone gérée en eau douce au Nord du Falleron
(Association pour l'Etude du Schéma de Mise en Valeur de la Baie de Bourgneuf, 1995)

Dans la zone considérée, l'alimentation principale en eau provient du Falleron qui coule au niveau de Machecoul (Figure n°2).

Un peu en aval de cette agglomération, le Falleron se divise en deux : le bras droit du cours d'eau devient alors la Gravelle qui draine de nombreux fossés secondaires.

A ce niveau, le Falleron change de nom pour devenir l'Etier de la Taillée Gouille qui à son tour se scinde en deux pour donner l'Etier du Milieu.

Le long de son parcours la Gravelle reçoit deux affluents : l'Etier de Salle et l'Etier de Loyau.

A Port la Roche, les trois étiers issus du Falleron se rejoignent et la rivière reprend son nom. Ce noeud hydraulique est géré par trois vannes.

Le Falleron continue ensuite son cheminement pour rejoindre l'ancien bras de mer du Dain et est rejoint encore par deux affluents : l'Etier de l'Ouche et l'Etier du Fresne avant d'atteindre l'océan au port du Collet.

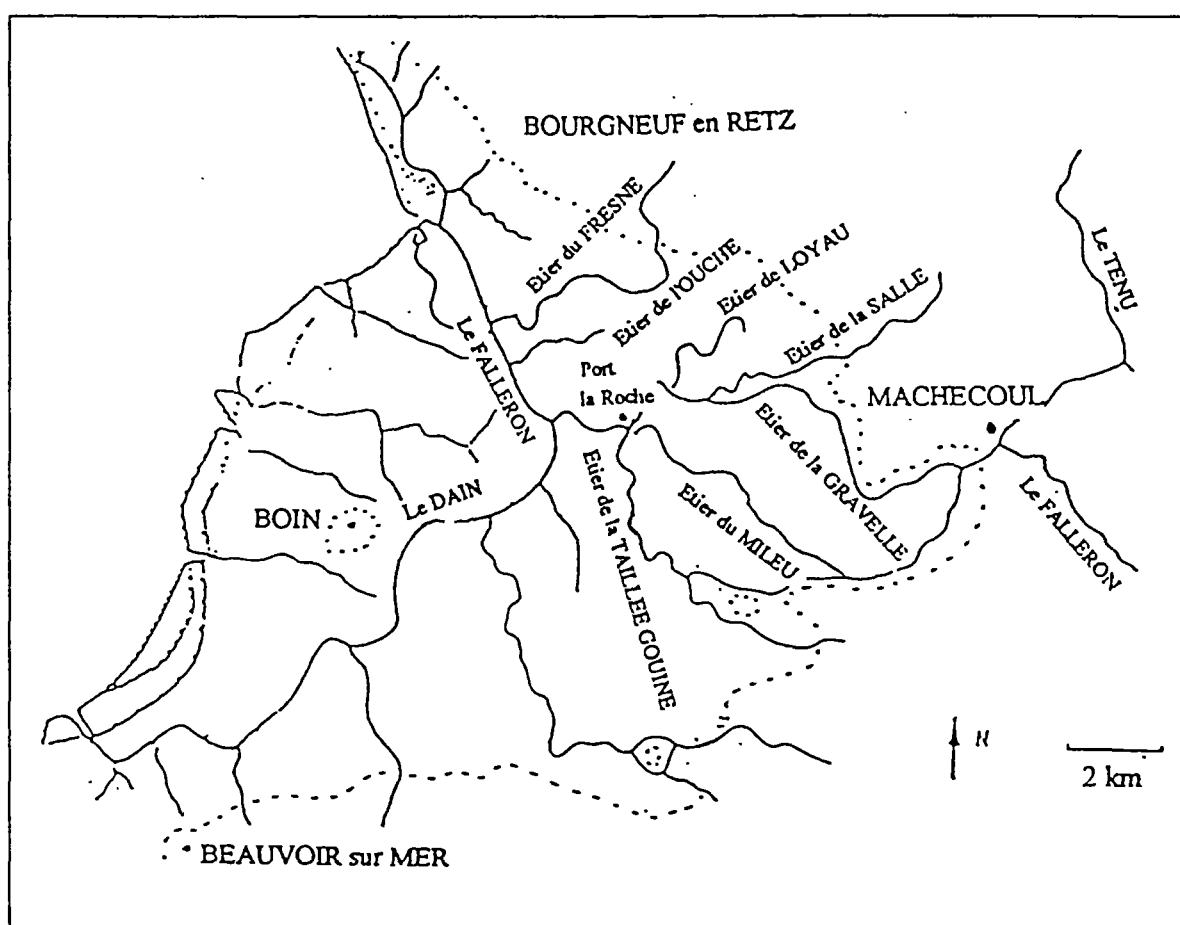


Figure n°2 : Réseau hydraulique du Nord marais Breton (fond de carte in BAUDET, GRUET et MAILLARD, 1987)

Si l'on considère la surface en eau, on constate que le marais nord Falleron se compose de bassins sur 326 hectares (dont 40% gérés en eau douce) et de fossés formant 600 km (soit 1874 hectares)- (RIGAUD et FEUNTEUN, 1992).

Au niveau paysage, d'est en ouest le marais est constitué de trois zones successives :

- ♦ 95 hectares de polders datant du siècle dernier. Ils sont fortement aménagés avec un réseau dense de fossés en peigne.
Ces parcelles agricoles sont comprises entre 1,7 et 2,5 mètres NGF d'altitude.

- ♦ 1240 hectares de zone ex-salicole (marais à bosse) comportant des bassins et un réseau important de fossés. Cette zone est située entre 2 et 5 mètres NGF.
- ♦ 1365 hectares de zone agricole (marais bas) marquée par l'absence de bassins et l'importance du réseau de fossés drainants. L'altitude est comprise entre 2 et 3 mètres NGF (MOUNES, 1974 et FEUNTEUN, 1992).

2.4 - LE CLIMAT

Par sa situation géographique, le marais Breton bénéficie d'un climat océanique caractérisé par sa douceur et son humidité.

Les relevés de Météo- France Loire Atlantique sont issus de la station de Machecoul sur la période 1986-1993.

La température moyenne annuelle est de 12,4 °C, les pluies sont très abondantes, la hauteur moyenne des précipitations est de 777 mm/an répartie sur 159 jours (données Météo France - station de Nantes-Bouguenais).

2.5 - LA GEOLOGIE

- ♦ *Cycle Hercynien* : apparition du massif Armoricaïn
- ♦ *Mésozoïque* (245 millions d'années) : l'actuel baie-marais se situe sur un compartiment effondré issu d'un réseau de failles anciennes
- ♦ *Mésozoïque - Cénozoïque* : transgressions marines
- ♦ *Eocène* : dépôts de calcaires gréseux et de sables calcaires
- ♦ *Fin Eocène* (34 millions d'années) : la mer se retire
- ♦ *Pliocène* (5 millions d'années) : transgression marine et dépôts de marnes et de sables. A la fin de cette période, nouvelle régression
- ♦ *Flandrien* (10 000 ans) : dernière transgression et mise en place du bri (sédiment argileux). Le Flandrien est une période marquée par de nombreux événements de transgression et régression qui sont précisés ci-dessous :

DATE	PERIODE	EVENEMENTS
10 000 à 8 000 BP	Boréal	Achèvement de la première transgression flandrienne. Remontée rapide du niveau marin (12,5 cm/an). Niveau moyen -12 mètres NGF. Submersion à pleine mer de tout le plateau continental.
8 000 à 7 000 BP	Atlantique (début)	Ralentissement de la transgression permettant la formation des tourbes de la Fromentine. Niveau moyen -15 mètres NGF.
5 500 à 5 000 BP	Atlantique (fin) [Néolithique]	Reprise de la transgression. La mer atteint une bonne partie du marais. Le niveau moyen est de -4 à -5 mètres NGF.
5 000 à 2 500 BP	Sub-boréal	Niveau marin stationnaire à -5 mètres NGF.
2 500 BP	Sub-atlantique	La mer recouvre le marais à marée haute. Le niveau moyen est de -2,5 mètres NGF.
III ^{ème} siècle après JC		La mer a atteint son niveau actuel (0 mètre NGF).

Tableau n°1 : Chronologie des événements du Flandrien - (MERLE, 1994)

2.6 - LA PEDOLOGIE

L'essentiel du marais est constitué par le bri, argile à scrobiculaires d'origine marine, dont la couleur varie en fonction de l'âge des dépôts et des vitesses de sédimentation.

La couche inférieure varie du bleu au vert car elle s'est déposée rapidement en milieu calme et profond.

Les bactéries anaérobies sulfo-réductrices ont transformé les sulfates de l'eau de mer en sulfure responsable de la couleur bleuâtre.

La couche supérieure (inférieure à 1 mètre) s'est mise en place lentement, et soumise à l'action de l'oxygène et des ferrobactéries a donné des hydroxydes de fer. Elle est de couleur grise à jaunâtre.

Ce bri qui s'étend sur 5 à 7 mètres de profondeur est constitué de 50 % d'illite et de 30 % de kaolinite.

En été, sa dessiccation est grande alors que l'hiver il a un aspect vaseux.

L'horizon superficiel est constitué d'un humus très évolué.

En ce qui concerne la salinité (exprimée par la mesure du sodium soluble et sa sodicité par celle du sodium adsorbé ou échangeable), on s'aperçoit qu'au niveau du marais, elle augmente du littoral vers le coteau et de la surface vers la profondeur.

Il apparaît donc que les sols les plus salés se trouvent dans la partie gérée en eau douce. Ceci est dû au fait que les terres récentes (mis à part les polders) sont plus élevées et mieux drainées que les terres basses du fond du marais.

Cela pourrait être lié à la présence d'une nappe d'eau salée circulant sous le marais, selon le cabinet d'étude SAUVETERRE (1981).

3 - LES PROJETS DE RESTAURATION DU MARAIS

3.1 - PRESENTATION DU PROGRAMME

Le programme NORSPA est un programme européen visant à la protection de l'environnement des zones côtières de l'océan Atlantique et de la Mer du Nord.

Il vient en complément d'une étude globale sur la qualité des eaux en Baie de Bourgneuf et son bassin versant.

Ce programme, qui s'étend sur une période allant de 1993 à 1997, comporte plusieurs actions pilotes concernant :

- ♦ l'optimisation du dimensionnement des lagunes de décontamination bactérienne en secteur à forte variation de population
- ♦ l'amélioration de la connaissance concernant les processus de pollution agricole (pollution bactérienne et pollution par les pesticides) et la définition d'une méthode de lutte contre ces pollutions
- ♦ la restauration du réseau hydraulique secondaire du marais et de sa valeur piscicole
- ♦ les pollutions d'origine aquacole
- ♦ la gestion hydraulique des marais
- ♦ l'observatoire de la qualité des eaux permettant d'évaluer l'efficacité des actions entreprises dans le cadre du contrat de baie.
- ♦ Un volet communication-animation

La localisation des sites expérimentaux est présentée sur la figure n°3.

La mise en place de ce programme s'est déroulée selon le calendrier et la procédure suivante :

- ♦ 1991 : - appel d'offres de la CEE le 06 novembre
- ♦ 1992 : - février : dépôt de la candidature de la Baie de Bourgneuf
- juin : réponse favorable de la CEE
- décembre : signature de la convention entre la CEE et l'association pour l'étude de mise en valeur de la Baie de Bourgneuf
- ♦ 1993 : - mars : engagement préalable avec la société SCE ingénieurs conseils
- novembre : signature des conventions avec les différents partenaires
- décembre : engagement des actions pilotes

Ce programme européen s'inscrit dans la continuité des dispositions déjà prises en faveur de l'eau et de la protection de cette ressource naturelle dans la loi du 3 janvier 1992 qui se caractérise par :

- ♦ l'affirmation que l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation
- ♦ la priorité donnée à une gestion intégrée globale de la ressource en eau, qui prend en compte l'ensemble des aspects dont la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides, dans le cadre naturel du bassin versant
- ♦ l'importance donnée aux initiatives locales dans la gestion des eaux.

LOCALISATION DES SITES EXPERIMENTAUX :

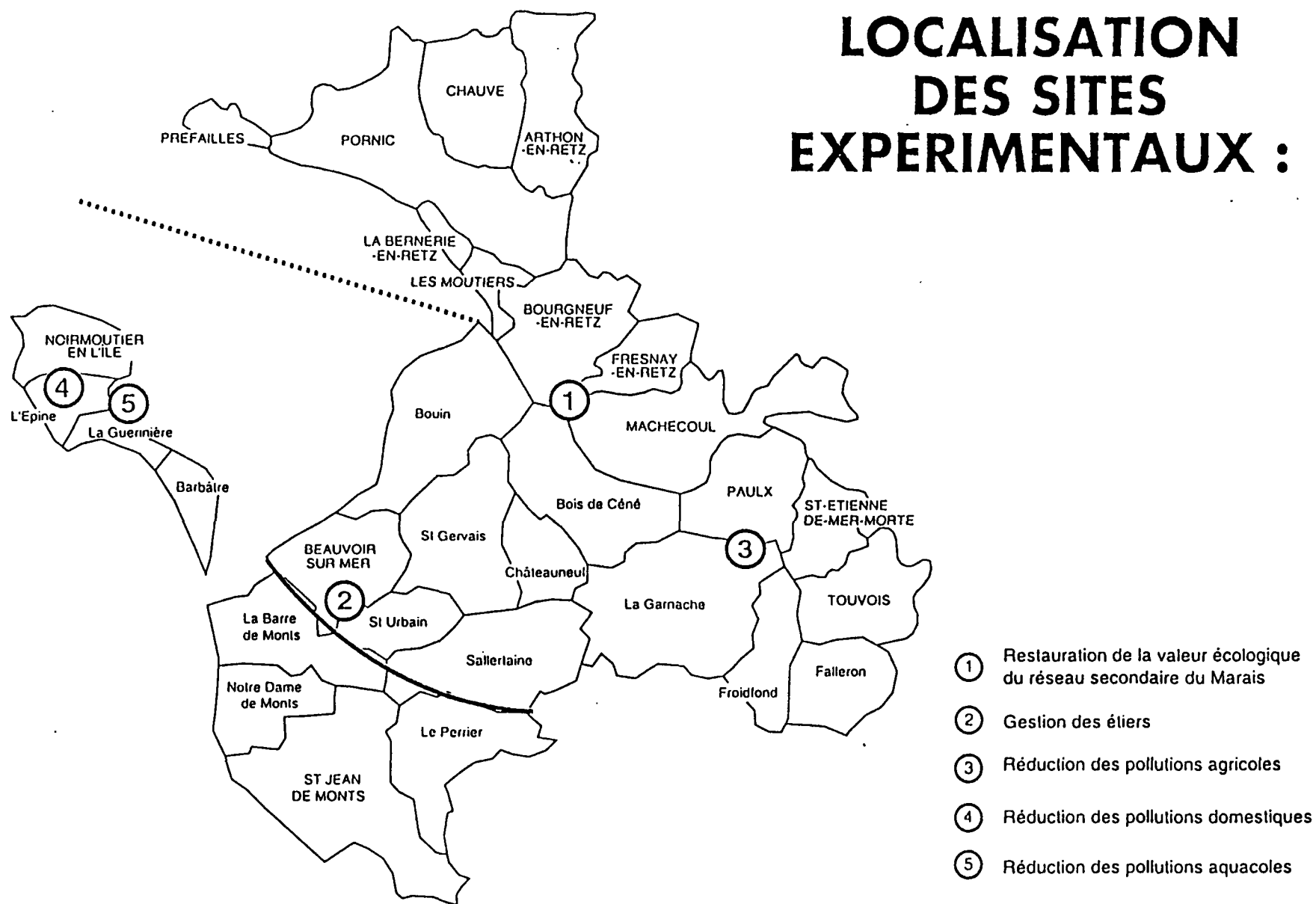


Figure n°3 : Localisation des sites expérimentaux du programme Norspa - (Association Schéma de Mise en Valeur de Mer de la Baie de Bourgneuf, 1995)

En matière de gestion, deux procédures sont instituées :

- le SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux dont l'élaboration est confiée au comité de bassin (comité de bassin Loire Atlantique par exemple)
- le SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux dont l'élaboration est réalisée à l'échelle du bassin versant (la Baie de Bourgneuf par exemple)
- la CLE : Commission Locale de l'Eau qui est la structure de concertation à créer pour mettre en oeuvre un SAGE.

Les financements se répartissent de façon suivante (Tableau n°2) :

PARTENAIRES	MONTANT TTC (en franc)	%
CEE	5 481 525	44.44
Agence de l'EAU	3 712 654	30.10
Etat	563 943	4.57
Région	665 450	5.39
Département Loire Atlantique	845 815	6.86
Département Vendée	845 815	6.86
Collectivités locales	220 384	1.78
TOTAL	12 335 586	100

Tableau n°2 : Les partenaires financiers du programme NORSPA

Le programme NORSPA, prévu pour une durée de cinq ans (1993 - 1997), doit compléter le programme prévu au titre du contrat de Baie (1993 - 1996), et doit préparer le contenu du second programme de Baie (1998 - 2002).

Les objectifs multiples du programme expliquent la diversité et la complémentarité des partenaires financiers de l'opération (de l'Europe aux collectivités locales).

3.2 - Le maître d'ouvrage

Il s'agit de l'association pour l'étude de mise en valeur de la Baie de Bourgneuf, créée en 1990 par les élus de la Baie de Bourgneuf suivant la Loi du 1^{er} juillet 1901 et le Décret du 16 août 1901.

Cette association a pour objet (selon l'article 2 de l'association) de regrouper les élus communaux, départementaux et régionaux intéressés par :

- les études préalables destinées à préparer l'élaboration du schéma de Mise en Valeur de la Mer en Baie de Bourgneuf
- les études préalables et la mise en oeuvre du contrat Baie de Bourgneuf
- l'avenir du Marais Breton et la création, à terme, d'une association chargée de sa revitalisation
- toutes les activités concourant à l'aménagement et au développement de la Baie de Bourgneuf et de ses territoires proches.

3.3 - SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE) DU MARAIS BRETON ET DU BASSIN VERSANT DE LA BAIE DE BOURGNEUF

Ce projet a été initié par la volonté de l'Association pour l'étude de la mise en valeur de la Baie de Bourgneuf désireuse d'accentuer les mesures déjà prises mais encore insuffisantes au sujet de la qualité des eaux du marais.

La demande de mise en oeuvre d'un SAGE du bassin versant de la Baie de Bourgneuf a eu lieu le 16 février 1993.

Le bassin versant du Marais Breton et de la Baie de Bourgneuf compte 35 communes (13 appartenant à la Loire Atlantique et 22 à la Vendée) dont 31 font déjà partie de l'Association.

Le périmètre décrit couvre actuellement une superficie de 1000 km², auxquels il faut ajouter 340 km² d'espace maritime appartenant à la baie.

Il semblerait que l'élaboration d'un SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf réponde aux trois objectifs requis :

- ♦ la cohérence hydrographique et socio-économique
- ♦ la faisabilité de la gestion locale
- ♦ taille opérationnelle (taille recommandée : 1000 à 2000 km²)

3.4 - RESTAURATION ET VALORISATION DU RESEAU HYDRAULIQUE

L'étude de cette zone atelier doit permettre d'élaborer des propositions de gestion collective de l'eau, en accord avec la protection et la qualité du milieu aquatique pouvant ainsi conduire à l'amélioration du potentiel de production piscicole.

A terme, ces propositions devront pouvoir être étendues à l'ensemble du marais doux (11 370 hectares), constitué de 300 hectares de fossés et canaux, soit un linéaire de 1 000 km dont 90 % en réseau secondaire.

3.4.1 - Localisation de la zone

La zone NORSPA, dont l'objectif est la restauration du réseau hydraulique secondaire du marais et de sa valeur piscicole, est située sur les communes de Machecoul, Fresnay en Retz et Bourgneuf en Retz et occupe une surface de 380 ha dont 78,8 ha (soit 20,7 %) est en eau (Collectif, 1994).

Cette zone atelier présente plusieurs intérêts :

- ♦ existence de plusieurs types de structures hydrauliques
- ♦ existence de divers usages du marais
- ♦ présence au niveau terrien de propriétaires locaux et de propriétaires ne vivant pas des ressources du marais
- ♦ existence de plusieurs formes de gestion de l'eau à petite échelle
- ♦ peu d'entretien des fossés
- ♦ existence d'un émissaire de taille moyenne : la Gravelle
- ♦ suivis piscicoles depuis 1988

3.4.2 - Le maître d'oeuvre

L'expérimentation est confiée au CEMAGREF de Bordeaux, sous la direction de la Division Aquaculture et Pêche, avec le concours des Divisions Qualité des Eaux et Production et Economie Agricole, et celui d'autres partenaires scientifiques.

Une sous-traitance est prévue avec l'Union des Marais du Sud Loire pour la réalisation des travaux de curage sur le marais.

4 - LE RESEAU HYDRAULIQUE - DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Une bonne connaissance du réseau et de son fonctionnement au niveau de la zone NORSPA sont indispensables pour la mise en place des stations qui vont permettre de préciser la typologie des peuplements végétaux concernés par notre étude.

4.1 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT

On divise le bassin versant du Falleron en deux parties, en relation avec leur fonctionnement hydraulique (MERLE, 1994) :

- ♦ la partie en amont de Machecoul soit 130 km²
Le Falleron est caractérisé par un régime fluvial.
Pour 1993, l'hydrogramme des débits instantanés journaliers de la station de Machecoul (d'après le Service d'Etude des Milieux Aquatiques de la DIREN des Pays de Loire), fait apparaître de grandes variations surtout en janvier et en octobre où les débits passent de 0,5- 1 m³.s⁻¹ à 23-29 m³.s⁻¹. En période estivale le débit moyen mensuel est très faible et varie entre 0,05 et 0,004 m³.s⁻¹ (Figure n°4).

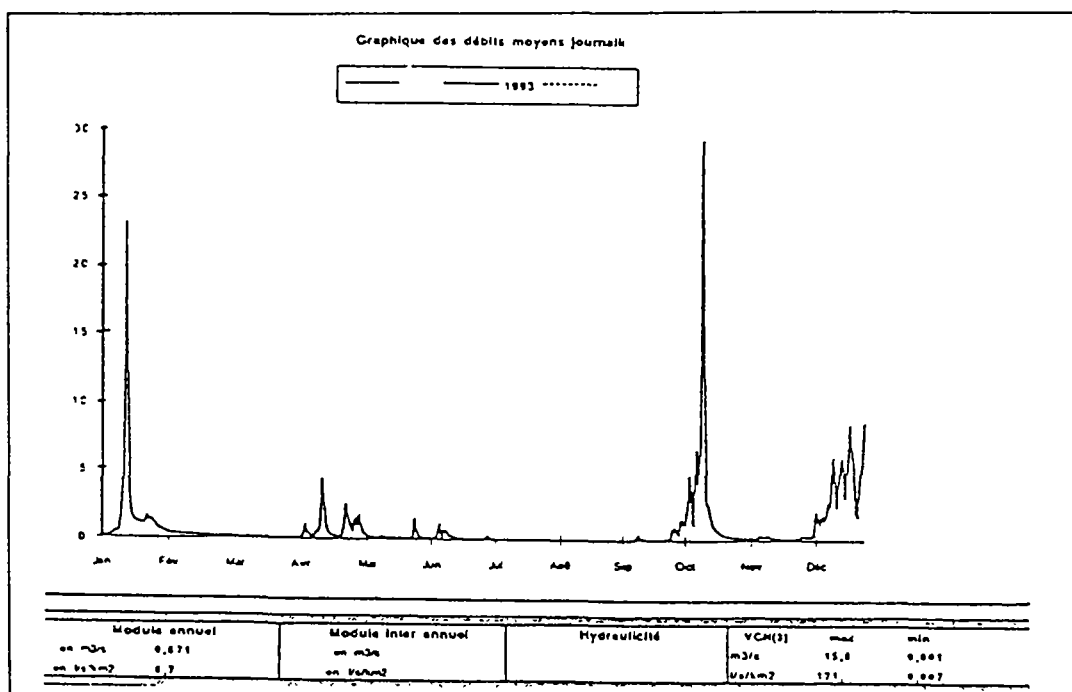


Figure n°4 : Hydrogramme du Falleron, en 1993, à la station de Machecoul (source : DIREN des Pays de Loire)

- La partie en aval de Machecoul soit 165 km²
Il s'agit là d'un régime artificiel car on se situe dans la zone du marais et les écoulements sont gérés par un ensemble de vannes. Cette partie est constituée d'un très vaste chevelu de fossés rendant plus difficile la connaissance de ce réseau très complexe.

C'est sur cette dernière partie que nous allons travailler.

Dans le marais, on distingue trois classes de fossés que l'on peut définir en fonction de paramètres morphologiques et fonctionnels (MOISSONNIER, 1994), et en fonction des responsabilités de leur entretien.

On peut observer sur la zone :

- ☐ les étiers : ce sont les axes majeurs du réseau, il s'agit du Falleron, de la Gravelle, de la Taillée Gouine, du Fresne et de l'Ouche. Leur largeur est comprise entre 5 et 7 mètres, ce sont les principaux exutoires du marais. L'Union des marais de Machecoul formée de propriétaires veille à leur entretien.
- ☐ les écours : ils ont pour fonction de relier les étiers entre eux et de faciliter l'alimentation en eau dans le marais en améliorant les écoulements. Ils dépendent pour leur entretien des Syndicats de marais.
- ☐ les fossés secondaires : ils sont à la charge du propriétaire pour leur entretien. Ils forment un chevelu très dense et mal connu, qu'il est du ressort du programme NORSPA de décrire, afin d'en comprendre le fonctionnement.

Les travaux du cabinet d'études COYNE et BELLIER (1984), mettent en évidence le mauvais entretien (envasement), et les défaut d'aménagement des étiers (calibre insuffisant, ouvrages en grand nombre) qui sont pourtant les axes d'écoulement principaux.

Alors que le débit moyen annuel du Falleron est d'environ 10 m³.s⁻¹, il n'est que de 2,5 m³.s⁻¹ sur la Gravelle et de 0,9 m³.s⁻¹ sur la Taillé Gouine.

4.2 - GESTION HYDRAULIQUE DU MARAIS

L'eau est l'élément structurant du marais qui a été modelé par l'homme.

La gestion du niveau de l'eau pendant l'année est assurée par l'Union des Marais Sud Loire dans le but de satisfaire trois objectifs :

- empêcher les inondations en période hivernale dans les terrains bas du marais
- empêcher les remontées d'eau marine dans le marais doux
- maintenir un niveau stable pendant la période estivale pour optimiser les rendements agricoles.

Un système de vannage permet de maîtriser les flux d'eau saisonniers (Figure n°5) :

- en hiver, évacuation des eaux excédentaires vers la mer tout en stoppant les remontées marines grâce au vannage du Fresne.

Parallèlement le vannage de Port la Roche permet de gérer les niveaux de manière indépendante en amont et en aval des différentes zones (marais ex-salicole, marais agricole ou polders).

- en été, une station de pompage (capacité totale 2 m³/s) assure l'approvisionnement du marais en eau douce
L'eau vient de la Loire via l'Achenau, le Tenu et le canal d'amenée.

ETE : Approvisionnement

HIVER : Exondation

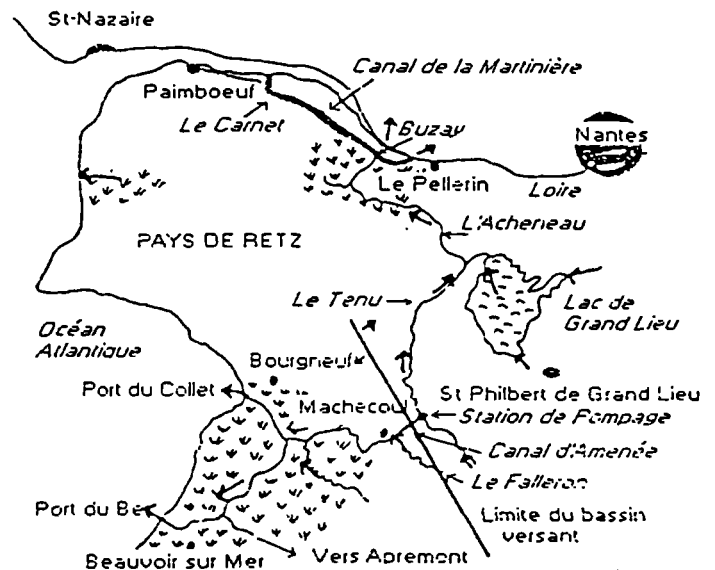
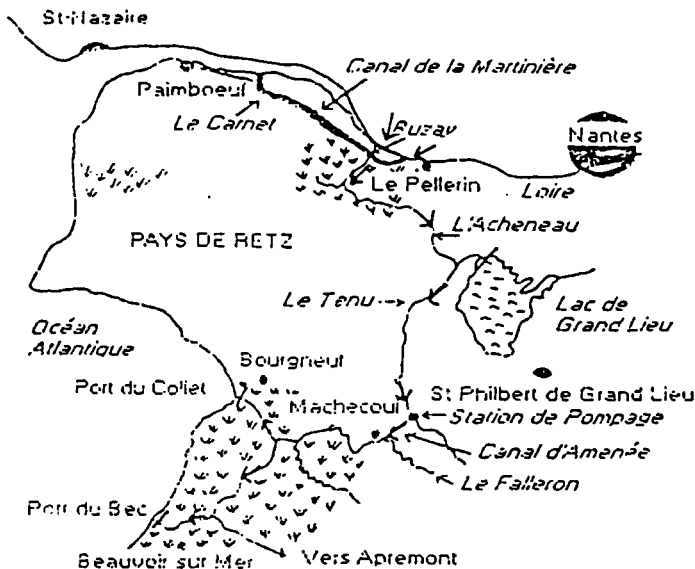


Figure n°5 : Schéma de la gestion hydraulique dans le Nord marais Breton
(Union des Syndicats de marais de Sud-Loire)

4.3 - ETUDE DU RESEAU DE LA ZONE NORSPA

Afin de mieux appréhender l'ensemble de ce réseau très complexe, il a été mis en place une classification des fossés et une organisation du réseau secondaire grâce à des paramètres morphométriques quantitatifs ou qualitatifs (MOISSONNIER, 1994).

4.3.1 - Paramètres morphométriques quantitatifs

Ces paramètres sont : la largeur (précision à 30 cm), la hauteur d'eau, la hauteur totale (précision à 5 cm) et l'épaisseur de la hauteur de vase mesurée au milieu de 225 émissaires.

Cela permet d'avoir une idée générale de l'ensemble du réseau et de déterminer un pourcentage d'envasement (= le rapport entre la hauteur de vase et la hauteur totale du fossé) qui est de l'ordre de 49 % sur la zone. FEUNTEUN (1992) ayant estimé l'envasement à 6 cm/an soit une durée de vie de 15 ans pour un fossé de 90 cm, on peut réaliser une première typologie des fossés :

- ☐ les fossés de type 1 : Le pourcentage d'envasement est compris entre 0 et 30 %, ces fossés ont entre 0 et 5 ans. Ce sont des fossés jeunes.
- ☐ les fossés de type 2 : Le pourcentage d'envasement est compris entre 30 et 60 %, ces fossés ont entre 6 et 10 ans. Ce sont des fossés adultes.
- ☐ les fossés de type 3 : Le pourcentage d'envasement est compris entre 60 et 100 %, ces fossés ont entre 11 et 15 ans. Ce sont des fossés anciens.

4.3.2 - Paramètres morphométriques qualitatifs

Paramètres	Indice	Correspondance	Commentaires
ORDRE	1	Etier	
	2	Ecours	
	3	Fossé secondaire	
	4	Cul de sac	Dernier noeud du réseau
	5	Plan d'eau lié au réseau	Plan d'eau avec deux issues
	6	Fossé isolé	Fossé sans entrée ni sortie
	7	Fossé temporaire	Fossé en eau uniquement en hiver
ORGANISATION	P	Réseau en poche	Zone à une seule issue
	M	Réseau en maille	Zone à deux issues
	E	Réseau principal	Fossé appartenant à l'ordre 1 et 2

Tableau n°3 : Explication des paramètres morphométriques qualitatifs - (MOISSONNIER, 1994)

- ☐ **l'ordre** : ce paramètre est associé au fossé. Dans le système de représentation utilisé, le fossé est assimilé à un arc.
Un arc est défini comme étant une portion de fossé délimitée par deux noeuds.
Un noeud correspondant à l'intersection de plusieurs arcs.
Ainsi, l'ordre permet de situer chaque arc de fossé par rapport à l'ensemble du réseau.
- ☐ **l'organisation** : ce paramètre est important car il permet d'évaluer les échanges sur le plan hydraulique et sur ce qui en découle, comme par exemple la qualité de l'eau et la répartition piscicole et floristique.

Ces différentes études conduisent à une estimation de la représentation des types de fossés dans la zone atelier. Les valeurs consignées dans le tableau n°4 sont comparables aux estimations déjà réalisées sur l'ensemble du marais Breton (FEUNTEUN, 1992) et souligne l'importance du réseau secondaire (73,6%) par rapport aux autres types de fossés.

Types de fossés	Longueur relative (%)	Densité (m/ha)
Etiers	6.2	15.2
Ecours	11.8	28.9
Fossés secondaires	73.6	180.3
Fossés temporaires	8.4	20.6
Longueur totale du réseau	100	245

Tableau n°4 : Répartition des types de fossés dans le réseau - (source : MOISSONNIER, 1994)

4.4 - LA QUALITE DES EAUX DU MARAIS

Ce n'est que depuis 1985 que la DDASS (Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale) de Loire Atlantique a établi un suivi de la qualité de l'eau dans le marais à partir de 3 stations de prélèvements d'eau destinés à des analyses physico-chimiques.

Ces stations sont situées sur le Falleron, respectivement :

- ♦ à Touvois, en amont de Machecoul sur le coteau
- ♦ à Machecoul, au lieu-dit Le Château
- ♦ à Port la Roche, au coeur du marais

Aucun suivi n'a été mis en place sur la Gravelle ou la Taillée Gouine ni à plus forte raison sur le réseau secondaire.

Les prélèvements de ce suivi sont réalisés en mars, juin, septembre et décembre. La mesure de la qualité des eaux est établit selon les références de l'Agence de l'Eau.

La qualité globale sur une station, est déterminée par la plus mauvaise classe restante après élimination des deux plus mauvaises, sur l'ensemble des paramètres.

	1985-1989	1989-1993
Touvois	Hors classe	Hors classe
Machecoul	Classe 3	Classe 3
Port la Roche	Classe 3	Hors classe

Classe 1A = Excellente qualité

Classe 1B = Bonne qualité

Classe 2 = Qualité passable

Classe 3 = Qualité médiocre

Hors Classe = Mauvaise qualité

Tableau n°5 : Qualité des eaux du Falleron entre 1985 et 1993

(DDASS de Loire Atlantique)

Afin de réaliser un suivi plus complet sur la zone NORSPA et bien que l'étude de l'évolution physico-chimique de l'eau du réseau secondaire ne soit pas explicitement inscrite au programme des actions engagées, il est apparu nécessaire de :

- ♦ préciser le niveau de variabilité spatiale et temporelle des paramètres pouvant permettre de mieux organiser à terme une extension du suivi de la qualité des eaux,
- ♦ mettre en évidence d'éventuelles diversités de cette qualité qui pourraient être utilisées à des fins d'aménagement ou de gestion (par exemple, gestion par poche, par réseau maillé...),
- ♦ compléter le référentiel biologique des différents milieux aquatiques rencontrés par des indicateurs physico-chimiques

Aussi, dans cette optique, ont été choisies 23 stations qui devraient permettre d'assurer ce suivi.

En 1994, quatre campagnes ont été réalisées en fonction des périodes caractéristiques de l'état du marais :

- ♦ début avril : fin de la période de fort renouvellement
- ♦ fin juin : début de la période de confinement
- ♦ fin août : fin de la période de confinement
- ♦ fin novembre : début de la période de fort renouvellement

Les stratégies d'échantillonnage pourront éventuellement être affinées à partir de l'analyse des résultats obtenus au terme de cette année de suivi.

5 - LA FLORE DES MILIEUX AQUATIQUES

5.1 - QU'EST CE QU'UNE MACROPHYTE ?

Les macrophytes sont des végétaux autotrophes c'est à dire capable de synthétiser des composés organiques à partir d'éléments minéraux se trouvant dans le milieu, à l'aide d'une source d'énergie lumineuse. On qualifiera d'hétérotrophes les organismes incapables de synthétiser la matière organique.

On peut donc définir les macrophytes comme des végétaux autotrophes aquatiques et subaquatiques que l'on peut identifier à l'oeil nu : elles comportent les algues filamenteuses ou coloniales, les mousses, les fougères, les herbiers immergés et les hélrophytes de bordure.

Les plus évoluées sont composées d'organes végétatifs (racines, tiges, feuilles) et d'organes reproducteurs (androcée et gynécée).

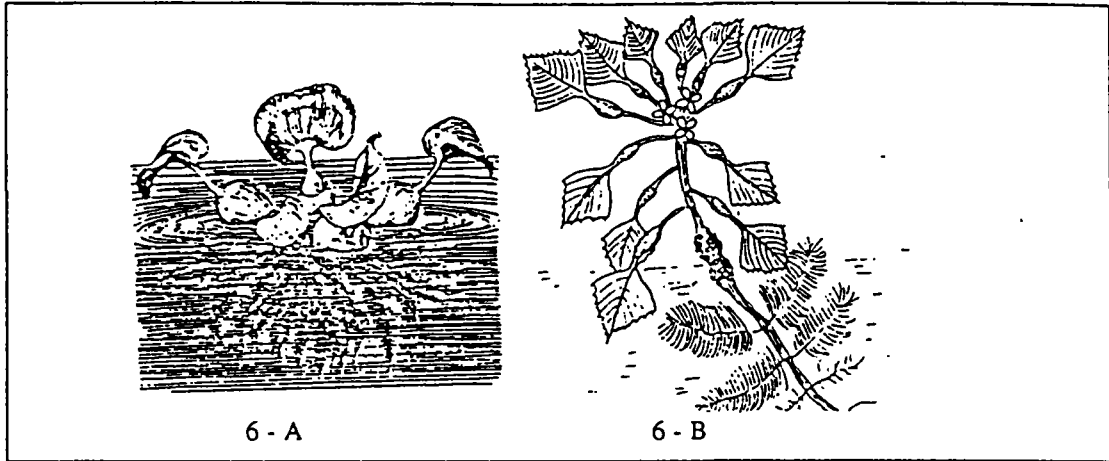
5.2 - GENERALITES SUR LES MACROPHYTES

La flore des milieux aquatiques est souvent imparfaitement connue à cause des difficultés d'investigation dans ces types de milieux (rivières, tourbières, marais...).

A cela s'ajoute souvent des difficultés d'identification dues à la faible spécialisation des tissus de ces végétaux. En effet, les plantes totalement immergées (hydrophytes) présentent de nombreuses adaptations anatomiques, nous allons les énumérer rapidement :

- ♦ résorption des vaisseaux du bois car dans le milieu aquatique, le système conducteur n'est pas nécessaire, l'absorption se fait par toute la surface de la plante
- ♦ développement des lacunes aérifères qui sont des cellules constituant une atmosphère interne. Ces lacunes favorisent parallèlement la flottaison car les plantes ne développent pas toujours des flotteurs comme *Eicchornia crassipes* (Jacinthe d'eau - Figure 6 - A) ou *Trapa natans* (Châtaigne d'eau - Figure 6 - B)

Figure n°6 : Exemples d'hydrophytes flottantes - (source : MONTEGUT, 1987)



- ♦ les tissus de soutien sont peu ou pas présents, l'eau joue le rôle de soutien
- ♦ la cuticule disparaît ou subsiste de façon très réduite
- ♦ réduction et disparition des stomates (présence de cellules modifiées permettant les échanges gazeux) et cellules épidermiques contenant des chloroplastes (SCULTHORPE, 1967).

Cependant, les hydrophytes ne sont pas les seules présentes dans les milieux aquatiques, il faut prendre en compte les plantes dont le système racinaire vit dans l'eau et qui développent appareils végétatifs et appareils reproducteurs dans le milieu aérien, il s'agit des hélophytes. Ces plantes vont occuper différents étages de la berge et former des colonies.

Enfin, des espèces peuvent se développer des deux précédentes manières selon les conditions abiotiques du site où elles se développent et sont des amphibiotes ou amphiphytes.

D'après CORILLION (1994), la flore aquatique hydrophyte et hélophyte confondues représente 260 espèces de la flore française qui en compte plus de 4500. Ces espèces sont réparties dans 49 familles. Parallèlement, on constate que les 2/3 des espèces sont des monocotylédones.

5.3 - MULTIPLICATION DES VEGETAUX AQUATIQUES

Chez ces végétaux, la pérennité de l'espèce peut être assurée de deux manières :

- ♦ 2 cellules spécialisées ou gamètes donnent un zygote, c'est la reproduction sexuée
- ♦ un individu adulte engendre un nouvel individu, c'est la multiplication asexuée ou végétative

5.3.1 - La reproduction sexuée ou zygotique

La reproduction sexuée est caractérisée par la fécondation. Il y a fusion entre le grain de pollen issu de l'organe reproducteur mâle appelé étamine et l'organe reproducteur femelle appelé gynécée surmonté par un stigmate récepteur. Le résultat est la production de graines.

Ce type de reproduction permet un brassage chromosomique souvent favorable à l'espèce en terme d'adaptation.

Pour les végétaux aquatiques, on va observer différentes stratégies de reproduction:

- ♦ la fleur se forme dans l'eau et reste immergée pendant toute la durée de son développement. Souvent elle ne comporte pas de pétales et libère un pollen adapté à la vie aquatique, pollinisation et fécondation ont lieu dans l'eau comme chez *Zannichellia palustris*.
- ♦ la fleur qui a pris naissance dans l'eau vient éclore en surface grâce à l'allongement du pédoncule floral. La fleur porte des pétales souvent colorés. La pollinisation de ces fleurs peut dans ce cas être anémophile (par le vent) ou zoophile (par les animaux).

5.3.2 - La multiplication asexuée

Ce mode de multiplication végétative (c'est à dire sans fécondation) est plus courant : la multiplication se fait par bourgeonnement comme chez *Lemna* ou par fragmentation de tige ou de rhizome pouvant engendrer à eux seul un nouvel individu.

Le brassage génétique n'a pas lieu et l'on obtient un clone, cela signifie que les nouveaux individus sont identiques entre eux et identiques à l'individu dont ils sont issus.

Chez certaines espèces, il y a apparition à l'automne de bourgeons spéciaux appelés hibernacles ou turions (= formes de résistance) qui tombent sur le fond et donneront un nouvel individu au printemps.

5.4 - LA DISSEMINATION

Chez les végétaux aquatiques, la dissémination des fruits ou des graines mais également de parties d'organes végétatifs (l'ensemble formant les diaspores), peut avoir lieu grâce à l'intervention de plusieurs agents disséminateurs :

- ♦ le vent = l'anémochorie
- ♦ l'eau = l'hydrochorie
- ♦ les animaux = la zoochorie

Pour la dissémination zoochore on peut distinguer deux modalités :

- ☐ l'épizoochorie : l'organe qui va assurer la dissémination sera transporté soit passivement (accrochage accidentel) soit activement (graine collante, mucronée, à crochet...) par l'animal au niveau des pattes, des plumes...
- ☐ l'endozoochorie : l'organe va être ingéré par l'animal et transiter dans son tube digestif avant de regagner le milieu.
Les graines sont, semble-t-il, adaptées à l'action des sucs digestifs qui n'altèrent pas leur pouvoir germinatif.

Dans certains cas, cette action des suc digestifs peut même être indispensable à la levée de dormance de la graine.

Cette dissémination peut également être réalisée par l'homme (anthropochorie) de manière accidentelle lors de ses déplacements (sous les chaussures, dans ses habits, ses cheveux, dans les pneus des véhicules, sur les hélices, dans les ballasts des bateaux), mais aussi lors de l'entretien d'une zone aquatique (fragmentation d'organes végétatifs par l'utilisation d'outils...) ou encore de manière volontaire par l'introduction de nouvelles espèces lors d'activités scientifiques, d'aménagements à buts esthétiques ou écologiques, etc...

5.5 - LES HYDROPHYTES

5.5.1 - Caractéristiques

Ces végétaux sont totalement dépendants du milieu aquatique où ils se développent.

L'eau les entoure, leur procure leur port caractéristique (leurs tissus de soutien sont faiblement présents ou absents), leur permet de se développer par l'apport constant de nutriments et de se disséminer (courant, poissons, oiseaux).

5.5.2 - Classification des hydrophytes

Les hydrophytes peuvent être classées selon plusieurs critères mais nous choisirons pour notre étude d'appréhender leur degré de fixation. Cette méthode va nous conduire à l'obtention de 2 catégories d'hydrophytes :

- ♦ les hydrophytes fixées : elles seront alors totalement submergées ou bien affleurantes, c'est à dire qu'une partie de la plante atteindra la surface et même pourra se développer à l'air.

Ce type de développement conduit à un polymorphisme foliaire (hétérophyllie) important (de 2 à 3 catégories de feuilles) comme par exemple chez *Ranunculus aquatilis* qui présente des feuilles immergées laciniées (= segments divisés en lanières étroites irrégulièrement ramifiées) et des feuilles aplaties, lobées, à l'extrémité des rameaux (Figure n°7).

Il semblerait que le fort découpage du limbe chez beaucoup de dicotylédones (*Myriophyllum sp.*, *Ranunculus sp.*) et une réduction de l'épaisseur des feuilles (*Callitriche*) ayant pour but une augmentation des surfaces d'échange soit une réponse adaptative à la lenteur des échanges gazeux dans le milieu aquatique (HAURY, 1991).

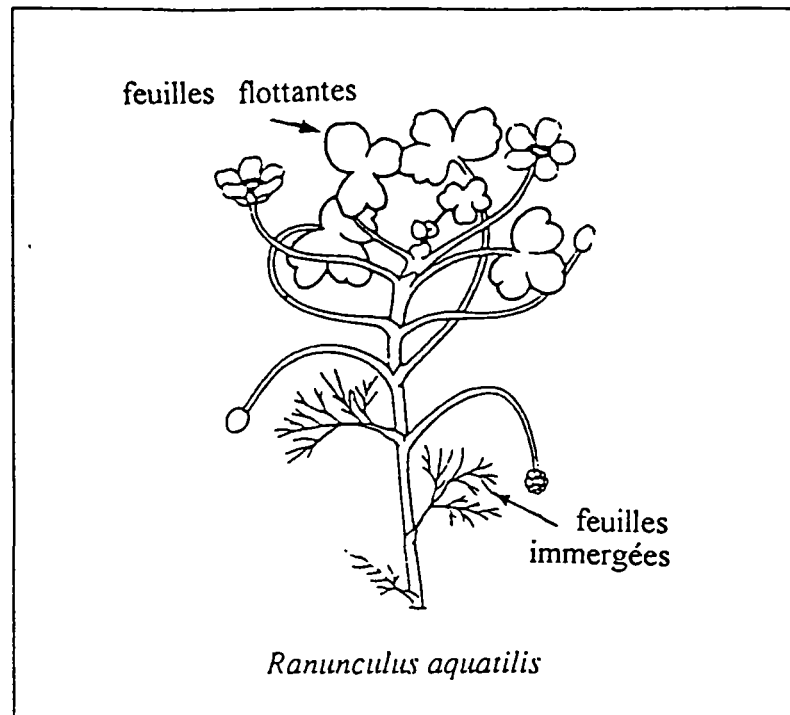


Figure n°7 : Exemple de polymorphisme foliaire

Ces hydrophytes sont fixées à l'aide des rhizomes et de leurs racines latérales.

- ♦ les hydrophytes flottantes : ces plantes n'ont pas de lien avec le substrat, elles flottent à la surface de l'eau. Elles peuvent être en rosette comme Hydrocharis, ou bien en forme aplatie (pas de feuille sensu stricto) comme Lemna (lentilles d'eau), ou encore elles peuvent se situer entre deux eaux comme Utricularia.

Pendant la mauvaise saison, les hydrophytes flottantes meurent après avoir formé des bourgeons (= hibernacles) qui assureront la succession au printemps.

5.6 - LES HELOPHYTES

On caractérisera d'hélophytes les végétaux qui vont développer un appareil végétatif et reproducteur partiellement ou totalement aérien.

Toutefois, on remarquera l'existence d'un gradient de colonisation des berges.

En effet, ce gradient va être fonction de la dépendance de l'appareil souterrain (bien développé et ancré) avec le milieu vaseux et gorgé d'eau.

D'après MONTEGUT (1987), on peut ainsi distinguer 3 groupes à l'intérieur des hélophytes:

- ♦ les hélophytes hydrophytes où l'appareil souterrain va rester submergé en permanence

- les hélophytes vrais, ripicoles qui se développent à l'arrière des précédents mais dans la zone de balancement des eaux
- les hélophytes " terrestres" et plantes des sommets de berges que l'on peut caractériser comme le cortège floristique des précédentes et vivant dans différentes zones humides (non caractéristiques du milieu).

6 - RÔLES DE LA VEGETATION

Les principaux rôles des macrophytes sont les suivants :

6.1 - ROLE BIOLOGIQUE

Ils servent de support de ponte et d'abris pour la faune piscicole comme les insectes, les mollusques et les poissons.

En effet, les parties de cours d'eau colonisées par les végétaux sont de bonnes frayères car les oeufs adhérents peuvent être fixés à des plantes robustes telles que *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum sp.*, *Potamogeton sp.* (MONTEGUT, 1987).

Ces herbiers préservent les alevins du courant et essentiellement des prédateurs. GOTCEITAS et COLGAN (1987) ont montré que le comportement de refuge dépend de la structure et de la densité des touffes de macrophytes : expérience par reconstitution d'herbiers fictifs avec la perche arc-en-ciel (*Lepomis macrochirus*) et son prédateur, le black à large bouche (*Micropterus salmoides*).

Parallèlement, les macrophytes servent de support aux organismes du périphyton qui s'y fixent. Sur un seul m² de sédiments colonisés, les macrophytes peuvent représenter une surface développée de plusieurs dizaines de m². Le périphyton sert de nourriture aux invertébrés benthiques brouteurs.

6.2 - ROLE PHYSICO-CHIMIQUE

Les macrophytes aquatiques sont des végétaux chlorophylliens à part entière.

Les teneurs en oxygène dissous dans les eaux sont partiellement imputables aux macrophytes.

Elles correspondent au bilan entre la production photosynthétique d'oxygène et la consommation pour la respiration.

Pendant le jour, la production photosynthétique (c'est à dire l'incorporation du carbone du gaz carbonique dissous dans les eaux, dans les molécules organiques constitutives de la matière végétale, et le rejet de l'oxygène) est largement supérieure à la respiration (consommation d'oxygène et rejet de gaz carbonique), ce qui fait que les teneurs en oxygène dissous augmentent du début à la fin de la journée.

En revanche, seule la respiration est fonctionnelle pendant la nuit, ce qui provoque une diminution des teneurs pouvant entraîner un déficit en oxygène parfois mortel pour les poissons, comme par exemple à l'aval de la Wye (Grande Bretagne) en 1976, où le taux

d'oxygène dissous inférieur à 1 mg/l a entraîné la mort de saumons remontant pour frayer (BROOKER et al., 1977 in EDWARDS et BROOKER, 1984).

Ces végétaux sont parallèlement de bons agents épurateurs de l'eau par leur production d'oxygène qui favorise les oxydations (attention à la nitrification) et par leur consommation des sels dissous.

Les macrophytes participent également à l'auto-épuration des eaux, à la fois par cette production d'oxygène qui favorise le développement de nombreux organismes aérobies, et par la consommation de nutriments indispensables à leur propre construction.

Toutefois, la part d'auto-épuration imputable aux macrophytes dans les milieux aquatiques restent généralement marginale par rapport au rôle effectivement joué par l'ensemble des organismes périphytiques.

6.3 - ROLE HYDRAULIQUE ET MECANIQUE

Par leur développement, les végétaux aquatiques peuvent être à l'origine des modifications d'écoulement du réseau. Leur présence ralentit la circulation de l'eau en augmentant la rugosité (DAWSON et ROBINSON, 1984).

Les sédiments eux, sont piégés par les végétaux et les macrodébris et la diminution de leur vitesse d'entraînement crée une augmentation de la sédimentation dans les canaux.

Dans une zone d'eau stagnante ou à écoulement très faible, les hélophytes jouent à la fois un rôle de fixation de la berge mais participe aussi activement au comblement des fossés.

Les espèces comme Typha, Phragmites, Scirpus...colonisent la vase avec leurs rhizomes (blocage des particules) et accentuent le colmatage par leur appareil aérien qui à sa mort tombe dans l'eau et s'accumule sur le fond.

PARTIE

II

== o O o ==

- ETUDE DES MACROPHYTES DU MARAIS -

1 - PROBLEMATIQUE

Comme cela a déjà été précisé, un des objectifs du projet NORSPA est la restauration du réseau hydraulique à l'intérieur du marais doux endigué et sa valorisation économique.

Engagées depuis 1987, les investigations sur cette zone atelier de la division Aquaculture et Pêche du groupement du CEMAGREF de Bordeaux ont permis de déterminer la connexité du réseau, les caractéristiques de son écoulement et son pourcentage d'envasement.

Elles ont pour but de déterminer la nature et l'intensité des processus évolutifs se produisant dans les fossés et les plans d'eau de la zone d'étude.

Les connaissances acquises sont un préalable indispensable à l'étude de la faune piscicole qui semble un moyen potentiel important de valorisation du marais, et à la gestion quantitative et qualitative des eaux du marais.

Les macrophytes jouent des rôles multiples dans les milieux aquatiques en tant qu'organismes et en tant qu'habitats, et notre étude a pour buts principaux :

- ♦ de préciser la nature, la structure et l'évolution des peuplements de ces espèces selon la typologie déjà partiellement définie en terme de connexité et d'envasement,
- ♦ de quantifier la colonisation des fossés,
- ♦ de mettre au point des méthodes d'investigation de terrain suffisamment simples pour être appliquées en routine sur un nombre assez important de stations d'étude, à l'échelle de la complexité fonctionnelle du site

2 - PREMIERES OBSERVATIONS DE LA VEGETATION (1994)

Elles ont été réalisées dans le cadre de l'approche menée sur la description de l'habitat piscicole par la Division Aquaculture et Pêche (RIGAUD et MOISSONNIER, 1994).

2.1 - METHODOLOGIE

2.1.1 - Définition des stations

Une station est implantée sur un arc ou à l'intersection de deux arcs (noeud). Quand l'arc est hétérogène, on peut lui attribuer plusieurs stations.

Une station correspond à une section transversale du fossé.

A partir de 157 stations choisies de façon à respecter la répartition observée dans la typologie des habitats (MOISSONNIER, 1994), l'étude s'est portée sur les 3 types de macrophytes qui représentent les différentes strates de la végétation du marais : les hydrophytes flottantes, les hydrophytes fixées et les héliophytes.

2.1.2 - Les hydrophytes flottantes

Pour chaque station, il a été évalué le pourcentage d'occupation globale de cette strate ainsi qu'un indice d'abondance des différentes espèces présentes.

Le vent jouant un rôle important dans la répartition de ces végétaux, et pouvant donc très rapidement modifier la couverture des stations étudiées par ces végétaux de petite taille, les observations sont donc à utiliser avec précaution.

2.1.3 - Les hydrophytes fixées

De même que pour les précédentes, on estime le pourcentage d'occupation globale ainsi qu'un indice d'abondance spécifique.

2.1.4 - Les hélophytes fixées

Pour cette strate, on déterminera un pourcentage d'occupation global moyen des deux berges ($= \sum \% \text{ Occupation globale d'hélophytes de la berge 1 et de la berge 2/2}$) ainsi qu'un pourcentage spécifique pour chacune des berges.

2.2 - LES RESULTATS (MOISSONNIER, 1994)

2.2.1 - La strate des hydrophytes flottantes

Elle est composée de *Lemna gibba*, *Wolffia arrhiza* et *Hydrocharis morsus-ranae* qui peuvent être associées ainsi que de *Lemna trisulca*, *Azolla* sp., *Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora* sp., *Lemna minor* et *Lemna polyrhiza*. La moyenne d'occupation globale de cette strate a été estimée à 76 % de surface totale en eau.

On note en période estivale une diminution de la diversité spécifique.

Azolla sp., *Lemna minor* et *Lemna polyrhiza* abondantes en mai-juin vont disparaître à la faveur de *Lemna gibba*, *Wolffia arrhiza* et *Hydrocharis morsus-ranae*.

2.2.2 - La strate des hydrophytes fixées

Elle est composée de *Ceratophyllum* sp., *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton crispus*, *Myriophyllum* sp. et *Utricularia* sp.

La moyenne d'occupation globale est de 47 % du volume total de la colonne d'eau.

En période estivale, les Cératophylles supplantent les autres espèces qui diminuent rapidement.

