Colonisation végétale des hydrosystèmes : application aux sites de Moïsan (40) et Cousseau (33)

Benoît Pin

▶ **To cite this version:**

Benoît Pin. Colonisation végétale des hydrosystèmes : application aux sites de Moïsan (40) et Cousseau (33). Sciences de l'environnement. 2002. hal-03815508

HAL Id: hal-03815508
https://hal.inrae.fr/hal-03815508

Submitted on 14 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.

Institut EGID BORDEAUX 3

Cemagref

IUP « Génie de l'Environnement »
3ème année

Colonisation végétale des hydrosystèmes

Application aux sites de Moïsan (40) et Cousseau (33)

Auteur : Benoit PIN

Responsable de stage : Alain DUTARTRE

CEMAGREF Groupement de Bordeaux
Département Gestion des Milieux Aquatiques
Unité de Recherche Qualité des Eaux
50 avenue de Verdun
33612 CESTAS Cedex

Septembre 2002

Organisme émetteur
CEMAGREF
Unité de Recherche Qualité des Eaux
50, Avenue de Verdun
33 612 CESTAS Cedex

Organisme commanditaire
Institut EGID – IUP
« Génie de L'Environnement »
1, Allée F. DAGUIN -
33607 PESSAC cedex

ARCH. DE Mémoire
CEMAGREF BORDEAUX
Bibliotheque N° 5282
Date 3/09/02

CEMAGREF BORDEAUX DOCUMENTATION

PIN B. 2002. Colinisation végétale des hydrosystèmes, application aux sites de Moïsan (40) et Cousseau (33). Institut Egid de Bordeaux III, IUP « Génie de l'Environnement ». Cemagref, Unité de Recherche Qualité des Eaux, mémoire de Maîtrise, 72p.

Résumé : L'étude spécifique de la dynamique des macrophytes des sites de Moïsan et Cousseau répond à la commande d'un suivi formulé par le Conseil général des Landes pour le premier site mais constitue aussi un des prémices d'un programme de recherche dédié à la jussie.
Appartenant au chapelet des lacs et étangs aquitains adossés au cordon dunaire du sud-ouest du territoire français, les étangs de Moïsan et Cousseau représentent des hydrosystèmes très intéressants pour l'étude des macrophytes. En effet, afin de lutter contre la dégradation des eaux et contre la fermeture et le comblement de ces écosystèmes aquatiques, leurs gestionnaires ont entrepri des travaux destinés à rétablir un fonctionnement hydraulique actif. Ainsi, ces sites se sont retrouvés directement menacés par des espèces à forte dynamique de colinisation (*Lagarosiphon major*, *Ludwigia* sp et *Myriophyllum aquaticum*) présentes dans les milieux amont.
Au terme des suivis réalisés et après comparaison des résultats obtenus avec ceux des années précédentes, une critique des modes de gestion est présentée.
Mots clés : Macrophytes – Landes – Gironde - Moïsan - Cousseau - Colonisation – Boutures – Expériences in-situ - *Lagarosiphon major - Ludwigia sp - Myriophyllum aquaticum.*

Abstract : The specific study about macrophytes dynamic in the sites of Moïsan and Cousseau answer to an order from the "Conseil Général des Landes" for the first place, and constitute a part of an experience for a research program dedicate to the *Ludwigia* sp.
Situated beside the dune front of the southwest of France, the ponds of Moïsan and Cousseau represent very interesting hydrosystems for macrophytes study. Indeed, in order to fight against water quality degradation, closing and mud filling of these aquatic ecosystems, managers of these sites did some management work destined to restablish an hydraulic active circulation. In consequence, these sites were confronted to the menace of species with high colonisation dynamic.
At the term of the study and after comparisons between results about this one and precedents years, an evaluation about management operations has been made.
Key Words : Macrophytes – Landes – Gironde - Moïsan - Cousseau - Colonisation – diaspores – In-situ experiences - *Lagarosiphon major - Ludwigia sp - Myriophyllum aquaticum.*

PROGRAMME DE RECHERCHE ALTERMIL	Septembre 2002	DIFFUSION : ▪ Tout public ▫ Interne ▫ Confidentiel

PREAMBULE

L'étude qui suit a été réalisée dans le cadre du module 2.3.3 « stage professionnel Ingénieur-maître » du programme de la troisième année d'IUP « Génie de l'Environnement » de l'Institut EGID (Environnement, Géo-Ingénierie et Développement) de Bordeaux III. Celle-ci s'est déroulée du lundi 08 Avril 2002 au Lundi 30 Septembre, soit une durée de 6 mois.

La structure qui fut le siège de ce stage est le CEMAGREF (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement) de Bordeaux et plus précisément l'Unité de Recherche « Qualité des Eaux » qui dépend du département « Gestion des Milieux Aquatiques ». Le centre de Bordeaux regroupe une centaine de permanents auxquels viennent s'ajouter une cinquantaine de non permanents (stagiaires, thésards, vacataires).

Enfin, l'encadrement a été principalement assuré par Alain DUTARTRE (Ingénieur de Recherche), Christophe LAPLACE-TREYTURE (Technicien) et par Mr MALEZIEUX (Professeur responsable des stages de 3ème année d'IUP au sein de l'Institut EGID).

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord Alain DUTARTRE, mon maître de stage, pour m'avoir confié cette étude, pour son expérience, sa disponibilité, ses conseils, son aide en toute circonstance ainsi que son humour caustique. Enfin, je tiens tout particulièrement à le remercier pour tout ce qui est au delà d'une simple implication dans le travail d'un stagiaire et qui participe à l'épanouissement d'un nouveau venu dans une équipe, lui permettant ainsi de bonifier ces quelques mois de collaboration.

J'accorde aussi toute ma gratitude à Christophe LAPLACE-TREYTURE pour son aide très précieuse concernant les campagnes de terrain, la détermination des algues filamenteuses et autres cyanobactéries. Je tiens aussi à le remercier pour ses connaissances quant à la résolution des petits problèmes liés à l'informatique mais aussi pour sa bonhomie naturelle et surtout sa capacité à sortir des sentiers battus.

Un grand merci aux conservateurs de la Réserve Naturelle de l'Etang de Cousseau, Aurélien PLICHON et François SARGOS qui m'ont beaucoup aidés lors des campagnes de terrain sur ce site magnifique qu'ils ont su me faire apprécier à sa juste valeur.

Je tiens aussi à faire figurer à cette rubrique Lionel FOURNIER, chargé du suivi du site de Moïsan pour le Conseil Général des Landes qui m'a fourni des renseignements importants sur le site.

C'est aussi au reste de l'équipe de l'Unité de Recherche que vont mes remerciements. Ainsi, je remercie très vivement François DELMAS, chef de l'Unité de Recherche, pour m'avoir accordé le temps nécessaire afin de me rendre aux différentes sollicitations liées à mon cursus prochain, Marie Hélène MONTEL et Catherine FERRIERE, secrétaires de l'Unité de Recherche, pour leur aide administrative mais aussi pour leur bonne humeur.

C'est aussi et surtout aux personnes qui ont rendu ce stage possible et agréable que viennent mes remerciements les plus sincères, à savoir mes parents qui en toute circonstance m'ont donné leur appui et bien plus encore mais aussi mes amis ainsi que les autres stagiaires du CEMAGREF qui ont rendu ce stage encore plus sympathique et inoubliable.

Je remercierai enfin toutes les personnes qui de près ou de loin ont apporté leur contribution à cette étude.

TABLE DES MATIERES

I. CONTEXTE 9
I.1 Approche géomorphologique des étangs aquitains 9
I.1.1 Introduction : 9
I.1.2 Formation, Evolution et morphologie comparée des étangs : 9
I.1.2.1 Type morphologique « Stade initial » 9
I.1.2.2 Type morphologique « Lac de barrage aval » 9
I.1.2.3 Type morphologique « Lac de barrage amont » 10
I.2 Géologie, Hydrogéologie : 10
I.2.1 Description des formations et de leurs rôles hydrogéologiques : 10
I.2.2 Variations de la nappe et qualité des eaux : 11
I.3 Contexte climatique (données météo-France) : 11
I.3.1 La Gironde : 11
I.3.2 Les Landes : 12
I.3.3 Comparaison Gironde / Landes : 12
I.4 Contexte géographique et historique : 13
I.4.1 Généralités 13
I.4.2 Descriptif démographique, géographique et historique des communes de Lacanau et Messanges : 13
I.4.2.1 Lacanau : 13
I.4.2.2 Messanges : 14
I.4.3 Caractéristiques géographiques, historiques, gestion et évolution des sites de Cousseau et de Moïsan : 14
I.4.3.1 Cousseau : 14
I.4.3.2 Moïsan : 16
I.5 Présentation des principaux végétaux proliférants étudiés sur les sites 18
I.5.1 Les hydrophytes immergées introduites (Collectif, 1997) 18
I.5.1.1 Les Jussies - Ludwigia sp : 18
I.5.1.2 Le Myriophylle du Brésil - Myriophyllum brasiliense (ou M. aquaticum) : 19
I.5.1.3 Lagarosiphon major : 19
I.5.2 Stratégies biologiques de ces espèces (Dutartre, Fare, 2001) 20
I.5.3 Cyanobactéries et Algues filamenteuses: 20
I.6 Synthese Bibliographique Spécifique 22
I.6.1 Moïsan : 22
I.6.1.1 Causes du comblement de l'étang de Moïsan : 22
I.6.1.2 Inventaire macrophyte en 1982 (Dutartre A.) et comparaison avec 1966 (Van Den Berghen) : 22
I.6.1.3 Inventaire de 1991 et 1994 (Dutartre A.) et comparaison avec les inventaires précédents : 24
I.6.1.4 Inventaire de 2000 (Dutartre A., Daudin D., Vanhoutte A.) : 25
I.6.1.5 Inventaire de 2001 (Dutartre A., Bertrin V., Daudin D.) : 26
I.6.1.6 Récapitulatif des évolutions qualitatives sur l'étang de Moïsan de 1966 à 2001 : 26
I.6.2 Cousseau : 28

