Le lac de Grand-Lieu : analyse générale du contexte et propositions de restauration et de gestion

Nolwenn Fleuriault

▶ **To cite this version:**

Nolwenn Fleuriault. Le lac de Grand-Lieu : analyse générale du contexte et propositions de restauration et de gestion. Sciences de l'environnement. 1991. hal-03797266

HAL Id: hal-03797266
https://hal.inrae.fr/hal-03797266

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.

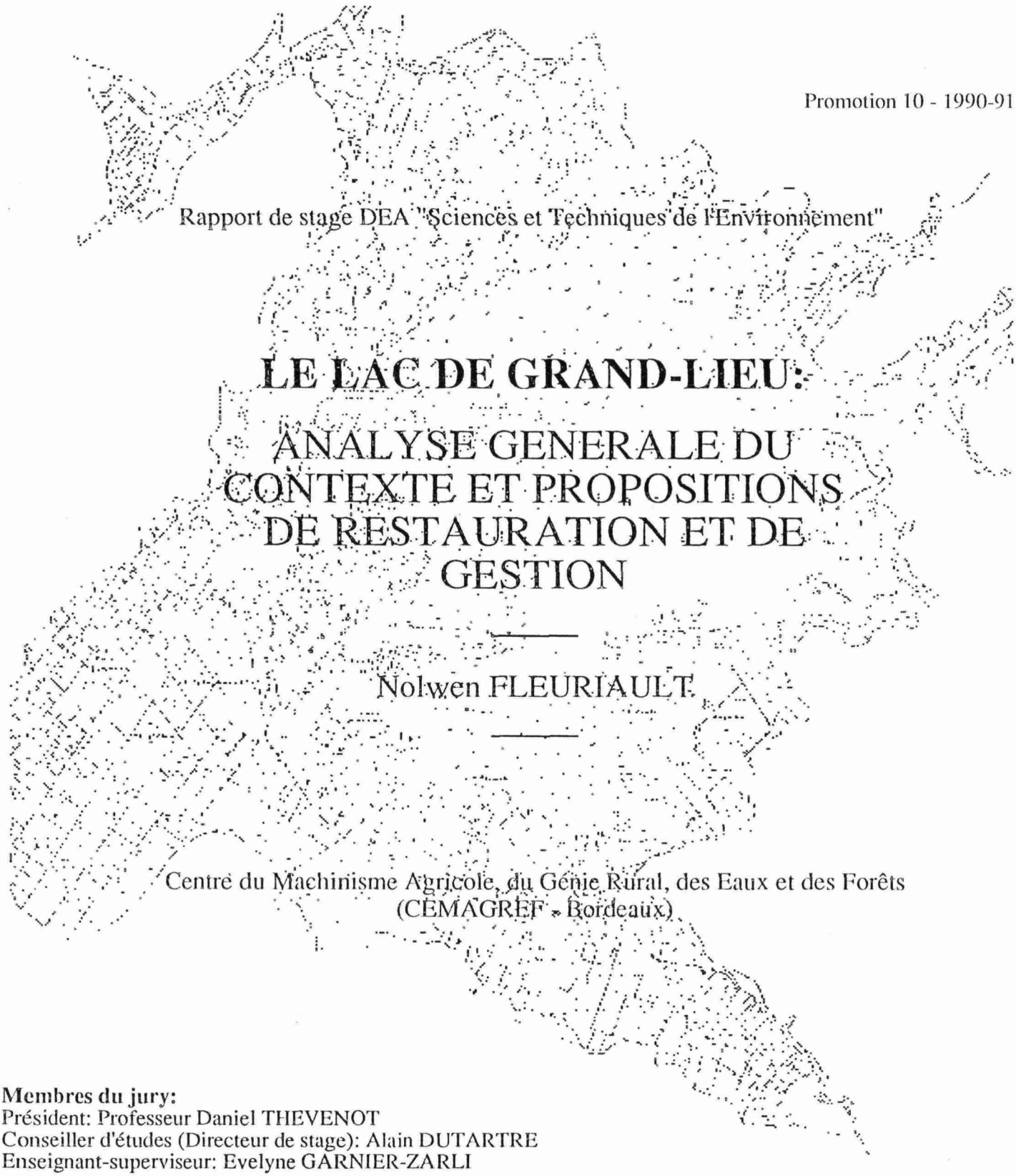
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

91/0106

Ecole Nationale des Ponts
et Chaussées
(ENPC - Paris)

Université Paris Val-de-Marne
(Paris XII - Créteil)

Ecole Nationale du Génie
Rural, des Eaux et des Forêts
(ENGREF - Paris)



Promotion 10 - 1990-91

Rapport de stage DEA "Sciences et Techniques de l'Environnement"

LE LAC DE GRAND-LIEU:

ANALYSE GENERALE DU CONTEXTE ET PROPOSITIONS DE RESTAURATION ET DE GESTION

Nolwen FLEURIAULT

Centre du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
(CEMAGREF - Bordeaux)

Membres du jury:
Président: Professeur Daniel THEVENOT
Conseiller d'études (Directeur de stage): Alain DUTARTRE
Enseignant-superviseur: Evelyne GARNIER-ZARLI

Rubrique n° 10
Sous-Rubrique n°1
Mots-clé: lac, aménagement, gestion, sédiment

Date de soutenance: 20 septembre 1991

TABLE DES MATIERES

Remerciements 2
Avant propos 3

Introduction générale 4

Chapitre I: Contexte et problématique autour du lac de Grand-Lieu 5

1. Introduction 6
2. Description physique du milieu 6
   2.1. Cadre géographique 6
      2.1.1. Situation et accès 6
      2.1.2. Les bassins versants 7
   2.2. Description et données morphométriques du lac de Grand-Lieu 8
   2.3. Fonctionnement de l'ensemble hydraulique 9
      2.3.1. Principes de la gestion actuelle du lac: alimentation, régulation des niveaux, textes réglementaires 9
      2.3.2. Gestion des prés-marais du Sud de la Loire 10
      2.3.3. Difficultés, nouveaux enjeux: une gestion obsolète? 11
      2.3.4. L'étude hydraulique en cours: premières propositions 12
   2.4. Approche limnologique 12
      2.4.1. Quelques éléments sur la qualité de l'eau 13
      2.4.2. Sédimentologie 13
      2.4.3. Synthèse et enseignements 14
   2.5. Richesses floristiques et faunistiques 16
      2.5.1. La variété des milieux à Grand-Lieu 16
      2.5.2. Les hôtes du lac 18
3. conflits d'usages et d'appropriation du lac 18
   3.1. Des propriétaires 19
      3.1.1. Possession du lac au fil des époques 19
      3.1.2. Les années 80: l'Etat et les associations 19
   3.2. Un cadre réglementaire et juridique 21
      3.2.1. Les droits et les usages sur le lac 21
      3.2.2. Les réglementations en vigueur sur le site 22
   3.3. Des usagers et des enjeux 23
      3.3.1. La pêche 24
      3.3.2. L'agriculture 25
      3.3.3. La chasse 26
      3.3.4. La Réserve Naturelle 27
      3.3.5. Le tourisme 28
4. synthèse et Conclusion 29

Chapitre II: Sauvegarde du milieu et lutte contre le comblement 30

1. Introduction 31
2. Les techniques de restauration des plans d'eau: éléments de synthèse bibliographique 31
   2.1. Les moyens préventifs 32
      2.1.1. Les apports ponctuels 32
      2.1.2. Les apports diffus 32
   2.2. Les moyens curatifs 32
3. Des éléments de réponses pour le cas de Grand-Lieu 35
   3.1. Prévenir: la gestion du bassin versant 36
   3.2. Restaurer: des actions ponctuelles et sectorielles 36
      3.2.1. Contrôle de la végétation 37
      3.2.2. Extraction des sédiments 37
   3.3. Entretenir: vers une protection dynamique du site 38
4. synthèse et remarques complémentaires 40

Chapitre III: Test de faisabilité de valorisation agricole des sédiments du lac.....42

1. Introduction.....43
2. conditions expérimentales.....43
   2.1. Caractéristiques physico-chimiques des éléments des mélanges.....43
      2.1.1. Les sédiments.....43
      2.1.2. Le sol de référence.....46
   2.2. Espèce végétale testée.....47
   2.3. Protocole expérimental et mise en œuvre du test.....47
3. Résultats et discussion.....48
   3.1. Observations en cours d'expérience.....48
   3.2. Production de biomasse - Exploitation statistique des résultats.....49
   3.3. Les limites de l'essai.....50
4. conclusion.....51

Synthèse et conclusion générale.....52

Bibliographie et sources documentaires.....54
Contacts pris au cours de l'étude.....58

Annexe I: La question de l'eau dans la région de Grand-Lieu.....A. 1
Annexe II: Analyse et mesures diverses dans le cadre de l'étude du lac de Grand-Lieu.....A. 6
Annexe III: Le lac de Grand-Lieu et ses légendes.....A. 9
Annexe IV: La réglementation en vigueur sur le site et dans la proche région.....A. 13
Annexe V: Techniques de restauration des lacs: données complémentaires.....A. 19
Annexe VI: Données complémentaires sur le test de revalorisation des sédiments.....A. 22

Quand il est urgent,
c'est déjà trop tard

Taleyrand

Lac de Grand-Lieu (Photo N. Fleuriault, juin 91)

REMERCIEMENTS

Je voudrai commencer ce mémoire en remerciant tous ceux qui m'ont apporté leur aide, d'une manière ou d'une autre, pour mener à bien ma réflexion et réaliser ce document.

Et tout d'abord, je tiens à exprimer ma reconnaissance à Monsieur Alain Dutartre à plus d'un titre. En acceptant de me guider dans mon travail en tant que Maître de stage, et en me prodiguant au long de cette année d'effectifs conseils, une disponibilité et un appui concrets, il m'a permis de terminer cette étude dans de bonnes conditions.
Il a su par ailleurs me communiquer son enthousiasme et son vif intérêt pour les écosystèmes aquatiques, à travers notamment nos sorties sur le terrain, et a sans doute par là contribué à me donner l'envie de poursuivre dans cette voie. Je l'en remercie.

Je suis en outre reconnaissante à Monsieur Hugues Ayphassorho de m'avoir acceptée au sein de la Division Qualité des Eaux du CEMAGREF de Bordeaux pour effectuer ce stage.

J'adresse également mes remerciements à Madame Evelyne Garnier-Zarli, qui a su à plusieurs reprises restituer mon travail dans son cadre universitaire, et qui l'a supervisé tout au long de son élaboration. Son aide et sa gentillesse m'ont été précieux.

Je veux aussi remercier Monsieur Bernard Barraqué pour le soutien spontané et l'intérêt qu'il a marqué pour cette étude. Ses remarques pertinentes, que je n'ai parfois pas pu satisfaire faute de connaissance en le domaine, m'ont néanmoins permis de pousser plus avant la réflexion.

Je n'oublie pas Monsieur Daniel Plenet, sans qui il aurait été difficile à la novice que je suis en matière d'agronomie de mener à bien le test de valorisation des sédiments du lac. Ce fut une expérience nouvelle et enrichissante.

Je tiens aussi à préciser s'il en était nécessaire qu'un tel travail est rarement l'œuvre d'une seule personne, surtout lorsqu'il s'agit d'un domaine aussi pluridisciplinaire que l'environnement. J'inclue donc dans mes remerciement tous ceux qui ont collaboré à la collecte et à l'exploitation des informations, en me communiquant documents et résultats, en m'accordant entretiens téléphoniques ou entrevues, en m'apportant explications et conseils.

Ce travail est peut-être le dernier de mon parcours d'étudiante. Sa réalisation a parfois nécessité une certaine dynamique et un entrain qu'il a été difficile de garder constants jusqu'à la fin. Pour leur contribution personnelle, je dédie enfin avec plaisir ce mémoire tout particulièrement à deux personnes:

A Bruno Vallespir
A Jean-Pierre Rebillard

AVANT PROPOS

L'accélération du rythme de comblement du lac de Grand-Lieu depuis quelques années met en péril sa survie. Le développement végétal excessif et le rehaussement des fonds constituent les éléments les plus visibles de cette évolution.

Depuis une dizaine d'années, plusieurs études ont déjà été menées à la demande du Ministère de l'Environnement sur l'étude du processus d'envasement du lac, sans qu'il y ait d'aboutissement pratique.

Le programme d'études lancé aujourd'hui par le Syndicat d'Aménagement Hydraulique Sud-Loire, maître d'ouvrage, entend compléter à travers plusieurs volets (hydraulique, sédimentologie, productivité végétale...) les résultats acquis jusqu'alors. Il s'agit également d'étudier les possibilités d'intervention sur ce système, avec comme objectif premier la préservation et la protection du patrimoine qu'il représente.

Le volet de l'étude confié au CEMAGREF de Bordeaux consiste ainsi à définir des modalités techniques de sauvetage du lac qui permettent de concilier au mieux vie végétale et animale, fonctionnement hydraulique, utilisation halieutique et agricole...

C'est sur cette étude et sur les données recueillies dans ce cadre que s'est appuyé mon stage de D. E. A. et le mémoire qui en résulte.

Le recueil des informations nécessaires à la connaissance et à la compréhension du "*contexte Grand-Lieu*" s'est effectué à partir de l'abondante bibliographie déjà existante sur le secteur, et à l'aide d'entretiens avec les différents groupes ou personnes intervenant directement ou indirectement dans le fonctionnement et l'utilisation du lac.

A titre de remarque, j'ajouterai que depuis le début il semble se dégager de ce programme d'études du lac de Grand-Lieu une atmosphère d'urgence en tous points.

Certes, un écosystème est en constante évolution, mais pour le lac de Grand-Lieu (1) cette évolution semble particulièrement rapide.

Le milieu est également l'enjeu de nombreuses activités socio-économiques traditionnelles ou plus récentes dont les divergences d'objectifs tendent à accroître l'urgence d'une intervention sur le lac et sa gestion.

Enfin, la "*redécouverte*" très récente d'un site resté longtemps ignoré de tous fait de lui aujourd'hui l'objet de multiples convoitises et rivalités socio-politiques. Le cadre juridique et réglementaire, les différents axes de gestion et d'utilisation du milieu, parfois contradictoires, sont autant de facteurs propres à mettre en évidence la complexité et la fragilité du système actuel de gestion.

Toutes les parties prenantes semblent aujourd'hui suspendues aux conclusions de cette étude, un peu comme à un verdict. Il est vraisemblable pourtant que les solutions proposées pour la sauvegarde du lac, et les choix qui en découleront, ne pourront pas toutes les satisfaire.

Il reste donc à souhaiter que le processus de décision se mette en marche aussitôt cette fois-ci, afin que cette étude ne vienne pas s'ajouter à une liste déjà longue d'études du lac de Grand-Lieu restées inopérantes faute de débouché pratique.

---

(1): "*Grand-Lieu*" ou "*Grandlieu*". Les deux orthographes sont rencontrées dans la littérature.

INTRODUCTION GENERALE

Le comblement est un phénomène qui touche l'ensemble des plans d'eau, de façon inéluctable mais avec des modalités extrêmement variables selon les milieux.

Il peut prendre différentes formes, et par exemple, dans le cas du lac de Grand-Lieu se constituent des lévis, îlots flottants de végétation arbustive et arborescente qui se consolident progressivement tandis que des dépôts de vases organiques s'accumulent sur la majeure partie du lac.

Ce phénomène est habituellement une des conséquences de l'eutrophisation naturelle des écosystèmes aquatiques stagnants, qui se produit en général à l'échelle des **millénaires.**

Mais cette évolution a été considérablement **accélérée** à Grand-Lieu par diverses interventions anthropiques, et notamment:

- par les multiples tentatives d'assèchement au fil des époques,
- par la construction de la chaussée qui va de Bouaye à Saint-Mars-de-Coutais (renforcement du processus en coupant le marais),
- par la mise en place d'une nouvelle gestion hydraulique du réseau depuis 1965, qui a engendré des modifications hydrologiques importantes,
- par les activités agricoles pratiquées sur les bassins versants, génératrices d'apports de nutriments.

Une part très importante de ces interventions anthropiques s'est faite sans que leurs conséquences sur le milieu et son évolution ne soient appréciées, ce qui explique dans une certaine mesure les discordances observables entre ce que peut offrir le lac et ce que chaque groupe sociopolitique attend de lui.

Une autre partie de ces discordances réside dans l'émergence de nouveaux besoins ou d'objectifs plus récents liés directement au lac comme pourvoyeur de ressources. La Réserve Naturelle et le développement du maraîchage à l'aval du lac sont deux illustrations de ces nouveautés qui viennent complexifier un peu plus la gestion de ce milieu.

• Le présent mémoire fait donc état dans une *première* partie de la problématique générale qui entoure le lac, à travers notamment:

- un bilan de son état physique, actualisé grâce aux données recueillies auprès des autres participants à l'ensemble de l'étude;
- quelques éléments d'analyse du contexte social, économique, juridique et politique qui en constituent le cadre. Ce contexte est sans doute une des clés de la définition des enjeux et des objectifs de gestion du lac, qui constitue un des critères de choix des techniques de restauration.

• Ces choix seront ébauchés et argumentés dans une *seconde* partie, parmi tout un catalogue de solutions techniques de lutte contre le comblement actuellement disponibles dans la littérature. L'étude n'étant pas totalement terminée, il ne s'agira bien entendu que de propositions techniques paraissant devoir faire partie des solutions envisageables, **compte tenu des données actuellement en notre possession.** Les données actualisées recueillies par les autres intervenants du programme d'étude, principalement en matière de fonctionnement écologique du milieu, sont en effet susceptibles de modifier ultérieurement les modalités de mise en œuvre de ces techniques.

• Parmi les techniques de lutte contre le comblement, celle qui consiste à extraire les sédiments présente un inconvénient majeur et tout-à-fait d'actualité, celui de produire des déchets dont on ne sait que faire.

Afin d'examiner les possibilités de faire de ces sédiments une ressource plutôt qu'un déchet, un test de faisabilité du recyclage et de mise en valeur agronomique a été fait dans le cadre de cette étude. Les résultats seront analysés dans une *troisième* et dernière partie.

Chapitre I

Contexte et problématique autour du lac de Grand-Lieu

1. INTRODUCTION

L'origine et la datation du lac de Grand-Lieu n'a pas toujours fait l'unanimité parmi les auteurs. Il semble pourtant assuré désormais que la formation du bassin de Grand-Lieu provient de bouleversements géologiques d'origine tectonique, qui auraient frappé par étapes successives les régions environnantes du Sud de la Bretagne et de la Vendée, environ de l'ère primaire jusqu'au quaternaire.

Cet affaissement aurait alors eu des conséquences très importantes, notamment des changements dans l'écoulement des eaux en direction de la Loire qui sont à l'origine de la formation du lac lui même.

On estime qu'à cette phase de son existence sa profondeur pouvait atteindre la quinzaine de mètres, mais aujourd'hui elle est partout inférieure à 2 mètres.

Le comblement est le résultat d'une lente évolution qui touche tous les lacs, et le lac de Grand-Lieu n'a pas dérogé à ce processus écologique. Pourtant, il semble bien que le développement humain qui s'est produit **autour** et **par** le lac soit en grande partie responsable de son état de comblement actuel.

Depuis des temps très anciens, des compromis successifs, parfois difficiles à trouver, se sont établis entre les hommes qui entendent tout contrôler et domestiquer et la nature, indomptable et capricieuse. Le lac a ainsi tour à tour été considéré comme une véritable source vivrière par son écosystème, et comme un fléau tout juste bon à submerger les cultures et inonder les villages. Tiraillé au fil du temps entre les multiples projets d'assèchement, et les phases d'exploitation et de mise à profit, le lac semble faire aujourd'hui une ultime démonstration de son existence... en tendant à disparaître.

Il s'agit désormais de trouver un nouveau compromis, un nouvel équilibre au plus vite. Pour cela, il est indispensable de dresser un tableau de la situation actuelle, à travers les caractéristiques du lac et la dimension humaine présente sur le bassin de Grand-Lieu.

L'ensemble de ces informations composeront pour le second chapitre une base d'appréciation des perspectives d'avenir pour le milieu.

2. DESCRIPTION PHYSIQUE DU MILIEU

Le lac de Grand-Lieu est un milieu très riche en bien des points. Sa faune, sa flore, ses paysages, et jusqu'à ses dimensions et la géographie de ses côtes, toutes ses caractéristiques sont empreintes de diversité et d'évolution.

Pour le connaître mieux et l'appréhender ultérieurement de façon plus globale, il semble indispensable de l'aborder dans un premier temps sous ses multiples facettes.

2.1. Cadre géographique

2.1.1. Situation et accès

Le lac de Grand-Lieu se situe à environ 14 km au Sud-Ouest de Nantes, face à la baie de Bourgneuf de laquelle il est séparé par la partie Nord du marais Breton-Vendéen (figure 1).

Il est difficile d'accéder au lac lui-même, bien que plusieurs routes départementales en fassent le tour. Le port de pêche de Passay est sans nul doute le lieu où on l'aborde de plus près, mais on le devine également à Saint-Aignan-Grandlieu, sur la chaussée récente reliant Saint-Mars-de-Coutais à Bouaye, et à Saint-Lumine-de-Coutais.

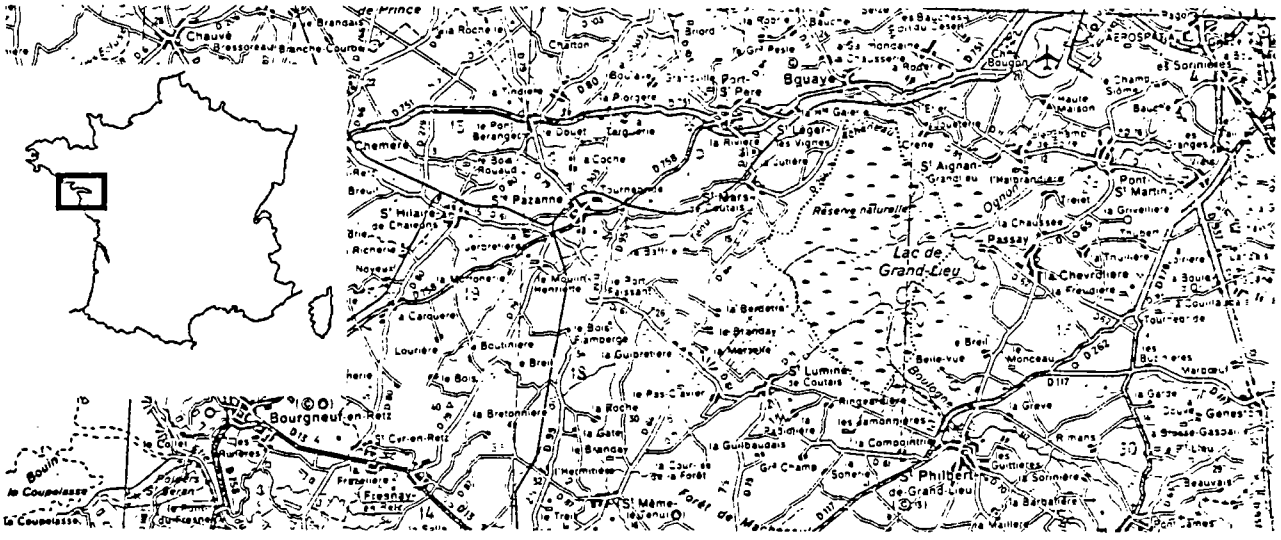


Figure 1. Situation du lac de Grand-Lieu en Loire-Atlantique (source: IGN).

2.1.2. Les bassins versants

Le bassin de Grand-Lieu est composé d'un réseau hydrographique très complexe. Il est le réceptacle de plusieurs bassins versants en amont, et communique également de différentes façons avec d'autres bassins versants en aval.

En amont

Le lac reçoit les eaux de deux cours d'eau, l'Ognon par l'Est et la Boulogne par le Sud, auxquelles il faut ajouter celles de la Logne, affluent de la Boulogne.

Ces dernières reçoivent un bassin versant de 485 km^2, dont une partie est gérée et aménagée par un syndicat intercommunal (et interdépartemental, puisque la Logne traverse également la Vendée) depuis 1978. Le syndicat regroupe actuellement 12 communes. Le bassin versant de l'Ognon, également géré par un syndicat intercommunal, s'étend quant à lui sur 185 km^2. Les 4 Syndicats Intercommunaux pour l'Aménagement du Falleron, de la Blanche, de l'Ognon et de la Logne et de la Boulogne sont regroupés autours du Syndicat Mixte d'Aménagement Hydraulique du Sud de la Loire dont nous reparlerons.

Avant la construction de l'écluse de Bouaye à l'embouchure du lac, le bassin versant du Tenu venait s'adjoindre au bassin de Grand-Lieu. Il en est désormais totalement exclu, et donc le bassin versant global représente un peu plus de 100 000 hectares à la sortie du vannage de Bouaye, lac compris (voir carte en annexe I).

L'Ognon et la Boulogne traversent des terrains essentiellement métamorphiques, granitiques, sableux. Les bassins versants sont peu urbanisés et peu industrialisés. La plupart des zones drainées par les cours d'eau en amont du lac ont une vocation agricole, liée notamment à la viticulture (vignobles de muscadet et de gros-plant), à la maïsiculture et à la culture fourragère, ainsi qu'à la culture de céréales de type blé. La culture hors-sol est relativement peu représentée dans ce secteur.

Les localités riveraines, notamment dans la partie nord du lac, sont devenues ces dernières années des communes-dortoirs de l'agglomération nantaise. La pression de l'urbanisation s'est alors traduite, avant que le site ne soit classé, par la viabilisation de terrains inconstructibles jusque-là.

Toutes ces communes sont actuellement pourvues de stations d'épuration (celle de Saint-Philbert, à la fois sous-dimensionnée et techniquement dépassée, doit être remplacée prochainement). Mais le lac de Grand-Lieu n'est pas à l'abri des pollutions d'origines diffuses inhérentes à l'occupation des sols sur les bassins versants - habitat diffus d'une part, et pratiques agricoles d'autre part.

En aval du lac

L'Acheneau, exutoire du lac, se jette après un parcours relativement plat dans la Loire, à une vingtaine de kilomètres au Nord du lac.

A l'Ouest du lac (au sud de la Loire, le long de l'Acheneau et en bordure de la baie de Bourgneuf) se trouvent près de 45 000 hectares de région marécageuse. Appelée "*marais Breton*", cette région s'inscrit, avec le marais Poitevin et le marais de Saintonge, dans le vaste ensemble des marais de l'Ouest (voir carte en annexe I). Le marais Breton proprement dit est constitué par deux cuvettes, l'une située dans la baie de Bourgneuf où débouche en mer la rivière du Falleron, et l'autre, celle qui nous intéresse davantage, couvre une superficie de 102 500 hectares au centre de laquelle se trouve le lac de Grandlieu. Les eaux du marais sont drainées par le Tenu, puis elles s'écoulent également jusqu'à la Loire par l'Acheneau.

Les deux cuvettes communiquent par un canal d'amenée artificiel de 4 km de long entre le Falleron et le Tenu.

Les zones inondables et marécageuses de l'aval ont essentiellement une vocation agricole (pâture, cultures fourragère et maraîchères) et aquacole. De telles activités induisent certains usages de l'eau par le biais de l'Acheneau et du Tenu, dont il sera question plus en détail ultérieurement.

2.2. Description et données morphométriques du lac de Grand-Lieu

La topographie du lac est peu accentuée. Le relief des rives est pratiquement nul.

C'est en fait la végétation qui donne au lac sa physionomie. Il est constitué en effet de plusieurs zones décrites ultérieurement (voir figure 7), parmi lesquelles on note une masse d'eau libre située non au centre du lac mais un peu décalée vers la côte Est. L'eau libre est entourée par différentes zones concentriques de végétation (macres, scirpes, nénuphars...), à travers lesquelles percent comme des radiales vers les rives des "*rades*", chenaux artificiels larges de quelques mètres, et dépourvus de végétation. En hiver, toute cette végétation disparait, hormis les îlots flottants ou "*lévis*" qui sont permanents, et plantés d'arbustes divers.

Il est difficile d'avancer des chiffres sur les caractéristiques physiques du lac de Grand-Lieu dans la mesure où elles sont conditionnées par des critères climatiques de saisons plus ou moins variables. Dans la littérature traitant du sujet, les chiffres varient ainsi parfois considérablement d'une source à l'autre. Tous s'entendent pour dire que le lac de Grand-Lieu est le plus grand de France en hiver par exemple, mais il est généralement difficile de juger de l'objectivité des chiffres avancés.

C'est pourquoi je m'en tiendrai à une seule source lorsqu'il ne me sera pas possible de disposer des chiffres actualisés du programme d'études, celle de [MARION 75]. Bien qu'elle date de 1975, cette étude fait en effet partie des premiers travaux réalisés sur le secteur. Les chiffres extraits ont donc comme origine des mesures sur le terrain et ne sont pas le résultat d'une déformation de données antérieures (1).

Suivant ces auteurs, le "*plus grand lac de France*" verrait son périmètre passer ainsi de 42,4 km en été à 64,5 km en hiver, sa superficie couvrant de 3 959 à 5 600 hectares, et jusqu'à plus de 6 000 ha avec les prairies inondées (2), pour une profondeur maximale de quelques **1,50** mètres à près de **3,30** mètres.

---

(1): Nous ne saurons que conseiller au lecteur désirant acquérir de plus amples informations sur le lac de Grand-Lieu de consulter la source inépuisable que constitue l'étude de Loïc et Pierric Marion de 1975, tout à la fois analyse de terrain et synthèse bibliographique des points de vue géographique, social, économique et, principalement, botanique et faunique.

(2): Le lac d'Hourtin en Gironde fait en moyenne 6 200 hectares. On le dit être le plus grand lac de France, mais sa superficie varie aussi de façon saisonnière. En période d'hiver, la superficie des deux lacs ne doit donc pas différer notablement.

L'examen bathymétrique pratiqué par le CEMAGREF de Lyon en septembre 1990, en période d'étiage, a montré que la profondeur ne dépassait pas les 2 mètres (voir en annexe II).

D'après L. et P. Marion, l'assèchement du lac serait ainsi parfaitement quantifiable et suivrait à peu près la variation de la figure 2.

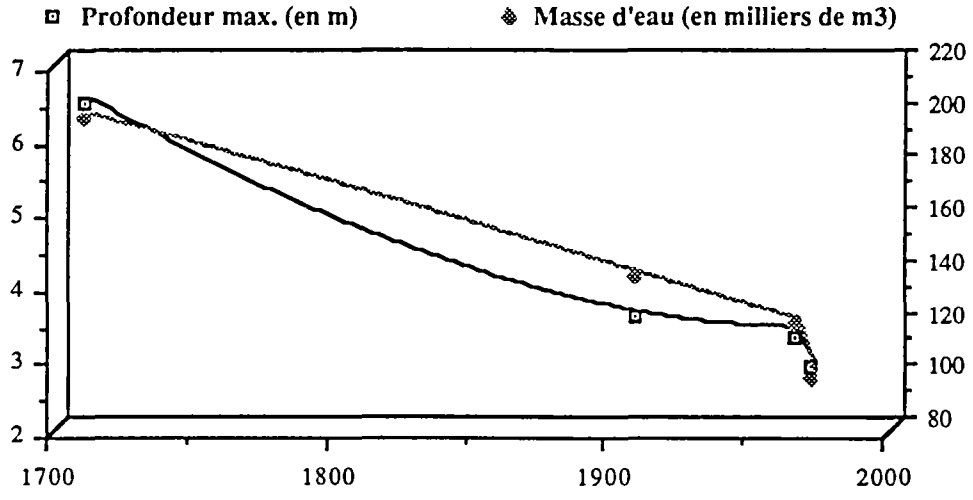


Figure 2. Variation de la profondeur maximale du lac (hauteur d'eau) et de la masse d'eau que contient le lac **en hiver** depuis 1712 [MARION 75].

2.3. Fonctionnement de l'ensemble hydraulique

Le système hydraulique du secteur de Grand-Lieu et des marais avoisinants est particulièrement complexe. Il est en place depuis de nombreuses années, mais aujourd'hui il semble être partiellement à l'origine des dysfonctionnements et des conflits qui touchent le lac.

2.3.1. Principes de la gestion actuelle du lac: alimentation, régulation des niveaux, textes réglementaires

Le réseau hydrographique de Grand-Lieu se composait originellement de trois cours d'eau principaux, la Boulogne, l'Ognon et le Tenu. Mais depuis la pose d'écluses à son embouchure en 1959 (les écluses de Bouaye), le lac n'est plus alimenté que par la Boulogne et l'Ognon (carte en annexe I).

L'Ognon et la Boulogne ont en fait un assez fort débit (jusqu'à 150 m^3/s en débit instantané cumulé). A l'exutoire du lac en revanche, le Tenu inférieur, aujourd'hui appelé Acheneau, a une pente très faible (54 mm par km), ce qui est un avantage pour tout le système d'irrigation du marais dont nous allons parler, mais c'est un inconvénient particulièrement aigu en période de crues hivernales du lac, car il ne peut évacuer au maximum que 50 m^3/s (chiffres de [BORDET 88]).

Le vannage de Bouaye à l'exutoire du lac a été construit en 1959 pour tenter de contrôler le niveau du lac. A la suite de cette construction, un arrêté préfectoral a été établi le 13 octobre 1965 pour réglementer ce niveau (voir en annexe IV). L'Union des Syndicats des Marais du Sud-Loire, propriétaire de l'écluse de Bouaye, est chargée de l'application de cet arrêté.

Il fixe ainsi la cote d'été du lac à 1,65 m Buzay (1). Pour atteindre cette cote progressivement, le niveau du lac doit donc se trouver à 1,85 m du 15 décembre au 1er avril, à 1,80 m le 1er mai (de manière à ce que les animaux puissent pâturer), et à 1,75 m le 1er juin. Après cette dernière

(1): les cotes citées dans la suite du texte se rapportent à l'échelle de Buzay, pour laquelle 1 m équivaut à 0,55 m NGF. L'arrêté stipule en outre que ces cotes doivent être lues à l'échelle située au port de Passay.

"*vidange*", le niveau du lac devrait pouvoir descendre jusqu'à la cote minimum choisie de 1,65 m Buzay au 1er juillet (époque de la fauche), sans toutefois baisser en-deçà. Ce qui n'est pas le cas, nous allons le voir.

2.3.2. Gestion des prés-marais du Sud de la Loire

La dimension et la complexité de l'ensemble hydraulique au centre duquel est situé Grand-Lieu ont nécessité la mise en place d'une structure de gestion et de coordination techniquement et financièrement adaptée. Cette structure, c'est l'**Union des Syndicats des Marais du Sud-Loire.**

Créée en 1957, l'Union des Marais regroupe à ce jour 11 syndicats de marais en Loire-Atlantique et en Vendée, et gère directement, sur un ensemble de 20 500 hectares de prés-marais, les 16 400 hectares qui sont en eau douce.

L'Union a pour mission de permettre l'exondation des marais l'hiver, en évacuant par le jeu des ouvrages hydrauliques les trop-pleins d'eau, et d'en assurer l'irrigation en été, en amenant l'eau par gravitation et par pompage depuis la Loire. Pour cela, l'Union a depuis sa création réalisé de nombreux aménagements et ouvrages (voir en annexe I).

L'irrigation et l'évacuation se font par les mêmes ouvrages, et cela est rendu possible par le jeu des marées d'une part, et grâce au cours de l'Acheneau et du Tenu dont la pente entre Machecoul et la Loire est pratiquement nulle. En hiver, le Tenu écoule ses bassins versants et ceux du lac de Grand-Lieu vers la Loire, et l'été il redistribue l'eau de la Loire à partir du Canal Maritime dans les marais (l'eau de la Loire n'alimente plus le lac depuis la pose de l'écluse de Bouaye). Le Tenu peut donc en fait couler dans les deux sens (figure 3).

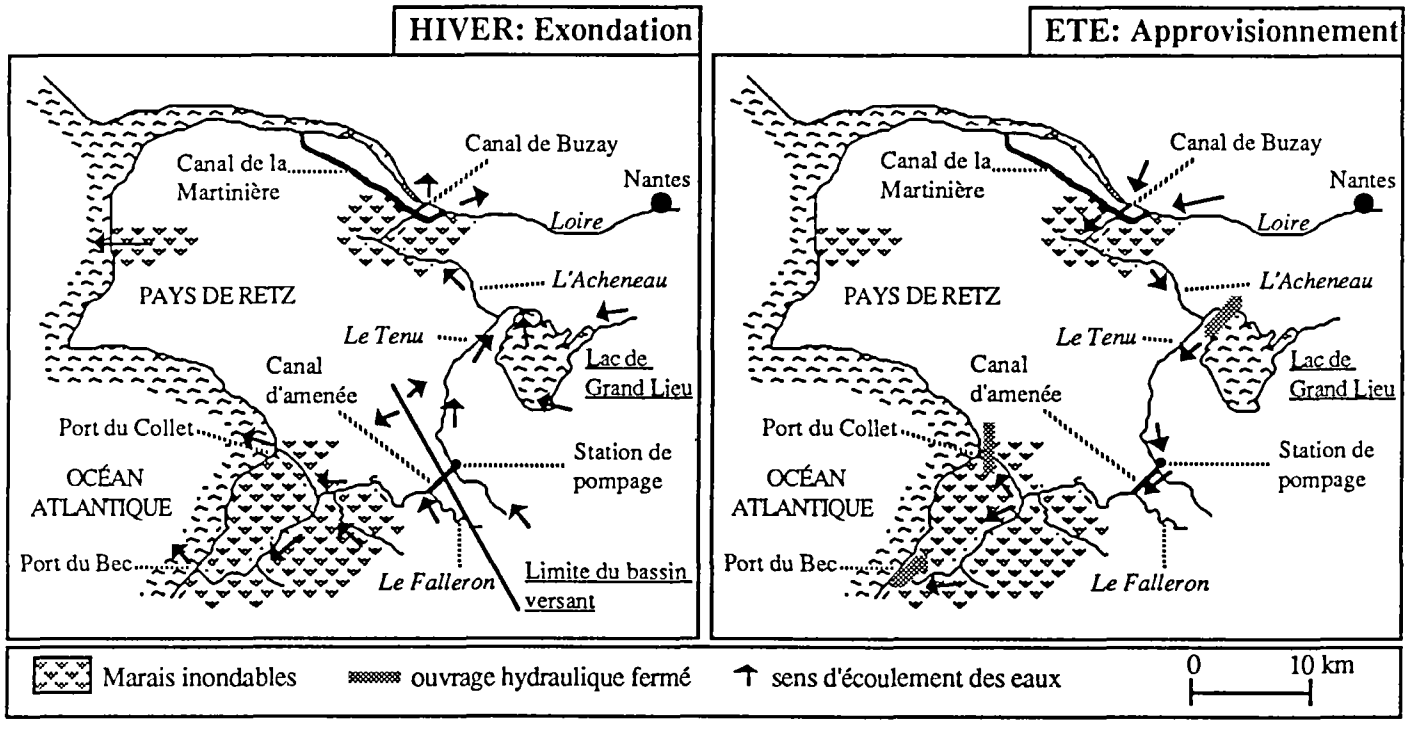


Figure 3. Gestion hydraulique des marais (d'après [UNION 91]).