2.2.3 - La strate des hélophytes

Elle se compose essentiellement de *Typha angustifolia*, *Phragmites communis* et *Juncus* sp.

A noter la présence de *Elocharis palustris*, *Scirpus maritimus* et *Iris pseudocarus*.

La moyenne d'occupation globale est de 46 % des berges.

La répartition ne varie pas pendant la période d'étude et est liée à l'état du fossé (envasement, hauteur d'eau) et au mode d'exploitation de la parcelle.

2.3 - CONCLUSION PARTIELLE

Cette première approche de la végétation permet d'obtenir des résultats généraux et de dégager les grands types d'occupation végétale rencontrés.

Il apparaît que les populations d'hydrophytes flottantes et d'hydrophytes fixées se modifient au cours de la saison de développement végétal ce qui entraîne une évolution dynamique des habitats si l'on considère l'aspect piscicole ainsi que des variations quantitatives qu'il est important d'avoir présente à l'esprit afin de réaliser plusieurs campagnes qui permettront de mettre en évidence ces variations saisonnières.

3 - LES MACROPHYTES DU MARAIS : RECAPITULATIF ET DONNEES BIOLOGIQUES

Le tableau n°6 récapitule les genres et espèces rencontrés sur la zone atelier du marais de Bourgneuf-Machecoul par MOISSONNIER (1994) et lors des campagnes du présent travail.

TYPE	NOM LATIN	FAMILLE	CLASSE
ALGUE	<i>Cladophora sp.</i>	Cladophoracée	Chlorophycée
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Ulvacée	Chlorophycée
	<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	Hydrodictyiacée	Chlorophycée
HYDROPHYTE FLOTTANTE	<i>Azolla filiculoides</i>	Azolacée	Ptéridophytes
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Hydrocharitacée	Monocotylédone
	<i>Lemna gibba</i>	Lemnacée	Monocotylédone
	<i>Lemna minor</i>	Lemnacée	Monocotylédone
	<i>Lemna polyrrhiza</i>	Lemnacée	Monocotylédone
	<i>Lemna trisulca</i>	Lemnacée	Monocotylédone
	<i>Wolffia arrhiza</i>	Lemnacée	Monocotylédone
HYDROPHYTE FIXEE	<i>Callitriche obtusangula</i>	Callitrichacée	Dicotylédone
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Cératophylacée	Dicotylédone
	<i>Chara sp.</i>	Characée	Charophycée
	<i>Elodea canadensis</i>	Hydrocharitacée	Monocotylédone
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Haloragacée	Dicotylédone
	<i>Potamogeton crispus</i>	Potamogetonacée	Monocotylédone
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Potamogetonacée	Monocotylédone
	<i>Potamogeton pusillus</i>	Potamogetonacée	Monocotylédone
	<i>Ranunculus peltatus</i>	Renonculacée	Dicotylédone
	<i>Utricularia vulgaris</i>	Lentibulariacée	Dicotylédone
	<i>Zannichellia palustris</i>	Zannicheliacée	Monocotylédone
HELOPHYTE	<i>Carex otrubae</i>	Cypéracée	Monocotylédone
	<i>Carex pseudocyperus</i>	Cypéracée	Monocotylédone
	<i>Eleocharis palustris</i>	Cypéracée	Monocotylédone
	<i>Iris pseudacorus</i>	Iridacée	Monocotylédone
	<i>Juncus conglomeratus</i>	Joncacée	Monocotylédone
	<i>Juncus effusus</i>	Joncacée	Monocotylédone
	<i>Juncus gerardii</i>	Joncacée	Monocotylédone
	<i>Juncus maritimus</i>	Joncacée	Monocotylédone
	<i>Phragmites australis</i>	Poacée	Monocotylédone
	<i>Scirpus maritimus</i>	Cypéracée	Monocotylédone
	<i>Typha angustifolia</i>	Typhacée	Monocotylédone
	<i>Typha latifolia</i>	Typhacée	Monocotylédone

Tableau n°6 : Espèces végétales recensées sur le Marais de Bourgneuf-Machecoul

Les familles que nous rencontrons sur le marais sont très nombreuses. Les paragraphes qui vont suivre ne présentent que les caractéristiques générales d'un petit nombre d'entre-elles.

La totalité des genres et espèces présents sont décrit dans l'annexe 2 à partir de données bibliographiques et d'observations réalisées sur le marais pendant notre étude.

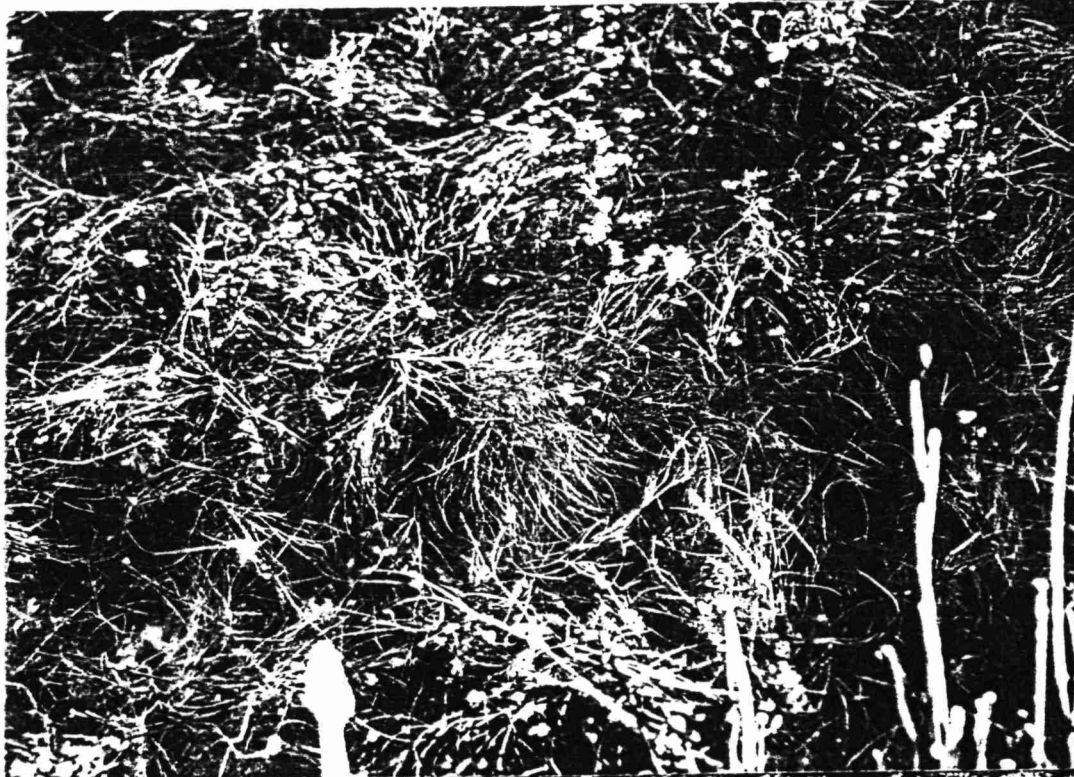
QUELQUES VEGETAUX DU MARAIS DE BOURGNEUF - MACHECOUL



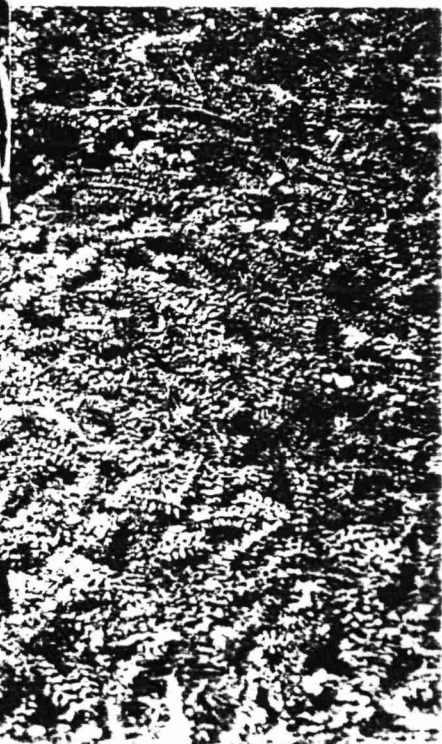
Azolla filiculoides ↗



Typha angustifolia ↗



↖ *Potamogeton pectinatus*



Elodea canadensis ↗

3.1 - FAMILLE DES LEMNACEES

Cette famille est composée de plantes flottantes se propageant essentiellement de façon végétative. Leur répartition spatiale est très étendue.

Les lentilles d'eau forment un groupe taxonomique isolé, peu de caractères sont à notre disposition pour leur détermination.

Aussi faut-il étudier parallèlement leur mode de vie, et les différents stades de développement.

La clé de détermination proposées par E. LANDOLT (1980) compte 2 sous-familles, 4 genres (*Spirodella sp.*, *Lemna sp.*, *Wolffiella sp.*, *Wolffia sp.*) et 35 espèces.

A noter que le genre *Wolffiella* absent sous nos latitudes vit au Zimbabwe pour *W. rotunda* et au Surinam pour *W. neotropica* (E. LANDOLT).

R. CORILLION (1994) dans la "Flore aquatique du Massif Armoricain", les qualifie de "corpuscules lenticulaires", c'est à dire qu'elles ne possèdent pas de tiges ni de feuilles différenciées, elles sont thalloïdes car leur appareil épigé est simplifié à une lame verte.

Les fleurs sont unisexuées et situées au bord de la fronde et ne possèdent pas d'enveloppe florale. Les fleurs mâles comportent une seule étamine (deux pour le genre *Lemna*) et les fleurs femelles un ovaire monoloculaire.

La fécondation donne un fruit sec.

3.2 - FAMILLE DES LENTIBULARIACEES

Les lentibulariacées sont des plantes des endroits humides ou aquatiques herbacées comportant 2 genres et environ 300 espèces que l'on peut qualifier de carnivores.

Le genre *Utricularia* est composé de plantes flottantes à tiges allongées et grêles.

Elles sont dépourvues de racines et les feuilles sont adaptées à la capture de petits animaux aquatiques.

Il s'agit de plantes dites mixotrophes c'est à dire qu'en plus de la photosynthèse, elles se procurent d'autres substances minérales pour leur développement (VETVICKA, 1981).

Entre les feuilles découpées en divisions fines, il existe des vésicules (= utricules) d'origine foliaire ne s'ouvrant que vers l'intérieur. L'ensemble est entouré de poils tactiles.

Le contact avec un petit crustacé provoque l'ouverture brutale de la valve et la vésicule se dilate provoquant un courant d'aspiration.

L'animal ainsi piégé périt et les substances de sa décomposition sont absorbées par les tissus de la plante.

3.3 - FAMILLE DES RENONCULACEES

Famille très vaste de plantes herbacées et de lianes (genre *Clematis*).

Elle comporte 1750 espèces en 58 genres.

Le genre *Ranunculus* L. qui nous interesse est divisé en 3 sous-genre (DE LANGHE, 1983) :

- ♦ sous-genre *Ficaria*
- ♦ sous-genre *Ranunculus*
- ♦ sous-genre *Batrachium*

Le sous-genre *Batrachium* est composé de plantes aquatiques submergées ou flottantes.

L'appareil végétatif porte deux types de feuilles :

- les feuilles flottantes à limbe entier
- les feuilles immergées réduites aux nervures

Chez les espèces adaptées aux eaux rapides on note la présence uniquement de feuilles immergées à nervures longues et parallèles (ex : *Ranunculus fluitans*).

Les fleurs solitaires qui éclosent toutes au dessus de la surface de l'eau sont blanches et souvent tachées de jaune à la base.

3.4 - FAMILLE DES POTAMOGETONACEES

La famille des Potamogetonacées est très étendue et l'on trouve ainsi des représentants aussi bien sous les tropiques que dans les zones tempérées.

Le genre *Potamogeton* qui en fait partie est très vaste et comprend 90 espèces (DE LANGHE, 1983).

• APPAREIL VEGETATIF : plante herbacée vivace, souvent fixé par un rhizome rampant assurant sa pérennité.

Il est caractérisé par un polymorphisme foliaire marqué, aussi trouve-t-on des espèces à larges feuilles flottant à la surface, des espèces aux limbes en filaments ou encore linéaires allongées, mais toujours contenant des lacunes aérifères.

Ces végétaux sont soit totalement immergés ou composés de feuilles flottantes mais toujours bien enracinés.

La base des feuilles possède souvent des stipules formant une gaine autour de la tige.

Chez les *Potamogeton*, les feuilles florales sont opposées et les autres alternes .

• APPAREIL REPRODUCTEUR : l'inflorescence est un épi en position axillaire ou terminale, dans l'eau ou à la surface mais dans ce dernier cas, l'épi rentre souvent dans l'eau après la fécondation.

La fleur verdâtre ou rougeâtre est petite, hermaphrodite et sans bractées.

Le périanthe est composé de 4 pièces libres entre elles.

On compte 4 étamines libres à filets courts.

Le gynécée est composé de 4 carpelles libres entre eux à un ovule chacun. Le stigmate est plus ou moins sessile.

La fécondation donne 1 à 4 akènes. La face ventrale de l'akène est celle qui jouxte l'axe floral et la face dorsale celle qui en est le plus éloignée, cette dernière étant généralement reconnaissable par son aspect bombé.

3.5 - FAMILLE DES CALLITRICHACEES

Dans le genre *Callitriche*, on compte environ 30 espèces parmi lesquelles on peut différencier deux types de plantes selon leur mode de vie (DE LANGHE, 1983) :

- ♦ croissance en milieu très humide
- ♦ croissance en milieu aquatique

Au niveau des caractéristiques générales, on distinguera l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur du second type de plantes :

- APPAREIL VEGETATIF : la tige est grêle, souvent très ramifiée et porte des feuilles opposées.

L'extrémité des rameaux feuillés atteint la surface où se développe une rosette de feuilles rapprochées et flottantes différentes des feuilles immergées.

Il se forme souvent des racines adventives sur les tiges permettant ainsi la multiplication végétative.

- APPAREIL REPRODUCTEUR : les fleurs, unique ou en petit nombre se forment à l'aisselle des feuilles. Elles sont petites, dépourvues de périanthe et unisexuées.

La fleur mâle est constituée d'une seule étamine à filet filiforme.

La fleur femelle est formée de deux carpelles soudés et de deux stigmates plus ou moins allongés.

L'ovaire est supère, à 4 loges comportant chacune un ovule.

Le fruit est le plus souvent comprimé latéralement, ailé ou non et se fragmentant en 4 akènes.

3.6 - FAMILLE DES JONCACEES

La famille des Joncacées compte 2 genres (*Luzula et Juncus*) et environ 300 espèces.

Plantes herbacées, terrestres, palustres ou parfois aquatiques, à port plus ou moins graminiforme.

- APPAREIL VEGETATIF : les feuilles sont planes et glabres ou cylindriques, en position alterne ou en rosette basilaire.

Le développement des joncs est lent, il s'agit pour la plupart d'espèces vivaces, poussant en groupe dans les zones humides ou mouillées.

- APPAREIL REPRODUCTEUR : l'inflorescence est une panicule, parfois très contractée.

La fleur à une symétrie radiaire et est hermaphrodite.

Elle est formée de deux verticilles portant trois tépales chacun.

Le périanthe a une couleur verte ou brune, à l'intérieur on trouve un ou deux verticilles de trois étamines entourant trois stigmates.

Le gynécée est composé de trois carpelles soudés entre eux, l'ovaire est supère.

Le fruit est une capsule à trois valves.

Cette première analyse a permis de dégager les grandes tendances de la composition végétale en période estivale, sans pour autant en permettre une quantification de biomasse.

4 - CHOIX DES STATIONS POUR L'ETUDE DE LA VEGETATION (1995)

L'étude de la végétation sur cette zone a été réalisée pour les hydrophytes flottantes, les hydrophytes fixées et les hélophytes.

Toutefois, nous ne traiterons dans ce rapport que l'ensemble des hydrophytes.

Les relevés réalisés pour la strate des hélophytes seront étudiés ultérieurement.

4.1 - ETUDE PRELIMINAIRE

Le réseau hydrographique de la zone atelier est maintenant connu à quelques incertitudes près et il nous est donc possible de comprendre comment s'écoulent les eaux dans cette partie du marais.

De ce fait, l'étude de la connexité du réseau d'une part et la connaissance de son envasement sur les différents types de fossés d'autre part permettent d'avoir une approche précise des paramètres abiotiques du système.

Ces investigations ont permis de dresser une carte à partir du système d'information géographique (SIG).

4.2 - LES SIG DANS LE PROGRAMME NORSPA

L'étude de l'état initial de la zone atelier n'a pu être réalisée que par la réalisation en tout premier lieu de cartes fiables et précises.

Pour cela, le réseau représenté sur les cartes cadastrales et la carte au 1/25000^{ème} géoréférencée ont été digitalisées sur le SIG ARC/INFO.

Les différentes erreurs topologiques ont été corrigées sur la couverture grâce à 35 films diapositives en Infra-Rouge couleur (MERLE 1994).

Le SIG permet de représenter les fossés par des arcs, dont les extrémités sont limités par des noeuds (ANNEXE 3).

Ces données sont organisées en couvertures du réseau hydrographique, c'est à dire des couches d'informations spatiales, reliées à un fichier de données descriptives.

Selon les objectifs poursuivis, on peut considérer des objets différents : des arcs hydrauliques, des arcs thématiques, des points, des polygones...

Par exemple, les figures suivantes montrent deux types de découpage du réseau de fossés secondaires :

- ♦ en biefs hydrauliques
- ♦ en arcs parcellaires

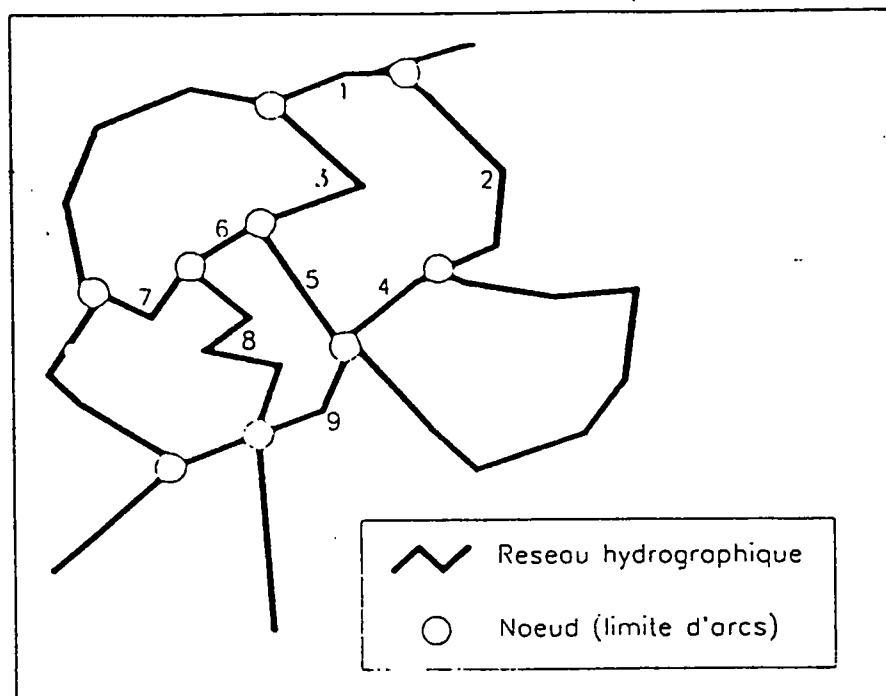


Figure n°8 : Découpage du réseau en biefs hydrauliques (Collectif, 1994)

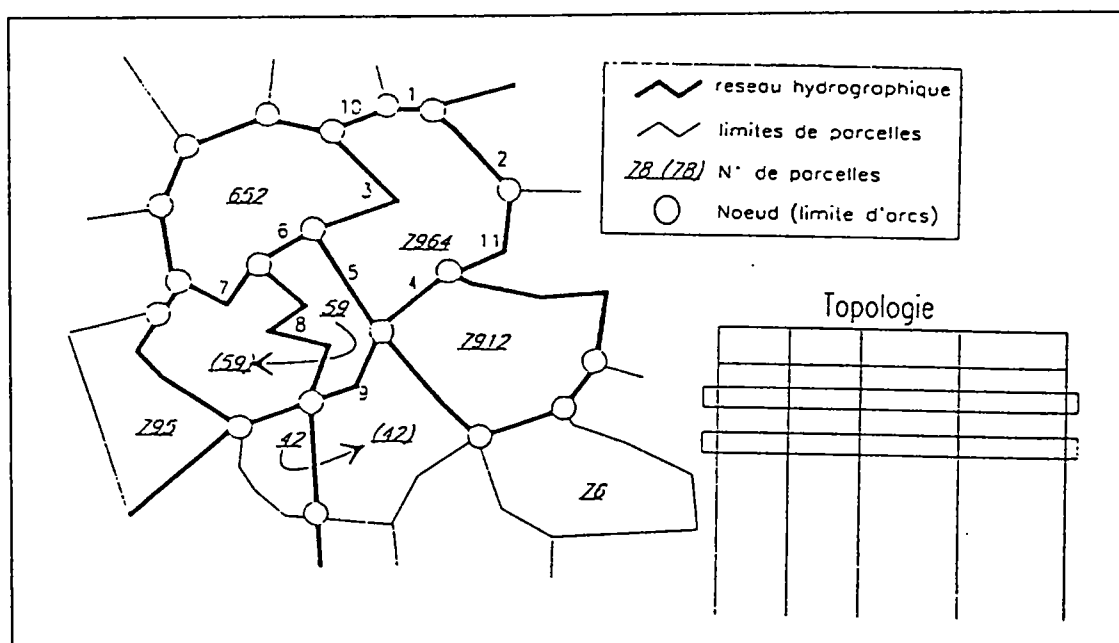


Figure n°9 : Découpage en arcs thématiques (Collectif, 1994)

4.3 - CHOIX DES STATIONS EN FONCTION DE LA HIERARCHISATION DU RESEAU

Les stations devront être en nombre suffisant afin que les résultats obtenus soient représentatifs du réseau de canaux considérés.

Pour cela un repérage de deux jours sur le terrain avec la collaboration de C. Rigaud et T. Moissonnier de la division "Aquaculture et Pêche" du CEMAGREF de Bordeaux a permis de choisir 30 stations sur l'ensemble de la zone.

Ces stations sont généralement proches de celles choisies pour les études de suivis piscicoles dans l'objectif de corrélations ultérieures possibles en terme d'habitat.

Les autres ont été choisies de façon à ne négliger aucun type de fossés.

Cela nous a conduit à placer une station sur la Gravelle, étier principal de la zone, et une sur l'Etier de Loyau.

Sur 30 stations on en compte :

- ♦ 2 sur étiers
- ♦ 7 sur écours
- ♦ 21 sur fossés secondaires

Remarque : On ne tiendra pas compte des fossés temporaires, car durant notre étude qui est réalisée en période estivale, ils sont asséchés.

Lors d'une approche théorique réalisée au bureau, le nombre total de stations envisagées était proche de quarante.

Sur le terrain, certaines stations ont été supprimées pour des raisons pratiques, telles que :

- ♦ accès difficile (pacages d'animaux et propriétés privées avec entrée interdite)
- ♦ stations proches et à caractéristiques végétales identiques
- ♦ pas de développement végétal significatif (plusieurs stations sur la Gravelle étaient prévues à l'origine mais le faible développement végétal observé a limité le nombre à une station)

De plus, pour être représentative, une étude de la végétation en pleine période végétative doit être réalisée en un temps minimum susceptible de ne pas influencer sur le niveau de développement et d'occupation de chaque espèce.

Aussi, une campagne de terrain a été fixée à 4 jours. Les prélèvements sont réalisés par 2 équipes de 2 personnes. La réalisation de l'étude de chaque station est estimée à un minimum de une heure.

A cela, il faut ajouter les déplacements sur la zone souvent à pied avec transport de matériel.

Parallèlement, il ne faut pas négliger toute la partie traitement des échantillons réalisée ultérieurement.

LOCALISATION DES STATIONS



4.4 - CHOIX DES STATIONS EN FONCTION DES ENVASEMENTS

Nous avons donc choisi 30 stations représentant les 3 catégories de fossés rencontrés.

Sur chaque fossé, nous avons mesuré en 10 points espacés de 5 mètres (soit une station de 50 mètres) la hauteur d'eau dans le fossé et la hauteur totale jusqu'au bri.

La hauteur totale retranchée à la hauteur d'eau donne la hauteur de vase à chaque point.

Ces 10 mesures permettent d'obtenir une hauteur moyenne de vase pour chacune des 30 stations.

Cela nous conduit donc à une typologie des fossés étudiés (cf Partie I - § 4.3.1) :

- ♦ fossés de type 1.....7 %
- ♦ fossés de type 2.....60 %
- ♦ fossés de type 3.....33 %

Les résultats obtenus sont en accord avec la typologie d'envasement de MOISSONNIER (1994), réalisée sur un échantillon de 225 stations.

Le choix de nos stations en terme de typologie d'envasement peut être considéré comme satisfaisant et donc assure une bonne représentativité de la zone.

5 - MISE EN PLACE DE LA METHODOLOGIE

5.1 - TRAVAIL SUR LE TERRAIN

5.1.1 - Approche générale de la végétation

Lors de la campagne de reconnaissance (avril 1995), une première approche de la végétation qui colonise ce milieu a été réalisé.

A partir de ces observations, nous avons pu mettre au point une fiche de relevés adaptée aux végétaux rencontrés (ANNEXE 4).

En plus d'une appréciation générale sur le milieu (conductivité, courant, transparence, utilisation agricole des parcelles...), cette fiche a pour but de consigner une première quantification de la végétation rencontrée.

L'étude est réalisée sur les hydrophytes flottantes, les hydrophytes fixées et les héliophytes.

Les paramètres étudiés sont :

5.1.1.1 - Le recouvrement

En théorie, il est défini pour une espèce comme le pourcentage de la surface du sol recouvert si l'on projetait verticalement sur le sol l'appareil aérien des individus de l'espèce (GOUNOT, 1969).

Dans notre cas, on réalise une estimation du pourcentage de recouvrement global de la station pour les trois types de végétaux déjà cités, en différenciant toutefois les hélophytes pour chacune des berges.

La seconde étape est la détermination des différentes espèces et l'attribution d'un pourcentage de recouvrement relatif pour chaque espèce.

A noter que la différence d'envergure de chaque espèce (port de l'appareil végétatif) a tendance à surestimer ou sous-estimer les espèces, et que cela nécessite une certaine vigilance.

- pour les hydrophytes flottantes : la détermination est facilement réalisable car ces végétaux sont d'identification simple étant donnée leur localisation à la surface de l'eau. Toutefois, l'inventaire est souvent complété par l'opérateur situé dans le fossé.

Pour cette strate, ce paramètre indique uniquement le recouvrement, qu'il ne faut pas assimiler à une biomasse.

En effet, lors de fort développement favorisé par la diminution du niveau de l'eau et son réchauffement, la prolifération de ces végétaux conduit à un empilement d'appareils végétatifs sur plusieurs centimètres qui ne peut pas être estimée par cette méthode.

- pour les hydrophytes fixées : lorsque cela est rendu possible par une bonne visibilité, on peut réaliser une estimation du pourcentage de recouvrement global et du pourcentage de recouvrement relatif par espèce. On constate parfois des problèmes de détermination nécessitant le prélèvement

- pour les hélophytes : c'est ce type de végétaux qui sera le plus facile à estimer par cette méthode.

En effet, après la détermination des différents genres et espèces (assez complexe chez *Juncus* et *Carex*) le pourcentage de recouvrement relatif de chaque espèce est facilement réalisable.

Cependant, la présence de plusieurs opérateurs pose des problèmes de subjectivité dans l'appréciation de ce paramètre.

Afin d'essayer d'y remédier, un calibrage entre chaque participant semble nécessaire lors de l'étude de la première station.

Toutefois il nous a paru intéressant d'associer à cette méthode de quantification des hélophytes une autre estimation de l'abondance.

5.1.1.2 - L'indice de dispersion

Réalisé uniquement sur la strate des hélophytes, cet indice semble d'utilisation plus simple et réduit la part de subjectivité.

Il s'agit en effet de classes allant de 1 à 5 et où chacune correspond à un état de dispersion de la végétation :

- ⇒ 1 = présent
- ⇒ 2 = disséminé
- ⇒ 3 = disséminé par touffes
- ⇒ 4 = continu en longueur
- ⇒ 5 = continu et abondant

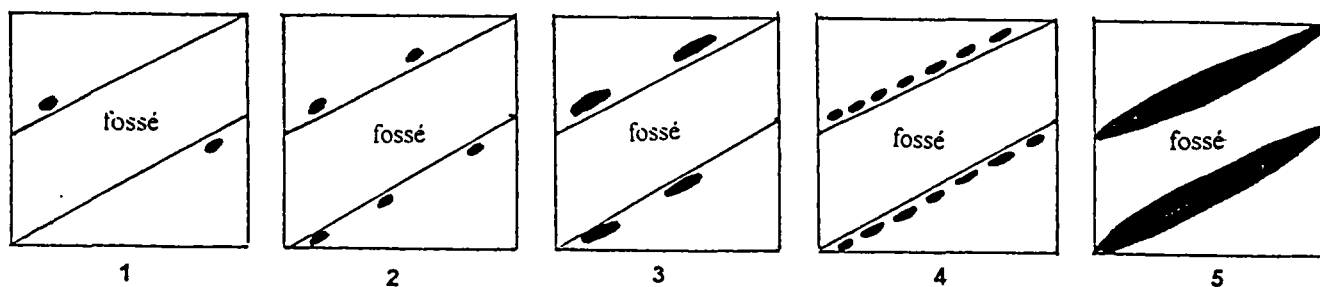


Figure n°10 : Répartition de la végétation le long d'un fossé

Cet indice permet de connaître la dispersion des hélophytes sur les berges et vient en complémentarité du recouvrement.

Il semble donc nécessaire de réaliser les deux types de quantification afin d'obtenir un résultat le plus fiable possible.

La description de la végétation à partir de cette fiche fait apparaître toutefois des problèmes quant à la quantification des macrophytes fixées dûs à des difficultés d'observation.

Une meilleure connaissance de la quantification de ces végétaux pourrait être réalisée à partir de prélèvements permettant d'en estimer la biomasse sur un volume donné.

En effet, l'observation de ces végétaux réalisée de la berge pose plusieurs problèmes.

La première difficulté rencontrée est directement liée à la visibilité.

En effet, cette dernière est entravée de deux façons :

- ⇒ manque de transparence de l'eau, comme cela est fréquent sur le réseau
- ⇒ développement important d'algues ou d'hydrophytes flottantes, masquant totalement les espèces immergées.

Cela peut conduire à des sous-estimations notables de l'occupation du fossé par les végétaux fixés.

Ce résultat non satisfaisant peut être amélioré grâce à des prélèvements réalisés à partir de la berge à l'aide du râteau. Ceci permet ainsi d'obtenir une meilleure connaissance au niveau qualitatif des espèces présentes.

Mais cela ne renseigne en aucun cas sur l'aspect quantitatif et l'occupation réelle du fossé par cette strate.

Pour cela, nous avons mis en place une méthode de prélèvements lourde mais permettant semble-t-il une bonne connaissance en terme d'abondance.

5.1.2 - Etude des hydrophytes fixées

Une première approche de la végétation fait apparaître que l'observation de ce type de végétaux est la plus susceptible de difficultés.

Aussi, étant donnée la faible profondeur de 29 de nos stations, l'étude de la végétation est réalisée par un opérateur qui se place directement dans le fossé.

Sur la Gravelle, Etier principal de la zone, on procède à l'étude à partir d'un canoë , la profondeur étant trop importante (environ 1.50 mètres)

5.1.2.1 - Choix de la longueur de la station

Comme nous l'avons déjà signalé, les stations ont été choisies par rapport à la proximité des stations de pêche, ce qui permettra peut être à terme de réaliser des corrélations habitat/poisson dans ce type de fossés, mais aussi pour leur la représentativité par rapport à la hiérarchisation du réseau et la typologie d'envasement.

En ce qui concerne la longueur à considérer pour une station en écosystème linéaire, WIEGLEB (1981) signale un plateau de la courbe aire-espèces totales entre 32 et 64 mètres.

HAURY (1982 et 1995) propose l'observation des macrophytes immergées sur des tronçons d'une longueur minimale de 50 mètres.

Nous retiendrons donc cette longueur de 50 mètres pour l'étude de la végétation dans le système hydraulique du marais de Bourgneuf-Machecoul, en considérant qu'elle correspond à l'aire minimale d'apparition de la totalité des espèces sur l'arc étudié.

PRELEVEMENT DES HYDROPHYTES FIXEES



Prélèvement de macrophytes réalisé par un opérateur dans le fossé



Prélèvement de macrophytes dans l'Etier de la Gravelle

5.1.2.2 - La technique des points-contact

La technique du point-contact est apparue initialement aux Etats-Unis (HAURY, 1982) et a été préconisée en France par LONG (1958) et codifiée par DAGET et POISSONNET (1971) pour les écosystèmes prairiaux.

En cours d'eau, l'observation directe des macrophytes est souvent limitée par des contraintes liées à la profondeur ou encore à la visibilité.

Celles-ci ont conduit à une méthode de prélèvements directs réalisée "en aveugle" testée sur le fleuve Charente (DUTARTRE, CODHANT, MARY, 1994).

Cette technique en plus d'être reproductible sans variations dues à l'opérateur permet l'obtention de données qualitatives et partiellement quantitatives sur les végétaux immergés.

Dans notre milieu aquatique (écosystème marais), le point-contact est réalisé à l'aide d'un râteau enfoncé dans l'eau perpendiculairement à la surface jusqu'au contact avec la vase.

Une rotation du manche et donc de la partie terminale comportant les dents (solidarité de l'ensemble), permet d'extraire un volume de végétaux correspondant à la surface au sol du râteau soit 165 cm² multipliée par la hauteur de la colonne d'eau libre à l'aplomb de la surface et dans laquelle les végétaux sont en suspension.

La détermination et l'abondance des végétaux vont donc être notées à partir de ces points-contact.

Pour cela, lors de chaque prélèvement, on notera sur une seconde fiche (cf annexe 3) les espèces rencontrées et leur abondance grâce à un indice variant de 1 à 5 (différent de l'indice de dispersion), 1 correspondant à l'observation d'un fragment d'appareil végétatif sur le point-contact et 5 correspondant à un prélèvement presque exclusif et abondant d'une même espèce.

Cependant, le problème de l'échantillonnage est rapidement apparu lors de la localisation du point-contact.

En effet, comment choisir le nombre et l'emplacement des points-contact de manière objective et de façon à représenter la totalité de la station ?

Bien sûr, cela ne pose aucun problème dans les cas de répartition homogène de la végétation, mais cela se complique lors d'une répartition hétérogène.

Il apparaît alors la tentation de réaliser le point-contact à l'endroit où l'abondance est la plus importante.

Pour limiter ces problèmes d'ordre subjectif, nous avons opté en faveur de 3 points-contact répartis sur la largeur de la station .

Ils sont respectivement localisés :

- ⇒ 1 en bordure de la berge
- ⇒ 1 au milieu du fossé
- ⇒ 1 en bordure de la berge opposée

ETUDE DE LA VEGETATION



Exemple d'une station d'étude



Végétaux recueillis lors d'un point-contact

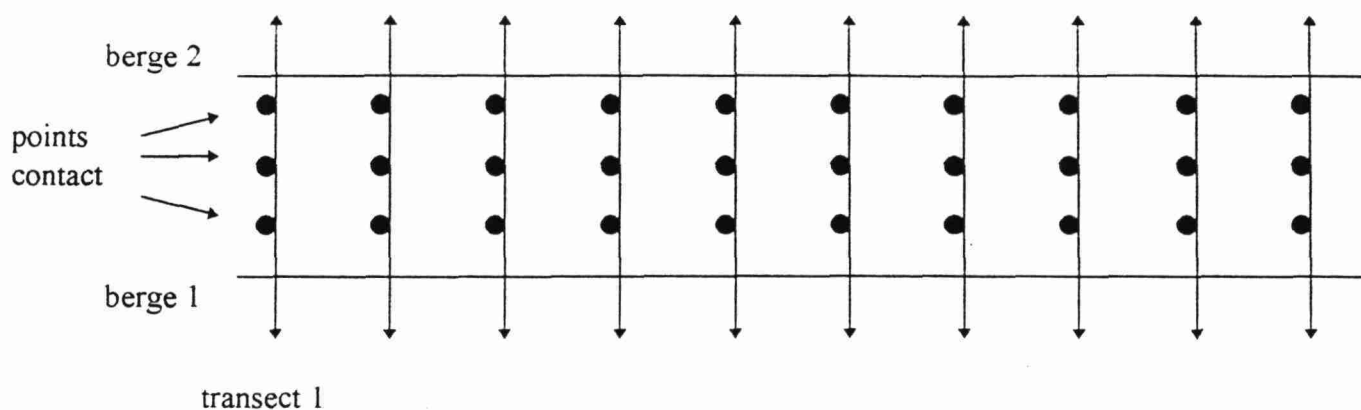


Figure n°11 : Localisation des points-contacts sur une station

La méthode des points-contact bien que développée à l'origine pour les études d'écologie terrestre, a été parfois appliquée en milieu aquatique.

Dans le cas de la Charente, les stations considérées ont une longueur d'environ 500 mètres, sur lesquelles sont réalisées 120 à 150 points répartis sur 11 profils transversaux.

Nous avons donc adaptés cette méthode à notre système de canaux en réalisant 10 transects espacés de 5 mètres le long de la station.

Le choix d'un espacement de 5 mètres étant nécessaire pour éviter tout recouvrement entre les transects.

En effet, l'appareil végétatif de certains végétaux aquatiques est très ramifié ou stolonifère.

Un espacement suffisant entre les transects assure donc que deux prélèvements successifs ne prendront pas en compte le même individu.

L'étude a donc été réalisée à partir de 30 points-contact, nombre considéré comme correct pour une bonne connaissance de la végétation fixées de ce milieu et permettant une approche statistique.

Cela se traduit sur une station colonisée par une seule espèce de la façon suivante (Figure n°12) :

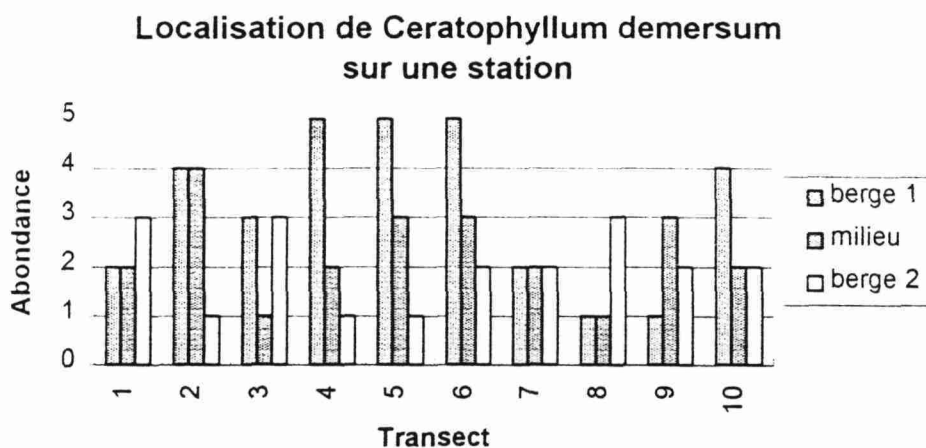


Figure n°12 : Répartition d'une espèce sur chaque point-contact

Le graphique ci-dessus fait apparaître la variabilité existant entre les trois points d'un même transect, Ce qui nous a amené à conserver au cours des diverse campagnes de terrain ce nombre de points-contact, afin d'obtenir une image jugée fiable de la répartition et de l'abondance des espèces.

Ainsi peut-on obtenir "l'image" de toutes les stations de notre étude et même de voir comment évoluent les espèces les unes par rapport aux autres sur un même fossé.

La figure n° 13 présente à titre d'exemple les données obtenues pour quatre espèces sur une même station en mai 1995.

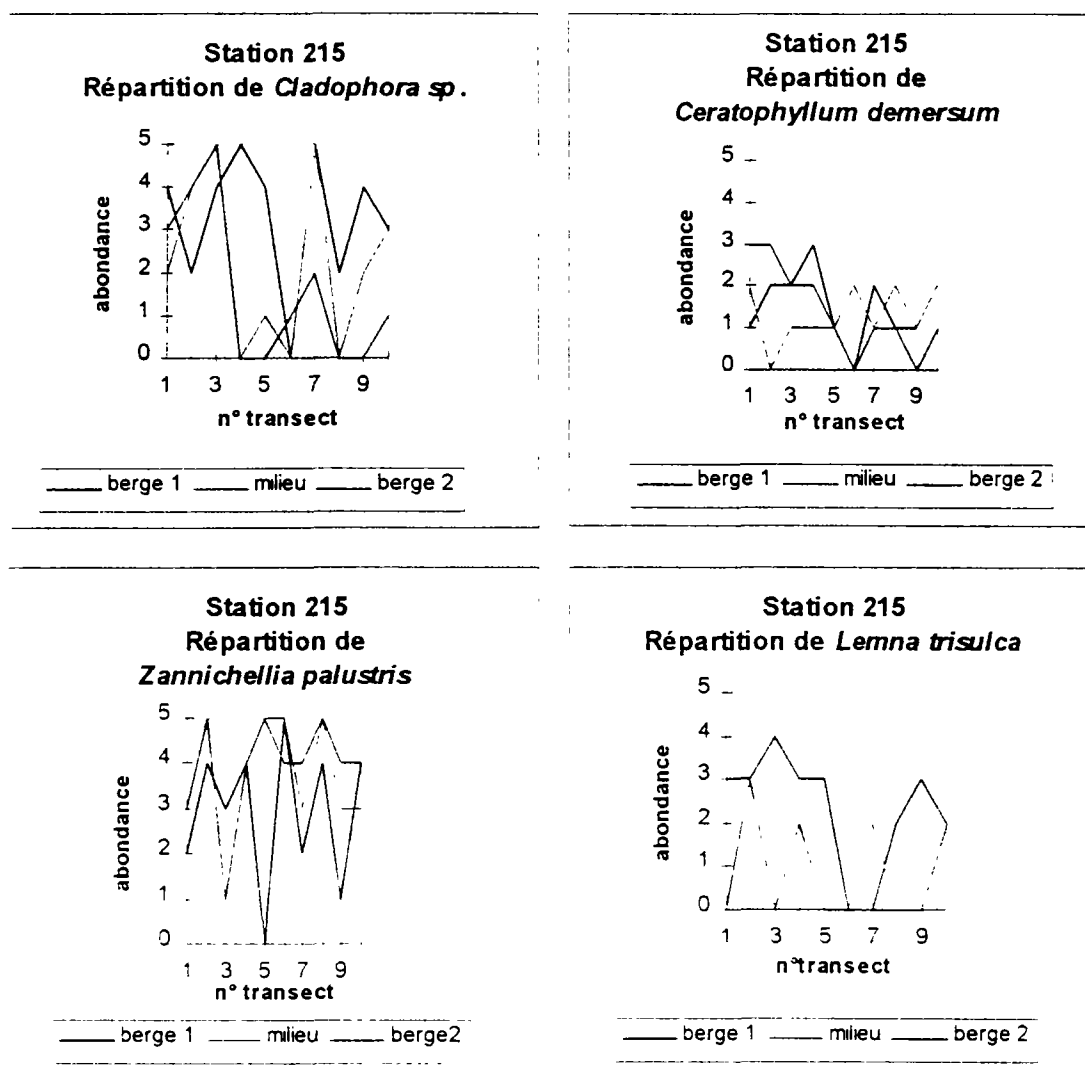


Figure n°13 "Image" d'une station observée en mai 1995

Cette répartition transversale des points est également motivée, d'une part par le fait que l'on peut observer des différences de profondeur entre les points proches des berges et le milieu du fossé et d'autre part par l'influence variable des hélophytes des rives: un grand développement d'hélophytes du type *Phragmites australis* conduit par exemple à des zones d'ombre pouvant favoriser ou limiter certaines espèces.

Par cette méthode, de nombreux paramètres abiotiques peuvent également être pris en compte tels que la profondeur, l'envasement, la hauteur d'eau libre, la largeur du fossé... et permettre ainsi des corrélations ultérieures.

5.1.2.3 - Evaluation du volume de macrophytes prélevés sur les points-contact

Le but de notre méthode, est la mise au point d'une méthode facile à mettre en oeuvre et permettant une bonne connaissance de la végétation au niveau du réseau hydraulique du marais.

La connaissance de la biomasse des végétaux présent serait une donnée très intéressante mais beaucoup trop lourde à mesurer en routine, d'où un "biais" par le volume. L'hypothèse étant que vu la constitution des plantes immergées on pouvait penser qu'il existe une corrélation suffisante entre leur volume et leur biomasse.

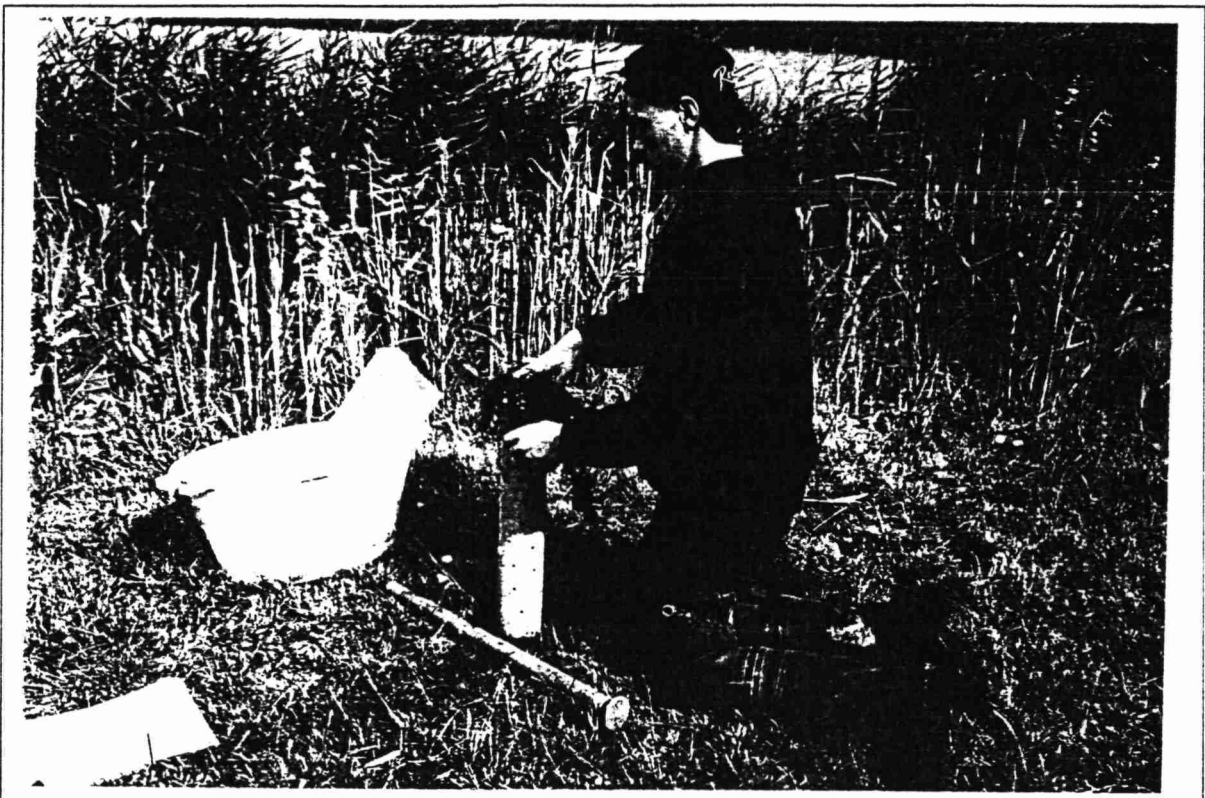
On utilise donc un compacteur, qui est un tube de PVC de 9,5 cm de diamètre et de 55 cm de haut (cf annexe 4). Les végétaux sont donc insérés dans le tube et tassés à l'aide d'un poussoir gradué. La hauteur de macrophytes ainsi mesurés (en cm) permet d'en déduire le volume (en cm³).

Les carottes ainsi obtenues sont recueillies dans des poches plastiques portant le numéro de la station et transportées pour fournir d'autres paramètres d'étude.

DETERMINATION DU VOLUME



Le compacteur et la végétation obtenue lors d'un point contact



Utilisation du compacteur

5.2 - TRAVAIL DE LABORATOIRE

Cette phase de laboratoire bien que fastidieuse par sa mise en oeuvre permet d'obtenir des données importants pour l'étude de la végétation.

5.2.1 - Préparation des végétaux

Les végétaux recueillis lors des points-contact et transportés jusqu'au lieu de traitement vont y être lavés.

En effet, lors du prélèvement, les dents du râteau sont au contact de la vase afin de sectionner les racines de ces végétaux fixés et de remonter à la surface l'ensemble de l'appareil végétatif.

Aussi, un rinçage succinct du point-contact dès son obtention ne permet pas le nettoyage des végétaux.

De plus, certains fossés bordés de Phragmites ou de Joncs sont fortement envahis par les appareils aériens de ces derniers tombés à la mauvaise saison ou bien lors du faucardage de la parcelle.

L'extraction de ces débris végétaux parfois incomplète sur le terrain est améliorée.

Cette phase de lavage, consiste en un premier temps à rincer les végétaux dans un grand bac et de les déposer ensuite sur une grille à maille assez fine pour finir de les débarrasser de la vase et des débris végétaux.

Les végétaux propres sont alors essorés.

5.2.2 - Les pesées

5.2.2.1 - Le poids frais total

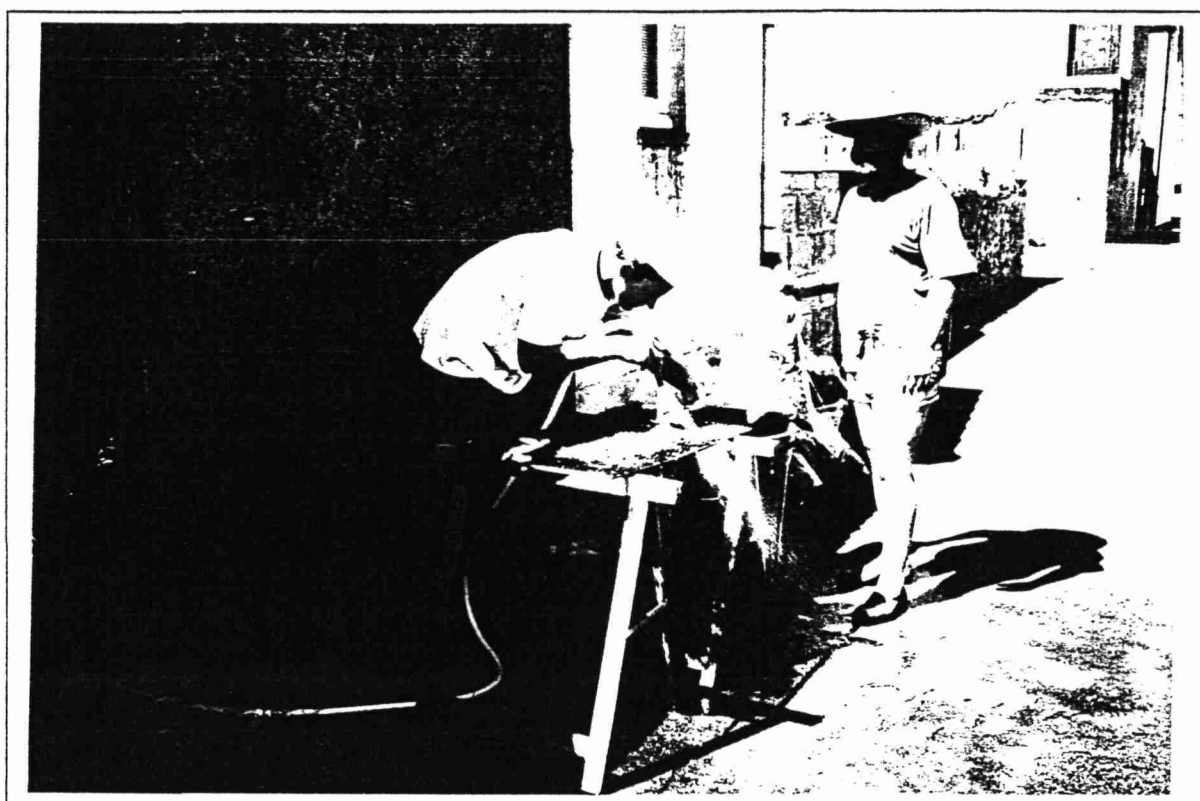
Pour chaque station, on va obtenir un poids frais total de végétaux recueillis sur les 30 points-contact.

Ces pesées font apparaitre des différences entre les stations étudiées et ces données permettront des corrélations ultérieures.

LE NETTOYAGE DES VEGETAUX



Premier rinçage réalisé dans un grand bac

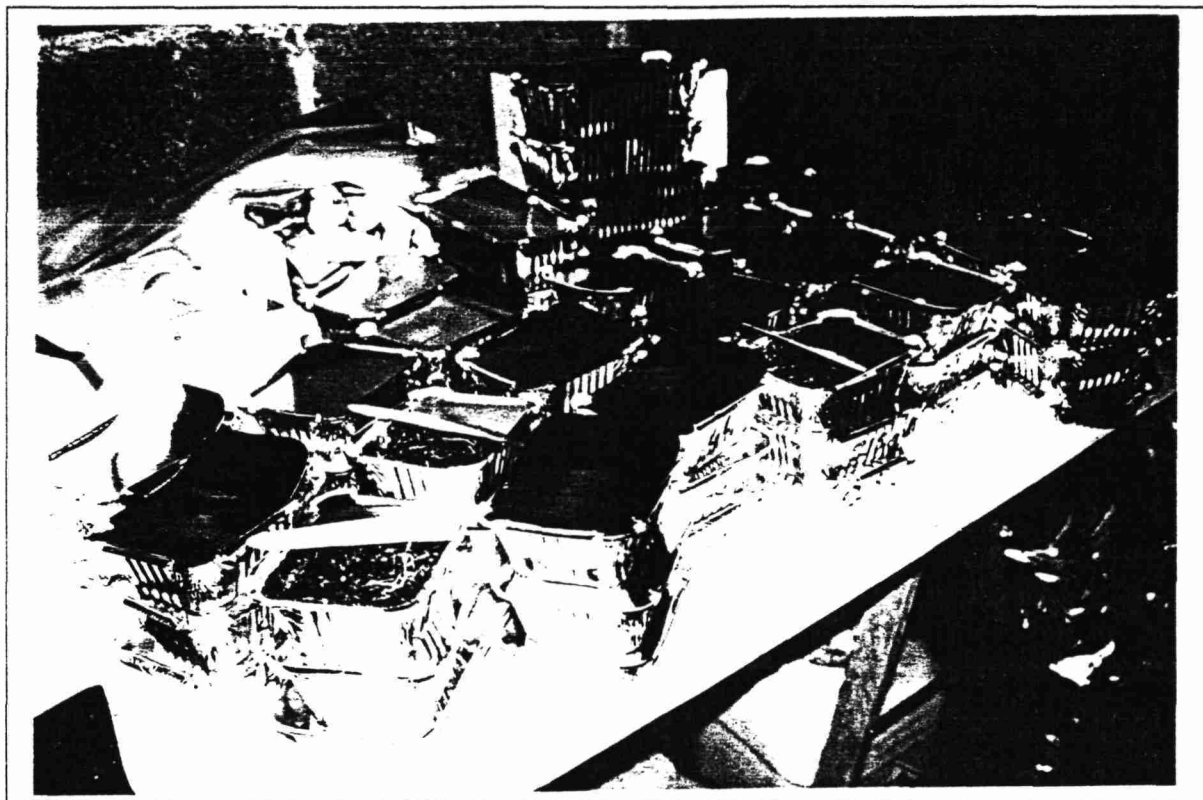


Second rinçage et retrait des débris végétaux

L'ECHANTILLONNAGE



Réalisation des 3 échantillons à partir de l'ensemble des végétaux de la station



Les échantillons avant la mise à l'étuve

5.2.2.2 - Le poids sec

Etant donnée la quantité importante de végétaux sur la majeure partie de nos stations, il n'est pas envisageable de procéder au séchage de la totalité des végétaux.

Aussi, nous avons eu recours à un échantillonnage.

A partir de la totalité des végétaux d'une station, nous avons extrait 3 échantillons réalisés le plus minutieusement possible, chacun devant être considéré comme un sous-échantillon représentatif de l'ensemble.

Les 3 répliques sont placées dans des boîtes aluminium de 0.5 litre, pesées, et placées à l'étuve à 110 °C pendant 15 jours (temps nécessaire dans les conditions expérimentales pour ne plus avoir de variation de poids).

Pour chaque station, on obtient grâce à ces échantillons, 3 poids frais et 3 poids secs.