I.6.2.1 Premier Inventaire hydrobiologique de l'Etang – Eté 1978 (Gabignon, 1978) : 28
I.6.2.2 Synthèse comparative des études de 1979/1980 (Dutartre) et 1997/1998 (Boutet) : 28
I.6.2.3 Synthèse de 1999 sur la qualité des eaux avant réalimentation (Mérignon M., Dutartre A., Sargos F.) : 28
I.6.2.4 La végétation aquatique sur le site de Cousseau en 2001 (Bertrin V.) : 29
II. METHODES 30
II.1 Cousseau 30
II.1.1 Choix des stations d'étude et fréquence des observations : 30
II.1.2 Mesures de dérive : 31
II.1.3 Mise en culture de boutures in-situ : 33
II.1.4 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang : 34
II.1.5 Mesures Physico-chimiques : 34
II.2 Moïsan 34
II.2.1 Choix des stations d'étude et fréquence des observations : 34
II.2.2 Analyse de la végétation sur le Chenal de réalimentation et sur l'étang : 35
II.2.3 Mesures de dérive : 36
II.2.4 Mesures physico-chimiques : 36
III. RESULTATS 37
III.1 Moïsan 37
III.1.1 Mesures des paramètres physico-chimiques : 37
III.1.2 Mesures de Dérive : 37
III.1.2.1 Poids sec de matière vivante et de matière morte : 37
III.1.2.2 Longueurs cumulées de boutures : 38
III.1.3 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang : 38
III.1.3.1 Recouvrement de la végétation sur la totalité du chenal de réalimentation : 38
III.1.3.2 Répartition des différents taxons majoritaires rencontrés sur le chenal de réalimentation : 41
III.1.3.3 Analyse de la végétation sur l'étang de Moïsan : 45
III.1.3.4 Evolution du Myriophylle du Brésil sur l'étang : 46
III.2 Cousseau 47
III.2.1 Mesures des paramètres physico-chimiques : 47
III.2.2 Mesures de dérive : 48
III.2.3 Boutures mises en culture en Aquarium en conditions semi-contrôlées : 49
III.2.4 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang : 50
III.2.5 Tests in-situ et statistiques : 52
III.2.5.1 Résultats bruts 52
III.2.5.2 Test du χ^2 de Pearson : 53
III.2.5.3 Examen comparé des résultats bruts et tests du χ^2 : 54
III.2.5.4 Test de corrélation : 55
IV. DISCUSSION 57
IV.1 Introduction 57
IV.1.1 Programmation des campagnes de terrain : 57
IV.1.2 Travaux sur le site de Moïsan : 57
IV.1.3 Estimation des taux de recouvrement : 57
IV.1.4 Mesure de dérive début Juillet : 57
IV.1.5 Relevés physico-chimiques sur Cousseau lors de l'expérimentation in-situ : 58
IV.1.6 Relevés de dérive sur Cousseau : 58

IV.2 Moïsan 58
IV.2.1 Conditions du milieu : 58
IV.2.2 Dynamique du processus de colonisation : 58
IV.2.3 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang de Moïsan : 59
IV.2.3.1 Chenal d'alimentation : *59*
IV.2.3.2 L'étang de Moïsan : *60*
IV.2.4 Risques de prolifération des végétaux et gestion du site : 60
IV.2.5 Synthèse : 61
IV.3 Cousseau 61
IV.3.1 Condition du milieu : 61
IV.3.2 Potentiel de colonisation : 62
IV.3.3 Gestion du site : 63
IV.3.4 La végétation sur le chenal et l'étang : 64
IV.3.4.1 Le chenal : *64*
IV.3.4.2 L'étang : *64*
IV.3.5 Synthèse : 65

INTRODUCTION

Le sud-ouest du territoire français présente une chaîne de lacs et étangs adossés au cordon dunaire, vestiges plus ou moins évolués d'un hydrodynamisme riche. Ces écosystèmes aquatiques lentiques qui évoluent naturellement vers le stade de climax sont des sites intéressants pour l'étude des macrophytes et ceci à divers points de vues. Ainsi, les étangs de Moïsan et de Cousseau dont les stades d'évolution les soumettaient à des conditions de fermeture rapide (eutrophisation et comblement) firent l'objet de différents travaux (curage de l'étang de Moïsan et creusement de chenaux d'alimentation pour Moïsan et Cousseau) et aménagements (bassin dessableur à Moïsan) visant à rétablir des régimes hydrauliques actifs et lutter contre le comblement.
Sous la menace d'une espèce exotique à forte dynamique de colonisation (le Myriophylle du Brésil) et afin de pérenniser les travaux déjà entrepris, les gestionnaires du site de Moïsan (dont le Conseil Général des Landes) mettent en œuvre des moyens de gestion lourds et ont demandé au Cemagref d'assurer le suivi hydrobiologique du site et tout particulièrement le suivi concernant les macrophytes. Aussi, un suivi régulier de l'évolution des macrophytes fut organisé depuis le creusement du chenal de réalimentation (printemps 2000) et cette étude constitue le troisième et dernier terme d'un suivi commandé par le Conseil général des Landes en 2000.
Le site de Cousseau menacé par 2 espèces exotiques proliférantes (*Lagarosiphon major* et *Ludwigia sp*) situées directement en amont fait lui aussi l'objet de protocoles de suivis pluriannuels. En effet, la réouverture de l'hydrosystème via le biais d'un chenal de réalimentation creusé en 1998/1999 a augmenté le risque de colonisation du site par ces plantes et en a fait un site privilégié de suivi de la dynamique d'installation de ces espèces. Par ailleurs, l'absence de ces plantes sur le réseau hydrographique local de Cousseau constitue une singularité intéressante à étudier. L'étude réalisée constitue par conséquent un volet préalable d'un programme de recherche plus général sur la jussie qui devrait bientôt voir le jour.

Les objectifs principaux de ce stage furent de mettre en œuvre les protocoles de suivi déjà en place, essayer de comprendre l'absence des taxons proliférants sur Cousseau (dispositifs de croissance maîtrisée in-situ), moderniser les protocoles de suivi (utilisation du GPS), vérifier l'absence des espèces proliférantes, comparer les résultats obtenus aux résultats antérieurs ainsi qu'estimer l'impact des modes de gestion en place.

Les résultats principaux de cette étude sont des données permettant la comparaison avec les années précédentes et avec les années futures sur les 2 sites ainsi que des interprétations sous forme de tendances concernant le développement possible de *Lagarosiphon major* et *Ludwigia sp* sur les 4 stations étudiées à Cousseau. Par ailleurs, la comparaison entre les résultats des différentes années (notamment sur Moïsan) permet d'apprécier l'influence mitigée des modes de gestion et donc d'apporter des éléments de réflexion quant à la conduite à tenir vis à vis de ces interventions humaines régulières.

I. CONTEXTE

I.1 APPROCHE GEOMORPHOLOGIQUE DES ETANGS AQUITAINS

I.1.1 Introduction :

Un chapelet de plans d'eau douce jalonne le contact entre le cordon dunaire littoral de la côte aquitaine, et la vaste plaine sableuse des Landes de Gascogne immédiatement à l'est. Les étangs et lacs côtiers landais constituent des surfaces d'émergence de la nappe du sable des landes. La forme de ces étangs est une indication précieuse quant à leur degré d'ancienneté dans le cadre de l'évolution du littoral et du cordon dunaire édifié lors de la période flandrienne.

I.1.2 Formation, Evolution et morphologie comparée des étangs :

Les plans d'eau aquitains ont tous été engendrés par l'obstacle que le cordon dunaire a constitué à l'égard des eaux fluviales côtières vers l'océan. Tous les étangs ont en commun une dissymétrie du fond selon l'axe est-ouest (Dutartre, 1985) : une faible pente à l'est, qui n'est que le prolongement de la surface régionale submergée et une forte pente à l'ouest (front de propagation des dunes vers l'est).

En tenant compte de l'altitude relative de la surface et du fond des étangs et de la forme de leurs contours, 3 types morphologiques différents semblent illustrer 3 degrés d'évolution des plans d'eau et ceci en fonction du barrage dunaire dans le bassin versant.