Le Canal Maritime de la Basse-Loire dit "*canal latéral à la Loire*" ou "*canal de la Martinière*" (figure 3) est l'outil indispensable qui permet à marée montante de stocker l'eau douce de la Loire prélevée par divers vannages, avant de l'envoyer dans le Tenu, puis dans le Falleron, pour irriguer l'ensemble des prairies.

Il était au départ un canal de navigation, construit à la fin du XIX^{e} siècle pour remédier aux problèmes que pouvaient poser déjà à cette époque les phénomènes de comblement dans l'estuaire de la Loire. Fermé à la grande navigation depuis 1914, il a été racheté à l'Etat par l'Union dans les années 60 [ACCAM 89].

Chaque année, c'est entre 18 et 26 millions de m^3 d'eau à usage agricole et industriel qui sont ainsi prélevés en Loire par l'Union. Mais tous les agriculteurs du Pays de Retz ne dépendent pas de l'eau de la Loire: une nappe phréatique à Machecoul leur permet également l'irrigation sans l'aide de l'Union. Elle couvrirait environ 2 000 hectares sur 20 à 30 m de profondeur [ROUZEAU 90].

De toute façon, l'Union est présente là encore, car outre les précipitations, c'est l'eau de la Loire prélevée dans le canal d'amenée qui permet la réalimentation de la nappe (près de 800 000 m^3 chaque année).

2.3.3. Difficultés, nouveaux enjeux: une gestion obsolète?

Depuis quelques années, la sécheresse, les crues, et aussi l'avancée du front de salinité dans l'estuaire de la Loire posent de sérieux problèmes, autant à l'Union des Marais qui a du mal à effectuer sa mission comme elle voudrait sur l'ensemble hydraulique du bassin de Grand-lieu, qu'à tous les utilisateurs du lac qui pâtit lui aussi de ces phénomènes.

La sécheresse

Elle est mal vécue dans toutes les régions, mais ce qui se passe depuis quelques années à Grand-Lieu, en raison de l'application de l'arrêté de 1965 est vécu par beaucoup d'agriculteurs comme une provocation.

En effet, pour ramener la cote de 2,25 m à 1,85 m il faut chaque printemps rejeter entre 20 et 50 millions de m^3 d'eau douce du lac dans la mer, par la Loire. Ensuite bien entendu, à peine quelques mois plus tard, l'Union doit trouver à pomper pour l'agriculture une quantité similaire d'eau dans une Loire déjà bien basse et dont l'eau, du fait de la sécheresse, se retrouve de plus en plus souvent polluée et salée...

D'autre part, le lac et tout l'écosystème souffre en été d'un niveau d'eau bien trop bas, bien au-dessous du seuil minimum fixé à 1,65 m Buzay, phénomène dans lequel l'évapotranspiration et les pompages illégaux pour l'irrigation jouent un rôle premier.

Le premier incriminé est l'arrêté préfectoral de 1965. L'enjeu actuel, pour les agriculteurs des prés-marais comme pour les utilisateurs du lac, est bien le même: il faut modifier les normes des niveaux, ou retarder davantage dans la saison la vidange printanière du lac. Ces cotes ne semblent plus adaptées à la situation.

Cependant, plusieurs obstacles se dessinent aujourd'hui face aux objectifs nullement cachés de l'Union d'utiliser le lac comme réservoir d'eau douce. Tout d'abord, le décret de création de la Réserve interdit dans son article 11 toute utilisation de l'eau du lac. Certes on peut admettre que l'eau à sa sortie du lac échappe à cet article. Mais alors une simple question de calendrier se pose. Le niveau du lac ne peut en effet rester haut trop longtemps sans nuire aux activités agricoles attenantes (pâture et fauche). Or ce n'est que plus tard que les besoins d'irrigation se font sentir dans le marais. Alors?

Sans attendre, certains maraîchins (1) ont depuis plusieurs années déjà effectué des creusements illégaux de plans d'eau dans leurs propriétés, ce qui est interdit lorsqu'elle est située dans l'enceinte du site classé entourant la Réserve Naturelle. Ces travaux illégaux, dont les deux périodes de sécheresse de 1989 et 1990 ont suscité la recrudescence, montrent bien la force de l'enjeu que l'eau représente ici.

---

(1): Ce terme est employé pour désigner les gens qui vivent dans les marais de l'Ouest (vendéen, poitevin et breton), ainsi que ceux qui les exploitent.

Les crues

En période de crues aussi, quelques difficultés se répètent ces dernières années. Des inondations notamment se produisent en bordure du lac. La fonction de régulation hydraulique du lac ne semble plus fonctionner correctement: les douves, qui jouent un rôle essentiel dans l'écoulement des crues vers le lac, ne sont plus entretenues, ce qui accentue le phénomène des crues alentour. Le lac lui même ne peut assimiler et évacuer la totalité du volume d'eau qui lui arrive. Des records de niveaux du lac, anciens pourtant, sont ainsi récemment frôlés (3,93 m Buzay en février 1988 contre 4 m en février 1936).

On peut sans doute avancer une plus grande sensibilité de la population à ces questions d'inondations de nos jours, mais bien qu'il s'agisse du fonctionnement initial et naturel du lac que de déborder, la plupart des contribuables vivent mal la double situation d'avoir payé des travaux et des ouvrages de gestion des crues et du lac, et d'avoir à nouveau les pieds dans l'eau.

L'Union fait ce qu'elle peut pour évacuer les eaux excédentaires des prairies. Elle possède bien le matériel nécessaire à l'entretien et à la remise en état de ces zones stratégiques autour du lac (bateau faucardeur, bateau dévaseur), mais la décision de tels travaux ne lui appartient pas, elle reste entre les mains des propriétaires et des acteurs locaux.

Depuis 1984, un **Syndicat Mixte d'Aménagement Hydraulique du Sud-Loire** s'est donc mis en place afin d'apporter un début d'aide technique et financière à l'Union dans un vaste programme d'aménagement susceptible d'améliorer la situation. Ce syndicat, composé de 4 syndicats intercommunaux d'aménagement de cours d'eau, réunit des élus, sans doute plus aptes politiquement et financièrement à prendre les décisions d'aménagement qui s'imposaient.

La salinité et la pollution

Le front salé remontant dans l'estuaire de la Loire suscite enfin de nombreuses réactions, notamment en matière d'eau potable puisque l'ensemble de l'agglomération nantaise puise l'eau de la Loire.

L'année dernière, des sondages hydrogéologiques ont été effectués sur le lac, à la recherche d'une nappe pour l'eau potable. Ils auraient révélés la présence de réserves sous le lac (entre 100 et 200 millions de m^3 à 60 m de profondeur). L'enjeu est de taille, mais il s'agit là encore de prendre de multiples précautions, car il n'est pas question d'exploiter cette nappe depuis la Réserve... Des études d'impact s'imposeront avant tout.

2.3.4. L'étude hydraulique en cours: premières propositions

Dans l'ensemble de l'étude commandée par le Syndicat d'Aménagement Hydraulique, le CEMAGREF de Lyon se charge du volet hydraulique.

Les premiers résultats permettent de mettre en évidence, à l'aide de plusieurs modèles (modèle QDF, MAGE), l'intérêt et la faisabilité d'une nouvelle cote de gestion du lac. Compte tenu de l'évapotranspiration réelle actuelle, les calculs semblent désigner la cote 2,30 m à l'échelle de Bouaye comme optimale. A cette cote en fin de printemps, le CEMAGREF assure qu'il n'y aurait de "défaillance", c'est-à-dire de jours où le niveau d'eau du lac tomberait plus bas que le niveau minimum que l'on s'est fixé (actuellement, il est à 1,65 m Buzay), qu'une seule fois tous les 416 ans. Autrement dit, rien de perceptible à l'échelle humaine [CEMAGREF 91/2].

La décision est encore loin d'être prise, et de nombreuses questions restent encore posées. En attendant, l'arrêté préfectoral de 1965 est toujours en vigueur.

2.4. Approche limnologique

L'étude sédimentologique du lac a été confiée au CEMAGREF de Lyon et à l'INSA de Rennes, et les analyses portant sur la qualité de l'eau ont été effectuées par l'Université de Rennes I. Les données qui suivent présentent l'avancée de leurs travaux.

2.4.1. Quelques éléments sur la qualité de l'eau

Les mesures de la qualité de l'eau du lac et des cours d'eau l'alimentant ont apporté des renseignements intéressants, notamment en ce qui concerne la chlorophylle qui est un assez bon indicateur de l'état trophique.

- La biomasse phytoplanctonique d'un écosystème aquatique est la résultante directe (sauf éventuels effets inhibiteurs comme la lumière) de la richesse des eaux en nutriments. Elle est d'autant plus forte que le niveau trophique de l'écosystème est élevé. Propre au monde végétal, la chlorophylle "*a*" est un excellent indicateur de cette biomasse, et son dosage dans les eaux permet une classification trophique.

Or les premières valeurs relevées dans le lac et dans ses tributaires par l'Université de Rennes pour cette étude sont très élevées durant la période estivale et principalement au centre du lac (plus de 300 mg/m^3 en septembre), ce qui indique suivant la classification de l'OCDE un caractère hypereutrophe (voir figure 4).

Les analyses ont également mis en évidence l'existence d'une nouvelle cyanophycée dans le lac.

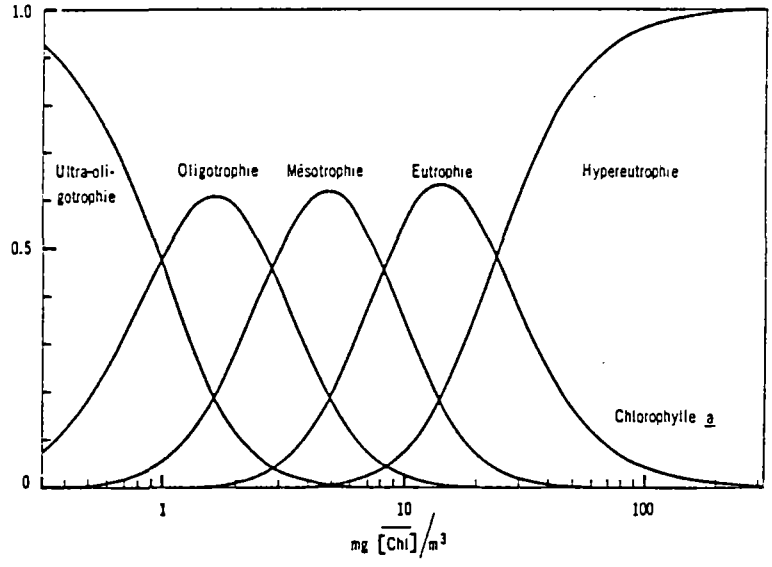


Figure 4. Distribution probable des différentes catégories trophiques en fonction des teneurs en chlorophylle "*a*" [OCDE 82].

- Il a été mesuré jusqu'à 85 mg/l de nitrates dans la Boulogne en décembre dernier. Des mesures datant de 1981-82 n'en signalaient à l'époque qu'un maximum de 50 mg/l. Les apports azotés dans le lac sont donc importants, bien que le lac lui-même ne montre pas encore une charge trop élevée en éléments nutritifs, ni en azote (40 à 45 mg/l au centre du lac) ni en phosphore (voir en annexe II). L'Ognon et la Boulogne n'apportent que 200 µg/l de phosphates solubles en moyenne.

- L'oxygène ne manque pas dans les eaux, malgré la faible profondeur. Les teneurs relevées au mois de septembre sont comprises entre 4 et 14,6 mg/l, soit de 30 à 134% de saturation. Les teneurs les plus élevées se trouvent à l'Ognon, puis dans l'eau libre et les rades [CEMAGREF 91/1].

2.4.2. Sédimentologie

Apports et quantité en place

A l'aide de sédimentomètres, il a été possible de quantifier les apports et la production endogène de sédiments dans le lac, et d'évaluer leur dynamique.

Les premiers résultats montrent que les apports des tributaires en sédiments sont relativement faibles. C'est en eau libre en effet, dans la cuvette de réception des cours d'eau, que l'épaisseur de sédiment est la plus faible (entre 0,25 m et 1 m, augmentant jusqu'à plus de 2,80 m dans les rades au nord du plan d'eau et dans les cours d'eau).

La production interne du lac est en revanche plus importante. La présence en grandes quantités de tests siliceux de diatomées notamment, principalement aux exutoires des cours d'eau et en eau libre, atteste de l'importance de la production des microphytes.

La dynamique des sédiments vers l'Ouest semblerait enfin plus liée à l'effet du vent induisant des courants profonds qu'à celui des courants provoqués par l'arrivée des cours d'eau dans le lac.

Les calculs du CEMAGREF de Lyon montrent que le stock de sédiments en place peut être évalué, dans la couche de 0 à 10 cm, à 1,7 millions de m^3, soit 315 000 tonnes de matières sèches. Le volume total des sédiments pourrait monter à 26 millions de m^3, soit environ 6 millions de tonnes de matières sèches.

Physico-chimie des sédiments

La plupart des échantillons analysés [CEMAGREF 91/1] présentent une dominance d'éléments fins argilo-limoneux, ainsi qu'une part importante de sables fins. Seuls les prélèvements effectués dans l'eau libre sont plus grossiers et comportent une fraction graveleuse.

Les sédiments sont stabilisés en profondeur, mais ils sont plus fluides et plus noirs en surface.

Les matières organiques dans la couche superficielle des sédiments, liée à la décomposition des macrophytes comme en atteste la présence de nombreux débris végétaux, représentent 21 à 45% de juillet à septembre, et diminuent de l'automne à l'hiver (16 à 40 %). Les teneurs en carbone organique sont quant à elles comprises entre 5 et 23 %, et atteignent des valeurs très élevées en certains points (jusqu'à 37 % vers la Boulogne), surtout dans les rades et les lévis. Les teneurs en azote varient de façon identique à celles du carbone.

Les teneurs en phosphore total diminuent de la surface vers le fond des sédiments. Le phosphore se rencontre sous plusieurs formes: le phosphore inorganique apatitique, le phosphore organique et le phosphore inorganique non apatitique. Cette dernière forme est la plus facilement relargable à partir des sédiments et la plus disponible vis-à-vis de la végétation aquatique. Or les résultats de la spéciation du phosphore montrent qu'elle représente l'essentiel des différentes formes du phosphore mesurées.

Le pH enfin est assez élevé (de 7,2 à 8,6 dans les couches de surface). Il diminue jusqu'à 6 vers la base des échantillons carottés.

Le rH, supérieur en tous points à 15 (16 à 17), indique un milieu moyennement réducteur caractéristique des eaux stagnantes des étangs.

Pour finir, la conductivité est relativement élevée. Elle rend compte de la présence en assez grandes quantités de chlorures (82 à 130 mg/l) et autres éléments dissous tels que sodium et sulfates.

2.4.3. Synthèse et enseignements

Ainsi doit-on retenir que les apports solides des bassins versants sont relativement faibles par rapport à la production interne du lac. Les nutriments (N et P surtout) apportés sous forme dissoute par les cours d'eau sont en revanche importants, et favorisent le développement des macrophytes et des microphytes, notamment les diatomées qui trouvent dans ce milieu des conditions favorables à un développement important (teneur des eaux suffisante en silice et présence de nutriments).

D'autre part, le phosphore abonde sous sa forme labile, fortement relargable et adsorbable par les plantes, les autres formes étant moins bien représentées ou quasiment absentes. Les mesures montrent, il faut le rappeler, que ce sont l'Ognon et la Boulogne qui apportent ce phosphore, qui

constitue actuellement une réserve potentielle qui n'est limitée que par les bonnes conditions d'oxygénation du lac.

En effet, rappelons que le fonctionnement habituel d'un plan d'eau est tel que les éléments nutritifs dissous qui sont apportés (azote et phosphore notamment) favorisent le développement et la croissance des végétaux, premier maillon du cycle trophique (Figure 5).

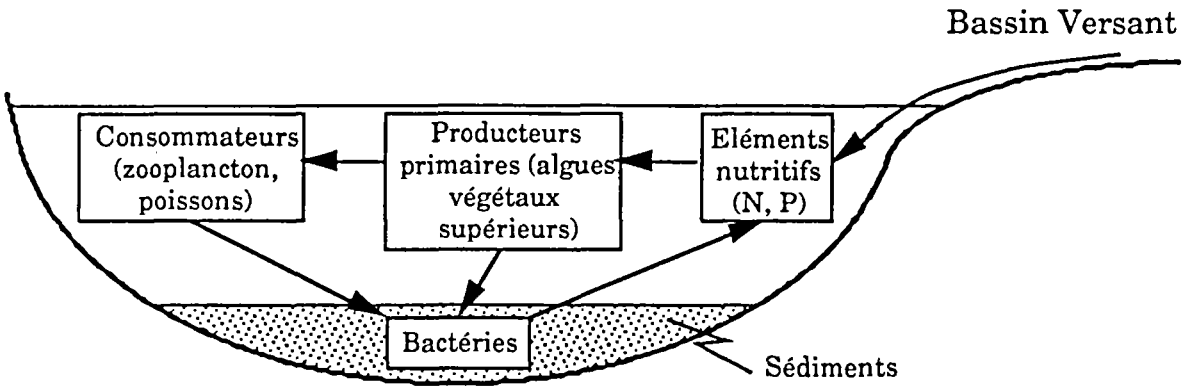


Figure 5. Fonctionnement d'un plan d'eau [FLEURIAULT 90].

Or on sait que lorsque les apports en nutriments s'accroissent, la production végétale devient excédentaire et n'est pas totalement consommée (c'est le cas à Grand-Lieu). Se produit alors une accumulation excessive de matière organique dans le fond du plan d'eau, entraînant une consommation accrue de l'oxygène dissous dans les eaux.

Lorsque de l'oxygène est présent dans l'eau située immédiatement au-dessus du sédiment, la zone de contact sédiment-eau est oxydée, et les oxydes forment alors une barrière limitant le transfert de nutriments en provenance du sédiment. En revanche, si la concentration en oxygène de cette zone de contact tend vers zéro, ces oxydes disparaissent et le sédiment libère plus facilement les éléments nutritifs provenant de la décomposition de la matière organique accumulée.

Ce déficit en oxygène peut-être accentué par la stratification thermique estivale des eaux qui sont divisées en une couche inférieure froide et une couche supérieure chaude. Les eaux du fond étant plus denses que celles de la surface, il n'y a pas d'échange entre les deux couches (Figure 6).

Les eaux sont donc enrichies en sels nutritifs provenant d'une part des sédiments, et d'autre part des apports continus du bassin versant.

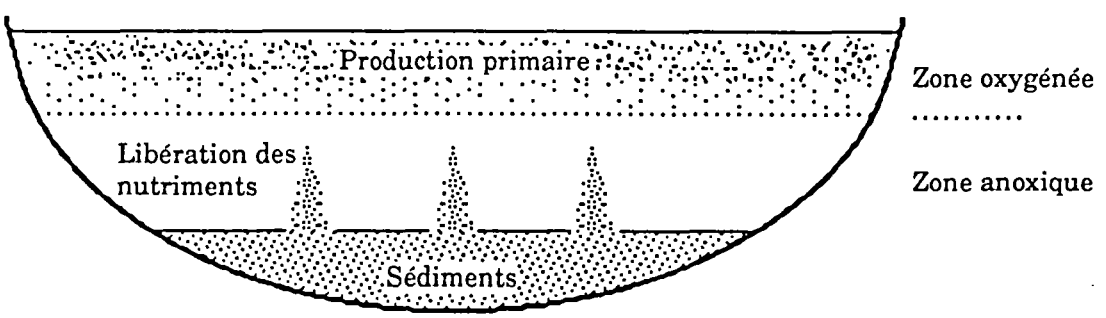


Figure 6. Situation estivale d'un plan d'eau: stratification [FLEURIAULT 90].

En l'état actuel, le lac de Grand-Lieu a la chance de n'avoir qu'une faible profondeur, ce qui élimine le phénomène de stratification des eaux. Il est en outre très bien oxygéné, ce vraisemblablement grâce à un brassage par le vent. Mais on se rend bien compte qu'en augmentant, comme il en est question, le niveau estival des eaux, on prend le risque de se placer dans un schéma de stratification des eaux même temporaire, et de subir des relargages plus importants de phosphore et d'azote, risque accru par l'état d'eutrophisation déjà important du lac.

Cet impact considérable devra être pris en compte au moment des choix des solutions de sauvegarde à mettre en place.

2.5. Richesses floristiques et faunistiques

Parmi les objectifs retenus pour la création de la Réserve Naturelle, l'intérêt floristique et l'intérêt faunistique, plus particulièrement l'intérêt ornithologique, ont joué un rôle premier. Par la diversité de ses milieux, son climat océanique clément, et son inaccessibilité le préservant de l'extérieur, le lac abrite en effet des espèces animales et végétales parfois très rares, et dont leur seule présence aurait nécessité la mise en Réserve de l'ensemble du site.

2.5.1. La variété des milieux à Grand-Lieu

Le lac de Grand-Lieu se compose de plusieurs zones pour lesquelles se distinguent à la fois le paysage et le fonctionnement écologique.

Ces zones ont été parfaitement définies par Loïc et Pierric Marion dans [MARION 75]. Bien qu'il ne s'agisse pas d'entrer comme eux dans le détail, on peut décrire les zones du lac ainsi (Figure 7).

- Le "*centre*" du lac (situé plus près de la côte Est) est une zone constamment en **eau libre**, pour laquelle la profondeur est maximale (jusqu'à plus de 1,80 m, voir bathymétrie en annexe II). Elle est dépourvue de végétation en surface, mais est très riche en microphytes. C'est là le domaine des poissons et des herbiers immergés, le domaine des mouettes en été et des canards migrateurs en hiver. Elle est située à cheval entre la Réserve Naturelle et la propriété de la fondation des chasseurs.

Cette zone d'eau libre ne couvre que 800 hectares en été, le reste du lac étant occupé par une abondante végétation où l'on peut distinguer également plusieurs zones.

- Une seconde zone moins profonde ceinture les eaux libres. Lorsque Messieurs MARION en ont fait l'étude en 1975, elle était en grande partie colonisée par des **plantes aquatiques émergées** telles le scirpe ou jonc des tonneliers (*Scirpus lacustris*) regroupés en îlots sur 1 800 hectares environ. Entre les îlots de scirpes, l'espace était envahi de macres ou châtaignes d'eau (*Trapa natans*) et de limnanthèmes (*Nymphoïdes peltata*), et plus en périphérie on rencontrait également quelques nénuphars blancs (*Numphea alba*) et jaunes (*Nuphar lutea*).

Aujourd'hui, et bien que l'étude réactualisée de la végétation ne soit pas encore terminée, on constate une simplification du système végétal. Le typha et le jonc du tonnelier ont pratiquement disparu de la surface du lac, sans doute broutés par les ragondins, et il n'en subsiste que de rares touffes. Le nénuphar en revanche est désormais largement dominant dans toute cette zone, où la macres et le limnanthème sont encore également présents, mais en régression.

Les macres disparaissent à la fin de l'été, puis c'est le tour des nénuphars et des limnanthèmes en hiver, et des quelques joncs restants en janvier-février. La surface du lac est alors totalement dégagée, le lac est entièrement en eau libre.

Cette zone abrite canards, hérons pourpres, hérons cendrés...

- Une troisième zone borde le lac dans sa partie Ouest sur 1 500 hectares environ. Elle est composée de roseaux ou phragmites, et de ce que l'on nomme localement des "***lévis***". Il s'agit d'îlots de végétation plus ou moins envahis de saules et d'aulnes, qui flottent à la surface du lac et suivent dans une certaine mesure les variations saisonnières du niveau des eaux, d'où leur nom de lévis.

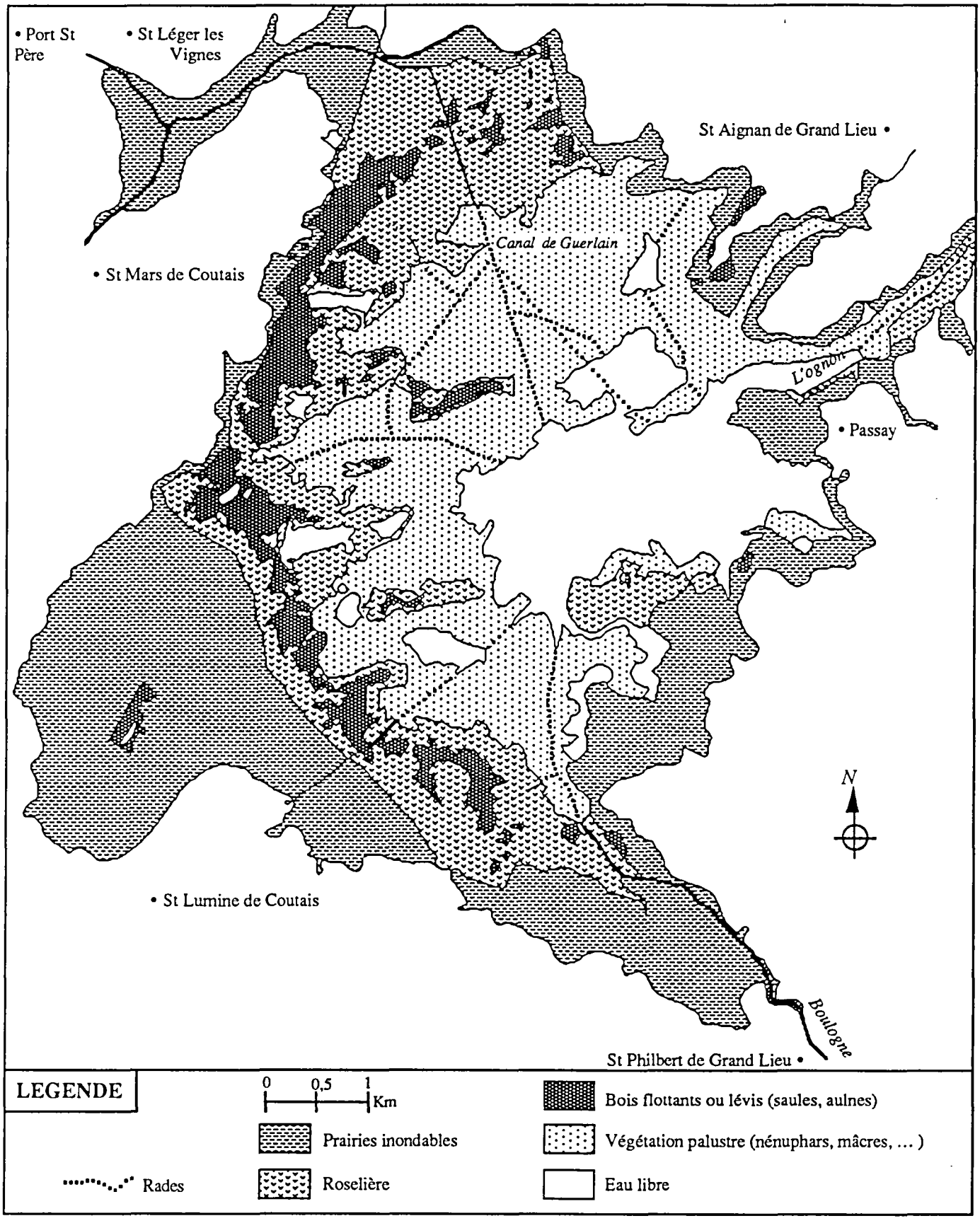


Figure 7. Les zones écologiques du lac de Grand-Lieu (d'après [MARION 75]).

Ces formations végétales peuvent très bien se détacher, dériver, et s'échouer plus loin, de sorte que la géographie des côtes et des bassins formés dans cette zone est très variable. Leur accessibilité très réduite en fait le lieu privilégié de nidification de très nombreux oiseaux, dont certaines espèces rares.

Ces trois zones correspondent au niveau des eaux en été. En hiver, il faut y ajouter la zone périphérique des **prairies** que le lac inonde suivant les années sur une largeur pouvant aller de 50 mètres jusqu'à 3 kilomètres. Ces prairies ont un rôle alimentaire pour l'avifaune, quoique limitée dans le temps du fait de la régulation printanière des niveaux. Elles restent inondées jusqu'au printemps, parfois sous plus d'un mètre d'eau précisent L. et P. Marion.
Ces prairies, qui sont au centre du débat sur la gestion hydraulique du lac et dont nous reparlerons en termes d'agriculture, couvrent environ 1 600 hectares.

Au-delà des prairies se trouvent deux **bois** en bordure du lac, l'Halbrandière et l'Arsangle, qui abritent également dit-on une flore et une faune intéressante.

2.5.2. Les hôtes du lac

Abritant plus de 250 espèces d'oiseaux nicheuses ou de passage, le lac de Grand-Lieu est l'un des premiers sites ornithologiques d'Europe. C'en est notamment l'une des plus grandes héronnières, avec près de 1 300 couples, et le grand cormoran noir y est largement présent. Le lac abrite également la seule colonie française de spatules blanches nicheuse, et depuis peu de temps l'ibis sacré s'y reproduit aussi (cet oiseau n'est pas un habitué de nos régions, mais les couples présents à Grand-Lieu proviennent d'un zoo proche qui en avait fait l'élevage).
Les prairies alentour offrent en début et en fin d'inondation surtout une zone de gagnage très recherchée par les limicoles, les hérons, les anatidés...

Il serait fastidieux d'énumérer toutes les espèces animales qu'abrite le lac (oiseaux, reptiles, batraciens, mammifères...) parmi lesquelles certaines sont assez rares en France, comme la loutre par exemple (voir [MARION 75]).
Sans oublier les poissons, dont la diversité et l'abondance font le bonheur des pêcheurs tout autant que des oiseaux: anguilles, brochets, sandres, gardons, tanches, perches, brèmes, carpes, perches arc-en-ciel, poissons chats... Ce dernier est une espèce qui connait actuellement un développement particulièrement important en quantité, mais on constate en revanche que cette prolifération provoque un certain nanisme chez les individus. Hormis le fait que les pêcheurs s'en plaignent en termes de gains, il s'avérera sans doute important à terme de se préoccuper de cette population, afin qu'elle ne nuise pas aux autres espèces.
Un programme devant aboutir à la mise en place de passes à civelles est actuellement à l'étude, de manière à ce que les civelles puissent coloniser le lac au mieux.

Le monde végétal est également à l'honneur à Grand-Lieu, où plus de 550 espèces végétales ont été recensées, réunies en 22 associations (les principales espèces ont été énumérées précédemment).

3. CONFLITS D'USAGES ET D'APPROPRIATION DU LAC

Le lac a toujours été l'objet direct ou indirect de nombreuses activités, d'usages très divers et quelquefois contradictoires (chasse et protection de la nature par exemple).
Aujourd'hui, pour tous les utilisateurs du milieu, l'enjeu de cette étude consiste à "*sauver le lac de Grand-Lieu*". Mais pour chaque groupe, et parfois au sein même de ces groupes, se dégage l'impression qu'il est en fait à chaque fois question d'un lac différent.

A partir du constat de l'existence d'une double évolution "*besoins humains/milieu naturel*", et des impacts sur la vie des acteurs locaux de ce phénomène, cette partie de l'étude se propose d'analyser les droits, les conflits et les attentes attachés au lac.

3.1. Des propriétaires

Depuis la première manifestation de l'homme sur le site jusqu'à nos jours, le lac a été appréhendé de multiples façons, assurant des fonctions différentes et suivant en cela l'évolution des besoins humains. Parallèlement à cette évolution, un droit de propriété s'est installé progressivement autour du lac, avec ou sans titres. Cette propriété, gonflée de prérogatives multiples, a été très forte à une époque, mais elle semble se transformer depuis le début des années 80 en une propriété collective, ou tout au moins impersonnelle: c'est le droit d'usage qui s'y substitue désormais.

3.1.1. Possession du lac au fil des époques

Dès le début de l'histoire de l'homme sur le bassin de Grand-Lieu se sont succédées invasions et partages. L'occupation, la surveillance, la jouissance du site se sont faites pendant de longs siècles sans titre de propriété.

Puis à partir du XII^{e} siècle sont apparus des droits de propriétés, et divers usages concédés qui contribuèrent à la complexité du système d'appropriation du lac et de ses ressources. Ainsi d'après Camille François, la propriété de la "surface recouverte par les eaux du lac" avait été donnée à cette époque à la maison de Machecoul, seigneur des Huguetières, par le Comte de Nantes. Parallèlement, les querelles locales entre riverains et braconniers étaient jugées par le seigneur de Vieillevigne, à qui appartenaient les droits de juridiction, la réglementation de la pêche et la répression du braconnage. Le droit de pêche exclusive sur le lac et de transactions étaient quant à eux la propriété des moines de l'abbaye de Buzay ([FRANÇOIS 86] et [LINARD 86]).

Les héritiers du lac se succédèrent ensuite, il serait trop long d'en faire l'énumération.

Enfin au début du siècle, le marquis Jacques de Juigné le reçut de son père. Ce fut la fin d'une période plus que millénaire où la noblesse se transmettait, de générations en générations, la propriété du lac: le marquis vendra en effet en 1921 et 1924 une partie du lac (650 hectares) à des particuliers de Saint-Aignan, Messieurs Bertin et Leroux. Le reste (2 700 ha) sera également cédé en 1947 à une SCI, la "*Société Civile Immobilière du lac de Grand-Lieu*", décidée à faire du lac une terre de culture en l'asséchant avec le concours de spécialistes hollandais.

Après l'échec de ce nouveau projet d'assèchement (un de plus parmi une liste déjà longue), Monsieur Guerlain racheta les parts du groupe hollandais et devint le véritable propriétaire de la plus grande partie de Grandlieu. Chasseur sur le lac depuis près de 30 ans déjà, et titulaire au même titre qu'une dizaine d'autres personnes d'un bail de chasse, le célèbre parfumeur mit fin dès lors à tout projet d'assèchement sur le lac pour le consacrer exclusivement à la chasse. Il opposa d'ailleurs un refus au renouvellement des baux de chasse, préférant conserver pour lui seul le droit de chasser sur le territoire de la SCI du Domaine de Grand-Lieu.

Une seconde SCI à vocation de chasse, celle d'Herbauges-Grandlieu, fut créée par Monsieur Giraudet, à qui Monsieur Bertin avait vendu en 1972 sa propriété. Par suite d'un accord entre ses deux nouveaux actionnaires, Monsieur Giraudet et le couple Bouin, elle était divisée en deux parties: 450 ha pour l'un, et 220 ha pour les autres.

Au début des années 70, la quasi-totalité du lac se trouvait donc contrôlée par deux SCI (Figure 8).

3.1.2. Les années 80: l'Etat et les associations

L'année 1977 constitue une charnière dans l'évolution de la propriété du lac. On constate en effet, comme le souligne D. Bordet, que "*si jusqu'alors il se dégageait de la propriété du lac une tendance centralisatrice entre les mains de personnes physiques, puis plus récemment morales, 1977 marque un retour à la propriété impersonnelle, qui se traduit par l'entrée du lac dans le domaine de l'Etat et l'apparition des associations. En outre vient s'ajouter une*

maine de l'Etat et l'apparition des associations. En outre vient s'ajouter une réglementation de protection du biotope restrictive du droit souverain de propriété" [BORDET 88] (1).