Le rapport poids sec / poids frais obtenu en règle générale sur ces 3 sous-échantillon pour chaque station est dans la majeure partie des cas relativement constant, ce qui permet de penser que les échantillons sont représentatifs de leur station, et donc, que les résultats obtenus vont pouvoir être utilisés pour des corrélations ultérieures.

5.2.3 - Limite des méthodes

Au départ, la pesée avait été envisagée espèce par espèce, ce qui permettait ainsi d'obtenir des poids frais et des poids secs par espèce, l'ensemble donnant le poids frais et le poids sec de végétaux sur la station.

Mais, lors de la première campagne de terrain, nous avons été confronté à :

- ♦ la quantité importante de végétaux
- ♦ l'enchevêtrement des végétaux entre eux après lavage et essorage
- ♦ la présence de l'algue *Cladophora sp.* formant des masses inextricables

Le tri devenait trop long dans le temps prévu pour l'étude, voire irréalisable pour certaines stations.

Aussi, l'étude a donc été réalisée tous végétaux confondus.

Les résultats obtenus dans certains cas ne correspondent pas toujours à ceux escomptés.

Ainsi, la corrélation obtenue entre les moyennes des poids frais des 3 échantillons de chaque station et les moyennes des poids secs correspondantes est relativement décevante (Figure n°14).

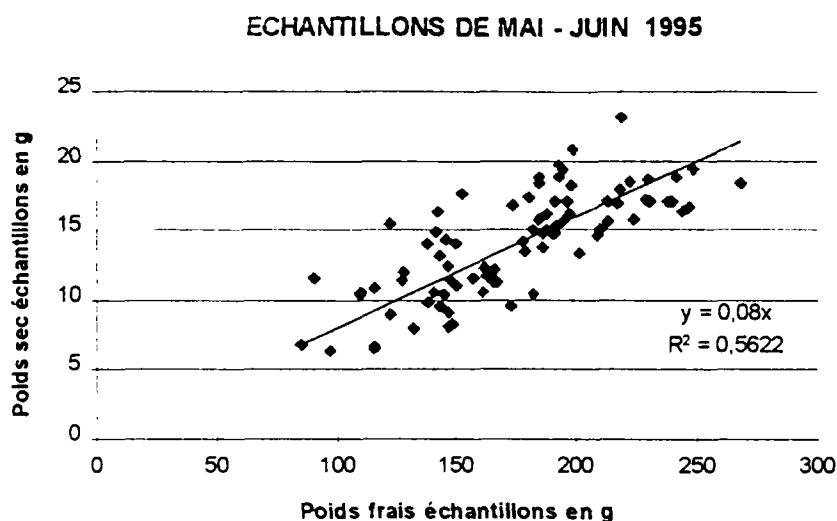


Figure n°14 : Corrélation moyenne poids frais échantillons / moyenne poids secs échantillons

Cette mauvaise corrélation ne semble pas provenir d'un mauvais échantillonnage mais du fait que les stations considérées ont des compositions végétales très variables et que la méthode d'essorage des végétaux n'étant pas normalisée est également une cause d'erreur notable.

Cela conduit à des variations importantes du rapport poids sec / poids frais.

Nous pouvons penser que s'il avait été possible de réaliser un tri sur les espèces, nous aurions obtenu une droite caractéristique pour chacune.

Cela nous a donc conduit à essayer de typer à posteriori nos stations. Pour cela, nous avons choisi des stations à *Ceratophyllum demersum* et à *Cladophora sp.* très importantes en mai.

Nous considérerons 3 séries (Figure n°15) :

- ♦ stations avec *Ceratophyllum demersum* et *Cladophora sp.* abondants
- ♦ stations où *Cladophora sp.* domine *Ceratophyllum demersum*
- ♦ stations où *Ceratophyllum demersum* domine *Cladophora sp.*

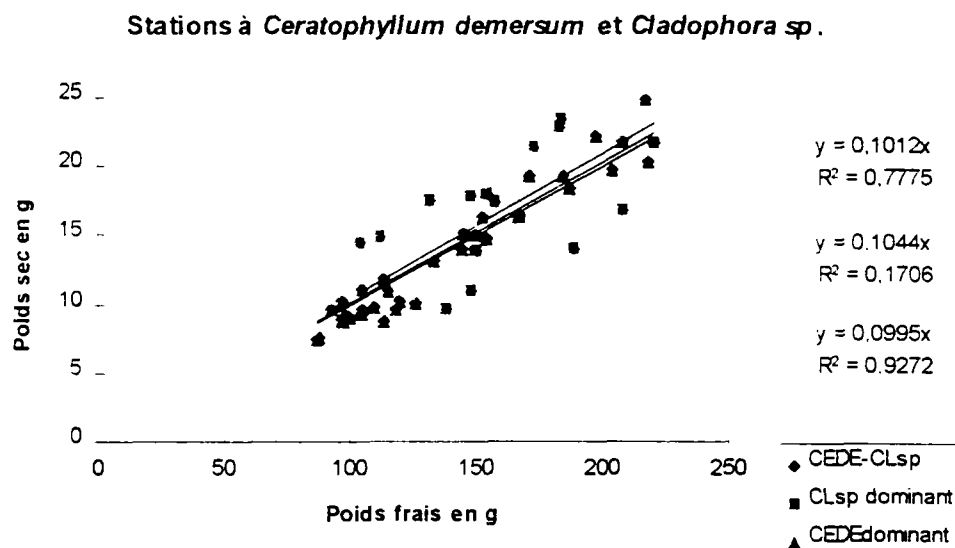


Figure n°15 : Corrélation poids frais / poids sec pour des stations typées à posteriori

Remarque : le chevauchement des points des 3 séries est lié au fait que l'étude est réalisée sur les mêmes stations.

Les pentes de ces 3 droites sont équivalentes et seul le coefficient de régression r^2 varie dans de grandes proportions.

En ce qui concerne les stations à *Cladophora sp.* dominant, le coefficient obtenu est très mauvais. Cela pourrait venir du fait que l'appareil végétatif de cette algue filamenteuse est très sensible à la dessiccation.

Il s'écoule souvent 45 minutes et même plus entre le premier prélèvement et le dernier.

Les algues sont alors exposées au soleil et au vent qui vont influencer sur leur état.

De ce fait, le poids frais obtenu par la suite répercute ce phénomène ce qui pourrait expliquer la très forte variabilité des données obtenues.

Nous pouvons alors penser que le poids frais et le poids sec sont très peu différents, ce qui expliquerait une si mauvaise corrélation.

Par contre, pour le *Ceratophyllum demersum* dominant, la corrélation obtenue est tout à fait satisfaisante.

Il apparaît donc que le *Ceratophyllum demersum*, constitué d'un appareil végétatif plus robuste sera moins soumis aux aléas des manipulations.

L'erreur commise alors sur le poids frais peut être considérée comme nulle ou négligeable.

Enfin, les stations à *Ceratophyllum demersum* et *Cladophora sp.* abondants font apparaître un coefficient de régression acceptable mais inférieur au précédent.

Ces résultats semblent confirmer l'hypothèse selon laquelle la présence de *Cladophora sp.* en grande quantité sur une station entache d'erreur le paramètre poids frais du fait d'un changement d'état très rapide engendré par un problème d'adaptation de la méthode de stockage des échantillons.

Un plus grand nombre de corrélation n'a pu être réalisé du fait de l'hétérogénéité des stations.

En effet, il n'existe pas un nombre suffisant de stations possédant les mêmes caractéristiques végétales permettant ainsi l'obtention de résultats fiables et utilisables pour une espèce donnée.

PARTIE

III

== o O o ==

- RESULTATS -

1 - ETUDE DES HYDROPHYTES FIXEES

1.1 - PARAMETRES DE CALCUL

Les peuplements rencontrés dans le réseau hydraulique du marais peuvent être définis de manière quantitative grâce à un ensemble de descripteurs qui prennent en compte l'abondance des espèces présentes.

1.1.1 - La richesse spécifique

La richesse totale S , est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (RAMADE, 1991).

Dans notre étude, nous avons étudié une partie de fossé limitée à 50 mètres que nous avons considéré comme représentative de l'ensemble du fossé (cf Partie II - § 5.1.2.1).

Aussi, dans ces conditions d'étude, RAMADE (1991) préconise de considérer un autre paramètre, la richesse moyenne S .

Elle correspond au nombre d'espèces présentes dans l'échantillon considéré dont la surface a été fixée arbitrairement (Figure 16).

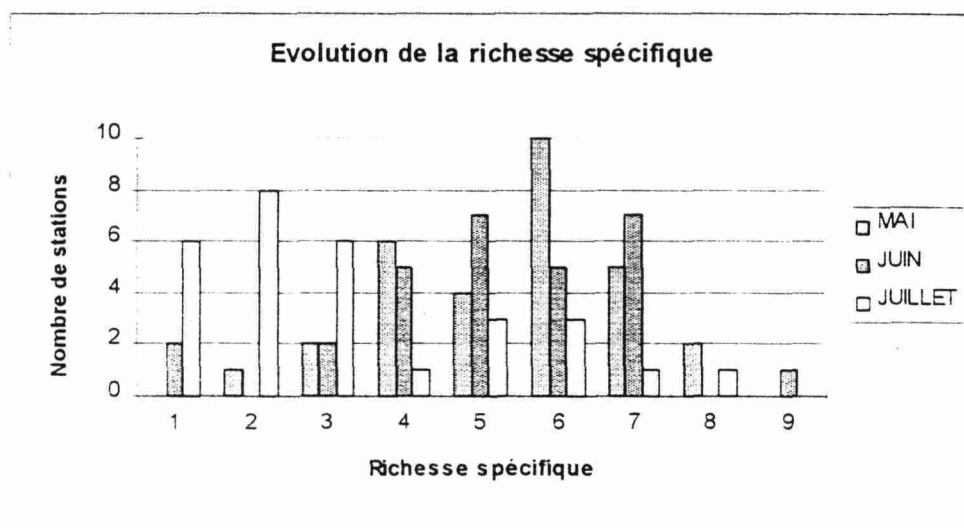


Figure n°16 : Evolution de la richesse spécifique au cours des 3 campagnes

1.1.2 - La représentativité

Ce paramètre permet de savoir de quelle manière se répartissent les espèces sur les stations (Figure 17).

La représentativité sera de 100 % lorsque une espèce sera présente sur toutes les stations.

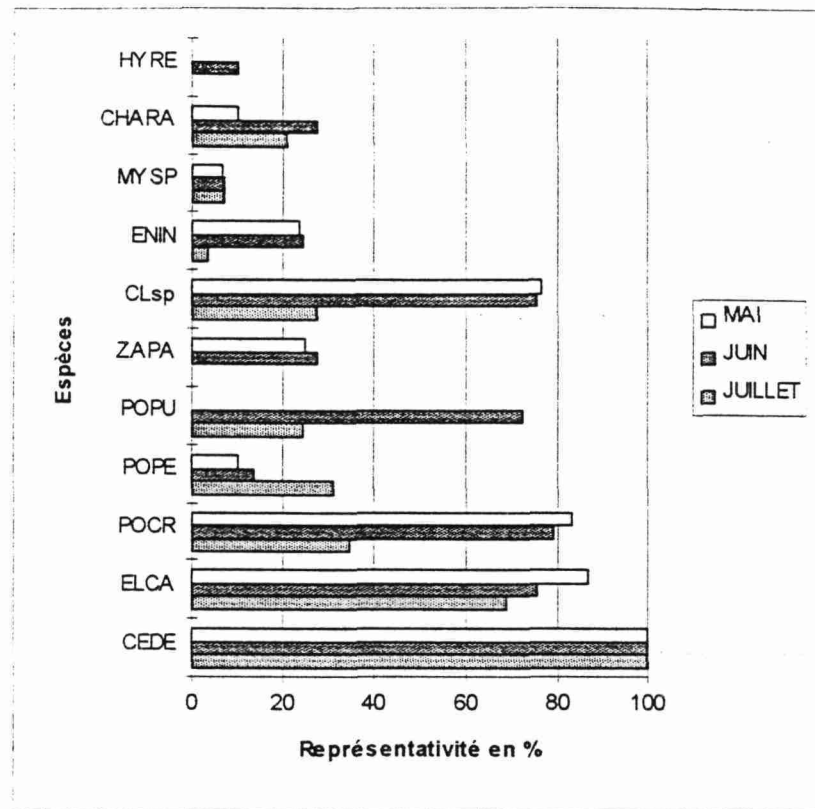


Figure n°17 : Evolution de la représentativité de chaque espèce durant la période d'étude

HYRE = *Hydrodictyon reticulatum* - CHARA = *Characées* - MYSP = *Myriophyllum spicatum* - ENIN = *Enteromorpha intestinalis* - Clsp = *Cladophora sp.* - ZAPA = *Zannichellia palustris* - POPU = *Potamogeton pusillus* - POPE = *Potamogeton pectinatus* - POGR = *Potamogeton crispus* - ELCA = *Elodea canadensis* - CEDE = *Ceratophyllum demersum*.

L'étude de la représentativité permet de connaître un autre paramètre : la constance C.

Utilisé par BELAUD et Al. (1990), ce paramètre décrivait des peuplements piscicoles.

Si on l'utilise pour l'étude de la végétation, la constance permet de connaître sur l'ensemble de la zone, la proportion des stations sur lesquelles une espèce est présente (Tableau n°7).

Ensuite, grâce à cet indice de fréquence, les espèces vont être classées dans 5 groupes (4 groupes pour BELAUD) :

- $C \geq 90 \%$ $\Rightarrow$ espèce dominante
- $51 \% \leq C < 90 \%$ $\Rightarrow$ espèce permanente
- $26 \% \leq C \leq 50 \%$ $\Rightarrow$ espèce commune
- $13 \% \leq C \leq 25 \%$ $\Rightarrow$ espèce peu commune
- $C \leq 12 \%$ $\Rightarrow$ espèce rare

	Espèce dominante	Espèce permanente	Espèce commune	Espèce peu commune	Espèce rare
MAI	Ceratophyllum demersum	Elodea canadensis- Potamogeton crispus- Zannichellia palustris- Cladophora sp.		Enteromorpha intestinalis- Hydrodictyon reticulatum	Myriophyllum spicatum- Characée- Potamogeton pectinatus
JUIN	Ceratophyllum demersum	Elodea canadensis- Potamogeton crispus- Potamogeton pusillus- Cladophora sp.	Zannichellia palustris- Characée	Enteromorpha intestinalis- Potamogeton pectinatus	Myriophyllum spicatum- Hydrodictyon reticulatum
JUILLET	Ceratophyllum demersum	Elodea canadensis	Potamogeton pectinatus- Potamogeton crispus- Cladophora sp.	Potamogeton pusillus- Characée	Myriophyllum spicatum- Enteromorpha intestinalis

Tableau n°7 : Etude de la constance de la végétation

1.1.3 - L'abondance

L'abondance totale pour chaque station a été obtenue par l'addition des abondances de tous les végétaux confondus.

L'étude des résultats laisse apparaître de grandes variations entre les stations à abondance minimales et celles à abondance maximale (Tableau n°8).

	MAI	JUIN	JUILLET
Abondance minimale	37	11	5
Abondance maximale	362	367	266

Tableau n°8 : Evolution de l'abondance

Aussi avons nous préféré nous intéresser à l'abondance totale moyenne par campagne (Figure n°18)

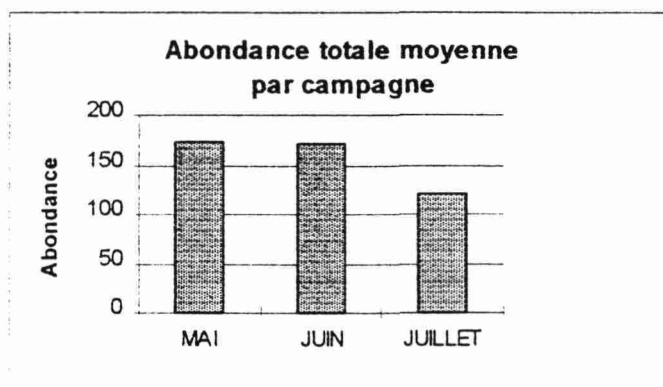


Figure n°18 : Evolution de l'abondance totale moyenne

Il apparait que l'abondance totale reste stationnaire en mai et juin pour diminuer notablement en juillet.

Ce résultat global ne nous permet pas de connaître le comportement des espèces durant la période de végétation. Aussi, avons nous choisi d'étudier l'évolution des 4 espèces les plus fréquentes sur le marais.

L'abondance totale pour chacune est obtenue par addition de toutes les abondances sur l'ensemble des stations (Figure n°19).

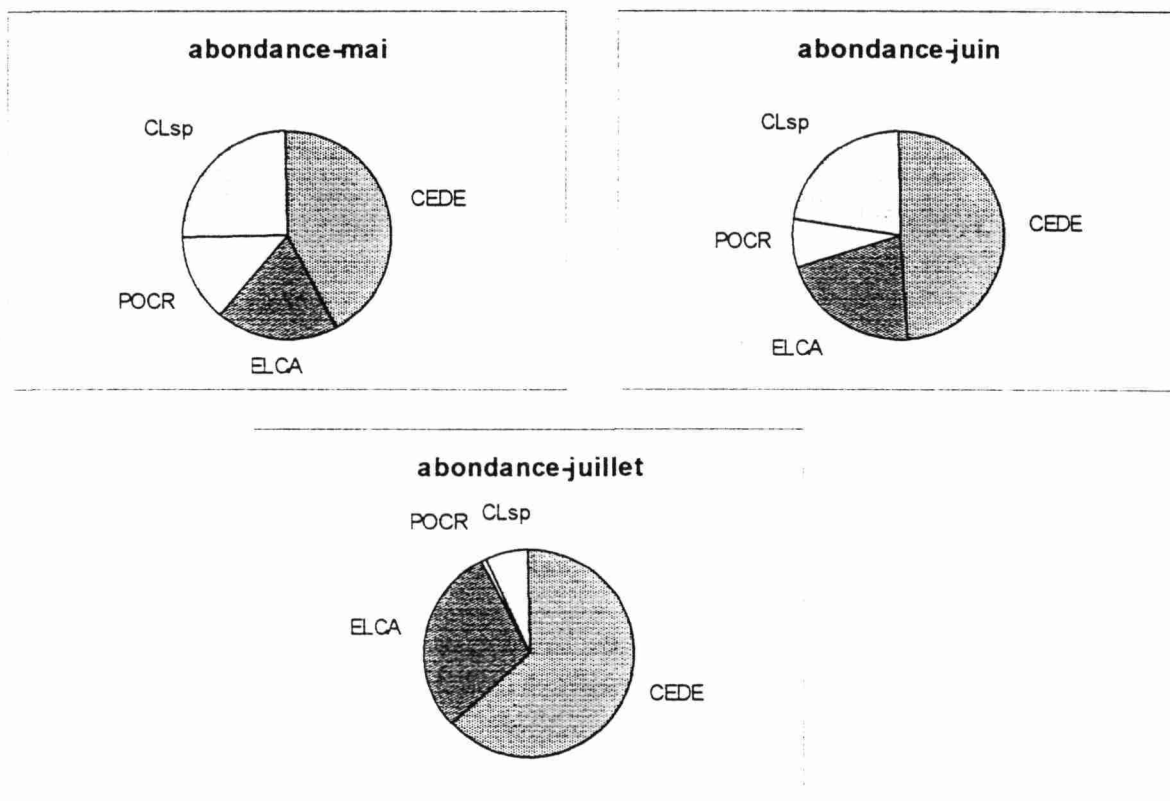


Figure n°19 : Evolution de l'abondance

1.1.4 - Conclusion partielle sur les paramètres de l'étude

Les paramètres choisis semblent être de bons descripteurs de l'évolution de la végétation durant la période d'étude.

L'évolution de la richesse spécifique fait apparaître des différences entre les deux premières campagnes et celle de juillet.

Tandis qu'en mai et juin, un maximum de stations comptait entre 4 et 7 espèces différentes, en juillet en revanche, un maximum de stations est composé de 1 à 3 espèces.

La représentativité de chaque espèce sur chacune des stations évolue également dans le même sens.

Nous pouvons constater que sur les 11 espèces d'hydrophytes fixées prises en compte, 9 sont en nette régression ou n'ont pas été observées en juillet. Seul *Potamogeton pectinatus* a été rencontré sur un nombre plus grand de stations.

Quant à *Ceratophyllum demersum*, il est présent sur toutes les stations pour les 3 campagnes.

Cette observation nous conduit donc à classer les espèces en 5 groupes grâce à un autre indice, la constance C.

Cette classification met en évidence la nette domination de *Ceratophyllum demersum* durant toute la durée de l'étude.

Les autres espèces présentent des variations au cours des campagnes excepté *Elodea canadensis* permanente sur la zone et *Myriophyllum spicatum* classé comme une espèce rare.

Nous pouvons constater que dans l'ensemble, il s'effectue un glissement des espèces d'un groupe vers le groupe inférieur au fur et à mesure des campagnes.

Cela est à relier à la diminution de la diversité spécifique.

En effet, il semble que l'augmentation du confinement à l'intérieur du réseau ne permette pas le développement de certaines espèces et favorise une colonisation quasi exclusive en *Ceratophyllum demersum* et *Elodea canadensis*.

L'étude de l'abondance permet de quantifier le développement de la végétation sur l'ensemble des stations.

Cet indice semble indispensable à une bonne interprétation des données. En effet, pour les 4 espèces les plus rencontrées sur la zone, soit *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus* et *Cladophora sp.*, nous voyons la répartition pour les trois campagnes.

Pour *Ceratophyllum demersum* et *Elodea canadensis*, cela confirme les autres paramètres et la forte colonisation pour ces deux espèces.

Cladophora sp., elle, diminue en juillet aussi bien en constance qu'en abondance. Quant à *Potamogeton crispus*, ce paramètre permet de mettre en évidence le fait que bien que considéré en mai et juin comme une espèce permanente, il est rencontré à chaque fois en faible quantité.

La complémentarité de ces paramètres nous permet donc une étude de l'évolution de la végétation sur trois mois.

Le suivi devant se poursuivre jusqu'en septembre, nous serons donc en possession de résultats pour une saison végétative entière qui pourront alors servir de référence pour les années à venir.

1.2 - INDICES DE SHANNON-WIENER ET EQUITABILITE

Cet indice de diversité est basé sur le principe que la quantité d'information contenue dans un système écologique est d'autant plus importante que sa diversité spécifique est élevée (ADAM et ELIE, 1993).

Son expression est la suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{ni}{N} \log_2 \frac{ni}{N}$$

où $pi = \frac{ni}{N}$ = la probabilité de rencontrer l'espèce de rang i.

Cet indice varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares pesant un poids beaucoup plus faible que les espèces les plus communes.

Cet indice est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (RAMADE, 1991).

A partir de cet indice on peut directement en déduire l'équitabilité dont l'expression est la suivante :

$$e = \frac{H}{\log_2 S}$$

où $\log_2 S = H'$ appelé équirépartition ou équitabilité maximale correspondant au cas où toutes les espèces comptent le même nombre d'individus (RAMADE, 1991).

L'étude de l'équitabilité, e, donne une valeur comprise entre 0 et 1.

- ♦ e tend vers 0 : la quasi totalité des effectifs appartiennent à une seule espèce (espèce dominante)
- ♦ e tend vers 1 : toutes les espèces ont un nombre identique d'individus

Dans notre étude, il nous a été impossible d'individualiser chaque appareil végétatif de chaque espèce (cf Partie II - § 5.2.3).

Aussi, l'indice de Shannon-Wiener et par suite l'équitabilité ont été calculés à partir des indices d'abondance attribués à chaque espèce lors de la réalisation des points-contacts.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des stations pour les campagnes de mai et de juin (cf ANNEXE 6) varient tous entre 0.3 et 0.6.

Cela est probablement dû au fait que chaque station est en général dominée par une espèce et qu'il existe ensuite un cortège d'espèces en quasi équiproportion mais avec un faible nombre d'individu pour chacune.

Lorsque l'indice se rapproche de 0, on tend vers la dominance et la quasi exclusivité d'une espèce (souvent *Ceratophyllum demersum*).

Cet indice n'a pu être encore réalisé pour la campagne de juillet, mais la chute de la diversité spécifique observée et la dominance de *Ceratophyllum demersum* et *Elodea canadensis* vont probablement conduire à un indice proche ou égal à zéro dans la majeure partie des cas.

Cela confirme l'hypothèse selon laquelle la végétation est très variable en terme d'abondance et de richesse spécifique et qu'il est difficile en l'état actuel de nos connaissances de typer nos stations (cf Partie II - § 5.2.3).

1.3 - LES METHODES QUANTITATIVES

1.3.1 - Corrélation volume / poids frais total

Lors d'une campagne de terrain, on peut facilement obtenir le volume d'hydrophytes fixées prélevés lors des points-contact, ainsi que le poids frais total après lavage et essorage des végétaux (cf Partie II - § 5.2.1).

1.3.1.1 - Méthodologie

Les deux étapes précédentes nous permettent de connaître pour chaque station (soit sur 30 points-contact), le volume et le poids frais des végétaux prélevés.

Nous allons dans un premier temps nous intéresser à l'évolution du volume moyen lors des trois campagnes.

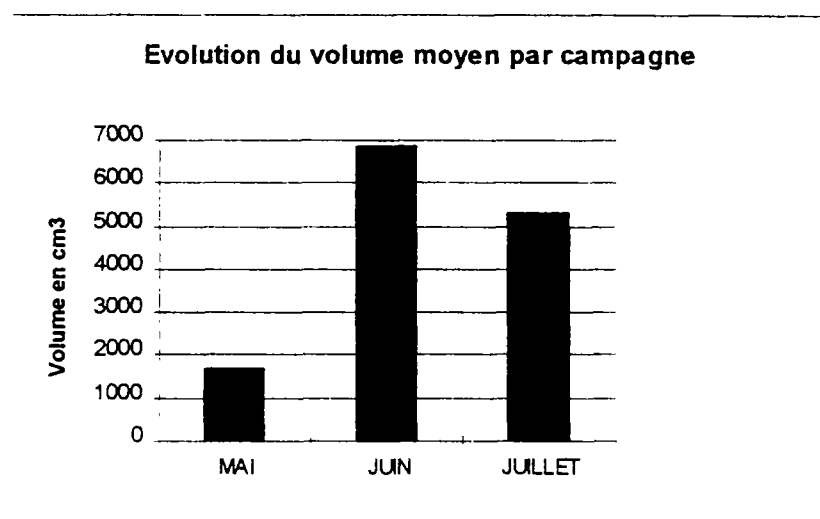


Figure n°20 : Evolution des volumes de végétaux recueillis

La figure n°20 fait apparaître une importante augmentation de volume entre mai et juin pouvant être causé par l'utilisation d'un appareil différent.

Cependant, deux autres éléments pourraient également expliquer cette disparité.

En effet, au mois de mai nous avons pu observer un développement important de *Cladophora* sp. Cette algue présente un appareil végétatif très grêle et comportant une forte teneur en eau.

Lors de leur compactage, ces végétaux se réduisent de façon considérable.

A noter également que *Ceratophyllum demersum* en début de période de végétation est très frêle par rapport aux autres campagnes.

Parallèlement nous pouvons constater que le volume moyen observé entre juin et juillet évolue dans le même sens que l'abondance totale moyenne (cf Partie III - § 1.1.3).

Cela nous conduit à corrélérer dans un second temps les volumes mesurés sur le terrain (en cm^3) aux poids frais totaux (en g).

Les résultats obtenus concernent trois campagnes de terrain effectuées sur le marais de Bourgneuf en mai, juin et juillet 1995. Nous allons tout d'abord comparer les résultats des deux premières campagnes.

Pour la campagne de mai, le compacteur utilisé comportait quatre trous évacuateurs d'eau à sa base (cf annexe 5).

Lors de la campagne de juin, ce dispositif ayant paru insuffisant pour une bonne évacuation de l'eau, le compacteur a été percé en spirale sur toute sa hauteur (cf annexe 5)

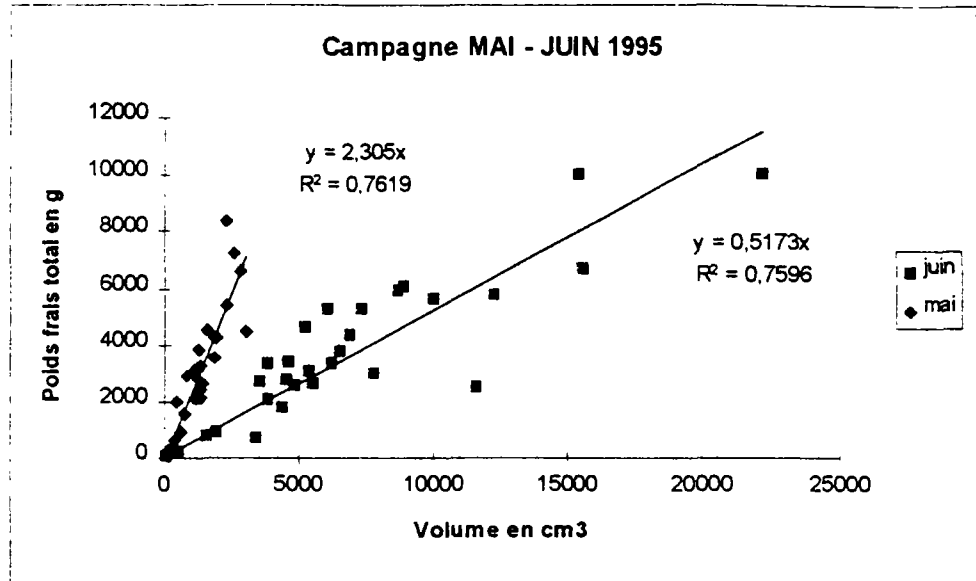


Figure n°21 : Corrélation volume / poids frais total (mai-juin 1995)

1.3.1.2 - Interprétation

Sur le graphe, ces deux dispositifs font apparaître deux nuages de points distincts et correspondant respectivement aux deux séries de données obtenues lors des deux campagnes (Figure n°21).

On obtient alors deux droites de régression dont le coefficient de régression r^2 est à peu près identique mais dont la pente varie notablement, $y = 2,305x$ en mai et $y = 0,5173x$ en juin

Il semblerait que le dispositif du mois de mai, à cause d'un nombre insuffisant de trous évacuateurs d'eau, n'ait pas permis le tassement complet des végétaux, laissant entre eux des poches d'eau empêchant l'imbrication des appareils végétatifs.

Au mois de juin, le nuage de points obtenus est plus aéré, et permet une meilleure individualisation des stations. Il semble que les végétaux mieux imbriqués entre eux grâce à l'évacuation de l'eau nous donne un volume plus fiable.

1.3.1.3 - Confirmation de l'hypothèse

L'obtention de deux types de réponse nécessitent une confirmation lors de la campagne de juillet (Figure n°22).

Le compacteur utilisé est le même qu'en juin.

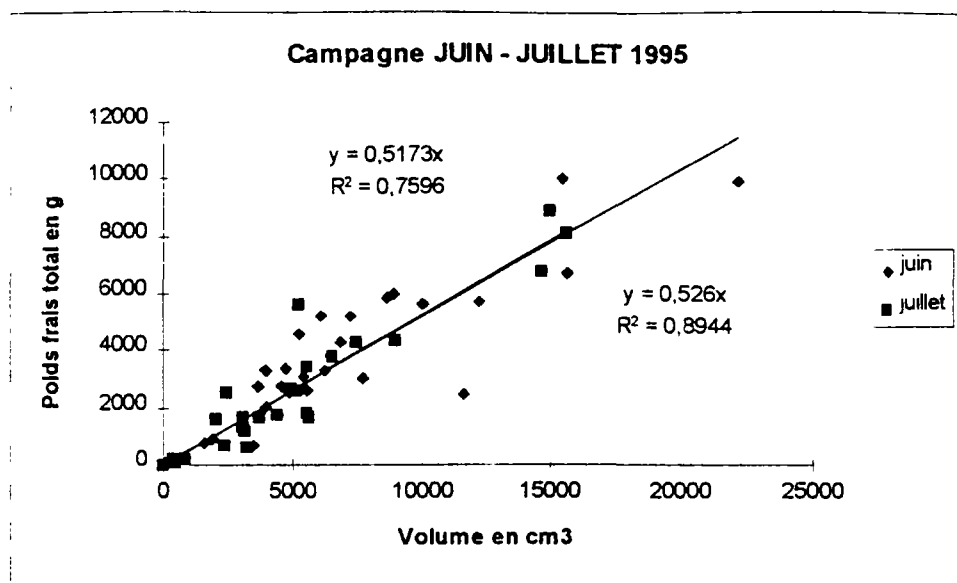


Figure n°22 : Corrélation volume / poids frais total (juin-juillet 1995)

A cette nouvelle série de données, correspond une droite de pente $y = 0,526x$, ce qui est comparable à celle de juin, et un coefficient de corrélation $r^2 = 0,89$ et donc nettement meilleur qu'en juin.

Cette campagne de juillet nous permet de confirmer notre hypothèse selon laquelle, une meilleure évacuation de l'eau due à un changement de dispositif fait varier la droite de régression volume/poids frais total.

Pour la suite de notre étude, nous utiliserons donc le compacteur comportant le plus grand nombre de trous. La pente de la droite obtenue ainsi est meilleure pour les utilisations à venir.

D'autre part, l'obtention d'un meilleur coefficient de régression au mois de juillet pourrait être dû au fait que lors de cette campagne *Ceratophyllum demersum* et *Elodea canadensis* dominaient en abondance.

Ainsi, les volumes et poids frais obtenus sont moins variables étant données le peu d'espèces rencontrées et l'homogénéité des appareils végétatifs.

1.3.1.4 - Conclusion partielle sur la corrélation volume / poids frais total

Les campagnes de juin et juillet ayant été réalisées dans les mêmes conditions et avec le même dispositif, il nous a paru intéressant de former une seule série de données (Figure n°23).

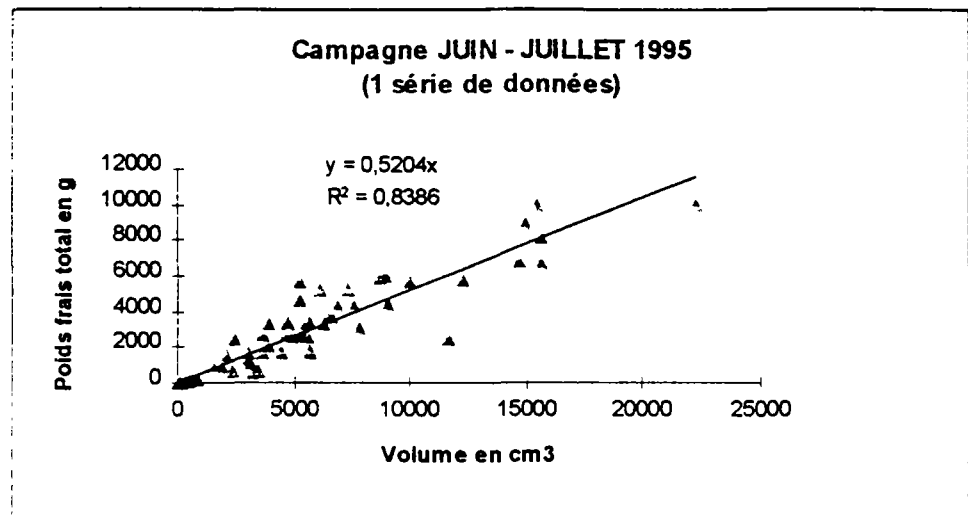


Figure n°23 : Corrélation volume / poids frais total (une série de données)

Cela nous donne un nuage de points très homogène et un coefficient $r^2 = 0,84$.

Etant donné les conditions d'expérimentation et le caractère aléatoire d'une méthodologie réalisée in-situ sur un milieu dont la dynamique de fonctionnement lui est propre, il semblerait que l'on puisse valider le résultat obtenu et le considérer comme correct pour une estimation du poids frais total dans ce système de canaux.

Cependant, il faut noter qu'au mois de mai, le réseau de fossé était envahi par une algue *Cladophora sp.* dont le volume était très important et que le changement d'appareil n'a pas permis de prendre en compte.

Aussi, pour une meilleure estimation du poids frais total en période de développement de cette algue, il serait intéressant de réaliser de nouveaux prélèvements en mai 1996 afin d'ajuster éventuellement une nouvelle droite qui prendrait en compte cet état du milieu à une période caractéristique.

1.3.2 - Autres paramètres de quantification de biomasses

1.3.2.1 - Corrélation volume / poids sec estimé

La méthodologie mise en place fait apparaître trois niveaux d'étude de quantification de la végétation à partir de son prélèvement.

On a donc :

- ⇒ le volume : son obtention est rapide et réalisable directement sur le terrain
- ⇒ le poids frais total : il demande une récupération des végétaux, leur transport ainsi que le lavage et l'essorage
- ⇒ le poids sec estimé : étant donné la quantité de végétation par station, il nécessite un échantillonnage et un délai important de séchage à l'étuve (cf Partie II - § 5.2.2.2).

Dans le paragraphe précédent (cf Partie III - § 2.3.1) nous avons étudié la corrélation volume/poids frais total réalisé à partir de deux paramètres prenant en compte la totalité de l'échantillon et ne comprenant pas un gros risque d'erreur.

Dans cette partie, nous allons nous attacher à l'étude de la corrélation existant entre le volume et le poids sec estimé, ce dernier étant comme son nom l'indique une estimation du poids sec total obtenue à partir d'échantillons (Figure n°24).

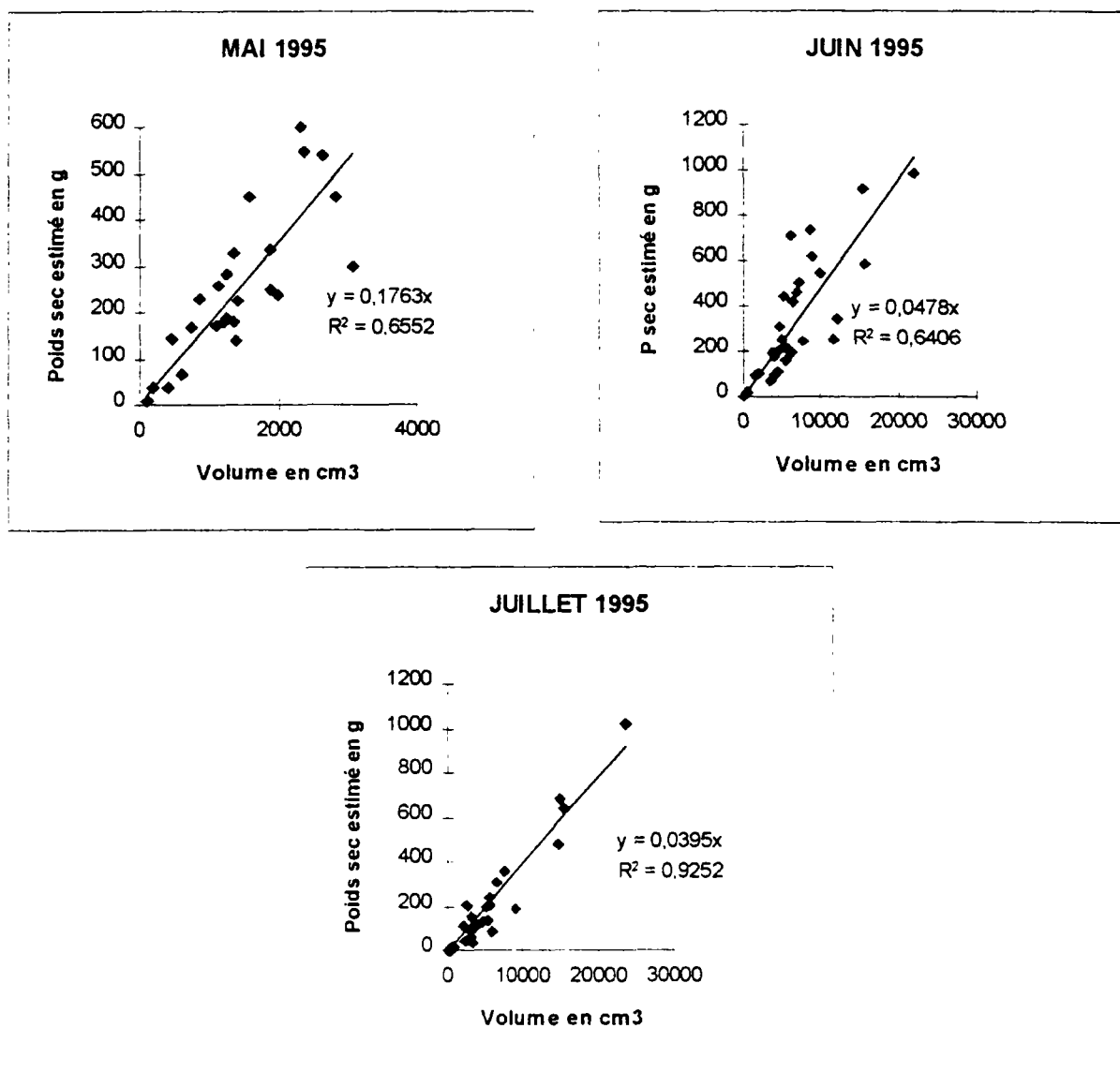


Figure n°24 · Corrélation volume / poids sec estimé

A partir des campagnes du mois de mai et juin, les graphes obtenus malgré une différence de pente toujours due au compacteur font apparaître un coefficient de régression assez médiocre de 0,65 en mai et de 0,64 en juin.

En juillet en revanche, le coefficient obtenu est satisfaisant probablement pour les mêmes raisons que celles évoquées Partie III - § 2.3.1.3.

On en conclut donc que cette méthode ne nous permet pas lorsque la richesse spécifique est importante d'obtenir le poids sec de l'échantillon à partir du volume avec grande précision.

1.3.2.2 - Corrélation poids frais total / poids sec estimé

Comme nous avons pu le dire précédemment, l'obtention du poids frais total et poids sec estimé nécessite un travail post terrain très important.

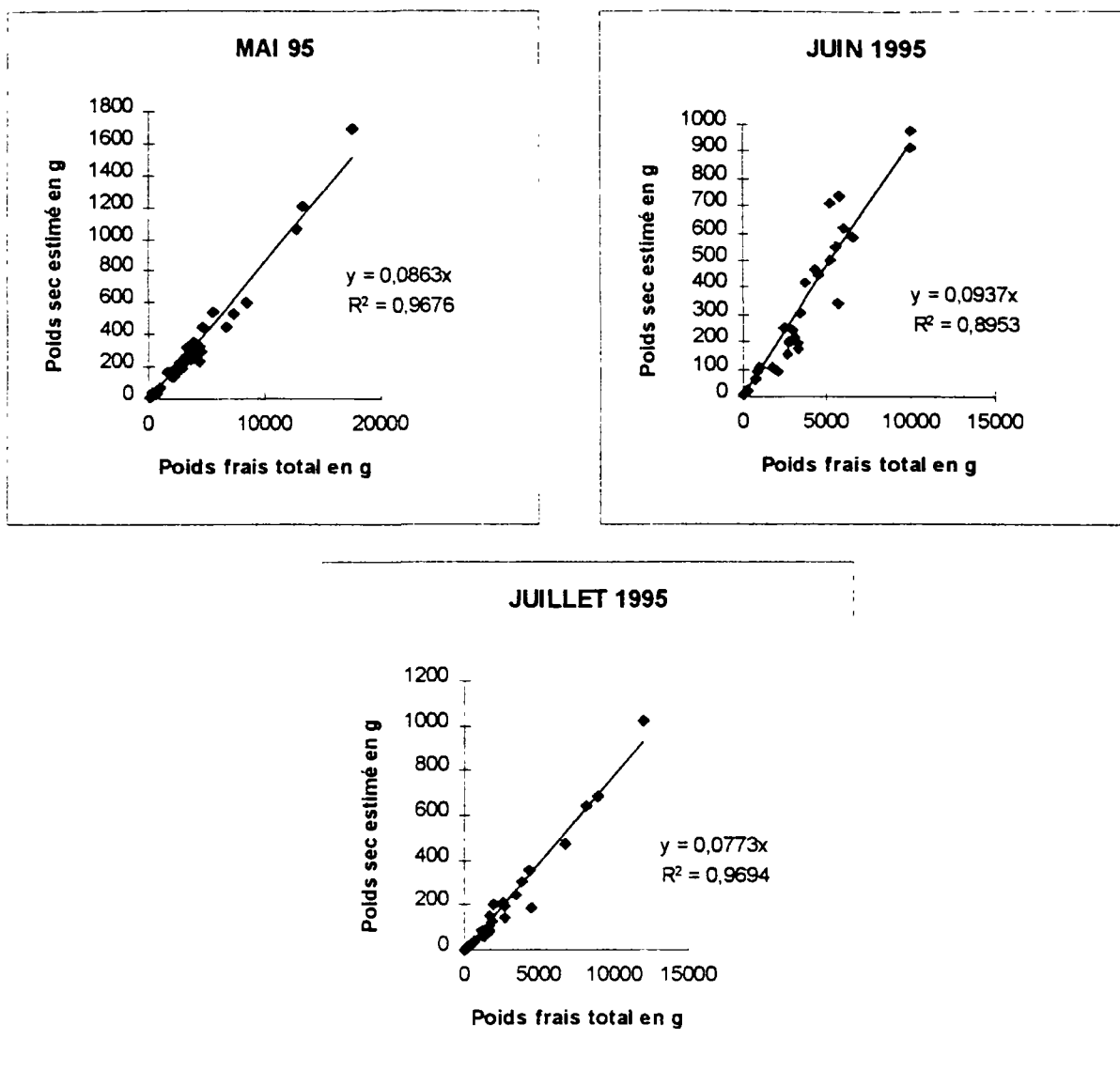


Figure n°25 Corrélation poids frais total / poids sec estime

Cependant, la corrélation obtenue avec ces deux paramètres semble très satisfaisante puisque les coefficients de régression sont pour les trois campagnes, $r^2 = 0.96$ en mai, $r^2 = 0.89$ en juin et $r^2 = 0.97$ en juillet (Figure n°25).

Les conditions de prélèvement, d'échantillonnage, et de pesée étant les mêmes, il est possible de regrouper ces trois séries de données afin de réaliser l'étude sur un maximum de résultats (Figure n°26). Le coefficient de régression obtenu pour cette droite est $r^2 = 0.94$.

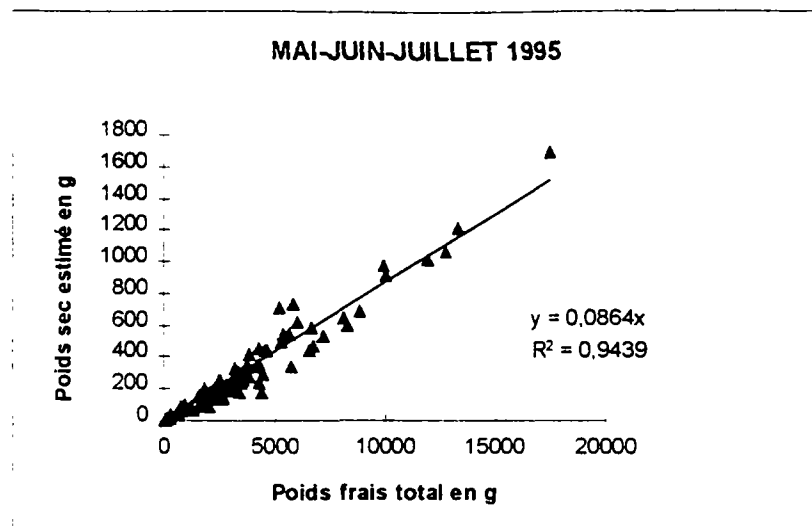


Figure n°26 : Corrélation poids frais total / poids sec estimé pour l'ensemble des campagnes

Il semblerait que nous puissions valider ce résultat et ainsi prédire une bonne estimation du poids sec total de la végétation d'une station à partir du poids frais total.

1.3.2.3 - Conclusion partielle sur l'estimation du poids sec

Les deux types de corrélation étudiés font apparaître qu'afin de prédire le plus précisément le paramètre poids sec, il est nécessaire, bien que la mise en oeuvre soit plus lourde, de connaître le poids frais total de la végétation sur la station considérée.

Par ailleurs, il n'est pas souhaitable d'établir à partir du volume (mesuré sur le terrain) une relation avec le poids frais total (= 1ère approximation) et d'établir ensuite une nouvelle relation avec le poids sec estimé (= 2ème approximation).

L'erreur engendrée par cette suite d'approximation pourrait altérer le résultat.

Toutefois, lorsque les contraintes sont importantes cette technique pourra être envisagée en précisant les conditions d'emploi.

1.3.3 - Etude du nombre de transects

Pour des raisons développées précédemment (cf Partie II - § 5.1.2.2), nous avons opté pour une étude de la végétation à partir de 10 transects distants de 5 m et portant 3 points chacun, soit 30 points pour des stations de 50 m.

La typologie de la végétation voulant à terme être étendue à l'ensemble du marais Breton, il serait intéressant de pouvoir diminuer le nombre de transects à réaliser par station, afin d'alléger cette méthodologie d'étude relativement lourde.

Pour cela, nous avons comparé avec le logiciel SYSTAT version 5.0 les données recueillies sur le terrain lors des deux premières campagnes.

1.3.3.1 - Préparation des données

A l'aide de la base de données PARADOX (ANNEXE 3), nous avons pu extraire les données nécessaires à la réalisation du test statistique.

Les données ont été ordonnées de la façon suivante :

Campagne	code végétation	nom station	TOUT	IMPAIR x 2	PAIR x 2	ALEAT 368910 x 2	ALEAT 34678 x 2
----------	--------------------	-------------	------	------------	----------	---------------------	--------------------

⇒ TOUT correspond à l'abondance totale (= somme des indices) sur les 10 transects (30 pts)

⇒ IMPAIR correspond à l'abondance totale sur les transects 1-3-5-7-9 soit 15 points que l'on multiplie par 2

⇒ PAIR correspond à l'abondance totale sur les transects 2-4-6-8-10 soit 15 points que l'on multiplie par 2

⇒ ALEAT correspond à l'abondance totale sur 5 transects choisis de façon aléatoire soit 15 points que l'on multiplie par 2

1.3.3.2 - Choix du test statistique : le test T de Wilcoxon

L'objectif est de déterminer si la réduction du nombre de points-contact et de transects (respectivement à 15 et à 5) n'engendre pas une perte de qualité d'information incompatible avec les exigences de l'étude.

Pour cela, le test T de Wilcoxon semble le plus adapté à la situation puisqu'il permet de comparer 2 séries dépendantes dont les données sont ordinales ou quantitatives (S.A Delta Consultant).

Les hypothèses testées sont :

- ⇒ H0 : il n'y a pas de différence significative entre les 2 séries
- ⇒ H1 : - test bilatéral, les deux séries diffèrent significativement
- test unilatéral, les résultats de la 2ème série sont significativement plus élevés que ceux de la 1ère série.

Le principe consiste pour chacun des n couples de données, de calculer la différence algébrique di entre les deux résultats et de déterminer Nd le nombre de différence non nulles.

Pour les grands échantillons ($Nd > 25$), z l'écart-type réduit suit une loi normale $N(0,1)$; la valeur de p , associée à z est lue dans la table. Si on réalise un test bilatéral, on double p .

Si p est inférieur ou égal à α , on rejette H0.

Pour un test bilatéral, nous choisirons $\alpha = 5\%$ soit si $p < 0,05$, alors nous rejeterons H0.

α est le risque de rejeter H0 alors que H0 est vraie.

1.3.3.3 - Interprétation des données

♦ test de Wilcoxon réalisé tous végétaux confondus

Nous pouvons constater que p est compris entre 0,433 et 0,932. Ces valeurs sont toutes nettement supérieures à 0,05 qui est la valeur limite en dessous de laquelle on rejette l'hypothèse H_0 .

On peut donc en conclure qu'en terme d'abondance totale, tous végétaux confondus, il n'apparaît pas de différence significative lorsqu'on ne réalise plus que 5 transects au lieu des 10 originellement réalisés.

(Les résultats complets de ce test sont consignés dans l'annexe 7).

♦ test de Wilcoxon réalisé pour chaque espèce végétale

(Comme précédemment, la totalité des résultats est annexe 7).

Le test réalisé pour chaque espèce donne des résultats qui méritent d'être traités au cas par cas, car une interprétation globale conduirait à des conclusions erronées.

Il semblerait que les végétaux doivent être divisés en 5 groupes.

⇒ **Groupe 1 : *Ceratophyllum demersum* et *Elodea canadensis***

La constance de ces deux espèces (cf Partie III - § 1.1.2) est soulignée dans ce type de test.

En effet, elles apparaissent dans de nombreuses stations (*Ceratophyllum demersum* se développe même dans toutes) et sont alors présentes sur tous les transects voire quasiment sur tous les points-contacts.

De ce fait, il semble logique que le passage à 5 transects ne pénalise pas en terme d'abondance ces deux espèces.

⇒ **Groupe 2 : *Cladophora* sp., *Callitriche* sp. et *Potamogeton crispus***

Statistiquement, il existe des différences significatives en terme d'abondance pour ces trois espèces.

Pour *Cladophora* sp., cela peut être dû au fait qu'elle n'apparaissait pas sur toutes les stations en mai, et qu'elle était en nette régression en juin.

Callitriche sp. quant à elle est présente en faible quantité en mai et tend à disparaître en juin.

Potamogeton crispus, lui, apparaît en nombre réduit mais quasi constant sur chaque station et n'est réellement abondant que sur une station.

Le passage à 5 transects ne donnera pas de façon fiable une abondance totale sur la station pour ce groupe.

⇒ **Groupe 3** : *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus* et *Zannichellia palustris*

Ces trois espèces peuvent être classées dans le même groupe du fait de leur écologie, et leur appareil végétatif présentant une grande similitude pour les non initiés la détermination exacte n'a pas toujours été réalisée.

En mai et juin, ces espèces semblent en plein développement pour disparaître presque totalement en juillet (observations en 1995).

Le résultat obtenu pour *Zannichellia palustris* est à prendre avec réserve, car lors de la campagne de mai, on a pu constater une erreur de détermination.

Pour *Potamogeton pusillus*, les résultats devraient être meilleurs car nous n'en avons pas tenu compte en mai.

Le test statistique considéré sur l'ensemble de ces trois espèces est peu satisfaisant car se rapproche de la différence significative. De ce fait, en terme d'abondance, il est nécessaire de prendre ces résultats avec précaution même si le test ne fait pas apparaître de différence significative.

⇒ **Groupe 4** : *Enteromorpha intestinalis* et *Hydrodictyon reticulatum*

Le test réalisé pour ces deux espèces ne laisse pas apparaître de différence significative en terme d'abondance bien que les résultats obtenus ne soient pas très satisfaisants.

En effet, la présence de ces végétaux est ponctuelle et limitée dans l'espace et donc la probabilité de les rencontrer est faible.

De ce fait, l'interprétation du test de Wilcoxon est complexe. Le fait qu'il n'existe pas statistiquement de différence significative en terme d'abondance est dû au fait que l'on base le raisonnement sur l'absence de végétaux et non sur la présence.

⇒ **Groupe 5** : *Myriophyllum spicatum* et *Chara sp.*

Myriophyllum spicatum est rare et *Chara sp.* est peu commune sur le marais (cf Partie III - § 1.1.2) mais il n'existe pas de différence significative en terme d'abondance si l'on étudie les résultats obtenus pour le test de Wilcoxon.

En réalité, l'interprétation (qui ne doit pas être réalisée sans connaître l'écologie des végétaux dans ce milieu) fait apparaître que *Myriophyllum spicatum* et *Chara sp.* sont présents ponctuellement et que statistiquement, la probabilité de ne pas les rencontrer est très forte et qu'en terme d'abondance, leur présence ne présente pas de différence significative.

Dans ce cas, on considère que l'absence est significative et non la présence.

1.3.3.4 - Conclusion partielle sur le nombre de transects à réaliser

L'analyse globale de la végétation à partir du test T de Wilcoxon fait apparaître qu'en considérant uniquement l'abondance totale, il serait possible d'alléger la méthodologie en réalisant l'étude à partir de 5 transects.

Cependant, cette analyse ne nous permet pas de comprendre comment va se comporter chaque espèce végétale et comment évoluera sa représentativité.

C'est pourquoi, dans un second temps, il nous a paru indispensable de réaliser ce test espèce par espèce.

Comme cela pouvait être prévisible, il apparaît des différences de réponses entre chaque espèce.

Il semblerait qu'elles soient dues essentiellement à la constance et à la répartition de l'espèce considérée dans le réseau de canaux étudié.

Aussi, les végétaux pourraient être classés en 5 groupes correspondant à leur fréquence d'apparition dans les stations. Cela conduit à différentes interprétations du test en fonction de l'écologie des espèces et surtout à partir des observations in-situ lors des trois campagnes.

En conclusion, il semble difficile en l'état actuel de nos connaissances sur la végétation et sa répartition dans les fossés du marais de Bourgneuf de statuer sur une diminution du nombre de transects à effectuer.