I.1.2.1 Type morphologique « Stade initial »

La partie aval de la vallée n'est qu'en partie obturée par une flèche littorale qui prograde (effet de la dérive littorale) vers le sud tout en se renforçant et s'élargissant par la formation des dunes (effet du vent). Il ne reste plus qu'un seul exemple d'ouverture permanente avec pénétration de la marée dans la dépression fluviale dont le fond est situé au dessous du niveau de la mer : c'est le Bassin d'Arcachon. Il faut noter que ce n'est même plus un estuaire, mais déjà une lagune (Faugères et al., 1986) bien caractérisée par le rétrécissement du canal de communication avec la mer, consécutif à un important déplacement du chenal d'embouchure vers le sud par rapport à l'axe de la vallée initiale qui se situait entre Lège et Claouey (Manaud, 1971)..

I.1.2.2 Type morphologique « Lac de barrage aval »

La vallée est obturée par le cordon dunaire dans la partie aval du bassin versant, provoquant la montée de l'eau douce dans la vallée de la rivière et dans la nappe phréatique. Les grands étangs landais, dont le contour est triangulaire et dont le fond des chenaux fluviaux est encore situé au dessous du niveau de la mer, sont un bon exemple de ce type. Des sédiments estuariens trouvés sur le plateau continental au droit de Mimizan, montrent que la fermeture de ces estuaires est récente (Boellman et al., 1977).
Les bassins versants du Sud des Landes offrent aussi l'exemple d'une obturation aval, mais un exutoire fluvial persiste au travers du cordon dunaire. A ce type appartiennent le courant de Contis et le courant de Huchet.

I.1.2.3 Type morphologique « Lac de barrage amont »

Le bassin versant est obturé par les dunes jusque dans sa partie amont. Le fond des plans d'eau est situé (sans comblement fluvial) au dessus du niveau de la mer. Plusieurs axes de chenaux fluviatiles submergés, parfois en disposition convergente, participent à un même plan d'eau. C'est le cas des étangs médocains de Carcans-Hourtin et Lacanau, au fond desquels on retrouve les chenaux fluviaux de plusieurs tributaires d'un bassin versant originel. Ces plans d'eau plus élevés que le niveau de la mer, se déversent les uns dans les autres par un chenal d'écoulement situé à l'intersection du front de progradation du cordon dunaire et de la surface régionale ; cette intersection est légèrement inclinée vers le sud, et les écoulements de surface sont ainsi canalisés vers le Bassin d'Arcachon. L'étang de Moïsan correspond aussi à ce type morphologique

I.2 GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE :

La nappe du sable des Landes et sa connexion avec son complexe intermédiaire sont les éléments repris ci-dessous. Ils constituent en effet la principale source d'alimentation des lacs et étangs aquitains.

I.2.1 Description des formations et de leurs rôles hydrogéologiques :

La formation dite du « sable des Landes » s'étend sur 10 000 km². Elle affecte la forme d'un triangle ouvert sur la façade atlantique, de l'estuaire de l'Adour jusqu'à l'estuaire de la Garonne. Elle est occupée majoritairement par une forêt de pins maritimes (depuis le siècle dernier) et par une culture maïsicole tendant à se diversifier depuis quelques années (bulbes de fleurs, pelouses, maraîchage, etc.).
D'un point de vue géologique sensu stricto, la formation du Sable des Landes constitue le dernier terme du comblement aquitain d'âge Würmien. Il s'agit d'un ensemble détritique de sables quartzeux homogène du point de vue du tri (∅ ≈ 0.280 mm) tout au moins concernant le terme superficiel (éolisation) dont l'épaisseur peut varier de 1 à 5m. D'un point de vue hydrogéologique, cette formation d'une puissance de 3 à 4 m ne constitue que la partie superficielle d'un système plus complexe.

Paramètres hydrogéologiques du sable des Landes	
Porosité totale	0.33
Porosité efficace	0.14
Conductivité hydraulique moyenne K	2.10^{-4} m/s

Tableau 1 : Paramètres hydrogéologiques du sable des Landes.

Ainsi, un niveau sous-jacent nommé « complexe intermédiaire » (galets, graviers, argiles, sables) repose sur la formation pliocène dite des « Sables fauves ».

Paramètre hydrogéologique du complexe intermédiaire	
Conductivité hydraulique moyenne K	Jusqu'à 10^{-2} m/s

Tableau 2 : Paramètre hydrogéologiques du complexe intermédiaire.

Les horizons miocènes constituent le mur de la nappe.

L'ensemble ainsi décrit constitue une nappe importante du point de vue de sa réserve. Cette nappe est alimentée par la pluie efficace ce qui lui confère un caractère très vulnérable vis à vis des pollutions de surface.

A l'intérieur de cet ensemble, l'alios (grès humique ferrugineux) joue un rôle hydrogéologique très important. Sous forme de bancs d'épaisseurs métriques discontinus de par leur extension, l'alios détermine tout un ensemble de nappes perchées ou continues selon la saison.

I.2.2 Variations de la nappe et qualité des eaux :

L'amplitude crue-étiage peut varier de 1,20 m à 2 m selon les lieux. Par ailleurs, le renouvellement de la nappe s'assure très bien en année moyenne.

Concernant leur qualité, les eaux de cette formation sont très riches en fer et en matières organiques du fait d'un pH acide avec présence de lignite et de tourbes. Les concentrations dépassent souvent les normes admises en AEP et confèrent à l'eau de drainage s'écoulant dans les « crastes » (fossés de drainage) une couleur brune caractéristique.

I.3 CONTEXTE CLIMATIQUE (DONNEES METEO-FRANCE) :

I.3.1 La Gironde :

L'ouverture du département de la Gironde sur l'océan et sa dépendance directe vis à vis des masses d'air provenant de l'océan atlantique font que ce département bénéficie d'un climat océanique humide. L'écartement vis à vis du trait de côte module l'influence de l'océan quoique toujours importante.

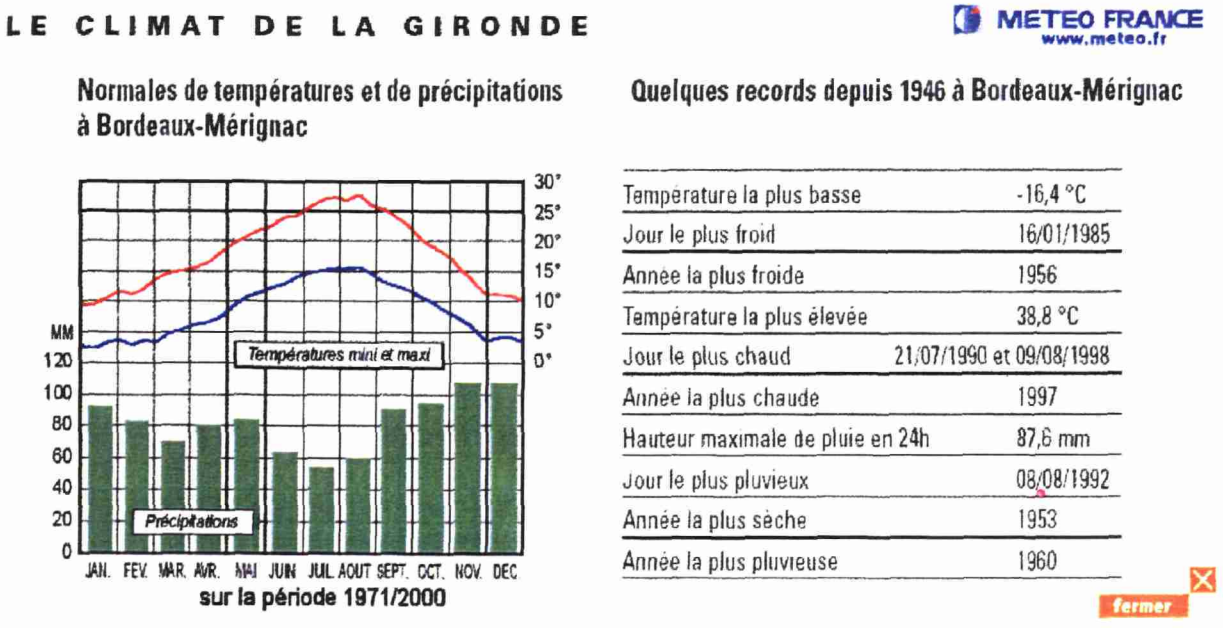


Figure 1 : Données climatiques sur le département de la gironde. (www.meteo.fr).

L'observation des données climatiques de la Gironde de 1971 à 2000 fait clairement apparaître une période humide (de Septembre à Mai inclus) et une période sèche sur les trois mois de l'année restants (Juin, Juillet, Août). L'existence de ces deux périodes induit un climat tempéré océanique.

I.3.2 Les Landes :

Avec ses 106 kilomètres de façade maritime de Biscarrosse à l'embouchure de l'Adour, le département des Landes est ouvert aux masses d'air humide venant de l'Océan Atlantique et joui donc d'un climat océanique. Son influence s'amenuise sur les régions orientales où règne un climat océanique plus ou moins altéré. La chaîne pyrénéenne modifie la circulation générale en fonction des situations météorologiques.