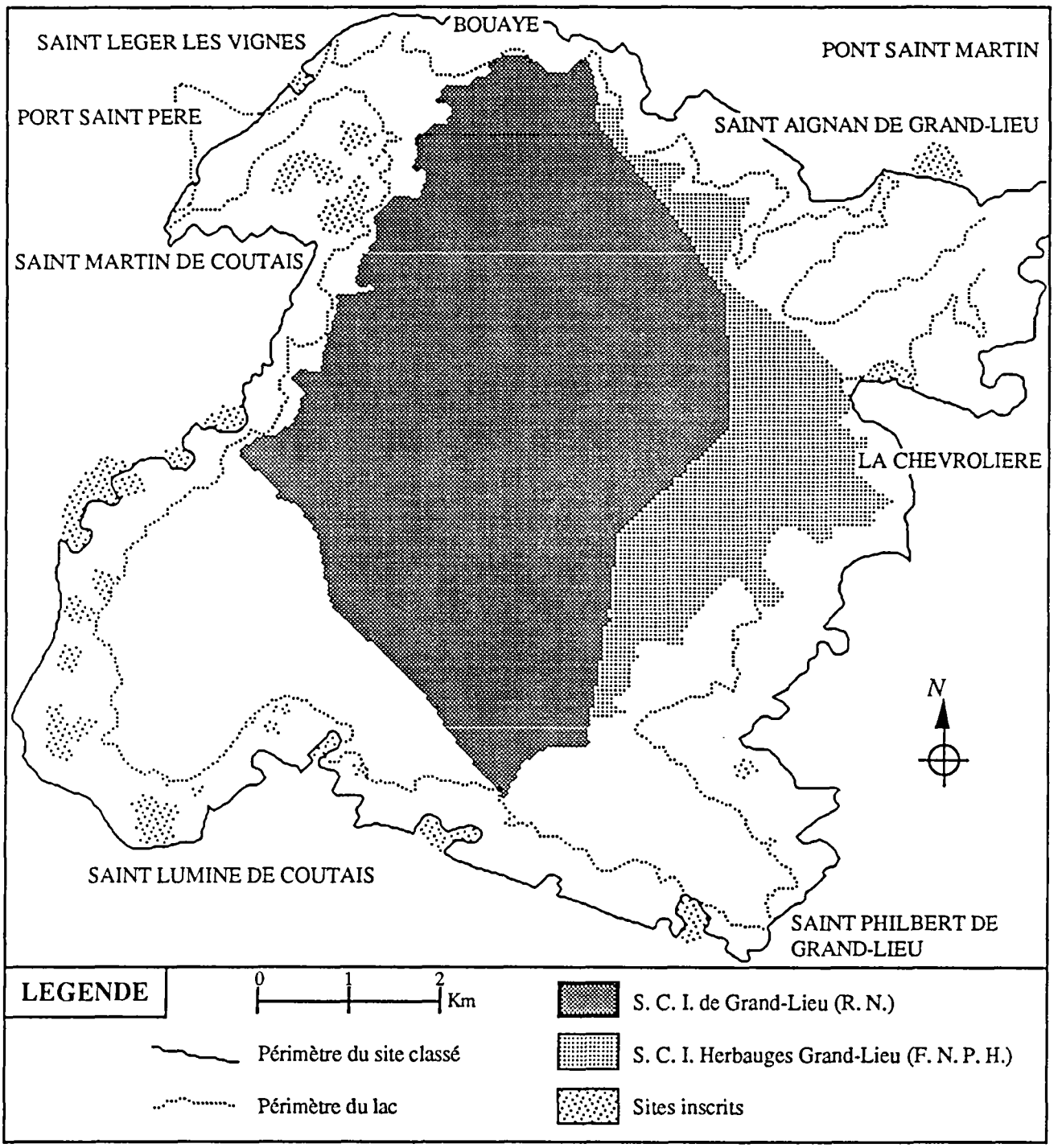


Figure 8. Propriétés et zones de protection sur le lac de Grand-Lieu.

(1): Pour plus d'informations sur les conflits d'usages et d'appropriation du lac de Grand-Lieu, nous conseillons de se référer à l'étude excellente et très détaillée de Dominique Bordet sur laquelle nous nous sommes particulièrement appuyés pour la rédaction de cette partie.

Monsieur Guerlain, de par sa volonté de faire du lac de Grand-Lieu une zone destinée à la sauvegarde de la flore et de la faune, a contribué à la disparition progressive des particuliers au profit de l'Etat et du monde associatif. C'est de l'ensemble de ses parts, ainsi que des parts qu'il avait petit-à-petit racheté aux petits porteurs, qu'il a fait don à l'Etat. Il a en contrepartie conservé le droit de chasse et de pêche de son vivant, et l'Etat s'est engagé à maintenir également les droits de pêche de la Société coopérative des pêcheurs de Passay par bail reconductible.

Le décret du 10 septembre 1980 portant création de la Réserve Naturelle du lac de Grand-Lieu (en annexe IV) clôt la première étape de ce changement politique.

En 1984, les parts Giraudet furent achetées par la Fondation Nationale pour la Protection des Habitats de la Faune Sauvage. Cet organisme, créé, financé et géré par les chasseurs, a pour but d'acquérir, d'aménager, de gérer des territoires afin de sauvegarder et de valoriser des sites fragiles, et de permettre ainsi la pérennité des espèces qui y vivent.

Peu de temps après, la famille Bouin manifestait également l'intention de vendre ses parts. Soucieux d'en prendre le contrôle, le Conservatoire du Littoral et le World Wild-life Fund (WWF) se sont portés candidats à l'acquisition, avec le soutien du Conseil Général de Loire-Atlantique qui décidait même de créer dans cette zone un périmètre sensible lui donnant en cas de besoin un droit de préemption (arrêté préfectoral du 24 janvier 1986). C'est pourtant la Fondation qui en a fait l'acquisition, car étant majoritaire dans la SCI d'Herbauges-Grandlieu elle a bénéficié d'une priorité au rachat. En outre, le droit de préemption en périmètre sensible est issu du droit de préemption urbain: il en possède la presque totalité des modalités d'application, et notamment son inapplicabilité en matière de parts sociales de SCI. Ce qui apporte une explication légale supplémentaire à cette absence de préemption du Département, décision que l'on eût pu croire essentiellement politique.

Par cette vente Monsieur Bouin a également obtenu le renouvellement de son bail de chasse jusqu'en 1995.

La Boire de Malet, qui pour certains ne fait pas vraiment partie du lac, appartient toujours à Monsieur Bertin.

Le pourtour du lac est constitué d'un parcellaire entièrement haché et découpé, partagé entre une multitude de propriétaires, particuliers ou collectivité locale (c'est le cas des "*communs*" de Saint-Lumine-de-Coutais). Parfois excessivement petites, ces parcelles privées, alternativement inondées et asséchées suivant la saison, servent à l'agriculture et à la chasse.

3.2. Un cadre réglementaire et juridique

Pour organiser les relations entre les propriétaires et les usagers, il existe tout un arsenal de lois et de réglementations qui fixe les règles d'utilisation du lac. Ces textes, assez récents pour la majorité, sont destinés à protéger le site contre l'urbanisation, contre les visiteurs, et d'une façon générale contre toutes formes d'agression extérieure (visuelle, auditive, prélèvement ou apport d'organismes vivants, ...). Mais ces textes en vigueur aujourd'hui se heurtent encore aux habitudes, possessions et usages.

3.2.1. Les droits et les usages sur le lac

Différents droits se sont appliqués au fil du temps sur ce vaste espace. Depuis toujours, chacun s'attache à faire reconnaître les siens, voire à les étendre. Mais les situations conflictuelles engendrées sont souvent alimentées par l'absence de titre, et par le "*droit des habitudes ancestrales*".

Il a ainsi été montré précédemment que les droits de propriété, de juridiction et de pêche avaient été longtemps partagés, devenant par cela source de conflits et de complexité dans la gestion du site.

Parallèlement, la vocation du lac et son existence même ont vu ces droits s'opposer et s'affronter, faisant aussi intervenir des groupes sociaux dépourvus de quelconques droits sur le site si ce n'est ce qu'on appelerait aujourd'hui "*droit d'usage*". C'est ainsi que les projets successifs d'as-

sèchement du lac et d'exploitation en eau ont fait l'objet de confrontation très vives entre les partisans des uns ou des autres.

Au départ, la volonté d'assécher le lac n'était pas liée à un objectif quelconque de bénéfice, mais à celui de se prémunir contre les inondations que provoquaient fréquemment moulins, pêcheries et ouvrages divers sur le bassin de Grand-Lieu. Puis d'autres possibilités d'usage sont entrées en jeu: voie de communication pour la navigation, réservoir pour l'irrigation, cultures des terres... Les uns arguant du droit de propriété et de prérogatives diverses, les autres s'associant pour faire front, les tribunaux n'ont jamais vraiment réglé la question de l'appropriation, accordant l'autorisation de dessèchement, et la refusant une génération après.

L'Etat lui-même n'a jamais revendiqué la propriété du lac, bien que l'article 34 de la loi de 1883 portant sur le régime des eaux stipule que "*les fleuves et les rivières navigables font partie du Domaine Public*", et que si leur largeur est telle qu'elle s'apparente en certains points à un lac, ce lac est soumis dans toute son étendue à la même condition que le cours d'eau, dont il fait partie intégrante. Il semble qu'il n'ai pas eu intérêt de le faire, car en en prenant possession, l'Etat n'aurait eu à retirer du lac que des revenus médiocres mais aurait en revanche du en assumer de très lourdes charges, en travaux d'entretien notamment.

3.2.2. Les réglementations en vigueur sur le site

Le lac de Grand-Lieu est au centre d'une multitude de lois et règlements dont les interférences semblent avoir été calculées pour verrouiller le site et en assurer une protection maximale.

Droit de propriété

Désormais, et bien que D. Bordet ait montré que cela était à l'origine inexact (voir le paragraphe précédent), il est admis que le lac constitue un domaine privé. Mais il l'est uniquement pour son lit, les eaux étant *res nullius* et n'étant soumises qu'à un droit d'usage. En l'occurrence, le droit d'usage sur la Réserve appartient à l'Etat, qui contrôle ainsi par le décret de création les prises d'eau, la chasse et la pêche dans une certaine mesure ([GAZZANIGA 79 et 87] et [DENOZIERE 85]).

Mais l'Etat est propriétaire de parts, et non de parcelles. De ce fait, le lac fait partie du domaine privé de l'Etat et non du domaine public (comme c'est le cas des grands lacs, Léman, Annecy, Bourget), ce qui a pour principale conséquence l'inapplicabilité du principe d'inaliénabilité de ce domaine. Une éventuelle cession de ces part est donc possible.

Site inscrit / site classé

Un périmètre **classé** (décret du 24 août 1982) enserre le lac lui-même et les berges attenantes, soit environ 7 500 hectares (voir figure 8). Défini par la loi du 2 mai 1930, le classement est destiné à conserver en l'état un site. Toute construction nouvelle, ou même toute modification d'aspect, y est donc interdite, sauf dérogation dispensée par le Ministre de l'Environnement.

Le site classé ne comprend guère cependant, outre le lac lui-même, que des marais, les centres d'exploitation agricoles et les hameaux ayant été exclus de ce périmètre.

Un périmètre **inscrit** restreint complète le site classé (arrêté du 31 août 1989). Il est constitué de 32 ensembles sur les communes bordant le lac, près des limites du classement. "*L'inscription à l'inventaire des monuments naturels et des sites de caractère historique, scientifique, légendaire ou pittoresque*" est une mesure plus souple, qui n'interdit ni construction ni modification mais permet de les contrôler. Ainsi, hormis pour de l'entretien courant, les travaux importants doivent faire l'objet d'un agrément du Service Départemental de l'Architecture (de l'Architecte des Bâtiments de France).

Réserve Naturelle

Créée par le décret du 10 septembre 1980, elle couvre les 2 700 hectares presque totalement en eau (5% des rives du lac seulement sur les 65 km de périmètre en hiver) de la S. C. I. du Domaine de Grand-Lieu, l'ancienne propriété du parfumeur Guerlain (voir figure 8). Elle fait partie du domaine privé de l'Etat.

La notion de réserve avancée par l'article 8 bis ajouté en 1957 à la loi du 2 mai 1930, et précisée par la loi du 10 juillet 1976, s'appuie sur la qualité scientifique du site, et vise surtout à protéger la faune et la flore. La réglementation interne est régie par le décret qui énumère les interdictions.

La loi définit certaines contraintes, qui font obligation **sous peine de nullité du procès-verbal** de bien délimiter dans les réserves naturelles l'aire dans laquelle la juridiction spécifique sera compétente. Il est important de noter que depuis la création de la Réserve, ce travail de délimitation n'a toujours pas abouti: le dossier se serait heurté à d'importantes difficultés, plus psychologiques que réelles. Il en résulte qu'actuellement les limites de la Réserve ne peuvent être connues de tous, et propriétaires riverains, chasseurs ou autres promeneurs peuvent y pénétrer sans le savoir.

Espace naturel sensible (ancien "périmètre sensible")

Cette réglementation est généralement associée à d'autres procédures telles que le site classé. Elle induit cependant certaines mesures, notamment le droit de préemption par le Département: on sait que la Loire-Atlantique avait voulu l'employer en vue de l'acquisition du lac.

Loi littoral

La Loi Littoral du 3 janvier 1986 s'applique aux communes "*riveraines des mers et océans, des étangs salés, des plans d'eau intérieurs d'une superficie supérieure à 1 000 hectares*". Elle concerne donc le lac de Grand-Lieu et ses communes riveraines, mais les dispositions qu'elle prend en matière d'urbanisme notamment sont déjà couvertes par les autres réglementations (site classé/site inscrit).

Autour de Grand-Lieu enfin, un Schéma de Mise en Valeur de la Mer est actuellement en train de se mettre en place. Le S. M. V. M. de la Baie de Bourgneuf concerne 31 communes entre la Pointe Saint-Gildas et Saint-Jean-de-Monts, dont 12 communes de Loire-Atlantique et 19 de Vendée. Prescrit par arrêté du Préfet de Région le 29 mai 1989, il est l'un des trois à avoir été approuvé au niveau national.

Les S. M. V. M. ont pour objet d'étudier tout les sujets relatifs à l'aménagement de la zone retenue, pêche et aquaculture, eau, devenir des marais... Ils ont pour vocation à la fois l'aménagement, la protection et le développement. Ils associent à juste titre les communes du littoral et celles du bassin versant. Aussi, même s'il n'est pas directement lié au lac de Grand-Lieu qui nous intéresse, il semblait important de le mentionner pour les répercussions au niveau des activités du bassin versant aval qu'il est susceptible d'induire, et notamment en ce qui concerne la gestion de l'eau dans les marais.

Sa mise en place sera encore longue, plusieurs années de préparation étant nécessaires avant la mise en œuvre.

3.3. Des usagers et des enjeux

Les conflits et les rivalités qui opposent les différents groupes sociaux en présence autours du lac n'ont pas uniquement de simples raisons économiques. Ils découlent aussi de la difficulté à trouver un équilibre entre la protection de la nature, forte d'une législation en place, et le maintien des activités traditionnelles.

La pêche, l'agriculture et la chasse sont des activités traditionnelles très présentes sur le site. A travers leur description, il s'agit de mettre en évidence les différents rapports de force et leur évolution.

Plus récente, la Réserve Naturelle, et plus largement la fonction de protection de la nature, sera abordée ensuite.

3.3.1. La pêche

De toutes les activités traditionnelles, c'est sans doute la pêche qui a su le mieux se préserver de l'extérieur, un peu à l'instar du lac auquel elle est intimement liée. Elle est restée une pêche ancestrale, empreinte de traditions et d'habitudes, voire même de routine.

L'arrivée d'une nouvelle personne jeune et dynamique parmi les pêcheurs il y a quelques années les a ainsi profondément perturbés, de par le matériel employé (une nouvelle plate en matériaux composites), ou sa conception de la pêche (tentative d'un effort de gestion des stocks de poissons-chats, en surabondance)...

Assez nombreux la fin du siècle dernier et avec un essor de la profession jusqu'au début du siècle (120 en 1923), les pêcheurs de Passay ont connu dès lors une forte baisse de leurs effectifs. Aujourd'hui, 15 pêcheurs sont inscrits, 12 professionnels dont 2 à mi-temps, et 3 retraités. L'augmentation de leur nombre est cependant soumise à l'accord du ministre chargé de la protection de la nature, comme le précise l'article 6 du décret de création de la réserve [JO 80] (voir en annexe IV).

Les pêcheurs ont depuis toujours dû s'accommoder de pêcher dans des eaux qui ne leur appartenaient pas, et ils ont souvent dû faire front à certains abus des propriétaires ou de leurs représentants [LINARD 86]. C'est pour échapper à l'emprise d'un fermier abusant de son droit de gestion et d'exploitation du lac (droit de location du lac et achat de poissons à ses conditions) que les pêcheurs fondèrent en 1923 la Société Coopérative des Pêcheurs du lac de Grand-Lieu. Les statuts stipulent que cette société "*a pour objet l'exploitation de la pêche du lac et toutes les opérations d'élevage et d'alevinage sous le contrôle de la Fédération de Pêche*" [SCP]. Chacune des SCI a consenti un bail de pêche tacitement renouvelable.

La pêche sur le lac suit la réglementation de l'ensemble des rivières françaises. Ainsi, la fermeture est totale pour toutes les espèces frayantes du 15 avril au 15 juin, hormis pour deux espèces:

- l'anguille, qui est pêchable toute l'année.
- le brochet, exception importante spécialement accordée au lac. Il peut être pris en période interdite du 1er février au 15 juin pour la vente aux pisciculteurs, mais il est alors ramassé par les gardes de la Fédération de pêche.

Le règlement intérieur de la Société Coopérative des Pêcheurs prévoit en outre des restrictions en matière d'emploi de matériel de pêche.

La pêche à la grenouille, très importante autrefois, a aujourd'hui disparu du lac, suivant en cela l'évolution des populations de batraciens. Le reproche d'une totale absence de plan de gestion de la pêche sur le lac pourrait d'ailleurs être fait, non que le lac n'ait assez de ressources à offrir aux pêcheurs, mais une mauvaise gestion peut induire la disparition d'une espèce au profit d'une autre. Le cas de la grenouille, et celui, inverse, du poisson-chat, doivent servir d'exemples.

Leur revendication

Elle tient dans la modification de l'arrêté préfectoral de 1965 fixant les niveaux d'eau. La gestion actuelle des niveaux induit deux conséquences entravant leur activité:

- les prairies inondables constituent des frayères privilégiées pour les poissons et les grenouilles. L'évacuation trop rapide des eaux sur ces zones par l'Union provoque la perte de nombreux œufs et alevins, qui restent bloqués dans des trous d'eau à l'étiage et meurent de dessèchement ou de prédation.
- un niveau bas favorise en été la croissance des végétaux, aboutissant ainsi à une diminution des zones de pêche. Ce phénomène est accentué par le fait que, compte tenu de leur nombre au-

jourd'hui restreint, les pêcheurs ne peuvent plus effectuer comme autrefois l'entretien de leurs zones de pêche par faucardage et nettoyage [LEVESQUE 88].

L'attitude passive et attentiste des pêcheurs en regard des phénomènes qui touchent le lac, ses eaux et ses ressources ichtyologiques bloque néanmoins pour beaucoup le débat: ils semblent regretter ce qu'ils pourraient perdre, tout en craignant ce qu'ils gagneraient.

L'élévation du niveau de l'eau serait ainsi peut-être bénéfique pour la vie piscicole, et augmenterait leur surface de pêche, mais elle constitue un risque d'une concurrence accrue des amateurs à partir des bords du lac. La pêche amateur aux filets et aux engins, en particulier à la bosselle, est en effet tolérée sur les bords du lac, et dans les douves et les canaux des marais. Théoriquement les pêcheurs amateurs, tous adhérents de l'ADERP, n'ont pas le droit de vendre leur pêche, mais la pratique est toute autre...

Les pêcheurs professionnels du lac attendent donc qu'une décision soit prise à son sujet.

3.3.2. L'agriculture

Entre les agriculteurs du pourtour immédiat du lac et ceux de l'aval, maraîchins ou maraîchers, les revendications diffèrent totalement. Pour les premiers, le lac inonde et gêne l'exploitation des terres; pour les seconds, le lac qui pourrait être un réservoir considérable n'apporte pas assez d'eau, et reste au regard d'un tel usage un objet de convoitise. Le partage de l'eau est donc source de conflit, encore aujourd'hui.

Sur les bords du lac

Le marais entourant le lac s'étend sur 1 860 hectares environ, et sa mise en valeur concerne près de 180 exploitants agricoles. Il s'agit pour certains de plus de la moitié de leur exploitation (jusqu'à 30 ha). Cependant, près de 20% de ces prairies inondables (355 hectares) appartiennent à un propriétaire unique, la commune de Saint-Lumine-de-Coutais.

Les communaux comme les autres parcelles sont exploités de façon traditionnelle, par la pâture et la fauche. Le marais rend service aux agriculteurs (gain de temps), mais au-delà d'un rôle purement économique, il fait partie d'une tradition d'autant plus présente qu'il constitue encore maintenant un pivot pour certaines exploitations, et contribue à y apporter un certain équilibre.

D'un point de vue économique pourtant, le marais n'est plus vraiment rentable aujourd'hui. La location des communs de Saint-Lumine ne représente que 5% des recettes communales, et pour ce qui est des marais privés, le parcellaire actuel en rend l'exploitation difficile: les parcelles sont longues, étroites, éloignées du corps de la ferme et difficilement accessibles. De plus, la fiscalité de ces terres semble inadaptée: les parcelles y sont excessivement taxées, compte tenu du potentiel de ressources qu'elles représentent.

L'abandon du marais se ferait ainsi davantage sentir déjà s'il n'y avait le droit de chasse que toute parcelle confère à son propriétaire, principalement les parcelles ayant accès au lac. Elles sont parfois vendues, souvent louées, et constituent par ce biais un revenu (officieux) non négligeable.

Le partage de l'eau

La gestion de l'eau dans cette région de marais est un enjeu primordial pour l'agriculture. Certains ont de l'eau et d'autres n'en ont pas, l'eau doit circuler.

Ainsi les agriculteurs de Rouans, très en aval du lac, souhaitent une évacuation rapide des eaux hivernales du marais pour cultiver le Ray grass sur les prairies près de l'Acheneau, tandis qu'à quelques kilomètres en amont, à l'exutoire même du lac, les agriculteurs de Port-Saint-Père ou de Saint-Mars préfèrent garder les prairies inondées le plus longtemps possible pour qu'elles ne gèlent pas.

Les maraîchers de Machecoul quant à eux ont besoin de beaucoup d'eau l'été, besoin que tente de satisfaire l'Union dans la limite de la qualité et du débit de l'eau de Loire dont elle dispose. Dans l'hypothétique augmentation du niveau du lac réside actuellement pour eux l'espoir de voir

ainsi une importante réserve d'eau douce se constituer. L'exploitation de cette réserve reste un problème technique qu'ils n'ont pas encore envisagé.

Mais c'est autour du lac que tout se joue, en matière de niveaux. Pour la plupart des exploitants des prairies inondables autour du lac, l'arrêté de 1965 est tout-à-fait satisfaisant, le changement ne s'impose pas.

Le niveau estival du lac est trop bas? Dans sa lettre au journal Presse Océan, M. Lévesque (Président de la Société du Canal de Buzay, un des syndicats de marais que représente l'Union) explique que pour les prés-marais, les années sèches sont toujours les meilleures et celles où les éleveurs en ont le plus besoin. Leur pâture et leur fauche compensent alors le déficit des prairies artificielles et du maïs [LEVESQUE 90].

Mais en revanche, l'herbe pousse essentiellement en mai et en juin, et envisager de modifier l'arrêté, pour garder le niveau du lac élevé jusqu'à cette période par exemple, peut freiner la pousse de l'herbe. C'est ce qui s'est passé en 1990, et le niveau haut de l'eau associé à une forte chaleur a provoqué le développement d'algues sur le marais, qui en se déposant ont empêché la pousse de l'herbe.

D'après le cabinet d'étude Ouest Aménagement, chargé dans l'étude du lac du volet socio-économique, le rendement des marais serait pourtant plus important lorsque la période d'inondation est plus longue.

Les polémiques actuelles entre les agriculteurs traditionnels et les maraîchers montrent que, au sein d'un même groupe social, les tensions et les rapports de force sont tout aussi importants. Chacun apporte des arguments en faveur ou à l'encontre d'une élévation des niveaux d'eau: la faible valeur fourragère des prés-marais, mais la tradition d'une agriculture extensive non polluante près du lac. Ou bien encore la perte de vitesse de l'exploitation des terres...

Il est pourtant exact qu'il faille exploiter ces marais pour préserver la qualité et la diversité de l'environnement. Bien des terres actuellement à l'abandon évoluent vers le marécage, et l'augmentation des terres en friches ne peut que nuire et à l'économie locale, et à l'environnement.

3.3.3. La chasse

De toutes les activités traditionnelles, la chasse est sans doute celle qui déclenche le plus volontiers les passions.

De longue date, la chasse est l'apanage de quelques privilégiés sur le lac, celui des propriétaires.

Lorsque Monsieur Guerlain fit l'acquisition de la majorité des parts de la SCI de Grand-Lieu, il ne renouvela pas le bail de chasse du conseil d'administration et conserva pour son seul usage le droit de chasse. Au début des années 60, il lui vint l'idée d'effectuer des repeuplements de canards colverts. Cette pratique a mis quelque temps à être au point, mais il est actuellement question d'un total annuel de 8 à 10 000 canards ainsi élevés et lâchés sur le lac.

En matière de chasse, plusieurs zones se distinguent sur le site:

- Une zone interdite de chasse, correspondant aux 450 hectares de la SCI Herbauges-Grandlieu qui appartenaient autrefois à Monsieur Giraudet et qui est désormais propriété de la Fondation.
- L'ancienne propriété Bouin pour laquelle le bail de chasse de Monsieur Bouin a été reconduit au moment de la vente jusqu'en 1995.
- Le territoire de la SCI du Domaine de Grand-Lieu, actuellement domaine privé de l'Etat et Réserve Naturelle. Les conditions au don de Monsieur Guerlain incluaient le droit de chasse jusqu'à sa mort, à raison d'une fois par semaine et avec la possibilité d'inviter 3 personnes.
- Le pourtour du lac, où les chasseurs de la Fédération de Chasse de Loire-Atlantique pratiquent couramment l'agrainage depuis le début du repeuplement organisé par Monsieur Guerlain (un arrêté ministériel interdit cette pratique). La pression de chasse y est d'autant plus considérable que les canards abondent, mais surtout que la Loire-Atlantique fait partie des départements français à déroger à l'ouverture générale de la chasse: l'ouverture de la chasse au gibier d'eau s'y fait un mois plus tôt que dans les départements voisins.

La chasse concerne aujourd'hui environ 1 500 à 2 000 chasseurs de gibier d'eau, dont 150 vrais sauvaginiers.

Tout cela cumulé, il est clair que la chasse fait aujourd'hui peser sur le lac une pression globalement trop importante. Des cas de saturnisme étudiés récemment chez les canards, dont on impute la cause aux plombs de chasse, en apportent confirmation étonnante.

Concertation et gestion

La Fédération Départementale, propriétaire d'une partie du lac, est tout à fait favorable à une remontée du niveau de l'eau. La Réserve Naturelle ne concernant en effet qu'une très faible partie des berges, un niveau plus haut contribuerait à augmenter les gagneries naturelles, et donc l'espace "*chassable*" depuis les rives du lac. Et la pratique de l'agrainage associée à ce phénomène pourrait bien permettre d'attirer les oiseaux hors de la Réserve.

Il serait cependant pertinent de s'interroger tout simplement sur l'avenir à court terme de la chasse. Les loisirs prennent une importance indiscutable au fil du temps, et la chasse pourrait bien en profiter dans ses rapports de force avec les autres usages. Cependant, à la mort de Monsieur Guerlain, la chasse et le repeuplement n'existeront plus sur la Réserve. Il faut s'attendre à une diminution considérable du gibier. Si la chasse pâtit de cette situation, ce sont aussi les revenus tirés de la location qui risquent fort de diminuer, et plus grave encore, les marais inexploités consacrés à la chasse pourraient bien ne plus être entretenus.

3.3.4. La Réserve Naturelle

La Réserve Naturelle constitue la plus ancienne réglementation de niveau national sur le site (qui auparavant n'en possédait pas), et la plus restrictive (niveau maximal de protection en France). L'idée de ce type de protection plutôt qu'une autre (parc national ou régional), aurait été insufflée à Monsieur Guerlain par diverses personnes dont Loïc Marion, actuel Directeur de la Réserve. Le parc régional notamment est ouvert au public, et l'acte de donation voulait limiter la circulation sur le domaine de la SCI. Dès lors, la création d'une Réserve Naturelle serait devenue la condition *sine qua non* de la donation.

Les objectifs de cette réserve restaient classiques par rapport à d'autres Réserves Naturelles: intérêt général du site, intérêt ornithologique et intérêt floristique et botanique.

Protection de la nature et gestion du lac

Une Réserve Naturelle peut être créée à l'initiative d'un particulier (Réserve volontaire) ou à celle de l'Administration (Réserve obligatoire). On note donc que l'Etat avait toute autorité pour étendre la protection à l'ensemble du lac dans un but de bon fonctionnement de la Réserve. Il n'en est rien, et l'acquisition de la seconde S. C. I. par les chasseurs n'a fait que renforcer une partition impropre à une bonne gestion du lac. La fonction de protection de la nature est aujourd'hui partagée sur le lac entre les deux S. C. I. (Réserve Naturelle et réserve libre).

Administrée comme la Camargue par la Société Nationale de Protection de la Nature, la Réserve Naturelle a deux missions précises, celle de veiller à la conservation du lac en l'état actuel (gardiennage, protection, entretien du milieu), et celle d'en informer le public. Il semble difficile de concilier ces deux usages, une ouverture au public étant actuellement totalement exclue compte tenu du probable dérangement des animaux que cela apporterait, ainsi peut-être que celui des activités garanties par la réserve (chasse pêche, recherche). L'absence de rives est en outre un problème technique difficile à contourner.

La convention de gestion passée entre la Fondation et la Fédération Départementale des Chasseurs est quant à elle très vague sur ses devoirs de gestion et d'entretien.

Il faut pourtant noter que, paradoxalement, c'est la SCI d'Herbauges-Grandlieu qui est la plus active en matière de gestion et d'entretien du milieu, assurant divers travaux de bûcheronnage, de girobroyage, de curage de douves, et allant même jusqu'à avoir tenté d'introduire des chevaux

camarguais sur les marais pour en assurer l'entretien. Depuis la création de la réserve en revanche, peu voire aucun entretien n'a été effectué dans les douves et les canaux de ceinture. Les lévis se développent, les douves se bouchent.

L'attitude attentiste de la Réserve Naturelle marque fortement cette dualité de gestion. Une coopération entre chasseurs et protecteurs de la nature semble difficilement compatible avec le maintien de la chasse telle qu'elle se pratique actuellement. Mais le comportement de Monsieur Marion en tant que Directeur de la réserve, en tant que chercheur scientifique, et au-delà même de façon personnelle vis-à-vis d'un lac qu'il semble considérer comme sien (1) fait davantage de cette Réserve un outil de blocage que de régulation des possibilités de gestion.

On remarque enfin que s'il n'est plus question d'assécher le lac depuis longtemps, les travaux et ouvrages destinés à cet effet ont été conservés. En outre, le niveau du lac est fixé en fonction de l'activité agricole alors que la vocation du lac depuis 1980 est la protection du milieu.

En faisant don à l'Etat de sa propriété dans ces conditions particulières, Monsieur Guerlain a engagé le lac dans une voie de protection qu'il devient aujourd'hui nécessaire de redéfinir. L'évolution intrinsèque du plan d'eau et les modifications récentes des besoins humains sont en train de recomposer un paysage différent de celui du passé proche. Le cadre juridique, économique et socio-politique du milieu semble par sa rigidité, ses multiples tensions internes et sa propension passive face à un milieu en pleine évolution, moins l'aider dans sa gestion que l'entourer d'un carcan rendant son avenir bien incertain.

3.3.5. Le tourisme

Si le lac de Grand-Lieu est sans doute le plus grand lac de France, il en est incontestablement l'un des plus méconnus, et ce pour deux raisons au moins.

La première est qu'il est difficilement accessible et bien caché: les routes le contournent sans y déboucher, et la roselière masque la surface de l'eau. En fait, on peut très bien passer tout près de cet immense lac sans même le voir.
Mais si cet écran naturel l'a depuis longtemps protégé de toute intrusion extérieure, aujourd'hui il pose le problème de l'accession du site par le public, dont la demande se fait de plus en plus pressante.

La seconde raison de sa méconnaissance par le public tient dans le statut de Réserve Naturelle intégrale qu'il possède depuis 1980. Le règlement n'en autorise en effet la navigation qu'aux pêcheurs professionnels et aux responsables et gestionnaires de la réserve. Nous avons vu qu'une ouverture de la Réserve n'était actuellement pas envisageable. Il est en outre difficile de faire coïncider des intérêts aussi divergents que ceux de la Réserve et ceux du tourisme.
Pourtant, la connaissance et l'intérêt du public sont aujourd'hui dans la majorité des cas des arguments qui peuvent faire poids dans les décisions de protection et de gestion du milieu. Les élus des environs du lac semblent à la fois très conscients des enjeux écologiques du lac et des potentialités touristiques du site. Les demandes d'ouverture au public et d'exploitation du lac qu'ils formulent auprès des gestionnaires depuis quelques années tiennent compte en général des particularités du milieu.

A l'heure actuelle, les seules actions entreprises dans ce sens consistent en une exploitation indirecte du lac. Des installations permettent ainsi de le découvrir à distance (observatoire de Saint-

(1): L. Marion fait partie des premières personnes (avec son frère) à s'être intéressées au lac de Grand-Lieu et à sa valeur écologique sur le plan scientifique. Après avoir fait très tôt connaissance avec le milieu, pour lequel il s'est vite passionné, il a passé un diplôme de technicien supérieur de protection de la nature. Le rapport de son stage, remanié, sera publié par la Société des Sciences Naturelles de Nantes [MARION 75]. Aujourd'hui, il enseigne à l'Université de Rennes et collabore aux travaux du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris. Il est aussi Directeur de la Réserve, membre de son Comité Consultatif, membre du Comité de Pilotage de l'étude sur le lac... et chargé du volet n°3 de cette étude (étude de la productivité végétale). Il nourrit donc plus qu'un sentiment affectif pour ce lac.

Lumine-de-Coutais (dans le clocher de l'église, à 40 m de haut), observatoire de Passay), ou de façon thématique (Maison du Pêcheur à Passay, avec tous les engins de pêche utilisés sur le lac et des aquariums présentant les poissons d'eau douce qui vivent dans le lac, Musée avifaune de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu), ou encore par le concours de techniques audiovisuelles (montages de diapositives, films sur les activités professionnelles autour du lac, et vue en direct sur le lac par l'intermédiaire d'une caméra installée sur un lévis depuis 1988).

La fête des pêcheurs, organisée chaque année au 15 août à Passay afin d'alimenter la caisse de solidarité des pêcheurs, constitue l'unique possibilité de découvrir directement le lac. Cette fête propose des promenades en bateau (autorisées par le décret de création de la Réserve) ainsi que des démonstrations de pêche au tramail et à la senne (1), des dégustations de poissons du lac et autres activités ayant le lac pour support.

Le lac est presque entièrement cadastré sur la commune de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, mais celle-ci ne dispose pas d'accès direct susceptible d'être utilisé comme lieu d'accueil pour les touristes, comme c'est le cas pour d'autres communes. Autrement dit, un développement de l'exploitation touristique directe du lac ne peut se concevoir que dans l'optique d'une coopération intercommunale.

Déjà sur l'ensemble du Pays de Retz, quelques ententes intercommunales sont en place, notamment un Pays d'accueil depuis 1984 (*"Pays d'accueil de Machecoul et Logne"*) regroupant 15 communes de trois SIVOM (2) (celui de Machecoul, de Legé et de Saint-Philbert-de-Grandlieu), et l'association des maires du Pays de Retz qui regroupe 47 communes.

Plus proches du lac, les neufs communes riveraines cherchent actuellement à mettre au point un projet culturel intercommunal pour valoriser le site. Ce projet pourrait être l'occasion d'une nouvelle association.

4. SYNTHESE ET CONCLUSION

Ainsi le lac de Grand-Lieu se trouve-t-il actuellement déchiré entre son évolution naturelle, qui l'amène à disparaître petit-à-petit par comblement, et les usages auxquels on le pousse à répondre, et qu'il ne peut satisfaire tous en l'état actuel.

Après une brève analyse de son état et de son fonctionnement, le constat de son déclin s'impose: sa profondeur diminue, la qualité de ses eaux se dégrade et lui vaut le classement d'hypereutrophe, les végétaux prolifèrent... Mais l'analyse a montré que son comblement s'est fortement accéléré depuis les années 60, et la seule explication naturelle est remise en cause.

Vient alors se greffer la question humaine, ancienne, solide et intransigeante, de la gestion, des usages et de l'appropriation de l'eau. Les conflits qui en résultent se trouvent liés à une certaine valeur traditionnelle des usages, et parallèlement aussi à l'émergence de tout nouveaux objectifs assignés au lac, tels que la Réserve Naturelle.

En outre, le partage des ressources du lac (poissons, eau, tourisme, ...) se heurte désormais à un ensemble de réglementations et à une *"mosaïque"* de gestions peu adaptée à l'échelle du problème. L'eau circule, passe d'un cours d'eau au lac, du lac à un cours d'eau, mais forme une unité au niveau des bassins versants. Et c'est là que doit se réaliser une réflexion et une action en commun. A ce niveau, il faut sortir de la logique d'eau appropriable, avec un ou deux acteurs, pour au contraire se placer dans une logique mettant en relation un très grand nombre d'acteurs.

Il est bien entendu plus difficile de parvenir à une entente lorsque le nombre d'interlocuteurs est important. Le conflit naît d'idées et d'objectifs différents, pourtant de cela aussi peut naître une vision plus globale de la question. Les solutions qui doivent percer de l'analyse de ce contexte complexe ne pourront ainsi pas satisfaire l'ensemble des parties, mais elles auront nécessairement, dans leur démarche d'élaboration, pris en compte l'apport de chacun à l'édifice global.

---

(1): Il s'agit de deux techniques de pêche traditionnelles au filet.