Cette décision est motivée par de nombreuses remarques:

- ☞ les résultats obtenus par ce test ne reposent que sur les résultats recueillis sur deux campagnes
- ☞ le développement végétal est soumis à des variations climatiques, annuelles, écologiques....

De ce fait le développement d'une espèce et son évolution peut varier selon les années.

- ☞ un nombre plus important de résultats permettrait davantage de comparaisons et la mise en oeuvre de tests statistiques supplémentaires
- ☞ enfin une étude qui doit être généralisée à long terme à l'ensemble du marais Breton doit reposer sur des investigations préliminaires les plus complètes possible

Le fait de travailler par points-contact présente déjà un "biais" qu'est de sous-estimer ou d'oublier les espèces les plus rares, de ce fait, limiter les points -contact risque de maximiser ce biais et de rendre la quantification de plus en plus schématique.

Il apparaît un nouveau problème : les espèces rares ne jouent-elles pas un rôle important en ce qui concerne la bonne connaissance du milieu ?

Il semblerait donc, que la réalisation de 10 transects soit 30 points contact permettent en plus d'une bonne estimation de l'abondance végétale et de sa biomasse sur une station, une bonne approche qualitative et une bonne connaissance de la richesse spécifique qui n'est réalisable ni de la berge, ni sans une investigation poussée.

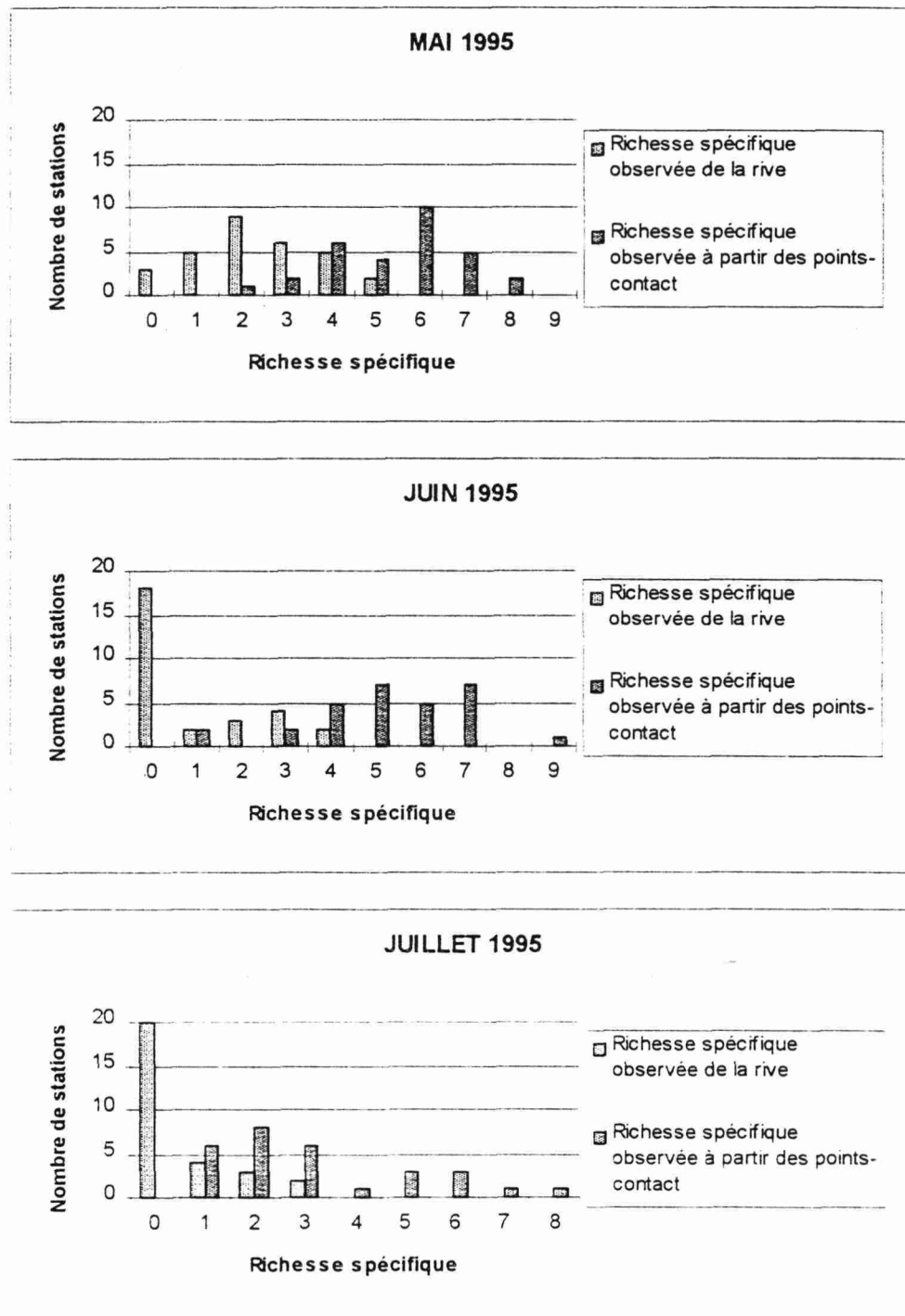


Figure n° 27 : Evolution de la richesse spécifique selon deux modes d'observation

Cette méthode bien que lourde à mettre en oeuvre semble essentielle dans la connaissance actuelle du milieu pour réaliser une bonne typologie des stations.

2 - ETUDE DES HYDROPHYTES FLOTTANTES

La strate des hydrophytes flottantes est représentée par 7 espèces dont 5 appartiennent à la même famille (cf Partie II - § 3)

Au cours des des trois campagnes, nous avons pu voir évoluer ces végétaux.

En effet, l'évolution est marquée par le nombre de fossés recouverts mais également par leur type de couverture.

2.1 - ETUDE DU GROUPEMENT VEGETAL

L'étude de ces végétaux flottants peut être réalisé aisément en ce qui concerne leur recouvrement étant donnée leur localisation au niveau de la surface de l'eau.

Nous allons classer les résultats observés sur le terrain en trois classes de recouvrement:

- ♦ classe 1 = recouvrement compris entre 0 et 20 %
- ♦ classe 2 = recouvrement compris entre 21 % et 60 %
- ♦ classe 3 = recouvrement compris entre 61 % et 100 %

L'histogramme suivant (Figure n°28) nous permet de suivre l'évolution du recouvrement lors de nos 3 campagnes.

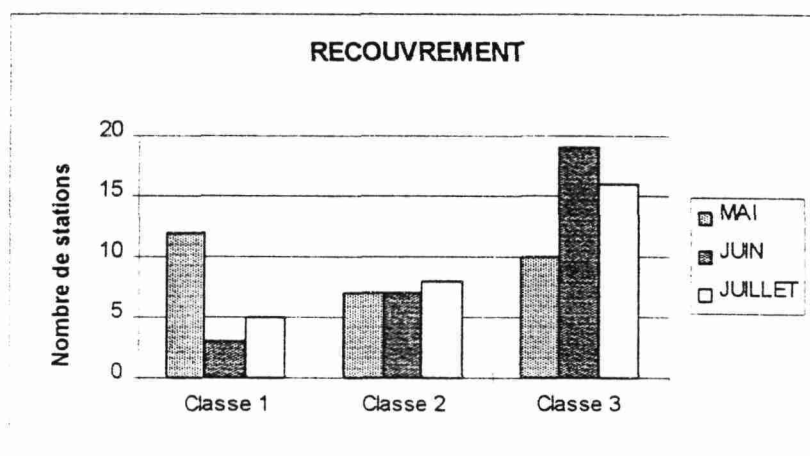


Figure n° 28 : Evolution du recouvrement par les hydrophytes flottantes

Cela fait apparaître une diminution de la classe 1 et une augmentation de la classe 3, la classe 2 restant stationnaire.

Le réchauffement de l'eau et un confinement croissant à mesure que l'on avance dans la période estivale, pourrait être à l'origine de l'évolution du pourcentage de recouvrement des fossés.

Cette augmentation du nombre de fossé plus largement recouvert entre mai et juin et mai et juillet peut expliquer en partie les résultats obtenus précédemment (Partie III - § 1.3.3.4).

En effet, le manque de visibilité dû à la turbidité de l'eau associé à un recouvrement végétal important (19 stations en classe 3 en juin et 16 stations en juillet) rend difficile et imprécise l'étude de la strate des hydrophytes fixées à partir de la berge.

De plus, cette augmentation du recouvrement peut être mis en relation avec la diminution du volume moyen (cf Partie III - § 1.3.1.1) et de l'abondance (cf Partie III - § 1.1.3) en juillet.

En effet, le développement important de la strate des hydrophytes flottantes pendant la période de végétation provoque la formation d'une couche épaisse d'appareils végétatifs empêchant la pénétration de la lumière et donc limitant la photosynthèse des hydrophytes fixées.

2.2 - ETUDE QUALITATIVE

Nous avons pu observer au cours des campagnes, l'évolution des différentes espèces d'hydrophytes flottantes sur le réseau hydraulique de la zone atelier.

Nous allons donc étudier leur représentativité durant notre étude (Figure n° 29)

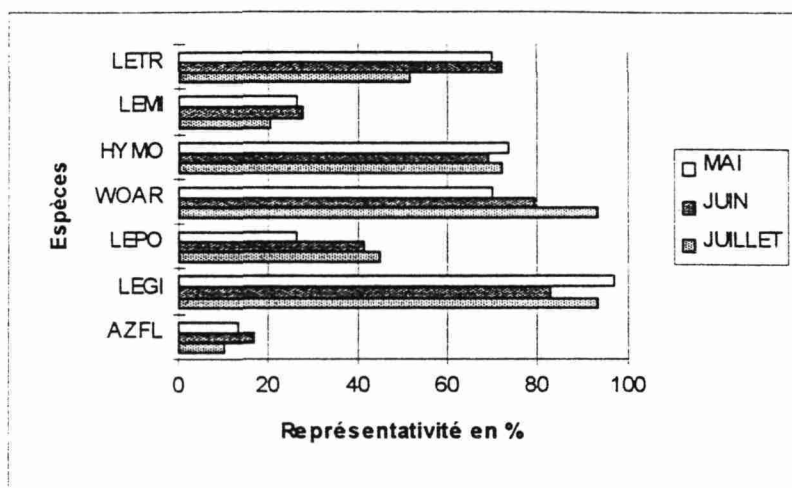


Figure n°29 : Evolution de la représentativité des hydrophytes flottantes

WOAR = *Wolffia arrhiza* - LEPO = *Lemna polyrrhiza* - LEGI = *Lemna gibba* - AZFL = *Azolla filiculoides* - LETR = *Lemna trisulca* - LEMI = *Lemna minor* - HYMO = *Hydrocharis morsus-ranae*

Les résultats associés aux observations de terrain font apparaître que :

- *Azolla filiculoides* présente en mai, a connu un fort développement en juin avec un recouvrement moyen de 41.2 % pour régresser notablement en juillet (4.3 % de recouvrement moyen)
- *Hydrocharis morsus-ranae* présent en mai et juin en pieds isolés (le recouvrement moyen est respectivement de 0.77 % et 0.95 %), connaît un fort développement en juillet dans les stations où la nappe d'eau libre est très faible et présente un recouvrement de 10.7 %. Il peut alors former des colonies monospécifiques très denses
- *Lemna gibba* très abondante et présente sur de nombreuses stations semble constante durant l'étude. Son recouvrement moyen en juillet est de 17.6 %
- *Lemna minor* présente ponctuellement en mai avec un recouvrement moyen de 3.25 %, semble se développer en juillet pour atteindre un recouvrement de 16 %

- ♦ *Lemna polyrhiza* présente assez régulièrement mais en très faible quantité en mai (0.75 % de recouvrement moyen) se développe en juillet pour représenter 4.6 % du recouvrement moyen
- ♦ *Lemna trisulca* par son mode de vie (flotte entre deux eaux) est difficilement observable. Elle est surtout comptabilisée lors des points-contact et est très abondante sur les stations à *Cladophora sp.* En effet, l'algue la piège dans ses filaments et la maintient à la surface
- ♦ *Wolffia arrhiza* présente en colonie monospécifique sur une ou deux stations en mai et juin puis en mélange avec les autres hydrophytes flottantes, semble connaître un fort développement en juillet ou elle atteint un recouvrement moyen de 27.7 %

Nous avons fait apparaître par cette étude l'évolution de cette strate durant la période végétative.

Il apparaît nettement une modification de l'image des stations si l'on considère le recouvrement global qui semble augmenter au fil de l'été.

Parallèlement, on note une évolution dans la composition du peuplement végétal, due probablement à l'écologie de chaque espèce et sa période de multiplication.

Cette étude réalisée en terme uniquement de recouvrement pourrait lors des campagnes ultérieures être appréhendée en terme de biomasse ; des espèces comme *Lemna gibba* formant lors de fort développement des empilements d'appareils végétatifs qu'il serait ainsi possible d'estimer.

PARTIE

IV

== o O o ==

- PERSPECTIVES ET CONCLUSION -

Cette étude de la végétation sur le marais de Boin - Bourgneuf - Machecoul nous a permis de mieux appréhender un milieu "naturel" peu connu mais jouant un rôle important dans la régulation hydraulique et permettant l'implantation d'espèces caractéristiques tant au niveau animal que végétal.

En effet, cet écosystème présente une grande richesse ornithologique, floristique et piscicole. Nous nous sommes particulièrement intéressés au développement de la végétation afin de comprendre son rôle dans ce milieu complexe.

L'étude a consisté dans un premier temps à la détermination de la richesse spécifique des différents types de macrophytes présents sur le réseau hydraulique de la zone. Les trois campagnes de terrain réalisées respectivement en mai, juin et juillet nous ont permis de faire certaines observations quant à leur développement.

Nous pouvons à ce jour constater une diminution importante de la diversité spécifique en juillet et la colonisation de tout le réseau par *Ceratophyllum demersum*.

Dans un second temps, il nous a paru intéressant de mettre en oeuvre une méthode capable d'estimer la biomasse de végétation présente dans les fossés du site d'étude.

Les séries de mesures obtenues lors des trois campagnes nous ont amené à élaborer des relations entre le volume de végétation recueilli lors de la technique des points-contact et le poids frais, ainsi que des relations entre les poids frais et le poids sec estimé. Les résultats satisfaisants dans l'ensemble nous ont conduit à statuer sur un allégement de la méthodologie.

En effet, à partir de la campagne d'août, seule la mesure de volume sera réalisée, le poids frais sera déduit de la courbe obtenue pendant les campagnes précédentes. Cette décision permet de supprimer toute la phase post-terrain.

Parallèlement, la corrélation volume moyen / poids frais moyen réalisée pour chacune des campagnes (Figure n°30) vient conforter l'hypothèse selon laquelle plusieurs éléments influeraient sur l'importante variation de volume observée entre mai et juin (cf Partie III - §1.3.1.1).

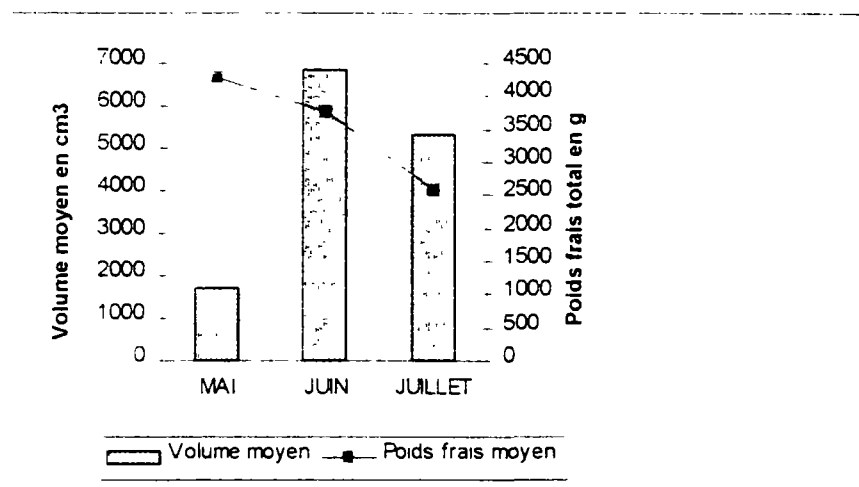


Figure n°30 : Corrélation volume moyen / poids frais moyen pour chaque campagne

En effet, l'évolution du poids frais moyen pour chaque campagne fait apparaître un maximum en mai en une régression en juin et en juillet.

Cette observation nous permet donc de penser que le compacteur n'est pas le seul facteur discriminant.

Le fait d'obtenir un poids frais supérieur à celui des autres campagnes est en accord également avec l'évolution de l'abondance totale moyenne par campagne (cf Partie III - § 1.1.3).

Il apparaît donc que *Cladophora sp.* très abondante en mai, pourrait être incriminée (cf Partie III - § 1.3.1.1).

Son appareil végétatif bien que présent en très grande quantité (forte abondance et poids frais important) n'est pas rigide et est très facilement compacté.

Ce comportement semble être une raison à cette importante variation de volume. Aussi, une campagne réalisée dans les mêmes conditions d'étude est préconisée pour le printemps 1996 afin d'établir une nouvelle corrélation volume / poids frais total pour ces algues.

Cet important développement de macrophytes dans le réseau hydraulique contribue au fil des années à un colmatage progressif des fossés. Il semblerait donc que l'on puisse envisager de prendre en compte l'état de développement de la végétation pour en déduire l'âge du fossé.

En effet, en parcourant la zone, on observe différents types de fossés :

- Les fossés de type 1 (cf. Partie I - § 4.3.1), récemment curés, très peu fréquents, ne représentant pas d'hydrophytes fixées et peu ou pas d'hélophytes dont l'envasement est compris entre 0% et 30%.
- Les fossés de type 2, très fréquents, avec un développement important d'hydrophytes fixées et d'hélophytes dont l'envasement est compris entre 30% et 60%.
- Les fossés de type 3, fréquents, avec un développement important d'hydrophytes fixées et d'hélophytes dont les rhizomes colonisent fortement les berges et dont l'envasement est compris entre 60% et 100 %.

Il semblerait parallèlement que cet état d'envasement et ce degré de colonisation puissent être liés au niveau d'organisation hiérarchique auquel appartient le fossé.

Ainsi en hiver, lors des crues, les fossés proches de la Gravelle ou des Etiers principaux sont soumis à un régime hydraulique rapide. Le courant entraîne alors la matière végétale en décomposition et les matières en suspension, dégageant ainsi partiellement ou totalement le fossé.

Dans ce cas, la colonisation par les hydrophytes fixées reste partielle et il est possible de penser qu'ils vont rester stables dans le temps.

En revanche, pour les fossés situés en fin de réseau, ce phénomène de "nettoyage" ne semble pas avoir lieu même si en hiver le niveau d'eau augmente et les parcelles environnantes sont inondées. De ce fait, la matière végétale s'accumule et, par son abondance, bloque encore plus de matières en suspension. La végétation des hélophytes contribue également beaucoup au comblement à cause de la chute des appareils aériens et à la progression des rhizomes.

Pour l'année 1995, nous avons pu constater un développement très important de *Cladophora sp.* (non observé en 1994) dans les fossés bordés par des parcelles immergées durant l'hiver. Cela pourrait être lié à un surplus de matières minérales (dû à l'utilisation d'engrais) facilement assimilable par les algues qui se développent rapidement lors du réchauffement de l'eau.

Ce problème d'envasement important des fossés semble lié à la déprise agricole frappant ce milieu. En effet, les propriétaires ne vivant souvent plus de l'exploitation de leurs terres ne les entretiennent plus comme auparavant.

Par le passé, *Phragmites australis* était faucardé et servait de litière. Maintenant, ces hélophytes, lorsqu'ils sont coupés par la fauche d'une parcelle, restent en place et vont contribuer à l'envasement. Souvent, leur maintien est une volonté des propriétaires chasseurs pour former des écrans protecteurs.

Tous ces phénomènes semblent conduire à une banalisation des fossés.

Ces constatations devront être prises en compte lors d'études de richesse spécifique aussi bien au niveau végétal, qu'animal ou piscicole.

Notre étude réalisée dans un but de valorisation du réseau hydraulique va être associée aux données piscicoles recueillies depuis plusieurs années par la division "Aquaculture et pêche" du CEMAGREF de Bordeaux.

L'objectif recherché étant de faire apparaître des corrélations entre le type de végétation et la fréquentation d'espaces piscicoles.

Toutefois, celles - ci devront prendre en compte la grande variabilité des habitats au cours de l'année comme cela a été observé pendant notre période d'étude.

En plus de caractériser l'âge d'un fossé ou de définir un habitat piscicole, l'observation de la végétation pourrait grâce à des études complémentaires renseigner sur la qualité de l'eau dans le réseau hydraulique.

En effet, les hydrophytes directement en contact avec le milieu aquatique peuvent être tributaires pour leur développement de la composition physico - chimique de l'eau.

En conclusion, nous pourrions dire que notre étude a permis de mettre au point une méthode de quantification de la végétation dans le Nord marais Breton. Cela consiste en une première étude qui fait apparaître que le descripteur végétation pourrait à terme permettre une bonne connaissance d'un écosystème complexe en ouvrant de nombreux champs d'investigation.



BIBLIOGRAPHIE

BARBE J., 1984 - Les végétaux aquatiques. Données biologiques et écologiques, Clé de détermination des macrophytes en France - Bulletin Français de Pisciculture, numéro spécial pages 16 à 41

BELAUD A., BENGEN D., LIM P., 1990 - Approche de la structure du peuplement ichthyologique de six bras morts de la Garonne - Annales limnologiques 26 (1) 1990 - pages 81 à 90

BLAMEY M., GREY-WILSON C., 1991 - La flore d'Europe Occidentale - 544 pages

BONNIER Gaston , DE LAYENS Georges, 1986 - Flore complète portative de la France, de la Suisse et de la Belgique - 425 pages

BOULLARD B., 1988 - Dictionnaire de botanique - 398 pages

BOURRELLY Pierre, 1966 - Les algues d'eau douce - Initiation à la systématique - Tome 1 : Les algues vertes - 475 pages

BOUZILLE J.B Thèse - Recherche sur la végétation du marais Breton - pages 70 à 110

Cabinet SAUVETERRE, 1981 - Etude pédologique du marais Breton. Avec la participation de la DDA de Vendée et le SRAE Poitou-Charente. Paris, XIV^{ème}, 30 pages.

Cabinet COYNE & BELLIER, 1984 - Etude hydraulique du bassin versant du Falleron. Rapport de synthèse, avec la participation de l'Union des Syndicats des Prés Marais de la Baie de Bourgneuf et de la DDA de Loire Atlantique. Paris, 44 pages.

Collectif, 1994 - Rapport intermédiaire n° 1- NORSPA - Baie de Bourgneuf - Restauration du réseau hydraulique secondaire

CORILLION R., 1975 - Flore des Charophytes (Characées) du Massif Armoricaire et des contées voisines d'Europe Occidentales - Tome IV - 203 pages

CORILLION R., 1994 - Flore aquatique du Massif Armoricaire - 96 pages

DAGET PH., POISSONET J., 1971 - Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'applications - Ann. Agron. 1971 22(1), 5-41

DE LANGHE Joseph-Edgard, DELVOSALLE Léon, DUVIGNEAUD Jacques, LAMBINON Jacques, VANDEN BERGHEN Constant, 1983 - Nouvelles flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermaphytes) - Troisième édition, 1015 pages

DETHIOUX M., 1989 - Aménagement écologique des cours d'eau - Espèces herbacées du bord des eaux - 143 pages

DETHIOUX M., 1989 - Aménagement écologique des cours d'eau - Espèces aquatiques des eaux courantes. 72 pages.

DIANA Olivier - La protection et la gestion des zones humides
Aménagement et nature n° 105 printemps 1992 - pages 24 à 26

DIDON E. - Laboratoire commun de télédétection CEMAGREF - ENGREF
Systèmes d'information géographique : Concepts, fonctions, applications - Octobre 1990

DUTARTRE A., CODHANT H., MARY N. - Les végétaux aquatiques et le transfert des nutriments dans le fleuve Charente : Les macrophytes - Symposium relations continent-zones côtières - La Rochelle, 13-15 septembre 1994 - 10 pages

EDITIONS LEGISLATIVES ET ADMINISTRATIVES - Code permanent - Environnement et nuisances -

FEUNTEUN E., 1992 - Thèse Université Rennes I - Le peuplement piscicole du marais littoral endigué de Bourgneuf-Machecoul (FRANCE Loire-Atlantique)

FITTER R., FITTER A., FARRER A., 1991 - Guide des Graminées, Carex, Joncs, Fougères - 256 pages

GOUNOT M., 1969 - Méthodes d'étude quantitatives de la végétation - 314 pages

HASLAM S., SINKER C., WOLSELEY P., 1982 - British water plants - 104 pages

HAURY J., 1982 - Quelques méthodes d'étude de la végétation macrophytique en écosystème dulçaquicole courant - Application au réseau hydraulique du Scorff (Bretagne) - pages 17 à 29

HAURY J., 1991 - Les macrophytes comme facteurs structurant les peuplements piscicoles - Texte présenté à la journée d'information du Conseil Scientifique "structure des peuplements piscicoles", Paris, INRA - 20 pages

HAURY J., BARBE J., MULLER S., DUTARTRE A., 1991 - Flore aquatique : biologie, écologie et détermination des principales espèces végétales aquatiques et subaquatiques de France - 21 pages

HAURY J., 1995 - Des indices macrophytiques pour estimer la qualité des cours d'eau : premières propositions du groupement d'intérêt scientifique macrophytes des eaux continentales - Colloque international marqueurs biologiques de pollution - Chinon, 21-22 septembre 1995 (à paraître)

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE FRANCAISE - Protection de la faune et de la flore - septembre 1990

LANDOLT E., 1987 - Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae) - Volume 2 - 638 pages

LANDOLT E., 1986 - The family of Lemnaceae - a monographic study - Volume 1 - 566 pages

Le Courrier de la Nature n° 147 - Septembre Octobre 1994
Edité par la société nationale de protection de la nature

LEFEUVRE J.C,1985 - Introduction des Actes du colloque sur les zones humides du marais aquitain - Le Teich septembre 1985

LONG, 1958 - Description d'une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution de la végétation - Bull. Serv. Cartes Phyt. BIII (2),107126.

MANAUD, MONBET, 1980 - Evaluation des Zones Humides (Littorales)- OREAM, NANTES

MONTEGUT J., 1987 - Les plantes aquatiques - Tome I : milieu aquatique et flore, 60 pages - Tome II : Clé de détermination, 60 pages - Tome III : Planches, index, 44 pages -ACTA Association de coordination technique agricole

PRESCOTT G.W.,1961 - Algae of western great lakes area - 977 pages

RAMADE F., 1987 - Elements d'écologie : Ecologie fondamentale - 403 pages

RAMEAU J.C - MANSION D. - DUME G., 1989 - Flore forestière française - Tome 1 Plaines et collines - 1785 pages

SIMON Michel, 1991 - *Lemna minuscula* HERTER espèce nouvelle pour la Somme - Bulletin de la société botanique du centre-ouest, nouvelle série, tome 22 - 1991- Date de publication : 15. 10. 1991 - pages 197 à 206

SCULTORPE, 1967 - The biology of aquatic vascular plants. 610 pages

VETVICKA V., 1981 - Plantes de bord de l'eau et des prairies - 223 pages

WIEGLEB G., 1981 - Method of vegetation sampling in running water - Colloque phytosociologique, les végétaux aquatiques et amphibies - Lille, 28 octobre 1981.

ANNEXES

ANNEXE

I

DIRECTIVE DU CONSEIL N° 79/409 DU 2 AVRIL 1979
concernant la conservation des oiseaux sauvages (*)
(Journal officiel des Communautés européennes n° L 103 de 1979)

Le Conseil des Communautés européennes,

Vu le traité instituant la Communauté économique européenne, et notamment son article 235 ;

Vu la proposition de la Commission (1) ;

Vu l'avis de l'Assemblée (2) ;

Vu l'avis du Comité économique et social (3) ;

Considérant que la déclaration du Conseil, du 22 novembre 1973, concernant un programme d'action des Communautés européennes en matière d'environnement (4), prévoit des actions spécifiques pour la protection des oiseaux, complétées par la résolution du Conseil des Communautés européennes et des représentants des gouvernements des Etats membres, réunis au sein du Conseil, du 17 mai 1977, concernant la poursuite et la réalisation d'une politique et d'un programme d'action des Communautés européennes en matière d'environnement (5) ;

Considérant que, sur le territoire européen des Etats membres, un grand nombre d'espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage subissent une régression de leur population, très rapide dans certains cas, et que cette régression constitue un danger sérieux pour la conservation du milieu naturel, notamment à cause des menaces qu'elle fait peser sur les équilibres biologiques ;

Considérant que les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres sont en grande partie des espèces migratrices ; que de telles espèces constituent un patrimoine commun et que la protection efficace des oiseaux est un problème d'environnement typiquement transfrontalier qui implique des responsabilités communes ;

Considérant que les conditions de vie des oiseaux au Groenland diffèrent fondamentalement de celles que connaissent les oiseaux dans les autres régions du territoire européen des Etats membres en raison des

(*) Modifiée par la directive n° 85/411/C.E.E. du 25 juillet 1985, publiée au J.O.C.E. n° L 233 de 1985.

(1) J.O. n° C 24 du 1^{er} février 1977, p. 3, et J.O. n° C 201 du 23 août 1977, p. 2.

(2) J.O. n° C 163 du 11 juillet 1977, p. 28.

(3) J.O. n° C 152 du 29 juin 1977, p. 3.

(4) J.O. n° C 112 du 20 décembre 1973, p. 40.

(5) J.O. n° C 139 du 13 juin 1977, p. 1.

circonstances générales et notamment du climat, de la faible densité de la population ainsi que de l'étendue et de la situation géographique exceptionnelles de cette île ;

Considérant que, dès lors, il y a lieu de ne pas appliquer la présente directive au Groenland ;

Considérant que la conservation des espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres est nécessaire à la réalisation, dans le fonctionnement du Marché commun, des objectifs de la Communauté dans les domaines de l'amélioration des conditions de vie, d'un développement harmonieux des activités économiques dans l'ensemble de la Communauté et d'une expansion continue et équilibrée, mais que les pouvoirs d'action spécifiques requis en la matière n'ont pas été prévus par le traité ;

Considérant que les mesures à prendre doivent s'appliquer aux différents facteurs qui peuvent agir sur le niveau de population des oiseaux, à savoir les répercussions des activités humaines et notamment la destruction et la pollution de leurs habitats, la capture et la destruction par l'homme ainsi que le commerce auquel ces pratiques donnent lieu et qu'il y a lieu d'adapter le degré de ces mesures à la situation des différentes espèces dans le cadre d'une politique de conservation ;

Considérant que la conservation a pour objet la protection à long terme et la gestion des ressources naturelles en tant que partie intégrante du patrimoine des peuples européens ; qu'elle permet la régulation de ces ressources et régleme leur exploitation sur la base de mesures nécessaires au maintien et à l'adaptation des équilibres naturels des espèces dans les limites de ce qui est raisonnablement possible ;

Considérant que la préservation, le maintien ou le rétablissement d'une diversité et d'une superficie suffisantes d'habitats sont indispensables à la conservation de toutes les espèces d'oiseaux ; que certaines espèces d'oiseaux doivent faire l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution ; que ces mesures doivent également tenir compte des espèces migratrices et être coordonnées en vue de la constitution d'un réseau cohérent ;

Considérant que, pour éviter que les intérêts commerciaux n'exercent une pression nocive éventuelle sur les niveaux de prélèvement, il est nécessaire d'instaurer une interdiction générale de commercialisation et de limiter toute dérogation aux seules espèces dont le statut biologique le permet, compte tenu des conditions spécifiques qui prévalent dans les différentes régions ;

Considérant qu'en raison de leur niveau de population, de leur distribution géographique et de leur taux de reproduction dans l'ensemble de la Communauté, certaines espèces peuvent être l'objet d'actes de chasse, ce qui constitue une exploitation admissible, pour autant que certaines limites soient établies et respectées, ces actes de chasse devant être compatibles avec le maintien de la population de ces espèces à un niveau satisfaisant ;

Considérant que les moyens, installations ou méthodes de capture ou de mise à mort massive ou non sélective ainsi que la poursuite à partir de certains moyens de transport doivent être interdits en raison de la pression excessive qu'ils exercent ou peuvent exercer sur le niveau de population des espèces concernées ;

Considérant que, en raison de l'importance que peuvent revêtir certaines situations spécifiques, il y a lieu de prévoir une possibilité de dérogation, sous certaines conditions, assortie d'une surveillance par la Commission ;

Considérant que la conservation des oiseaux, et en particulier la conservation des oiseaux migrateurs, pose encore des problèmes pour lesquels des travaux scientifiques doivent être entrepris et que ces travaux permettront en outre d'évaluer l'efficacité des mesures prises ;

Considérant qu'il s'agit de veiller en consultation avec la Commission à ce que l'introduction éventuelle d'espèces d'oiseaux ne vivant pas naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres ne porte aucun préjudice à la flore et à la faune locales ;

Considérant que la Commission préparera et communiquera aux Etats membres tous les trois ans un rapport de synthèse basé sur les informations que les Etats membres lui adresseront sur l'application des dispositions nationales prises en vertu de la présente directive ;

Considérant que le progrès technique et scientifique nécessite une adaptation rapide de certaines annexes ; qu'il convient, pour faciliter la mise en œuvre des mesures nécessaires à cet effet, de prévoir une procédure instaurant une coopération étroite entre les Etats membres et la Commission au sein d'un comité pour l'adaptation au progrès technique et scientifique,

A arrêté la présente directive :

Article 1^{er}

1. La présente directive concerne la conservation de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres auquel le traité est d'application. Elle a pour objet la protection, la gestion et la régulation de ces espèces et en réglemente l'exploitation.

2. La présente directive s'applique aux oiseaux ainsi qu'à leurs œufs, à leurs nids et à leurs habitats.

3. La présente directive ne s'applique pas au Groenland.

Article 2

Les Etats membres prennent toutes les mesures nécessaires pour maintenir ou adapter la population de toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er} à un niveau qui corresponde notamment aux exigences écologiques, scientifiques et culturelles, compte tenu des exigences économiques et récréationnelles.

Article 3

1. Compte tenu des exigences mentionnées à l'article 2, les Etats membres prennent toutes les mesures nécessaires pour préserver, maintenir ou rétablir une diversité et une superficie suffisantes d'habitats pour toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er}.

2. La préservation, le maintien et le rétablissement des biotopes et des habitats comportent en premier lieu les mesures suivantes :

a) Création de zones de protection ;

b) Entretien et aménagement conformes aux impératifs écologiques des habitats se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur des zones de protection ;

c) Rétablissement des biotopes détruits ;

d) Création de biotopes.

Article 4

1. Les espèces mentionnées à l'annexe I font l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution.

A cet égard, il est tenu compte :

a) Des espèces menacées de disparition ;

b) Des espèces vulnérables à certaines modifications de leurs habitats ;

c) Des espèces considérées comme rares parce que leurs populations sont faibles ou que leur répartition locale est restreinte ;

d) D'autres espèces nécessitant une attention particulière en raison de la spécificité de leur habitat.

Il sera tenu compte, pour procéder aux évaluations, des tendances et des variations des niveaux de population.

Les Etats membres classent notamment en zones de protection spéciale les territoires les plus appropriés en nombre et en superficie à la conservation de ces dernières dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive.

2. Les Etats membres prennent des mesures similaires à l'égard des espèces migratrices non visées à l'annexe I dont la venue est régulière, compte tenu des besoins de protection dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive en ce qui concerne leurs aires de reproduction, de mue et d'hivernage et les zones de relais dans leur aire de migration. A cette fin, les Etats membres attachent une importance particulière à la protection des zones humides et tout particulièrement de celles d'importance internationale.

3. Les Etats membres adressent à la Commission toutes les informations utiles de manière à ce qu'elle puisse prendre les initiatives appropriées en vue de la coordination nécessaire pour que les zones visées au paragraphe 1, d'une part, et au paragraphe 2, d'autre part, constituent un réseau cohérent répondant aux besoins de protection des espèces dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive.

4. Les Etats membres prennent les mesures appropriées pour éviter dans les zones de protection visées aux paragraphes 1 et 2 la pollution ou la détérioration des habitats ainsi que les perturbations touchant les oiseaux, pour autant qu'elles aient un effet significatif eu égard aux objectifs du présent article. En dehors de ces zones de protection, les Etats membres s'efforcent également d'éviter la pollution ou la détérioration des habitats.

Article 5

Sans préjudice des articles 7 et 9, les Etats membres prennent les mesures nécessaires pour instaurer un régime général de protection de toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er} et comportant notamment l'interdiction :

- a) De les tuer ou de les capturer intentionnellement, quelle que soit la méthode employée ;
- b) De détruire ou d'endommager intentionnellement leurs nids et leurs œufs et d'enlever leurs nids ;
- c) De ramasser leurs œufs dans la nature et de les détenir, même vides ;
- d) De les perturber intentionnellement, notamment durant la période de reproduction et de dépendance, pour autant que la perturbation ait un effet significatif eu égard aux objectifs de la présente directive ;
- e) De détenir les oiseaux des espèces dont la chasse et la capture ne sont pas permises.

Article 6

1. Sans préjudice des paragraphes 2 et 3, les Etats membres interdisent, pour toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er}, la vente, le transport pour la vente, la détention pour la vente ainsi que la mise en vente des oiseaux vivants et des oiseaux morts ainsi que de toute partie ou de tout produit obtenu à partir de l'oiseau, facilement identifiables.

2. Pour les espèces visées à l'annexe III, partie 1, les activités visées au paragraphe 1 ne sont pas interdites, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

3. Les Etats membres peuvent autoriser sur leur territoire, pour les espèces mentionnées à l'annexe III, partie 2, les activités visées au paragraphe 1 et à cet effet prévoir des limitations, pour autant que les oiseaux aient été licitement tués ou capturés ou autrement licitement acquis.

Les Etats membres qui souhaitent accorder une telle autorisation consultent au préalable la Commission, avec laquelle ils examinent si la commercialisation des spécimens de l'espèce en question ne conduit pas ou ne risque pas de conduire, selon toute prévision raisonnable, à mettre en danger le niveau de population, la distribution géographique ou le taux de reproductivité de celle-ci dans l'ensemble de la Communauté. S'il ressort de cet examen que, de l'avis de la Commission, l'autorisation envisagée conduit ou risque de conduire à l'un des dangers énumérés ci-dessus, la Commission adresse à l'Etat membre une recommandation dûment motivée désapprouvant la commercialisation de l'espèce en question. Si la Commission estime qu'un tel danger n'existe pas, elle en informe l'Etat membre.

La recommandation de la Commission est publiée au *Journal officiel des Communautés européennes*.

L'Etat membre qui accorde une autorisation en vertu du présent paragraphe vérifie à intervalles réguliers si les conditions requises pour l'octroi de cette autorisation sont encore remplies.

4. Pour les espèces inscrites à l'annexe III, partie 3, la Commission procède à des études sur leur statut biologique et les répercussions de la commercialisation sur celui-ci.

Elle soumet, au plus tard quatre mois avant l'expiration du délai visé à l'article 18, paragraphe 1, un rapport et ses propositions au comité visé à l'article 16 en vue d'une décision sur l'inscription de ces espèces à l'annexe III, partie 2.

Dans l'attente de cette décision, les Etats membres peuvent appliquer à ces espèces les réglementations nationales existantes sans préjudice du paragraphe 3.

Article 7

1. En raison de leur niveau de population, de leur distribution géographique et de leur taux de reproductivité dans l'ensemble de la Communauté, les espèces énumérées à l'annexe II peuvent être l'objet d'actes de chasse dans le cadre de la législation nationale. Les Etats membres veillent à ce que la chasse de ces espèces ne compromette pas les efforts de conservation entrepris dans leur aire de distribution.

2. Les espèces énumérées à l'annexe II, partie 1, peuvent être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la présente directive.

3. Les espèces énumérées à l'annexe II, partie 2, peuvent être chassées seulement dans les Etats membres pour lesquels elles sont mentionnées.

4. Les Etats membres s'assurent que la pratique de la chasse, y compris le cas échéant la fauconnerie, telle qu'elle découle de l'application des mesures nationales en vigueur, respecte les principes d'une utilisation raisonnée et d'une régulation équilibrée du point de vue écologique des espèces d'oiseaux concernées, et que cette pratique soit compatible, en ce qui concerne la population de ces espèces, notamment des espèces migratrices, avec les dispositions découlant de l'article 2. Ils veillent en particulier à ce que les espèces auxquelles s'applique la législation de la chasse ne soient pas chassées pendant la période nidicole ni pendant les différents stades de reproduction et de dépendance. Lorsqu'il s'agit d'espèces migratrices, ils veillent en particulier à ce que les espèces auxquelles s'applique la législation de la chasse ne soient pas chassées pendant leur période de reproduction et pendant leur trajet de retour vers leur lieu de nidification. Les Etats membres transmettent à la Commission toutes les informations utiles concernant l'application pratique de leur législation de la chasse.

Article 8

1. En ce qui concerne la chasse, la capture ou la mise à mort d'oiseaux dans le cadre de la présente directive, les Etats membres interdisent le recours à tous moyens, installations ou méthodes de capture ou de mise à mort massive ou non sélective ou pouvant entraîner localement la disparition d'une espèce, et en particulier à ceux énumérés à l'annexe IV sous a.

2. En outre, les Etats membres interdisent toute poursuite à partir des modes de transport et dans les conditions mentionnés à l'annexe IV sous b.

Article 9

1. Les Etats membres peuvent déroger aux articles 5, 6, 7 et 8 s'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pour les motifs ci-après :

a) Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ;

Dans l'intérêt de la sécurité aérienne ;

Pour prévenir les dommages importants aux cultures, au bétail, aux forêts, aux pêcheries et aux eaux ;

Pour la protection de la flore et de la faune ;

b) Pour des fins de recherche et d'enseignement, de repeuplement, de réintroduction ainsi que pour l'élevage se rapportant à ces actions ;

c) Pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées et de manière sélective, la capture, la détention ou toute autre exploitation judicieuse de certains oiseaux en petites quantités.

2. Les dérogations doivent mentionner :

— les espèces qui font l'objet des dérogations ;

— les moyens, installations ou méthodes de capture ou de mise à mort autorisés ;

— les conditions de risque et les circonstances de temps et de lieu dans lesquelles ces dérogations peuvent être prises ;

— l'autorité habilitée à déclarer que les conditions exigées sont réunies, à décider quels moyens, installations ou méthodes peuvent être mis en œuvre, dans quelles limites et par quelles personnes ;

— les contrôles qui seront opérés.

3. Les Etats membres adressent à la Commission chaque année un rapport sur l'application du présent article.

4. Au vu des informations dont elle dispose, et notamment de celles qui lui sont communiquées en vertu du paragraphe 3, la Commission veille constamment à ce que les conséquences de ces dérogations ne soient pas incompatibles avec la présente directive. Elle prend les initiatives appropriées à cet égard.

Article 10

1. Les Etats membres encouragent les recherches et les travaux nécessaires aux fins de la protection, de la gestion et de l'exploitation de la population de toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er}.

2. Une attention particulière sera accordée aux recherches et aux travaux portant sur les sujets énumérés à l'annexe V. Les Etats membres adressent à la Commission toutes les informations nécessaires de manière à ce qu'elle puisse prendre les mesures appropriées en vue de la coordination des recherches et travaux visés au présent article.

Article 11

Les Etats membres veillent à ce que l'introduction éventuelle d'espèces d'oiseaux ne vivant pas naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des Etats membres ne porte aucun préjudice à la flore et à la faune locales. Ils consultent à ce sujet la Commission.

Article 12

1. Les Etats membres adressent à la Commission tous les trois ans à compter de l'expiration du délai visé à l'article 18, paragraphe 1, un rapport sur l'application des dispositions nationales prises en vertu de la présente directive.

2. La Commission prépare tous les trois ans un rapport de synthèse basé sur les informations visées au paragraphe 1. La partie du projet de ce rapport relative aux informations fournies par un Etat membre est transmise pour vérification aux autorités de cet Etat membre. La version définitive du rapport est communiquée aux Etats membres.

Article 13

L'application des mesures prises en vertu de la présente directive ne peut conduire à une dégradation de la situation actuelle en ce qui concerne la conservation de toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er}.

Article 14

Les Etats membres peuvent prendre des mesures de protection plus strictes que celles prévues par la présente directive.

Article 15

Les modifications nécessaires pour adapter au progrès technique et scientifique les annexes I et V ainsi que les modifications visées à l'article 6, paragraphe 4, deuxième alinéa, sont arrêtées conformément à la procédure de l'article 17.

Article 16

1. Aux fins des modifications visées à l'article 15, il est institué un comité pour l'adaptation au progrès technique et scientifique de la présente directive, ci-après dénommé « comité », qui est composé de représentants des Etats membres et présidé par un représentant de la Commission.

2. Le comité établit son règlement intérieur.

Article 17

1. Dans le cas où il est fait référence à la procédure définie au présent article, le comité est saisi par son président, soit à l'initiative de celui-ci, soit à la demande du représentant d'un Etat membre.

2. Le représentant de la Commission soumet au comité un projet de mesures à prendre. Le comité émet son avis sur ce projet dans un délai que le président peut fixer en fonction de l'urgence de la question en cause. Il se prononce à la majorité de quarante et une voix, les voix des Etats membres étant affectées de la pondération prévue à l'article 148, paragraphe 2, du traité. Le président ne prend pas part au vote.

3. a) La Commission arrête les mesures envisagées lorsqu'elles sont conformes à l'avis du comité ;

17/ Lorsque les mesures envisagées ne sont pas conformes à l'avis du comité, ou en l'absence d'avis, la Commission soumet sans tarder au Conseil une proposition relative aux mesures à prendre. Le Conseil statue à la majorité qualifiée ;

c) Si, à l'expiration d'un délai de trois mois à compter de la saisine du Conseil, celui-ci n'a pas statué, les mesures proposées sont arrêtées par la Commission.

Article 18

1. Les Etats membres mettent en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la présente directive dans un délai de deux ans à compter de sa notification. Ils en informent immédiatement la Commission.

2. Les Etats membres communiquent à la Commission le texte des dispositions essentielles de droit interne qu'ils adoptent dans le domaine régi par la présente directive.

Article 19

Les Etats membres sont destinataires de la présente directive.

Fait à Luxembourg, le 2 avril 1979.

Par le Conseil :
Le président,
J. FRANÇOIS-PONCET

DIRECTIVE DU CONSEIL N° 92/43/CEE DU 21 MAI 1992

concernant la conservation
des habitats naturels
ainsi que de la faune et de la flore
sauvages

(JOCE n° L 206 du 22 juillet 1992)

LE CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EURO-
PÉENNES,

Vu le Traité instituant la Communauté éco-
nomique européenne, et notamment son arti-
cle 130 S,

Vu la proposition de la Commission (1),

Vu l'avis du Parlement européen (2),

Vu l'avis du Comité économique et social (3),

Considérant que la préservation, la protec-
tion et l'amélioration de la qualité de l'envi-
ronnement, y compris la conservation des
habitats naturels ainsi que de la faune et de la
flore sauvages, constituent un objectif essen-
tiel, d'intérêt général poursuivi par la
Communauté comme prévu à l'article 130 R
du traité;

Considérant que le programme d'action
communautaire en matière d'environnement
(1987-1992) (4) prévoit des dispositions
concernant la conservation de la nature et des
ressources naturelles;

Considérant que le but principal de la pré-
sente directive étant de favoriser le maintien
de la biodiversité, tout en tenant compte des
exigences économiques, sociales, culturelles
et régionales, elle contribue à l'objectif
général, d'un développement durable; que le
maintien de cette biodiversité peut, dans
certains cas, requérir le maintien, voire l'en-
couragement, d'activités humaines;

Considérant que, sur le territoire européen
des États membres, les habitats naturels ne
cessent de se dégrader et qu'un nombre crois-
sant d'espèces sauvages sont gravement
menacées; que, étant donné que les habitats
et espèces menacés font partie du patrimoine
naturel de la Communauté et que les menaces
pesant sur ceux-ci sont souvent de nature
transfrontalière, il est nécessaire de prendre
des mesures au niveau communautaire en vue
de les conserver;

Considérant que, eu égard aux menaces
pesant sur certains types d'habitats naturels

et certaines espèces, il est nécessaire de les
définir comme prioritaires afin de privilégier
la mise en œuvre rapide de mesures visant à
leur conservation;

Considérant que, en vue d'assurer le rétablis-
sement ou le maintien des habitats naturels et
des espèces d'intérêt communautaire dans un
état de conservation favorable, il y a lieu de
désigner des zones spéciales de conservation
afin de réaliser un réseau écologique euro-
péen cohérent suivant un calendrier défini;

Considérant que toutes les zones désignées, y
compris celles qui sont classées ou qui seront
classées dans le futur en tant que zones spé-
ciales de protection en vertu de la directive
79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979,
concernant la conservation des oiseaux
sauvages (5), devront s'intégrer dans le
réseau écologique européen cohérent;

Considérant qu'il convient, dans chaque
zone désignée, de mettre en œuvre les mesures
nécessaires eu égard aux objectifs de conser-
vation visés;

Considérant que les sites susceptibles d'être
désignés comme zones spéciales de conserva-
tion sont proposés par les États membres
mais qu'une procédure doit néanmoins être
prévue pour permettre la désignation dans
des cas exceptionnels d'un site non proposé
par un État membre mais que la Commu-
nauté considère essentiel respectivement
pour le maintien ou pour la survie d'un type
d'habitat naturel prioritaire ou d'une espèce
prioritaire;

Considérant que tout plan ou programme
susceptible d'affecter de manière significative
les objectifs de conservation d'un site qui a
été désigné ou qui le sera dans le futur doit
être l'objet d'une évaluation appropriée;

Considérant qu'il est reconnu que l'adoption
des mesures destinées à favoriser la conser-
vation des habitats naturels prioritaires et des
espèces prioritaires d'intérêt communautaire
incombe, à titre de responsabilité commune,
à tous les États membres; que cela peut
cependant imposer une charge financière
excessive à certains États membres compte
tenu, d'une part de la répartition inégale de
ces habitats et espèces dans la Communauté
et, d'autre part, du fait que le principe du
pollueur-payeur ne peut avoir qu'une appli-
cation limitée dans le cas particulier de la
conservation de la nature;

Considérant qu'il est dès lors convenu que,
dans ce cas exceptionnel, le concours d'un
cofinancement communautaire devrait être
prévu dans les limites des moyens financiers
libérés en vertu des décisions de la Commu-
nauté;

Considérant qu'il convient d'encourager,
dans les politiques d'aménagement du terri-
toire et de développement, la gestion des
éléments du paysage qui revêtent une impor-
tance majeure pour la faune et la flore sau-
vages;

Considérant qu'il importe d'assurer la mise
en place d'un système de surveillance de l'état
de conservation des habitats naturels et des
espèces visées par la présente directive;

Considérant que, en complément de la direc-
tive 79/409/CEE, il convient de prévoir un
système général de protection pour certaines
espèces de faune et de flore; que des mesures
de gestion doivent être prévues pour certaines

espèces, si leur état de conservation le justifie,
y compris l'interdiction de certaines modali-
tés de capture ou de mise à mort, tout en
prévoyant la possibilité de dérogations sous
certaines conditions;

Considérant que, dans le but d'assurer le
suivi de la mise en œuvre de la présente
directive, la Commission préparera périodi-
quement un rapport de synthèse fondé
notamment sur les informations que les États
membres lui adresseront sur l'application des
dispositions nationales prise en vertu de la
présente directive;

Considérant que l'amélioration des connais-
sances scientifiques et techniques est indis-
pensable pour la mise en œuvre de la pré-
sente directive, et qu'il convient par conséquent
d'encourager la recherche et les travaux
scientifiques requis à cet effet;

Considérant que le progrès technique et
scientifique nécessite la possibilité d'adapter
les annexes; qu'il convient de prévoir une
procédure de modification de ces annexes par
le Conseil;

Considérant qu'un comité de réglementation
doit être instauré pour assister la Commis-
sion dans la mise en œuvre de la présente
directive notamment lors de la prise de déci-
sion sur le cofinancement communautaire;

Considérant qu'il convient de prévoir des
mesures complémentaires qui réglementent
la réintroduction de certaines espèces de
faune et de flore indigènes ainsi que l'intro-
duction éventuelle d'espèces non indigènes;

Considérant que l'éducation et l'information
générale relatives aux objectifs de la présente
directive sont indispensables pour assurer sa
mise en œuvre efficace,

A ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE :

Définitions

Article premier. — Aux fins de la présente
directive, on entend par :

a) *conservation* : un ensemble de mesures
requis pour maintenir ou rétablir les habi-
tats naturels et les populations d'espèces de
faune et de flore sauvages dans un état favo-
rable au sens des points c) et d);

b) *habitats naturels* : des zones terrestres ou
aquatiques se distinguant par leurs caracté-
ristiques géographiques, abiotiques et bioti-
ques, qu'elles soient entièrement naturelles
ou semi-naturelles;

c) *types d'habitats naturels d'intérêt commu-
nautaire* : ceux qui, sur le territoire visé à
l'article 2 :

i) sont en danger de disparition dans leur
aire de répartition naturelle

ou

ii) ont une aire de répartition naturelle
réduite par suite de leur régression ou en
raison de leur aire intrinsèquement restreinte
ou

iii) constituent des exemples remarquables
de caractéristiques propres à l'une ou à
plusieurs des cinq régions biogéographiques
suivantes : alpine, atlantique, continentale,
macaronésienne et méditerranéenne.

Ces types d'habitats figurent ou sont suscep-
tibles de figurer à l'annexe I;

d) *types d'habitats naturels prioritaires* : les
types d'habitats naturels en danger de dispa-
rition présents sur le territoire visé à l'arti-
cle 2 et pour la conservation desquels la

(1) JOCE n° C 247 du 21.9.1988, p.3. JOCE
n° C 195 du 3.8.1990, p.1.

(2) JOCE n° C 75 du 20.3.1991, p.12.

(3) JOCE n° C 31 du 6.2.1991, p.25.

(4) JOCE n° C 328 du 7.12.1987, p.1.

(5) JOCE n° L 103 du 25.4.1979, p.1. Directive
modifiée en dernier lieu par la directive
91/244/CEE (JOCE n° L 115 du 8.5.1991,
p.41).

Communauté porte une responsabilité particulière, compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans le territoire visé à l'article 2. Ces types d'habitats naturels prioritaires sont indiqués par un astérisque (*) à l'annexe I ;

e) *état de conservation d'un habitat naturel* : l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire visé à l'article 2.

« L'état de conservation » d'un habitat naturel sera considéré comme « favorable » lorsque :

- son aire de répartition naturelle ainsi que les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension

et

- la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible

et

- l'état de conservation des espèces qui lui sont typiques est favorable au sens du point i) ;

f) *habitat d'une espèce* : le milieu défini par des facteurs abiotiques et biotiques spécifiques où vit l'espèce à l'un des stades de son cycle biologique ;

g) *espèces d'intérêt communautaire* : celles qui, sur le territoire visé à l'article 2, sont :

- i) en danger, excepté celles dont l'aire de répartition naturelle s'étend de manière marginale sur ce territoire et qui ne sont ni en danger ni vulnérables dans l'aire du paléarctique occidental

ou

- ii) vulnérables, c'est-à-dire dont le passage dans la catégorie des espèces en danger est jugé probable dans un avenir proche en cas de persistance des facteurs qui sont cause de la menace

ou

- iii) rares, c'est-à-dire dont les populations sont de petite taille et qui, bien qu'elles ne soient pas actuellement en danger ou vulnérables, risquent de le devenir. Ces espèces sont localisées dans des aires géographiques restreintes ou éparpillées sur une plus vaste superficie

ou

- iv) endémiques et requièrent une attention particulière en raison de la spécificité de leur habitat et/ou des incidences potentielles de leur exploitation sur leur état de conservation.

Ces espèces figurent ou sont susceptibles de figurer à l'annexe II et/ou IV ou V ;

h) *espèces prioritaires* : les espèces visées au point g) i) et pour la conservation desquelles la Communauté porte une responsabilité particulière compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans le territoire visé à l'article 2. Ces espèces prioritaires sont indiquées par un astérisque (*) à l'annexe II ;

i) *état de conservation d'une espèce* : l'effet de l'ensemble des influences qui, agissant sur l'espèce, peuvent affecter à long terme la répartition et l'importance de ses populations sur le territoire visé à l'article 2 ;

« L'état de conservation » sera considéré comme « favorable » lorsque :

- les données relatives à la dynamique de la population de l'espèce en question indiquent que cette espèce continue et est susceptible de continuer à long terme à constituer un élément viable des habitats naturels auxquels elle appartient

et

- l'aire de répartition naturelle de l'espèce ne diminue ni ne risque de diminuer dans un avenir prévisible

et

- il existe et il continuera probablement d'exister un habitat suffisamment étendu pour que ses populations se maintiennent à long terme ;

j) *site* : une aire géographiquement définie, dont la surface est clairement délimitée ;

k) *site d'importance communautaire* : un site qui, dans la ou les régions biogéographiques auxquelles il appartient, contribue de manière significative à maintenir ou à rétablir un type d'habitat naturel de l'annexe I ou une espèce de l'annexe II dans un état de conservation favorable et peut aussi contribuer de manière significative à la cohérence de « Natura 2000 » visé à l'article 3, et/ou contribue de manière significative au maintien de la diversité biologique dans la ou les régions biogéographiques concernées.