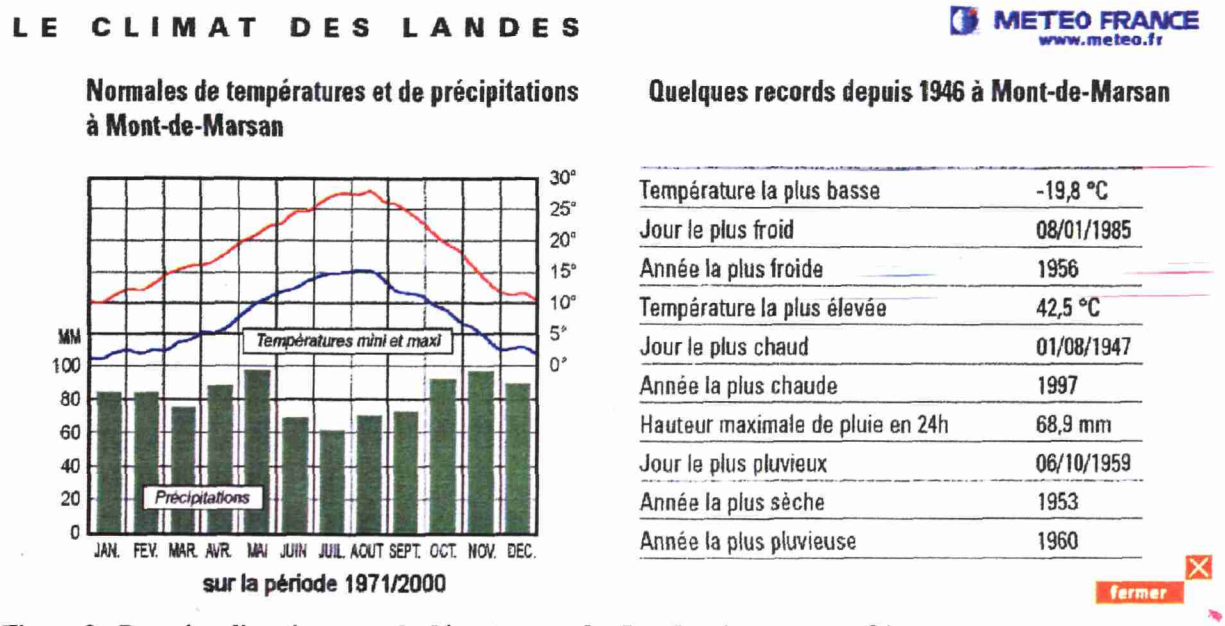


Figure 2 : Données climatiques sur le département des Landes. (www.meteo.fr).

Après étude des données climatiques de 1971 à 2000 sur le département des Landes, on s'aperçoit de l'alternance d'une période humide (de Octobre à Mai inclus) et d'une période sèche (Juin, Juillet, Août, Septembre). Le climat y est donc tempéré océanique.

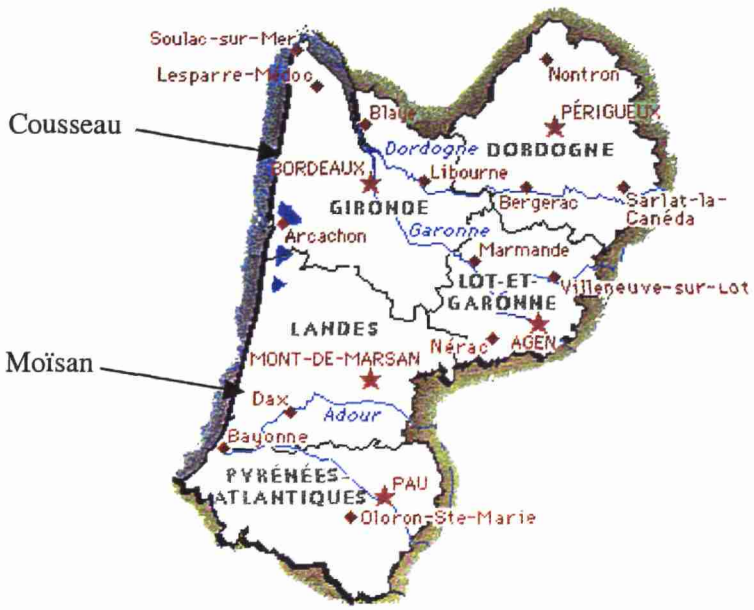
I.3.3 Comparaison Gironde / Landes :

Le département de la Gironde présente un mois de période sèche en moins par rapport au département des Landes. Par ailleurs, le cumul comparé des précipitations sur chaque département présente un écart de près de 100 mm en faveur de la Gironde. La Gironde présente donc un caractère plus humide que les landes et une période sèche moins marquée qui a certainement une influence sur la croissance des espèces végétales.

I.4 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE :

I.4.1 Généralités

Les 2 sites, Cousseau et Moïsan, visés par cette étude font partie d'un territoire très vaste dont les entités hydrauliques, géomorphologiques, écologiques, sociales et culturelles présentent de nombreuses similitudes (morphologie des bassins versants, cordon dunaire, appartenance au sud-ouest, etc.) malgré un attachement à des valeurs locales parfois différentes. Les 2 sites se trouvent dans 2 départements (la Gironde 33 et les Landes 40) et une région administrative, l'Aquitaine. Ainsi, le site de l'étang de Cousseau se situe sur la commune de Lacanau (Gironde) et celui de Moïsan sur la commune de Messanges (Landes).



Carte 1 : Localisation générale des sites.

I.4.2 Descriptif démographique, géographique et historique des communes de Lacanau et Messanges :

I.4.2.1 Lacanau :

Chiffres : 3142 hab pour 21402 ha. Densité : 14.7 hab/km².
Généralités : Vient de « Canau » : chenal. Bourgade gauloise, port Gallo-Romain.
Historique : Mentionné au XIIème siècle sur l'île des boucs. Station balnéaire dès la seconde moitié du XIXème siècle.

I.4.2.2 Messanges :

Chiffres : 677 hab pour 3351 ha. Densité : 19.3 hab/km².
Généralités : L'origine du nom de Messanges viendrait d'un arrondissement de Dijon (Messanges) où les cépages de Bourgogne, dont le bouquet s'apparente au « vin de sable », auraient été transplantés. Situé sur le « Camin Arriau » des Romains, qui est devenu la route des lacs landais.
Historique : Mentionné en 1289, Messanges était alors une hostellerie de l'ordre de Malte pour les pèlerins de St Jacques de Compostelle. Port sur l'étang de Moïsan, très actif jusqu'en 1578, date du détournement de l'Adour vers Bayonne.

I.4.3 Caractéristiques géographiques, historiques, gestion et évolution des sites de Cousseau et de Moïsan :

I.4.3.1 Cousseau :

Crée en 1976, la Réserve Naturelle de l'étang de Cousseau est située à 50 km à l'Ouest de Bordeaux et à 3 km de l'Océan Atlantique. Elle s'étend sur 600 ha dont 45 % appartiennent à la commune de Lacanau (Gironde), 24 % au Conseil Général de la Gironde et le reste au Conservatoire du Littoral. L'Etat a confié la gestion de ce site à l'association SEPANSO (Société d'Etudes de Protection et d'Aménagement de la Nature du Sud-Ouest) par une convention de mission de service public (Sargos, 2000).

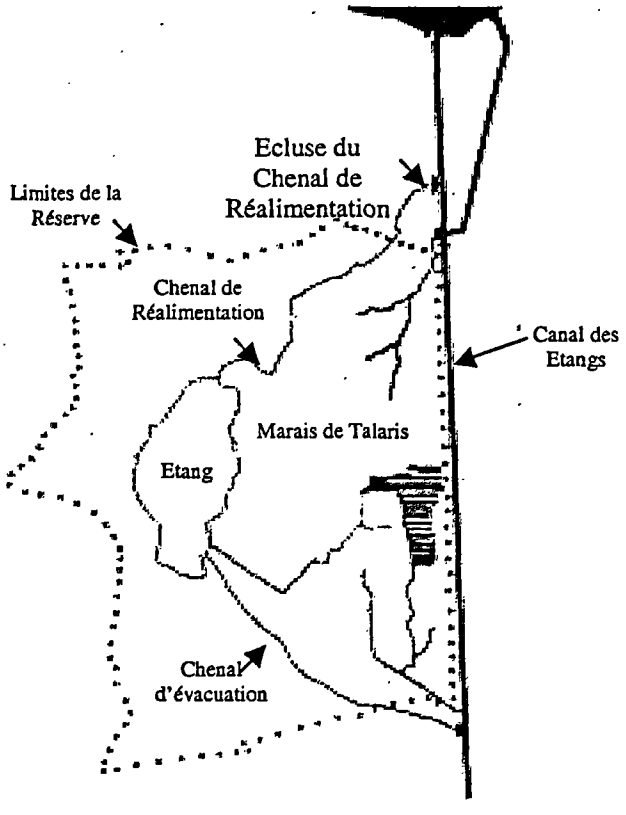
Outre l'aspect esthétique et paysager remarquable qui laisse une forte impression de calme sauvage, à l'image des grands espaces vierges du siècle dernier, l'intérêt essentiel de la Réserve Naturelle réside dans le fait que, sur une surface relativement réduite (610 ha), se trouve représenté un échantillonnage des principaux milieux naturels des Landes de Gascogne :

- 120 ha de boisements sur dunes sèches,
- 50 ha d'eau douce de l'étang,
- 50 ha de marais, à divers stades de boisement, dans les dépressions interdunaires (localement appelés "barins"),
- 390 ha de marais et landes humides, sur l'amorce du "plateau landais".