(2): Syndicat Intercommunal à VOcations Multiples

Chapitre II

Sauvegarde du milieu et lutte contre le comblement

1. INTRODUCTION

Les nombreuses traces, dépôts et objets divers d'époques différentes retrouvés aux abords du lac attestent de son grand âge. Mais son comblement est la résultante de quelques facteurs dont l'ancienneté fait partie, aussi n'est-il pas totalement surprenant de le voir évoluer en ce sens.

Pour enrayer ce processus, la décision d'intervenir sur le lac de Grand-Lieu a été prise. S'il n'est pas encore trop tard, il s'agit désormais de faire des choix parmi diverses solutions de restauration du milieu, en fonction de ses objectifs et contraintes.

Une première approche bibliographique fera le tour des solutions techniques de restauration et de sauvegarde des plans d'eau existantes, solutions qui se proposent toutes en règle générale d'agir sur les causes du comblement par actions préventives, et sur le comblement lui-même par actions curatives.

Il s'agira ensuite de mettre en place une nouvelle gestion, apte à entretenir les travaux réalisés et à prévenir d'autres formes de dégradation du milieu. A partir de quelques expériences tirées d'exemples semblables, des hypothèses et des propositions de gestion applicables au cas de notre lac pourront être échafaudées.

Pour ce chapitre, nous verrons que l'analyse de la situation et de l'évolution du lac était un préalable indispensable à la définition des moyens techniques à mettre en œuvre pour lutter contre sa disparition.

2. LES TECHNIQUES DE RESTAURATION DES PLANS D'EAU: ELEMENTS DE SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Il existe une importante documentation sur l'ensemble des techniques disponibles recouvrant toute la gamme des situations envisageables; toutefois une analyse spécifique est indispensable à chaque fois, qui doit prendre en compte les caractéristiques physiques, chimiques et écologiques du milieu, ainsi que les besoins et les contraintes humaines.

Dans cet ensemble de techniques, on peut distinguer des moyens **préventifs**, et des moyens **curatifs** (le tableau en annexe V récapitule de façon synthétique toutes ces techniques).

- **Les moyens préventifs** consistent à modifier soit les activités humaines développées sur le bassin versant, soit la quantité et/ou la qualité des déchets engendrés par ces activités. Ce n'est donc pas le plan d'eau lui-même qui est l'objet du traitement, mais on agit sur les causes de sa dégradation.

- **Les moyens curatifs** concernent directement le plan d'eau, les caractéristiques de ses eaux, de ses sédiments et/ou la gestion de certains organismes jugés indésirables ou en quantité trop importante (algues, végétaux macrophytes, poissons, ...). L'objet du traitement porte alors sur les conséquences jugées néfastes de l'évolution du milieu.

Mais la réussite d'actions de sauvegarde d'un milieu passe également par une prise de conscience et de responsabilité de l'ensemble des habitants et des acteurs du secteur concerné: doivent se retrouver ici les efforts d'information du public.

Dans la mesure où les actions envisageables concernent évidemment l'ensemble du lac et de son bassin versant, cette information du public doit également être nettement tournée vers les habitants de l'amont. Elle peut être réalisée partiellement à l'aide des médias locaux, mais doit aussi faire l'objet d'actions spécifiques d'explication et de sensibilisation.

Enfin, la nécessité d'une pérennité de l'action, c'est-à-dire la prise en compte d'un entretien régulier, doit faire partie de la logique de la démarche. Ce peut être aussi l'occasion de remettre en cause la gestion du système.

2.1. Les moyens préventifs

L'évolution des techniques agricoles et industrielles, l'évolution globale de la société, peut transformer, développer ou arrêter certaines des activités du bassin versant, mais il s'agit dans la majorité des cas de phénomènes ou de décisions dépassant le cadre géographique et administratif du bassin versant.
Toutefois, l'élaboration et l'application de mesures incitatrices ou réglementaires nouvelles peuvent être envisagées, comme action complémentaire aux moyens de lutte contre le comblement du plan d'eau appliqués sur le bassin versant.

D'une manière générale, on distingue deux types d'apports polluants ou nutritifs:

- *les apports ponctuels*, c'est-à-dire localisés géographiquement, comme par exemple un rejet de station d'épuration,
- *les apports diffus* provenant, par exemple, des activités agricoles.

2.1.1. Les apports ponctuels

Ils peuvent être contrôlés soit par une évacuation directe hors du bassin versant (dérivation des effluents), soit par un traitement adapté des eaux, destiné à en limiter ou en annuler la nocivité ou plus généralement les effets (systèmes d'épuration tertiaire, par exemple).

2.1.2. Les apports diffus

Les principales sources potentielles d'apports diffus du bassin versant sont les activités agricoles qui y sont développées.
Il est nécessaire d'engager une réflexion sur la mise en œuvre d'efforts, de modifications des pratiques agricoles destinées à limiter le départ de particules fines entraînées par l'érosion des sols et le lessivage de nutriments.

2.2. Les moyens curatifs

Les tableaux commentés qui suivent sont extraits du tableau récapitulatif placé en annexe V. Ils présentent une compilation d'un large éventail de techniques de restauration des plans d'eau.

Ces techniques ne sont pas toutes adaptées au contexte de l'étude, et il est donc nécessaire d'effectuer un premier tri correspondant aux méthodes applicables au lac de Grand-Lieu, dans la limite des contraintes techniques ou juridiques.

H	METHODE CURATIVE	DRAGAGE
	QUALITE DE L'EAU	Risque d'augmenter la concentration en nutriments par le mélange des sédiments et de l'eau. Le dragage par siccion élimine ce risque.
	SEDIMENTS DE FOND	La libération des nutriments peut être arrêtée si la couche superficielle des sédiments reconstituée est pauvre en nutriments, et si la tecnique de dragage ne permet pas le mélange sédiments-eau et un nouveau dépôt.
	VEGETATION AQUATIQUE	Elimination de la végétation enracinée.
	OBSERVATIONS	Difficulté de choix des zones. Le dragage n'est valable que si la zone considérée ne se réenvase pas.

H: C'est une des solutions envisageable dans le cas de Grand-Lieu, dans la mesure où elle est à la fois techniquement réalisable et d'un moindre dérangement pour les hôtes de la réserve. Enfin, en agissant sur les sédiments, elle traite directement le problème du comblement. Reste posée la question du devenir des produits extraits du lac (voir Chapitre III).

A	METHODE CURATIVE	REMPLACEMENT DE L'EAU
	QUALITE DE L'EAU	Diminution du temps de stagnation de l'eau dans le lac. La qualité de l'eau se rapproche de celle de l'eau affluente. Le mélange des deux réduitl'efficacité de la méthode.
	SEDIMENTS DE FOND	Pas d'effet direct.
	VEGETATION AQUATIQUE	Pas d'effet direct.
	OBSERVATIONS	Exige une bonne qualité et une quantité importante d'eau de renouvellement. Demande également un mécanisme de décharge.
B	METHODE CURATIVE	VIDANGE ET REMPLISSAGE
	QUALITE DE L'EAU	Le remplacement des eaux de basse qualité (vidange) par une eau de haute qualité (remplissage) réduit les effets néfastes du mélange des deux.
	SEDIMENTS DE FOND	Nécessité d'une période assez longue entre les deux opérations pour l'oxydation, la compaction et la stabilisation ou l'enlèvement des sédiments.
	VEGETATION AQUATIQUE	Disparition immédiate des algues, bactéries et virus. Destruction des plantes submergées.
	OBSERVATIONS	Difficile à mettre en œuvre dans les rivières et les lacs alimentés par des sources. Particulièrement efficace dans l'augmentation des peuplements piscicoles à but sportif.
C	METHODE CURATIVE	POMPAGE TRAITEMENT RETOUR
	QUALITE DE L'EAU	La qualité finale de l'eau dépend du procédé de traitement utilisé et de la dilution du mélange quand l'eau traitée est revenue au lac.
	SEDIMENTS DE FOND	Pas d'effet direct.
	VEGETATION AQUATIQUE	Disparition immédiate des algues, bactéries et virus.
	OBSERVATIONS	Le plus grand écartement possible entre les conduites de soutirage et de retour est exigé, afin de minimiser les effets de dilution du mélange.

A, B, C: inapplicables de par les débits importants qu'il faudrait traiter. De plus, la juridiction qui s'applique à la Réserve constitue une limite pour ces techniques.

D	METHODE CURATIVE	INACTIVATION DES ELEMENTS NUTRITIFS PAR ADDITION DE COMPOSES METALLIQUES, DE CENDRES OU D'ARGILES
	QUALITE DE L'EAU	Précipitation ou absorption des phosphates et de quelques composés organiques, augmentation de la transparence. La "désorption" n'a pas été évaluée dans le temps.
	SEDIMENTS DE FOND	Les couches formées sur les sédiments peuvent retarder les effets polluants.
	VEGETATION AQUATIQUE	Formation de flocs avec les algues qui vont ensuite coloniser le fond. L'effet sur les végétaux aquatiques enracinés n'a pas été évalué.
	OBSERVATIONS	Ces réactions dépendent du pH. L'efficacité immédiate dépend du degré de qualité du mélange. Les constituants chimiques des cendres, solubles dans l'eau, peuvent être néfastes à l'écosystème aquatique.
G	METHODE CURATIVE	COUVERTURE DU FOND A L'AIDE DE SABLE OU AUTRE MATERIEL PARTICULAIRE OU FEUILLES PLASTIQUES
	QUALITE DE L'EAU	Pas d'effet direct.
	SEDIMENTS DE FOND	Peut retarder ou éliminer la libération des nutriments par les sédiments.
	VEGETATION AQUATIQUE	Peut avoir des effets indésirables sur la vie benthique.
	OBSERVATIONS	Les effets sur la vie benthique devraient être évaluées. Difficulté de mise en place et de maintenance.

D, G: non envisageables, dans la mesure où ces techniques de traitement des sédiments ne permettent en général pas une inactivation définitive des nutriments et où certains des produits comportent des substances toxiques pouvant créer des risques vis à vis de la qualité actuelle du milieu. La couverture des fonds est une technique réservée à des plans d'eau de faibles dimensions, dont l'artificialisation est compatible avec les objectifs de leur gestion.

E	METHODE CURATIVE	ENLEVEMENT D'ELEMENTS NUTRITIFS PAR CONTROLE DES PLANTES AQUATIQUES
	QUALITE DE L'EAU	Aboutit théoriquement à la diminution de la masse des nutriments dans le lac. Les plantes doivent être enlevées périodiquement afin de prévenir un éventuel retour des nutriments dans l'eau.
	SEDIMENTS DE FOND	Prévention de l'accumulation de sédiments de fond provenant du pourrissement des plantes.
	VEGETATION AQUATIQUE	Prévention de la part de nuisance provenant des plantes contrôlées.
	OBSERVATIONS	Coût annuel relativement élevé. Les espèces contrôlées peuvent avoir des besoins en sels nutritifs relativement forts, mais ne servent plus de nourriture aux autres formes de la vie aquatique.
I	METHODE CURATIVE	CONTROLE CHIMIQUE DES PLANTES AQUATIQUES
	QUALITE DE L'EAU	Les plantes pourrissantes libèrent des éléments nutritifs dans l'eau.
	SEDIMENTS DE FOND	Accumulation de sédiments par addition de plantes mortes. Les éléments toxiques des produits utilisés peuvent être accumulés dans les sédiments.
	VEGETATION AQUATIQUE	Destruction des plantes et/ou des algues.
	OBSERVATIONS	Mesure temporaire. Possibilité d'effets néfastes sur l'écosystème aquatique.
J	METHODE CURATIVE	CONTROLE MECANIQUE DES PLANTES AQUATIQUES
	QUALITE DE L'EAU	Diminution théorique du budget en éléments nutritifs du lac.
	SEDIMENTS DE FOND	Une libération accrue des nutriments peut se produire si les nutriments sont remués.
	VEGETATION AQUATIQUE	Soulagement immédiat mais temporaire du problème des plantes aquatiques.
	OBSERVATIONS	Méthode efficace du point de vue diminution du budget en nutriments. Doivent être pris en considération les problèmes de dépôts des végétaux coupés et la constance de ce travail.
K	METHODE CURATIVE	CONTROLE BIOLOGIQUE DES PLANTES AQUATIQUES
	QUALITE DE L'EAU	Pas d'effet direct.
	SEDIMENTS DE FOND	Pas d'effet direct.
	VEGETATION AQUATIQUE	Introduction d'espèces sélectionnées en vue de la réduction des espèces à contrôler.
	OBSERVATIONS	Relativement peu coûteux, aisé à appliquer. Les espèces introduites doivent être choisies avec soin, il existe de grands risques d'effets secondaires indésirables (surpopulation).
L	METHODE CURATIVE	CONTROLE PHYSIQUE DES PLANTES AQUATIQUES
	QUALITE DE L'EAU	Les techniques laser permettent la libération complète des nutriments par les plantes pourrissant dans l'eau, à moins que les plantes ne soient retirées du plan d'eau.
	SEDIMENTS DE FOND	Risque d'accumulation de sédiments provenant du pourrissement des plantes, si elles ne sont pas retirées du plan d'eau.
	VEGETATION AQUATIQUE	Retirer les plantes: elles se désèchent et meurent. Elles peuvent être tuées par l'irradiation laser. Le contrôle des algues par concentration de la lumière solaire a été suggéré.
	OBSERVATIONS	L'irradiation doit être répétée, elle n'a pas d'effet sur la reproduction des plantes tant que la mort n'est pas effective. Des traitements par laser de la végétation submergée ont été entrepris.

E, I, J, K, L: Le contrôle des plantes aquatiques est à envisager avec diverses réserves liées à la surface importante d'herbiers, le fonctionnement particulier des nupharaies et l'évolution relative des diverses espèces représentées sur le plan d'eau. Sans oublier là encore la protection floristique qu'impose la Réserve.

La seule technique qui paraisse utilisable parmi ces diverses possibilités est le contrôle mécanique qui doit alors être conçu comme une moisson, c'est à dire coupe et récolte des plantes, de manière à diminuer la quantité de matières organiques restant dans le lac.

Chaque espèce ayant sa place dans l'équilibre écologique du lac, une grande prudence s'impose dans un tel contrôle, qui pourrait induire des déplacements de cet équilibre et aboutir même à l'extinction d'une espèce, ou l'invasion du milieu par une autre. Ainsi la disparition du jonc des

tonneliers, sans doute imputable à l'action des ragondins, a permis le développement excessif du nénuphar, dont la biomasse végétale contribue en grande partie à l'accélération du processus de comblement. La régression du nénuphar entraînerait à son tour le développement d'une ou de plusieurs autres espèces, dont éventuellement des algues planctoniques.

Le contrôle des plantes peut donc aussi s'envisager à partir de l'élévation du niveau de l'eau du lac, mais la concurrence macrophytes/microphytes que l'on peut observer dans tous les écosystèmes aquatiques doit être un élément d'équilibre du milieu à prendre en compte impérativement.

F	METHODE CURATIVE	OXYGENATION ET DESTRATIFICATION PAR POMPES, DIFFUSEUR D'AIR ET SYSTEME D'OXYGENATION
	QUALITE DE L'EAU	La déstratification entraîne surtout une amélioration de la qualité de l'eau par le mélange des eaux de l'hypo- et de l'épilimnion.
	SEDIMENTS DE FOND	Cette technique permet de retarder les effets polluants des sédiments de fond en maintenant des conditions aérobies dans l'hypolimnion.
	VEGETATION AQUATIQUE	La déstratification est capable de réduire les concentration algales.
	OBSERVATIONS	Réalisation à l'aide de pompes mécaniques, ou à air comprimé ou air diffusé, ou de systèmes d'oxygénateurs. Le maintien de la déstratification nécessite des opérations presque continuelles.

F: inapplicable de par les faibles profondeurs du lac, et donc du mélange des eaux qui en résulte.

D'autres techniques de lutte contre le comblement jouant sur la modification du niveau des eaux peuvent être citées:

- mise en "à-sec" destinée à accélérer la minéralisation des sédiments organiques. Compte tenu de l'ensemble des usages et des objectifs du lac, ce n'est pas envisageable.

- élévation du niveau des eaux, sur tout l'année ou pendant la période printanière. Il s'agit d'une des solutions déjà largement discutée. Elle permettrait un certain contrôle du développement des macrophytes. A titre d'exemple, une crue printanière en 1981 avait tenu le niveau du lac de 0,70 m plus haut jusqu'en mai: la productivité des végétaux aquatiques en avait été de 35% inférieure à celle des autres années.
Elle fait partie des solutions envisageables pour le lac.

Enfin la gestion de la zone des prairies inondables est peut-être à revoir. L'exemple de Réserves Naturelles comme celle du marais Vernier dans l'Eure, ou celle du marais de Bruges en Gironde, montre que la mise en pâture extensive de ces régions peut devenir une solution face à la végétalisation et à l'uniformisation du milieu.

Il faut encore avoir en mémoire qu'un écosystème présente toujours une inertie, et que le milieu a donc un temps de latence plus ou moins long avant de réagir à un traitement.

3. DES ELEMENTS DE REPONSES POUR LE CAS DE GRAND-LIEU

Les techniques de restauration d'un plan d'eau sont déterminées d'abord par les caractéristiques du milieu, puis par les objectifs de qualité fixés au départ, étroitement liés aux besoins humains.
Les choix techniques devront enfin passer par une analyse des coûts et par une estimation des impacts que ces techniques vont engendrer sur le milieu lui-même, son bassin versant ou les activités qui lui sont inhérentes.

A l'heure actuelle, compte tenu des divers éléments de réflexion en notre possession, les possibilités de moyens techniques de sauvegarde du lac qui nous semblent envisageables sont les suivantes.

3.1. Prévenir: la gestion du bassin versant

Il faut ici rappeler que, bien que les apports solides du bassin versant ne soient pas très importants, il n'en est pas de même pour les éléments dissous (azote et surtout phosphore). Ces apports favorisent le développement végétal et participent au comblement du lac. C'est pourquoi il convient d'engager des actions pour aboutir à une limitation des apports ponctuels par des traitements appropriés, et des apports diffus en induisant certaines modifications des pratiques agricoles sur l'ensemble du bassin versant.

La dégradation des milieux aquatiques constatée dans de nombreuses régions met cette gestion globale des bassins versants de plus en plus à l'ordre du jour: pourquoi ne pas mettre en place sur le bassin versant du lac de Grand-Lieu une telle gestion? La création d'une collectivité territoriale telle qu'un syndicat intercommunal couvrant l'ensemble du bassin versant pourrait s'avérer nécessaire pour que cette nouvelle gestion puisse être fonctionnelle au niveau de l'unité écologique.

Ainsi, les modalités de réduction des apports pourraient prendre place dans un plan de gestion global définissant à la fois les techniques et les financements. Ce fût l'objet du "*contrat de lac*" mis en place en 1987 sur le lac de Parentis-Biscarrosse dans le département des Landes. Signé par le SIVOM des Cantons du Pays de Born, l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, le Département des Landes, le Ministère de l'Environnement et la Région Aquitaine, cet accord (le premier et le seul connu en France) avait pour ambition d'enrayer la dégradation et l'eutrophisation de ce lac, et de restaurer la qualité de ses eaux.

Les travaux, planifiés sur cinq ans, se sont organisés autour de 6 sous-programmes complémentaires, permettant de s'intéresser tout à la fois à l'aménagement des cours d'eau du bassin versant, aux pollutions domestiques, à la gestion du lac lui-même, aux actions curatives à entreprendre et au suivi de la qualité des eaux à effectuer.

Bien que le lac soit le point central du programme, il a été indispensable de mener la réflexion sur la totalité du bassin versant. Le lac de Parentis fait en effet partie intégrante d'un ensemble hydraulique constitué d'une succession de lacs, étangs et marais pour la plupart reliés entre eux.

Aujourd'hui le contrat se termine, mais quatre groupes de travail se proposent d'ores et déjà de réfléchir à sa poursuite, afin de terminer les opérations prévues qui n'ont pu être engagées, et de poursuivre l'effort au niveau des pollutions diffuses ou accidentelles, de l'information et de la gestion de la qualité des eaux. Le contrat aura duré sur 5 ans, mais la réalisation pratique des opérations ne s'est pas immédiatement mise en place. L'inertie du système écologique et son état de dégradation initial important font de plus que la situation du lac de Biscarrosse ne s'est pas encore notablement améliorée. Les premiers résultats risquent même de se faire sentir dans plusieurs dizaines d'années seulement.

Malgré cela, cet exemple intéressant de partenariat et de prise en compte d'une unité écologique importante peut constituer une piste à suivre dans le cas de Grand-Lieu. La démarche est technique et financière; elle intègre à la fois le temps et l'espace.

Toutefois une action sur le lac à l'échelle du bassin versant prend le risque que les habitants éloignés ne se sentent pas directement concernés par la question. D'autre part, c'est une action à long terme, qui n'est pas immédiatement observable. Ce temps de latence, liée à l'inertie propre du milieu, se compte en années, voire en décennies, ce qui n'est en général pas jugé très satisfaisant par de nombreux usagers du milieu. L'information du public déjà citée comme une nécessité d'accompagnement des opérations de sauvegarde prend donc ici une grande importance: elle a été un point essentiel de l'action sur le lac de Parentis, et constitue même la base de réflexion d'un groupe de travail du programme.

3.2. Restaurer: des actions ponctuelles et sectorielles

Cette phase indispensable qui agit sur les effets directement perceptibles du comblement constitue la plupart du temps aux yeux du public la seule phase efficace, car le résultat se fait sentir immédiatement. Pourtant, elle n'est rien sans l'action préventive, qui agit sur les causes elles-mêmes au niveau du bassin versant, et sans un entretien indispensable à sa pérennité, nous en parlerons ultérieurement.

3.2.1. Contrôle de la végétation

Le lac de Grand-Lieu héberge des peuplements végétaux et animaux importants. Les plantes sont les éléments les plus visibles de la disparition du plan d'eau, il convient donc d'en assurer une meilleure gestion.

Une élévation de niveau telle qu'elle a déjà été envisagée est capable de le faire: elle aura sans aucun doute un net effet de ralentissement du développement des macrophytes, et donc de leur production de matières. Parmi les options discutées, la plus petite, c'est-à-dire celle qui correspondait à une élévation d'une cinquantaine de centimètres en début d'année, aurait déjà un effet non négligeable.

Des expériences similaires effectuées sur le lac Tämnaren en Suède ont montré l'efficacité de cette technique (voir en annexe V, [WALLSTEN 89]). Aussi doit-elle être abordée avec certaines réserves et précautions, en raison des impacts et des réactions du milieu peut-être irréversibles qu'elle pourrait entraîner.

Il est aussi envisageable de recourir à une moisson des macrophytes sur le lac (coupe et récolte) qui permettrait de retirer de grandes capacités de matières organiques. Cette "*moisson aquatique*" est en général réalisée à l'aide d'engins comportants des barres de coupe et des tapis roulants extracteurs. De tels moissonneurs peuvent traiter 1 à 2 hectares par jour, à condition que des barges de transfert des plantes récoltées soient disponibles sur le site et se chargent du transbordement entre le secteur traité et la zone de dépôt temporaire sur la rive. Les plantes ainsi récoltées peuvent être compostées ou utilisées comme engrais vert.

Mais le faucardage est une solution de longue haleine compte tenu des à superficies à couvrir, et qui s'avérera sans doute délicate en raison de la résistance attendue des nénuphars. De plus, c'est un travail à renouveler au moins annuellement, car les végétaux repoussent rapidement.

Mais dans ces deux cas, une attention particulière devra être portée aux phénomènes de compétition entre les diverses formes de producteurs primaires (algues planctoniques et macrophytes) dans ce lac eutrophe. En effet la limitation des macrophytes pourrait avoir pour conséquence de favoriser des proliférations d'algues par la diminution de consommation des nutriments du milieu. Cet aspect a déjà été soulevé précédemment, mais mérite que l'on s'y attarde car parmi des algues susceptibles de se développer, certaines peuvent être nuisibles pour des utilisations particulières du milieu. Dans le contexte du lac, ce pourrait être le cas des algues cyanophycées récemment observées.

3.2.2. Extraction des sédiments

Principalement d'origine endogène, les sédiments restent un des problèmes les plus importants du lac de Grand-Lieu. Il semble logique qu'il faille, pour au moins stabiliser la situation, envisager de retirer la production annuelle, voire plus, et ce de façon régulière.

La première démarche a donc consisté à cerner cette production de sédiments, et les zones de dépôt concernées, ainsi que leur nature. Les résultats nous ont été donnés par le CEMAGREF de Lyon (voir le paragraphe 2.4.2.).

Rappelons que les analyses des sédiments ont montré qu'une grande part d'entre eux sont très organiques: ils contiennent plus de 15% de matières organiques dans toute la partie Ouest du plan d'eau. De plus, des quantités très importantes de nutriments sous forme soluble sont contenues dans les eaux interstitielles de ces sédiments (phosphore surtout). Un dragage peut donc permettre de diminuer, à terme, les quantités de nutriments stockées dans le lac.

Compte tenu de la superficie très importante du lac, il ne semble pas envisageable de traiter par dragage toute la surface du plan d'eau. De plus, les sédiments de la partie Est sont nettement moins organiques et donc *a priori* moins intéressants dans l'optique d'une action sur le bilan nutritif.

L'étude de la sédimentation dans le lac semble désigner l'Ouest du lac comme étant le secteur où la sédimentation est maximale. L'extraction des sédiments dans ces endroits présenterait un

double avantage, technique (la tranche d'eau les recouvrant y est en effet moins importante) et économique (la rive est plus proche).

Parmi les techniques d'extraction des sédiments, celle qui occasionne le moins de désordres vis-à-vis du milieu est la drague suceuse, bien adaptée aux milieux peu profonds. Elle a d'autres avantages, comme ceux par exemple d'être silencieuse, d'aspirer le sédiment sans le remettre en suspension, ou de pouvoir fonctionner grâce à des pompes-relais avec une station de traitement située jusqu'à 3 000 m du chantier. Autant de précautions qui rendent cette technique compatible avec les impératifs de protection de la Réserve.

Dragage ou dévasage, les techniques d'enlèvement des sédiments ne posent actuellement plus aucune difficulté matérielle, mais leurs principales limitations, autres que financières (limitation touchant *a priori* toutes les solutions), sont le devenir des produits extraits: des quantités très importantes de mélange eau/sédiment enlevées du milieu devront être évacuées vers l'aval ou déposées sur des sites adaptés à cet effet.

On peut citer à titre d'exemple le cas des étangs landais, sur lequel nous reviendrons dans le troisième chapitre. Pour lutter contre leur envasement, le département des Landes, par l'intermédiaire d'un syndicat mixte "*Géolandes*", a lancé depuis quelques années une opération de dragage de certains d'entre eux, l'objectif consistant à rétablir une profondeur moyenne suffisante pour sauvegarder la vie aquatique et les activités de loisirs nautiques. L'opération, en cours sur les étangs de Léon et Souston, a jusqu'à présent montré entière satisfaction dans sa phase technique. Les produits extraits font quant à eux l'objet d'une étude de l'INRA de Bordeaux en vue d'une revalorisation, sous forme d'amendement agricole, de remblai, ou encore de mélanges de type "*terre végétale*" pour les jardins publics ou particuliers.

Les premiers résultats de cette opération seront exposés en exemple dans le chapitre suivant. On peut déjà remarquer que la teneur en matières organiques relativement élevée des sédiments du lac de Grand-Lieu pourrait sans doute aussi en permettre un éventuel recyclage dans diverses utilisations agricoles ou para-agricoles telles que terres végétales ou supports de culture.

Des techniques de traitement du mélange extrait, par floculation et filtre-presse par exemple, permettent de limiter l'emprise des installations de dépôt et procurent un sédiment pelletable et plus facilement transportable. Il s'agit de techniques déjà testées dans quelques situations, qui permettent en outre de réduire les coûts du dragage. L'examen de cette potentialité est un préalable au choix de l'emploi effectif du dragage, aussi avons-nous mis en place un test qui fait l'objet du chapitre suivant.

Si cette solution de recyclage semble techniquement viable et si le marché local ou régional de ce type de produits est demandeur, des choix ultérieurs devront être faits qui porteront donc sur les sites d'extractions (sans doute dans la partie Ouest du lac), et sur les quantités, les profondeurs et la périodicité éventuelle des opérations.

Ainsi, le devenir (dépôt, possible recyclage) des sous-produits éventuels des opérations de lutte contre le comblement fait-il entièrement partie des éléments des choix techniques. Une part de travail d'analyse de la situation concernera donc les possibilités de transport, de stockage et de réutilisation (locale ou plus éloignée) de ces produits.

La solution de chasses de sédiments à proximité de l'exutoire du lac dans un objectif d'entraînement des produits vers l'aval a été proposée par quelques personnes. Elle nous semble cependant présenter des possibilités limitées, car ces vases organiques ont en général une cohésion importante et, de ce fait, sont assez peu entraînables par les gammes de vitesses de courant que de telles chasses hydrauliques peuvent engendrer. L'influence de cet entraînement se ferait donc probablement sentir sur des superficies réduites du plan d'eau.

3.3. Entretenir: vers une protection dynamique du site

L'abandon progressif des prairies inondables et des marais autour du lac de Grand-Lieu est un phénomène connu de nombreuses régions de marais: mauvaise portance du sol, période d'utilisation limitée dans l'année, difficulté d'accès et éloignement des centres d'exploitation en sont autant de motifs.

Or l'abandon de ces zones conduit inexorablement au boisement. Outre la dépréciation agronomique qui en résulte, l'évolution vers le stade boisé amène à moyen terme l'écosystème à se dégrader, à s'appauvrir et se banaliser. C'est ce qui semble se produire autour du lac, et le manque ou l'absence d'entretien des parcelles aujourd'hui abandonnées ou dont la vocation est devenue exclusivement la chasse constitue aussi un élément d'accélération du comblement du lac.

L'exploitation extensive de ces zones de marais apparaît être une solution pour enrayer l'évolution du milieu. Il a en effet été constaté que la mise en pâture permettait dans un premier temps de bloquer le processus d'abandon, et dans un second, de restaurer la valeur biologique du site à travers sa diversité floristique et faunistique.

Ce type d'expérience a été réalisée pour la première fois dans le Marais Vernier, situé au creux de la dernière boucle de la Seine dans l'Eure, où elle a montré entière satisfaction [LECOMTE 87]. A la suite de son acquisition pour y instaurer une Réserve Naturelle, il est en effet apparu très vite que son intérêt biocénotique régressait fortement du fait de l'abandon et du boisement des parcelles, et que la diversité des biocénoses était indubitablement liée à l'utilisation annuelle de la productivité primaire.

Une gestion, toute nouvelle à cette époque, a donc été imaginée et mise en place sur la Réserve, basée sur le pâturage extensif (les animaux doivent pouvoir trouver à se nourrir sur place toute l'année). Depuis, d'autres Réserves, d'autres milieux ont suivi l'exemple et bénéficié de l'expérience (citons à proximité de Bordeaux la Réserve de Bruges).

Faute de trouver des espèces sauvages encore existantes, ce sont la plupart du temps des races domestiques archaïques et rustiques qui ont été utilisées, ne nécessitant que très peu de soins et d'attentions par rapport à leurs cousines plus sophistiquées de l'exploitation intensive. Ainsi dans le marais Vernier, le cheval camarguais et le bœuf d'Ecosse ou *highland cattle* ont été retenus pour leur légèreté, et leur adaptation au milieu humide toute l'année. La Réserve de Bruges accueille quant à elle le poney des Landes et la race bovine locale des *casta*, dont il ne restait que très peu de têtes.

Dans aucun des cas il ne s'est agit de rechercher à tout prix le rendement en viande comme c'est le cas de l'élevage intensif, mais de gérer une zone sensible au moindre coût. Le travail et l'attention nécessaires s'en sont donc trouvés amoindris, ce qui n'a pas empêché les animaux de se reproduire, en même temps que ce type de gestion s'étendait à un territoire plus vaste, au-delà du cadre de la Réserve. Et là, c'est au contexte de Grand-Lieu auquel nous pensons.

La Réserve Naturelle ne possède qu'une faible étendue de prairies, mais la réserve libre des chasseurs a semble-t-il déjà envisagé la question, ayant acheté en 1987 deux chevaux camarguais. A notre connaissance pourtant, l'essai serait actuellement abandonné.

Il faut insister sur le problème des charges pesant sur les zones de marais, problème déjà mentionné précédemment. En matière d'impôt foncier en effet, il faut savoir que la taxation d'un hectare de marais est comparable à celle d'une terre de labour de catégorie inférieure, alors que le potentiel de ressources y est moindre [BORDET 88]. L'expérience de gestion extensive avait été menée à Grand-Lieu avec le concours d'un exploitant agricole, il se sera sans doute retiré de l'affaire pour ces simples raisons économiques et fiscales. Il est quand même dommage de ne pouvoir concilier ainsi les objectifs des agriculteurs et ceux des protecteurs de l'environnement, alors que protection du paysage et des biotopes et élevage extensif semblent, nous l'avons vu, si proches. Le seul vrai problème, et il reste de taille pour l'exploitant agricole, est plus économique que psychologique.

Le règlement n° 1760/87/CEE du 15 juin 1987 prévoit dans son article 19 que "*en vue de contribuer à l'introduction ou au maintien des pratiques de production agricole qui soient compatibles avec les exigences de la protection de l'environnement et des ressources naturelles ou avec les exigences du maintien de l'espace naturel et du paysage, et de contribuer ainsi à l'adaptation et à l'orientation des productions agricoles...*", une subvention de 100 Ecus par hectare pourrait être annuellement accordée à chaque agriculteur s'engageant dans une telle voie. Pour beaucoup d'acteurs à Grand-Lieu, cet article serait un peu la solution miracle attendue pour débloquer la situation: il arriverait de façon providentielle pour **dédommager** les exploitants d'une hypothétique élévation du niveau d'eau du lac, submergeant leurs prairies

certes, mais dans le seul but de "*sauver le lac*"... Mais ces pratiques de compensation semblent cependant peu habituelles en France [BARRAQUE 90].

Sans vouloir en débattre plus avant, il est pour nous évident que cet article se pose surtout comme une solution envisageable pour développer dans cette zone fragile et d'un intérêt stratégique certain pour la survie du lac une forme de gestion qui a déjà fait ses preuves.

4. SYNTHESE ET REMARQUES COMPLEMENTAIRES

Il semble désormais illusoire de n'envisager qu'une seule solution pour lutter contre le comblement du lac de Grand-Lieu, qui a derrière lui tout un passé d'envasement. C'est en agissant tout à la fois sur les causes (le bassin versant) et sur les conséquences du comblement (les sédiments, les végétaux), et en incluant au facteur spatial le facteur temporel de la durée, c'est-à-dire l'entretien, que la question du lac pourra être abordée. L'un sans l'autre ne pourrait aboutir à une gestion viable à l'échelle du problème.

Il paraît donc nécessaire de mettre en place une organisation permettant d'assurer la compatibilité et la complémentarité des techniques de sauvegarde du plan d'eau, c'est-à-dire prévenir et traiter le problème dans le lac, et assurer la permanence des effets bénéfiques de la prévention et des travaux d'aménagement. Les impacts de l'ensemble de ces techniques doivent également être analysés, afin d'en déterminer les risques pour la pérennité de la qualité écologique de la Réserve Naturelle.

Il s'agit d'une œuvre à moyen et long terme nécessitant des réflexion de fond sur le devenir du milieu et intégrant l'ensemble des parties prenantes.

Parallèlement, et pour revenir sur une des solutions les plus débattues, l'élévation du niveau des eaux du lac apparaît dans son principe comme une "*solution*" face à la perte de profondeur à la fois trop simpliste et totalement dénuée d'une vision à long terme. Ce n'est en fait que masquer le problème de fond et repousser le moment de la décision, mais on comprend aussi aisément après avoir examiné le contexte socio-politique local que l'enjeu de la gestion de l'eau autour du lac n'est pas limité à la seule profondeur de celui-ci.

Cette élévation aurait pour conséquence en matière hydraulique de diminuer la capacité de rétention et d'écrêtement des crues du lac: les données fournies par l'étude hydraulique et hydrologique devraient permettre de déterminer la nature et l'ampleur des risques encourus par les habitants de la zone aval du lac.

En outre un niveau plus haut signifie un probable transfert dans la colonisation végétale du milieu des macrophytes aux microphytes, nous en avons parlé. Mais tous les calculs du CEMAGREF de Lyon qui désignent la cote 2,30 m Buzay comme cote optimale intègrent une certaine évapotranspiration qu'il serait alors légitime de remettre en question, car de cause à effet l'élévation du niveau, si elle entraîne une modification dans la structure végétale du milieu, induira aussi par là une variation de l'évapotranspiration estivale. Les risques provoqués par une hypothétique crue s'en trouvent augmentés.

Vis-à-vis des agriculteurs, il est d'autre part permis de s'interroger sur le devenir écologique du plateau de Saint-Lumine s'il se trouve plus de 6 mois sous l'eau: le foin poussera-t-il, et quelle en sera sa valeur fourragère? Certains décideurs hésitent sur la procédure à suivre dans ce cas: acheter les terrains agricoles, dédommager les exploitants...

La quantité d'eau stockée dans le lac pourrait sans doute permettre de satisfaire les besoins exprimés par l'agriculture en aval, mais il reste à déterminer aussi la compatibilité en terme de calendrier du stockage permis par cette élévation de niveau et des besoins en eau d'irrigation.

Il faut enfin rappeler que la gestion des niveaux d'eau est actuellement encadrée par un décret préfectoral, dont nous avons vu dans la première partie l'ancienneté, l'inadéquation actuelle, mais aussi la force et la pérennité.