Pour les espèces animales qui occupent de vastes territoires, les sites d'importance communautaire correspondent aux lieux, au sein de l'aire de répartition naturelle de ces espèces, qui présentent les éléments physiques ou biologiques essentiels à leur vie et reproduction ;

l) *zone spéciale de conservation* : un site d'importance communautaire désigné par les États membres par un acte réglementaire, administratif et/ou contractuel où sont appliquées les mesures de conservation nécessaires au maintien ou au rétablissement, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et/ou des populations des espèces pour lesquels le site est désigné ;

m) *spécimen* : tout animal ou plante, vivant ou mort, des espèces figurant à l'annexe V, toute partie ou tout produit obtenu à partir de ceux-ci ainsi que toute autre marchandise dans le cas où il ressort du document justificatif, de l'emballage ou d'une étiquette ou de toutes autres circonstances qu'il s'agit de parties ou de produits d'animaux ou de plantes de ces espèces ;

n) *comité* : le comité établi en vertu de l'article 20.

Art. 2. – 1. La présente directive a pour objet de contribuer à assurer la biodiversité par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages sur le territoire européen des États membres où le traité s'applique.

2. Les mesures prises en vertu de la présente directive visent à assurer le maintien ou le rétablissement, dans un état de conservation

favorable, des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire.

3. Les mesures prises en vertu de la présente directive tiennent compte des exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que des particularités régionales et locales.

Conservation des habitats naturels et des habitats d'espèces

Art. 3. – 1. Un réseau écologique européen cohérent de zones spéciales de conservation, dénommé « Natura 2000 », est constitué. Ce réseau, formé par des sites abritant des types d'habitats naturels figurant à l'annexe I et des habitats des espèces figurant à l'annexe II, doit assurer le maintien ou, le cas échéant, le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des types d'habitats naturels et des habitats d'espèces concernés dans leur aire de répartition naturelle.

Le réseau Natura 2000 comprend également les zones de protection spéciale classées par les États membres en vertu des dispositions de la directive 79/409/CEE.

2. Chaque État membre contribue à la constitution de Natura 2000 en fonction de la représentation, sur son territoire, des types d'habitats naturels et des habitats d'espèces visés au paragraphe 1. Il désigne à cet effet, conformément à l'article 4, des sites en tant que zones spéciales de conservation, et tenant compte des objectifs visés au paragraphe 1.

DIRECTIVE DU CONSEIL N° 78-659 DU 18 JUILLET 1978

concernant la qualité des eaux douces
ayant besoin d'être protégées
ou améliorées
pour être aptes à la vie des poissons
(J.O.C.E. n° L. 221/1 du 14 août 1978)

Le Conseil des Communautés européennes,
Vu le traité instituant la Communauté économique européenne, et notamment ses articles 100 et 235,

Vu la proposition de la Commission,
Vu l'avis de l'Assemblée,

Vu l'avis du Comité économique et social,
Considérant que la protection et l'amélioration de l'environnement rendent nécessaires des mesures concrètes destinées à protéger les eaux contre la pollution, y compris les eaux douces aptes à la vie des poissons;

Considérant qu'il est nécessaire, du point de vue écologique et économique, de sauvegarder les peuplements de poissons des différentes conséquences néfastes résultant du rejet dans les eaux de substances polluantes, telles qu'en particulier la diminution du nombre des individus appartenant à certaines espèces, et parfois même la disparition de certaines d'entre elles;

Considérant que les programmes d'action des Communautés européennes en matière d'environnement de 1973 et de 1977 prévoient l'établissement en commun d'objectifs de qualité fixant les différentes exigences auxquelles un milieu doit satisfaire, et notamment la définition des paramètres valables pour l'eau, y compris les eaux douces aptes à la vie des poissons;

Considérant qu'une disparité entre les dispositions déjà applicables ou en cours de préparation dans les différents États membres en ce qui concerne la qualité des eaux douces aptes à la vie des poissons peut créer des conditions de concurrence inégales et avoir, de ce fait, une incidence directe sur le

fonctionnement du marché commun; qu'il convient donc de procéder, dans ce domaine, au rapprochement des législations prévu à l'article 100 du traité;

Considérant qu'il apparaît nécessaire d'assortir ce rapprochement des législations d'une action de la Communauté visant à réaliser, par une réglementation plus ample, l'un des objectifs de la Communauté dans le domaine de la protection du milieu et de l'amélioration de la qualité de la vie; qu'il convient de prévoir à ce titre certaines dispositions spécifiques; que, les pouvoirs d'action spécifiques requis à cet effet n'ayant pas été prévus par le traité, il convient de recourir à l'article 235;

Considérant que, afin d'atteindre les objectifs de la directive, les États membres devront désigner les eaux auxquelles elle s'applique et fixer les valeurs limites correspondant à certains paramètres; que les eaux désignées devront être rendues conformes à ces valeurs dans un délai de cinq ans après la désignation;

Considérant qu'il y a lieu de prévoir que les eaux douces aptes à la vie des poissons seront, à certaines conditions, censées être conformes aux valeurs des paramètres qui s'y rapportent, même si un certain pourcentage d'échantillons prélevés ne respecte pas les limites spécifiées en annexe;

Considérant que, pour assurer le contrôle de la qualité des eaux douces aptes à la vie des poissons, il y a lieu de procéder à des prélèvements minimaux d'échantillons et d'effectuer les mesures des paramètres spécifiés à l'annexe; que ces prélèvements pourront être réduits ou supprimés en fonction de la qualité des eaux;

Considérant que certaines circonstances naturelles échappent au contrôle des États membres et que, de ce fait, il faut prévoir la possibilité de déroger dans certains cas à la présente directive;

Considérant que le progrès technique et scientifique peut rendre nécessaire une adaptation rapide de certaines des dispositions figurant en annexe à la présente directive; qu'il convient, pour faciliter la mise en œuvre des mesures nécessaires à cet effet, de prévoir une procédure instaurant une coopération étroite entre les États membres et la Commission au sein d'un comité pour l'adaptation au progrès technique et scientifique,

A arrêté la présente directive :

Article premier

1. La présente directive concerne la qualité des eaux douces et s'applique aux eaux désignées par les États membres comme ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons.

2. La présente directive ne s'applique pas aux eaux se trouvant dans des bassins naturels ou artificiels utilisés pour l'élevage intensif des poissons.

3. La présente directive a pour but de protéger ou d'améliorer la qualité des eaux douces courantes ou stagnantes dans lesquelles vivent ou pourraient vivre, si la pollution était réduite ou éliminée, les poissons appartenant :

– à des espèces indigènes présentant une diversité naturelle,

– à des espèces dont la présence est jugée souhaitable, aux fins de gestion des eaux, par les autorités compétentes des États membres.

4. Au sens de la présente directive, on entend par :

– eaux salmonicoles, les eaux dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons appartenant à des espèces telles que les saumons (*Salmo salar*), les truites (*Salmo trutta*), les ombres (*Thymallus thymallus*) et les corégones (*Coregonus*),

– eaux cyprinicoles, les eaux dans lesquelles vivent ou pourraient vivre les poissons appartenant aux cyprinidés (*Cyprinidae*), ou d'autres espèces telles que les brochettes (*Esox lucius*), les perches (*Perca fluviatilis*) et les anguilles (*Anguilla anguilla*).

Art. 2

1. Les paramètres physico-chimiques applicables aux eaux désignées par les États membres figurent à l'annexe I.

2. Pour l'application de ces paramètres, les eaux sont divisées en eaux salmonicoles et en eaux cyprinicoles.

Art. 3

1. Les États membres fixent, pour les eaux désignées, des valeurs pour les paramètres indiqués à l'annexe I, dans la mesure où des valeurs apparaissent dans la colonne G ou dans la colonne I. Ils se conforment aux remarques figurant dans ces deux colonnes.

2. Les États membres ne fixent pas de valeurs moins sévères que celles figurant dans la colonne I de l'annexe I et s'efforcent de respecter les valeurs figurant dans la colonne G, compte tenu du principe énoncé à l'article 8.

Art. 4

1. Les États membres procèdent à une première désignation d'eaux salmonicoles et d'eaux cyprinicoles dans un délai de deux ans à compter de la notification de la présente directive.

2. Les États membres peuvent par la suite effectuer des désignations supplémentaires.

3. Les États membres peuvent procéder à la révision de la désignation de certaines eaux en raison de l'existence de facteurs non prévus à la date de la désignation, en tenant compte du principe énoncé à l'article 8.

Art. 5

Les États membres établissent des programmes en vue de réduire la pollution et d'assurer que les eaux désignées soient conformes, dans un délai de cinq ans à compter de la désignation effectuée conformément à l'article 4, aux valeurs fixées par les États membres conformément à l'article 3 ainsi qu'aux remarques figurant dans les colonnes G et I de l'annexe I.

Art. 6

1. Pour l'application de l'article 5, les eaux désignées sont censées être conformes à la présente directive si des échantillons de ces eaux prélevés selon la fréquence minimale prévue à l'annexe I, en un même lieu de

prélèvement et pendant une période de douze mois, montrent qu'elles respectent les valeurs fixées par les États membres conformément à l'article 3 ainsi que les remarques figurant dans les colonnes G et I de l'annexe I, en ce qui concerne :

- 95 % des échantillons pour les paramètres suivants : pH, DBO₅, ammoniac non ionisé, ammonium total, nitrites, chlore résiduel total, zinc total et cuivre soluble. Si la fréquence de prélèvement est inférieure à un prélèvement par mois, les valeurs et remarques susmentionnées doivent être respectées pour tous les échantillons,

- les pourcentages spécifiés à l'annexe I pour les paramètres suivants : température et oxygène dissous,

- la concentration moyenne fixée pour le paramètre « matières en suspension ».

2. Le non-respect des valeurs fixées par les États membres conformément à l'article 3 ou des remarques figurant dans les colonnes G et I de l'annexe I n'est pas pris en considération dans le calcul des pourcentages prévus au paragraphe 1 lorsqu'il est la conséquence d'inondations ou autres catastrophes naturelles.

Art. 7

1. Les autorités compétentes des États membres effectuent les échantillonnages dont la fréquence minimale est fixée à l'annexe I.

2. Lorsque l'autorité compétente constate que la qualité des eaux désignées est sensiblement supérieure à celle qui résulterait de l'application des valeurs fixées conformément à l'article 3 et des remarques figurant dans les colonnes G et I de l'annexe I, la fréquence des prélèvements peut être réduite. S'il n'y a aucune pollution et aucun risque de détérioration de la qualité des eaux, l'autorité compétente concernée peut décider qu'aucun prélèvement n'est nécessaire.

3. S'il se révèle, à la suite d'un prélèvement, qu'une valeur fixée par un État membre conformément à l'article 3 ou une remarque figurant dans les colonnes G ou I de l'annexe I n'est pas respectée, l'État membre détermine si cette situation est le fait du hasard, la conséquence d'un phénomène naturel ou est due à une pollution, et adopte les mesures appropriées.

4. Le lieu exact de prélèvement des échantillons, la distance de celui-ci au point de rejet de polluants le plus proche, ainsi que la profondeur à laquelle les échantillons doivent être prélevés sont définis par l'autorité compétente de chaque État membre en fonction, notamment, des conditions locales du milieu.

5. Un certain nombre de méthodes d'analyse de référence à utiliser pour le calcul de la valeur des paramètres concernés sont spécifiées à l'annexe I. Les laboratoires qui utilisent d'autres méthodes doivent s'assurer que les résultats obtenus sont équivalents ou comparables à ceux indiqués dans l'annexe I.

Art. 8

L'application des mesures prises en vertu de la présente directive ne peut en aucun cas avoir pour effet d'accroître, directement ou indirectement, la pollution des eaux douces.

Art. 9

Les États membres peuvent, à tout moment, fixer pour les eaux désignées des valeurs plus sévères que celles prévues par la présente directive. Ils peuvent également arrêter des dispositions relatives à des paramètres autres que ceux prévus dans la présente directive.

Art. 10

Dans le cas d'eaux douces traversant ou constituant la frontière entre des États membres et qu'un de ces États envisage de désigner, ces États se consultent pour définir la partie de ces eaux à laquelle la directive pourrait s'appliquer ainsi que les conséquences à tirer des objectifs de qualité communs qui seront déterminées après concertation par chaque État concerné. La Commission peut participer à ces délibérations.

Art. 11

Les États membres peuvent déroger à la présente directive :

a) pour certains paramètres marqués (0) dans l'annexe I, en raison de circonstances météorologiques exceptionnelles ou de circonstances géographiques spéciales ;

b) lorsque les eaux désignées subissent un enrichissement naturel en certaines substances qui provoque le non-respect des valeurs prescrites à l'annexe I.

On entend par enrichissement naturel le processus par lequel une masse d'eau déterminée reçoit du sol certaines substances contenues dans celui-ci, sans intervention de la part de l'homme.

Art. 12

Les modifications nécessaires pour adapter au progrès technique et scientifique :

- les valeurs G des paramètres

et

- les méthodes d'analyse

figurant à l'annexe I sont arrêtées conformément à la procédure prévue à l'article 14.

Art. 13

1. Il est institué aux fins de l'article 12 un comité pour l'adaptation au progrès technique et scientifique, ci-après dénommé « comité », qui est composé de représentants des États membres et présidé par un représentant de la Commission.

2. Le comité établit son règlement intérieur.

Art. 14

1. Dans le cas où il est fait référence à la procédure définie au présent article, le comité est saisi par son président, soit à l'initiative de celui-ci, soit à la demande du représentant d'un État membre.

2. Le représentant de la Commission soumet au comité un projet de mesures à prendre. Le comité émet son avis sur le projet dans un délai que le président fixe en fonction de l'urgence de la question. Il se prononce à la majorité de quarante et une voix, les voix des États membres étant affectées de la pondération prévue à l'article 148 paragraphe 2 du traité. Le président ne prend pas part au vote.

3. a) La Commission arrête les mesures envisagées lorsqu'elles sont conformes à l'avis du comité.

b) Lorsque les mesures envisagées ne sont pas conformes à l'avis du comité, ou en l'absence d'avis, la Commission soumet sans tarder au Conseil une proposition relative aux mesures à adopter. Le Conseil statue à la majorité qualifiée.

c) Si, à l'expiration d'un délai de trois mois à compter de la saisine du Conseil, celui-ci n'a pas statué, les mesures proposées sont arrêtées par la Commission.

Art. 15

Aux fins de l'application de la présente directive, les États membres fournissent à la Commission les informations concernant :

- les eaux désignées conformément à l'article 4 paragraphes 1 et 2, sous forme synthétique,

- la révision de la désignation de certaines eaux conformément à l'article 4, paragraphe 3,

- les dispositions prises en vue de fixer de nouveaux paramètres conformément à l'article 9,

- l'application des dérogations aux valeurs figurant dans la colonne I de l'annexe I.

Plus généralement, les États membres fournissent à la Commission, sur demande motivée de sa part, les informations nécessaires à l'application de la présente directive.

Art. 16

(Dir. n° 91/692 du 23 déc. 1991, art. 2 et Ann. 1) Tous les trois ans, les États membres communiquent à la Commission des informations sur la mise en œuvre de la présente directive dans le cadre d'un rapport sectoriel couvrant également les autres directives communautaires pertinentes. Ce rapport est établi sur la base d'un questionnaire ou d'un schéma élaboré par la Commission selon la procédure prévue à l'article 6 de la directive 91/692/CEE. Le questionnaire ou le schéma est adressé aux États membres six mois avant le début de la période couverte par le rapport. Le rapport est transmis à la Commission dans les neuf mois suivant la fin de la période de trois ans qu'il couvre.

Le premier rapport couvre la période de 1993 à 1995 inclus.

La Commission publie un rapport communautaire sur la mise en œuvre de la directive dans les neuf mois suivant la réception des rapports des États membres.

Art. 17

1. Les États membres mettent en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la présente directive dans un délai de deux ans à compter de sa notification. Ils en informent immédiatement la Commission.

2. Les États membres communiquent à la Commission le texte des dispositions essentielles de droit interne qu'ils adoptent dans le domaine régi par la présente directive.

Art. 18

Les États membres sont destinataires de la présente directive.

Protection des paysages.

a) La loi n° 93-24 du 8 janvier 1993 * sur la protection et la mise en valeur des paysages a modifié dans ce sens diverses dispositions législatives en matière :

- d'enquêtes publiques (v. n° 15 et s.) ;
- de documents d'urbanisme (v. n° 56 et s.) ;
- de zones protégées (v. n° 77) ;
- de parcs naturels régionaux et nationaux (v. n° 126 et s.).

Si la protection de la nature était déjà intégrée dans la réglementation des installations classées (*L. du 19 juill. 1976, art. 1^{er} **), l'adoption de la loi du 8 janvier 1993 * a précisé l'obligation de protéger les paysages qui est désormais reprise dans les arrêtés imposant des mesures aux installations classées, ainsi l'arrêté général du 1^{er} mars 1993 * visant la loi « Paysages » ou celui du 14 mai 1993 * sur l'industrie du verre (v. en rubrique « INSTALLATIONS CLASSÉES »).

b) La loi de finances pour 1993 a créé le Fonds pour l'amélioration de la vie quotidienne. Une circulaire du ministre de l'Équipement expose la finalité du fonds, ses conditions et ses modalités d'intervention et, notamment, les possibilités d'intervention du fonds dans :

- l'aménagement des entrées des villes pour une meilleure intégration des paysages ;
- les plantations de haies ;
- la participation à l'établissement des plans de paysage par la création de sentiers pédestres, réhabilitation d'un site, etc. (*Circ. n° 92-71 du 15 déc. 1992, non publiée*).

c) Dans cet esprit et dans le cadre du « plan environnement EDF » l'État et l'EDF ont signé une convention le 25 août 1992 qui rend prioritaire l'insertion des réseaux électriques dans l'environnement et qui porte 3 engagements d'EDF :

- renforcement de la concertation entre EDF et les partenaires locaux (élus et associations) ;
- indemnisation des riverains de lignes à très haute tension ;
- constitution d'un fonds d'aménagement du réseau auquel EDF participera à hauteur de 5 % du coût d'investissement de la ligne (*Protocole du 25 août 1992, non publié*).

Le passage en souterrain, en secteur rural, de certaines lignes électriques portant préjudice aux agriculteurs, un protocole d'accord, conclu le 7 septembre 1993 et établi en concertation avec la profession (APCA et FNSEA), a défini les conditions d'indemnisation des exploitants à l'occasion de la construction en souterrain des futures lignes à moyenne et basse tension.

Dans le cadre de la révision des concessions de distribution publique d'énergie électrique, un modèle de cahier des charges doit être publié comportant pour EDF des obligations de protection de l'environnement (*Inst. du 27 juill. 1993, JO du 11 sept., annexes consultables dans les préfectures ou à la DIGEC, 97, rue de Grenelle, 75007 Paris*).

L'enfouissement des lignes électriques ne fait l'objet d'aucune aide spécifique de la part de l'Union européenne. Mais des programmes d'enfouissement peuvent bénéficier du FEDER dans le cadre de l'action structurelle de l'Union européenne (PDZR notamment).

d) En complément de la loi sur les paysages, le ministre de l'Environnement a annoncé la labellisation de 52 paysages façonnés et préservés par l'homme. C'est un jury exceptionnel de 17 personnalités qui les a sélectionnés. Parmi ces paysages labellisés, 6 seront présentés à l'UNESCO pour entrer dans le patrimoine mondial, en particulier les marais salants de Guérande (Loire-Atlantique), l'île de Batz (Finistère), etc.

La loi relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral. – Cette loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 a été publiée au *Journal officiel* du 4.

La politique d'intérêt général définie pour le littoral a pour objet :

- la protection des équilibres biologiques et écologiques ;
- la préservation et le développement des activités économiques liées à la proximité de l'eau ;
- le maintien ou le développement d'activités dans la zone littorale.

Définition : communes littorales.

Sont considérées comme communes littorales les communes :

- riveraines des mers et océans, des plans d'eau intérieurs d'une superficie supérieure à 1 000 ha ;
- riveraines des estuaires et des deltas qui participent aux équilibres économiques et écologiques littoraux et qui en font la demande. La liste en sera fixée par décret en Conseil d'État.

Dispositions générales :

- les dispositions de cette loi intégrées au Code de l'urbanisme (L. 146-1 * à L. 146-9 *) ont valeur de loi d'aménagement et d'urbanisme au sens de l'article L. 111-1-1 * du Code de l'urbanisme (v. n° 82) ;
- ses dispositions sont applicables à toute personne publique ou privée, pour l'exécution de tous travaux.

Gestion du domaine public maritime et fluvial. Réglementation des plages :

- l'accueil des navires de plaisance est organisé de manière à s'intégrer aux sites naturels et urbains ;
- la reconstitution d'une surface de plage artificielle ou d'un potentiel conchylicole ou aquacole équivalant à ce qui aura été détruit par les travaux de construction d'un port de plaisance pourra être imposée au concessionnaire ;
- les extractions de matériaux sont limitées ou interdites ;
- tout changement substantiel d'utilisation de zones du domaine public maritime est préalablement soumis à enquête publique (v. n° 15) ;
- le projet de délimitation du rivage est soumis à enquête publique (v. n° 15) ;
- il ne peut être porté atteinte à l'état naturel du rivage de la mer, notamment par endiguement, assèchement ou remblaiement, sauf pour des ouvrages ou installations liés à l'exercice d'un service public ;
- des autorisations d'occupation temporaire du domaine public peuvent être accordées lorsque les travaux à réaliser ne sont pas de nature à entraîner l'affectation irréversible du site ;
- l'accès des piétons aux plages est libre ; les concessions de plages sont accordées ou renouvelées après enquête publique. La circulation et le stationnement des véhicules à moteur sont interdits sur le rivage de la mer, sur les dunes et plages ;
- le maire exerce la police des baignades et des activités nautiques (engins de plage) jusqu'à une limite fixée à 300 mètres à compter de la limite des eaux (C. communes, art. L. 131-2-1 *, en rubrique « EAU ») : la matérialisation de cette limite est réalisée au moyen de bouées pouvant porter des pictogrammes faisant ressortir la réglementation applicable. La forme, la dimension et l'espacement des bouées ont été fixés par arrêté (Arr. du 27 mars 1991, JO du 28 avr.).

Dispositions diverses :

- les dispositions de la loi sont applicables aux départements d'outre-mer, sous réserve de certaines dispositions propres à ces départements ;

– le Gouvernement déposera chaque année devant le Parlement un rapport sur l'application des dispositions de la loi et sur les mesures spécifiques qui auront été prises en faveur du littoral.

Voir l'analyse succincte de cette loi dans une note de la Direction générale des impôts (note du 16 mai 1986, BODGI 9 B 1-86).

Liste des espaces et milieux littoraux.

*En application de l'article L. 146-6 * du Code de l'urbanisme, la liste des espaces et milieux littoraux à préserver est précisée par l'article R. 146-1 * (D. n° 89-694 du 20 sept. 1989, JO du 26). Il s'agit des espaces suivants :*

- les dunes, les landes côtières, les plages et les lidos, les estrans, les falaises et les abords de celles-ci ;
- les forêts et zones boisées proches du rivage de la mer et des plans d'eau intérieurs d'une superficie supérieure à 1 000 hectares ;
- les îlots inhabités ;
- les parties naturelles des estuaires, des rias ou abers et des caps ;
- les marais, les vasières, les tourbières, les plans d'eau, les zones humides et milieux temporairement immergés ;
- les milieux abritant des concentrations naturelles d'espèces animales ou végétales telles que les herbiers, les frayères, les nourrisseries et les gisements naturels de coquillages vivants ; les espaces délimités pour conserver les espèces en application de l'article 4 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 * et les zones de repos, de nidification et de gagnage de l'avifaune désignée par la directive européenne n° 79/409/CEE du 2 avril 1979 (JOCE n° L 103 du 25) concernant la conservation des oiseaux sauvages ;
- les parties naturelles des sites inscrits ou classés en application de la loi du 2 mai 1930 * modifiée et des parcs nationaux créés en application de la loi n° 60-708 du 22 juillet 1960, ainsi que les réserves naturelles instituées en application de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 * ;
- les formations géologiques telles que les gisements de minéraux ou de fossiles, les stratotypes, les grottes ou les accidents géologiques remarquables ;
- les récifs coralliens, les lagons et les mangroves dans les départements d'outre-mer.

Une circulaire et une note technique du 10 octobre 1989 * commentent ces dispositions et notamment le champ d'application territorial et la prise en compte de ces dispositions dans les documents d'urbanisme.

Aménagements autorisés :

Dans ces espaces et milieux littoraux préservés certains aménagements légers peuvent être autorisés, après enquête publique (v. n° 15 et Circ. du 25 oct. 1989 * relative aux enquêtes publiques pour certaines opérations dans les communes littorales) :

- les chemins piétonniers et les objets mobiliers destinés à l'accueil ou à l'information du public, lorsqu'ils sont nécessaires à la gestion ou à l'ouverture au public de ces espaces ou milieux ;
- les aménagements nécessaires à l'exercice des activités agricoles, de pêche et cultures marines ou lacustres, conchylicoles, pastorales et forestières ne créant pas de surface hors œuvre nette au sens de l'article R. 112-2 et dont la localisation dans ces espaces ou milieux ne dénature pas le caractère des lieux et est rendue indispensable par des nécessités techniques (C. urb., art. R. 146-2 *).

Renforcement de l'application de la loi « littoral ».

Une nouvelle circulaire, émanant de cinq ministères concernés par le littoral, demande aux préfets d'appliquer la loi « littoral » avec fermeté notamment lors de l'élaboration des documents d'urbanisme, pour prévoir des coupures d'urbanisation, s'assurer de la compatibilité des documents avec la loi « littoral » et interdire les occupations privatives du domaine public maritime (Circ. du 24 oct. 1991 *).

Signalons également que les « zones humides » ont fait l'objet d'une définition et d'un renforcement de leur protection par la nouvelle loi sur l'eau (*L. n° 92-3 du 3 janv. 1992* *, v. en rubrique « EAU ») et par une circulaire du 5 août 1993 * sur la politique de l'eau et de la gestion des milieux aquatiques (v. en rubrique « EAU », n° 30).

Par ailleurs, l'exonération de la taxe foncière qui encourageait l'assèchement des marais a été supprimée puisqu'au contraire le ministère de l'Environnement encourage le maintien en eau des marais par le versement de subventions (*L. de fin. n° 90-1128 du 29 déc. 1990, art. 107, JO du 30, v. CGI, art. 1395* *).

Décisions jurisprudentielles :

- implantation de routes à proximité des rivages interdite : article L. 146-7 (réalisation de la station de pompage du lac de Sainte-Croix : *CE, 14 oct. 1991* *) ;
- implantation de routes à proximité du rivage, installation d'une station de pompage : obligation de consulter, préalablement à la déclaration d'utilité publique, la commission départementale des sites (*CE, 15 juin 1992* *) ;
- aménagement d'une importante ZAC au bord du littoral, annulation : article L. 146-2 (*TA Nice, 4 juill. 1991* *, confirmé par *CE 12 févr. 1993* *) ;
- plan d'aménagement de ZAC incompatible avec la protection du littoral, annulation (*TA Nice, du 4 juill. 1991* *) ;
- permis de construire de 750 villas, d'un hôtel et de parkings portant atteinte à la préservation des dunes et landes côtières, présentant un intérêt biologique ayant justifié le classement en ZNIEFF de type I, annulation (*CAA Nancy, du 27 mai 1993* *).

Les espaces protégés par les lois d'aménagement et d'urbanisme. – En complément des règles générales d'urbanisme (v. n° 27), des prescriptions nationales ou particulières à certaines parties du territoire sont fixées en application de lois d'aménagement et d'urbanisme (*C. urb., art. L. 111-1-1°*).

Les schémas directeurs et de secteur (v. n° 66), les POS (v. n° 49 et s.) et les documents d'urbanisme en tenant lieu doivent être compatibles avec leurs dispositions.

La loi d'aménagement de la montagne a été publiée (*L. n° 85-30 du 9 janv. 1985, JO du 10; C. urb., art. L. 145-1° et s.*) ; elle fait suite à la directive nationale d'aménagement du 22 novembre 1977 ; elle prévoit :

- la délimitation de zones de montagne et de massifs ;
 - la création d'institutions spécifiques :
 - Conseil national de la montagne ;
 - comités de massif ; ils désignent une commission spécialisée pour les unités touristiques nouvelles ;
 - l'aménagement et la protection de l'espace montagnard :
 - par les documents d'urbanisme ;
 - par des protections spécifiques :
 - protection des rives de certains plans d'eau (*C. urb., art. L. 145-5° ; CE, 9 oct. 1989, Sepansa, n° 82094*). Toutefois, les opérations d'urbanisation intégrées à l'environnement d'une surface de plancher inférieure ou égale à 30 000 mètres carrés, situées sur les rives d'un plan d'eau artificiel existant au 10 février 1994 peuvent être autorisées de manière exceptionnelle par les ministres chargés de l'Urbanisme et de l'Environnement après avis de la commission départementale des sites (*L. n° 94-112 du 9 févr. 1994, art. 7, JO du 10*) ;
 - limitation des routes de corniche (*C. urb., art. L. 145-6°*) ;
 - interdiction de la dépose à ski (*art. 76*) ;
 - renforcement des pouvoirs du maire (*C. communes, art. L. 131-4-1°*) ;
 - la réglementation des remontées mécaniques :
 - assujettissement des entreprises exploitant des engins de remontée mécanique à une taxe communale ou départementale (*D. n° 87-45 du 29 janv. 1987, JO du 31 et Circ. du 12 mai 1987*) ;
 - autorisation pour des travaux et la mise en exploitation de remontées mécaniques et l'aménagement des pistes de ski.
- La procédure relative à la délivrance de ces autorisations fait l'objet de deux nouvelles sections au sein du Code de l'urbanisme (*C. urb., art. R. 445-1 à R. 445-13, D. n° 88-635 du 6 mai 1988, JO du 8, et Circ. n° 88-63 du 25 juill. 1988*).
- la réglementation des Unités touristiques nouvelles (*C. urb., art. L. 145-9° et s. et R. 145-1° et s. ; D. n° 86-52 du 10 janv. 1986, JO du 14*) :
 - La procédure de création d'UTN prévoit la constitution d'un dossier comprenant en particulier l'état du site et de son environnement, les caractéristiques principales du projet, les effets prévisibles du projet sur l'économie agricole et l'environnement. Le projet de création de l'UTN de Formigüères a été annulé pour ne pas avoir respecté l'ensemble de ces exigences (*TA Montpellier, 29 nov. 1989°*) ;
 - Une UTN ne peut être réalisée que dans une commune disposant d'un POS opposable aux tiers. Une commune dont le POS avait été annulé s'est vu annuler également le projet d'UTN (*TA Nice, 24 juill. 1989°*).
 - Le projet d'UTN de Cruseilles, autorisé par le préfet en 1988, sanctionné par jugement du tribunal administratif de Grenoble le 10 mai 1990, a finalement été confirmé par arrêt du Conseil d'État (*15 mai 1992, n° 118573°*), considérant que le projet n'apporterait pas à la qualité du site des atteintes insupportables.

La réalisation d'unité touristique nouvelle en zone de montagne doit préserver les terres nécessaires au maintien et au développement de l'agriculture et respecter la qualité des sites et des grands équilibres naturels. Le jugement du tribunal administratif de Nice vient d'être confirmé en tant qu'il annule l'arrêté du préfet de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur autorisant la réalisation sur la commune d'Ampus de 95 000 mètres carrés de surface de plancher, aux motifs que ce projet impliquait la disparition d'activités agricoles, que les ressources en eau n'étaient pas assurées et en raison de la présence en lisière d'un site classé et de l'inscription du village d'Ampus et de ses abords à l'inventaire des sites (*CE du 10 déc. 1993°*).

Signalons d'autres mesures pour la protection de la montagne :

- le développement du tourisme en montagne exige des travaux de prévention et de protection pour faire face aux risques naturels spécifiques à la montagne :
 - l'établissement des périmètres de risque ou des plans d'exposition aux risques naturels ;
 - l'expertise des travaux en particulier pour les projets les plus importants (par ex. : dossiers d'Unité touristique nouvelles - UTN) ;
 - la surveillance et l'alerte ;
 - l'information du public (*Circ. du 17 déc. 1987, non parue au JO*).

Dans chacun des départements comprenant une zone de montagne, une commission propose au président du conseil général et au représentant de l'État dans le département les dispositions de nature à améliorer l'organisation des services publics en montagne (*art. 15 de la loi montagne modifiée par la loi n° 88-13 du 5 janv. 1988, JO du 6*). Il est recommandé de saisir cette commission avant toute décision de rationalisation des services publics qui prévoirait la fermeture d'une implantation ou la réduction des prestations assurées à la population ; ces recommandations doivent être étendues à l'ensemble des départements qui possèdent des zones rurales fragiles (*Circ. du 10 mars 1988, JO du 13 ; Circ. du 13 déc. 1988 et Circ. Int/B/89/00249/C du 8 août 1989, non parues au JO*).

- l'institution possible d'une taxe de séjour ou taxe de séjour forfaitaire dans les communes de montagne, pour favoriser leur fréquentation touristique. Le tarif de cette taxe varie de 1 à 7 F par personne et par nuitée (*L. n° 88-13 du 5 janv. 1988, JO du 6 ; C. com., art. L. 233-29° et s.*).

LOI N° 92-3 DU 3 JANVIER 1992

sur l'eau
NOR : ENV X 92 00061 L
(JO du 4 janvier 1992)

Article premier. – L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.

L'usage de l'eau appartient à tous dans le cadre des lois et règlements ainsi que des droits antérieurement établis.

Art. 2. – Les dispositions de la présente loi ont pour objet une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Cette gestion équilibrée vise à assurer :

- la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ;

- la protection contre toute pollution et la restauration de la qualité des eaux superficielles et souterraines et des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ;

- le développement et la protection de la ressource en eau ;

- la valorisation de l'eau comme ressource économique et la répartition de cette ressource ;

de manière à satisfaire ou à concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :

- de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population ;

- de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ;

- de l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, des transports, du tourisme, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.

TITRE PREMIER

DE LA POLICE ET DE LA GESTION DES EAUX

Art. 3. – Un ou des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux fixent pour chaque bassin ou groupement de bassins les

orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau, telle que prévue à l'article 1^{er}.

Ils prennent en compte les principaux programmes arrêtés par les collectivités publiques et définissent de manière générale et harmonisée les objectifs de quantité et de qualité des eaux ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre. Ils délimitent le périmètre des sous-bassins correspondant à une unité hydrographique.

Les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec leurs dispositions. Les autres décisions administratives doivent prendre en compte les dispositions de ces schémas directeurs.

Le ou les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux sont élaborés, à l'initiative du préfet coordonnateur de bassin, par le comité de bassin compétent dans un délai de cinq ans à compter de la date de publication de la présente loi.

Le comité de bassin associe à cette élaboration des représentants de l'État et des conseils régionaux et généraux concernés, qui lui communiquent toutes informations utiles relevant de leur compétence.

Le comité de bassin recueille l'avis des conseils régionaux et des conseils généraux concernés sur le projet de schéma qu'il a arrêté. Ces avis sont réputés favorables s'ils n'interviennent pas dans un délai de quatre mois après la transmission du projet de schéma directeur.

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux est adopté par le comité de bassin et approuvé par l'autorité administrative. Il est tenu à la disposition du public et révisé selon les formes prévues aux alinéas précédents.

Art. 4. – Dans chaque bassin, le préfet de la région où le comité de bassin a son siège anime et coordonne la politique de l'État en matière de police et de gestion des ressources en eau afin de réaliser l'unité et la cohérence des actions déconcentrées de l'État en ce domaine dans les régions et départements concernés.

Les décrets prévus à l'article 8 précisent les conditions d'intervention du préfet coordonnateur de bassin, notamment en ce qui concerne la gestion des situations de crises, ainsi que les moyens de toute nature nécessaires à l'exercice des missions qui lui sont confiées par la présente loi.

Art. 5. – Dans un groupement de sous-bassins ou un sous-bassin correspondant à une unité hydrographique ou à un système aquifère, un schéma d'aménagement et de gestion des eaux fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau superficielle et souterraine et des écosystèmes aquatiques ainsi que de préservation des zones humides, de manière à satisfaire aux principes énumérés à l'article 1^{er}. Son périmètre est déterminé par le schéma directeur mentionné à l'article 3 ; à défaut, il est arrêté par le représentant de l'État, après consultation ou sur proposition des collectivités territoriales et après consultation du comité de bassin.

Pour l'élaboration, la révision et le suivi de l'application du schéma d'aménagement et de gestion des eaux, une commission locale de l'eau est créée par le représentant de l'État.

Elle comprend :

- pour moitié, des représentants des collectivités territoriales et des établissements

publics locaux, qui désignent en leur sein le président de la commission ;

- pour un quart, des représentants des usagers, des propriétaires riverains, des organisations professionnelles et des associations concernées. Ces associations doivent être régulièrement déclarées depuis au moins cinq ans à la date de la création de la commission et se proposer, par leurs statuts, la sauvegarde de tout ou partie des principes visés à l'article 1^{er} ;

- pour un quart, des représentants de l'État et de ses établissements publics.

Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux dresse un constat de l'état de la ressource en eau et du milieu aquatique. Il recense les différents usages qui sont faits des ressources en eau existantes.

Il prend en compte les documents d'orientation et les programmes de l'État, des collectivités territoriales et de leurs groupements, des syndicats mixtes, des établissements publics, des autres personnes morales de droit public, ainsi que des sociétés d'économie mixte et des associations syndicales de la loi du 21 juin 1865 ayant des incidences sur la qualité, la répartition ou l'usage de la ressource en eau.

Il énonce, ensuite, les priorités à retenir pour atteindre les objectifs définis au premier alinéa, en tenant compte de la protection du milieu naturel aquatique, des nécessités de mise en valeur de la ressource en eau, de l'évolution prévisible de l'espace rural, de l'environnement urbain et économique et de l'équilibre à assurer entre les différents usages de l'eau. Il évalue les moyens économiques et financiers nécessaires à sa mise en œuvre. Il doit être compatible avec les orientations fixées par le schéma directeur mentionné à l'article 3 de la présente loi, s'il existe.

Le projet de schéma d'aménagement et de gestion des eaux, élaboré ou révisé par la commission locale de l'eau, est soumis à l'avis des conseils généraux, des conseils régionaux et du comité de bassin intéressés. Le comité de bassin assure l'harmonisation des schémas d'aménagement et de gestion des eaux entrant dans le champ de sa compétence.

Le projet est rendu public par l'autorité administrative avec, en annexe, les avis des personnes consultées. Ce dossier est mis à la disposition du public pendant deux mois.

A l'issue de ce délai, le schéma d'aménagement et de gestion des eaux, éventuellement modifié pour tenir compte des observations du public, des avis des communes, des conseils généraux, des conseils régionaux et du comité de bassin, est approuvé par l'autorité administrative. Il est tenu à la disposition du public.

Lorsque le schéma a été approuvé, les décisions prises dans le domaine de l'eau par les autorités administratives et applicables dans le périmètre qu'il définit doivent être compatibles ou rendues compatibles avec ce schéma. Les autres décisions administratives doivent prendre en compte les dispositions du schéma.

La commission locale de l'eau connaît des réalisations, documents ou programmes portant effet dans le périmètre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux et des décisions visées à l'alinéa ci-dessus.

Un décret fixe, en tant que de besoin, les modalités d'application du présent article.

Art. 6. – En l'absence de schéma d'aménagement et de gestion des eaux approuvé, la circulation sur les cours d'eau des engins

nautiques de loisir non motorisés s'effectue librement dans le respect des lois et règlements de police et des droits des riverains.

Art. 7. — Pour faciliter la réalisation des objectifs arrêtés dans un schéma d'aménagement et de gestion des eaux, les collectivités territoriales intéressées et leurs groupements exerçant tout ou partie des compétences énumérées à l'article 31 peuvent s'associer dans une communauté locale de l'eau. Cet établissement public est constitué et fonctionne selon les dispositions régissant l'un des établissements publics mentionnés au titre VI du livre I^{er} du Code des communes ou au titre VII de la loi du 10 août 1871 relative aux conseils généraux.

Les associations et syndicats de personnes physiques ou morales ayant des activités dans le domaine de l'eau peuvent être associés à ses travaux, à titre consultatif.

Dans la limite de son périmètre d'intervention, la communauté locale de l'eau peut exercer tout ou partie des compétences énumérées à l'article 31.

Elle établit et adopte un programme pluriannuel d'intervention après avis conforme de la commission locale de l'eau.

Un décret détermine les conditions d'application du présent article.

Art. 8. — Les règles générales de préservation de la qualité et de répartition des eaux superficielles, souterraines et des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales sont déterminées par décret en Conseil d'État.

Elles fixent :

1° Les normes de qualité et les mesures nécessaires à la restauration et à la préservation de cette qualité, en fonction des différents usages de l'eau et de leur cumul ;

2° Les règles de répartition des eaux, de manière à concilier les intérêts des diverses catégories d'utilisateurs ;

3° Les conditions dans lesquelles peuvent être :

— interdits ou réglementés les déversements, écoulements, jets, dépôts directs ou indirects d'eau ou de matière et plus généralement tout fait susceptible d'altérer la qualité des eaux et du milieu aquatique ;

— prescrites les mesures nécessaires pour préserver cette qualité et assurer la surveillance des puits et forages en exploitation ou désaffectés ;

4° Les conditions dans lesquelles peuvent être interdites ou réglementées la mise en vente et la diffusion de produits ou de dispositifs qui, dans des conditions d'utilisation normalement prévisibles, sont susceptibles de nuire à la qualité du milieu aquatique ;

5° Les conditions dans lesquelles sont effectués, par le service chargé de la police des eaux ou des rejets ou de l'activité concernée, des contrôles techniques des installations, travaux ou opérations et les conditions dans lesquelles le coût de ces contrôles peut être mis à la charge de l'exploitant, du propriétaire ou du responsable de la conduite des opérations en cas d'inobservation de la réglementation. Si les contrôles des rejets de substances de toute nature, y compris radioactives, ne sont pas effectués par des laboratoires publics, ils ne peuvent l'être que par des laboratoires agréés.

Art. 9. — En complément des règles générales mentionnées à l'article 8, des prescriptions nationales ou particulières à certaines parties du territoire sont fixées par décret en Conseil d'État afin d'assurer la protection des principes mentionnés à l'article 2.

Ces décrets déterminent en particulier les conditions dans lesquelles l'autorité administrative peut :

1° Prendre des mesures de limitation ou de suspension provisoire des usages de l'eau, pour faire face à une menace ou aux conséquences d'accidents, de sécheresse, d'inondations ou à un risque de pénurie ;

2° Édicter, dans le respect de l'équilibre général des droits et obligations résultant de concessions de service public accordées par l'État, des prescriptions spéciales applicables aux installations, travaux et activités qui font usage de l'eau ou qui en modifient le niveau ou le mode d'écoulement et les conditions dans lesquelles peuvent être interdits ou réglementés tous forages, prises d'eau, barrages, travaux ou ouvrages de rejet, notamment dans les zones de sauvegarde de la ressource, déclarées d'utilité publique pour l'approvisionnement actuel ou futur en eau potable ;

3° Fixer les dispositions particulières applicables aux sources et gisements d'eaux minérales naturelles et à leur protection.

Art. 10. — I. — Sont soumis aux dispositions du présent article les installations, ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.

II. — Les installations, ouvrages, travaux et activités visés au I sont définis dans une nomenclature, établie par décret en Conseil d'État après avis du Comité national de l'eau, et soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

Ce décret définit en outre les critères de l'usage domestique, et notamment le volume d'eau en deçà duquel le prélèvement est assimilé à un tel usage, ainsi que les autres formes d'usage dont l'impact sur le milieu aquatique est trop faible pour justifier qu'elles soient soumises à autorisation ou à déclaration.

III. — Sont soumis à autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter atteinte gravement à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique.

Sont soumis à déclaration les installations, ouvrages, travaux et activités qui, n'étant pas susceptibles de présenter de tels dangers, doivent néanmoins respecter les prescriptions édictées en application des articles 8 et 9.

Si les principes mentionnés à l'article 2 de la présente loi ne sont pas garantis par l'exécution de ces prescriptions, l'autorité administrative peut imposer, par arrêté, toutes prescriptions spécifiques nécessaires.

Les prescriptions nécessaires à la protection des principes mentionnés à l'article 2 de la présente loi, les moyens de surveillance, les modalités des contrôles techniques et les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident sont fixés par l'arrêté d'autorisation et, éventuellement, par des actes complémentaires pris postérieurement à cette autorisation.

Un décret détermine les conditions dans lesquelles les prescriptions visées aux deux

alinéas précédents sont établies, modifiées et portées à la connaissance des tiers.

IV. — L'autorisation est accordée après enquête publique et, le cas échéant, pour une durée déterminée. Un décret détermine les conditions dans lesquelles le renouvellement des autorisations et l'autorisation de travaux, installations ou activités présentant un caractère temporaire et sans effet important et durable sur le milieu naturel peuvent être accordés sans enquête publique préalable.

L'autorisation peut être retirée ou modifiée, sans indemnité de la part de l'État exerçant ses pouvoirs de police, dans les cas suivants :

1° Dans l'intérêt de la salubrité publique, et notamment lorsque ce retrait ou cette modification est nécessaire à l'alimentation en eau potable des populations ;

2° Pour prévenir ou faire cesser les inondations ou en cas de menace pour la sécurité publique ;

3° En cas de menace majeure pour le milieu aquatique, et notamment lorsque les milieux aquatiques sont soumis à des conditions hydrauliques critiques non compatibles avec leur préservation ;

4° Lorsque les ouvrages ou installations sont abandonnés ou ne font plus l'objet d'un entretien régulier.

Tout refus, retrait ou modification d'autorisation doit être motivé auprès du demandeur.

V. — Les règlements d'eau des entreprises hydroélectriques sont pris conjointement au titre de l'article 10 de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et du présent article.

Ces règlements peuvent faire l'objet de modifications, sans toutefois remettre en cause l'équilibre général de la concession.

VI. — Dans tous les cas les droits des tiers sont et demeurent réservés.

VII. — Les installations et ouvrages existants doivent être mis en conformité avec les dispositions prises en application du II ci-dessus dans un délai de trois ans à compter de la date de publication de la présente loi.

Art. 11. — Les installations soumises à autorisation ou à déclaration au titre de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement doivent aussi respecter les dispositions prévues par la présente loi. Des règlements d'application communs peuvent être pris au titre de ces deux lois sans que cela n'affecte les compétences et les procédures mises en œuvre pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 précitée.

Art. 12. — Les installations soumises à autorisation ou à déclaration au titre de l'article 10 de la présente loi permettant d'effectuer à des fins non domestiques des prélèvements en eau superficielle ou des déversements, ainsi que toute installation de pompage des eaux souterraines, doivent être pourvues des moyens de mesure ou d'évaluation appropriés. Leurs exploitants ou, s'il n'existe pas d'exploitants, leurs propriétaires sont tenus d'en assurer la pose et le fonctionnement, de conserver trois ans les données correspondantes et de tenir celles-ci à la disposition de l'autorité administrative ainsi que des personnes morales de droit public dont la liste est fixée par décret.

Les installations existantes doivent être mises en conformité avec les dispositions du présent article dans un délai de cinq ans à compter de la date de publication de la présente loi.

Art. 13. - I. - Voir article L. 20 du Code de la santé publique.

II. - Dans le délai de deux ans à compter de la publication de la présente loi, toute facture d'eau comprendra un montant calculé en fonction du volume réellement consommé par l'abonné à un service de distribution d'eau et pourra, en outre, comprendre un montant calculé indépendamment de ce volume, compte tenu des charges fixes du service et des caractéristiques du branchement.

Toutefois, à titre exceptionnel, le préfet pourra, dans des conditions prévues par décret en Conseil d'État, à la demande du maire, si la ressource en eau est naturellement abondante et si le nombre d'usagers raccordés au réseau est suffisamment faible, ou si la commune connaît habituellement de fortes variations de sa population, autoriser la mise en œuvre d'une tarification ne comportant pas de terme directement proportionnel au volume total consommé.

III. - Les données sur la qualité de l'eau destinée à l'alimentation humaine et, notamment, les résultats des analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire et les analyses réalisées chez les particuliers sont publiques et communicables aux tiers.

Les préfets sont tenus de communiquer régulièrement aux maires les données relatives à la qualité de l'eau distribuée, en des termes simples et compréhensibles par tous les usagers.

Les données relatives à la qualité de l'eau distribuée sont l'objet d'un affichage en mairie et de toutes autres mesures de publicité appropriée dans des conditions fixées par décret.

Art. 14. - Voir articles L. 736 à L. 744 du Code de la santé publique.

Art. 15. - Lorsque des travaux d'aménagement hydraulique, autres que ceux concédés ou autorisés en application de la loi du 16 octobre 1919 précitée, ont pour objet ou pour conséquence la régulation du débit d'un cours d'eau non domanial ou l'augmentation de son débit en période d'étiage, tout ou partie du débit artificiel peut être affecté, par déclaration d'utilité publique, sur une section de ce cours d'eau et pour une durée déterminée, à certains usages, sans préjudice de l'application de l'article 45 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.

L'acte déclaratif d'utilité publique vaut autorisation au titre de la présente loi et fixe, dans les conditions prévues par décret, outre les prescriptions pour son installation et son exploitation :

- un débit affecté, déterminé compte tenu des ressources disponibles aux différentes époques de l'année et attribué en priorité au bénéficiaire de l'acte déclaratif d'utilité publique ;

- les prescriptions jugées nécessaires pour assurer le passage de tout ou partie du débit affecté dans la section considérée, dans les conditions les plus rationnelles et les moins dommageables pour les autres usagers dudit cours d'eau et dans le respect des écosystèmes aquatiques.

Sans préjudice de la responsabilité encourue vis-à-vis du bénéficiaire du débit affecté, quiconque ne respecte pas les prescriptions définies par l'acte déclaratif d'utilité publique sera passible d'une amende d'un montant de 1 000 F à 80 000 F.

Les dispositions du présent article sont applicables aux travaux d'aménagement hydraulique autorisés antérieurement à la publication de la présente loi.

Art. 16. - Dans les parties submersibles des vallées non couvertes par un plan d'exposition aux risques naturels prévisibles, l'autorité administrative peut élaborer des plans de surfaces submersibles qui définissent les prescriptions techniques à respecter afin d'assurer le libre écoulement des eaux, la conservation des champs d'inondation et le fonctionnement des écosystèmes qu'ils constituent.

Dans les zones couvertes par un plan de surfaces submersibles, les dispositions du deuxième alinéa et des alinéas suivants de l'article 5-1 de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles sont applicables.

Un décret en Conseil d'État détermine les conditions dans lesquelles sont établis les plans de surfaces submersibles ainsi que la nature des prescriptions techniques qui y sont applicables.

Art. 17. - Voir article 83 du Code minier en rubrique « PROTECTION DE LA NATURE ».

Art. 18. - Le préfet et le maire intéressés doivent être informés, dans les meilleurs délais par toute personne qui en a connaissance, de tout incident ou accident présentant un danger pour la sécurité civile, la qualité, la circulation ou la conservation des eaux.

La personne à l'origine de l'incident ou de l'accident et l'exploitant ou, s'il n'existe pas d'exploitant, le propriétaire sont tenus, dès qu'ils en ont connaissance, de prendre ou faire prendre toutes les mesures possibles pour mettre fin à la cause de danger ou d'atteinte au milieu aquatique, évaluer les conséquences de l'incident ou de l'accident et y remédier.

Le préfet peut prescrire aux personnes mentionnées ci-dessus les mesures à prendre pour mettre fin au dommage constaté ou en circonscrire la gravité et, notamment, les analyses à effectuer.

En cas de carence, et s'il y a un risque de pollution ou de destruction du milieu naturel, ou encore pour la santé publique et l'alimentation en eau potable, le préfet peut prendre ou faire exécuter les mesures nécessaires aux frais et risques des personnes responsables.

Le préfet et le maire intéressés informent les populations par tous les moyens appropriés des circonstances de l'incident ou de l'accident, de ses effets prévisibles et des mesures prises pour y remédier.

Les agents des services publics d'incendie et de secours ont accès aux propriétés privées pour mettre fin aux causes de danger ou d'atteinte au milieu aquatique et prévenir ou limiter les conséquences de l'incident ou de l'accident.

Sans préjudice de l'indemnisation des autres dommages subis, les personnes morales de droit public intervenues matériellement ou financièrement ont droit au remboursement, par la ou les personnes à qui incombe la responsabilité de l'incident ou de l'accident, des frais exposés par elles. A ce titre, elles peuvent se constituer partie civile devant les juridictions pénales saisies de poursuites consécutives à l'incident ou à l'accident.

Art. 19. - Sont chargés de procéder à la recherche et à la constatation des infractions aux dispositions de la présente loi, ainsi que des textes et des décisions pris pour son application :

1° Les agents assermentés et commissionnés, appartenant aux services de l'État chargés de l'environnement, de l'agriculture, de l'industrie, de l'équipement, des transports, de la mer, de la santé et de la défense ;

2° Les agents mentionnés à l'article 13 de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 précitée ;

3° Les agents mentionnés à l'article 4 de la loi n° 61-842 du 2 août 1961 relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques et portant modification de la loi du 19 décembre 1917 ;

4° Les agents des douanes ;

5° Les agents habilités en matière de répression des fraudes ;

6° Les agents assermentés et commissionnés à cet effet de l'Office national de la chasse et du Conseil supérieur de la pêche ;

7° Les chercheurs, ingénieurs et techniciens assermentés de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer ;

8° Les officiers de port et officiers de port adjoints ;

9° Les ingénieurs en service à l'Office national des forêts et les agents assermentés de cet établissement, visés à l'article L. 122-7 du Code forestier ;

10° Les agents assermentés et commissionnés des parcs nationaux.

Les gardes champêtres commissionnés à cet effet peuvent être habilités à constater les infractions mentionnées au présent article dans des conditions déterminées par décret.

Art. 20. - En vue de rechercher et constater les infractions, les agents mentionnés à l'article 19 ont accès aux locaux, aux installations et lieux où sont réalisées les opérations à l'origine des infractions, à l'exclusion des domiciles et de la partie des locaux qui sert de domicile aux intéressés. Les propriétaires et exploitants sont tenus de leur livrer passage. Les agents ne peuvent accéder à ces locaux qu'entre 8 heures et 20 heures, ou en dehors de ces heures si l'établissement est ouvert au public, ou lorsqu'une activité est en cours.

Le procureur de la République est préalablement informé des opérations envisagées en vue de la recherche des infractions. Il peut s'opposer à ces opérations.

Art. 21. - Les infractions aux dispositions de la présente loi et des textes pris pour son application sont constatées par des procès-verbaux qui font foi jusqu'à preuve du contraire.

Les procès-verbaux doivent, sous peine de nullité, être adressés dans les cinq jours qui suivent leur clôture au procureur de la République. Une copie en est également remise, dans le même délai, à l'intéressé.

Art. 22. - Quiconque a jeté, déversé ou laissé s'écouler dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions ont, même provisoirement, entraîné des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune, à l'exception des dommages visés à l'article L. 232-2 du Code rural et à l'article 6 du décret du 9 janvier 1852 sur l'exercice de la pêche maritime, ou des modifications significatives du régime normal d'alimentation en eau ou des limitations d'usage des zones de baignade, sera puni d'une amende de 2 000 F à 500 000 F et d'un emprisonnement de 2 mois à deux ans ou de l'une de ces deux peines seulement. Lorsque l'opération de rejet a été autorisée par arrêté,

les dispositions de cet alinéa ne s'appliquent que si les prescriptions de cet arrêté n'ont pas été respectées.

Le tribunal pourra également imposer au condamné de procéder à la restauration du milieu aquatique dans le cadre de la procédure prévue par l'article 24.

Ces mêmes peines et mesures sont applicables à quiconque a jeté ou abandonné des déchets en quantité importante dans les eaux superficielles ou souterraines ou dans les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, sur les plages ou sur les rivages de la mer. Ces dispositions ne s'appliquent pas aux rejets en mer effectués à partir des navires.

Art. 23. - Sera puni d'une amende de 2 000 F à 120 000 F et d'un emprisonnement de 2 mois à 2 ans ou de l'une de ces deux peines seulement quiconque aura, sans l'autorisation requise pour un acte, une opération, une installation ou un ouvrage, soit commis cet acte, conduit ou effectué cette opération, exploité cette installation ou cet ouvrage, soit mis en place ou participé à la mise en place d'une telle installation ou d'un tel ouvrage.