Photographie 1 : Etang de Cousseau (Réserve Naturelle de l'étang de Cousseau).

L'étang de Cousseau, situé entre le lac d'Hourtin au Nord et le lac de Lacanau au sud, fait partie de la chaîne de lacs et étangs du littoral aquitain qui s'étend de la Gironde à l'Adour (Rossignol, 1993).

Vestige d'un grand plan d'eau recouvrant originellement les deux lacs médocains actuels (Hourtin et Lacanau), l'étang de Cousseau et le marais de Talaris sont engagés dans un processus de vieillissement naturel comme toutes les zones humides, processus accéléré depuis environ 150 ans. Cette accélération a été générée par les diverses activités humaines s'exerçant sur l'ensemble du bassin versant du lac d'Hourtin dont les drainages forestiers et agricoles, la régulation hydraulique des niveaux, l'urbanisation, etc. De plus, l'approfondissement en 1978 du canal de jonction des lacs d'Hourtin et de Lacanau a provoqué l'isolement hydraulique du site et a réduit le marnage annuel (Dutartre, communication personnelle). Cet isolement hydraulique, du fait de la nature du substrat a eu pour conséquence une acidification des eaux et un appauvrissement biologique important des milieux : la faune piscicole est réduite à quelques brochets et poissons chats, la flore macrophytique à des nénuphars qui se développent exclusivement en berges, etc. Depuis, la SEPANSO, à qui la gestion fut confiée, a entrepris de nombreuses études afin de remédier à cette trop rapide fermeture des zones humides comprises entre l'étang et le canal de jonction entre les deux lacs. Ainsi, un canal d'alimentation, plus largement dimensionné que le précédent chenal a été creusé entre juillet 1998 et avril 1999, amenant de l'eau depuis le canal des Etangs, en aval immédiat du Lac d'Hourtin. De plus, un canal d'évacuation rejetant les eaux provenant de l'étang dans le canal des Etangs a été créé, ainsi qu'un réseau de fossés creusé dans le marais de Talaris afin de faciliter la répartition des eaux amenées sur le site lors des périodes d'alimentation (Mérigon et al., 1999).



Carte 2 : Réseau hydrographique de la Réserve Naturelle de l'étang de Cousseau.

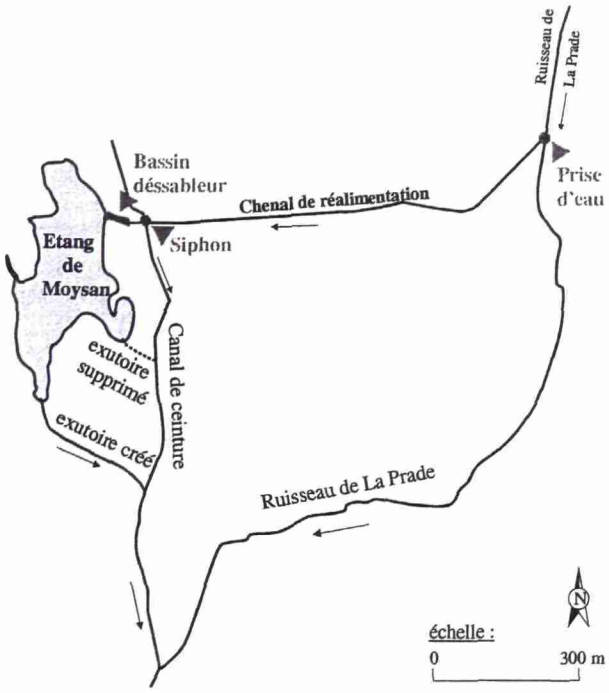
Les premières conséquences notables de cette réalimentation sont encourageantes : le pH est remonté de 5,4 à 6,4 sur l'étang et la transparence de l'eau a été multipliée par deux durant l'hiver 1999/2000.

Par ailleurs, la présence dans le canal de jonction et dans le lac d'Hourtin de plantes exotiques à forte dynamique invasive (*Ludwigia sp* et *Lagarosiphon major*) est un risque très important de colonisation du site par ces plantes : des investigations préliminaires ont déjà montré que des entrées de boutures de ces deux plantes peuvent se produire régulièrement (Dutartre, communication personnelle).
La gestion des eaux de l'étang de Cousseau comporte une inondation hivernale et printanière du site (du 15 octobre au 15 mai) associée à une période d'exondation de fin d'été. En période de réalimentation, l'ouverture des écluses peut entraîner la propagation par dérive de boutures le long des canaux vers l'étang. La présence d'une grille située directement au niveau de chaque prise d'eau limite mais n'élimine pas ce risque, ce qui motive le suivi actuel.

I.4.3.2 Moïsan :

L'étang de Moïsan à une superficie de 0,06 km^2et une profondeur moyenne de 1,5 mètre. Les seuls usages développés sont la pêche et la chasse. Il n'existe que peu d'installations sur ce plan d'eau dont le seul accès pour les voitures est un chemin forestier (Castagnos, Dutartre, 2001).

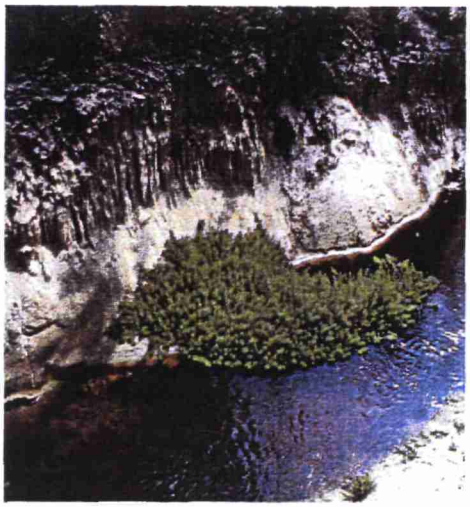
En 1848, dans le but de gagner des terres agricoles, le ruisseau de La Prade qui alimentait cet étang a été dérivé et le canal de connexion a été comblé (Anonyme, 1985). En supprimant l'apport en eau par le ruisseau, l'Homme a réduit considérablement les apports exogènes de l'étang aux seules pluies et affleurements de la nappe phréatique. En conséquence des phénomènes d'évolution naturelle vers le climax et de facteurs humains, la surface du plan d'eau a vu sa surface diminuer de 40 ha à 6 ha du XIXème siècle à nos jours. (Anonyme, 1986). L'étang n'atteignait plus qu'une profondeur moyenne de 10 cm en 1986. Le Cemagref et le GEREA (Groupe d'Etudes et de Recherche en Ecologie Appliquée) ont élaboré en 1985 des propositions d'aménagement de l'étang de Moïsan (Anonyme, 1985). Dans cette étude, un dévasement et un recreusement partiel du plan d'eau étaient préconisés, ainsi que le rétablissement de l'alimentation de l'étang par le ruisseau de La Prade via un chenal de réalimentation. En 1991, un dragage a été effectué dans le but de redonner de la profondeur au plan d'eau. Une quantité notable de plantes aquatiques a été retirée de l'eau. Après ces travaux, un entretien manuel du Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum brasiliense* ou *M. aquaticum*) a été réalisé par la commune de Messanges (Castagnos, Dutartre, 2001). Plus tard, en 2000, des travaux visant à rétablir un chenal de réalimentation furent effectués. Ce chenal de section trapézoïdale (1 m de profondeur, d'une largeur de 2 m en surface et 50 cm au fond) mesure 900 m de long. Par ailleurs, un bassin dessableur a été aménagé dans le lit du chenal, juste avant l'étang, pour empêcher le sable et les débris végétaux de se déposer dans l'étang. L'emplacement de l'exutoire a été modifié et un nouvel exutoire de l'étang dans le ruisseau de La Prade a été creusé. Le raccordement de l'étang de Moïsan au réseau hydrographique a des conséquences diverses sur le régime hydraulique du site. Les eaux de l'étang de Moïsan sont à nouveau renouvelées par des apports superficiels.



Carte 3 : Réseau hydrographique de l'étang de Moïsan.

Le Myriophylle du Brésil est la seule espèce exotique à caractère invasif présente actuellement sur le plan d'eau. Dans le contexte présent, cette espèce représente une gène potentielle sérieuse en raison de sa vitalité importante et pourrait facilement coloniser l'ensemble du plan d'eau.

Plusieurs interventions ont été effectuées sur la colonisation du Myriophylle du Brésil par la commune depuis la création du chenal de réalimentation. En effet, 4 campagnes d'arrachage du Myriophylle ont été organisées ne serait-ce qu'entre octobre 2000 et Septembre 2001. Trois d'entre elles ont été réalisées à la main et une à la pelle mécanique à chenilles (7 tonnes). Ce type d'intervention mécanique motivé par l'ampleur de la colonisation du chenal par le Myriophylle du Brésil a eu un impact immédiat sur l'ensemble du site et a aussi influencé en grande partie certains résultats de l'étude de 2001 comme la répartition et les recouvrements de la végétation. Par ailleurs, le passage de la machine a entraîné la destruction de la végétation implantée sur les berges. Ceci a provoqué l'érosion des berges à certains endroits ce qui est favorable au redéveloppement des plantes. De plus, le Myriophylle n'a pas totalement été enlevé et aucune précaution particulière n'a été prise en ce qui concerne la propagation de boutures vers l'étang après cet arrachage.