Les agriculteurs du pourtour du lac sont les seuls de tous les acteurs à vouloir garder le même niveau d'eau sur le lac. Même s'ils sont peu nombreux, ils sont agriculteurs et l'agriculture constitue de nos jours un lobby important. Il semble donc peu probable, dans le contexte économique et social actuel, que le décret soit modifié, sauf peut-être s'il est envisagé quelques dédom-

magements ou compensations, financières ou autres. C'est un peu dans cette voie que l'Union voudrait pouvoir s'engager auprès de l'Etat, au nom des exploitants des prairies qu'elle défend, mais dont elle ne partage pas du tout les motivations. La crise est très proche, à la fois dans la remise en question d'une agriculture à deux vitesses, et dans la sempiternelle question du partage de l'eau.

Le pouvoir de décision du sort de Grand-Lieu est peut-être bien actuellement entre les mains des agriculteurs.

Chapitre III

Test de faisabilité de valorisation agricole des sédiments du lac

1. INTRODUCTION

Parmi les différentes techniques de restauration des lacs, celle de l'extraction pose comme principale difficulté le devenir des sédiments extraits.

De plus en plus désormais, pour que l'opération de réhabilitation du milieu soit rentable et "écologique", il apparaît indispensable de se préoccuper plus largement des déchets produits, et donc d'intégrer le curage dans une intervention plus complète comprenant le curage bien sûr, mais aussi le traitement des sédiments sur le site, et un recyclage ultérieur de ces sédiments.

L'exemple déjà cité des étangs landais abonde dans ce sens. Compte tenu de l'importance de la quantité de matériau à extraire d'une part, et de sa teneur élevée en matières organiques d'autre part, il s'est en effet rapidement avéré intéressant d'envisager son recyclage et sa valorisation. Le CEMAGREF de Bordeaux et l'INRA participent au suivi des dragages et de la valorisation agronomique des vases actuellement en cours. L'ensemble du procédé semble déjà être tout-à-fait fonctionnel.

Le contexte de Grand-Lieu est sans doute différent - contexte physique du lac et de ses sédiments, ou contexte économique et agricole local.

Il est évident qu'une analyse préalable des besoins en matière organique des productions maraîchères proches, par exemple, permettrait de définir d'éventuelles utilisations. Mais en avant-première, il s'est avéré intéressant de tester, dans le cadre de cette étude, les effets d'apports croissants de sédiments du lac sur les caractéristiques physico-chimiques d'un sol sableux local, et sur des cultures expérimentales en milieu contrôlé.

L'expérimentation a été effectué au CEMAGREF de Bordeaux, avec le concours précieux de D. Plenet de l'INRA, qui nous a conseillé et aidé dans la mise en œuvre du protocole expérimental, ainsi que dans l'interprétation statistique des résultats.

2. CONDITIONS EXPERIMENTALES

L'expérimentation a porté sur l'adjonction en quantités croissantes des sédiments à un sol prélevé près du lac de Grand-Lieu, de manière à définir en vases de végétation les mélanges les plus performants.

Dans un premier temps, nous définirons les caractéristiques initiales des matériaux employés, ainsi que la méthode de travail. Les résultats et les limites du test seront commentés dans une seconde partie.

2.1. Caractéristiques physico-chimiques des éléments des mélanges

Les sédiments avaient déjà fait l'objet d'analyses dans le cadre du programme d'étude global sur le lac (CEMAGREF de Lyon), mais les recherches n'ayant pas la même finalité, il convenait de procéder à des analyses plus spécifiquement agronomiques. La terre de référence utilisée dans les mélanges a subi les mêmes analyses.

La figure 9 présente une synthèse des résultats.

2.1.1. Les sédiments

Les sédiments employés dans le test proviennent du mélange d'une dizaine d'échantillons prélevés dans la partie Ouest du lac en septembre 1990 lors de la campagne de terrain du CEMAGREF.

Type d'analyse	sédiments	sol de référence
Granulométrie (g/kg)		
< 2 µ (argiles)	265	61
2 à 20 µ (limons fins)	238	40
20 à 50 µ (limons grossiers)	234	16
0,005 à 0,2 mm (sables fins)	77	110
0,2 à 2 mm (sables grossiers)	2	761
Humidité équivalente (g/kg)	435	60
Acidité		
pH eau	6,35	6,6
pH KCl (N)	6	5,9
Matières organiques		
carbone organique (g/kg)	92,2	5,9
matière organique (carb.) (g/kg)	184,4	11,8
azote total (g/kg)	5,44	0,47
rapport C/N	17	12,6
Acide phosphorique assimilable		
P2O5 Olsen (g/kg)	0,078	0,117
Capacité d'échange des cations		
C. E. C. Metson (T meq ‰)	218	20
Bases échangeables (g/kg)		
potasse (K)	0,42	0,15
magnésie (Mg)	0,57	0,04
sodium (Na)	0,54	0,01
chaux (Ca)	2,6	0,71
Oligo-éléments (g/100g)		
bore (mg/kg)	5	0,11
zinc (E. D. T. A.) (mg/kg)	49,6	2,9
cuivre (E. D. T. A.) (mg/kg)	16,6	2,6
manganèse (E. D. T. A.) (mg/kg)	144	103,6
Anions-cations		
chlore (soluble eau) (Cl mg/kg)	608,2	3,1
soufre (soluble) (S mg/kg)	807,2	2

Figure 9. Synthèse des analyses physico-chimiques des composants des mélanges (présentées de façon plus détaillée en annexe VI).

Les sédiments ont été analysés par des laboratoires différents, en fonction de la nature et de la spécificité de la demande:

- le Laboratoire d'analyses et de conseils agronomiques de la Chambre d'Agriculture à Blanquefort (33) pour la majorité des analyses,
- le Laboratoire d'analyses des sols de l'INRA à Arras pour les déterminations plus spécifiques (capacité de rétention en eau, acide phosphorique Olsen),
- le Laboratoire de chimie du CEMAGREF de Bordeaux pour les métaux lourds.

Les résultats des analyses (présentés en annexe VI dans leur totalité) mettent en évidences plusieurs points caractéristiques, et notamment la finesse du matériau.

		Total
argiles (< 2 µm)	26,5%	26,5%
limons fins (2 à 20 µm)	23,8%	
limons grossiers (20 à 50 µm)	23,4%	47,2%
sables fins (0,05 à 0,2 mm)	7,7%	
sables grossiers (0,2 à 2 mm)	2 %	9,7%

Figure 10. Analyse granulométrique des sédiments.

Il faut souligner, nous y reviendrons, que le sédiment avait été préalablement préparé et tamisé à 2 mm.

Nous savions déjà avant de lancer le test que le sédiment de Grand-Lieu avait une teneur élevée en matière organique. L'examen du rapport C/N = 17 indique que cette dernière est de plus assez évoluée. Cette forte teneur en matière organique ainsi que celle en argile explique une forte capacité de rétention en eau du sédiment.

D'autre part, les vases sont généralement susceptibles d'évoluer et de s'oxyder en passant d'un milieu anaérobie à un milieu aérobie lors de l'extraction. Il en résulte alors une acidification mise en évidence par le pH.
Si c'est le cas ici, bien que les sédiments extraits en septembre aient été conservés fermé hermétiquement et placés au réfrigérateur jusqu'en mars avant analyse, le pH de 6,5 montre qu'ils devaient être très peu acides déjà au départ.

On note dans la figure 9 que la teneur en phosphore est assez faible, tandis que les teneurs en magnésium et en potassium sont élevées.

Le milieu est bien neutralisé, comme le montre la figure 11.

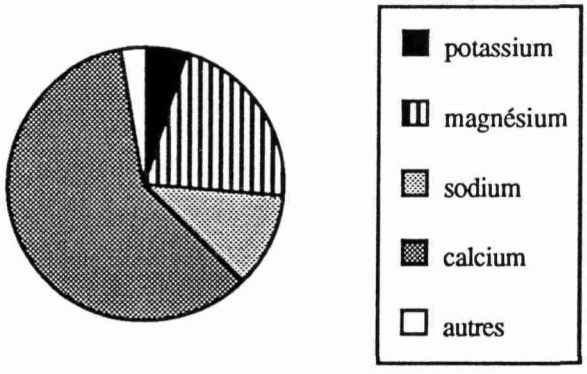


Figure 11. Répartition des bases échangeables dans les sédiments en % CEC.

Pour les autres caractéristiques chimiques, seuls le sodium, les sulfates et les chlorures attirent notre attention par leurs teneurs particulièrement élevées:
- la teneur en sodium représente plus de 10% de la capacité d'échange des cations (CEC),
- le seuil de toxicité des chlorures est situé aux alentours de 100 ppm, l'échantillon analysé en titre 608. Il se peut très bien que ces teneurs élevées en chlorures proviennent d'anciens apports d'eau marines qu'aurait connu le lac depuis sa formation.

En revanche, hormis le bore et le cobalt, la plupart des métaux lourds n'ont pas de teneurs particulièrement élevées. Par ailleurs, ces deux éléments ont de fortes teneurs, mais celles-ci ne dépassent quand même pas le seuil maximal autorisé par la norme AFNOR U 44-041 (août 1975) pour l'épandage de boues de station d'épuration, ou la norme 44-051 (juin 85) pour l'amendement organique (voir figure 12).

Eléments	Sédiments	NORMES AFNOR		
		U 44-041		44-051
		Août 1975	1985	Juin 85
Cadmium	0,6	15	20	40
Cobalt	13,9	20	-	-
Crome	12,8	200	1000	2000
Cuivre	30,8	1500	1000	2000
Manganèse	292	500	-	-
Mercure	0,034	8	10	20
Nickel	35,7	100	200	400
Plomb	34,6	300	800	1600
Zinc	87,2	3000	3000	6000
% mat. org.	22,00%			

toutes les valeurs sont exprimées en mg/kg sec

Figure 12. Teneur des sédiments en éléments pouvant présenter un caractère toxique. Comparaison avec les normes AFNOR.

La norme AFNOR U 44-041 sous la dénomination "*boues des ouvrages de traitement des eaux usées urbaines. Dénomination et spécification*" présente la réglementation concernant les caractéristiques des boues en vue d'un usage agricole.

Cette norme précise les termes qu'il est indispensable de connaître, notamment les teneurs en éléments traces. Ces teneurs ont varié en 10 ans, mais celles mesurées dans les sédiments sont toujours inférieures.

Il faut de plus que la somme (Cr + Cu + Ni + Zn) soit < 4 000 mg/kg de matière sèche, ce qui est ici largement le cas.

En conclusion, les sédiments analysés ne semblent pas présenter d'éléments agronomiques défavorables pour un tel essai, *a priori*. Leur valorisation ne devrait donc poser aucun problème particulier vis-à-vis de l'environnement, si l'on exclut les chlorures du sédiments.

2.1.2. Le sol de référence

Le sol a été prélevé début avril 1991 dans un champ des environs de Machecoul. Il s'agit d'un sol "*moyen*" (entre sableux et argileux) assez représentatif des terrains cultivés par les maraîchers sur le pourtour du lac. La parcelle d'où il a été prélevé n'avait pas été cultivée depuis quelques années, elle n'avait donc pas reçu d'engrais ou de pesticide depuis ce temps.

Les analyses granulométriques montrent qu'il s'agit d'un sol dit "*sableux*": 6,1% d'argiles, 5,6% de limons totaux, 11% de sables fins et **76,1%** de sables grossiers (le sol avait aussi été tamisé à 2 mm).

Bien qu'il soit bien pourvu en éléments nutritifs, le simple constat de la granulométrie est que ceux-ci, avec un tel type de sol, sont rapidement lessivés. Il faut donc compenser le phénomène par des apports réguliers de matières organiques: c'est ce qui se produit déjà dans les cultures maraîchères de Machecoul, pour lesquelles divers amendements ou autres composts sont épandus chaque année.

Ceci augure d'une potentialité de marché pour le recyclage des sédiments.

2.2. Espèce végétale testée

Choisie sur conseil de D. Plenet de l'INRA, il s'agit du **Ray grass d'Italie** (variété DELTOP).

Espèce se prêtant bien à des tests biologiques, le Ray grass est une des espèces les plus fréquemment utilisées comme plante test en culture en pot de végétation. Sa croissance rapide permet plusieurs coupes dans un temps très court (ce qui était nécessaire dans le cadre d'un DEA), ce qui rend possible une étude de l'évolution des effets d'un produit dans le temps.

En outre, cette espèce est bien connue, et une abondante bibliographie est disponible sur son comportement.

Enfin, il s'agit d'une des espèces utilisées par l'INRA pour tester les sédiments des étangs landais. Un nouveau test dans des conditions différentes pouvait s'avérer utile pour effectuer d'éventuelles comparaisons.

2.3. Protocole expérimental et mise en œuvre du test

La terre de référence a donc été prise sur une parcelle proche du lac, et les échantillons de sédiment prélevés dans la partie Ouest du lac ont été mélangés ensemble.

Pour pouvoir constituer des mélanges homogènes, les sédiments et le sol ont été séchés à l'air pendant une semaine environ. Ils ont ensuite été séparément broyés et tamisés à 2 mm.

Les mélanges ont été effectués en fonction d'un certain poids de terre sèche, autrement dit à un poids donné de terre sèche a été ajoutée une proportion de 0%, 2%, 10%, 25% et 50% de sédiment (la teneur en eau restant après séchage ayant été inclue dans les calculs). Les mélanges ainsi obtenus contiennent en fait à un pourcentage réel de sédiments exprimé dans la figure 13.

Proportion de sédiment ajouté par rapport au poids de sol initial	% sédiment	% sol
0% (témoin)	0%	100%
2%	2%	98%
10%	9,1%	90,9%
25%	20%	80%
50%	33,3%	66,7%

Figure 13. Constitution des mélanges testés.

Pour un tel test il est possible de travailler à poids ou à volume constant. Du fait de la différence notable de densité existant entre les sédiments et la terre de référence, il nous a semblé difficile de conserver un poids constant. Il se serait posé en effet quelques difficultés matérielles pour introduire des mélanges à forte proportion de sédiments dans les pots de végétation dont nous disposions (d'un volume d'1 litre environ). D'autre part, la profondeur racinaire explorée dans des pots plus ou moins remplis n'aurait pas été la même partout, et enfin d'un point de vue purement pratique, il semblait plus facile d'envisager une coupe identique avec des plants poussant tous largement au-dessus des pots.

Nous avons donc travaillé à volume constant (volume du bac plein moins 1 cm).

Pour chaque traitement, 4 répétitions (4 pots) ont été préparées.

L'essai a été conduit dans le laboratoire d'hydrobiologie du CEMAGREF, d'avril à juin. Faute de climatisation, ces essais ont été conduits à température ambiante et nous avons limité l'éclairement lors des journées de plein soleil. Une rotation régulière des pots a également été faite pour limiter les différences d'éclairement.

Après avoir reçu 1 g de semence de Ray grass d'Italie, tous les pots ont été pesés séparément, et pour chacun un calcul a permis d'établir le poids à conserver pour avoir constamment 15%

d'humidité. Les pots étaient donc arrosés sur une balance, le poids manquant étant complété aussi régulièrement que possible par de l'eau permutée (après la germination, il était tenu compte d'une biomasse approximative).

Les plants ont été coupés deux fois, la première 39 jours après semis, et la seconde 35 jours après la première coupe. A chaque coupe, la production végétale a été pesée fraîche, puis séchée à l'étuve et repesée. Après la première coupe, un apport d'engrais azoté a été effectué sur l'ensemble des pots, sous forme d'environ 0,2 ml par pot d'une solution de nitrate d'ammonium à 35%.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Le résultat majeur attendu de ce test concernait la production de biomasse en fonction du taux de sédiment. Les observations réalisées tout au long de l'expérience permettent déjà d'émettre des hypothèses sur la viabilité de certains mélanges.
Toutefois, le contexte expérimental limité conduit à relativiser les conclusions de cet essai dans l'hypothèse d'un recyclage opérationnel des sédiments.

3.1. Observations en cours d'expérience

Les plants ont été observés durant l'expérience, depuis le début de leur croissance jusqu'à la coupe. Ces observations, qui n'ont qu'une valeur relative puisque visuelle, concernent la levée et la croissance. Elles sont recencées dans les tableaux de résultats en annexe V.

Levée

Les observations montrent que les vitesses de levée n'ont pas été identiques pour tous les traitements. Mises en terre le vendredi, les graines ont montré des pousses dans tous les pots dès le lundi, à l'exception des pots à 50% qui n'ont levé que le mardi.

Une évaluation par comptage de la densité des plants dans chaque pot n'a en revanche pas montré de différence significative: toutes les graines semblent avoir germé en nombre à peu près identique.

Croissance

Les observations réalisées tout au long de l'expérience mettent en évidence plusieurs points que n'ont pas toujours confirmé les résultats chiffrés et leur exploitation statistique:
- au niveau des **hauteurs** tout d'abord, les pots traités à 10% de sédiment semblaient avoir des plants plus longs que les autres;
- les plants des pots traités à 25% paraissaient en revanche plus **gros**, et surtout plus **verts** que le témoin, et même que le 10%.

D'une manière générale, une certaine tendance s'est dessinée dès le départ et s'est maintenue jusqu'à la fin, tendance qu'a confirmé dans une certaine mesure les résultats de production de biomasse fraîche (figure 14). Ainsi les pots traités à 2, 10 et 25% de sédiments surpassaient dans une mesure croissante en taille et en couleur les pots du témoin 0%, tandis que les pots traités à 50% ont toujours eu des plants plus fins, plus petits, presque fanés. Le sédiment ayant une texture très fine, nous nous sommes interrogé sur ce phénomène et nous avons essayé de davantage humecter les pots à 50%. Il est en effet possible que la difficulté de croissance des plants des pots traités à 50% provienne plus de la texture fine des substrats, où l'eau a du mal à pénétrer, que d'un effet chimique du sédiment.

La couleur d'un vert plus intense des pots à 10 et 25% peut provenir d'un apport du sédiment en azote ou en soufre. Cette hypothèse n'a pas été confirmée par une analyse du substrat après l'essai.

3.2. Production de biomasse - Exploitation statistique des résultats

Les tableaux présentés en annexe VI montrent les résultats de production de biomasse du Ray grass d'Italie pour chacune des deux coupes.

On constate dans un premier temps que les résultats chiffrés ne confirment pas tous les observations visuelles qui ont été faites tout au long du test. Les mesures de biomasse fraîche notamment complètent bien les données qualitatives (tailles...) à la première coupe, mais dès la seconde coupe, il serait difficile de soutenir que le traitement à 10 ou à 25% augmente le rendement (figure 14), et ce paradoxalement bien que les plants semblaient plus grands et plus gros.

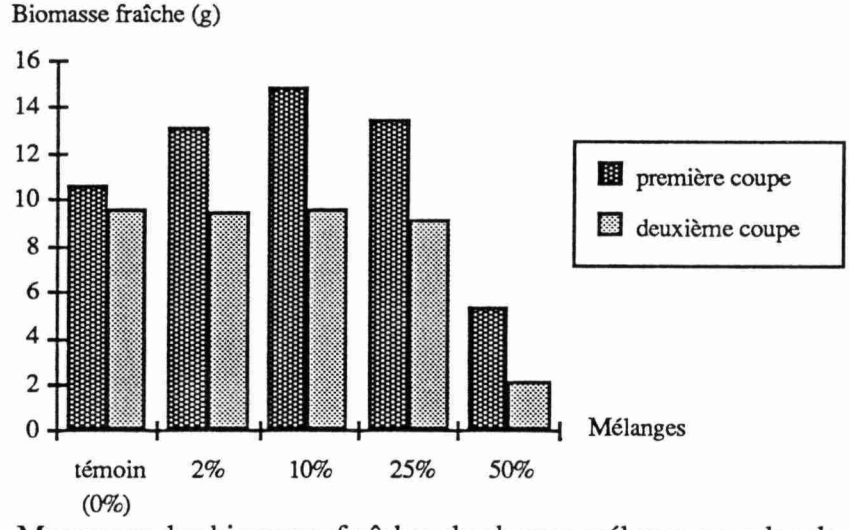


Figure 14. Moyennes des biomasse fraîches de chaque mélange pour les deux coupes.

Les valeurs des biomasses sèches atténuent encore les écarts entre les différents mélanges (figure 15), et un examen rapide ne permet pas de dire si oui ou non les résultats sont différents suivants les traitements, et si certains permettent un meilleur rendement par rapport aux autres. Seul le mélange à 50% se distingue des autres par une biomasse toujours inférieure, qu'elle soit fraîche ou sèche, et par un très faible rendement.

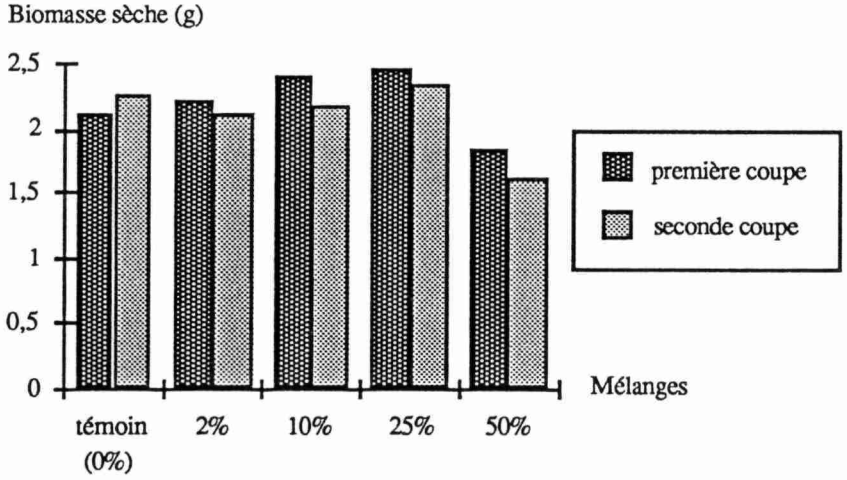


Figure 15. Moyennes des biomasses sèches de chaque mélange pour les deux coupes.

Une interprétation statistique s'est donc avérée nécessaire pour véritablement identifier les différences.

Avec l'aide de D. Plenet de l'INRA, nous avons pu procéder à une "*analyse de variance à 1 facteur* (ici, il s'agit de la proportion de sédiments dans le mélange) *en randomisation totale*".

Cette analyse permet, à travers plusieurs tests et calculs, de savoir s'il existe ou non une différence significative entre les résultats obtenus.

Les statistiques sont présentées dans la figure 16 ci-dessous.

Variables	Ecart-type	Proba.
1ère coupe	0,2	0,0037
2ème coupe	0,16	0,0002

Figure 16. Résultats statistiques.

On note que la valeur notée "*Proba*" est une probabilité qui signifie que pour la première coupe, il n'y a que 0,37 chance sur 100 seulement de ne pas trouver de différence significative entre les valeurs de biomasses sèches, et pour la seconde coupe, la différence significative est au seuil de 0,02%.

Le test de NEWMAN - KEULS vient confirmer ce résultat (figure 17). Ce test indique que les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%, tandis qu'à l'inverse celles suivies par deux lettres différentes le sont.

On a donc ici la confirmation qu'il existe bien une différence significative entre les valeurs obtenues, et que, comme nous avions pu l'observer, cette différence est provoquée par les résultats du traitement à 50%.

Les résultats des autres traitements en revanche ne se démarquent pas statistiquement et restent très proches, contrairement aux observations qui avaient été faites.

Première coupe		Deuxième coupe	
Classement des mélanges	Moyennes biomasse sèche (en g)	Classement des mélanges	Moyennes biomasse sèche (en g)
25%	2,47 a	25%	2,33 a
10%	2,41 a	0%	2,24 a
2%	2,21 a	10%	2,17 a
0%	2,10 ab	2%	2,11 a
50%	**1,83 b**	**50%**	**1,62 b**

Figure 17. Différenciation statistique des résultats suivant le test de NEWMAN-KEULS.

3.3. Les limites de l'essai

Il paraît indispensable de ne pas tirer de cette expérience de recyclage des sédiments des conclusions qui pourraient s'avérer pour le moins hâtives pour une application pratique sur le terrain.

En effet, les conditions expérimentales possèdent des limites et des contraintes qui ont d'une certaine façon guidé le test. En grandeur nature, ces facteurs limitants peuvent très bien rester inopérants, ou d'autres encore peuvent prendre le relais. Les résultats obtenus et leur interprétation sont susceptibles de servir de base de réflexion, mais ils ne sauraient être exploités tels quels.

Ainsi dans un premier temps, les doses et les proportions de sédiments dans les mélanges sont tout-à-fait discutables. Les 5 traitements couvrent déjà une plage assez grande de possibilités, mais par exemple dès la dose de 10% le traitement de sols agricoles devient improbable. Un traitement de 50% de sédiments représente plus de 33% de sédiments pour 67% de sol, mais sur le terrain c'est en milliers de tonnes pour chaque hectare qu'il faudrait épandre le sédiment! Au mieux, le traitement à 2% serait le plus réalisable, mais il le serait en des quantités déjà supérieures à celles d'amendements organiques traditionnellement utilisées.

D'autre part, la durée du test n'a permis d'employer qu'une seule espèce végétale. Même si ce choix était justifié, les résultats auraient peut-être été différents avec une autre espèce, employée en horticulture ou tout simplement dans le maraîchage.
Le Ray grass est une espèce sensible, il est probable aussi que la salinité constatée dans les analyses ait eu sur lui un effet limitant, qui n'aurait peut-être pas existé sur une autre espèce, ou après un traitement approprié des sédiments (un lavage par exemple).

4. CONCLUSION

Ainsi, les analyses initiales ont montré que les sédiments ne présentaient au départ pas d'éléments agronomiques défavorables, et qu'ils offraient bien une certaine innocuité pour les plantes et l'environnement (métaux lourds, pesticides, ...).
Pourtant, les effets des apports croissants de sédiments sur la culture expérimentale du Ray grass ne sont pas probants. On observe bien une tendance favorable, qui croit avec la quantité de sédiments dans le mélange, mais cette tendance ne ressort pas statistiquement. Dans ce type de culture, dans ces conditions expérimentales, le sédiment semble donc ne rien apporter de plus à la production de biomasse.

En revanche, l'aspect qualitatif de la plante testée est amélioré par l'apport des sédiments. Qu'il soit du à une teneur plus élevée en azote ou en soufre, cet aspect plus vert et plus vigoureux peut probablement constituer un débouché pour la revalorisation des sédiments de Grand-Lieu.
D'une manière générale en effet, les utilisations potentielles de tels sédiments sont de plusieurs types, dont on peut citer:
- l'épandage sur les champs cultivés. Cela peut permettre tout à la fois de pallier le lessivage des sols sableux, de réduire l'érosion éolienne, de réduire les besoins en irrigation et en engrais, et de freiner la diffusion des nitrates dans le sol (en terre agricole sableuse);
- l'incorporation aux sables des emprises routières pour faciliter la revégétalisation des accotements, et augmenter leur stabilité;
- l'introduction dans la constitution de substrats de cultures utilisés en productions maraîchères et horticoles (terreau);
- l'adjonction à certains sols lors de la création de terrains de sports, de jardins publics, ou lors de la réhabilitation et de l'aménagement paysager de milieux tels que les anciennes décharges ou carrières... Sans oublier le marché des pelouses ou jardins potagers particuliers, plus difficile à organiser mais tout aussi porteur de nos jours.

Avec les résultats obtenus pour notre expérience, ces dernières utilisations semblent plus appropriées qu'une valorisation agricole. Si l'adjonction de sédiments de Grand-Lieu n'augmente pas significativement la production de biomasse, l'agriculture n'y trouvera pas son compte. En revanche, l'horticulture et le paysagisme peut rechercher de tels fertilisants pour la couleur et l'aspect qu'ils sont susceptibles d'apporter aux plantes.

De nouvelles expérimentations pourraient dans ce cas être utiles à la définition d'un mode d'emploi pour ces sédiments. L'éventualité d'un lavage des sédiments permettant de les débarrasser des chlorures pourrait être envisagée, afin de vérifier si l'hypothèse de la salinité comme effet limitant de la croissance est exacte. Toutefois, il faut garder à l'esprit que le problème de la salinité ne peut être que minimisé par les doses qui seront réellement employées. On peut également penser qu'avec un traitement des sédiments par filtre-presse, les chlorures en solutions seront évacués avec les eaux interstitielles, et ne constitueront donc plus un problème pour l'utilisation des sédiments.

SYNTHESE ET CONCLUSION GENERALE

Le lac de Grand-Lieu, depuis longtemps caché au milieu d'une épaisse végétation et oublié de beaucoup, se montre à présent au public dans une phase d'évolution jugée inquiétante: l'un des plus grands lacs de France tend en effet à disparaître, avec une rapidité accrue depuis le début des années 60.

Cela se traduit notamment par une perte importante de profondeur dûe à une accumulation de sédiments, et aussi par un développement rapide de la végétation aquatique et de bordure.

Parmi les causes invoquées de cette évolution, on ne peut s'empêcher dans un premier temps d'effectuer un rapprochement entre la période d'accélération et celle du début des travaux hydrauliques entrepris dans ce secteur. La construction de la chaussée de Bouaye, la mise en place d'écluses à l'embouchure du lac dérivant le bassin versant du Tenu à l'aval, la nouvelle gestion des niveaux régie par le décret préfectoral de 1965 sont autant de perturbations susceptibles d'avoir induit un déséquilibre du milieu.

Mais la nouvelle phase évolutive qui s'est depuis mise en place, et qui se traduit aujourd'hui surtout par un comblement patent, est aussi à n'en pas douter le résultat d'une gestion très normative, régissant depuis trente ans le niveau des eaux au centimètre près. Le décret de 1965 qui en fixe la procédure est par lui-même déjà relativement rigide. Mis en place à cette époque pour satisfaire essentiellement les besoins agricoles du pourtour du lac, il se trouve à présent totalement ancré dans les mœurs des exploitants des prairies inondables de cette zone, et son application stricte se voit ainsi souvent contrôlée par ces usagers, forts d'un pouvoir que leur confère en France leur état de propriétaires et d'agriculteurs.

Par la stabilité et la régularité qu'elle engendre pour le milieu, la gestion actuelle des niveaux d'eau semble donc souffrir d'une excessive rigidité dont la seule conséquence est de le laisser évoluer vers son équilibre climacique, c'est-à-dire le stade boisé. Ce processus est également favorisé par l'absence d'entretien.

Cette évolution n'est pas acceptable pour de nombreux usagers (scientifiques chargés de la Réserve Naturelle, pêcheurs, chasseurs...) car elle remet directement en cause les usages actuels du milieu.

A ce stade de la réflexion, il paraît pertinent de s'interroger tout simplement sur le bien-fondé d'une intervention sur un système naturel en pleine évolution comme le lac de Grand-Lieu. Le comblement est un phénomène qui touche l'ensemble des plans d'eau dans le sens où le comblement est l'étape, inscrite dans une logique naturelle, qui suit l'état de lac (et qui précède celui climacique de forêt). Cette évolution inéluctable constitue habituellement une des conséquences de l'eutrophisation naturelle des écosystèmes aquatiques stagnants.

Inverser, ou même freiner un processus naturel à l'échelle du bassin de Grandlieu ne constitue donc pas à proprement parler une action de protection de la nature. Tout est une question d'objectifs: si l'objectif principal est de protéger l'écosystème, on peut penser le réaliser en le laissant évoluer naturellement, mais en revanche s'il faut avant tout sauver et conserver en l'état actuel la faune, ou la flore, ou la pêche, ou tout autre élément utilisant la ressource "*lac*", alors il faut intervenir sur son évolution. Ce n'est plus de la protection de la nature, c'est de l'aménagement, de la gestion de la nature. Entre deux mouvements de pensée extrêmes, celui des "*non interventionnistes contemplatifs*" et celui des "*aménageurs fous*", toute une gamme de réflexions nuancée et plus raisonnables existe, qui doit permettre de prendre en compte dans une mesure plus ou moins importante le paramètre décisif: les hommes et leurs usages du lac.

Laisser évoluer le lac sans intervenir équivaut forcément à faire abstraction des usages existants de la ressource qui sont amenés à disparaître avec elle. Quelques usagers peuvent y trouver leur compte, certains scientifiques notamment, mais pour Grandlieu il existe d'autres objectifs relatifs à chaque usage traditionnel ou nouveau du lac. Aussi l'intervention semble-t-elle s'imposer, afin d'agir sur l'évolution du lac, en contrôler la vitesse en la stabilisant, ou même en inverser le processus.

Cela implique nécessairement de modifier la gestion actuelle. Une gestion plus souple, intégrant un plus grand nombre de paramètres, sensible aux variations climatiques et aux besoins humains, est vraisemblablement plus difficile à mettre en œuvre que la gestion très précise et stricte des niveaux d'eau actuellement en vigueur, mais elle semble de beaucoup plus viable pour freiner le processus de comblement.

C'est donc à la fois l'ensemble de la gestion qu'il paraît nécessaire de revoir, et des actions techniques qu'il faut mettre en œuvre pour tenter de sauvegarder le lac de Grand-Lieu. Ces moyens techniques sont de plusieurs ordres:

- **la prévention,** devant comporter des actions de limitation des apports en nutriments provenant de sources ponctuelles ou diffuses,

- **les travaux d'aménagement du lac,** susceptibles dans le cas de Grand-Lieu de porter sur l'extraction des sédiments, et éventuellement des plantes, et sur une élévation des niveaux d'eau. Le test de laboratoire réalisé pour apprécier les possibilités de recyclage agronomique des sédiments extraits permet d'envisager une telle revalorisation.

- **un entretien permanent** nécessaire pour maintenir la nouvelle situation créée par les deux premiers éléments cités.

Les modalités pratiques de l'ensemble de ces moyens ne peuvent être définies au stade actuel des réflexions. En effet, la mosaïque complexe des usages, des contraintes et des intérêts qui s'applique au lac comporte diverses pierres d'achoppement qui subsisteront aussi longtemps que d'importants efforts d'information et de négociations n'auront pas été réalisés. Cette phase indispensable pour arriver à une gestion cohérente et à long terme du milieu doit passer par la création d'une structure d'analyse, de débat et de décision réunissant l'ensemble des parties prenantes à l'échelle géographique (bassins versants, lac et les diverses zones aval) et temporelle (la longue durée) du système à gérer.

La question de l'espace peut être abordée à travers plusieurs concepts socio-juridiques en France, notamment l'intercommunalité qui, bien qu'encore hésitante dans ses réalisations, constitue une base de réflexion intéressante d'un point de vue géographique. D'autres outils de type "*charte d'environnement*" peuvent également contribuer à réduire les divergences.

En revanche le système politique est actuellement tel qu'il fait le plus souvent appel à des stratégies de court terme, qu'entérine l'échéance électorale, et ce au détriment d'une réflexion à plus longue échéance mieux adaptée à l'évolution des systèmes écologiques.

Au-delà de la seule volonté politique des gestionnaires de mener des actions de longue haleine sur l'écosystème, la question se pose aussi en termes de choix d'usages. Il faudra trouver des compromis, plus faciles à établir dès lors qu'un objectif global et commun aura été assigné au lac de Grand-Lieu. Dans ce cadre, une politique générale pourrait alors être mise en place, globalisant ainsi les actions qui en découleraient.

Le projet de loi sur l'eau propose une nouvelle approche de la ressource, en avançant notamment la notion d'usages et de besoins au regard des textes actuellement en vigueur. Ce qui pourrait permettre l'émergence de pratiques de gestion plus communautaires. De nouveaux outils tels que le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) seront peut-être susceptibles d'apporter une aide à la réalisation de ce processus, débouchant sur une véritable gestion du lac.

Mais la mise en place et le fonctionnement à terme d'une structure adaptée à la complexité de la gestion du système "*Grand-Lieu*" devra obligatoirement faire appel à l'imagination et à la bonne volonté des interlocuteurs en place, afin de mieux cerner les convergences, les divergences et les conflits d'intérêt. Des efforts d'information et de formation seront également nécessaires vis-à-vis des élus et du grand public pour que les enjeux de cette gestion soient correctement analysés.

Même si cela demande du temps, il faut redoubler d'efforts pour sauver ce milieu exceptionnel. Le lac de Grand-Lieu est un patrimoine précieux qu'il faut penser à conserver, pour le transmettre demain aussi riche et beau qu'il peut l'être aujourd'hui.

BIBLIOGRAPHIE ET SOURCES DOCUMENTAIRES

[ACCAM 89]
ASSOCIATION CULTURELLE DU CANAL MARITIME DE LA BASSE LOIRE: "Le canal maritime de la Basse Loire". - Plaquette de présentation, Edition du Pays de Retz, 1989, 11 p..

[BARRAQUE 86]
BARRAQUE (B.): "Techniques urbaines, territoires et sociétés". - Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, Délégation à la Recherche et à l'Innovation - Paris, mai 1986, 109 p..

[BARRAQUE 90]
BARRAQUE (B.): "Risques d'inondations, planification urbaine et société". - Gestion des risques et environnement, Journées Sciences et Techniques de l'Environnement - Paris, 31 mai - 1 er juin 1990, 11 p..

[[BILLAUD 84]
BILLAUD (J. P.): "Marais Poitevin. Rencontres de la terre et de l'eau". - Editions L'Harmattan, Paris, 1984, 265 p..

[BILLAUD 87]
BILLAUD (J. P.): "Conflits d'usage et gestion des conflits: le cas des zones humides". In Marais et Prairies humides, Valorisation écologique et gestion agricole - Actes du colloque, Saint-Lo, 4-5 décembre 1987, pp. 83 à 84.