En cas de récidive, l'amende est portée de 10 000 F à 1 000 000 F.

En cas de condamnation, le tribunal peut ordonner qu'il soit mis fin aux opérations, à l'utilisation de l'ouvrage ou de l'installation. L'exécution provisoire de cette décision peut être ordonnée.

Le tribunal peut également exiger les mesures prévues à l'alinéa précédent ainsi que la remise en état des lieux, dans le cadre de la procédure prévue par l'article 24.

Le tribunal, saisi de poursuites pour infraction à une obligation de déclaration, peut ordonner l'arrêt de l'opération ou l'interdiction d'utiliser l'installation ou l'ouvrage, dans le cadre de la procédure prévue par l'article 24.

Art. 24. - En cas de poursuite pour infraction aux dispositions des articles 22 et 23 ou pour infraction à une obligation de déclaration ou à toute autre obligation résultant de la présente loi ou des règlements ou décisions individuelles pris pour son application, le tribunal peut, après avoir déclaré le prévenu coupable, décider l'ajournement du prononcé de la peine en lui enjoignant de respecter les prescriptions auxquelles il a été contrevenu.

Le tribunal impartit un délai pour l'exécution de ces prescriptions. Il peut assortir l'injonction d'une astreinte dont il fixe le taux et la durée maximum. Son montant est de 100 F à 20 000 F par jour de retard dans l'exécution des mesures imposées.

L'ajournement ne peut intervenir qu'une fois. Il peut être ordonné même si le prévenu ne comparait pas en personne. Dans tous les cas, la décision peut être assortie de l'exécution provisoire.

A l'audience de renvoi, lorsque les prescriptions visées par l'injonction ont été exécutées dans le délai fixé, le tribunal peut soit dispenser le coupable de peine, soit prononcer les peines prévues.

Lorsque les prescriptions ont été exécutées avec retard, le tribunal liquide, s'il y a lieu, l'astreinte et prononce les peines prévues.

Lorsqu'il y a eu inexécution des prescriptions, le tribunal liquide, s'il y a lieu, l'astreinte, prononce les peines et peut ensuite ordonner que l'exécution de ces prescriptions soit poursuivie d'office aux frais du condamné.

La décision sur la peine intervient au plus tard un an après la décision d'ajournement.

Le taux d'astreinte tel qu'il a été fixé par la décision d'ajournement ne peut être modifié.

Pour la liquidation de l'astreinte, la juridiction apprécie l'inexécution ou le retard dans l'exécution des prescriptions, en tenant compte, s'il y a lieu, de la survenance d'événements qui ne sont pas imputables au prévenu.

Art. 25. - Quiconque exploite une installation ou un ouvrage ou réalise des travaux en violation d'une mesure de mise hors service, de retrait ou de suspension d'une autorisation ou de suppression d'une installation ou d'une mesure d'interdiction prononcée en application de la présente loi sera puni d'une peine d'emprisonnement de 2 mois à 2 ans et d'une amende de 20 000 F à 1 000 000 F ou de l'une de ces deux peines seulement.

Sera puni des mêmes peines quiconque poursuit une opération ou l'exploitation d'une installation ou d'un ouvrage sans se conformer à l'arrêté de mise en demeure, pris par le préfet, d'avoir à respecter, au terme d'un délai fixé, les prescriptions techniques prévues par l'autorisation ou les règlements pris en application de la présente loi.

Quiconque met obstacle à l'exercice des fonctions confiées par la présente loi aux agents mentionnés aux articles 8 et 19 sera puni d'une peine d'emprisonnement de 2 à 6 mois et d'une amende de 5 000 F à 50 000 F ou de l'une de ces deux peines seulement.

Art. 26. - En cas de condamnation pour infraction aux dispositions de la présente loi ou des règlements et arrêtés pris pour son application, le tribunal peut ordonner, aux frais du condamné, la publication intégrale ou par extraits de sa décision et éventuellement la diffusion d'un message, dont il fixe explicitement les termes, informant le public des motifs et du contenu de sa décision, dans un ou plusieurs journaux qu'il désigne ainsi que son affichage dans les conditions et sous les peines prévues suivant les cas aux articles 51 et 471 du Code pénal sans toutefois que les frais de cette publicité puissent excéder le montant de l'amende encourue.

Art. 27. - Indépendamment des poursuites pénales, en cas d'inobservation des dispositions prévues par la présente loi ou les règlements et décisions individuelles pris pour son application, le préfet met en demeure d'y satisfaire dans un délai déterminé. Si, à l'expiration du délai fixé, il n'a pas été obtempéré à cette injonction par l'exploitant ou par le propriétaire de l'installation s'il n'y a pas d'exploitant, le préfet peut :

- l'obliger à consigner entre les mains d'un comptable public une somme correspondant à l'estimation du montant des travaux à réaliser, laquelle sera restituée au fur et à mesure de leur exécution ; il est, le cas échéant, procédé au recouvrement de cette somme comme en matière de créances de l'État étrangères à l'impôt et au domaine ;

- faire procéder d'office, sans préjudice de l'article 18 de la présente loi aux frais de l'intéressé, à l'exécution des mesures prescrites. Les sommes consignées en application des dispositions ci-dessus peuvent être utilisées pour régler les dépenses entraînées par l'exécution d'office ;

- suspendre, s'il y a lieu, l'autorisation jusqu'à exécution des conditions imposées.

Art. 28. - Le montant des amendes prévues aux articles 24, 27 à 29, 37 à 39 et 214 du Code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure est de 1 000 F à 80 000 F. A l'article 214 du même code, les

mots : « et en cas de récidive, d'une amende de 480 F à 7 200 F » sont supprimés.

Art. 28-1 (L. n° 92-1336 du 16 déc. 1992, art. 320). - Les personnes morales peuvent être déclarées responsables pénalement dans les conditions prévues par l'article 121-2 du Code pénal des infractions aux dispositions de la présente loi.

Les peines encourues par les personnes morales sont :

1° L'amende, suivant les modalités prévues par l'article 131-38 du Code pénal ;

2° Les peines mentionnées aux 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 8° et 9° de l'article 131-39 du même code.

L'interdiction mentionnée au 2° de l'article 131-39 du même code, porte sur l'activité dans l'exercice ou à l'occasion de l'exercice de laquelle l'infraction a été commise (1).

Art. 29. - Les décisions prises en application des articles 10, 12, 18 et 27 de la présente loi peuvent être déferées à la juridiction administrative dans les conditions prévues à l'article 14 de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 précitée.

Art. 30. - En cas de non-respect des prescriptions imposées au titre des articles 8, 9 et 10, toute mesure utile, y compris l'interdiction d'exploiter l'ouvrage ou l'installation en cause, peut être ordonnée pour faire cesser le trouble, soit sur réquisition du ministère public agissant à la requête de l'autorité administrative ou d'une association remplissant les conditions fixées par l'article 42, soit même d'office par le juge d'instruction saisi des poursuites ou par le tribunal correctionnel. L'autorité judiciaire statue après avoir entendu l'exploitant ou l'avoir dûment convoqué à comparaître dans les quarante-huit heures. La décision judiciaire est exécutoire sur minute et nonobstant toute voie de recours. La mainlevée de la mesure ordonnée peut intervenir à la cessation du trouble.

TITRE II

DE L'INTERVENTION DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

CHAPITRE PREMIER

De l'intervention des collectivités territoriales dans la gestion des eaux

Art. 31. - Sous réserve du respect des dispositions des articles 5 et 25 du Code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure, les collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 166-1 du Code des communes et la communauté locale de l'eau sont habilités à utiliser la procédure prévue par les deux derniers alinéas de l'article 175 et les articles 176 à 179 du Code rural pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux s'il existe et visant :

- l'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique ;
- l'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau non domanial, y compris les accès à ce cours d'eau ;

(1) NDLR : Montant de l'amende porté au quintuple de celui prévu pour les personnes physiques. Entrée en vigueur au 1^{er} mars 1994 (L. n° 93-413 du 19 juill. 1993).

- l'approvisionnement en eau ;
- la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ;
- la défense contre les inondations et contre la mer ;
- la lutte contre la pollution ;
- la protection et la conservation des eaux superficielles et souterraines ;
- la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines ;
- les aménagements hydrauliques concourant à la sécurité civile.

L'étude, l'exécution et l'exploitation desdits travaux peuvent être concédées notamment à des sociétés d'économie mixte. Les concessionnaires sont fondés à percevoir le prix des participations prévues à l'article 175 du Code rural.

Il est procédé à une seule enquête publique au titre de l'article 176 du Code rural, de l'article 10 de la présente loi et, s'il y a lieu, de la déclaration d'utilité publique.

Un décret en Conseil d'État fixe les conditions d'application du présent article.

Art. 32. - Voir article L. 142-2 du Code de l'urbanisme, en rubrique « PROTECTION DE LA NATURE ».

Art. 33. - La loi n° 83-663 du 22 juillet 1983 complétant la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition de compétences entre les communes, les départements, les régions et l'État est ainsi modifiée :

I. - Le premier alinéa de l'article 5 est ainsi rédigé :

« La région est compétente pour créer des canaux et des ports fluviaux sur ces canaux et pour aménager et exploiter les voies navigables et les ports fluviaux situés sur les voies navigables qui lui sont transférées par décret en Conseil d'État sur proposition du conseil régional intéressé. »

II. - Le même article 5 est complété par quatre alinéas ainsi rédigés :

« Les régions, les départements, les communes, leurs groupements, les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 166-1 du Code des communes et la communauté locale de l'eau sont compétents pour aménager, entretenir et exploiter les cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau domaniaux, rayés de la nomenclature des voies navigables ou n'y ayant jamais figuré qui leur sont transférés par décret en Conseil d'État, sur proposition de l'assemblée délibérante concernée ou du conseil d'administration de la communauté locale de l'eau.

« Ces transferts s'effectuent sous réserve de l'existence dans le bassin, le groupement de sous-bassins ou les sous-bassins correspondant à une unité hydrographique, d'un schéma d'aménagement et de gestion des eaux.

« Les bénéficiaires d'un transfert de compétences, en application du présent article, sont substitués à l'État pour l'application de l'article L. 29 du Code du domaine de l'État.

« Les bénéficiaires d'un transfert de compétences en application du présent article peuvent concéder, dans la limite de leurs compétences respectives, l'aménagement, l'entretien et l'exploitation des cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau à des personnes de droit public ou à des sociétés d'économie mixte ou à des associations. »

III. - Au premier alinéa de l'article 7 de la loi susmentionnée, les mots : « pour toutes les voies navigables » sont remplacés par les mots : « pour tous les cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau domaniaux ».

Art. 34. - Les collectivités territoriales ou leurs établissements publics ou leurs groupements, concessionnaires de cours d'eau, canaux, lacs et plans d'eau faisant partie du domaine public de l'État, sont substitués à l'État pour l'application de l'article L. 29 du Code du domaine de l'État.

CHAPITRE II

De l'assainissement et de la distribution de l'eau

Art. 35. - I. - Voir Code des communes, art. L. 372-1-1.

II. - L'ensemble des prestations prévues à l'article L. 372-1-1 du Code des communes doit en tout état de cause être assuré sur la totalité du territoire au plus tard le 31 décembre 2005.

III. - Voir article L. 372-3 du Code des communes.

IV. - Voir article L. 372-6 du Code des communes.

V. - Voir article L. 372-7 du Code des communes.

Art. 36. - I. - Voir article L. 33 du Code de la santé publique.

II. - Voir article L. 34 du Code de la santé publique.

III. - Voir article L. 35-1 du Code de la santé publique.

IV. - Voir article L. 35-5 du Code de la santé publique.

V. - Voir article L. 35-10 du Code de la santé publique.

Art. 37. - Les immeubles et installations existants destinés à un usage autre que l'habitat et qui ne sont pas soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 précitée ou de la présente loi doivent, dans un délai de cinq ans à compter de la date de publication de la présente loi, être dotés d'un dispositif de traitement des effluents autres que domestiques, adapté à l'importance et à la nature de l'activité et assurant une protection satisfaisante du milieu naturel.

Les conditions dans lesquelles l'épandage des effluents agricoles pourra être autorisé sont fixées par décret.

Art. 38. - Voir article L. 122-1 du Code de l'urbanisme en rubrique « PROTECTION DE LA NATURE ».

Art. 39. - I. - Voir article L. 323-9 du Code des communes.

II. - Voir article L. 323-13 du Code des communes.

Art. 40. - Le département peut mettre à la disposition des communes ou de leurs groupements une expertise du fonctionnement des dispositifs d'épuration et d'assainissement publics. Ce service d'assistance technique aux stations d'épuration publiques est dirigé par un comité auquel sont associés l'État et ses établissements publics s'ils participent à son financement. Les dispositions des conventions en vigueur à la date de publication de la présente loi peuvent continuer à s'appliquer pendant un délai maximum de cinq ans.

TITRE III

DISPOSITIONS DIVERSES

Art. 41. - I. - Le premier alinéa de l'article L. 231-6 du code rural est complété par les dispositions suivantes : « ou de valorisation touristique. Dans ce dernier cas et lorsqu'elles concernent des plans d'eau, les autorisations et concessions stipulent que la capture du poisson à l'aide de lignes dans ces plans d'eau est permise. Toute personne qui capture le poisson à l'aide de lignes dans ces plans d'eau doit avoir acquitté la taxe visée à l'article L. 230-1, à moins d'en être exonérée dans les conditions fixées à l'article L. 236-2, d'être la personne physique propriétaire du plan d'eau ou de pratiquer ces captures dans des plans d'eau d'une surface inférieure à 10 000 mètres carrés. »

II. - Après le quatrième alinéa de l'article L. 231-6 du Code rural, il est inséré un alinéa ainsi rédigé :

« Les enclos piscicoles créés sans autorisation avant le 1^{er} janvier 1986 feront l'objet, à la demande de leur propriétaire, d'une procédure de régularisation par l'Administration, dans des conditions fixées par décret. Les propriétaires devront déposer leur demande avant le 1^{er} janvier 1994. »

Art. 42. - Les associations régulièrement déclarées depuis au moins cinq ans à la date des faits, se proposant par leurs statuts la sauvegarde de tout ou partie des intérêts visés à l'article 2, peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits constituant une infraction aux dispositions de cette loi ou des textes pris pour leur application et portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs que ces associations ont pour objet de défendre.

Art. 43. - Un décret en Conseil d'État détermine les conditions d'application des articles 10, 12, 19 et 20 aux opérations, travaux ou activités concernant des installations ou enceintes relevant du ministre de la Défense ou soumises à des règles de protection du secret de la défense nationale.

Art. 44. - Il est créé, dans chaque département d'outre-mer, un comité de bassin qui, outre les compétences qui lui sont conférées par l'article 13 de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution, est associé à la mise en place des structures administratives qui se révéleraient nécessaires et, s'il y a lieu, à l'élaboration, dans un délai de deux ans à compter de la promulgation de la présente loi, des adaptations facilitant l'application, dans le département, de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 précitée et de la présente loi.

Art. 45. - Les articles 1 à 27, 31, 35, 36, 42 et 43 sont applicables à la collectivité territoriale de Mayotte.

Les articles 13, paragraphe II, 28, 32, 33, 34 et 38 ne sont pas applicables à la collectivité territoriale de Saint-Pierre-et-Miquelon.

Art. 46. - I. - Sont abrogés :

- les deux premiers alinéas de l'article 2, les articles 3 à 6, 9, 11, 12, 20 à 23, 33 à 40, 46 à 57 et 61 de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 précitée ;

- les articles L. 315-4 à L. 315-8, L. 315-11 et L. 315-12 ainsi que le vingtième alinéa (17^e) de l'article L. 221-2 et le cinquième alinéa (4^e) de l'article L. 231-8 du Code des communes ;

- les articles 97-1, 106, 107, 112 et 128-1 à 128-5 du Code rural, ainsi que les deux dernières phrases de son article 113 ;
- l'article 17, les articles 42 et 48 à 54 du Code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure ;
- le décret-loi du 8 août 1935 relatif à la protection des eaux souterraines ;

- la loi n° 73-624 du 10 juillet 1973 relative à la défense contre les eaux ;
- les articles 30 à 33 de la loi du 8 avril 1898 portant régime des eaux.

II. - Dans les articles 175 du Code rural et L. 315-9 du Code des communes, sont abrogés ;

- les mots : « ou du point de vue de l'aménagement des eaux » ;
- le 2° et le 7°.

III.- Voir article 84 du Code minier en rubrique « PROTECTION DE LA NATURE.

ANNEXE

II



Cette flore a été conçue afin de faciliter la reconnaissance des végétaux aquatiques et subaquatiques macroscopiques, c'est à dire les macrophytes rencontrées sur le marais de Bourgneuf - Machecoul.

Les caractéristiques générales de chaque genre et espèce ainsi que les schémas sont issus de différentes flores citées dans la bibliographie.

A cela, ont été ajoutées des remarques directement issues d'observations de terrain.

LES ALGUES VERTES

Algues

CHLOROPHYCEE

Cladophoracées

Cladophora sp.

Le genre *Cladophora* appartient à l'ordre des Siphonocladales et à la famille des Cladophoracées.

Dans ce genre, le thalle est buissonnant, parfois très ramifié, filamenteux, unisérié, souvent fixé par sa base dans son jeune âge, puis flottant.

Les articles sont cylindriques, allongés, et présentent de nombreux noyaux et un chloroplaste pariétal réticulé avec de nombreux pyrénoides. La membrane est souvent épaisse et lamelleuse.

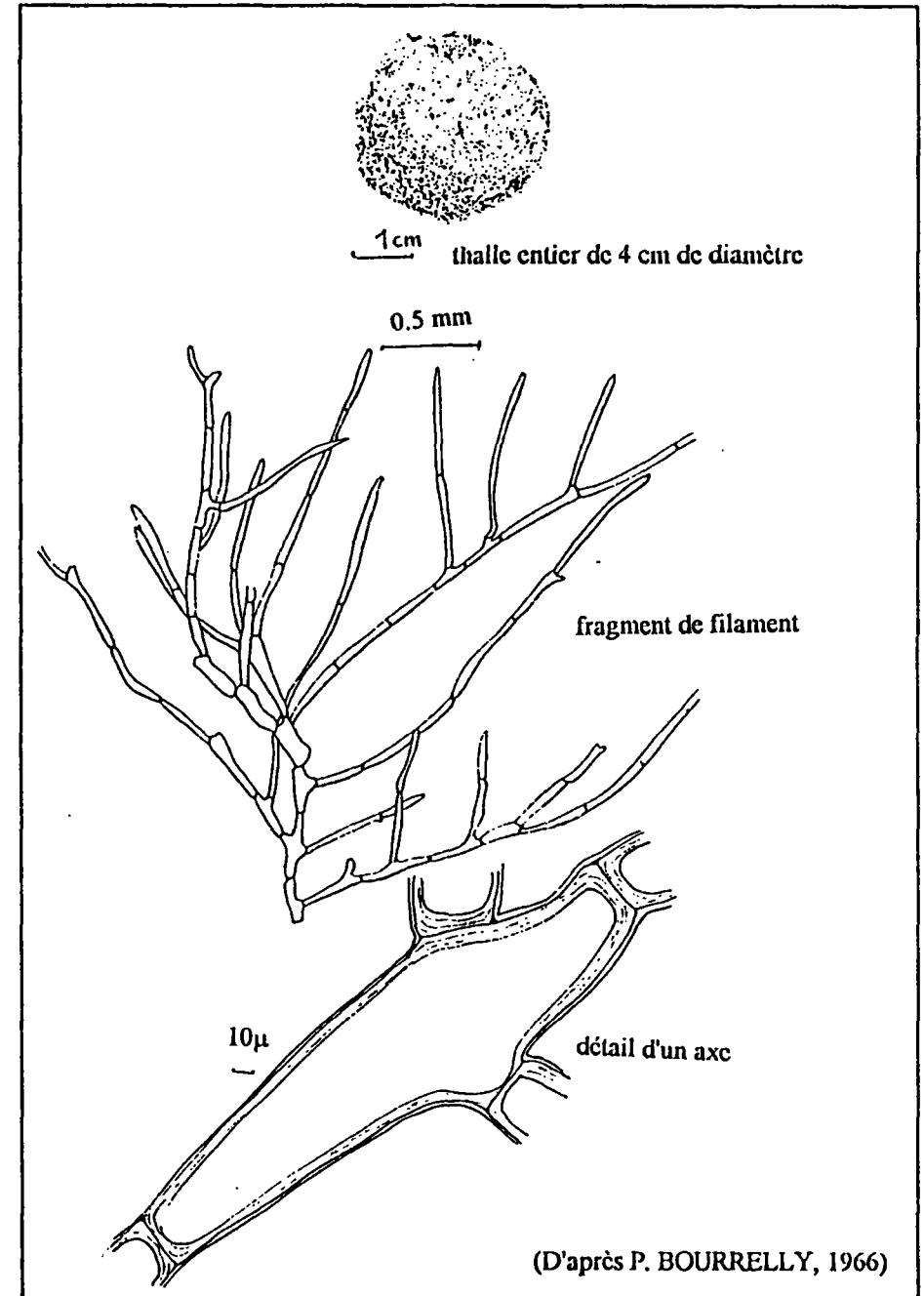
La base du thalle possède des rhizoïdes de fixation.

A côté des formes ramifiées arbusculaires, on connaît des espèces gazonnantes ou donnant des thalles sphériques en forme de boule de diamètre varié.

La multiplication chez *Cladophora* se fait par zoospores végétatives à 4 fouets.

La reproduction sexuée est une isogamie à gamètes à deux fouets.

En eau douce, on dénombre une trentaine d'espèces très difficiles à déterminer.



Algues

CHLOROPHYCEE

Ulvacées

Entéromorpha intestinalis

Le genre *Enteromorpha* appartient à l'ordre des Ulvales et à la famille des Ulvacées.

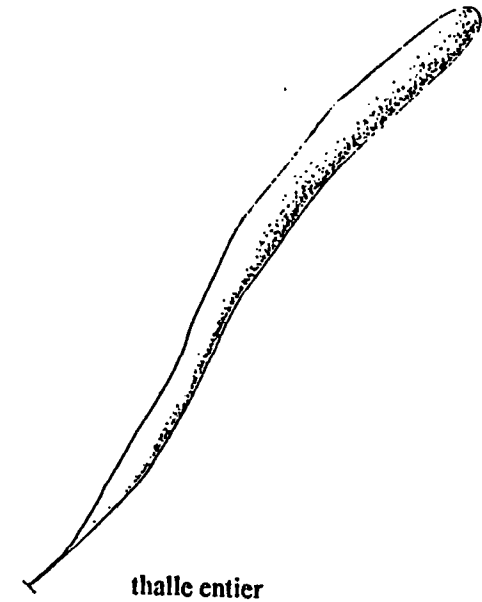
Dans ce genre les thalles sont en tube creux, plus ou moins ramifiés, fixés à leur base et atteignant plusieurs décimètres de longueur. Ils sont formés d'une seule assise de cellules polygonales et ont au moins un pyrénioïde.

Les zoospores ont 4 fouets égaux.

La reproduction sexuée se fait par isogamie ou anisogamie des gamètes biflagellés.

Ces algues sont hétérothalliques et il y a une alternance de générations isomorphes : elles sont digénétiques (Chadefaud) c'est à dire avec alternance régulière de sporophytes diploïdes et de gamétophytes haploïdes.

Les algues du genre *Enteromorpha* se distinguent selon les espèces par la forme du thalle, l'épaisseur des membranes (en coupe transversale), la disposition régulière ou irrégulière des cellules, l'orientation du plaste, le nombre des pyrénioïdes.



(D'après P. BOURRELLY, 1966)

Algues

CHLOROPHYCEE

Hydrodictyacées

Hydrodictyon reticulatum

CLASSIFICATION : La famille des Hydrodictyacées appartient au grand ordre des Chlorococcales, à l'embranchement des Chlorophytes et à la classe des Euklorophycées regroupant toutes les formes solitaires ou coloniales ni filamenteuses, ni thalloïdes.

De plus, les cellules sont toujours groupées en colonie de forme régulière et caractéristique.

Cette famille renferme 5 genres.

APPAREIL VEGETATIF : Le genre *Hydrodictyon* est caractérisé par un cénobe en réseau vert sombre.

Les cellules sont cylindriques, allongées et ont un seul noyau et un seul pyrénoïde chez les cellules jeunes puis le nombre s'accroît.

Elles se regroupent de façon à constituer un réseau à mailles hexagonales qui donne à la colonie une forme de sac cylindrique arrondi aux deux extrémités.

Les vieilles colonies sont de taille macroscopique et déchirées par endroit. L'ensemble présente un aspect de résille.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Chez les algues on différencie deux types de multiplication.

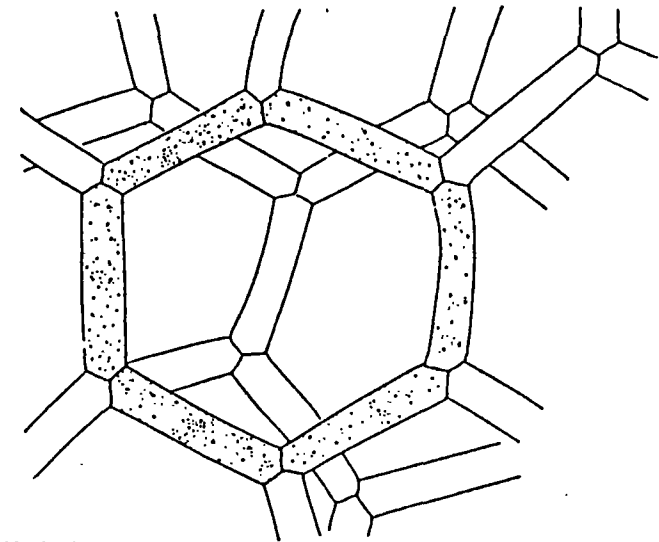
- la multiplication asexuée est réalisée par des zoospores bicillées issues des cellules et libérées en grand nombre. Ces zoospores nagent quelque temps sans sortir de la membrane maternelle et se regroupent en un jeune cénobe réticulé qui sera libéré par gélatinisation de la membrane.

- la multiplication sexuée fait pour sa part intervenir des gamètes (isogamètes pour ce genre) à deux fouets égaux et issus eux aussi des cellules.

Une fois libérés, ces isogamètes fusionnent pour donner un zygote sphérique qui va subir la méiose et produire 4 zoospores qui vont former une cellule polyédrique appelée *Tetraedron*.

Ce *Tetraedron* donne un grand nombre de zoospores se regroupant dans une vésicule, en un cénobe réticulé.

Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerheim, × 75



détail du réseau

(D'après G.W. PRESCOTT, 1970)

LES HYDROPHYTES FLOTTANTES

Hydrophyte

PTERIDOPHYTE

Azollacées

Azolla filiculoides

Azolla fausse-fougère

APPAREIL VEGETATIF : Petites fougères flottantes (= sporophyte) de couleur verte à rougeâtre. La tige est plus ou moins ramifiée.

Les feuilles sont placées sur deux rangs, imbriquées, bilobées.

Le lobe inférieur est hyalin tandis que le lobe supérieur obtu est bordé d'une large bande membraneuse.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Le genre *Azolla* appartient aux Ptéridophytes (prêles et fougères essentiellement) dont la reproduction est assurée par des spores.

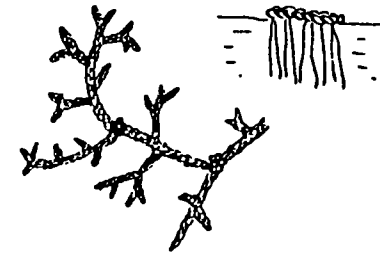
Les sporocarpes sont situés sur le lobe inférieur de la première feuille de chaque rameau, différenciés en microsporocarpes et mégasporocarpes.

Les microsporocarpes sont plus gros que les mégasporocarpes et contiennent plusieurs sporanges qui vont produire plusieurs groupes ou massules de spores.

Les golchidies sont des soies raides avec au sommet des crochets orientés vers le bas et que l'on trouve au milieu des massules sont non cloisonnées chez cette espèce.

ECOLOGIE : Espèce présente dans les eaux stagnantes, en populations souvent monospécifiques denses.

Azolla filiculoides



(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Hydrocharitacées

Hydrocharis morsus-ranae

Petit nénuphar ou Morène

APPAREIL VEGETATIF : Plante vivace, glabre, formée par de rosettes reliées entre elles par des stolons.

Les feuilles pétiolées, à limbes cordiformes sont portées par un long pétiole à nervures arquées parallèles et flottent à la surface de l'eau.

Les racines avec de nombreux poils absorbants flottent dans l'eau.
Présence de stipules à la base du pétiole.

A l'état stérile, les feuilles possèdent un long pétiole naissant de stolons flottants, leur limbe est large (jusqu'à 6 cm).

La multiplication végétative est assurée par des hibernacles qui apparaissent à l'automne au sommet de stolons spécialisés.

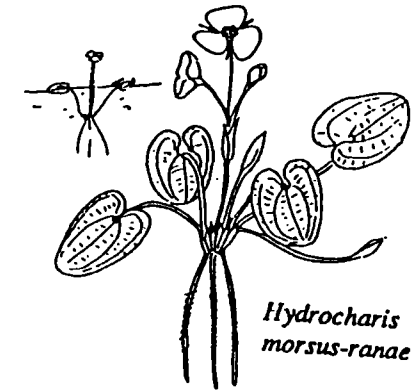
APPAREIL REPRODUCTEUR : Il s'agit d'une espèce dioïque.

Les fleurs femelles solitaires sont blanches avec du jaune à la base et portent 6 stigmates.

Les fleurs mâles par 1 à 4 en inflorescence pédonculée portent 12 étamines.

ECOLOGIE : Dans le marais *Hydrocharis morsus-ranae* est présent dans les fossés où la hauteur d'eau libre est très faible.

Souvent disséminé, il peut par ailleurs former des peuplements très dense masquant totalement la population d'hydrophytes fixées.



(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Lemnacées

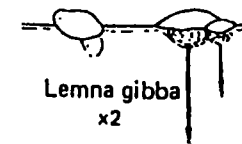
Lemna gibba

Lentille gibeuse

CARACTERISTIQUES : La particularité de cette espèce est la convexité, quelquefois très prononcée de la face inférieure de la fronde. Cette dernière mesurant 2 mm de large peut apparaître rougeâtre et ne porte pas de nervures. Les lacunes aérifères au nombre de 7 à 12 sont bien individualisées et la face inférieure est souvent fortement convexe.

Le développement de *L. gibba* se fait à la surface de l'eau.

Se rencontre en peuplement avec les autres *Lemna* sp.



(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Lemnacées

Lemna minor

Petite lentille d'eau

CARACTERISTIQUES : Espèce héliophile, annuelle et commune(c'est la plus commune des lentilles d'eau), présente à la surface de l'eau où elle peut former de grandes colonies.

La fronde mesure environ 2 mm de large et possède une seule racine filiforme. De couleur toujours verte, elle est caractérisée par 3 à 5 nervures (nervure unique chez *L. minuscula*).

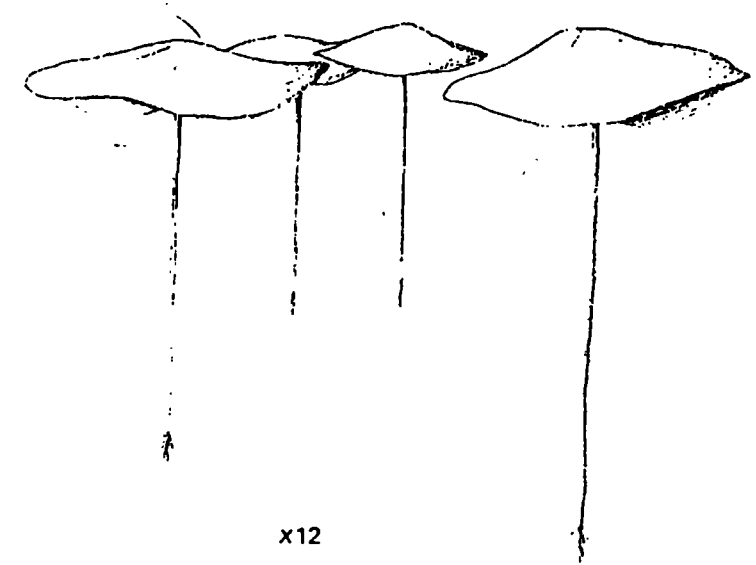
Les fleurs sont rares, très petites et vertes lorsqu'elles apparaissent (juin à septembre).

La racine ne porte pas de poils absorbants ni de ramification.

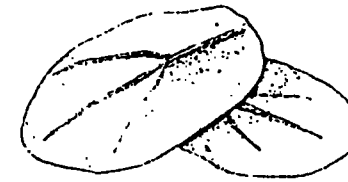
Les hibernacles permettant leur survie pendant la mauvaise saison ne coulent pas au fond de l'eau.

ECOLOGIE : Espèce présente dans les milieu aquatiques calmes (fossés et canaux) mésotrophes à eutrophe. Elle tolère assez bien les effluents d'origine anthropique. Peu résistante au froid par rapport à *L. minuscula* (M. SIMON 1991).

Dans les canaux, on trouve *L. minor* en association avec *Lemna gibba* et *Lemna polyrhiza*.



x12



PETITE LENTILLE D'EAU
Lemna minor L.

(D'après M. DETHIOUX, 1989)

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Lemnacées

Lemna polyrhiza

Lentille à plusieurs racines

CARACTERISTIQUES : Espèce héliophile, annuelle et peu fréquente se développant à la surface de l'eau.

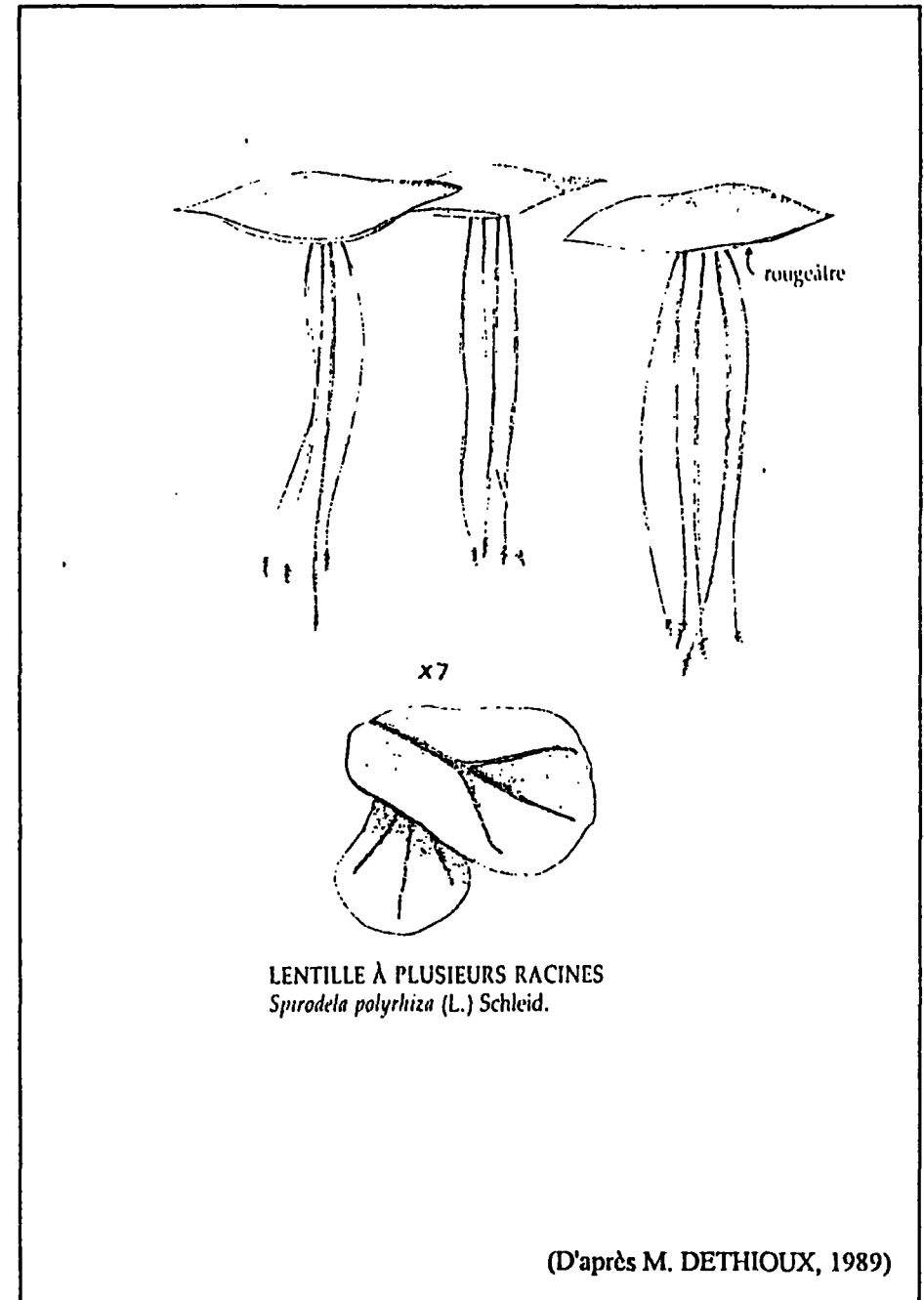
La fronde de 5 à 10 mm de diamètre est plane et opaque, brun rougeâtre en partie inférieure. Chaque article ou lentille porte de nombreuses racines formant un faisceau. Les nervures sont fines et convergentes.

En hiver la plante subsiste sous forme de turions qui germent au printemps.

ECOLOGIE : Espèce présente en eau calme eutrophe (pH>7), et ne tolère pas la pollution (M. DETHIOUX, 1989).

PHYTOSOCIOLOGIE : Apparaît avec *Lemna gibba*, *Lemna minor* et *Wolffia arrhiza* et semble proliférer durant l'été.

REMARQUE : *L. polyrhiza* peut être rencontrée dans certaine terminologie sous le nom de genre *Spirodella*



Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Lemnacées

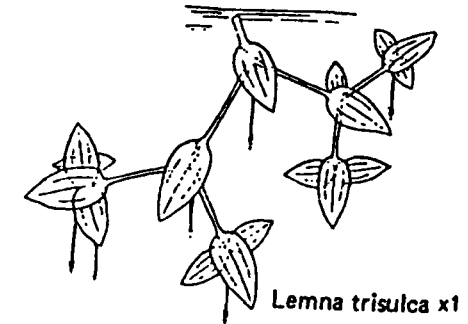
Lemna trisulca

Lentille à 3 lobes

CARACTERISTIQUES : La fronde est translucide, plane et vert pâle, elliptique-lancéolée de 2 à 3 mm de large et réunie perpendiculairement par 2 ou 3. Les nervures sont fines et au nombre de 3.

Ces lentilles ont la particularité de flotter entre deux eaux sauf au moment de la floraison où elles remontent à la surface.

ECOLOGIE : Très discrète, *Lemna trisulca* est surtout visible dans le réseau hydrolique du marais lorsqu'elle est en peuplement avec *Cladophora* sp. qui la capture dans ses filaments et la maintient plus en surface.



(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hydrophyte

DICOTYLEDONE

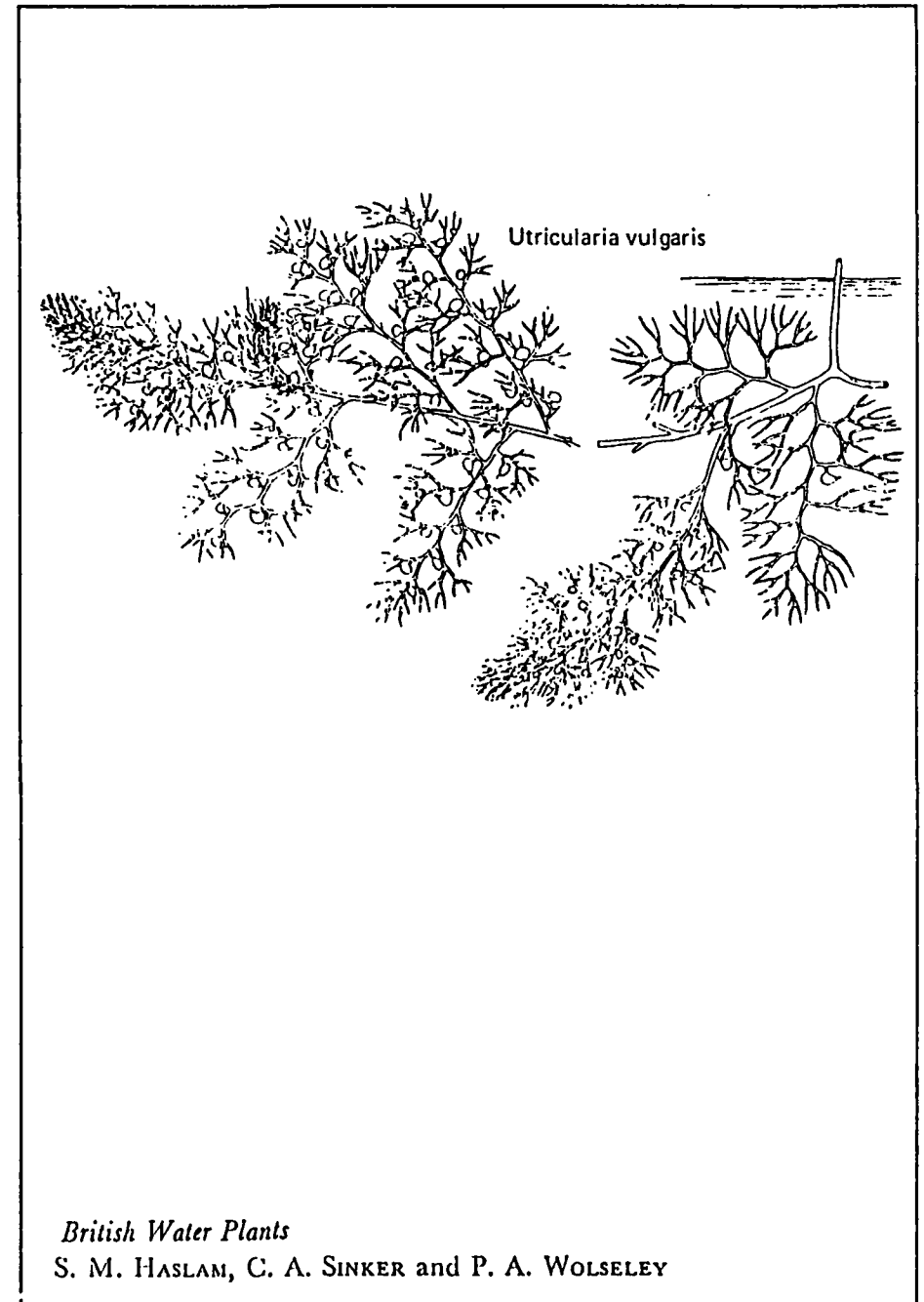
Lentibulariacées

Utricularia sp.

Utriculaire

APPAREIL VEGETATIF : La tige est allongée et grêle.
Les rameaux feuillés sont tous semblables et verts.
Les feuilles portent 10 à 200 utricules.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est une grappe nue qui sort de l'eau et porte des fleurs jaune vif.
Le calice est divisée en deux lèvres.
La corolle à deux lèvres, mesure 5 à 22 mm, éperon compris.
La lèvre inférieure est plus grande, entière, à bords rabattus vers le bas.



British Water Plants

S. M. HASLAM, C. A. SINKER and P. A. WOLSELEY

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Lemnacées

Wolffia arrhiza

Lentille sans racine

CARACTERISTIQUES : La fronde est translucide, mesure à peine un millimètre (plus petite qu'une tête d'épingle) et se présente comme une petite bille allongée (non plane en surface).

Sa particularité est de ne pas porter de racine.

La surface supérieure est plane et verte tandis que la surface inférieure est plus pâle.

Aucune reproduction sexuée de cette espèce n'a été observée en Europe.

ECOLOGIE : Sur le marais, on peut rencontrer (*Wolffia arrhiza*) en colonie quasi monospécifique mais surtout en peuplement avec les autres hydrophytes flottantes. Le recouvrement des fossés par cette espèce semble augmenter au cours de l'été.

Wolffia arrhiza



(D'après J. MONTEGUT, 1987)

LES HYDROPHYTES FIXEES

Hydrophyte

DICOTYLEDONE

Callitrichacées

Callitriche obtusangula

Callitriche

APPAREIL VEGETATIF : Cette Callitriche peut avoir une vie aquatique ou terrestre.

Nous ne nous intéresserons qu'à la morphologie de la plante aquatique.

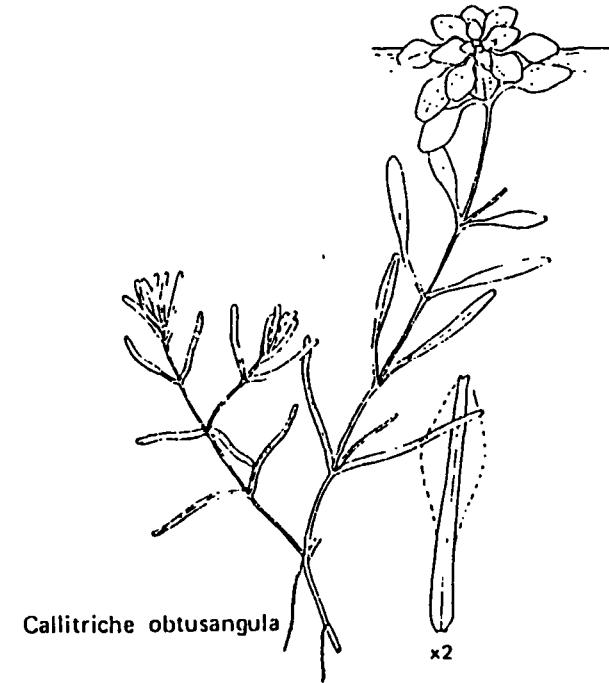
Les feuilles immergées ont un limbe linéaire et échancré à l'extrémité.

Les feuilles flottantes, regroupées jusqu'à vingt forment une rosette, elles sont losangées et faiblement pétiolées.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Les fleurs sont solitaires, très discrètes et prennent naissance à l'aisselle des feuilles flottantes.

Le fruit est elliptique, long d'environ 1.5mm et large d'environ 0.3mm, brun, légèrement caréné mais non ailé (fruit ailé chez *Callitriche platycarpa* et *Callitriche stagnalis*, J.E DE L'HANGHE, 1983).

ECOLOGIE : Présente sur le marais en avril-mai et semble disparaître totalement ensuite.



British Water Plants

S. M. HASLAM, C. A. SINKER and P. A. WOLSELEY

Hydrophyte

DICOTYLEDONE

Cératophyllacées

Ceratophyllum demersum

Cornifle

APPAREIL VEGETATIF : Hydrophyte herbacée totalement immergée de couleur vert sombre.

Les racines sont latérales et filiformes.

La tige raide, à noeuds rapprochés porte des feuilles en lanières, verticillées et divisées en 1 ou 2 fois dichotomiquement et terminées par 2 à 4 segments denticulés-épineux.

La multiplication végétative peut se faire par fragmentation de la tige feuillée.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Les fleurs sont très discrètes, solitaires, sessiles se formant à des noeuds distincts selon le sexe.

Les fleurs mâles sont composées de 10 à 20 étamines à anthères sessiles.

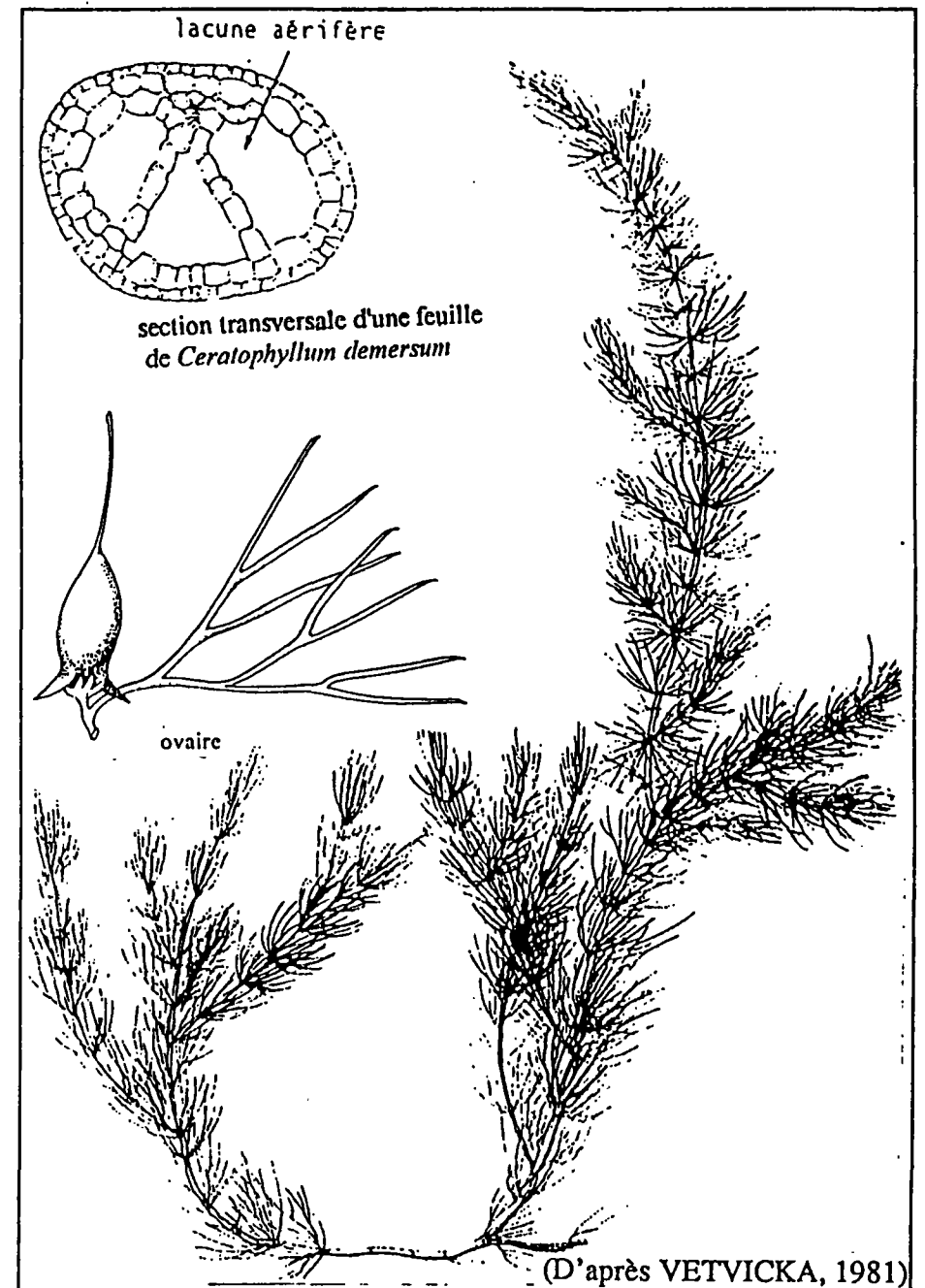
Les fleurs femelles sont unicarpellées.

L'akène porte 2 épines à sa base et le style persistant est plus long que le fruit.

ECOLOGIE : Se rencontre fréquemment dans les canaux, dans les eaux calmes les plans d'eau.

Sur le marais sa présence est constante dans tout le réseau.

On le rencontre en peuplement avec *Potamogeton crispus*, *canadensis*, *Hydrocharis morsus-ranae* et *Lemna sp.* et peut même former de groupements monospécifiques.



Hydrophyte

Characées

Chara sp.

CLASSIFICATION : Les Characées forment un groupe qui a beaucoup évolué au niveau classification depuis leur découverte. Elles furent d'abord placées auprès des Equisetum (J. DALECHAMPS, 1587) pour leur convergence de forme végétative. En 1755, Linné place les Characées parmi les Algues puis les transfère en 1778 chez les plantes à fleurs.

Enfin en 1960, M. Chadeaud souligne l'étroite ressemblance des spermatozoïdes de Characées et de Bryophytes (Cormophytes inférieurs). Ceci lui permet d'affirmer que les "Characées témoignent en faveur de l'idée que les Cormophytes ont eu des ancêtres eucharophylliens".

Actuellement les Characées sont intercalées entre les Algues vertes et les plantes supérieures, car elles présentent un degré de différenciation supérieur à celui de toutes les autres Chlorophycées.

APPAREIL VEGETATIF : Une graine appelée oospore va germer pour engendrer un petit cladome rudimentaire d'environ 1 mm de haut. Il s'agit d'un proembryon qui donnera naissance à la plante adulte ou fronde constituée par un système de cladomes ramifiés et qui mesurent de quelques centimètres à 1 mètre selon les espèces.

L'appareil végétatif est constitué par un axe principal ou tige et des axes secondaires ou ramifications. Au niveau des noeuds de ces axes se différencient des verticilles de rayons (Müller).

L'allongement se fait par une cellule terminale à croissance indéfinie qui donne naissance après cloisonnement aux noeuds et entre-noeuds alternativement. Les cellules internodales sont souvent entourées par un cortex.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Pour se reproduire, les Characées différencient sur leurs phylloïdes des gamétanges mâles (=anthéridies) sphériques, orangés à maturité et des gamétanges femelles (=oogones) ovoïdes.

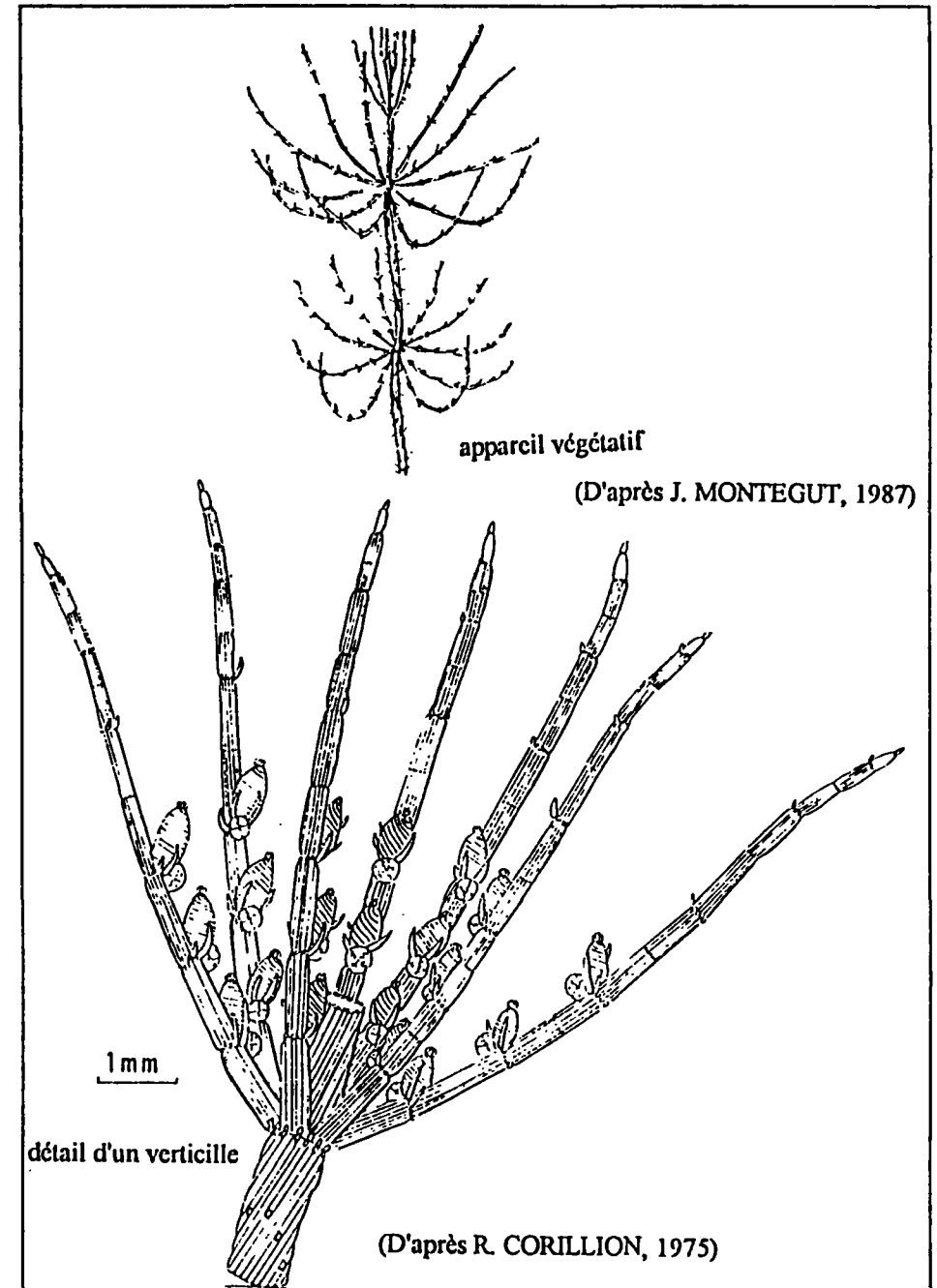
A maturité ces organes sont visibles à l'oeil nu.