Photographie 2 : Erosion des berges sablonneuses et herbier de Myriophylle du Brésil après les travaux de juillet 2001 (Cliché Bertrin, 2001).

Cette opération de curage du Chenal d'alimentation fut répétée durant le mois de Juillet 2002. L'arrachage fut effectué de la même façon (pelle mécanique) mais les conséquences furent moins désastreuses quant aux berges sauf dans les parties situées directement à l'aval et à l'amont de la buse n°2 laquelle était presque complètement obstruée avant les travaux. Cette partie du site correspond à celle recoupant la courbe de nivellement topographique des 5 m NGF laquelle est trop haute par rapport au ruisseau ce qui engendre des dégradations naturelles de berge du fait de la faible compétence des terrains sableux adjacents. Les parties dégradées correspondent cependant à celles faisant l'objet d'un projet de rétablissement d'un profil adapté durant l'automne 2002 ainsi que d'un confortement des berges et d'une végétalisation de celles-ci ce qui devrait pallier les dégradations engendrées par les travaux de Juillet 2002. Les travaux qui ont entre autre permis de retirer 190 m^3 de sédiments mais aussi de plantes aquatiques et ceci sans discernement.
Notons enfin que *Ludwigia sp*, une autre espèce exotique à forte dynamique de colonisation se trouve déjà dans l'étang de Moliets situé plus en amont sur le ruisseau de Laprade et que des boutures de cette plante peuvent donc arriver dans le chenal d'alimentation et l'étang de Moïsan.

I.5 PRESENTATION DES PRINCIPAUX VEGETAUX PROLIFERANTS ETUDIES SUR LES SITES

Les macrophytes aquatiques sont capables d'occuper de très grandes surfaces disponibles dans les écosystèmes aquatiques, colonisant rives et zones peu profondes, et même des secteurs de profondeur importante, conduisant à des proliférations végétales. Cette forte occupation des milieux est souvent engendrée par des modifications de certains paramètres des environnements aquatiques (sédimentation, taux de nutriments disponibles, etc.). Elle peut également être la conséquence de l'apparition d'espèces nouvelles présentant de fortes dynamiques d'expansion, susceptibles d'occuper des biotopes libres ou remplacer les espèces autochtones (Collectif, 1997). Voici un inventaire des principales espèces végétales proliférantes rencontrées sur les sites d'étude.

I.5.1 Les hydrophytes immergées introduites (Collectif, 1997)

I.5.1.1 Les Jussies - *Ludwigia* sp :

L uruguayensis (d'après Coste, 1906)

L peploides (d'après Wiggins & Porter, 1971)

Figure 3 : Dessin de Ludwigia sp.

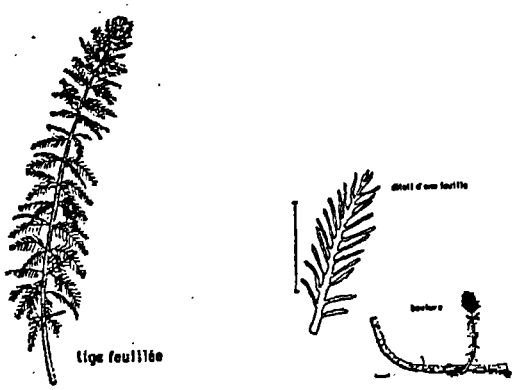
Phanérogames, Classe des Dicotylédones, Famille des Onagracées, Genre Ludwigia (2 espèces en France) :

- D'origine américaine, introduite pour l'aquariophilie,
- Hydrophyte fixée amphibie,
- Tige rigide radicante en réseau, se développe jusqu'à 3 m de profondeur et émergente jusqu'à 80 cm au dessus de la surface,
- Fleurs jaunes de 2 ou 3 cm de diamètre,
- Caractère polymorphe selon les conditions du milieu,
- Milieu stagnant ou faiblement courant.

Aidée par ses facilités de bouturage et de régénération, son amplitude écologique est très importante et ses capacités d'adaptation en font un envahisseur très rapide. Les nuisances sont d'ordre physique

(écoulements des eaux, comblement des milieux), mais portent aussi sur les ressources naturelles du milieu (pêche, chasse, sports nautiques) et cette espèce engendre des modifications environnementales liées à sa prolifération.

I.5.1.2 Le Myriophylle du Brésil - *Myriophyllum brasiliense* (ou *M. aquaticum*) :



(Dessins d'après Dutartre, 1989)

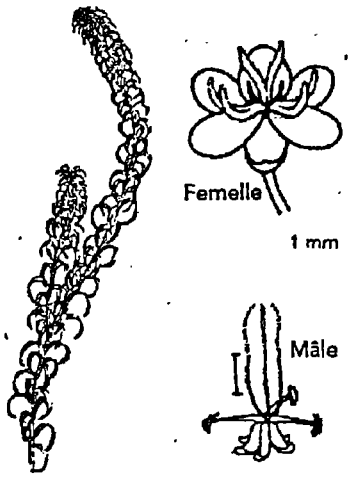
Figure 4 : Dessin de Myriophyllum aquaticum.

Phanérogames, Classe des Dicotylédones, Famille des Haloragacées, Genre Myriophyllum :

- Originaire d'Amérique du Sud, introduite pour l'aquariophilie,
- Hydrophyte fixée amphibie,
- Tige émergente jusqu'à 40 cm au-dessus de la surface, pouvant atteindre 3 m de longueur pour un diamètre inférieur à 7 mm,
- Milieu stagnant ou faiblement courant,
- Caractère polymorphe selon les conditions du milieu.

Se développant principalement par bouturage, il présente des capacités importantes d'adaptation et de prolifération. Selon le contexte, son comportement envahissant peut causer des problèmes d'ordre écologique ou d'ordre anthropique : risque accru d'inondation en aval des plans d'eau, gêne pour la navigation ou la pêche. Il se développe dans divers plans d'eau du littoral aquitain. Espèce dont l'extension est suivie dans le département des Landes, elle est moins dynamique que les jussies ou *Lagarosiphon major.*

I.5.1.3 Lagarosiphon major :



d'après Mason, 1960 in Chapman, 1970, modifié *d'après Dutartre, 1989*

Figure 5 : Dessin de Lagarosiphon major.

Phanérogames, Classe des Monocotylédones, Famille des Hydrocharitacées, Genre Lagarosiphon :

- Originaire d'Afrique du Sud, introduite pour l'aquariophilie,
- Hydrophyte fixée,
- Tige pouvant atteindre 5 m de long pour 3 à 5 mm de diamètre,
- Enracinement jusqu'à 80 cm de profondeur,
- Morphologie variable selon le cycle de la plante,
- Seuls les pieds femelles sont observés en France,
- Milieu stagnant ou à faible courant,
- Grande amplitude vis-à-vis des exigences trophiques.

Cette espèce se développe essentiellement par bouturage et par croissance végétative du rhizome. Ses herbiers denses peuvent engendrer une augmentation de la sédimentation dans les plans d'eau. Ils représentent aussi une gêne pour les pratiques de loisirs (pêche, nautisme, etc.). Par sa commercialisation en tant que plante d'aquarium, sa répartition actuelle en France est très susceptible d'être modifiée dans les années à venir, dans des proportions qu'il est difficile d'estimer.

I.5.2 Stratégies biologiques de ces espèces (Dutartre, Fare, 2001)

Les différentes espèces présentées ont la faculté de coloniser rapidement les biotopes favorables grâce en particulier à leur grande capacité d'adaptation ou leur grande amplitude vis-à-vis des exigences trophiques, puis grâce à leur mode de reproduction par bouturage.
En général, les caractéristiques physiques et chimiques des biotopes déterminent très largement les communautés végétales qui peuvent s'y développer ; à l'inverse, la diversité des espèces traduit les adaptations de la flore à ces facteurs dont la nature et la hiérarchie peuvent varier fortement.
Les adaptations morphologiques et physiologiques des plantes aux conditions très particulières des milieux aquatiques sont nombreuses et importantes. Certaines espèces peuvent dominer les autres en réduisant fortement la lumière, d'autres développent des tiges longues et ramifiées afin d'occuper tout le volume disponible. Cette phénoplasticité leur permet de coloniser des biotopes très différents dans divers types de milieu.
Dans les milieux aquatiques, la reproduction sexuée est généralement peu efficace dans un site donné ; elle est toutefois garante de la pérennité de l'espèce à l'échelle des territoires d'élection des plantes. La reproduction végétative, c'est à dire bourgeonnement ou bouturage, est en revanche le mode presque exclusif de colonisation des biotopes de la plupart des espèces aquatiques. La fragmentation des tiges produit des morceaux qui ont, chez certaines espèces immergées ou amphibies, la capacité de se bouturer facilement en développant des racines adventives et des tiges « filles » : si ces boutures peuvent s'installer dans un biotope favorable après un déplacement plus ou moins long, elles sont capables de reconstituer une plante entière puis un herbier. C'est le cas des trois phanérogames invasives étudiées ici.