[BORDET 88]
BORDET (D.): "Les répercussions de la législation inhérente au lac de Grand-Lieu sur la vie économique locale". - Mémoire de l'Institut des Hautes Etudes de Droit Rural et d'Economie Agricole - Paris, janvier 1988, 250 p..

[BRUN 87]
BRUN (R.): "Fiscalité des zones humides: le cas des marais de Carentan". In Marais et Prairies humides, Valorisation écologique et gestion agricole - Actes du colloque, Saint-Lo, 4-5 décembre 1987, pp. 61 à 63.

[CEMAGREF 85]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Etude écologique des étangs de Moliets, Laprade, Moisan (Landes). 1982-1983. Propositions d'aménagement de l'étang de Moisan". - SRAE Aquitaine, GEREA - Etude n° 22, août 1985, 168 p..

[CEMAGREF 86]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Qualité des plans d'eau du littoral landais. Synthèse réalisée dans le cadre d'une évaluation de l'impact des projets de développement touristique sur les lacs et étangs landais". - Etude n° 28, décembre 1986, 72 p..

[CEMAGREF 87/1]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Connaissance et suivi de la qualité des eaux lacustres. Eléments de réflexion pour l'établissement de protocoles allégés". - Convention Agence de l'eau Adour-Garonne n° E/04/85 - Etude n° 29, juin 1987, 65 p..

[CEMAGREF 87/2]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Le lac de Parentis - Biscarosse et son environnement en 1984-1985. Tome 3: Qualité des eaux du système lacustre. Bilan de matières. Hydrobiologie et évolution de l'état du lac". - Bordeaux, 1987, 290 p..

[CEMAGREF 87/3]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Aération du lac de Parentis - Biscarosse (Landes). Possibilités techniques et problèmes en suspens". - Compte rendu n° 47, mars 1987, 8 p..

[CEMAGREF 88]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Suivi du dragage et du traitement expérimental des vases réalisés par l'entreprise Géoservices sur le lac de Léon (Landes)". - Etude n° 36, octobre 1988, 46 p..

[CEMAGREF 90/1]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, section Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture: "Evaluation des risques d'eutrophisation du futur réservoir de Charlas (31)". - Etude n° 44, juin 1990, 25 p..

[CEMAGREF 90/2]
CEMAGREF, groupement de Bordeaux, division Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture, GEREA: "Mise en valeur écologique du marais d'Orx. Diagnostic écologique; étude de sa valeur ornithologique; éléments de réflexion pour une gestion du casier central; élaboration de scénarios". - Etude n° 45, juin 1990, 120 p..

[CEMAGREF 91/1]
CEMAGREF, groupement de Lyon, division Qualité des Eaux: "Lac de Grandlieu: étude sédimentologique. Rapport provisoire". - juin 1991, 64 p..

[CEMAGREF 91/2]
CEMAGREF, groupement de Lyon, division Hydrologie Hydraulique: "Lac de Grandlieu: étude hydraulique, étude bathymétrique. Résumé des résultats acquis en juin 1991". - juin 1991, 29 p..

[CORLAY 86]
CORLAY (J.-P.): "Introduction à l'étude sur la Baie de Bourgneuf". In Cahiers Nantais n°27, A. T. P. - C. N. R. S. Socio-Economie du Littoral "Baie de Bourgneuf", Université de Nantes - Nantes, janvier 1986, pp. 7 à 20.

[DENOZIERE 85]
DENOZIERE (P.): "L'Etat et les eaux non domaniales" - Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 1985, 354 p..

[DROUILLAT 89]
DROUILLAT (P.): "Mise en valeur écologique du marais d'Orx. Qualité et perspective d'évolution du milieu aquatique; conseils de gestion en Réserve Naturelle pour l'avifaune". - Mémoire de Maîtrise des Sciences et Techniques d'Aménagement, Institut d'Aménagement, Université de Bordeaux III - CEMAGREF, groupement de Bordeaux, division Qualité des Eaux Pêche et Pisciculture - Bordeaux, septembre 1989, 101 p..

[DUSSART 66]
DUSSART (B.): "Limnologie. L'étude des eaux continentales". - Géologie, écologie, aménagement - Collection Internationale - Gauthier-Villars, Paris, 1966, 677 p..

[DUTARTRE 91]
DUTARTRE (A.), FLEURIAULT (N.): "Etude du lac de Grand-Lieu. Modalités techniques de sauvetage du lac, note intermédiaire". - CEMAGREF, groupement de Bordeaux, division Qualité des Eaux - Bordeaux, juin 1991, 14 p..

[EVEILLARD 89]
EVEILLARS (Y.): "Gestion intégrée du lac de Grand-Lieu". - Mémoire d'Ingénieur de l'Ecole Supérieure des Géomètres et des Topographes, Conservatoire National des Arts et Métiers - Evry , juillet 1989, 119 p..

[FLEURIAULT 90]
FLEURIAULT (N.): "Réhabilitation et éléments de gestion d'un plan d'eau en milieu péri-urbain. Le cas du plan d'eau de l'Estey (Dax)". - Mémoire de Maîtrise des Sciences et Techniques d'Aménagement, Institut d'Aménagement, Université de Bordeaux III - CEMAGREF, groupement de Bordeaux, division Qualité des Eaux - Bordeaux, octobre 1990, 85 p..

[FRANÇOIS 86]
FRANÇOIS (C.): "Le lac de Grand-Lieu: histoire, écologie". - Edition des Paludiers, La Baule, décembre 1986, 56 p..

[FRIOT 87]
FRIOT (G.): "La pêche sur la lac de Grand-Lieu". - Dossier de synthèse, I. U. T. de Nantes, P. S. T. G. E. A., 1987, 64 p..

[GAZZANIGA 79]
GAZZANIGA (J. L.), OURLIAC (J. P.): "Le droit de l'eau". - Librairies Techniques (LITEC), Paris, 1979, 247 p..

[GAZZANIGA 87]
GAZZANIGA (J. L.), OURLIAC (J. P.): "Le droit de l'eau". - Supplément à jour au 1er septembre 1987 - Librairies Techniques (LITEC), Paris, 1987, 150 p..

[GUERIN 90]
GUERIN (M. C.): "Lac de Grand-Lieu. Les agriculteurs riverains mécontents": In Ouest France, 2 juin 1990.

[HAMON 90]
HAMON (T.): "Bibliographie des Marais de l'Ouest: la Baie de Bourgneuf, biologie et écologie". - Action concertée de recherche sur les marais de l'ouest, Museum d'histoire naturelle, Université de Rennes I, 1990, 362 p..

[IIGGE 88]
INSTITUT INTERNATIONAL DE GESTION ET DE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT: "Plans d'eau. De l'autre côté du miroir". - Agence de Bassin Rhône Méditerranée Corse, novembre 1988,127 p..

[JO 80]
Journal Officiel de la République Française du 16 septembre 1980: Décret n° 80-716 du 10 septembre 1980 portant création de la Réserve Naturelle du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique).

[LAPPALAINEN 82]
LAPPALAINEN (K. M.): "Lake management and restoration": In Aqua Fennica n°12, 1982, pp. 37 à 46.

[LECOMTE 84]
LECOMTE (T.): "Gestion intégrée d'une zone humide. Cas du marais Vernier". In L'écologie: un outil pour l'aménagement et la gestion du territoire - Troisième Colloque National de l'Association Française des Ingénieurs Ecologues - Ministère de l'Environnement, Paris, 25 et 26 octobre 1984, pp. 101 à 117.

[LECOMTE 87]
LECOMTE (T.): "Exemple de gestion intégrée d'une zone humide". In Marais et Prairies humides, Valorisation écologique et gestion agricole - Actes du colloque, Saint-Lo, 4 et 5 décembre 1987, pp. 59 à 60.

[LEONARD 91]
LEONARD (P.): "La réhabilitation des plans d'eau": In L'eau, l'industrie, les nuisances n°143, 1991, pp. 53 à 55.

[LEVESQUE 88]
M. LEVESQUE, de la Société du Canal de Buzay: "Quelques réflexions sur les pré-marais et l'état du lac": In Le Courrier Magazine, 4 novembre 1988.

[LEVESQUE 90]
M. LEVESQUE, de la Société du Canal de Buzay: "Le niveau du lac de Grand-Lieu": In Presse Océan, 6 juillet 1990.

[LINARD 86]
LINARD (A.): "Les pêcheurs du lac de Grand-Lieu": In Le chasse-marée n°21, janvier 1986, pp. 2 à 17.

[LOPEZ 86]
LOPEZ (M.): "L'implantation humaine autour du lac de Grandlieu": In Bulletin de la Société d'Etudes et de Recherches Historiques du Pays de Retz n°6, 1986, pp. 26 à 36.

[LOPEZ 87]
LOPEZ (M.): "La seigneurie foncière et le déterminisme de l'eau autour du bassin de Grandlieu": In Bulletin de la Société d'Etudes et de Recherches Historiques du Pays de Retz n°7, 1987, pp. 26 à 36.

[MARION 75]
MARION (L. et P.): "Contribution à l'étude écologique du lac de Grand-Lieu". - Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, supplément hors-série du bulletin, Rennes, 1975, 611 p..

[OCDE 71]
ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES. - "Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation". - Paris, 1971, 182 p..

[OCDE 82]
ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES - "Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte". - Paris, 1982, 164 p..

[PLENET 91]
PLENET (D.), LUBET (E.), JUSTE (C.): "Etude des possibilités de valorisation agricole des vases des étangs landais. Effets d'apports croissants de vases sur les caractéristiques physico-chimiques d'un sol sableux et sur des cultures expérimentales en milieu contrôlé". - I. N. R. A. (Station d'agronomie de Bordeaux), Géolandes - Bordeaux, avril 1991, 21 p..

[POUR 91]
POUR: "Le partage de l'eau". - Ouvrage collectif n°127/128, Editions L'Harmattan, Paris, mars 1991, 187 p..

[ROUZEAU 90]
ROUZEAU (S.): "Pourvu qu'il neige sur le Massif Central... Le Pays de Retz à l'abri de la sécheresse": In Le Courrier de Paimbœuf, 6 avril 1990.

[SCP]
SOCIETE COOPERATIVE DES PECHEURS DU LAC DE GRANDLIEU: Statuts de la société civile coopérative des pêcheurs du lac, 9 p..

[TALUREAU 65]
TALUREAU (R.): "Marais de l'Ouest". Grands Aménagements Régionaux - Ministère de l'Agriculture, Direction Générale du Génie Rural et de l'Hydraulique Agricole, 1965, 180 p..

[UNION 91]
UNION DES SYNDICATS DES MARAIS DU SUR-LOIRE - Plaquette de présentation, 1991.

[WALLSTEN 89]
WALLSTEN (M.), FORSGREN (P.-O.): "The effects of increased water level on aquatic macrophytes": In J. Aquat. Plant Manage. 27, 1989, pp. 32 à 37.

CONTACTS PRIS AU COURS DE L'ETUDE

• **Agence d'Urbanisme de la Région et de l'Agglomération Nantaise** (AURAN)
Tour de Bretagne - 44 000 Nantes
40. 99. 49. 49

• **Centre du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts** (CEMAGREF)
Groupement de Lyon - 3, quai Chauveau - 69 336 Lyon Cédex 09
78. 83. 49. 48
Division HH: M. DURBEC
Division QEPP: M. ROFES

• **Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt** (DDAF)
12, rue Menou - 44 035 Nantes Cédex
40. 47. 39. 05
M. LE BRIS

• **Direction Départementale de l'Equipement** (DDE)
10, boulevard Gaston Serpette - 44 000 Nantes
40. 67. 26. 26
M. BAUDOUIN

• **Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement** (DRAE)
93, rue de la Bastille - BP 1015 - 44 036 Nantes Cedex
40. 20. 46. 78
Mme HELIAS, Mme GUEVENOUX

• **Fédération Départementale des Chasseurs de Loire-Atlantique**
12 bis, boulevard François Blancho - 44 200 Nantes
40. 89. 59. 25
M. BENOIT

• **Institut National de la Recherche Agronomique** (INRA)
Station d'Agronomie - Centre de recherches de Bordeaux
71, avenue Edouard Bourleaux - BP 81 - 33 883 Villenave-d'Ornon Cedex
56. 84. 32. 77
M. PLENET, M. JUSTE
Station d'Agronomie - Centre de recherches d'Angers
Beaucouzé - 49 000 Angers
M. LEMAIRE

• **M. JOYEUX**, garde de la propriété Guerlain
- 44 830 Bouaye

• **Office National de la Chasse** (ONC)
25, rue Louis Lumière - 44 000 Nantes
40. 94. 29. 87
M. IBANEZ

• **Ouest Aménagement**
63, boulevard Jean Mermoz - 35 136 Saint Jacques de la Lande
99. 31. 64. 38
M. DANAY, Mme DESGREE

• **Préfecture de Loire Atlantique**
6, quai Ceineray - 44 035 Nantes Cedex 01
40. 41. 20. 20
Mme JEUSEL, M. OLIVAUX

• **Réserve Naturelle du Lac de Grand-Lieu**
Château de la Sénaigerie - 44 830 Bouaye
40. 32. 62. 81
M. BORET

• **Société Coopérative des Pêcheurs du Lac de Grandlieu**
- Passay - 44 118 La Chevrolière
M. RICHARD, M. ROBION

• **Service Régional d'Aménagement des Eaux** (SRAE)
12, rue Menou - 44 035 Nantes
M. GABIGNON, M. ROYER

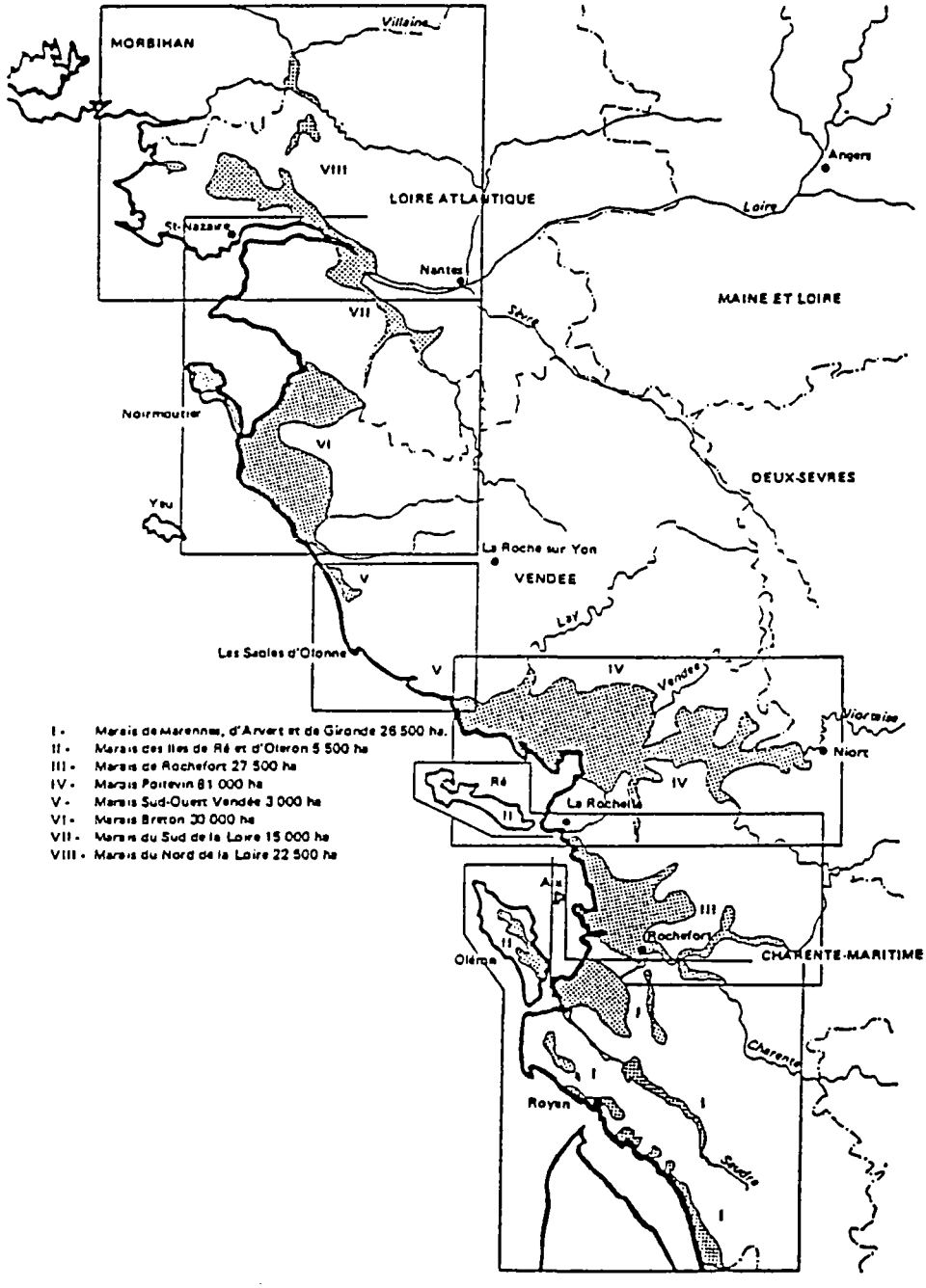
• **Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin Versant de la Logne et de la Boulogne**
Mairie - 44 310 Saint-Philbert-de-Grand-Lieu
40. 78. 88. 22
M. DESVERONNIERES

• **Union des Syndicats des Marais du Sud- Loire**
9, rue Saint-Honoré - 44 270 Machecoul
40. 78. 54. 53
M. DE GRANDMAISON, M. DE VILLEPIN

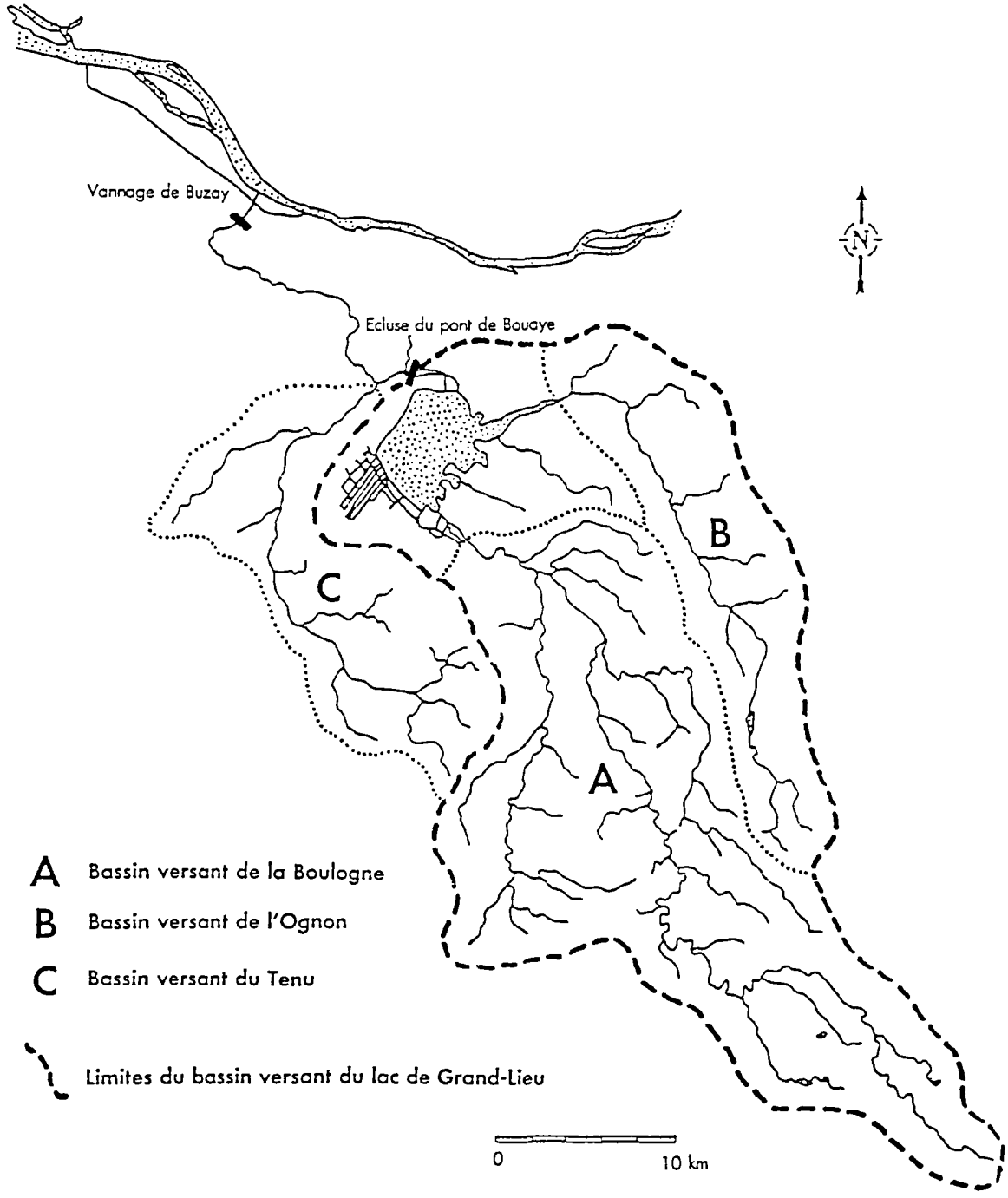
Annexe I

La question de l'eau dans la région de Grand-Lieu

LES MARAIS DE L 'OUEST

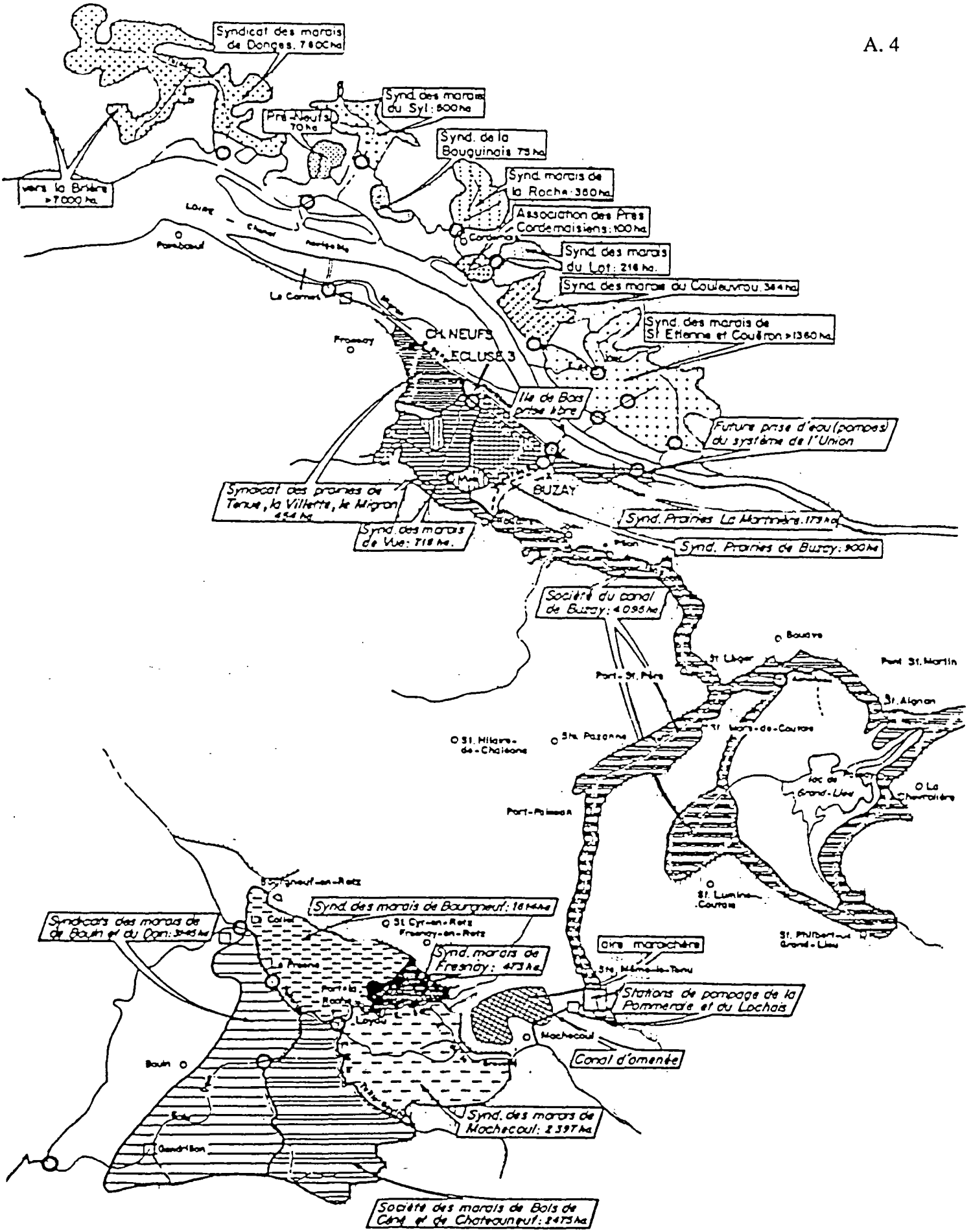


Situation de l'ensemble des marais de l'Ouest [BRUN 87].



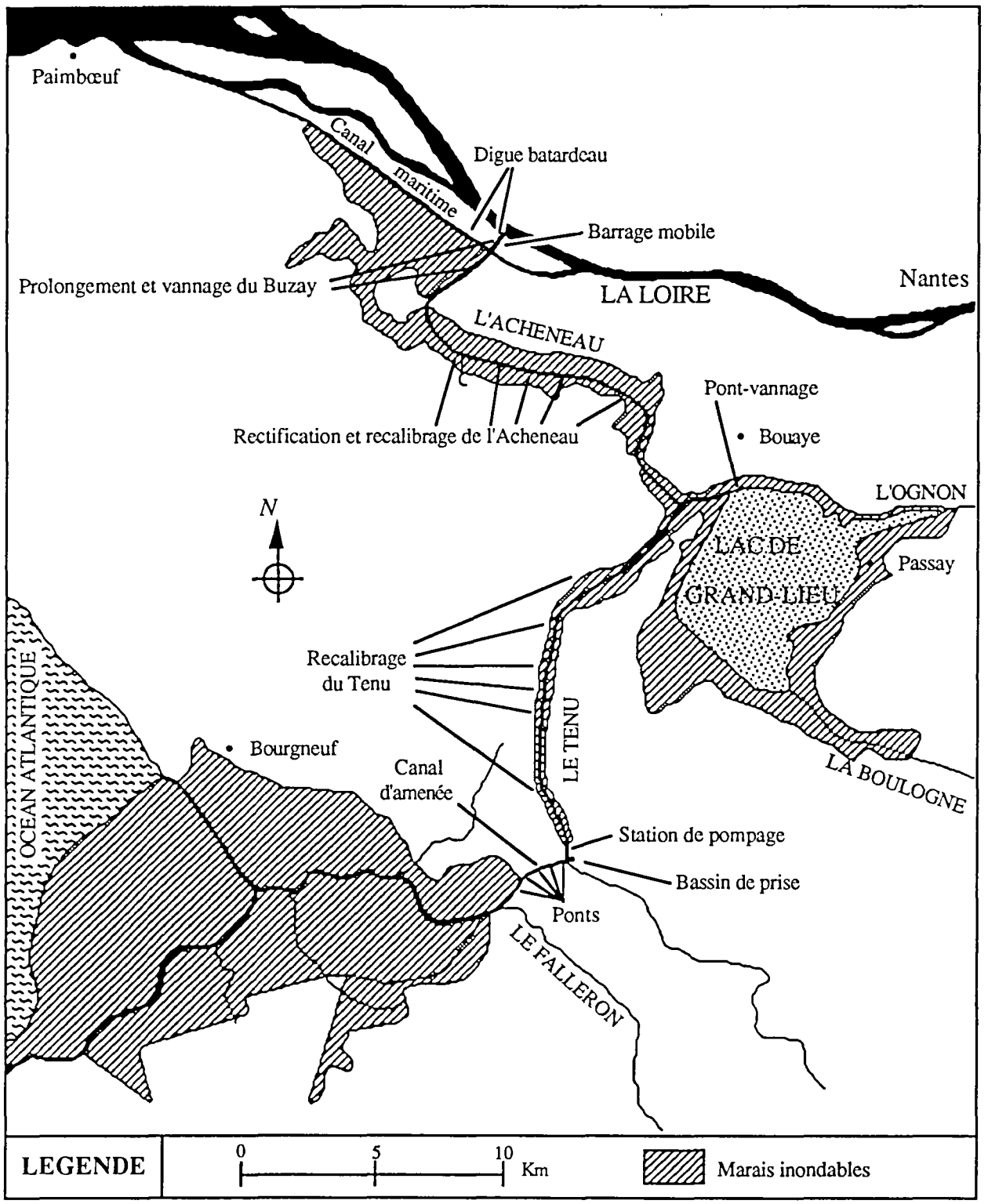
Réseau hydrographique et bassin versant du lac de Grand-Lieu.

(source: Gilles Adam, Division ALA, CEMAGREF de Bordeaux, 1991)



Les aires syndicales et la maîtrise de l'eau en pays de Retz.

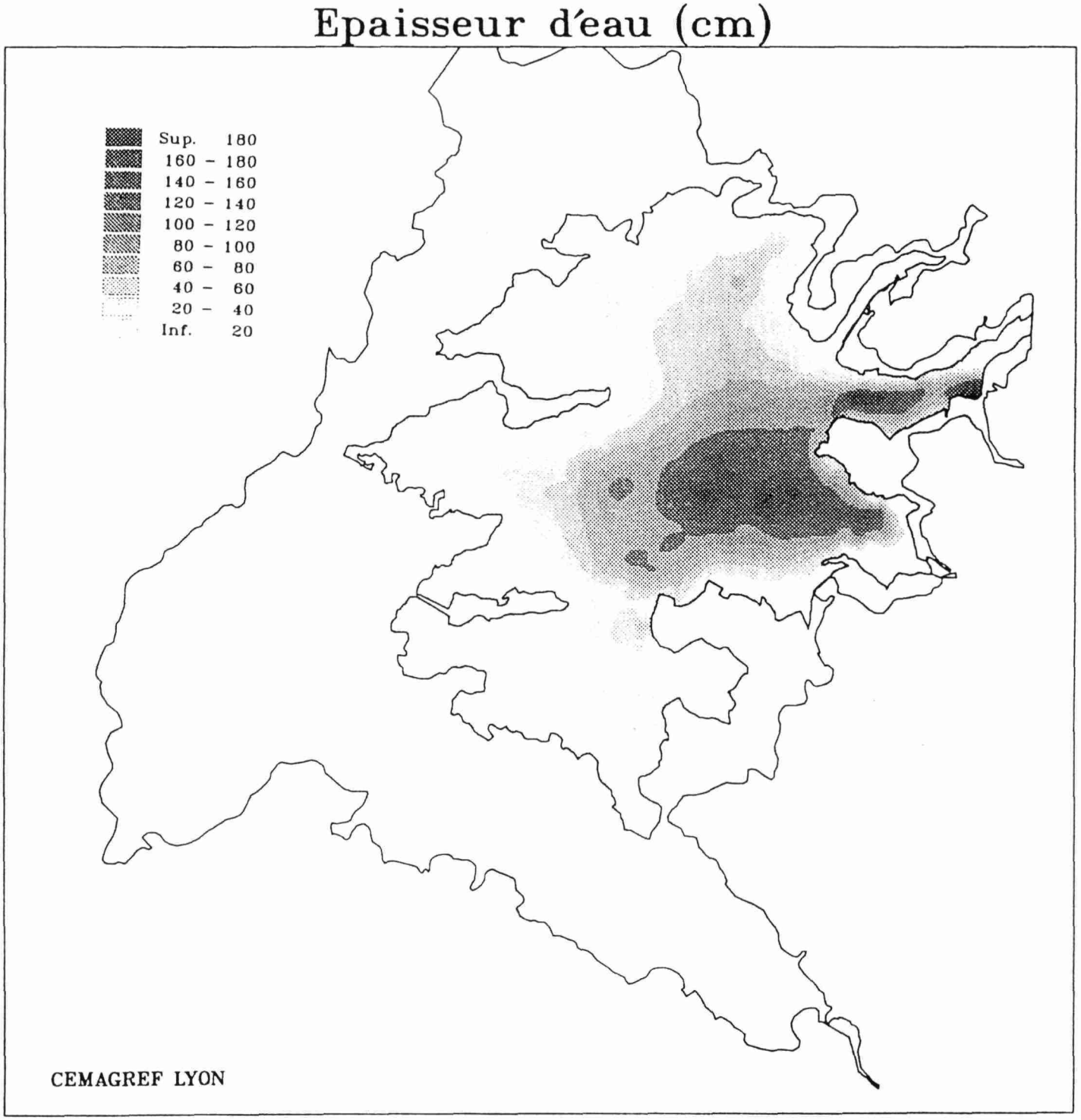
(source: J. Gras in [BORDET 88])



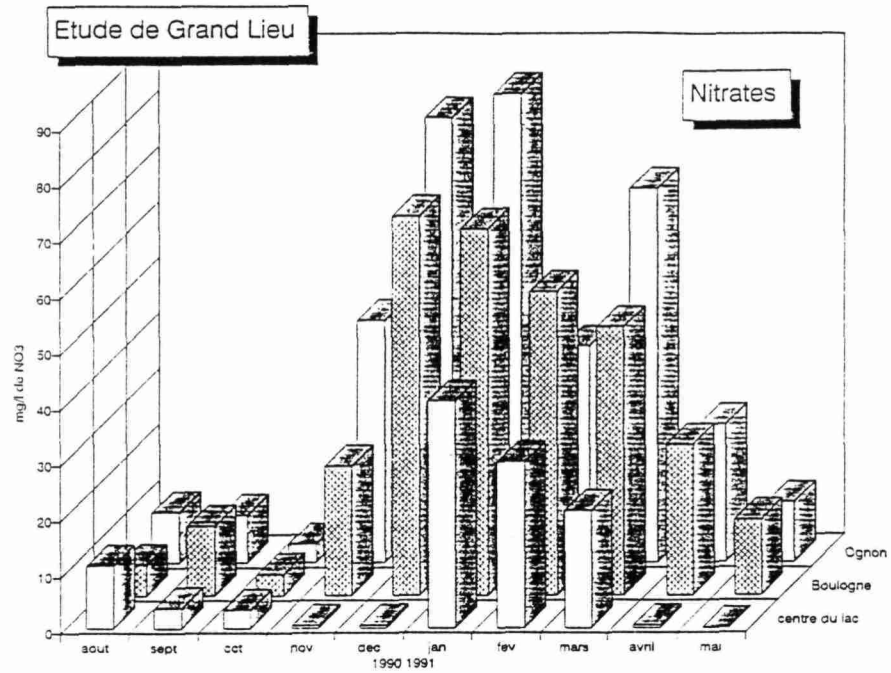
Les aménagements hydrauliques de l'Union des Syndicats des Marais du Sud-Loire depuis sa création (d'après [MARION 75]).

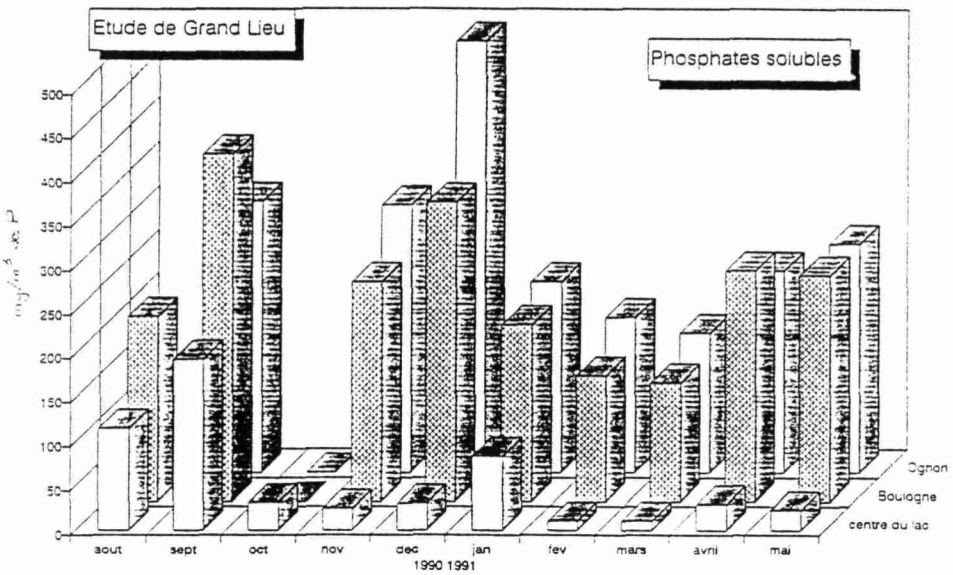
Annexe II

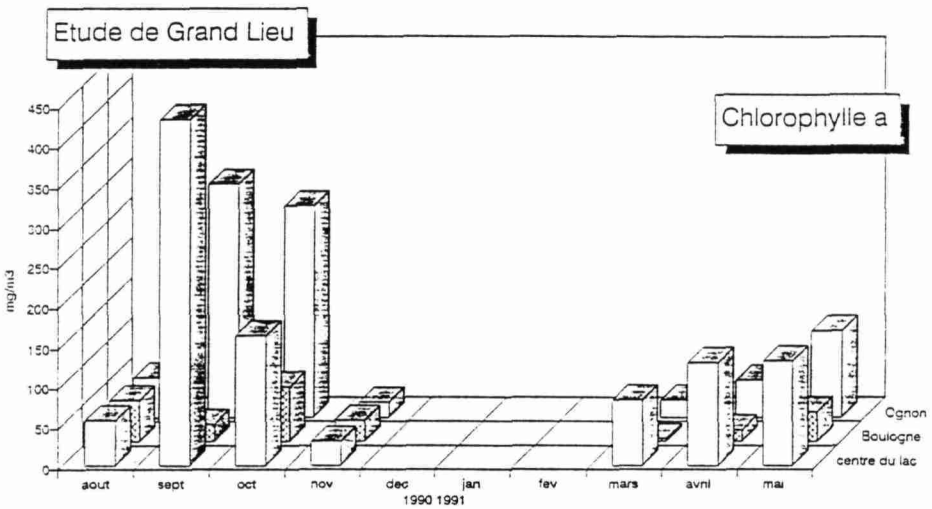
Analyses et mesures diverses dans le cadre de l'étude du lac de Grand-Lieu



Carte bathymétrique [CEMAGREF 91/2].