Chacun des gamétanges peut être considéré comme un très petit cladome modifié.

ECOLOGIE : Les Characées du marais semblent appartenir au genre *Chara* (détermination difficile).

Pour les non initiés, ces végétaux ont une allure de *Ceratophyllum demersum*, vert très clair et plus frêle.

Elles sont repérables à leur odeur caractéristique très forte.



Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Hydrocharitacées

Elodea canadensis

Elodée du Canada

APPAREIL VEGETATIF : Plante totalement immergée pouve atteindre 1 mètre de long, dioïque.

En Europe, cette espèce introduite du continent américain, n'est présente que sous forme de pieds femelles.

Les feuilles sont sessiles, oblongues-linéaires, verticillées par trois et se rapprochant vers le sommet.

Les racines latérales sont filiformes et longues. Présence parfois de racines adventives sur la tige.

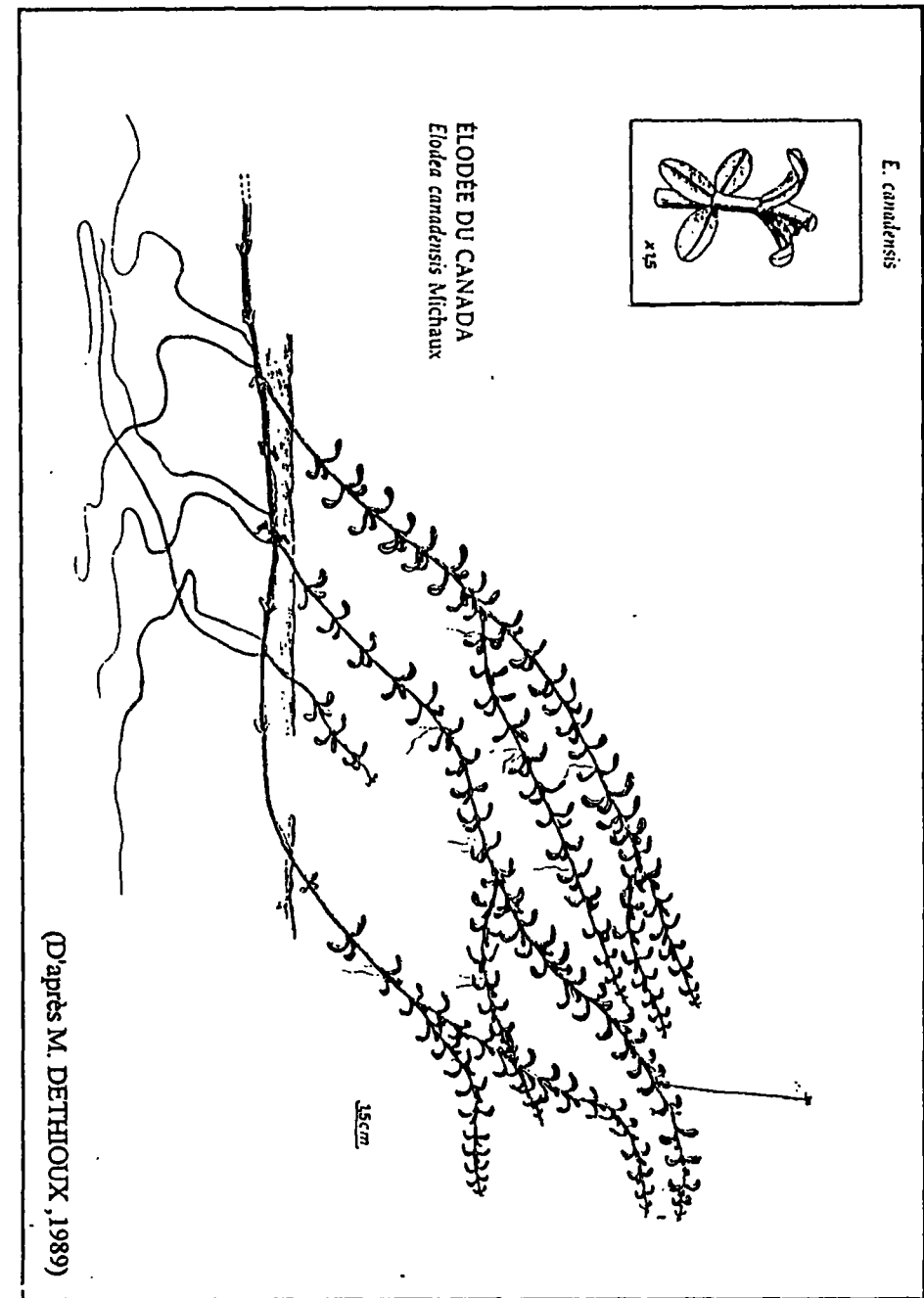
La multiplication végétative est assurée par des morceaux de tiges.

APPAREIL REPRODUCTEUR : La fleur est très discrète (0.5 cm de diamètre), qui émerge à la surface de l'eau grâce à un long pédoncule floral.

Les pétales sont blancs ou violets pâle, mais une floraison est relativement rare sous nos latitudes.

ECOLOGIE : Plante héliophile, présente dans les ruisseaux de faible profondeur, à eau calme et dans les plans d'eau.

Elle est peu tolérante à la turbidité (M. DETHIOUX, 1989) et colonise de préférence les substrats comportant des matières organiques.



Hydrophyte

DICOTYLEDONE

Haloragacées

Myriophyllum spicatum

Myriophylle à épis

APPAREIL VEGETATIF : Plante aquatique perenne rhizomateuse, glabre et submergée.

Les feuilles sont verticillées généralement par 4, elles ont un limbe penné, réduit à des segments filiformes, sans stipule et à peu près aussi long que les entrenœuds.

La reproduction végétative est réalisée à partir de morceaux de tiges.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence se développe au dessus de la surface de l'eau, il s'agit d'un épi dressé dès le début de la floraison.

Les fleurs ont une symétrie radiaire et disposées en verticilles, généralement elles sont unisexuées.

Les fleurs mâles se développent dans la partie supérieure de l'épi. Elles portent 4 sépales soudés brièvement à la base, 4 pétales caduques et 6 à 8 étamines.

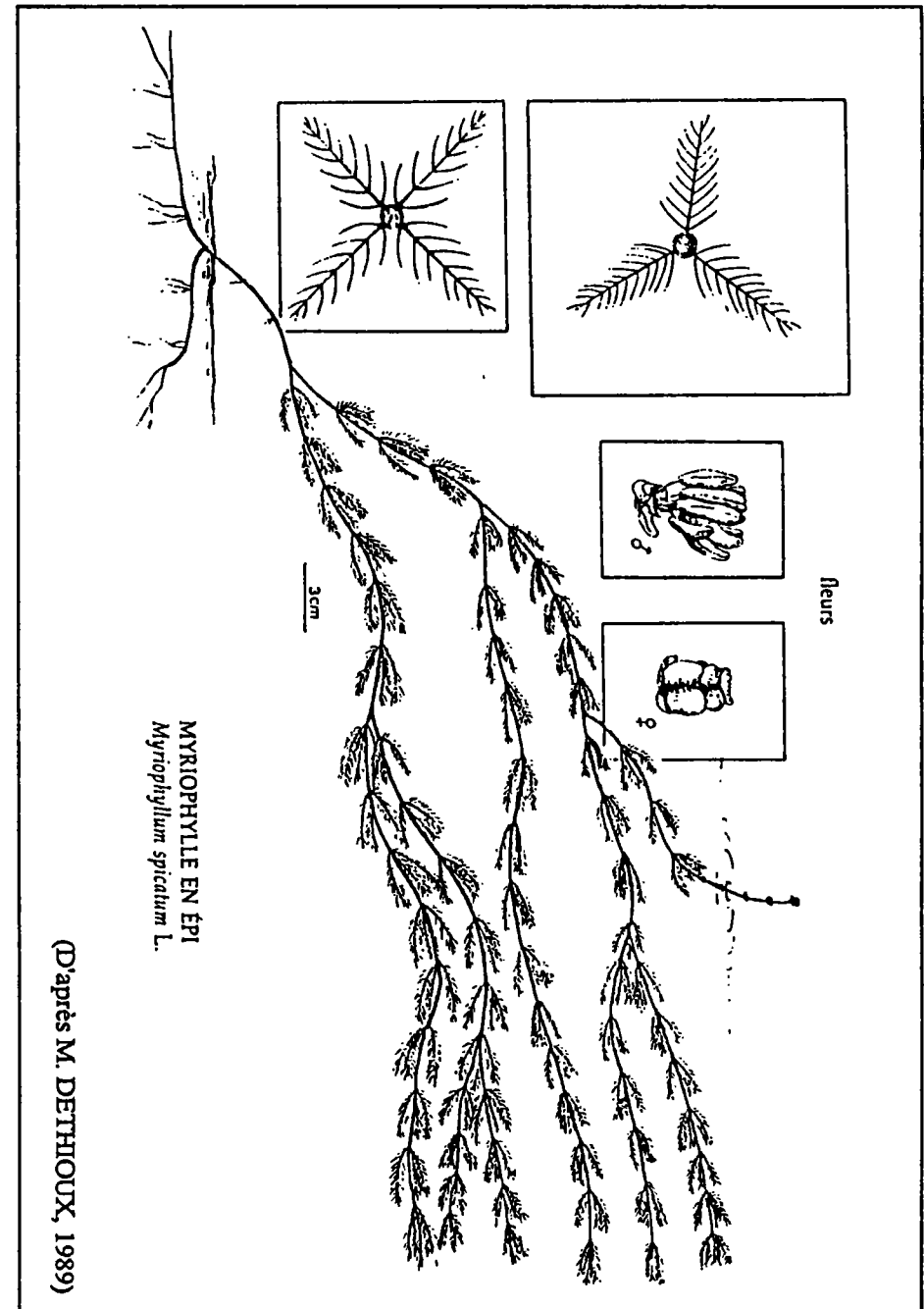
Dans la partie inférieure, on trouve les fleurs femelles ou parfois hermaphrodites.

La fleur femelle est constituée de 4 sépales et 4 pétales parfois avortés. Les 4 carpelles sont soudés entre eux et les 4 styles sont dilatés. L'ovaire est infère.

Le fruit est un tétrakène.

ECOLOGIE : Espèce peu commune sur le marais Breton.

Apparition de quelques pieds dans des stations colonisées par *Potamogeton pusillus*, *Zannichellia palustris*, *Ceratophyllum demersum* et *Elodea canadensis*.



Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Potamogetonacées

Potamogeton crispus

Potamot gaufré

APPAREIL VEGETATIF : Plante plutôt héliophile, totalement immergée et glabre.

La tige pouvant atteindre 1 mètre de long est légèrement quadrangulaire.

Les feuilles sont sessiles, alternes, linéaires-oblongues avec les bords ondulés.

Les stipules plus ou moins triangulaires courtes (1 à 2 cm) sont éphémères. Formation d'hibernacles à l'automne.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence portée par un pédoncule non renflé forme un épi oblong, lâche, à fleurs de 3 à 5 mm de diamètre et rougeâtre.

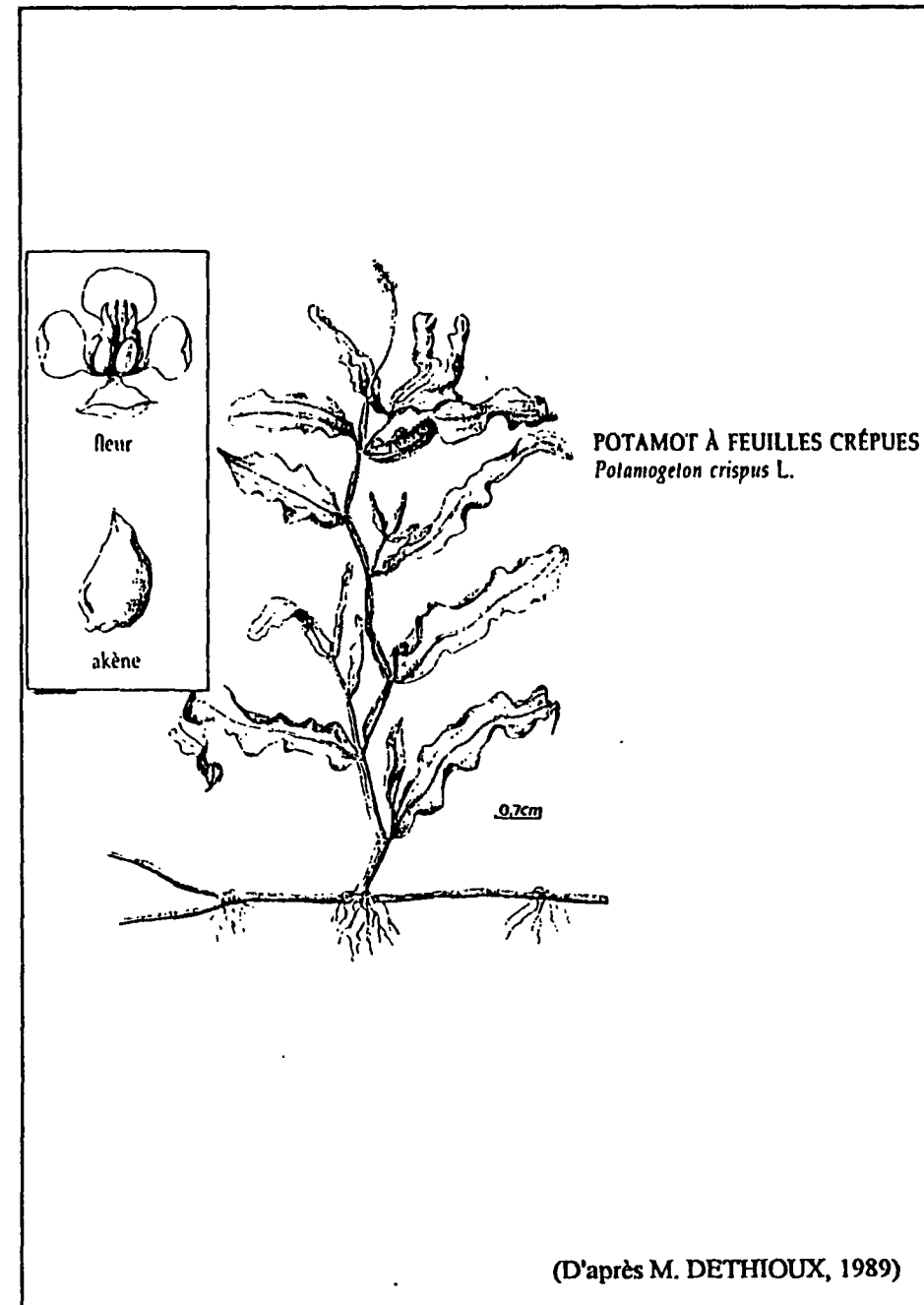
Le fruit est un akène ovoïde et comprimé présentant un bec aigu plus ou moins recourbé.

ECOLOGIE : Présent en eau claire, dont la profondeur n'excède pas un mètre.

Certaines formes présentent des feuilles à limbe à peine ondulé.

Sur le marais en peuplement avec *canadensis* et *Ceratophyllum demersum*.

Potamogeton pecti, *Elodea*



Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Potamogetonacées

Potamogeton pectinatus

Potamot à feuilles pectinées

APPAREIL VEGETATIF : Plante totalement immergée, glabre, possédant un rhizome rampant assurant sa pérennité.

Elle peut atteindre 2 mètres de long. La tige est grêle, cylindrique et rameuse, presque étalée en éventail ou parallèle.

Les feuilles nombreuses sont linéaires-filiformes, souvent alternes et longuement engainantes à la base.

Présence d'une gaine stipulaire de 2 à 5 cm, fendue, aux bordures blanchâtres et surmontées d'une ligule membraneuse caduque.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est un épi de 2 à 4 cm, à sommet non épaissi porté par un pédoncule filiforme de 3 à 10 cm.

Les fleurs sont disposées sur 4 à 5 verticilles espacés.

Les fruits sont des akènes d'environ 4 mm de diamètre, ventrus, à bords obtus, légèrement orangés portant un bec latéral court.

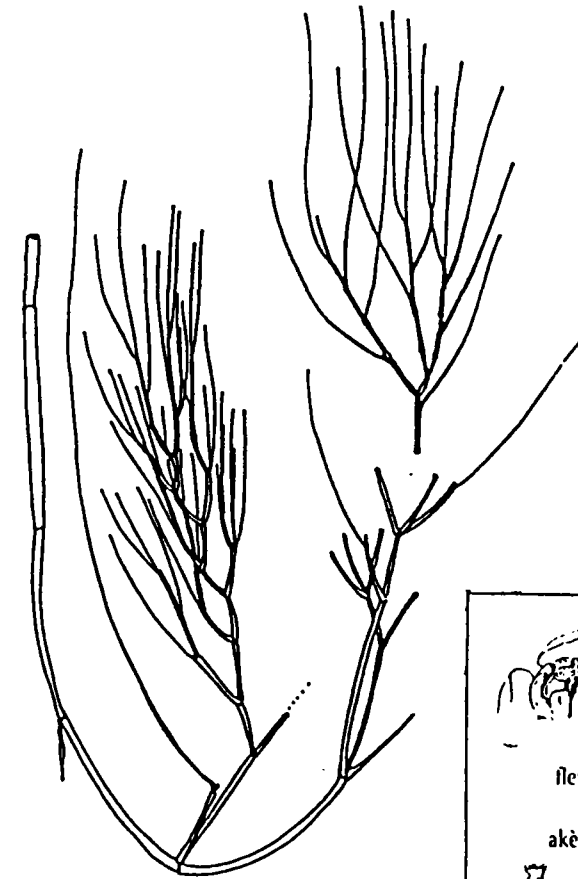
ÉCOLOGIE : Croît à une profondeur inférieure à 1 mètre, sur un milieu vaseux.

Il tolère bien l'eutrophisation et des teneurs élevées en chlorures (M. DETHIOUX, 1989).

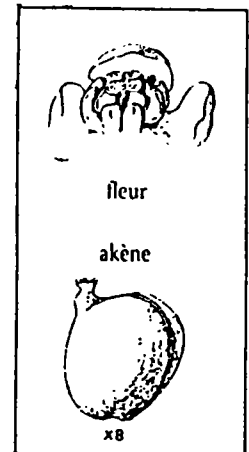
Cette espèce est très polymorphe au niveau des tiges (peu ramifiées à très ramifiées).

La longueur des feuilles peut varier de 5 à 20 cm et leur largeur de 0.2 à 5 mm.

Sur le marais en peuplement avec *Potamogeton crispus*, et *Ceratophyllum demersum*.



POTAMOT À FEUILLES PECTINÉES
Potamogeton pectinatus L.



(D'après J. MONTEGUT, 1987 et M. DETHIOUX, 1989)

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Potamogetonacées

Potamogeton pusillus

Potamot fluet

APPAREIL VEGETATIF : Plante immergée, glabre au feuilles souples, mesurant 1mm de large et 1 à 6cm de long.

Le limbe foliaire s'atténuant vers le sommet est aigu-mucronulé ou arrondi-mucronulé (J.E DE LANGHE, 1983).

Il présente 3 nervures longitudinales, une médiane proéminente, non transparente, blanche et une de part et d'autre, très fines et décalées l'une par rapport à l'autre (visible à la loupe binoculaire).

Les stipules sont non fibreuses, non persistantes et à nervures très fines.

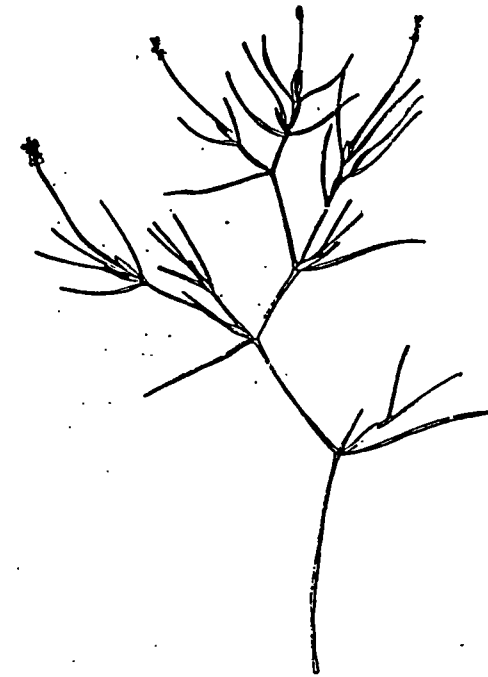
APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est un épi de 2cm à 3 verticilles de fleurs opposées alternes. Les fleurs sont brun-jaunâtre.

Le fruit est un akène d'environ 1mm de large et long de 2mm, portant un bec implanté vers le milieu du sommet.

ECOLOGIE : La floraison se fait en mai-juin.

Potamogeton pusillus se rencontre en eau douce stagnante dans le système de fossés.

Sur le marais, en peuplement avec *Potamogeton pectinatus* et *Zannichellia palustris* d'où une identification difficile.



Potamogeton pusillus

(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hydrophyte

DICOTYLEDONE

Renonculacées

Ranunculus peltatus

APPAREIL VEGETATIF : Plante présentant deux types de feuilles.

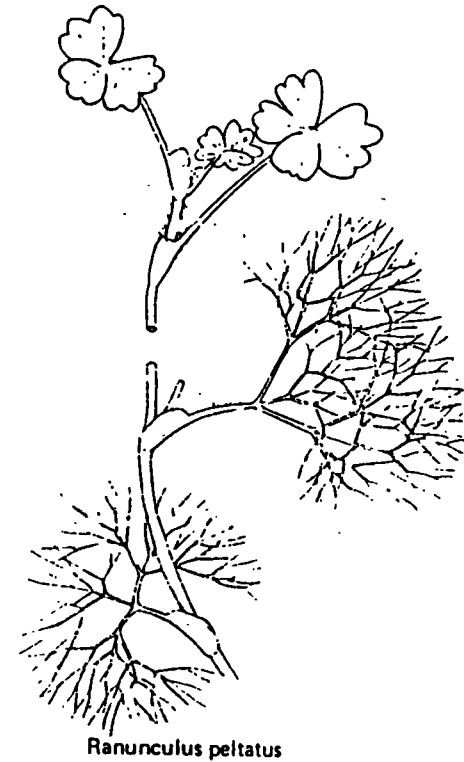
Les feuilles flottantes sont arrondies avec 3 à 7 lobes étroits.

Les feuilles immergées sont réduites aux nervures et sont plus courtes que les entrenœuds.

APPAREIL REPRODUCTEUR : La fleur peut atteindre 15 à 20 mm, les pétales sont blancs avec des nectaires pyriformes.

Le pédicelle fructifère mesure en général plus de 5 cm.

ECOLOGIE : Rencontrée dans les plans d'eau du marais en avril.



Ranunculus peltatus

British Water Plants

S. M. HASLAM, C. A. SINKER and P. A. WOLSELEY

Hydrophyte

MONOCOTYLEDONE

Zannichéllacées

Zannichellia palustris

Zannichellie des marais

APPAREIL VEGETATIF : Plante aquatique vivace, vivant immergée dans les eaux douces ou saumâtres.

La tige est filiforme et peut atteindre 50 cm. Formation parfois aux noeuds de racines adventives.

Les feuilles sont vertes, filiformes ou linéaires, pourvues d'une gaine non enflée et regroupées par paire le plus souvent. La multiplication est assurée par des turions fusiformes.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Les fleurs sont petites, vertes, unisexuées. Les fleurs mâles et femelles prennent naissance à l'aisselle d'une même

feuille submergée. Elles se développent de juin à septembre.

Le périgone est formé de trois écailles ou est inexistant.

La fleur staminée est composée d'une étamine unique.

Le gynécée est formé de un à neuf carpelles libres entre eux.

Les akènes formés sont sessiles ou brièvement stipités.

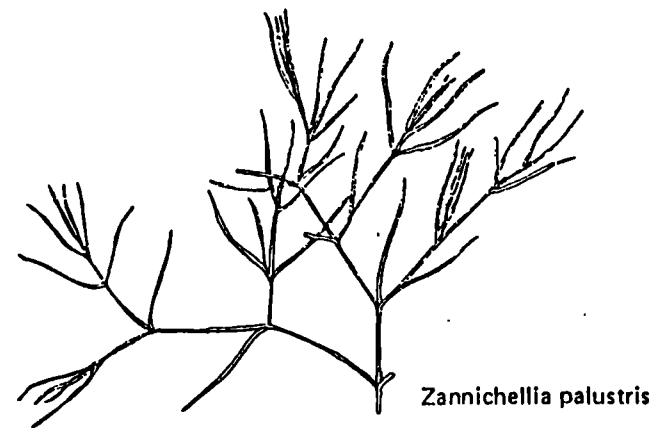
REMARQUES : *Zannichellia palustris* présente trois sous espèces que l'on peut différencier grâce à la forme et à la couleur de leurs akènes (J.E DE LANGHE, 1983).

Il existe : *Zannichellia Palustris* subsp. *palustris*

Zannichellia Palustris subsp. *pedicellata*

Zannichellia Palustris subsp. *polycarpa*

Sur le marais, on rencontre *Zannichellia Palustris* subsp. *palustris* en peuplement avec *Potamogeton pusillus*



British Water Plants

S. M. HASLAM, C. A. SINKER and P. A. WOLSELEY



Zannichellia palustris subsp. *palustris*: akène ($\times 5$).

(D'après J.E DE LANGHE, 1983)

LES HELOPHYTES

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Cypéracées

Carex otrubae

CLASSIFICATION : Le genre *Carex* est divisé en 3 groupes.

Carex otrubae appartient au groupe des homostachiés caractérisé par des épis sessiles ou subsessiles et bisexués, formant une panicule spiciforme ou un épi composé.

Les stigmates sont au nombre de deux.

APPAREIL VEGETATIF : Plante vivace communément appelée Laiche. La tige est pleine, trigone non ailée et sans noeud ; elle peut atteindre

100cm.

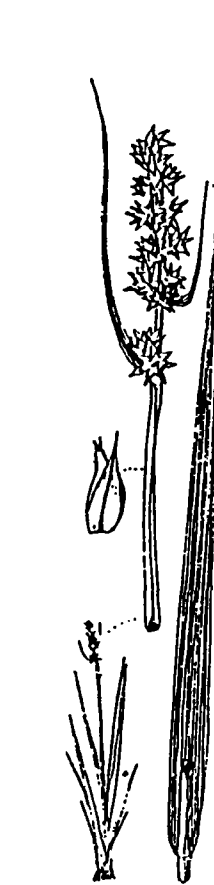
APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est en panicule spiciforme verdâtre ou brune.

Les fleurs n'ont pas de pétales et de sépales mais ont une bractée à la base.

Les bractées femelles ont une nervure.

Les fleurs femelles sont entourées d'un utricule (l'ovaire de chacune des fleurs est enfermé dans cette petite vésicule à ouverture apicale étroite) et sont séparées des fleurs mâles dans l'inflorescence.

Le fruit est un akène qui permet la détermination grâce à l'apex de l'utricule souvent différencié en un bec.



Carex otrubae

(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Cypéracées

Carex pseudocyperus

CLASSIFICATION : Le genre *Carex* est divisé en trois groupes.

Carex pseudocyperus appartient au groupe des hétérostachyés caractérisé par des épis sessiles ou pédonculés, généralement unisexués.

Les épis mâles sont vers le haut tandis que les épis femelles sont dans le bas de l'inflorescence.

Il peut apparaître parfois 1 ou 2 épis bisexués en position intermédiaire.

Les stigmates sont au nombre de 2 ou 3.

APPAREIL VEGETATIF : Plante à souche gazonnante dont les tiges trigones à bords rudes peuvent atteindre 90cm.

Les feuilles dépassent les tiges et mesurent 5 à 12mm de large.

Elles sont vert-jaune vif.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Souvent constitué d'un seul épi mâle rarement accompagné d'un second plus petit.

Les épis femelles (3 à 5) cylindriques, longs de plus de 3cm et pendants, sont denses et composés de nombreuses fleurs.

Les utricules glabres sont serrées et imbriquées.



Carex pseudocyperus

(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Cypéracées

Eleocharis palustris

Scirpe des marais

APPAREIL VEGETATIF : Se rencontre en zone humide en petites touffes.

La tige est pleine, non ramifiée, dressée et peut mesurer jusqu'à 60 cm.

La gaine cylindrique de 1 à 6 mm de diamètre et non sillonnée est difficile à casser.

La gaine de la feuille supérieure (située à la base de la tige fleurie) n'est pas prolongée par un petit limbe.

Les gaines foliaires sont brun-jaunâtre, parfois rougeâtre à la base.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est constituée d'un seul épi terminal de 3 à 20 mm, brun-jaunâtre à brun foncé, sans bractée foliacée à la base et sans bractée prolongeant la tige.

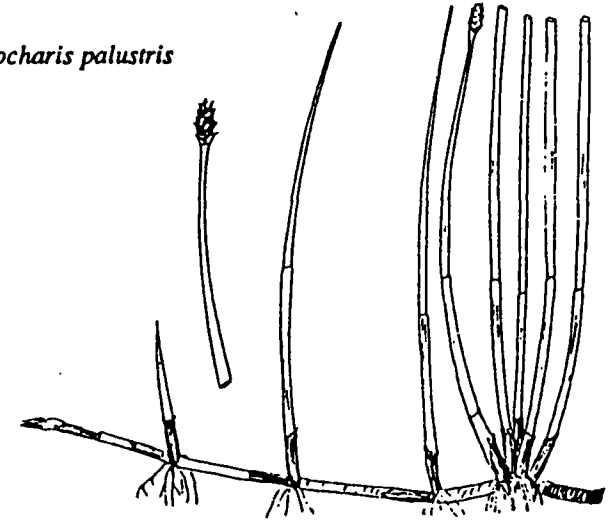
Les fleurs sont toutes ou presque toutes hermaphrodites.

L'écaille inférieure enveloppe la moitié ou les 3/4 de la base de l'épi.

Les épis ne sont pas plumeux à maturité.

ÉCOLOGIE : Présent dans les écosystèmes humides comme les marais, les prairies humides et les eaux douces peu profondes.

Eleocharis palustris



(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Iridacées

Iris pseudacorus

Iris jaune

APPAREIL VEGETATIF : Hélophyte vivace à rhizome hypertrophié.

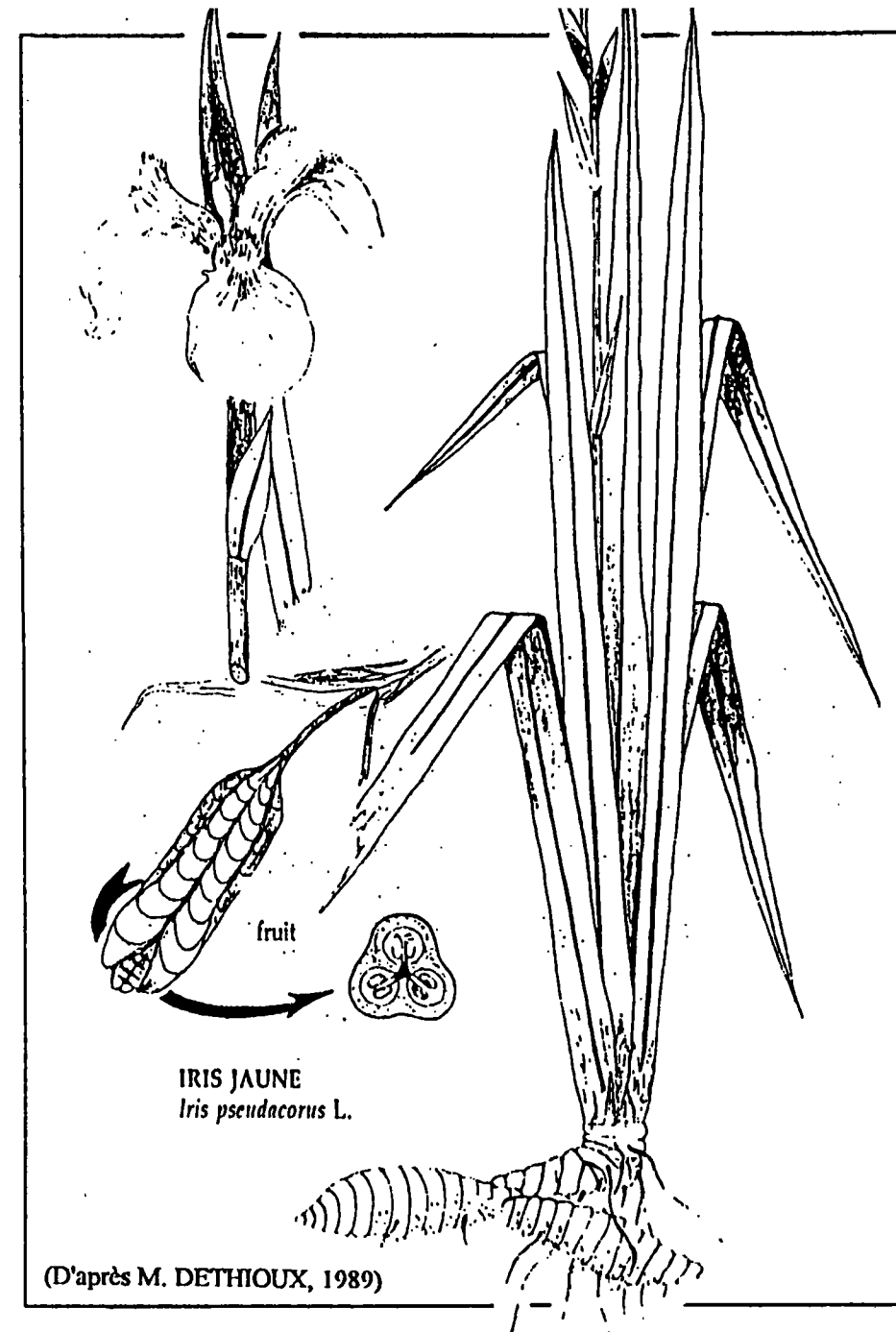
Les feuilles sont en forme de glaive, à la pointe effilée et emboîtées à leur base.

La progression du rhizome se fait par deux bourgeons latéraux : il y a dichotomie.

APPAREIL REPRODUCTEUR : La floraison se fera en part terminale.

Les fleurs jaunes de grande taille et au nombre de 2 ou 3 (floraison en grappe) prennent naissance dans une large bractée appelée spathe.

Dans cette espèce les sépales sont sans poils ou avec des petits poils en dedans (G. BONNIER).



Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Joncacées

Juncus conglomeratus

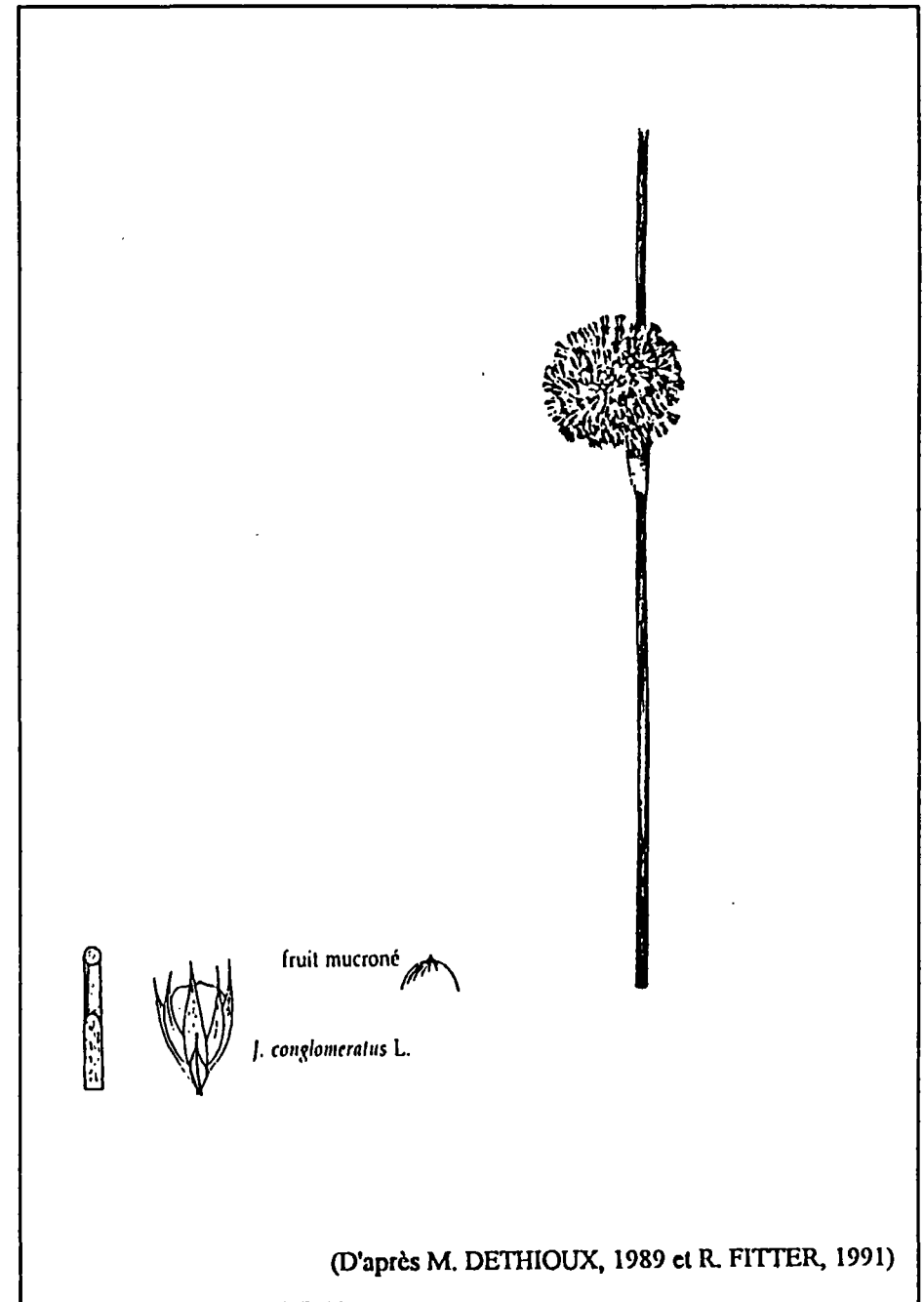
Jonc aggloméré

APPAREIL VEGETATIF : Les tiges d'environ 1 mètre, présente des sillons longitudinaux bien marqués à l'état frais, surtout sous l'inflorescence.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Les fleurs sont brun foncé l'inflorescence en glomérules est compacte et latérale.

Le fruit est une capsule aussi longue que les tépales et brièvement mucronée.

ECOLOGIE : Evite les sols calcaires (J. MONTEGUT, 1987).



Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Joncacées

Juncus effusus

Jonc épars

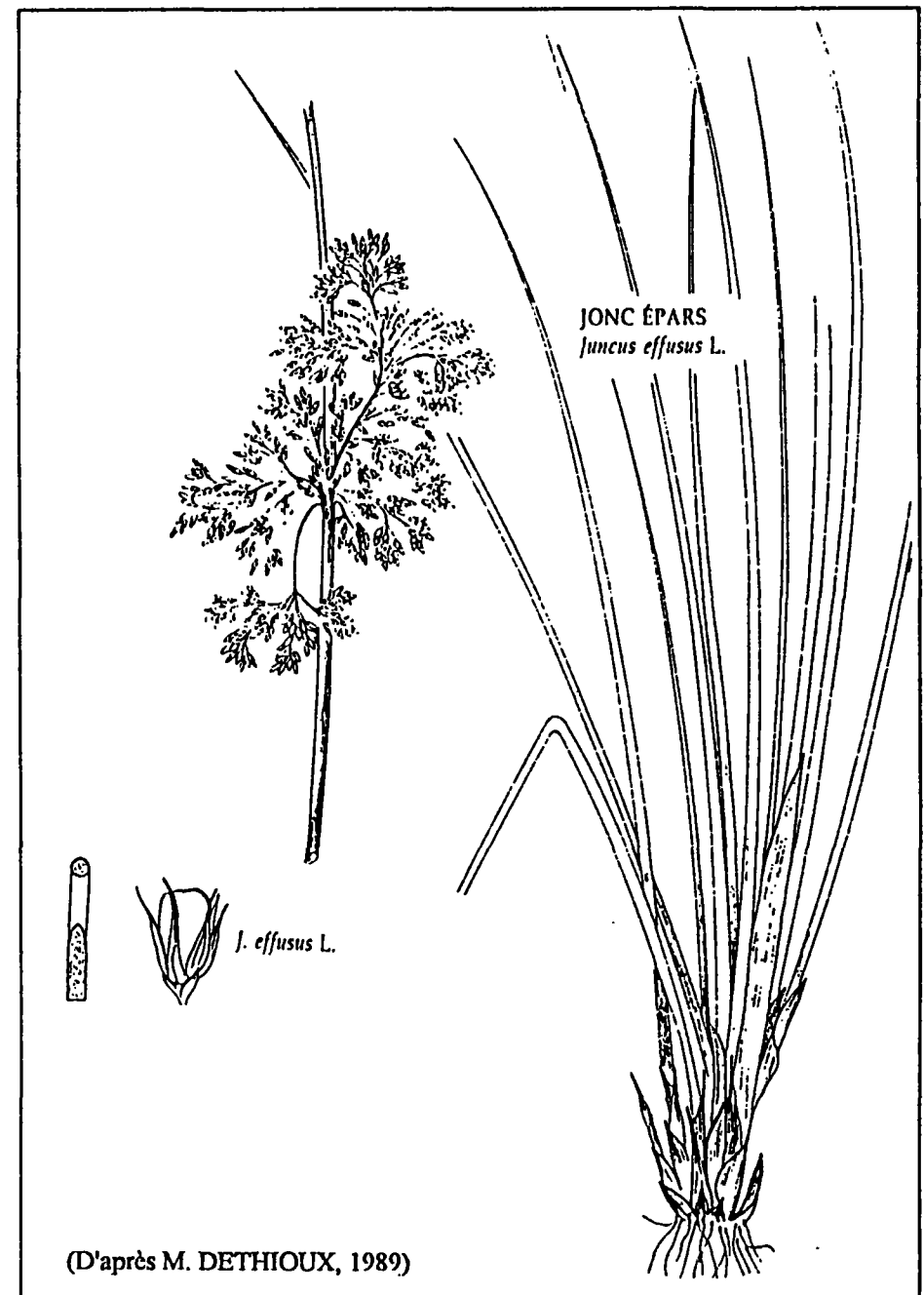
APPAREIL VEGETATIF : Espèce cespiteuse, c'est à dire formant à la base une touffe compacte.

La tige peut mesurer de 30 à 100 cm, elle est verte et lisse à moelle continue.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est en panicule latérale de petite taille.

La capsule est tronquée et non mucronée généralement moins grande que les tépales.

ECOLOGIE : Espèce héliophile poussant en zone humide et tolérant une grande amplitude ionique (M. DETHIOUX, 1989)



Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Joncacées

Juncus gerardii

Jonc de Gérard

APPAREIL VEGETATIF : Il forme des massifs étendus. Les tiges atteignent jusqu'à 50 cm de haut.

Les feuilles peuvent être planes ou arrondies de couleur vert foncé.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est en panicule terminale lâche, les fleurs sont brunes.

La capsule est marron, de forme ovoïde et de même taille que les tépales.



Juncus gerardii: périgone et capsule mûre (× 8)



(D'après J.E DE LANGHE, 1983 et R. FITTER, 1991)

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Joncacées

Juncus maritimus

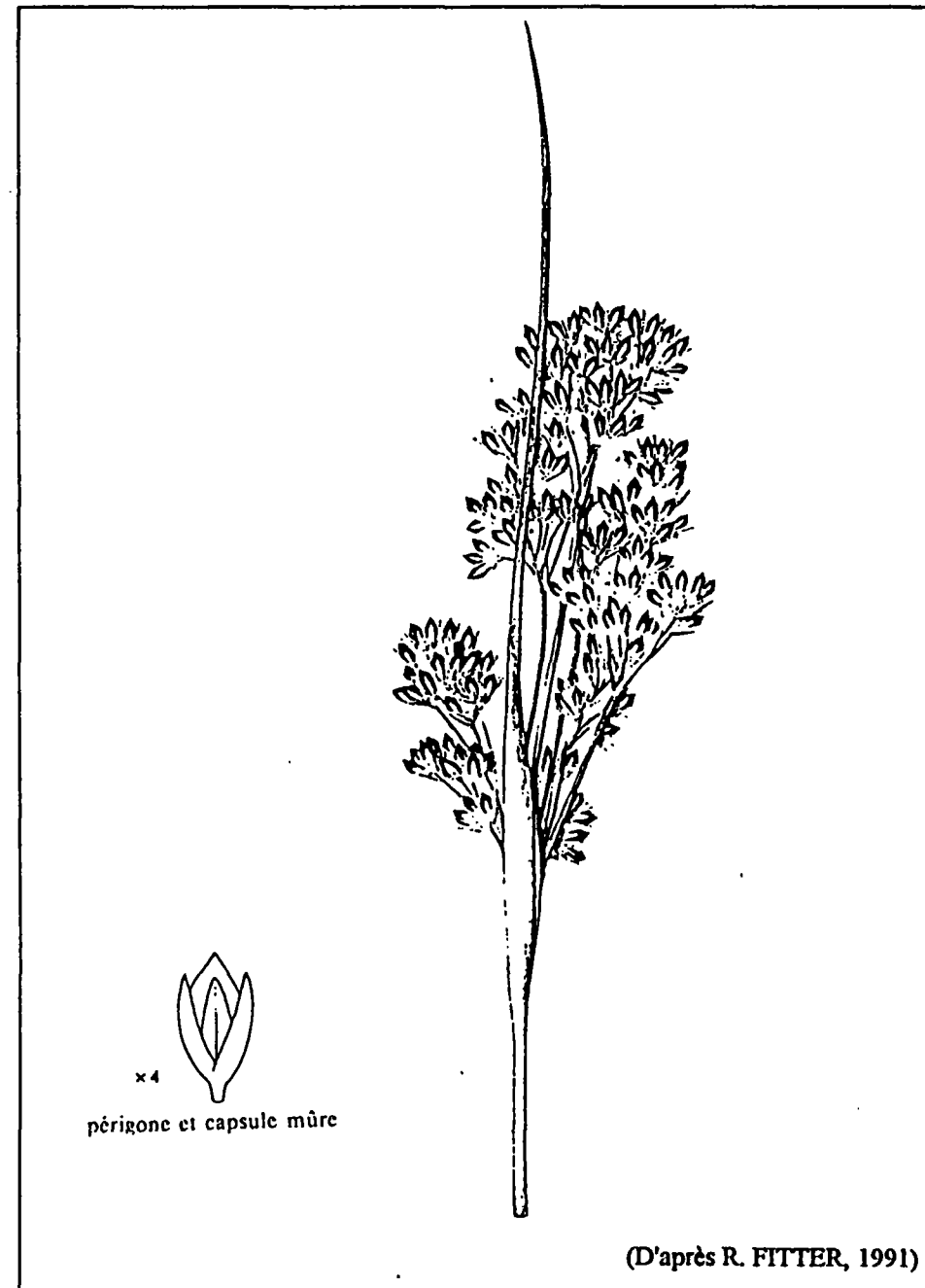
Jonc maritime

APPAREIL VEGETATIF : Les tiges peuvent atteindre 1 mètre et 2 mm de large, nues à leur base car les feuilles étant réduites à leur gaine.

Vers le haut, les feuilles ont un limbe développé très pointu à son extrémité.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence est une panicule surmontée par une longue bractée piquante. Les fleurs sont jaune clair.

Le fruit est une capsule brune, mucronée, de la même taille que les tépales ou légèrement plus grande.



Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Poacées

Phragmites communis

Roseau

APPAREIL VEGETATIF : Plante vivace pouvant atteindre 3 mètres de haut.
Le rhizome est blanchâtre, à entre-nœud long permettant la multiplication.

Les feuilles sont longues et larges (jusqu'à 3 cm), plates et taillantes, en pointe à leur extrémité.

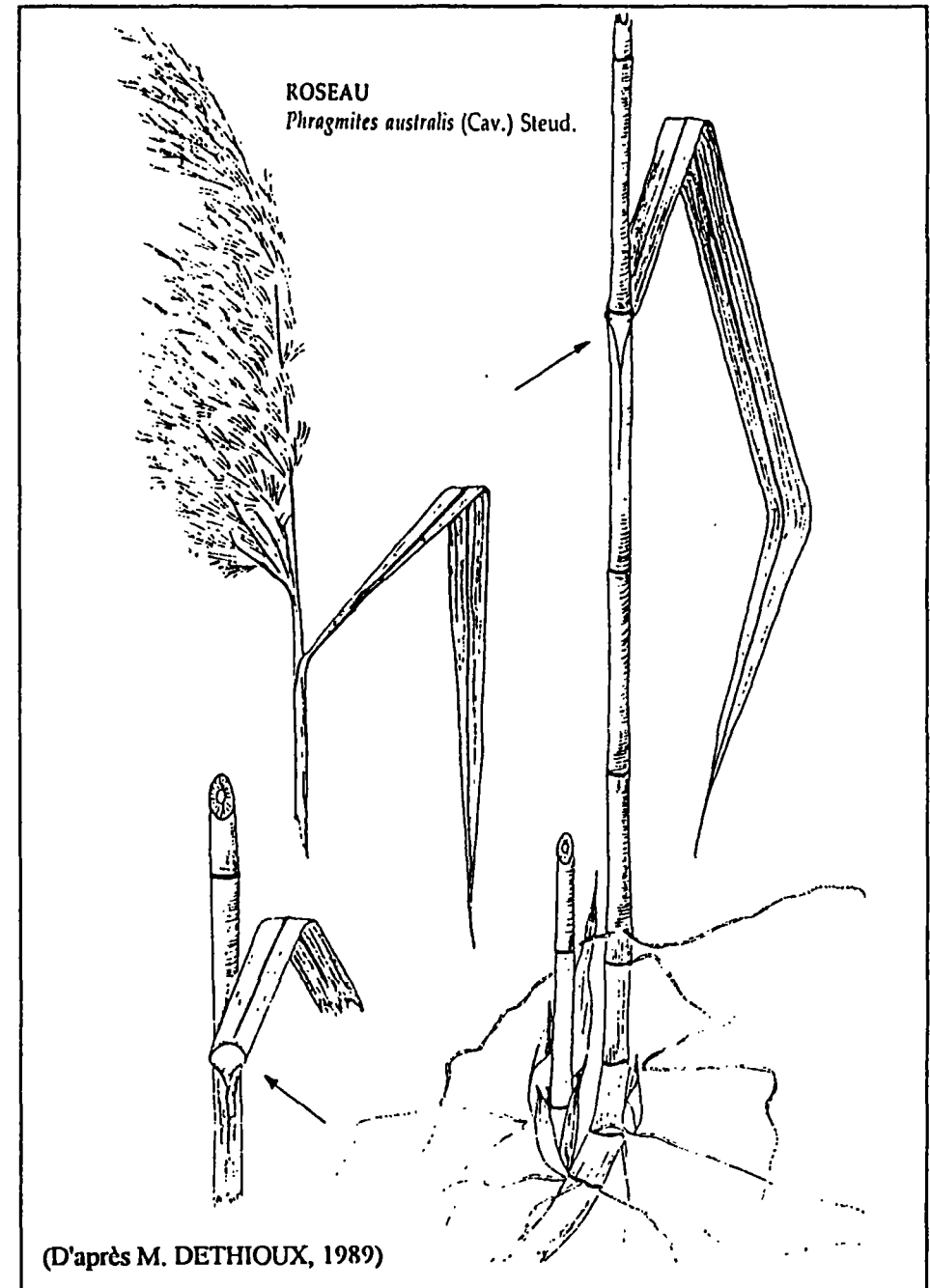
La ligule est remplacée par des poils (signe distinctif à l'état stérile).

APPAREIL REPRODUCTEUR : Les fleurs sont en panicule de 30 cm, de couleur violacé-roussâtre, dressée et pratiquement unilatérale.

L'aspect soyeux des épillets est dû à des faisceaux de poils blancs.

La propagation se fait par les graines.

ECOLOGIE : se rencontrent au bord des eaux et des marais, surtout dans les zones d'atterrissement.



Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Cypéracées

Scirpus maritimus

Scirpe maritime

APPAREIL VEGETATIF : Hélophytes pouvant atteindre 1 mètre malgré son aspect grêle.

Les feuilles sont longues, taillantes et larges (5 à 10 cm).

La section de la tige est triangulaire.

APPAREIL REPRODUCTEUR : Fleurs en épillets brun-rouge, ellipsoïdes, effilés, groupés par deux ou trois en fascicules presque sessiles, à pédoncules inégaux.

L'ensemble est dépassé par deux ou trois longues bractées.



Scirpus maritimus

(D'après J. MONTEGUT, 1987)

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Typhacées

Typha angustifolia

Massette à feuilles étroites

APPAREIL VEGETATIF : Les feuilles sont plus étroites (0.3-1 cm) que chez *Typha latifolia*.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence femelle en partie inférieure est séparée de 3 à 5 cm de l'inflorescence mâle.



(D'après M. DETHIOUX, 1989)

Hélophytes

MONOCOTYLEDONE

Typhacées

Typha latifolia

Masette à larges feuilles

APPAREIL VEGETATIF : Espèce vivace, semi-aquatique avec des tiges allant jusqu'à 2 mètres de haut.

Les feuilles sont plates (1-2 cm), de couleur vert glauque et plus longues que la tige.

Les rhizomes sont robustes et permettent l'extension de la colonie.

APPAREIL REPRODUCTEUR : L'inflorescence appelée spadice porte à sa partie inférieure les fleurs femelles très petites (sans corolle ni calice) et réunies en épi très compact de couleur sombre.

L'ensemble est surmonté de fleurs staminées (= fleurs mâles) blanches qui disparaissent après la fécondation.

La multiplication se fait par les graines.

ECOLOGIE : Pousse en colonies souvent monospécifique.

Espèce à grande amplitude ionique (M. DETHIOUX, 1989).



MASSETTE À LARGES FEUILLES
Typha latifolia L.

(D'après M. DETHIOUX, 1989)

GLOSSAIRE

ADVENTIF, IVE : se dit d'un organe qui prend naissance sur une partie inhabituelle de la plante.

AKENE (m) : fruit sec indéhiscent.

ALTERNE : se dit pour des feuilles insérées isolément sur une tige à différents niveaux.

ANTHERE (f) : partie terminale d'une étamine, renfermant les grains de pollen (voir à *étamine*).

BRACTEE (f) : petite feuille qui prend naissance à la base d'une fleur ou d'une inflorescence (voir à *inflorescence*).

CADUQUE : qui tombe spontanément.

CALICE (m) : partie externe du périanthe, formé par des sépales souvent verts.

CAPSULE (f) : fruit sec déhiscent qui s'ouvre par des fentes longitudinales.

CARPELLE (m) : élément de l'organe femelle d'une fleur contenant les ovules.

CENOBE (m) : colonie algale formée par un ensemble de jeunes cellules.

CORDIFORME : en forme de coeur.

COROLLE (f) : partie interne du périanthe, formé par les pétales.

CORTEGE FLORISTIQUE (m) : ensemble d'espèces végétales de même origine géographique.

CORYMBE (m) : inflorescence dont les axes secondaires prennent naissance à des points différents mais arrivent au même niveau.

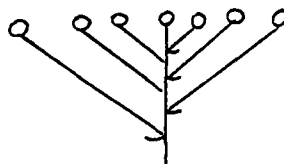


Schéma d'un corymbe

COTYLEDON (m) : feuille embryonnaire présente dans la graine et à rôle de réserve.

DEHISCENT : organe s'ouvrant à maturité.

DICHOTOMIE : désigne une tige, un rhizome qui émet des bourgeons latéraux qui assureront la croissance.

DICOTYLEDONE (f) : plante dont les graines possèdent 2 cotylédons.

DIOIQUE : se dit d'une espèce où les deux sexes ne sont pas portés sur le même individu (pied mâle et pied femelle).

DIPLOIDE : l'état diploïde d'une espèce végétale est celui qui correspond à la présence d'un lot double de chromosomes dans chaque noyau cellulaire de l'individu.

EPERON (m) : appendice tubuleux plus ou moins long prolongeant le calice ou la corolle.

EPI (m) : inflorescence constituée d'un axe partant des fleurs sessiles.

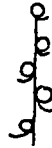


Schéma d'un épi

EPILLET (m) : caractéristique de l'inflorescence des graminées.

ETAMINE (f) : organe mâle d'une fleur.

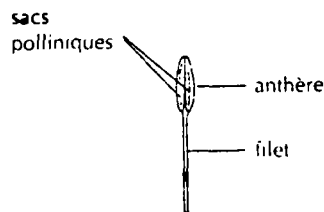


Schéma d'une étamine

FASCICULE, E : réuni en faisceau.