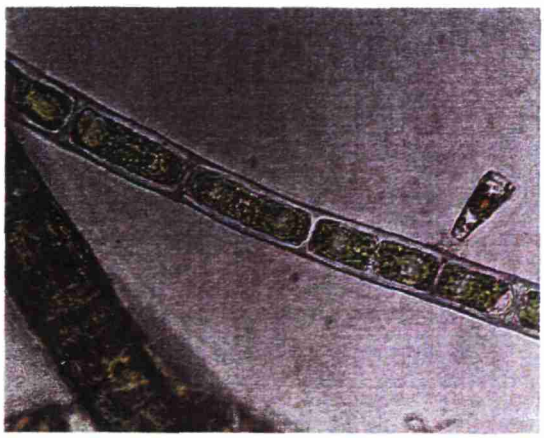
Ces espèces végétales sont dites proliférantes car elles occupent rapidement un site donné, en colonisant les habitats disponibles, souvent au détriment des espèces présentant une moindre vitalité. La prolifération de certaines espèces végétales exotiques s'avère néfaste. Ces espèces, introduites dans les étangs landais depuis au moins 25 ans, présentent une forte potentialité de la colonisation associée à une adaptabilité importante. Ces caractéristiques en font une sérieuse menace pour ces écosystèmes, par les masses de matières organiques qu'elles représentent, et la banalisation écologique des biotopes qu'elles engendrent (Castagnos, Dutartre, 2001). Cette menace pèse effectivement sur le réseau hydrographique de l'étang de Moïsan et sur celui de l'étang de Cousseau.

I.5.3 Cyanobactéries et Algues filamenteuses:

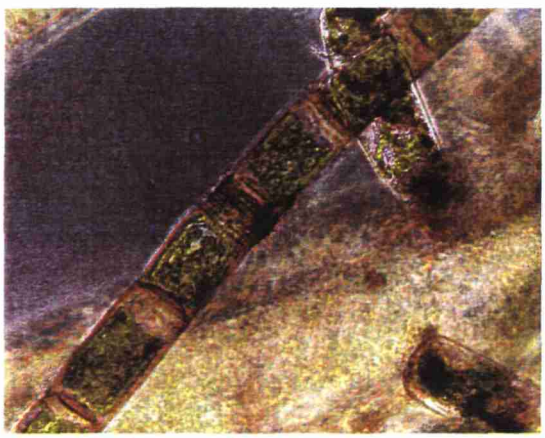
Deux genres de cyanobactéries ont été déterminés au cours de cette étude : *Oscillatoria* et *Microcystis* qui sont des algues bleues. Le développement massif de cyanobactéries planctoniques provoque une efflorescence synonyme du terme anglophone de « bloom ». Ceci se traduit par une coloration et une réduction importante de la transparence de l'eau. Lors de la disparition de ce bloom à cyanobactéries, des phénomènes d'anoxies, liés à la décomposition de l'importante quantité de matières organiques peuvent également avoir de graves conséquences sur l'écosystème. De plus, la plupart des

cyanobactéries proliférantes peuvent produire trois types de toxines : hépatotoxines, neurotoxines et dermatotoxines. Outre le fait que ces toxines atteignent la plupart des organismes de l'écosystème, l'homme n'est pas hors d'atteinte. Au contact de dermatotoxines, des irritations aux cours de baignade sont parfois signalées. Les hépatotoxines sont connues pour inhiber la formation de phosphatase protéiques chez les mammifères et pour être un facteur favorable de développement de tumeurs.

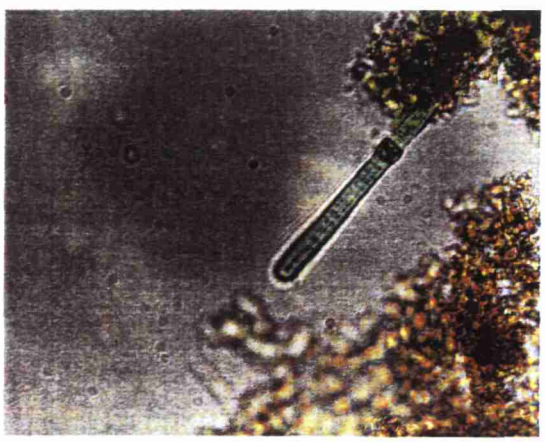
Les algues filamenteuses déterminées le long de cette étude appartiennent majoritairement aux genres *Bangia*, *Fragilaria* (diatomée filamenteuse), *Melosira*, *Microspora*, *Oedogonium*, *Spirogyra* et *Vaucheria*. Depuis une trentaine d'années est apparu un nombre important de problèmes liés aux développements importants de ces algues, notamment en cours d'eau et en relation fréquente avec l'augmentation du niveau trophique des milieux. Les nuisances générales engendrées par les algues filamenteuses et en particulier *Vaucheria*, correspondent à des nuisances physiques, esthétiques avec un impact de leur prolifération sur certains paramètres du milieu : perturbation des cycles d'oxygène et de pH, mortalité de poissons et apparition de goûts indésirables dans l'eau de boisson.



Photographie 3 : *Microspora* (×40).
(photo : C. Laplace, Cemagref).

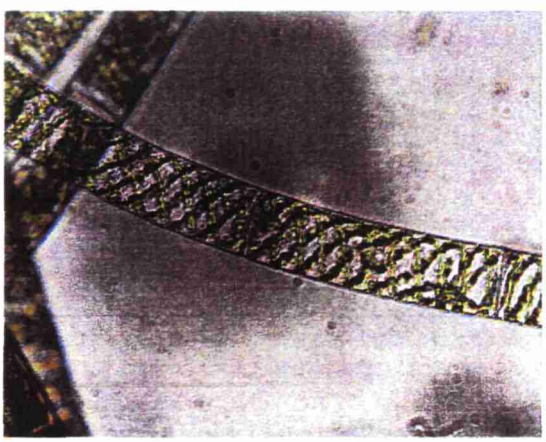


Photographie 4 : *Oedogonium* (×20).
(photo C. Laplace, Cemagref).



Photographie 5 : *Oscillatoria* (×40)

(photo C. Laplace, Cemagref).



Photographie 6 : *Spyrogira* (×20)

(photo C. Laplace, Cemagref).

I.6 SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SPECIFIQUE

I.6.1 Moïsan :

Depuis 1982, la chaîne des plans d'eau de Moliets, Laprade et Moïsan, située dans le sud du département des Landes, fait l'objet d'études par le CEMAGREF. Aussi, dès 1985, un rapport portant étude sur cette chaîne faisait état de propositions d'aménagement sur l'étang de Moïsan.
En effet, le comblement rapide de l'étang de Moïsan décelé à l'époque, couplé avec l'intérêt écologique tout à fait original de ces plans d'eau ainsi qu'avec le projet de Z.A.C. de la commune de Messanges avaient conduit à l'étude du plan d'eau complétée par des propositions d'aménagement. (Etude écologique des étangs de Moliets, Laprade et Moïsan, 1985)

I.6.1.1 Causes du comblement de l'étang de Moïsan :

En 1985 (sources CEMAGREF), le comblement de l'étang de Moïsan était imputable à des causes différentes de celles des plans d'eau d'Aureilhan, Léon et Soustons. En effet, l'étang de Moïsan échappait au mode de comblement général des étangs des Landes du fait des faibles apports en eau provenant du Bassin versant. Ainsi, contrairement aux autres, les apports sableux par charriage pouvaient être considérés comme négligeables et les causes réelles apparaissaient comme étant liées à :

- Une faible profondeur du plan d'eau directement liée à son mode de formation et au fait qu'il s'agisse d'un vestige des exutoires de l'Adour. La profondeur qui n'a jamais dû dépasser 2 m favorisait donc le développement des plantes aquatiques,
- La dérivation du ruisseau de La Prade qui alimentait l'étang jusqu'un peu avant 1850. Cette dérivation annula le renouvellement des eaux par les apports du ruisseau, favorisant ainsi les processus de comblement par augmentation de la matière organique s'y accumulant,
- Une agriculture proche du plan d'eau créant des apports importants en azote par lessivage des terres cultivées et transfert par l'aquifère du sable des Landes,
- Une perte de certains usages (pacage libre des bovins type « communal »).

I.6.1.2 Inventaire macrophyte en 1982 (Dutartre A.) et comparaison avec 1966 (Van Den Berghen) :

I.6.1.2.1 Ruisseau de La Prade :

La richesse spécifique sur le ruisseau de la Prade en 1985 est moins importante que celle du chenal d'alimentation à l'heure actuelle . Ainsi, 15 espèces sont recensées à l'époque sur le ruisseau contre 21 aujourd'hui sur le chenal. En 1982, les espèces suivantes sont recensées : *Callitriche hamulata, Helosciadium nodiflorum , Hypericum elodes (non rencontré), Iris pseudacorus, Lemna minor, Mentha aquatica, Myriophyllum brasiliense, Nuphar lutea (non rencontré), Phragmites australis, ,Potamogeton natans (non rencontré), Ranunculus lenormandii (non rencontré), Scirpus fluitans, Sparganium.*

I.6.1.2.2 Etang :

14 espèces sont recensées en 1982 sur l'étang de Moïsan. On recense donc : *Azolla filiculoïdes, Cladium mariscus, Hibiscus roseus, Hydrocotyle vulgaris, Iris pseudacorus, Lemna gibba, Lemna minor, Myriophyllum alterniflorum, Myriophyllum brasiliense, Phragmites australis, Potamogeton*

crispus, Potamogeton pectinatus, Thelypteris palustris, Typha angustifolia. En 1971, *Hibiscus roseus,* espèce relativement rare, retient l'attention du Service de Conservation de la Nature du Muséum Nationale d'Histoire Naturelle qui propose dès lors la création d'une « zone de protection biologique », éventuellement « réserve botanique ». Celle-ci ne vit jamais le jour.