Résultats partiels du suivi analytique effectué dans le lac et ses tributaires par l'Université de Rennes I.

(source: Luc Brient, Université de Rennes I, juin 1991)

Annexe III

Le lac de Grand-Lieu et ses légendes

(source: Michel Lopez, journal Presse Océan des 27, 30 et 31 juillet 1987)

PAYS DE RETZ - COTE DE JADE

LE LAC DE GRAND-LIEU ET SES LÉGENDES

1— Les traditions celtes

Situé à une dizaine de km au sud-ouest de l'agglomération nantaise, le lac de Grand-Lieu reste un lac méconnu qui se cache derrière une végétation luxuriante.

Véritable « diva » de la nature, il s'auréole de légendes mystérieuses qui ajoutent à la fascination qu'il exerce sur tous ceux qui essaient de l'approcher.

Des légendes maintes fois reprises et remaniées par la tradition populaire ont fait l'objet de récupérations évidentes dans la transmission des idées, notamment religieuses. L'étude du contexte historique et naturel met en évidence une corrélation étroite entre ces deux paramètres dans l'interprétation des textes. Dans une récente étude furent dressés les grands axes de la pénétration humaine au néolothique, autour du bassin de Grand-Lieu.

Ainsi que peut en attester le mobilier archéologique mis à jour, c'est toute une population de tradition celtique qui se met en place et dont les rites religieux vont servir d'ossature aux actuelles légendes qui nous sont parvenues.

Une évangélisation difficile

Au IV^e^ siècle, les premières évangélisations commencent en Pays-de-Retz, et les moines, véritables pionniers à la conquête d'un territoire qui leur est particulièrement hostile, vont essayer d'implanter le christianisme.

Le conflit commence avec un dénominateur commun : les légendes qui vont être, à travers des exemples simples et marquants, de véritables vecteurs idéologiques. La tradition orale est trop tenace, trop difficile à effacer. Il va falloir composer.

C'est dans le double mouvement de cette réalité celtique et de cet antagonisme religieux que nous allons nous efforcer de montrer la force de la tradition orale chez les celtes et son intégration faite par les romains dans un premier temps, par l'église dans un second temps, pour affirmer leur autorité dans une région particulièrement rebelle jusqu'au VII^e^ siècle.

Deux textes, l'un de l'an 567, l'autre de l'an 600, précisent ces difficultés :

« En l'an 567, le concile de Tours précise dans son 22^e^ canon... que les curés et les prêtres ne manquent point de corriger par les censures ecclésiastiques ceux qui, retenant encore des restes de paganisme, offriront des viandes aux morts le jour de la chaire de Saint-Pierre, ou feroient des cérémonies inconnues à l'église auprès de certaines pierres, arbres ou fontaines ».

Le deuxième texte est tout aussi révélateur : « Le 7^e^ jour de juillet 600, il y avait encore dans son diocèse et dans les diocèses voisins un grand nombre de païens attachés au culte impie de leurs fausses divinités, et entre autres le pais qui est *au midi de la Loire... Mais ce* qu'il trouva de plus difficile fut de faire observer le 22^e^ canon, surtout en de certains villages où les païens avoient tellement embrassé le christianisme qu'ils avoient néanmoins encore retenu beaucoup de superstitions du paganisme... ».

L'hostilité à la pénétration du christianisme apparaît complète à cette époque. Une adaptation au terrain devient indispensable, et l'exploitation de la tradition orale va s'avérer comme un élément déterminant dans la démarche monastique.

Un second paramètre intervient alors dans la diffusion de la légende, la récupération d'un contexte climatique parfois hostile, qui va servir à démontrer la faillite des dieux païens, incapables de juguler les catastrophes naturelles.

Les catastrophes naturelles du VIII^e^ au XVI^e^ siècle

Sans vouloir nous livrer à une analyse exhaustive de toutes les catastrophes naturelles survenues durant toute cette période en Bretagne, nous avons pris quelques exemples les plus significatifs, notamment les tremblements de terre, les ouragans et les inondations.

Le VI^e^ siècle est caractérisé dans sa seconde partie par une série de cataclysmes dont témoignent les écrits de Grégoire de Tours, ou ceux de l'abbé Aimoin. Tous deux font référence à la violence des vents du sud qui renversèrent les forêts, également aux inondations et épidémies qui s'ensuivirent.

Albert le Grand de Morlaix, dans la vie des Saints de la Bretagne Armoricaine, nous précise les faits : « Saint Félix étant vieil et cassé, entrant dans la 70^e^ année de son âge, au commencement des mois de janvier de l'an 586 il y eut de grandes pluyes et ravines d'eau, des tonnerres horribles, il parut aussi au ciel une comète ou estoile chevelue, à une heure après minuit, qui traînoit une longue queue fumeuse et les arbres, en un instant, se chargèrent de fleurs. Ces prodiges si extraordinaires furent les présages des calamitez qui arrivèrent peu après, car un déluge de maladie déborda sur le peuple, entrautre une violente fièvre contagieuse qui engendrait des pustules et vessies par tout le corps, dont il mourut plusieurs milliers... ».

Les tremblements de terre, si l'on en juge d'après les chroniques, semblent connaître une périodicité (en moyenne) de deux séismes par siècle : deux au VIII^e^, deux au X^e^, cinq au XII^e^, deux au XIII^e^, trois au XIV^e^ deux au XV^e^ et trois au XVI^e^.

Certains descriptifs laissent supposer des cataclysmes de grande ampleur, tel celui de 1118 : « L'an suivant fust grand tremblement de terre, qui subvertit les édifices et les arbres actuellement fichez, et la cité de Nantes fust misérablement bruslée... ». Celui de 1387 : « L'an 1387 fut remarquable par un violent tremblement de terre accompagné d'un grand orage. Il se fit sentir à Nantes et en plusieurs autres lieux de Bretagne le 28 mai... ». Celui du 3 juillet 1401 : « Par surcroît de calamité un ouragan furieux se fit ressentir le 3 juillet un peu après le soleil levé ; il dura un quart d'heure.

Sa violence démantela toutes les murailles de la ville, renversa les grosses charpentes qui les fortifiaient... ».

C'est dans ce contexte climatique propre à frapper l'imagination des autochtones que les légendes vont être propagées. Les moines, pour bien montrer la faillite des dieux païens, vont bien sûr intégrer ces catastrophes ce qui explique les différentes versions de la légende d'Herbauges. Le catastrophisme du texte paraît proportionnel à la difficulté rencontrée sur le terrain par les moines.

Michel Lopez

À suivre...

LE LAC DE GRAND-LIEU ET SES LÉGENDES

2— La légende de l'île de Dun

Jusqu'au début du XX[e] siècle, tous les historiens vont se faire les relais impénitents de cette ville maudite d'Herbauges, recouverte au VI[e] siècle par les eaux, donnant naissance au lac de Grand Lieu.

À l'appui de leurs dires, ils vont citer ces morceaux de bois qui ressurgissent du lac au moment des grandes tempêtes, évoquer la mythique forêt de Grand-Lieu dont parlent les anciens et exhiber des morceaux de poutres taillés justifiant l'existence de constructions lacustres.

Malheureusement pour le merveilleux, ces différentes allégations sont battues en brèche par différentes études modernes.

C'est ainsi qu'au XIX[e] siècle, celui qui avait cru trouver des vestiges anciens de charpente pouvant justifier l'existence d'une cité lacustre est revenu sur son hypothèse après avoir constaté qu'il s'agissait d'un morceau de pêcherie médiévale. La rumeur publique n'a pourtant retenu que la première publication.

Voici quelques années, nous avons exhumé un morceau d'arbre noir, qui correspondait au descriptif donné pour la forêt mystérieuse.

Une datation au carbone 14 a permis de constater que ce vénérable morceau de bois avait 4100 plus ou moins 100 ans B.P., ce qui est conforme à une remontée des eaux au néolithique et qui a sans doute beaucoup impressionné les riverains, mais qui est en contradiction complète avec l'évangélisation de Saint-Martin de Vertou qui aurait déclenché l'engloutissement d'Herbauges au VI[e] siècle.

Par ailleurs, une récente thèse en géologie soutenue par Michel Chevalier, permet de constater que, même si la formation du lac est relativement récente à l'échelle géologique à la fin du quaternaire, le synchronisme avec les données hagiographiques ne cadrent pas non plus.

Il nous a paru intéressant de commencer par cette légende, beaucoup moins connue mais qui affirme avec toute la symbolique la réalité d'une tradition celtique bien ancrée autour du lac, et qui est à relier à la légende d'Herbauges, si l'on en croit la conclusion où le géant Graddlon est décrit comme étant l'antagoniste de Saint-Martin-de-Vertou.

Le cadre géographique se situe dans la presqu'île de l'Halbrandière au nord du lac, et qui anciennement s'appelait l'île de Dun. Ce toponyme d'origine gauloise est très ancien puisqu'on le retrouve dès le XII[e] siècle dans une charte de l'abbaye de Buzay. L'existence d'un camp gaulois fortifié mis en évidence au siècle dernier par Léon Maitre, atteste de l'ancienneté de ce site. Le texte que nous publions est un texte anonyme rédigé à la fin du XVIII[e] siècle et qui se trouvait dans des archives privées.

Les historiens qui ont travaillé sur ce thème ne semblent pas avoir eu connaissance de cette version.

Refuge des dieux

« À la pointe du lac à 7 ou 800 toises de sa rive, se trouve une petite île sablonneuse, de figure à peu près ronde, et de 5 à 600 pas de diamètre ; elle se nomme l'île de Dun. Il y a au milieu une pierre debout d'environ 5 pieds de hauteur sur 2 à 3 pieds de largeur à sa base. Cette pierre paraît profondement enfoncée en terre, et est percée d'un trou rond, de 6 pouces de diamètre à environ deux pieds du sol. Elle sert, suivant une vieille tradition, à boucher l'entrée du gouffre qui a vomi l'eau du lac. Ce gouffre renferme un géant énorme, qui par les efforts qu'il fait pour se délivrer de la prison, excite les tempêtes. Ce géant doit rester enfermé jusqu'à ce qu'une jeune fille vierge, non cognita vera, disait un très ancien texte et très curieux manuscrit (il a été perdu pendant les troubles de la révolution ; il était autant que je puisse me le rappeler de 1022) puisse envelopper cette pierre. Elle devra pour celà, passer le bras gauche dans le trou de la pierre et pratiquer un nœud coulant qu'elle tachera de passer au cou du géant, qui, ainsi lié, deviendra souple, et qui plus est un fervent chrétien.

Alors, plus de tempête à craindre. Aucune jeune fille, que je sache ne s'est encore présentée pour tenter la délivrance du géant. Près de la pierre qui clôt sa prison, se voit le tronc d'un vieil arbre qui paraît avoir été un vieux chêne. Ce géant était l'antagoniste de Saint-Martin-de-Vertou et détruisant tout le fruit de ses prédications dans la cité d'Herbauges ».

Presque tous les traits de la symbolique celte sont contenus dans ce texte :

Nous sommes en présence d'une île, une île merveilleuse, le refuge des Dieux, protégé par le brouillard des eaux du lac. Le cadre est propice aux manifestations surnaturelles. Le mégalithe percé à sa base représente la serrure de la fontaine sacrée qui a donné naissance au lac de Grand-Lieu, c'est la source de vie.

La vierge sacrée, la fée, a déserté son poste, la source est tarie, le trou reste le seul moyen de communication avec l'au-delà.

Symbole de la force déchue, le squelette du chêne nous confirme la catastrophe originelle. Jean Markalé, dans son épopée celtique d'Irlande, nous définit ainsi la fonction du chêne : « Le chêne qui protège la ville est l'équivalent de la porte du puits ou de la fontaine qui protège la ville. Dans les versions irlandaises et galloises de la légende, c'est une jeune fille ou une jeune femme chargée de veiller sur cette porte qui n'accomplit pas son devoir et qui est rendue responsable de l'engloutissement ».

Le chêne qui représente toujours la divinité suprême, le protecteur de la ville (cf. légende de la ville d'Ys), a perdu son pouvoir. L'engloutissement de la cité d'Herbauges privée de la protection de ses Dieux devient fatal et conforme au mythe de la cité engloutie tel qu'il a été transmis chez les celtes.

Le Dieu Géant, Graddlon, prisonnier du sous-sol, essaie de communiquer avec le monde des vivants, la liaison ne pourra être assurée que par un rite précis. Seule la vierge va pouvoir, avec le nœud coulant, le collier, le torque sacré, retrouver le chemin qui mène aux Dieux. En introduisant son bras (la clé fécondante) dans le trou du rocher (la serrure), elle va assurer le passage avec le monde invisible, avec l'eau originelle source de la vie.

Le géant Graddlon, nous le retrouvons dans la légende de la ville d'Ys. Initié, il peut pénétrer dans le domaine des Dieux, et c'est lui que va s'attacher à convertir Saint Corentin. Le Graddlon du lac de Grand-Lieu, c'est le symbole du Dieu païen déchu, contenu par la toute puissance du Dieu chrétien et que seule une conversion peut rendre « docile ». Michel Lopez.

A suivre

Michel Lopez

3– Herbauges à travers les textes

La légende d'Herbauges, c'est le mythe du péché originel qu'il faut laver par l'eau purificatrice ; c'est aussi celui de la cité engloutie, propre aux Celtes, et que l'on retrouve dans toutes les localités présentant une étendue d'eau conséquente. De la Vendée à la Bretagne pour le littoral, en passant par les Alpes, ce mythe est perpétué avec force.

La première référence à la disparition de la ville d'Herbauges est consignée dans la vie de Saint Martin de Vertou, dont la rédaction la plus ancienne (écrite avant l'invasion des Normands) semble être celle du moine Usuard (IX[e] siècle) dans son « martyrologue », et qui s'inspira largement dans sa démarche de la chronique universelle d'Adon.

Le bénédictin Mabillon reprend dans « Sæculo primo benedicto » la vie de Saint Martin d'après un autre texte rédigé à la fin du IX[e] siècle, d'après un auteur anonyme.

Si la vie de Saint Martin ne peut être mise en doute, on notera quelques contradictions historiques liées à la confusion qui a souvent été faite avec son homonyme Saint Martin de Tours, qui a vécu deux siècles auparavant.

Parmi les historiens ou hagiographes qui se sont attachés à démontrer ou infirmer l'existence d'Herbauges, nous citerons parmi les plus connus Pierre Lebaud, A. Bouchart, A. Duchesne, Dom Bouquet, Dom Lobineau, Dom Morice, Dom Ruinart, et Albert le Grand de Morlaix.

Pour le détail bibliographique « Acta santorum » tome X, octobris, constitue un outil de travail indispensable. Parmi les historiens contemporains, il convient de signaler une dissertation de Bizeul sur Herbauges, les ouvrages de Léon Maître, l'étude de J. Angot et la récente thèse de Brunterc'h sur le Pagus Herbadillicus.

Pour illustrer l'évolution de la légende d'Herbauges, nous avons choisi deux textes qui nous paraissent les plus significatifs par les éléments climatiques nouveaux qu'ils vont apporter en fonction des siècles.

Il s'agit pour le premier texte de celui publié par Pierre Lebaud au XV[e] siècle, et le second, une copie anonyme du XVIII[e] siècle, qui présente des informations inédites sur les conditions de la retraite de Saint Martin de Vertou lors de la submersion d'Herbauges.

Texte de Pierre Lebaud

« Aussi sont adjoinctz aux ditz anciens nantois les peules nommés Radesians de leur Pais Rais du nom d'une cité antique par Tholomée (sic) appelée Ratiatum, qu'il dict estre l'une des deux que tenoient anciennement les Poictevins en Aquitaine vers la mer, et la situe le dict Tholomée en sa tierce table Europe, assez près du fleuve de Loyre et celle de Nantes.

Toutefoiz, selon l'histoire de Saint Félix, évesque de ladicte cité de Nantes, ceste cité qui en son temps estoit constituée entre les Radesians fut nommée Herbadilla, en gaulois Herbauges, de laquelle rapporte ladicte histoire que comme les citoyens d'elle fut par divine vengeance avecq ses habitants suffoquée ès eaux yssant dans l'abysme fort l'hoste du dict Martin qui, par son mérit, échappa ; la femme duquel retournant sa face arrière contre le commandement de Martin fut enroidie, en manière d'une pierre dure, ainsi comme ja piecza avoir été faicte de la femme de Loth raconte l'escriture Saincte, et y sont encore les eaux en merveilleuse abondance qu'on appelle le lac de Grand-Lieu ».

La narration de Pierre Lebaud reste sobre, notamment au niveau climatique ; celle de A. Bouchart montre à l'évidence une récupération de ce contexte climatique : « ... et les advertit (Saint Martin) de ne regarder aucunement la cité, quelque bruyt ou tempeste qu'ilz oyssent. Et dès qu'ilz furent ung peu eslongez survint si grande abondance de pluye, tonnoirre et fouridre que toute la cité avec les habitans en icelle fondirent en abisme... ».

Texte anonyme du XVIII[e] siècle

« Une nuit, c'était celle de Noël l'an 555, que Saint Martin excédé des fatigues de l'apostolat s'était profondément endormi ; il fut réveillé par un ange qui lui dit : que Dieu avait entendu ses justes plaintes contre le peuple d'Herbauges, que sa patience était à bout, et qu'il allait tirer de son incrédulité une vengeance éclatante. Il le prévint en conséquence de quitter, dès le jour suivant, avec son hôte Romain et son épouse, cette cité impie sur laquelle allait s'étendre la main vengeresse de l'Éternel. Il lui intima aussi, de la part de Dieu, la défense de regarder derrière lui en sortant des murs proscrits.

Le Saint prédicateur ne se fait pas répéter l'ordre du Très-Haut. Il s'empresse de réveiller Romain et son épouse, et leur fait part de la vision qu'il vient d'avoir et de la défense de l'ange, et au point du jour ils s'acheminent tous les trois vers Nantes. À peine ils étaient sortis de l'enceinte d'Herbauges qu'un bruit épouvantable se fait entendre. Saint Martin et Romain, scrupuleux observateurs des ordres de Dieu, continuèrent leur route sans tourner la tête, mais l'épouse de ce dernier, aussi curieuse que celle de Loth, voulut connaître la cause de ces fracas ; elle est sur le champ convertie en statue de pierre. Cette prétendue statue existe encore. Je l'ai vue en 1780, 1782 et 1787. De loin, elle a l'apparence d'une vieille couverte d'habits grossiers, de près c'est tout simplement une pierre debout, informe et sans aucune apparence de traits humains. Elle est située dans la paroisse du Pont-Saint-Martin à 150 ou 200 toises du lac. On la nomme, dans le pays, la vieille de Saint Martin.

Saint Martin lui-même manqua d'être la victime de son zèle. Il quittait à regret des hommes qui, peut-être, à la fin, auraient été amenés à la croyance d'un dieu crucifié. Il imputait à l'insuffisance de ses moyens le peu de succès de ses prédications. Il se reprochait les plaintes qu'il avait faites. Peut-être, intérieurement, blâmait-il un peu la promptitude et la sévérité du jugement de Dieu ? Il s'éloignait à pas lents. Les eaux qui sortaient avec abondance des entrailles de la terre et qui venaient d'abîmer la ville l'obligèrent à hâter sa marche. Il était un peu tard ; déjà l'eau baignait les genoux... Il n'osa pas s'adresser à Dieu dans cette pressante conjoncture, « ad vatum Deum clamre tinuit » dit la légende. Mais il ne fit pas de difficulté de demander au Diable le service important dont il avait besoin pour se tirer d'affaire. Ses ordres sont donnés et aussitôt il se trouva un pont qui conduit à la terre ferme. Saint Martin et son compagnon échappèrent ainsi à l'inondation et ont bientôt, sains et saufs, gagné la ville de Nantes. Ce pont qui existe encore aujourd'hui, au moins en partie, a porté longtemps le nom de Pont-du-Diable... ».

On peut noter que l'échange s'est effectué, comme pour la légende de l'Île d'Yeu, sur la base de l'âme d'un chat noir, Saint Martin ayant dupé le Diable qui croyait recevoir une âme humaine !

La femme de pierre

Sur le fond, la structure du texte n'a pas changé, le schéma reste simpliste en opposant de façon très manichéenne Bien et Mal : le Bien c'est le Dieu chrétien, et Mal c'est le polythéisme celtique.

Et pour bien matérialiser ce mal, le menhir du Pré-Moreau en Pont-Saint-Martin est devenu une vieille pétrifiée par la colère de Dieu, la démonstration des moines en sera d'autant plus persuasive. Là encore, la récupération des « sites sensibles » est évidente.

La démarche de l'Église consiste à prendre appui sur l'idéologie ou mobilier préexistant qu'elle va habiller avec une logique invariable en opposant la Toute Puissance du Dieu chrétien face au paganisme et la débauche qu'il est sensé sous-tendre. Il faut châtier et purifier, mais aussi sauver celui qui veut croire. C'est dans ce contexte très biblique qui n'est pas sans rappeler l'image de Sodome et Gomorrhe que va être propagée la légende d'Herbauges. Les images sont caricaturales, mais elles impressionnent. L'affirmation de cette légende dans la mémoire collective en sera d'autant plus vivace.

La récupération du contexte climatique parfois brutal -tremblements de terre, tempêtes, inondations- va s'avérer comme l'auxiliaire déterminant des moines dans leur mission évangélique. En démontrant la faillite des dieux païens, ils affirment qu'avec le Dieu chrétien il y a une alternative possible.

La légende d'Herbauges est l'exurgence des rapports de force qu'il a fallu créer sur le terrain. En la confrontant à son contexte historique et climatique, la légende perd un peu de son doré, mais elle s'inscrit néanmoins dans la démarche toujours renouvelée de la confrontation de l'homme et de la nature.

Michel Lopez

NB : toutes les références bibliographiques sont à la disposition des personnes intéressées au 40.65.46.09.

Annexe IV

La réglementation en vigueur sur le site et dans la proche région

PRÉFECTURE
DE LOIRE-ATLANTIQUE

SOCIETE DU CANAL DE BUZAY

RIVIERE L'ACHENEAU

VANNAGE DE BOUAYE

MODIFICATION DU REGLEMENT D'EAU

-:-

A R R Ê T É

LE PREFET DE LA REGION DES PAYS DE LA LOIRE
PREFET DE LOIRE-ATLANTIQUE
Commandeur de la Légion d'Honneur

VU la délibération en date du 20 Février 1965 par laquelle le Comité de la Société du Canal de BUZAY demande la modification du régime hydraulique du Lac de GRANDLIEU,

VU l'article 107 du Code Rural,

VU le Décret du 1er Août 1905,

VU l'enquête ouverte du 28 Juin 1965 au 12 Juillet 1965 et les avis des Maires des Communes de BOUAYE, SAINT-AIGNAN-DE-GRANDLIEU, PONT-SAINT-MARTIN, LA CHEVROLIERE, SAINT-PHILBERT-DE-GRANDLIEU, SAINT-LUMINE-DE-COUTAIS, SAINT-MARS-DE-COUTAIS,

VU le rapport de l'Ingénieur en Chef du Service Hydraulique en date du 29 Septembre 1965,

A R R Ê T E

Article 1er. - L'exploitation du vannage de BOUAYE commandant le plan d'eau dans le Lac de GRANDLIEU devra être réalisée pour obtenir, dans la mesure du possible, les conditions suivantes : aucune accumulation volontaire d'eau ne sera autorisée sur les prés-marais de la Société, même en hiver.

Pour éviter, que par suite de sécheresse prolongée, le Lac ne baisse trop fortement au-dessous de la cote d'été tou-

...

Arrêté préfectoral du 13 octobre 1965
réglementant les niveaux d'eau du lac (pp. 14 et 15).

jours fixée à 1,65 BUAY (3,97 C.M.), un niveau d'eau [illegible], légèrement supérieur à cette cote, est prévu en hiver et au printemps.

Ainsi, le niveau du Lac, à PASSAY, ne devra jamais être inférieur à :

- 1,85 BUAY (4,17 C.M.), du 15 Décembre au 1er Avril.
- 1,80 BUAY (4,12 C.M.), le 1er Mai,
- 1,75 BUAY (4,07 C.M.), le 1er Juin,

de manière que le niveau du Lac ne soit pas en dessous de la cote 1,65 BUAY (3,97 C.M.), le 1er Juillet.

Tant que le niveau du Lac sera au-dessus de ces cotes, il conviendra d'évacuer, au maximum, par le vannage de BOUAYE.

Au cours des étés très humides, le niveau dans le Lac sera maintenu, dans la mesure du possible, à la cote 1,65 BUAY.

Article 2. - Ces cotes seront lues à l'échelle de PASSAY.

Article 3. - L'éclusier chargé des manoeuvres des vannes de l'ouvrage de BOUAYE devra inscrire, sur un registre, le jour, l'heure des manoeuvres, la cote du plan d'eau au vannage et tous les incidents constatés.

Article 4. - M. le Secrétaire Général de Loire-Atlantique, M. l'Ingénieur en Chef du Service Hydraulique sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Recueil des Actes Administratifs de la Préfecture et affiché dans les Communes de BOUAYE, SAINT-ANDRE-DE-GRANDLIEU, PONT-SAINT-MARTIN, LA CHEVROLIERE, SAINT-PHILBERT-DE-GRANDLIEU, SAINT-LUMINE-DE-COUTAIS, SAINT-MARS-DE-COUTAIS.

NANTES, le 13 OCT. 1965

Le PREFET,

CHRISTIAN LOBUT

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE

Décret n° 80-716 du 10 septembre 1980 portant création de la reserve naturelle du lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique).

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'environnement et du cadre de vie,

Vu la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature ;

Vu le décret n° 77-1298 du 25 novembre 1977 pris pour l'application de la loi susvisée ;

Vu les actes notariés des 28 décembre 1977 et 7 mars 1978 faisant donation à l'Etat français de parts de la Société civile immobilière du domaine de Grand-Lieu ;

Vu l'acte notarié du 10 avril 1979 portant acceptation définitive par l'Etat français de la donation susvisée ;

Vu la délibération du conseil municipal de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu en date du 18 octobre 1979 ;

Vu l'avis émis par la commission départementale des sites siégeant en formation de protection de la nature dans sa séance du 19 octobre 1979 ;

Vu l'avis du préfet donné le 5 novembre 1979 ;

Vu les accords donnés par le ministre de la défense, le ministre des transports, le ministre du budget et le délégué à l'espace aérien ;

Vu les avis émis par le ministre de l'agriculture, le ministre de l'intérieur et le ministre de l'industrie ;

Vu l'avis émis par le conseil national de la protection de la nature le 17 janvier 1980,

Décrète :

CHAPITRE Ier

Création et délimitation de la réserve naturelle du lac de Grand-Lieu.

Art. 1er. — Sont classées en réserve naturelle, conformément aux dispositions de l'article 16 de la loi du 10 juillet 1976 susvisée, sous la dénomination de réserve naturelle du lac de Grand-Lieu, les parties de territoire de la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu, département de la Loire-Atlantique, comprenant les parcelles cadastrales suivantes, telles qu'elles figurent aux plans cadastraux et au plan d'ensemble au 1/10 000 annexé au présent décret :

Section 1, parcelles n°s 2 à 5, 44, 49 et 50, 53 et 54, 57, 60 à 62, 68, 70 et 71, 77 à 79, 82, 88, 97, 99, 101, 114, 239, 261, 305, 333, 335, 336 à 338, 341, 395, 483 à 487, 536, soit une superficie totale de 2 694 hectares 60 ares 29 centiares.

Art. 2. — La réserve naturelle du lac de Grand-Lieu ainsi définie est soumise aux interdictions et obligations énumérées aux articles 3 à 17 ci-après.

CHAPITRE II

Réglementation de la réserve naturelle.

Art. 3. — Sauf autorisation du préfet délivrée après avis du comité consultatif et sous réserve des dispositions des articles 5 et 6 du présent décret, il est interdit :

1. D'introduire à l'intérieur de la réserve des animaux, quel que soit leur stade de développement ;
2. De porter atteinte, de quelque manière que ce soit aux animaux de la réserve, à leurs œufs, couvées, portées, nids, alevins ou de les emporter hors de celle-ci ;
3. De troubler ou de déranger, par quelque moyen que ce soit, les animaux à l'intérieur de la réserve.

Art. 4. — Sauf autorisation du préfet délivrée après avis du comité consultatif et sous réserve des dispositions de l'article 7 du présent décret, il est interdit :

1. D'introduire à l'intérieur de la réserve des végétaux, quel que soit leur stade de développement ;
2. De porter atteinte, de quelque manière que ce soit, aux végétaux de la réserve ou de les emporter hors de celle-ci.

Art. 5. — La chasse s'exerce conformément à la réglementation en vigueur, mais est strictement limitée à quatre fusils.

Art. 6. — La pêche est interdite sous réserve des droits acquis par la Société coopérative des pêcheurs du lac de Grand-Lieu. Toute augmentation du nombre des membres de cette société est soumise à l'accord du ministre chargé de la protection de la nature.

Art. 7. — Dès lors qu'elles se conforment aux dispositions du présent décret, les activités agricoles et pastorales continuent à s'exercer librement dans le cadre des usages en vigueur, à l'exception de toute nouvelle exploitation.

Art. 8. — Toute recherche ou exploitation de matériaux ou minerais est interdite, à l'exception des substances concessibles visées à l'article 2 du code minier et après accord du ministre chargé de la protection de la nature.

Art. 9. — Toute activité industrielle, commerciale ou artisanale est interdite sous réserve des dispositions du présent décret, notamment de l'article 6.

Art. 10. — Les travaux publics ou privés sont interdits, à l'exception des travaux d'aménagement ou d'entretien requis pour la conservation du lac et de ses abords.

Art. 11. — L'utilisation des eaux du lac est interdite. Le règlement du régime des eaux du lac est arrêté, sur proposition du préfet, par le ministre chargé de la police des eaux et après accord du ministre chargé de la protection de la nature.

Décret de création de la Réserve Naturelle de Grandlieu de 1980
(pp. 16 et 17)

(source: Journal Officiel du 16 septembre 1980)

Art. 12. — Le campement sous une tente, dans un véhicule ou dans tout autre abri est interdit sauf pour les équipes de gardiennage et les personnalités scientifiques autorisées par le directeur de la réserve.

Art. 13. — Toute manifestation sportive ou touristique est interdite sous réserve des dispositions mentionnées à l'article 14 du présent décret, relatives à la traditionnelle fête du lac.

Art. 14. — La circulation des personnes et des véhicules, ainsi que la divagation des animaux domestiques, est interdite en tout temps sur l'ensemble de la réserve.

La circulation à l'intérieur de la réserve des personnes et des véhicules est cependant autorisée :

1. Pour le personnel de la réserve ;
2. Pour les services publics dans l'exercice de leurs attributions ;
3. Pour les opérations de secours et de sauvetage ;
4. Pour l'exécution d'observations et de travaux de recherches scientifiques sur autorisation délivrée par le directeur de la réserve ;
5. Pour les promenades en bateau organisées par la Société coopérative des pêcheurs à l'occasion de la traditionnelle fête du lac sur la partie de celui-ci qui aura été préalablement délimitée en accord avec le directeur de la réserve ;
6. Pour les personnes visées aux articles 5 et 6 du présent décret.

Art. 15. — Le survol de la réserve est interdit à une altitude inférieure à 300 mètres, sauf pour les aéronefs des armées et du centre d'essais en vol ainsi que pour les aéronefs effectuant des opérations de police, de recherche et de sauvetage ; en outre cette interdiction ne s'applique pas aux aéronefs en régime de vol aux instruments à l'arrivée et au départ de l'aérodrome de Nantes - Château-Bougon.

Art. 16. — Il est interdit :

1. D'abandonner, déposer, jeter, déverser, rejeter ou immerger sur le territoire de la réserve des eaux usées, produits chimiques ou radioactifs, détritus de quelque nature que ce soit, pouvant nuire à la qualité des eaux, de l'air, du sol ou du site, ou à l'intégrité de la faune ou de la flore ;
2. Sous réserve des dispositions du présent décret, d'utiliser des instruments qui, par leur bruit, sont de nature à troubler le calme et la tranquillité des lieux et des animaux s'y trouvant ;
3. De porter atteinte au milieu naturel en utilisant du feu ou en faisant des inscriptions, signes ou dessins.

Art. 17. — Toute publicité, quelle qu'en soit la forme, le support, le véhicule ou le moyen est interdite sur le territoire de la réserve naturelle.

De même, l'utilisation à des fins publicitaires, à l'intérieur ou à l'extérieur de la réserve, de dénominations comportant les mots « réserve naturelle », « réserve du lac de Grand-Lieu », « réserve de Grand-Lieu », ou toute autre dénomination susceptible d'évoquer la réserve naturelle créée par le présent décret, est interdite.

CHAPITRE III

Gestion de la réserve naturelle.

Art. 18. — La gestion de la réserve naturelle de Grand-Lieu est confiée à la Société nationale de protection de la nature.

Le directeur de la réserve est nommé par le ministre chargé de la protection de la nature.

Art. 19. — Il est créé un comité consultatif de la réserve naturelle du lac de Grand-Lieu présidé par le préfet de la Loire-Atlantique. Ce comité, dont la composition est fixée par arrêté du ministre chargé de la protection de la nature, comprend notamment :

Un représentant de la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu ;
Un conseiller général ;
Un représentant de la société coopérative des pêcheurs ;
Un représentant de la société civile immobilière du lac de Grand-Lieu ;
Un représentant de la fédération départementale des chasseurs ;
Un représentant de la fédération départementale des pêcheurs ;
Deux représentants d'associations de protection de la nature ;
Le délégué régional à l'architecture et à l'environnement ;
Le directeur départemental de l'agriculture ;
Des personnalités qualifiées.

Il est consulté sur l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'aménagement de la réserve et de programme d'information, d'éducation du public et de recherches scientifiques.

Il est tenu informé des conditions dans lesquelles s'exercent la gestion et l'aménagement de la réserve et peut évoquer toute question sur ces points.

Art. 20. — Le présent décret sera publié au bureau des hypothèques de la situation du site classé en réserve naturelle.

Art. 21. — Le ministre de l'environnement et du cadre de vie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

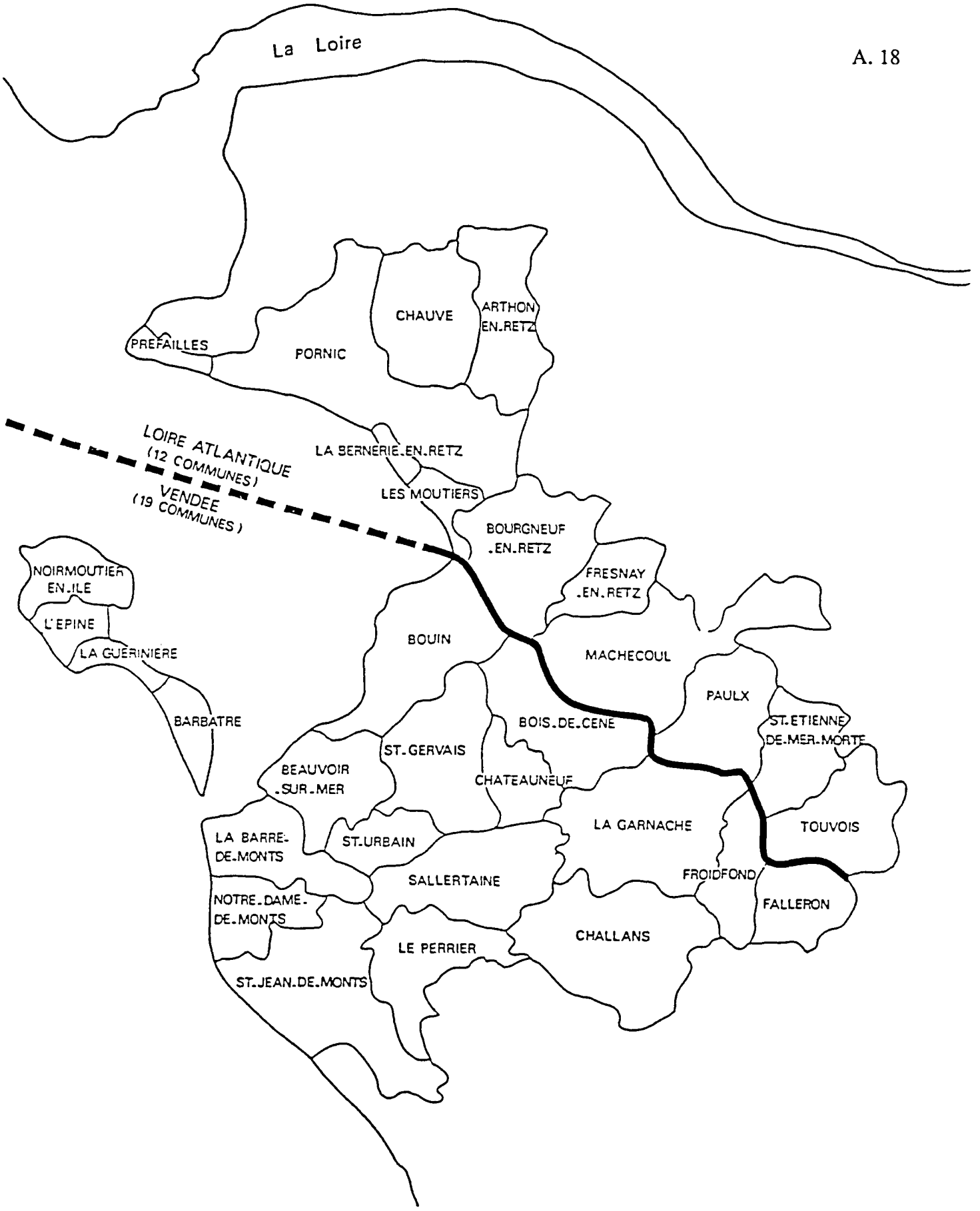
Fait à Paris, le 10 septembre 1980.