GAMETE (m) : unité cellulaire unisexuée, qui forme le zygote après fusion avec un autre gamète.

GLABRE : sans poil.

GLOMERULE (m) : inflorescence caractérisée par de nombreuses fleurs sessiles partant d'un même point sur un axe.

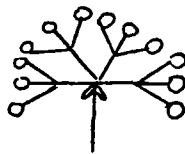


Schéma d'un glomérule

GYNECEE (m) : ensemble des organes femelles d'une fleur.

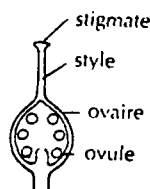


Schéma d'un gynécée

HAPLOÏDE : l'état haploïde d'une espèce végétale est celui qui correspond à la présence d'un lot simple de chromosomes dans chaque noyau cellulaire de l'individu.

HELIOPHILE : plante qui se développe à la lumière.

HERMAPHRODITE : fleur possédant à la fois des organes mâles et des organes femelles.

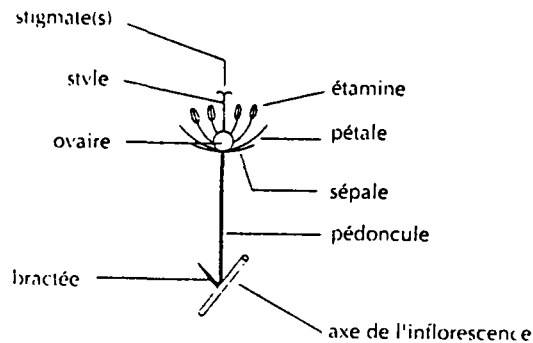


Schéma d'une fleur hermaphrodite

HETEROTHALLISME : caractère de certaines espèces de champignons, algues, bryophytes, chez lesquelles coexistent des thalles unisexués. Il est donc nécessaire d'avoir un thalle + et un thalle -, pour qu'il y ait fécondation.

INFLORESCENCE (f) : ensemble des fleurs et bractées d'une plante.

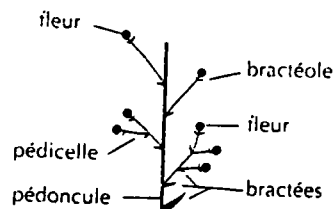


Schéma d'ensemble d'une inflorescence

LIGULE (f) : languette membraneuse à la jonction entre la gaine et le limbe des feuilles de graminées.

MONOCOTYLEDONE (f) : plante dont les graines possèdent un seul cotylédon.

MUCRON (m) : pointe courte et raide.

MUCRONULE : terminé par un mucron très court.

PANICULE (f) : inflorescence composée dont les rameaux de taille différente forment une sorte de pyramide.



Schéma d'une panicule

PETIOLE (m) : partie permettant l'insertion de la feuille sur la tige (= la queue).

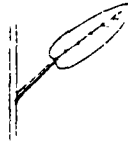


Schéma d'une feuille pétiolée

PEDONCULE (m) : support d'une fleur, d'un fruit ou d'une inflorescence.

PENNE, E : disposé de part et d'autre d'un axe.

PERIANTHE (m) : ensemble des enveloppes florales stériles (calice et corolle).

PETALE (m) : pièce composant la corolle.

PHYLLOIDES (m) : rameaux verticillés courts.

PYRENOIDE (m) : corps globuleux, hyalin, protéique, chimiquement complexe, qui existe au niveau des chloroplastes des algues, et autour desquels apparaissent des grains d'amidon nés de la photosynthèse.

RETICULE, E : organisé en réseau.

RHIZOIDE (m) : poil servant à la fixation et à l'absorption chez les Bryophytes et les Ptéridophytes (c'est l'équivalent d'une racine).

RHIZOME (m) : tige souterraine à rôle de réserve produisant des racines et des tiges feuillées.

ROSETTE (f) : ensemble de feuilles réunies en cercle.

SEPALE (m) : pièce composant le calice.

SESSILE : le petiole est inexistant.

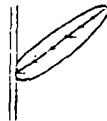


Schéma d'une feuille sessile

SPADICE (m) : inflorescence composée d'un axe où s'insèrent des fleurs sessiles.

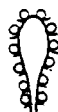


Schéma d'un spadice

SPATHE (f) : modification de la bractée qui s'élargit et enveloppe l'inflorescence.

SPICIFORME : inflorescence dont la forme rappelle celle d'un épi.

SPORE (f) : organe de dissémination (cellule à n chromosome) germant pour donner un végétal qui porte les organes sexuels (gamétophytes).

SPOROPHYTES (m) : individu végétal comportant les spores, bien développé chez les Ptéridophytes.

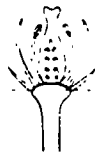
STIGMATE (m) : partie terminale du style, qui va recevoir le pollen (voir à *gynécée*).

STIPITE : porté par un petit support (= stipe).

STIPULE (f) : appendice foliacé ou épineux à la base du pétiole de la feuille.

STYLE (m) : partie située entre l'ovaire et le stigmate de la fleur (voir à *hermaphrodite*).

SUPERE : se dit d'un ovaire situé entièrement au-dessus du périanthe et donc masqué au centre de la fleur.



Ovaire supère



Ovaire infère

TEPALE (m) : se dit lorsque calice et corolle sont confondus.

TETRAKENE (m) : fruit sec se fragmentant en 4 akènes, ceux-ci étant plus ou moins soudés dans un premier temps.

UTRICULE (m) : dans le genre *Carex*, petit sac entourant chacune des fleurs et d'où sortent seulement les stigmates par une ouverture étroite située au sommet.

VERTICILLE (m) : les organes considérés sont insérés sur un cercle au même niveau.



Schéma de verticilles

ANNEXE

III

LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

1 - INITIATION AU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

1.1 - HISTORIQUE

Le concept de système d'information géographique est apparu dans les années 60 au Canada et aux Etats-Unis.

Le pionnier en la matière est le Canadian Geographic Information System (1964) qui rassemble les informations relatives à l'usage du sol et des données environnementales sur une grande partie du territoire canadien.

A noter également le New York Land Use Information System (1967) et le Minnesota Land Management Information System (1969) créés très tôt.

Basant son développement sur les progrès de l'informatique, tant au niveau matériel qu'au niveau logiciel, ce concept a mis deux décennies pour faire sa place.

Actuellement le marché des SIG est en pleine expansion.

1.2 - DEFINITION

L'information géographique désigne toute information relative à un point ou un ensemble de point spatialement référencés à la surface de la Terre.

Elle est d'importance primordiale pour tout ceux qui ont à gérer un espace ou des objets dispersés dans un espace donné.

On rassemble sous la dénomination d'informations spatiales des données aussi diverses que la distribution de ressources naturelles (sol, eaux, végétation), la localisation d'infrastructures (routes, édifices...), les limites administratives...

L'idée essentielle des SIG est que l'informatique, par sa capacité de stockage des volumes énormes d'informations et par la puissance et la rapidité de calcul qu'elle procure, doit permettre d'optimiser le traitement de l'information spatiale et le traitement de l'information descriptive au sein du même noyau logiciel, tout en apportant des outils d'analyse et de manipulation de données.

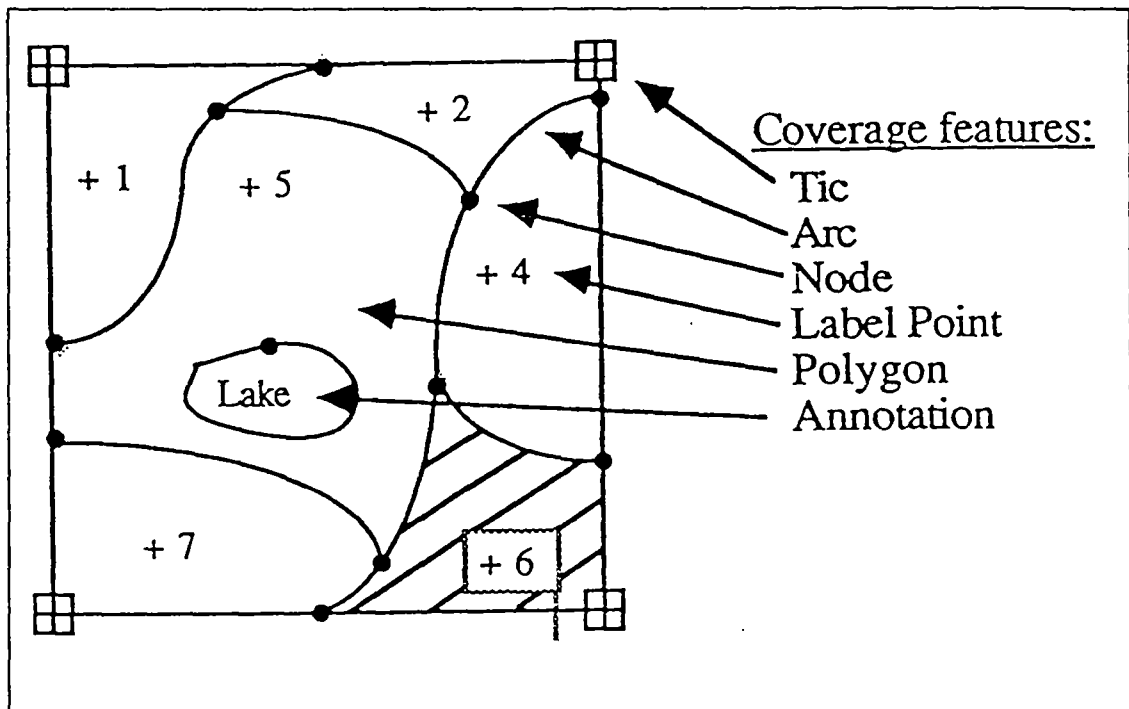
L'optimisation des traitements des informations spatiales est réalisée par l'intermédiaire d'un module utilisant la notion de voisinage et par un mode de représentation des entités cartographiques par vecteurs.

On définit ainsi :

- ♦ les arcs : entités linéaires ou frontière des entités surfaciques
- ♦ les noeuds : extrémité des arcs et des entités linéaires
- ♦ les polygones : définissent les entités surfaciques
- ♦ les points référencés : définissent des entités ponctuelles ou sont associés au polygone les contenant

- ♦ les tics : point de repère permettant d'associer un système de coordonnées aux entités de couverture
- ♦ les annotations : chaîne de caractère servant à la description d'entités cartographiques

Schéma des différentes données cartographiques (Source : Formation-Initiation ARC/INFO)



L'optimisation des traitements des informations descriptives est effectuée par des tableaux au moyen d'un véritable Système de Gestion de Bases de Données, qui peut être utilisé en dehors de tout contexte graphique.

Ce SGBD assure la mise en relation d'informations provenant de différents fichiers et la prise en compte de données qui ne sont pas purement cartographiques

Ainsi, de manière précise, un **Système d'Information Géographique** est-il défini comme une base de données géographiques dans laquelle les informations spatiales sont traitées et analysées par l'intermédiaire de tableaux, qui définissent les éléments graphiques et non graphiques.

1.3 - APPLICATION DES SIG

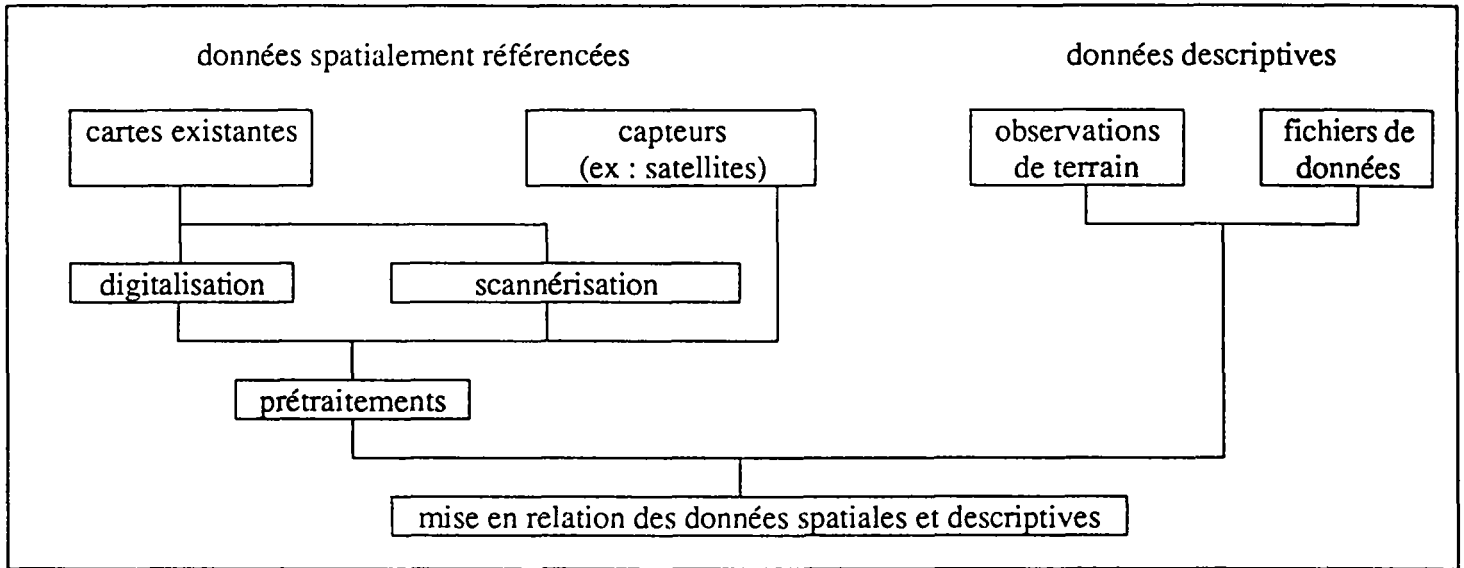
Le SIG est maintenant largement utilisé dans de nombreux domaines, il est considéré comme un modèle de la réalité qui permet d'élaborer, de tester et de choisir des scénarios d'évolution pour l'avenir.

Quatre niveaux d'application peuvent être distingués.

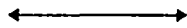
Ce sont, par ordre de complexité croissante :

- ♦ la cartographie
- ♦ la gestion
- ♦ l'analyse
- ♦ la modélisation

ACQUISITION DES DONNEES

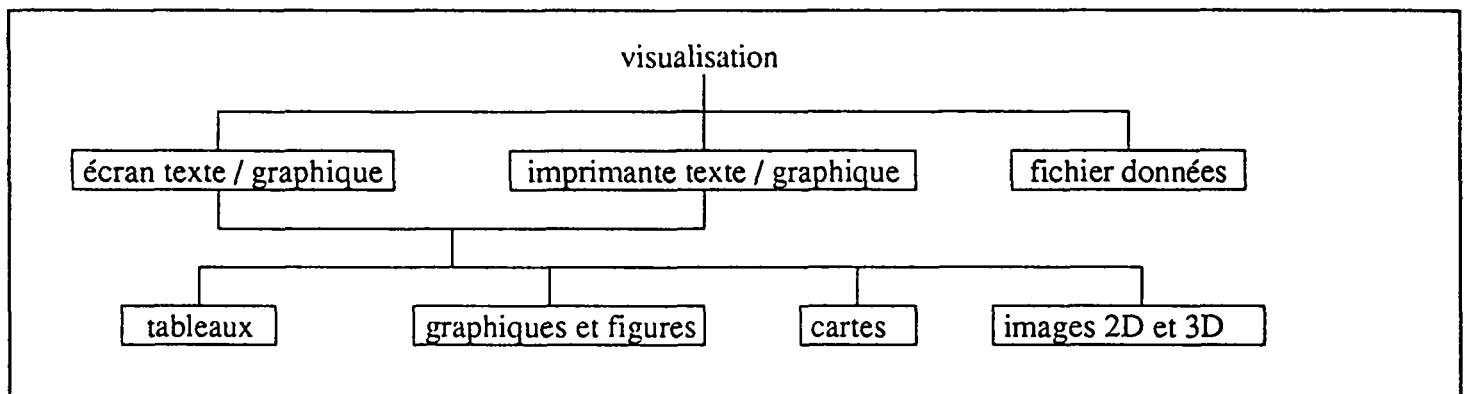


Stockage



**MANIPULATION
ET ANALYSE
DE DONNEES**

GESTION DES DONNEES



RESTITUTION

Schéma des fonctions d'un SIG (Systèmes d'Information Géographique) : concept, fonctions, applications. E. DIDON)

PARADOX VERSION 5.0

1 - LE TRAITEMENT DES DONNEES : LE LOGICIEL PARADOX

1.1 - DEFINITION DU LOGICIEL PARADOX ET ORGANISATION

PARADOX est une base de données relationnelles, cela signifie que la base est un ensemble organisé d'informations (données).

Les informations sont organisées en plusieurs tables.

Une table contient des catégories de données répétées pour chaque élément de la table.

De ce fait, il est possible d'extraire des informations spécifiques dans chaque table et de les rassembler de façon cohérente.

Les tables restent distinctes entre elles mais il existe des moyens pour les relier (= jointure).

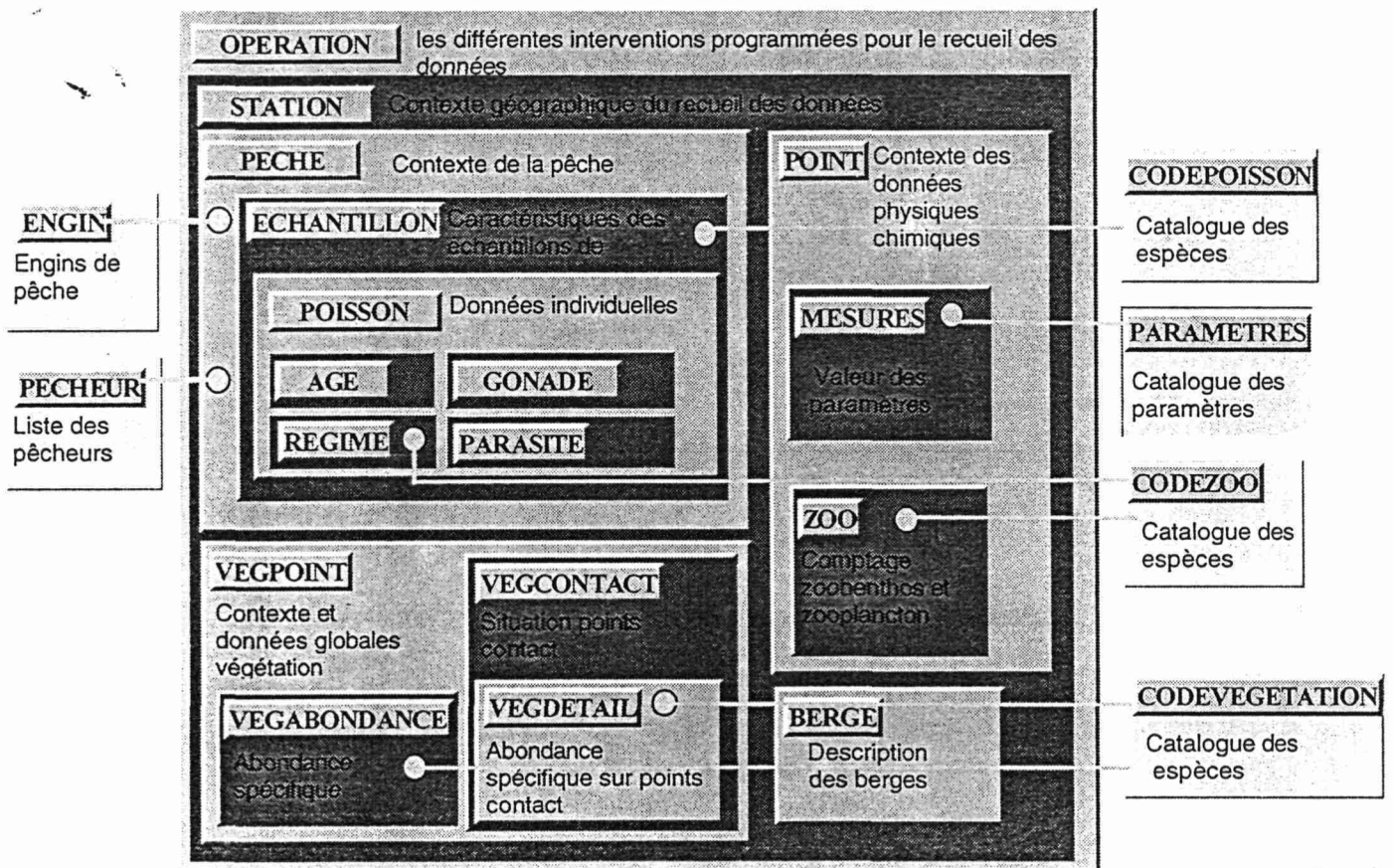


Schéma d'organisation générale de la base utilisée

1.2 - FORMULATION DES REQUETES

Lors de l'étude de la végétation, tous les résultats obtenus pour chaque campagne ont été intégrés à la base de données PARADOX.

Les résultats ordonnés de façon cohérente à l'intérieur de tables peuvent être extraits sous différentes formes selon l'interrogation (= requête) réalisée.

Dans la base que nous utiliserons, toute l'information concernant la végétation est regroupée sous un code opération et est concentrée sur 4 tables comportant chacune plusieurs champs de données.

Pour formuler une requête qui va porter sur plusieurs d'entre elles, il est nécessaire de réaliser des jointures qui peuvent être définies comme des "ponts", par lesquels l'information peut circuler.

Le résultat de la requête est une nouvelle table formée à partir des champs sollicités.

Les données obtenues peuvent être exportées vers EXCELL 3 pour être exploitées en vue de diverses utilisations (statistiques, calculs, comparaisons).

1.3 - CREATION DES ETATS

Un état est une impression ou une visualisation d'information provenant de champs d'une ou plusieurs tables.

Il peut être imprimé directement depuis la table ou être conçu de façon personnalisée comme des fiches.

Les fiches descriptives de la végétation du marais (cf ANNEXE 2) ont été réalisées de cette manière à partir de la table "codevege" comprenant pour chaque végétaux, le genre, l'espèce, la famille, le type, la classe, le nom français, les observations et un champs dessin.

ANNEXE

IV

NORSPA	STATION SIG	OPERATEUR	
		DATE	HEURE

% de recouvrement / indice de dispersion

- 1- présent
- 2- disséminé
- 3- disséminé par touffes
- 4- continu en longueur
- 5- continu et abondant

EMERGEES

orientation	PARCELLE n°	orientation	PARCELLE n°
-------------	-------------	-------------	-------------

	%	d		%	d
GLOBAL			GLOBAL		
TYLA			TYLA		
PHAU			PHAU		
JU sp			JU sp		
SCMA			SCMA		
ELPA			ELPA		
IRPS			IRPS		
SC sp			SC sp		

FLOTTANTES

IMMERGEES

ENVIRONNEMENT

GLOBAL		GLOBAL	
LEMI		POPE	
LEPO		POCR	
LEGI		MY sp	
LETR		ELCA	
WOAR		UT sp	
AZFL		CEDE	
HYMO		CA sp	
ENIN		ZAPA	
CL sp		POPU	
HYRE			

MESURES	
Longueur station	
Largeur station	
Hauteur totale	
Hauteur d'eau	
Oxy-t°	
ESTIMATIONS	
Courant	nul-faible-fort
Transparence	faible-moyenne-forte
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Couleur vase	grise - marron - noire
Curage	
présence débris orga.	

Usage de la parcelle : friche=FR/ pâture=PA/ prairie mécanisée=PM/ semis=SE/ autres=AU

NORSPA	STATION SIG	OPERATEUR
		DATE

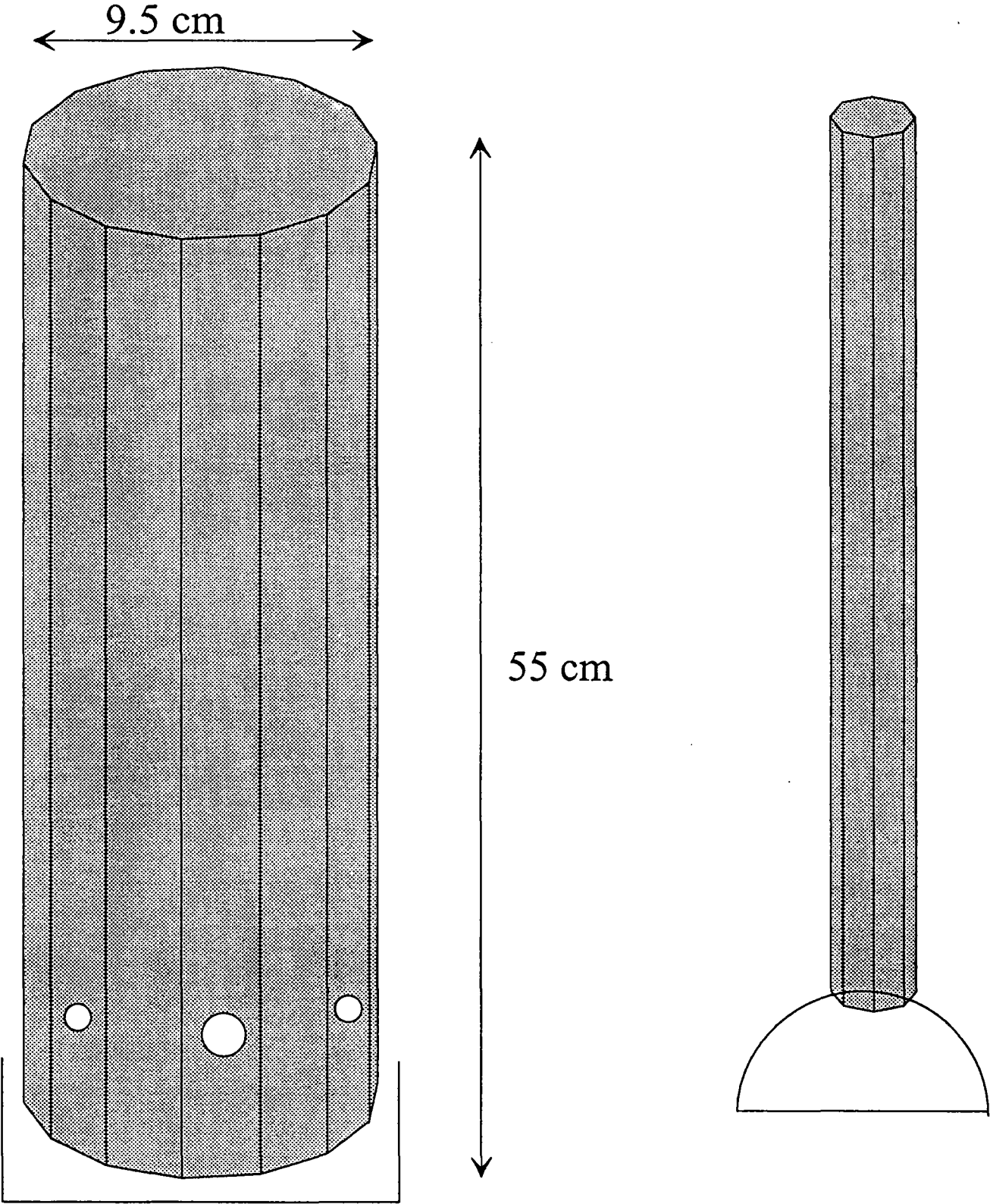
points contacts

1		2		3		4		5	
6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15	
16		17		18		19		20	
21		22		23		24		25	
26		27		28		29		30	

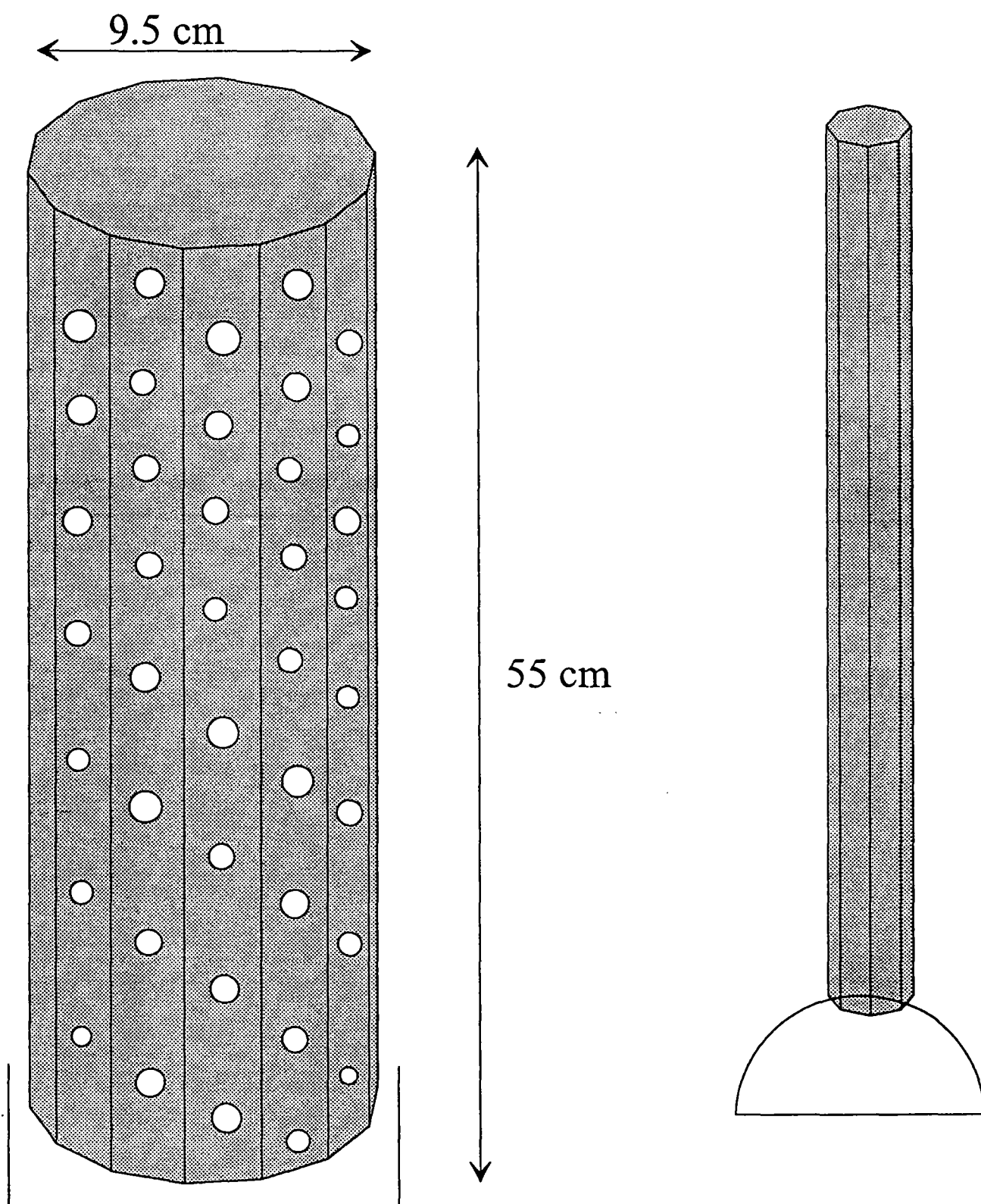
ANNEXE

V

COMPACTEUR UTILISE EN MAI



COMPACTEUR UTILISE EN JUIN



ANNEXE

VI

186	2	17/05/1995	ENIN	10	ENIN	25		1	0,0065	-7,257	0,047434		
186	2	17/05/1995	ALGA	8	ENIN	10		23	0,1503	-2,734	0,410967		
186	2	17/05/1995	PO?	4	ENIN	16	51	N=153			1,734522	0,4315009	
186	2	17/05/1995	CEDE	1	CHAR	1	1				1,7815	0,5071	
186	3	17/05/1995	ZAPA	21	CEDE	1	1						
186	3	17/05/1995	ENIN	16	ALGA	3							
186	3	17/05/1995	ALGA	12	ALGA	8							
186	3	17/05/1995	PO?	3	ALGA	12	23						
187	1	17/05/1995	POCR	12	ZAPA	1		N=153					
187	1	17/05/1995	R	10	ZAPA	2	3		3	0,0155	-6,007	0,093381	
187	1	17/05/1995	ALGA	8	R	10			28	0,1451	-2,785	0,404056	
187	1	17/05/1995	CEDE	3	R	9			69	0,3575	-1,484	0,530525	
187	1	17/05/1995	CAsp	2	R	9	28		8	0,0415	-4,592	0,190361	
187	1	17/05/1995	ENIN	2	POCR	12			6	0,0311	-5,007	0,155673	
187	1	17/05/1995	HYMO	2	POCR	34			50	0,2591	-1,949	0,504819	
187	1	17/05/1995	ZAPA	1	POCR	23	69		2	0,0104	-6,592	0,068316	
187	2	17/05/1995	POCR	34	HYMO	2			27	0,1399	-2,838	0,396966	
187	2	17/05/1995	CEDE	24	HYMO	1		N=193			2,544007	0,4227271	
187	2	17/05/1995	R	9	ENIN	2					1,870495	0,4016	
187	2	17/05/1995	ALGA	8	ENIN	1							
187	2	17/05/1995	ELCA	3	ENIN	5	8						
187	2	17/05/1995	ZAPA	2	ELCA	3							
187	2	17/05/1995	ENIN	1	ELCA	3	6						
187	3	17/05/1995	CEDE	23	CEDE	3							
187	3	17/05/1995	POCR	23	CEDE	24							
187	3	17/05/1995	ALGA	11	CEDE	23	50						
187	3	17/05/1995	R	9	CAsp	2	2						
187	3	17/05/1995	ENIN	5	ALGA	8							
187	3	17/05/1995	ELCA	3	ALGA	8							
187	3	17/05/1995	HYMO	1	ALGA	11	27						
189	1	17/05/1995	LETR	26	ZAPA	3		N=193					
189	1	17/05/1995	ALGA	25	ZAPA	2	51		5	0,0234	-5,42	0,126625	
189	1	17/05/1995	CEDE	16	PO?	6			17	0,0794	-3,654	0,290271	
189	1	17/05/1995	PO?	6	PO?	7			72	0,3364	-1,572	0,528743	
189	1	17/05/1995	ELCA	2	PO?	4	17		2	0,0093	-6,741	0,063004	
189	1	17/05/1995	CHAR	1	LETR	26			8	0,0374	-4,741	0,177251	
189	2	17/05/1995	ALGA	28	LETR	23			38	0,1776	-2,494	0,442778	
189	2	17/05/1995	LETR	23	LETR	23	72		77	0,3598	-1,475	0,530609	
189	2	17/05/1995	CEDE	12	ELCA	2	2	N=214			2,153288	0,4450265	
189	2	17/05/1995	PO?	7	CHAR	1					1,995228	0,5759	
189	2	17/05/1995	ZAPA	3	CHAR	2							
189	2	17/05/1995	CHAR	2	CHAR	5	8						
189	3	17/05/1995	ALGA	24	CEDE	16							
189	3	17/05/1995	LETR	23	CEDE	12							
189	3	17/05/1995	CEDE	10	CEDE	10	38						
189	3	17/05/1995	CHAR	5	ALGA	25							
189	3	17/05/1995	PO?	4	ALGA	28							
189	3	17/05/1995	ZAPA	2	ALGA	24	77						
198	1	17/05/1995	CEDE	10	ZAPA	3		N=214					
198	1	17/05/1995	ZAPA	3	ZAPA	5							
198	1	17/05/1995	LETR	2	ZAPA	11	19		19	0,2603	-1,942	0,505425	
198	1	17/05/1995	ELCA	1	POCR	1			4	0,0548	-4,19	0,229579	
198	1	17/05/1995	HYMO	1	POCR	3	4		2	0,0274	-5,19	0,142187	
198	2	17/05/1995	CEDE	18	LETR	2	2		10	0,137	-2,868	0,392863	
198	2	17/05/1995	ELCA	5	HYMO	1			38	0,5205	-0,942	0,490303	
198	2	17/05/1995	ZAPA	5	ELCA	1		N=73			1,760557	0,5079318	
198	2	17/05/1995	POCR	1	ELCA	5					1,134186	0,3266	
198	3	17/05/1995	ZAPA	11	ELCA	4	10						
198	3	17/05/1995	CEDE	10	CEDE	10							
198	3	17/05/1995	ELCA	4	CEDE	18							
198	3	17/05/1995	POCR	3	CEDE	10	38						
215	1	17/05/1995	ALGA	33	ZAPA	29		N=73					
215	1	17/05/1995	ZAPA	29	ZAPA	38							
215	1	17/05/1995	LETR	21	ZAPA	39	106		106	0,3681	-1,442	0,530738	
215	1	17/05/1995	CEDE	15	POCR	4			19	0,066	-3,922	0,258743	
215	1	17/05/1995	ELCA	5	POCR	8			35	0,1215	-3,041	0,369522	
215	1	17/05/1995	POCR	4	POCR	7	19		11	0,0382	-4,71	0,179915	
215	1	17/05/1995	HYMO	1	LETR	21			4	0,0139	-6,17	0,085693	
215	2	17/05/1995	ZAPA	38	LETR	7			42	0,1458	-2,778	0,405068	
215	2	17/05/1995	ALGA	22	LETR	7	35		71	0,2465	-2,02	0,49803	
215	2	17/05/1995	CEDE	13	HYMO	1		N=288			2,327708	0,4797392	
215	2	17/05/1995	POCR	8	ELCA	5					2,545133	0,4589	
215	2	17/05/1995	LETR	7	ELCA	3							
215	2	17/05/1995	CHAR	3	ELCA	3	11						
215	2	17/05/1995	ELCA	3	CHAR	3							
215	3	17/05/1995	ZAPA	39	CHAR	1	4						
215	3	17/05/1995	ALGA	16	CEDE	15							
215	3	17/05/1995	CEDE	14	CEDE	13							
215	3	17/05/1995	LETR	7	CEDE	14	42						
215	3	17/05/1995	POCR	7	ALGA	33							
215	3	17/05/1995	ELCA	3	ALGA	22							
215	3	17/05/1995	CHAR	1	ALGA	16	71						
217	1	17/05/1995	CEDE	23	ZAPA	21		N=288					
217	1	17/05/1995	ZAPA	21	ZAPA	7							
217	1	17/05/1995	ELCA	14	ZAPA	15							
217	1	17/05/1995	POCR	10	POCR	10	43		43	0,25	-2	0,5	

217	1	17/05/1995	LETR	6	POCR	14			27	0,157	-2,671	0,419344				
217	1	17/05/1995	HYMO	3	POCR	13	27		13	0,0756	-3,726	0,281603				
217	2	17/05/1995	CEDE	17	LETR	8			34	0,1977	-2,339	0,462321				
217	2	17/05/1995	POCR	14	LETR	3			55	0,3198	-1,645	0,525987				
217	2	17/05/1995	ELCA	8	LETR	4	13		N=172			0,6316856				
217	2	17/05/1995	ZAPA	7	HYMO	3						0,4177				
217	2	17/05/1995	LETR	3	HYMO	1										
217	2	17/05/1995	HYMO	1	HYMO	3										
217	3	17/05/1995	2		ELCA	14										
217	3	17/05/1995	CEDE	15	ELCA	8										
217	3	17/05/1995	ZAPA	15	ELCA	12	34									
217	3	17/05/1995	POCR	13	CEDE	23										
217	3	17/05/1995	ELCA	12	CEDE	17										
217	3	17/05/1995	LETR	4	CEDE	15	55									
217	3	17/05/1995	HYMO	3			N=172									
396	1	17/05/1995	CEDE	33	LETR	5										
396	1	17/05/1995	HYMO	7	LETR	7										
396	1	17/05/1995	LETR	5	LETR	8	20		20	0,2041	-2,293	0,467915				
396	2	17/05/1995	CEDE	24	HYMO	7			2	0,0204	-5,615	0,114586				
396	2	17/05/1995	HYMO	7	HYMO	7			76	0,7755	-0,367	0,284443				
396	2	17/05/1995	LETR	7	HYMO	2			N=98			0,4169119				
396	3	17/05/1995	CEDE	19	ELCA	1						0,1483				
396	3	17/05/1995	LETR	8	EL?	1	2									
396	3	17/05/1995	HYMO	2	CEDE	33										
396	3	17/05/1995	EL?	1	CEDE	24										
396	3	17/05/1995	ELCA	1	CEDE	19	76									
							N=98									
tempo1	1	17/05/1995	ELCA	28	ZAPA	1										
tempo1	1	17/05/1995	CEDE	17	ZAPA	1										
tempo1	1	17/05/1995	POCR	10	ZAPA	4	6		6	0,0341	-4,874	0,166175				
tempo1	1	17/05/1995	LETR	4	POCR	10			25	0,142	-2,816	0,399994				
tempo1	1	17/05/1995	CAsp	2	POCR	7			9	0,0511	-4,29	0,21935				
tempo1	1	17/05/1995	ZAPA	1	POCR	8	25		1	0,0057	-7,459	0,042383				
tempo1	2	17/05/1995	ELCA	24	LETR	4			79	0,4489	-1,156	0,51873				
tempo1	2	17/05/1995	CEDE	17	LETR	4			51	0,2898	-1,787	0,517826				
tempo1	2	17/05/1995	POCR	7	LETR	1	9		4	0,0227	-5,459	0,124078				
tempo1	2	17/05/1995	LETR	4	ENIN	1	1		1	0,0057	-7,459	0,042383				
tempo1	2	17/05/1995	CAsp	2	ELCA	28			N=176			0,3662397				
tempo1	2	17/05/1995	ALGA	1	ELCA	24						0,3671				
tempo1	2	17/05/1995	ENIN	1	ELCA	27	79									
tempo1	2	17/05/1995	ZAPA	1	CEDE	17										
tempo1	3	17/05/1995	ELCA	27	CEDE	17										
tempo1	3	17/05/1995	CEDE	17	CEDE	17	51									
tempo1	3	17/05/1995	POCR	8	CAsp	2										
tempo1	3	17/05/1995	ZAPA	4	CAsp	2	4									
tempo1	3	17/05/1995	LETR	1	ALGA	1	1									
							N=176									
tempo2	1	17/05/1995	POCR	11	ZAPA	3										
tempo2	1	17/05/1995	ENIN	7	ZAPA	4										
tempo2	1	17/05/1995	ELCA	5	ZAPA	7	14		14	0,0959	-3,382	0,324346				
tempo2	1	17/05/1995	LETR	5	POPE	4	4		4	0,0274	-5,19	0,142187				
tempo2	1	17/05/1995	CEDE	4	POCR	11			58	0,3973	-1,332	0,529089				
tempo2	1	17/05/1995	ZAPA	3	POCR	20			13	0,089	-3,489	0,310699				
tempo2	1	17/05/1995	HYMO	1	POCR	27	58		17	0,1164	-3,102	0,361234				
tempo2	2	17/05/1995	POCR	20	LETR	5			14	0,0959	-3,382	0,324346				
tempo2	2	17/05/1995	CEDE	13	LETR	4			26	0,1781	-2,489	0,443315				
tempo2	2	17/05/1995	ENIN	6	LETR	4	13		N=146			0,5018963				
tempo2	2	17/05/1995	LETR	4	HYMO	1						0,4989				
tempo2	2	17/05/1995	POPE	4	HYMO	1										
tempo2	2	17/05/1995	ZAPA	4	ENIN	7										
tempo2	2	17/05/1995	ELCA	1	ENIN	6										
tempo2	3	17/05/1995	POCR	27	ENIN	4	17									
tempo2	3	17/05/1995	CEDE	9	ELCA	5										
tempo2	3	17/05/1995	ELCA	8	ELCA	1										
tempo2	3	17/05/1995	ZAPA	7	ELCA	8	14									
tempo2	3	17/05/1995	ENIN	4	CEDE	4										
tempo2	3	17/05/1995	LETR	4	CEDE	13										
tempo2	3	17/05/1995	HYMO	1	CEDE	9	26									
							N=146									
44	1	18/05/1995	CEDE	18	ZAPA	16										
44	1	18/05/1995	ZAPA	16	ZAPA	6										
44	1	18/05/1995	CLsp	11	ZAPA	11	33		33	0,2	-2,322	0,464386				
44	1	18/05/1995	ELCA	2	R	1			4	0,0242	-5,366	0,130093				
44	1	18/05/1995	POCR	1	R	3	4		6	0,0364	-4,781	0,173868				
44	2	18/05/1995	CEDE	29	POCR	1			3	0,0182	-5,781	0,105116				
44	2	18/05/1995	CLsp	15	POCR	1			6	0,0364	-4,781	0,173868				
44	2	18/05/1995	ZAPA	6	POCR	4	6		36	0,2182	-2,196	0,479214				
44	2	18/05/1995	ELCA	2	MENT	1			76	0,4606	-1,118	0,515139				
44	2	18/05/1995	LETR	2	LETR	2			1	0,0061	-7,366	0,044644				
44	2	18/05/1995	CAsp	1	LETR	1	3		N=165			0,3762417				
44	2	18/05/1995	POCR	1	ELCA	2						0,3716				
44	2	18/05/1995	R	1	ELCA	2										
44	3	18/05/1995	CEDE	29	ELCA	2	6									
44	3	18/05/1995	ZAPA	11	CLsp	11										
44	3	18/05/1995	CLsp	10	CLsp	15										
44	3	18/05/1995	POCR	4	CLsp	10	36									
44	3	18/05/1995	R	3	CEDE	18										
44	3	18/05/1995	ELCA	2	CEDE	29										
44	3	18/05/1995	LETR	1	CEDE	29	76									
44	3	18/05/1995	MENT	1	CAsp	1	1									

[illegible]

ANNEXE

VII

TEST DE WILCOXON REALISE TOUS VEGETAUX CONFONDUS

TUE 25/07/95 10:10:01

SYSTAT VERSION 5.0
COPYRIGHT. 1990-1994
SYSTAT, INC.

Welcome to SYSTAT!
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET
Successful import of file C:\TEMP\TABVEG.PRN Imported from: C:\TEMP\TABVEG.PRN
SYSTAT FILE VARIABLES AVAILABLE TO YOU ARE:

TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
ERROR:				
Windows will not permit you to WRITE to this file.				
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET				
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET				
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET				
SYSTAT FILE VARIABLES AVAILABLE TO YOU ARE:				
TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
ERROR:				
Windows will not permit you to WRITE to this file.				
ERROR:				
YOU ARE TRYING TO READ AN EMPTY OR NONEXISTENT FILE.				
OR YOUR FILE IS IN A DIFFERENT DIRECTORY.				
ERROR:				
Windows will not permit you to WRITE to this file.				
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET				
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET				
WORKSPACE CLEAR FOR CREATING NEW DATASET				
Imported from: C:\TEMP\TABVEG.PRN				
SYSTAT FILE VARIABLES AVAILABLE TO YOU ARE:				
TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678

TUE 25/07/95 10:55:52 C:\TEMP\TABVEG.SYS

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	166	180	172	167
IMPAIR	180	0	180	164	148
PAIR	166	166	0	135	150
HZ36890	180	165	145	0	139
HZ34678	185	160	154	156	0

$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQURE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	0.562	0.000			
PAIR	-0.562	-0.562	0.000		
HZ36890	-0.086	-0.310	0.413	0.000	
HZ34678	0.402	0.224	0.467	0.784	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.574	1.000			
PAIR	0.574	0.574	1.000		
HZ36890	0.932	0.756	0.680	1.000	
HZ34678	0.688	0.822	0.641	0.433	1.000

VARIABLES IN SYSTAT RECT FILE ARE:

TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
------	--------	------	---------	---------

TEST DE WILCOXON REALISE POUR CHAQUE ESPECE VEGETALE

>BY CODEVEGES

>NPAR
>WILCOXON TOUT IMPAIR PAIR H236890 H234678

TUE 1/08/95 14:09:29 C:\UT\LAMBERT\STAT30_4.SYS

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = ALGA

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0	6	15	9	12
IMPAIR	15	0	15	10	12
PAIR	6	6	0	2	7
H236890	13	11	11	0	8
H234678	10	8	10	7	0

$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQUARE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0.000				
IMPAIR	2.548	0.000			
PAIR	-2.548	-2.548	0.000		
H236890	0.342	-0.735	2.420	0.000	
H234678	-0.228	-1.445	1.359	-0.286	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.011	1.000			
PAIR	0.011	0.011	1.000		
H236890	0.732	0.462	0.016	1.000	
H234678	0.820	0.148	0.174	0.775	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = Casp

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0	7	2	3	2
IMPAIR	2	0	2	2	0
PAIR	7	7	0	1	3
H236890	6	7	0	0	2
H234678	8	6	4	5	0

$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQUARE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-1.895	0.000			
PAIR	1.895	1.895	0.000		
H236890	1.310	1.809	-1.000	0.000	
H234678	2.066	2.232	0.378	1.134	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.058	1.000			
PAIR	0.058	0.058	1.000		
H236890	0.190	0.070	0.317	1.000	
H234678	0.039	0.026	0.705	0.257	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = CEDE

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
--	------	--------	------	---------	---------

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0	14	15	15	13
IMPAIR	15	0	15	16	13
PAIR	14	14	0	15	12
H236890	13	12	12	0	9
H234678	15	12	16	17	0

$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQUARE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0.000				
IMPAIR	0.509	0.000			
PAIR	-0.509	-0.509	0.000		
H236890	-0.331	-0.961	0.289	0.000	
H234678	0.708	0.041	1.007	1.160	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.610	1.000			
PAIR	0.610	0.610	1.000		
H236890	0.741	0.337	0.772	1.000	
H234678	0.479	0.968	0.314	0.246	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = CHAR

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0	2	1	0	0
IMPAIR	1	0	1	0	0
PAIR	2	2	0	1	1
H236890	2	2	1	0	0
H234678	3	2	1	1	0

$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQUARE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-1.069	0.000			
PAIR	1.069	1.069	0.000		
H236890	1.342	1.414	-0.447	0.000	
H234678	1.604	1.342	0.000	1.000	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.285	1.000			
PAIR	0.285	0.285	1.000		
H236890	0.180	0.157	0.655	1.000	
H234678	0.109	0.180	1.000	0.317	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = ELCA

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0	12	11	8	10
IMPAIR	11	0	11	7	7
PAIR	12	12	0	8	12
H236890	13	14	12	0	10
H234678	12	13	12	9	0

$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQUARE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	H236890	H234678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.031	0.000			
PAIR	0.031	0.031	0.000		
H236890	0.540	0.790	0.358	0.000	
H234678	0.065	0.338	0.158	-0.363	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.976	1.000			
PAIR	0.976	0.976	1.000		
HZ36890	0.589	0.430	0.720	1.000	
HZ34678	0.948	0.735	0.874	0.716	1.000

— THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = ENIN

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	3	3	4	5
IMPAIR	3	0	3	4	4
PAIR	3	3	0	4	4
HZ36890	3	2	1	0	2
HZ34678	2	2	1	3	0

$$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQURE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.210	0.000			
PAIR	0.210	0.210	0.000		
HZ36890	-0.593	-0.420	-1.236	0.000	
HZ34678	-1.869	-1.378	-1.355	-0.135	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.833	1.000			
PAIR	0.833	0.833	1.000		
HZ36890	0.553	0.674	0.216	1.000	
HZ34678	0.062	0.168	0.176	0.693	1.000

— THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = HYMO

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	8	7	5	11
IMPAIR	7	0	7	6	8
PAIR	8	8	0	3	8
HZ36890	9	7	7	0	8
HZ34678	4	3	2	1	0

$$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQURE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.175	0.000			
PAIR	0.175	0.175	0.000		
HZ36890	1.404	0.934	1.308	0.000	
HZ34678	-1.955	-0.961	-1.999	-2.155	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.861	1.000			
PAIR	0.861	0.861	1.000		
HZ36890	0.160	0.350	0.191	1.000	
HZ34678	0.051	0.337	0.046	0.031	1.000

— THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = MYRE

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.447	0.000			
PAIR	0.447	0.447	0.000		
HZ36890	1.414	1.000	0.000	0.000	

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	4	1	1	3
IMPAIR	1	0	1	1	0
PAIR	4	4	0	2	4
HZ36890	6	5	3	0	5
HZ34678	2	3	2	1	0

$$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQURE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-1.625	0.000			
PAIR	1.625	1.625	0.000		
HZ36890	1.706	1.897	0.117	0.000	
HZ34678	-0.552	1.633	-1.378	-1.510	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.104	1.000			
PAIR	0.104	0.104	1.000		
HZ36890	0.068	0.058	0.891	1.000	
HZ34678	0.581	0.102	0.168	0.131	1.000

— THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = LETR

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	11	9	10	13
IMPAIR	9	0	9	10	10
PAIR	11	11	0	9	11
HZ36890	8	9	6	0	11
HZ34678	7	8	5	8	0

$$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQURE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.507	0.000			
PAIR	0.507	0.507	0.000		
HZ36890	0.218	0.571	0.114	0.000	
HZ34678	-1.033	-0.439	-1.307	-0.649	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.612	1.000			
PAIR	0.612	0.612	1.000		
HZ36890	0.827	0.568	0.909	1.000	
HZ34678	0.302	0.660	0.191	0.516	1.000

— THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = MYSP

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	1	1	0	0
IMPAIR	1	0	1	0	0
PAIR	1	1	0	1	1
HZ36890	2	1	1	0	0
HZ34678	2	1	1	0	0

$$Z = (\text{SUM OF SIGNED RANKS}) / \text{SQURE ROOT}(\text{SUM OF SQUARED RANKS})$$

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.447	0.000			
PAIR	0.447	0.447	0.000		
HZ36890	1.414	1.000	0.000	0.000	

HZ34678 1.414 1.000 0.000 0.000 0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.655	1.000			
PAIR	0.655	0.655	1.000		
HZ36890	0.157	0.317	1.000	1.000	
HZ34678	0.157	0.317	1.000	1.000	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = POCR

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	9	13	14	15
IMPAIR	13	0	13	13	13
PAIR	9	9	0	11	11
HZ36890	9	8	8	0	8
HZ34678	7	7	8	12	0

Z = (SUM OF SIGNED RANKS)/SQUARE ROOT(SUM OF SQUARED RANKS)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	0.538	0.000			
PAIR	-0.538	-0.538	0.000		
HZ36890	-1.265	-1.066	-0.749	0.000	
HZ34678	-2.350	-1.863	-1.235	0.094	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.590	1.000			
PAIR	0.590	0.590	1.000		
HZ36890	0.206	0.287	0.454	1.000	
HZ34678	0.019	0.062	0.217	0.925	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = POPE

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	2	0	0	0
IMPAIR	0	0	0	0	0
PAIR	2	2	0	1	1
HZ36890	1	2	0	0	0
HZ34678	1	2	1	1	0

Z = (SUM OF SIGNED RANKS)/SQUARE ROOT(SUM OF SQUARED RANKS)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-1.342	0.000			
PAIR	1.342	1.342	0.000		
HZ36890	1.000	1.342	-1.000	0.000	
HZ34678	1.000	1.342	0.447	1.000	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.180	1.000			
PAIR	0.180	0.180	1.000		
HZ36890	0.317	0.180	0.317	1.000	
HZ34678	0.317	0.180	0.655	0.317	1.000

THE FOLLOWING RESULTS ARE FOR:
CODEVEGES = POPU

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	1	1	1	1
IMPAIR	1	0	1	1	1
PAIR	1	1	0	2	1
HZ36890	1	1	0	0	1
HZ34678	1	1	1	1	0

Z = (SUM OF SIGNED RANKS)/SQUARE ROOT(SUM OF SQUARED RANKS)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	-0.447	0.000			
PAIR	0.447	0.447	0.000		
HZ36890	-0.447	0.000	-1.414	0.000	
HZ34678	0.000	0.447	-0.447	0.447	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.655	1.000			
PAIR	0.655	0.655	1.000		
HZ36890	0.655	1.000	0.157	1.000	
HZ34678	1.000	0.655	0.655	0.655	1.000

>select CODEVEGES="ZAPA"

>NPAR

>WILCOXON TOUT IMPAIR PAIR HZ36890 HZ34678

TUE 1/08/95 14:57:44 C:\UT\LAMBERT\STAT30_4.SYS

WILCOXON SIGNED RANKS TEST RESULTS

COUNTS OF DIFFERENCES (ROW VARIABLE GREATER THAN COLUMN)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0	12	18	18	13
IMPAIR	18	0	18	15	14
PAIR	12	12	0	11	13
HZ36890	12	12	12	0	15
HZ34678	20	13	14	12	0

Z = (SUM OF SIGNED RANKS)/SQUARE ROOT(SUM OF SQUARED RANKS)

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	0.000				
IMPAIR	0.434	0.000			
PAIR	-0.434	-0.434	0.000		
HZ36890	-0.425	-0.326	-0.123	0.000	
HZ34678	0.556	-0.133	0.061	0.024	0.000

TWO-SIDED PROBABILITIES USING NORMAL APPROXIMATION

	TOUT	IMPAIR	PAIR	HZ36890	HZ34678
TOUT	1.000				
IMPAIR	0.664	1.000			
PAIR	0.664	0.664	1.000		
HZ36890	0.671	0.744	0.902	1.000	
HZ34678	0.578	0.894	0.952	0.981	1.000