RAYMOND BARRE.

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'environnement et du cadre de vie,
MICHEL D'ORNANO.

NOTA — Le plan pourra être consulté à la préfecture de la Loire-Atlantique, quai Ceineray, 44035 Nantes.



Service d'Etudes du S.G.A.R.

Délimitation du Schéma de Mise en Valeur de la Mer de la baie de Bourgneuf.

Annexe V

Techniques de restauration des lacs: données complémentaires

METHODE	QUALITE DE L'EAU	SEDIMENTS DE FOND	VEGETATION AQUATIQUE	OBSERVATIONS
- Moyens préventifs				
DIMINUTION DES APPORTS POLLUANTS	Amélioration, s'il y en a, au bout de quelques années.	Pas d'effet direct.	Pas d'effet direct.	Peut être efficace dans le cas de lacs semi-eutrophes ayant une période de renouvellement courte.
- Moyens curatifs				
A) REMPLACEMENT DE L'EAU	Diminution du temps de stagnation de l'eau dans le lac. La qualité de l'eau se rapproche de celle de l'eau affluente. Le mélange des deux réduit l'efficacité de la méthode.	Pas d'effet direct.	Pas d'effet direct.	Exige une bonne qualité et une quantité importante d'eau de renouvellement. Demande également un mécanisme de décharge.
B) VIDANGE ET REMPLISSAGE	Le remplacement des eaux de basse qualité (vidange) par une eau de haute qualité (remplissage) réduit les effets néfastes du mélange des deux.	Nécessité d'une période assez longue entre les deux opérations pour l'oxydation, la compaction et la stabilisation ou l'enlèvement des sédiments.	Disparition immédiate des algues, bactéries et virus. Destruction des plantes submergées.	Difficile à mettre en œuvre dans les rivières et les lacs alimentés par des sources. Particulièrement efficace dans l'augmentation des peuplements piscicoles à but sportif
C) POMPAGE TRAITEMENT RETOUR	La qualité finale de l'eau dépend du procédé de traitement utilisé et de la dilution du mélange quand l'eau traitée est revenue au lac.	Pas d'effet direct.	Disparition immédiate des algues, bactéries et virus.	Le plus grand écartement possible entre les conduites de soutirage et de retour est exigé, afin de minimiser les effets de dilution du mélange.
D) INACTIVATION DES ELEMENTS NUTRITIFS PAR ADDITION DE COMPOSES METALLIQUES, DE CENDRES OU D'ARGILES	Précipitation ou absorption des phosphates et de quelques composés organiques, augmentation de la transparence. La "désorption" n'a pas été évaluée dans le temps.	Les couches formées sur les sédiments peuvent retarder les effets polluants.	Formation de flocs avec les algues qui vont ensuite coloniser le fond. L'effet sur les végétaux aquatiques enracinés n'a pas été évalué.	Ces réactions dépendent du pH. L'efficacité immédiate dépend du degré de qualité du mélange. Les constituants chimiques des cendres, solubles dans l'eau, peuvent être néfastes à l'écosystème aquatique.
E) ENLEVEMENT D'ELEMENTS NUTRITIFS PAR CONTROLE DES PLANTES AQUATIQUES	Aboutit théoriquement à la diminution de la masse des nutriments dans le lac. Les plantes doivent être enlevées périodiquement afin de prévenir un éventuel retour des nutriments dans l'eau.	Prévention de l'accumulation de sédiments de fond provenant du pourrissement des plantes.	Prévention de la part de nuisance provenant des plantes contrôlées.	Coût annuel relativement élevé. Les espèces contrôlées peuvent avoir des besoins en sels nutritifs relativement forts mais ne servent plus de nourriture aux autres formes de la vie aquatique.
F) OXYGENATION ET DESTRATIFICATION: - POMPES - DIFFUSEUR D'AIR - SYSTEME D'OXYGENATION	La déstratification entraîne surtout une amélioration de la qualité de l'eau par le mélange des eaux de l'hypo- et de l'épilimnion.	Cette technique permet de retarder les effets polluants des sédiments de fond en maintenant des conditions aérobies dans l'hypolimnion.	La déstratification est capable de réduire les concentrations algales.	Réalisation à l'aide de pompes mécaniques ou à air comprimé ou air diffusé ou systèmes d'oxygénateurs. Le maintien de la déstratification nécessite des opérations presque continuelles.
G) COUVERTURE DU FOND A L'AIDE DE SABLES OU AUTRE MATERIEL PARTICULAIRE OU FEUILLES PLASTIQUES	Pas d'effet direct.	Peut retarder ou éliminer la libération des nutriments par les sédiments.	Peut avoir des effets indésirables sur la vie benthique.	Les effets sur la vie benthique devraient être évaluées. Difficulté de mise en place et de maintenance.
H) DRAGAGE	Risque d'augmenter la concentration en nutriments par le mélange des sédiments et de l'eau. Le dragage par succion élimine ce risque.	La libération des nutriments peut être arrêtée si la couche superficielle des sédiments reconstituée est pauvre en nutriments et si la technique de dragage ne permet pas le mélange sédiment-eau et un nouveau dépôt.	Elimination de la végétation enracinée.	Difficulté de choix des zones. Le dragage n'est valable que si la zone considérée ne se réenvase pas (ou très peu).
I) CONTROLE CHIMIQUE DES PLANTES AQUATIQUES	Les plantes pourissantes libèrent des éléments nutritifs dans l'eau.	Accumulation de sédiments par addition de plantes mortes Les éléments toxiques des produits utilisés peuvent être accumulés dans les sédiments.	Destruction des plantes et/ou des algues.	Mesure temporaire. Possibilité d'effets néfastes sur l'écosystème aquatique.
J) CONTROLE MECANIQUE DES PLANTES AQUATIQUES	Diminution théorique du budget en éléments nutritifs du lac.	Une libération accrue des nutriments peut se produire si les sédiments sont remués.	Soulagement immédiat mais temporaire du problème des plantes aquatiques.	Méthode efficace du point de vue diminution du budget en nutriments. Doivent être pris en considération les problèmes de dépôts des végétaux coupés et la constance de ce travail.
K) CONTROLE BIOLOGIQUE DES PLANTES AQUATIQUES	Pas d'effet direct.	Pas d'effet direct.	Introduction d'espèces sélectionnées en vue de la réduction des espèces à contrôler.	Relativement peu coûteux, aisé à appliquer. Les espèces introduites doivent être choisies avec soin, il existe de grands risques d'effets secondaires indésirables (surpopulation).
L) CONTROLE PHYSIQUE DES PLANTES AQUATIQUES	Les techniques laser permettent la libération complète des nutriments par les plantes pourrissant dans l'eau, à moins que les plantes ne soient retirées du plan d'eau.	Risque d'accumulation de sédiments provenant du pourissement des plantes, si elles ne sont pas retirées du plan d'eau.	Retirer les plantes: elles se déssèchent et meurent. Elles peuvent être tuées par l'irradiation laser. Le contrôle des algues par concentration de la lumière solaire a été suggéré.	L'irradiation doit être répétée, elle n'a pas d'effet sur la reproduction des plantes tant que la mort n'est pas effective. Des traitements par laser de la végétation submergée ont été entrepris.

Techniques de restauration (d'après BOYTER C. J., WANIELISTA M. P., 1973 in [CEMAGREF 87/2])

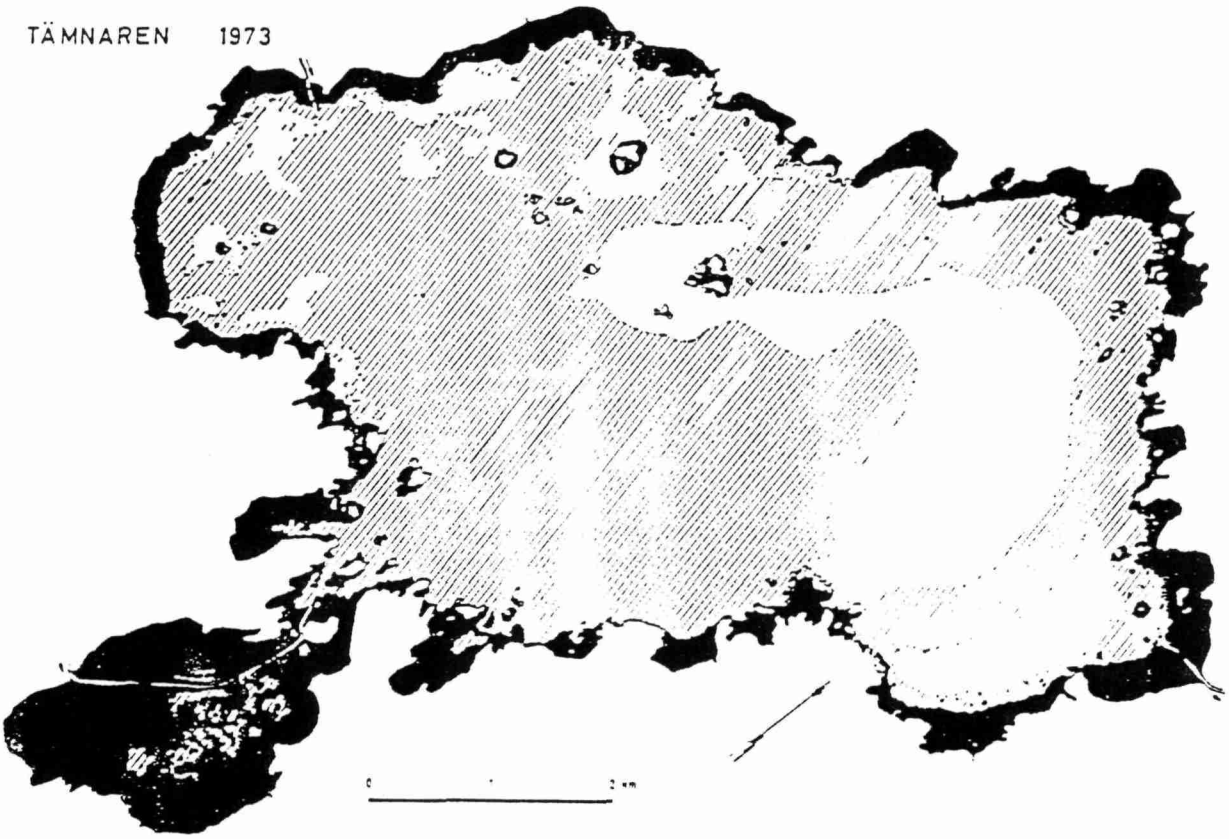
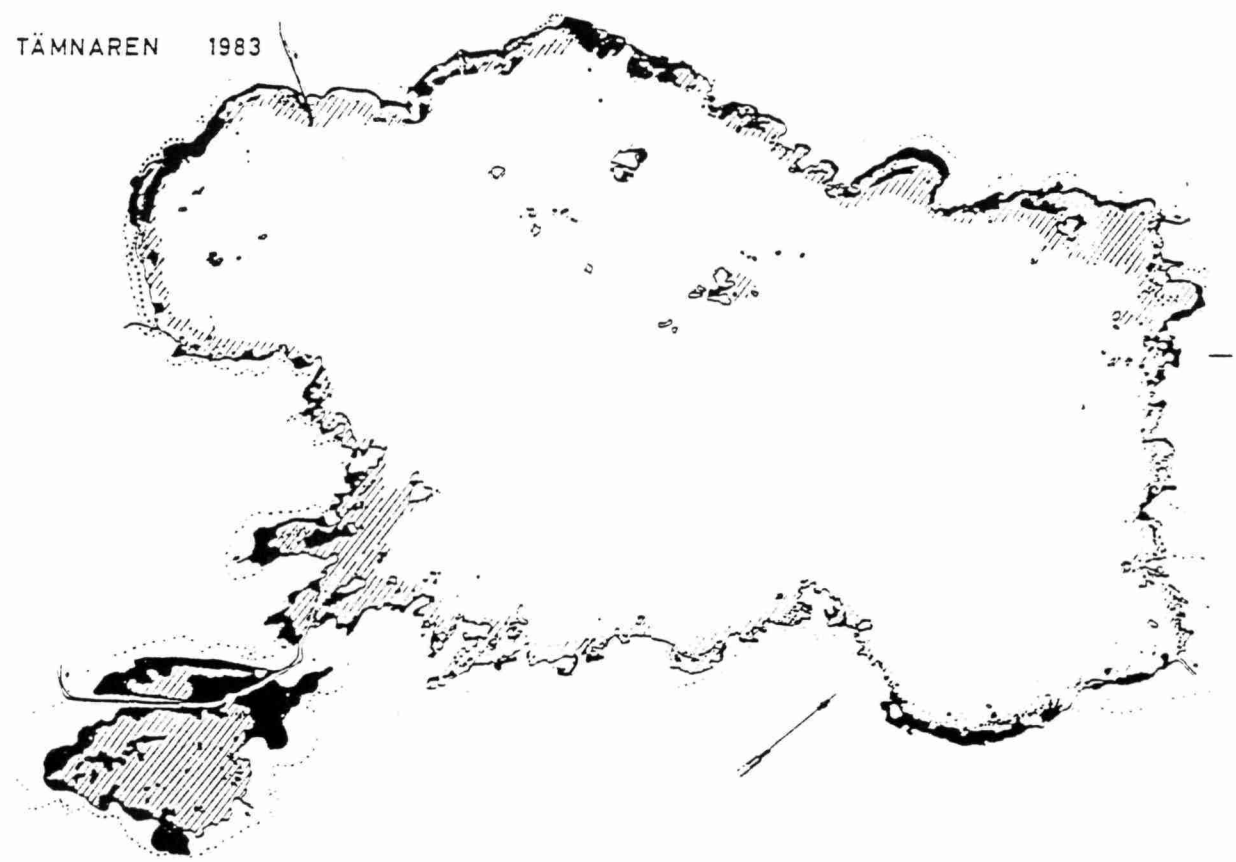


Figure 1a (above) and 1b (on opposite page). Vegetation maps of Lake Tämnaren in 1973 and 1983. The shaded areas represent floating leaved aquatic plants and the black areas represent the distribution of emergent vegetation.



Les effets de la variation des niveaux d'eau sur la végétation:
Exemple du lac Tämnaren en Suède entre 1973 et 1983 [WALLSTEN 89].

Annexe VI

Données complémentaires sur le test de valorisation des sédiments

mélanges (% en sédiment)	numéro du pot	poids du pot	poids total (pot + mélange)	poids à atteindre pour avoir une teneur	
				de15% d'eau	de 20% d'eau
0% (témoin)	1	231	1752	2010	2121
	2	200	1728	1987	2099
	3	211	1816	2088	2205
	4	201	1745	2007	2119
2%	1	214	1923	2203	2328
	2	186	1894	2174	2298
	3	202	1891	2168	2291
	4	233	1856	2122	2240
10%	1	202	1735	1954	2063
	2	230	1719	1931	2038
	3	219	1731	1947	2055
	4	193	1804	2034	2149
25%	1	229	1570	1708	1800
	2	204	1592	1734	1830
	3	191	1615	1761	1859
	4	188	1603	1748	1846
50%	1	208	1352	1393	1467
	2	208	1336	1376	1450
	3	218	1280	1318	1387
	4	196	1286	1325	1396

toutes les valeurs sont exprimées en grammes

Protocole expérimental: grille d'arrosage des pots.

CHAMBRE D'AGRICULTURE GIRONDE

LABORATOIRE D'ANALYSES
ET DE CONSEILS AGRONOMIQUES
39. Rue Michel-Montaigne
33290 BLANQUEFORT
Tél. 56.57.15.62 - Fax 56.35.81.25
Blanquefort, le 18-06-91

Echantillon reçu le 15-05-91
NOM PARCELLE : SEDIMENTS
COMMUNE DE : CESTAS
DEPARTEMENT : GIRONDE

CEMAGREF
50 AVENUE DE BORDEAUX
B.P. 3
33610 CESTAS PRINCIPAL

*** IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON ***			******* N 1 ******
N° laboratoire			02135
Horizon			Sol
Profondeur de prélèvement (cm)			-
*** ANALYSE PHYSIQUE ***			******* N 1 ******
Refus (> à 2 mm)		p.1000	0
GRANULOMETRIE (SANS DECAL)			
Argile (moins de 2 µ)		p.1000	265
Limons fins (2 à 20 µ)		p.1000	265
Limons grossiers (20 à 50 µ)		p.1000	110
Sables fins (0.05 à 0.2 mm)		p.1000	82
Sables grossiers (0.2 à 2 mm)		p.1000	0
Indice de Battance	IB		0.05
HUMIDITES CARACTERISTIQUES			
Humidité équivalente (à 1000 g)		p.1000	405
*** ANALYSE CHIMIQUE ***			******* N 1 ******
ACIDITE			
pH Eau			6.05
pH KCl (N)			6.00
MATIERES ORGANIQUES			
Carbone organique	C	p.1000	92.2
Matière organique (carb.)		p.1000	184.4
Azote total	N	p.1000	5.44
Rapport C/N			17.0
ACIDE PHOSPHORIQUE ASSIMILABLE			
Phosphates (Cal)	P_2O_5	p.1000	0.013
Phosphates (Olsen)	P_2O_5	p.1000	0.078
BASES ECHANGEABLES		p.1000	meq‰ %CEC
Potasse	K_2O		0.512 10.9 5.0
Magnésie	MgO		0.956 47.4 21.8
Chaux	CaO		3.640 129.9 59.7
Sodium	Na_2O		0.730 23.5 10.8
Sommes des bases	S		211.8 97.3
Rapport K/Mg	K/Mg		0.23
CAPACITE D'ECHANGE DES CATIONS			
C.E.C. (Metson)	T	meq ‰	218
OLIGO-ELEMENTS			
Bore (Soluble eau bouillante)	B	p.p.m.	5.00
Zinc (E.D.T.A.)	Zn	p.p.m.	49.6
Cuivre (E.D.T.A.)	Cu	p.p.m.	16.6
Manganèse (E.D.T.A.)	Mn	p.p.m.	144.0
ANIONS - CATIONS			
Chlore (soluble eau)	Cl	p.p.m.	608.2
Soufre (soluble)	S	p.p.m.	807.2

Analyses physico-chimiques des sédiments.

CHAMBRE D'AGRICULTURE GIRONDE

LABORATOIRE D'ANALYSES
ET DE CONSEILS AGRONOMIQUES
39, Rue Michel-Montaigne
33290 BLANQUEFORT
Tél. 56.57.15.62 - Fax 56.35.81.25
Blanquefort, le 18-06-91

Echantillon reçu le 15-05-91
NOM PARCELLE : TERRE AGRICOLE
COMMUNE DE : CESTAS
DEPARTEMENT : GIRONDE

CEMAGREF
50 AVENUE DE BORDEAUX
B.P. 3
33610 CESTAS PRINCIPAL

*** IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON ***			******* H 1 ******
N° Laboratoire			02134
Horizon			Sol
Profondeur de prélèvement (cm)			-
*** ANALYSE PHYSIQUE ***			******* H 1 ******
Refus (> à 2 mm)		p.1000	0
GRANULOMETRIE (SANS DECAL)			
Argile (moins de 2 µ)		p.1000	61
Limons fins (2 à 20 µ)		p.1000	40
Limons grossiers (20 à 50 µ)		p.1000	19
Sables fins (0.05 à 0.2 mm)		p.1000	119
Sables grossiers (0.2 à 2 mm)		p.1000	761
Indice de Battance	IB		0.40
HUMIDITES CARACTERISTIQUES			
Humidité équivalente (à 1000 g)		p.1000	60
*** ANALYSE CHIMIQUE ***			******* H 1 ******
ACIDITE			
pH Eau			6.60
pH KCl (N)			5.90
MATIERES ORGANIQUES			
Carbone organique	C	p.1000	5.9
Matière organique (carb.)		p.1000	11.8
Azote total	N	p.1000	0.47
Rapport C/N			12.6
ACIDE PHOSPHORIQUE ASSIMILABLE			
Phosphates (CAL)	P_2O_5	p.1000	0.128
Phosphates (*Olsen*)	P_2O_5	p.1000	0.107
BASES ECHANGEABLES		p.1000	meq‰ %CEC
Potasse	K_2O	0.175	3.7 18.3
Magnésie	MgO	0.064	3.2 15.6
Chaux	CaO	1.000	saturation
Sodium	Na_2O	0.012	0.4 1.9
Sommes des bases	S		saturation
Rapport K/Mg	K/Mg		1.17
CAPACITE D'ECHANGE DES CATIONS			
C.E.C. (*Metson*)	T	meq ‰	20
OLIGO-ELEMENTS			
Bore (*Soluble eau bouillante*)	B	p.p.m.	0.11
Zinc (*E.D.T.A.*)	Zn	p.p.m.	2.9
Cuivre (*E.D.T.A.*)	Cu	p.p.m.	2.6
Manganèse (*E.D.T.A.*)	Mn	p.p.m.	103.6
ANIONS - CATIONS			
Chlore (*soluble eau*)	Cl	p.p.m.	3.1
Soufre (*soluble*)	S	p.p.m.	2.0

Analyse physico-chimique du sol de référence.

mélanges (% en sédiment)	numéro du pot	poids pap. alu. (g)	poids total (p. al. + herbe) (g)	poids biomasse fraiche (g)	poids biomasse sèche (g)	hauteur maximale des plants (cm)	évaluation de la densité (nbre de plants)	observations
0% (témoin)	1	1,32	11,44	10,12	2,15	29	204	plants moins verts de façon générale
	2	1,43	12,00	10,57	2,29	28,5	217	
	3	1,32	13,08	11,76	2,28	26,4	175	
	4	0,98	10,63	9,65	1,66	28	200	
2%	1	1,21	12,41	11,20	2,05	32	179	nombreux plants couchés plus fins que témoin
	2	1,34	15,51	14,17	2,40	33	204	
	3	1,18	15,28	14,10	2,23	38	219	
	4	1,17	14,43	13,27	2,15	36	193	
10%	1	1,15	16,01	14,86	2,36	33	218	plus fins que 25%
	2	1,27	17,32	16,05	2,55	34	209	
	3	1,14	14,71	13,57	2,31	35	161	
	4	1,17	16,18	15,01	2,40	35,5	204	
25%	1	1,25	13,36	12,12	2,25	37	199	plants plus verts et plus drus que témoin
	2	1,32	13,66	12,35	2,39	35	180	
	3	1,19	14,62	13,42	2,36	26	227	
	4	1,39	17,36	15,97	2,88	32	227	
50%	1	1,35	6,77	5,42	1,92	24	198	nombreux plants morts plus fins que témoin
	2	1,33	6,86	5,53	1,91	23	185	
	3	1,24	6,31	5,07	1,76	25	154	
	4	1,18	6,33	5,15	1,74	23,5	175	

mélanges (% en sédiment)	numéro du pot	poids pap. alu. (g)	poids total (p. al. + herbe) (g)	poids biomasse fraiche (g)	poids biomasse sèche (g)	hauteur maximale des plants (cm)	observations
0% (témoin)	1	1,31	9,79	8,47	1,95	29,5	plants moins verts de façon générale
	2	1,64	11,90	10,26	2,49	37	
	3	1,42	11,50	10,07	2,24	31	
	4	1,48	11,21	9,73	2,26	27,5	
2%	1	1,25	12,07	10,83	2,09	29,5	nombreux plants couchés plus fins que témoin
	2	1,37	9,92	8,55	2,02	32,5	
	3	1,36	11,94	10,58	2,18	35,5	
	4	1,58	9,43	7,85	2,13	31,5	
10%	1	1,43	9,86	8,43	2,14	29	plus fins que 25%
	2	1,32	11,75	10,43	2,18	36	
	3	1,35	11,45	10,10	2,22	30	
	4	1,36	10,66	9,30	2,15	29,5	
25%	1	1,62	10,97	9,36	2,51	31	plants plus verts et plus drus que témoin
	2	1,61	9,44	7,82	2,36	28	
	3	1,23	7,56	6,33	1,93	26	
	4	1,24	14,27	13,03	2,52	34	
50%	1	1,37	3,63	2,26	1,65	21	nombreux plants morts plus fins que témoin
	2	1,46	2,82	1,36	1,64	15	
	3	1,34	3,74	2,39	1,61	24	
	4	1,28	3,74	2,46	1,59	23,5	

(+ 2,5 cm de coupe)

Mesures et observations de la première et de la seconde coupe.

Les engins sont amenés sur l'étang de Léon.

La terre des étangs arrive

Avec le début des travaux de désenvasement, la " terre des étangs ", produit économique et écologique, va faire son apparition dans nos jardins.

Les spécialistes sont actuellement au chevet de l'étang de Léon. Aureilhan et Soustons subiront le même traitement par la suite, l'opération globale devant durer cinq ans en tout. Quant aux " spécialistes ", ce sont les techniciens de Ballast Nedam Dragage, filiale parisienne d'une société hollandaise. Reconnue comme l'un des leaders mondiaux dans ce domaine, elle a été choisie par Géolandes à l'issue d'un appel d'offre international pour son bon rapport technicité/prix. De plus, l'entreprise néerlandaise possède déjà l'expérience du traitement de la vase qui va être utilisé dans les Landes.

Après une période d'essais, commencée à la mi-février et ayant duré une vingtaine de jours, les machines viennent donc d'entamer leur travail. Un premier engin, installé sur un bateau, est chargé d'aspirer les sédiments. Il va pour cela quadriller méthodiquement les 360 hectares du plan d'eau. Au bout d'un bras articulé, une tête d'aspiration entraîne le mélange d'eau et de vase et le refoule à travers un tuyau jusqu'à la rive. Une unité de traitement est implantée près de l'étang. Les vases y sont débarrassées de leurs débris et épaissies. Elles sont enfin essorées et compactées dans une presse à bandes.

D'une pierre deux coups

Au sortir de cette unité de traitement, on obtient la déjà fameuse " terre des étangs ". Une terre végétale qui contient 25% de matières organiques (contre 7 à 8% dans la terre normale). Elle est donc idéale pour améliorer les sols pauvres dans un mélange d'environ 1/3 de vase déshydratée pour 2/3 de terre. De nombreuses utilisations lui ont d'ores et déjà été découvertes ; deux laboratoires lui recherchent d'autres qualités potentielles.

Et les Landais sont invités à profiter de cette manne, en faisant d'une pierre deux coups ! Ils trouveront dans la " terre des étangs " un amendement de qualité pour leurs jardins : un produit écologique qui permet d'arroser moins et de réduire l'usage des engrais. L'achat de la terre végétale, à un prix plus que raisonnable, permet en plus de participer de façon concrète au sauvetage des étangs. Le coût total des travaux d'extraction s'élève à 80 MF, or la vente de la terre permettrait d'en financer un quart. L'utilisation de cette terre révèle ainsi un avantage écologique, mais aussi économique.

D'ici à cinq ans, les étangs devraient " donner " près d'un million de mètres cubes de terre .. De quoi contenter plus d'un jardinier !

Comment se la procurer ?

• **Choisissez**, en fonction des quantités souhaitées et de vos possibilités d'assurer ou non le transport, la formule d'enlèvement sur place ou celle de la livraison suivant le tarif ci-dessous.

• **Retournez** le bon de commande et votre règlement.

Suivant l'option choisie,

— **vous recevrez** le bon d'enlèvement contre lequel vous sera délivrée sur l'unité de production la quantité choisie ;

— **nous organiserons** votre livraison.

Tarifs

• **Enlèvement par vos soins :**

Sur l'unité de production Géolandes lieu-dit l'Etang Vielle-Saint-Girons.

35 F la tonne (1 tonne = 0,9 m³)
Prise en charge 50 F par pesée (gratuite pour les commandes par bon d'enlèvement).

Le chargement est assuré par Géolandes.

• **Livraison par Géolandes :**

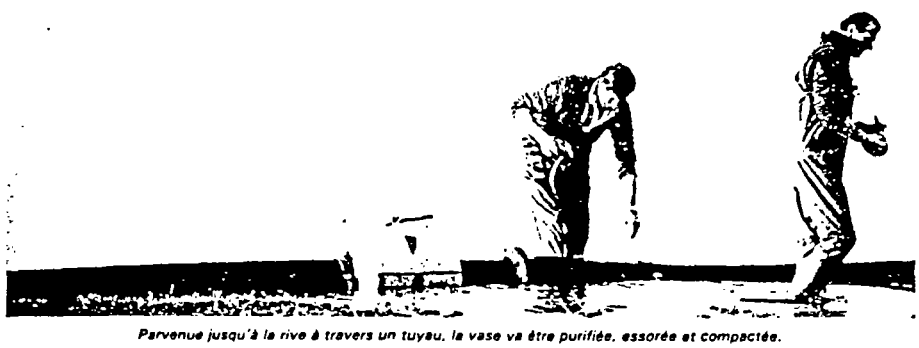
— 25 tonnes : .....2 000 F
au-delà de 50 kilomètres, supplément par 10 kilomètres supplémentaires : .....150 F

— 15 tonnes : .....1 350 F
au-delà de 50 kilomètres supplément par 10 kilomètres supplémentaires : .....130 F

— 10 tonnes : .....1 000 F
au-delà de 50 kilomètres supplément par 10 kilomètres supplémentaires : .....90 F

— 5 tonnes : .....600 F
au-delà de 50 kilomètres supplément par 10 km supplémentaires : .....70 F.

Pour des quantités importantes et/ou répétitives, nous consulter : **Géolandes, tél. 58 46 40 40** M. Fournier ou Mlle Mourgues



Parvenue jusqu'à la rive à travers un tuyau, la vase va être purifiée, essorée et compactée.

Géolandes

BON DE COMMANDE

☐ pour un bon d'enlèvement de ..... tonnes
(1 tonne = 0,9 m³ de terre des étangs landais)
ci-joint chèque de ..... francs en règlement à l'ordre de Géolandes.

☐ pour la livraison franco de port par Géolandes, d'une quantité de :
☐ 5 tonnes ☐ 10 tonnes ☐ 15 tonnes ☐ 25 tonnes
ci-joint chèque de ..... francs en règlement, à l'ordre de Géolandes.

BON D'ENLÈVEMENT OU LIVRAISON A L'ADRESSE SUIVANTE :

NOM .....

Adresse .....

..... Téléphone .....

A renvoyer à

GÉOLANDES,
20-22, rue Victor-Hugo
40025
MONT-DE-MARSAN Cédex
Tél. 58 46 40 40

Expériences de revalorisation des sédiments des étangs landais.

SO 12/03/91

La vase, nouvelle source d'énergie ?

Il était temps sur les étangs ! Géolandes cible à la fois le biotope et la bioénergie

Opérations de lutte contre l'ensablement, lutte contre la prolifération des plantes aquatiques, travaux de faucardage : Géolandes [1] s'est attaqué à tout ce qui concerne l'environnement, notamment les lacs et étangs landais. Le logo Géolandes vient d'être adopté sur proposition du président du Conseil général, Henri Emmanuelli, lors d'une réunion tenue au Conseil général.

A cette dernière participaient notamment Joachim Oyarzabal, le responsable du bureau Espace naturel de la direction de l'aménagement, Christian Juste, directeur de la station agronomie de Bordeaux, Jean-Yves Montus, président de Géolandes, Marc Bourgeois, directeur du service de l'aménagement au Conseil général. Etaient invités à cette réunion les conseillers généraux et maires des communes concernées par ce grand travail expérimental de désenvasement des étangs landais. Chacun d'eux avait devant son pupitre un pot, non pas de résine, mais de terre pure des étangs landais, fabrication exclusive de Géolandes. Produit mis en vase et désigné comme riche en azote, en carbone, avec un rendement pratiquement inespéré sur des terres sablonneuses comme celles de Landes. C'est une invention purement locale que l'on doit aussi à l'INRA.

OPÉRATIONS MULTIPLES

En ce qui concerne les opérations de lutte contre l'ensablement, et compte tenu des faibles précipitations de l'année 1990, la vidange des bassins dessableurs n'a pas été nécessaire; Les travaux d'agrandissement des bassins sur la Palue alimentant l'étang de Léon, entrepris en octobre 1990 (2 000 mètres cubes), devraient permettre de collecter des apports sableux importants. La lutte contre la prolifération des plantes aquatiques a été l'objet d'une étude complète, qualifiée de « plan de gestion de la végétation aquatique des étangs landais », réalisée par le CEMAGREF et le GEREA de Bordeaux et diffusée aux membres du Syndicat mixte pour la sauvegarde et la gestion des étangs landais. A ce propos, un programme de formation de personnels communaux et d'usagers du plan d'eau sera réalisé au printemps 1991 afin de sensibiliser les responsables locaux à ces problèmes.

TRAVAUX DE FAUCARDAGE

Ils ont été importants et réalisés sur l'étang Blanc, pour un montant de 900 000 francs, durant les mois d'avril, mai, juin 1990. Parallèlement, des essais de traitement herbicide, ont été poursuivis sous contrôle scientifique, toujours dans le sens d'assurer la pérennité des travaux de lutte contre la prolifération du « lagarosiphon-major » sur plusieurs années. De tels travaux de faucardage ont été effectués dans la conche d'Ispes de l'étang de Cazaux-Sanguinet. Des travaux expérimentaux ont été également menés sur l'étang d'Ychoux. Et l'on se penche actuellement sur l'enlèvement des plantes aquatiques proliférant dans l'étang du Turc (ludwigia peploïde). Pour ce qui concerne le désenvasement, le syndicat a désigné la société hollandaise Ballast Nedam Dredging pour les étangs de Léon, Aureilhan et Soustons (pour un montant de 77 MF). Les travaux pour la création de la plate-frome pour l'unité de traitement de vase ont été entrepris à Vielle-Saint-Girons, les travaux de désenvasement ont commencé en ce début de mois. Suivront des travaux de régénération de l'étang de Moïsan à Mesanges, lancés depuis septembre 1990 et portant sur l'extraction de 20 000 mètres cubes de vase et 30 000 mètres cubes de sable. Cette opération devrait s'achever en mars 1991. Dans les autres études, il faut signaler la restauration du courant de Sainte-Eulalie-en-Born, dans l'attente de la réalisation d'une étude hydraulique de l'ensemble des étangs landais du nord en 1991. Des travaux expérimentaux de stabilisation de berges et de gestion de la végétation des rives du courant seront également mis en œuvre au printemps 1991.

QUELQUES CHIFFRES

La mise en œuvre du plan d'action engagé par le syndicat mixte se traduira en 1991 par la montée en puissance de l'opération de désenvasement qui connaîtra le démarrage effectif des travaux sur l'étang de Léon. L'inscription de 14 400 000 francs est proposée pour le règlement du solde des installations et matériels de chantier et des travaux de l'année, la poursuite du programme d'aménagement des abords des étangs. Trois sites sont concernés à ce titre : Léon où une deuxième tranche de travaux est prévue, Sanguinet et Soustons qui verront engager une première tranche de réalisation. 1 500 000 francs sont prévus à ce titre; un volet d'études et de recherches (145 000 francs) comportant le suivi scientifique des plantes aquatiques et une étude spécifique d'aménagements piscicoles sur berges à Léon, pour lesquels une provision de 200 000 francs prévue pour engager des travaux à l'issue de cette investigation préalable est également proposée. Au total, la section d'investissement du budget primitif s'établit en dépenses à 16 290 MF pour les propositions nouvelles.

La vase, nouvelle source économique du pays landais, sera commercialisée au grand public et aux entreprises et pourra amender de façon notable tous les terrains sablonneux. Du genre de ceux qui sont retenus par les oyats. Pourquoi pas !

BERNARD GUINDANI

[1] Géolandes, sigle de la lutte contre la pollution, avec pour base... la vase.

A. 28

Géolandes

PARTICIPEZ AU RAJEUNISSEMENT DU PATRIMOINE NATUREL REPRÉSENTÉ PAR LES ÉTANGS LANDAIS

Terre des Étangs

CONDITIONS DE VENTE

Choisissez la formule qui vous convient :

1) Enlèvement par vos soins :

35 f TTC la tonne + 50 f TTC de frais de prise en charge.
NOUS ASSURONS LE CHARGEMENT.

2) Livraison par Géolandes :

Quantité Livrée (suivant camions)	Prix Franco dans un rayon de 50 km	Supplément par tranche de 10 km supplémentaires
25 tonnes	2000 f	150 f
15 tonnes	1350 f	110 f
10 tonnes	1000 f	90 f
5 tonnes	600 f	70 f

Pour des livraisons importantes et/ou répétitives, consultez-nous :

GÉOLANDES : tél. 58.46.40.40 — M. FOURNIER ou Mlle MOURGUES

Un guide d'utilisation de la terre des étangs sera disponible fin mars

Ouverture des bureaux pour enlèvement : du lundi au vendredi : 8 h - 20 h
samedi : 8 h - 12 h