En 1982, la profondeur d'eau libre n'excédait pas 0,5 m. Ainsi, le plan d'eau peut théoriquement accueillir des végétaux aquatiques sur toute sa surface. Cependant, l'épaisseur et la fluidité des vases ainsi que l'importante baisse du niveau estival des eaux limitent très nettement l'extension des végétaux lorsque ceux-ci se retrouvent à la surface des vases. Les espèces immergées sont peu nombreuses (*Myriophyllum brasiliense, Potamogeton pectinatus et Ceratophyllum demersum*) et les zones de roselières très développées (*Cladium, Phragmites, Iris, Hibiscus, Thelypteris, Typha*). Le Myriophylle du Brésil joue alors un rôle très important à l'exutoire de l'étang puisqu'un grand herbier s'est installé et doit pouvoir retenir les Matières En Suspension (M.E.S.) favorisant le comblement de l'étang. Les espèces flottantes jouent un rôle très important sur la vie de l'étang puisqu'en l'absence de vent, *Lemna minor, Lemna gibba et Azolla filiculoïdes* (cette dernière va d'ailleurs réussir à dominer les 2 autres du fait de sa capacité à coloniser des milieux vaseux anaérobies) arrivent à recouvrir l'ensemble de l'étang.

A noter aussi que dès 1985, l'extrême rapidité d'évolution de l'étang de Moïsan est constatée. En effet, par comparaison avec les relevés de Van Den Berghen (1966), plusieurs constats émergent :

- la baisse du niveau des eaux (0,7 m maximum en 1966 contre 0,5 m maximum en 1982),
- Une variation des espèces hydrophytes (disparition de *Najas marina*, de *Myriophyllum spicatum* et des characées et apparition de *Myriophyllum brasiliense, Azolla filiculoïdes* et des 2 espèces de *Lemna*).

Du fait de la faible profondeur des eaux de l'étang de Moïsan en 1982, la zonation des hydrophytes dépend exclusivement de la profondeur des eaux (lumière disponible) et répond à l'époque à la zonation de Dussart (1966) :

- Characion : Zone où la végétation aquatique n'atteint pas la surface des eaux,
- Nupharion : Zone à nénuphars et quelques potamogetons,
- Eupotamion : Zone à Myriophylles, Potamogeton, cératophylles,
- La zone des joncs avec les scirpes, les renoncules aquatiques,
- Phragmition : zone des roseaux (phragmites, typha, carex,...).

I.6.1.2.3 Travaux préconisés :

Les différents travaux préconisés suite à cette étude sont notamment :

- Un recreusement du plan d'eau jusqu'à une profondeur d'au moins 1,50m,
- La réalimentation de l'étang par le ruisseau de la Prade,
- Un entretien du plan d'eau, de ses abords, de la dérivation.

I.6.1.3 Inventaire de 1991 et 1994 (Dutartre A.) et comparaison avec les inventaires précédents :

I.6.1.3.1 Etang :

Sur l'étang, par comparaison avec les relevés de 1982, diverses évolutions ont eut lieu. Celles-ci sont en partie dues aux travaux de dragage de 1990-1991 qui ont donné une profondeur plus importante à l'étang. Les évolutions enregistrées sont aussi la conséquence de l'entretien manuel régulier réalisé par un employé communal pour limiter la recolonisation du plan d'eau par certains hydrophytes dont le Myriophylle du Brésil.

Ainsi, les hélophytes des rives présentent une certaine stabilité sauf pour trois d'entre eux en nette progression (*Iris pseudacorus, Phragmites australis et Juncus conglomeratus). Cependant, le Cladium mariscus* a du mal à conserver une certaine stabilité tandis que l'*Hibiscus palustris* en forte régression entre 1982 et 1991 conserve une certaine stabilité entre 1991 et 1994.

Concernant les hydrophytes flottants, le dragage a modifié les conditions hydrodynamiques et physico-chimiques du milieu entraînant des répercussions indéniables sur les espèces préalablement présentes. Ainsi, une régression d'Azolla est observée en 1991 puis une relative stabilité entre 1991 et 1994. Les *Lemna minor* et *polyrhiza* très répandues en 1991 ont régressé en 1994 et *Lemna gibba* a disparu des relevés en 1991 (peut être du fait de la modification de la qualité des eaux). La renouée amphibie présente en 1991 sur 2 secteurs des 27 secteurs de rives observés n'a pas été retrouvée en 1994.

Enfin, concernant les espèces qui auraient dû progresser (hydrophytes immergées), la réponse n'est pas uniforme. Présent sur ¼ des secteurs en 1991, le Cératophylle n'est pas retrouvé en 1994. De même, le Potamogeton pectiné présente quant à lui une forte régression. *Potamogeton crispus* montre lui aussi une très légère diminution d'abondance. De plus, *Myriophyllum spicatum* disparaît des relevés en 1991 alors qu'il n'était plus présent que sur un seul secteur en 1982.

Par ailleurs, Najas major présente une forte extension et une augmentation d'abondance tout comme le Myriophylle du Brésil qui passe de 23 à 27 secteurs (en présence) et de 1,26 à 2,23 en abondance moyenne entre 1991 et 1994. Ceci semble être certainement le cas de l'avantage compétitif de cette plante dans les stades précoces de développement vis à vis des autres plantes présentes.

Certaines des évolutions sont difficiles à expliquer (régression des lentilles d'eau, du potamot pectiné, disparition de la renouée amphibie et du Cornifle). Cependant, en réponse au traumatisme lié aux travaux, l'hypothèse de la recherche d'un nouvel équilibre écologique ponctuel (dans le temps tant il est vrai que les écosystèmes tendent toujours à évoluer vers le climax) est probable . Par ailleurs, la colonisation croissante du Myriophylle du Brésil conduisit à une reconsidération de l'entretien (augmentation des fréquences d'entretien et du nombre de participants) même si cette croissance reste logique du fait du potentiel de colonisation précoce très important pour ce genre de plante qui inhibe ainsi la croissance des autres plantes présentes avant les travaux. De même, la présence de la jussie sur l'étang de Moliets implique dès lors la recommandation d'une surveillance de l'arrivée possible de jussie. En effet, un projet de réalimentation de l'étang via un aménagement du ruisseau de La Prade est envisagé à l'époque et verra d'ailleurs le jour en 2000.

I.6.1.4 Inventaire de 2000 (Dutartre A., Daudin D., Vanhoutte A.) :

Cette campagne de relevé eut pour but d'illustrer quel fut le début de la colonisation du chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan creusé en mars 2000.

I.6.1.4.1 Chenal d'alimentation :

La richesse spécifique faible en juin 2000 (4 taxons sur la station amont : Algues filamenteuses, *Lemna minor, Callitriche sp, Myriophyllum aquaticum* et 4 taxons sur la station aval : idem sauf *Lemna minor* remplacée par *Apium nodiflorum*) passe à 5 sur la station amont (apparition du *Potamogeton polygonifolius*) et 9 sur la station aval (apparition de *Apium nodiflorum, Ceratophyllum demersum, Cynodon dactylon, Lemna minor, Potamogeton polygonifolius, Potamogeton crispus*). En Août, la richesse spécifique reste stable sur la station amont (5 : disparition de *Potamogeton* et apparition *Cynodon dactylon*) et augmente sur la station aval (10 : disparition de *Ceratophyllum demersum* et apparition de *Characée sp* et de *Nasturtium officinale*).

Le recouvrement total des stations passe de 5,7 à 8,4 puis 12,7 % pour la station amont et 1,4 à 6,9 puis 12,5 pour la station aval (Juin, Juillet, Août). L'évolution du taux de recouvrement mais aussi et surtout l'augmentation de la richesse spécifique marquent le processus de colonisation. A l'amont, le recouvrement est essentiellement lié à l'évolution des algues filamenteuses. Au contraire, l'aval marque mieux le processus de colonisation et les algues filamenteuses ne constituent plus la majorité du recouvrement. Considérant le fait que la richesse spécifique est plus importante en aval et que le recouvrement est égal à celui de l'amont, il semble possible d'avancer que les conditions seraient plus propices au développement des plantes aquatiques (effondrement des berges, ombrage moins important, lame d'eau plus mince). Par ailleurs, l'indice de diversité de Shannon augmente globalement de Juin à Août sur la station aval alors qu'il est globalement stable sur la station amont. Ceci répond à l'augmentation de taxons ainsi qu'à une meilleure distribution des recouvrements pour chaque espèce (meilleure biodiversité).

Les mesures de dérive (voir méthodes) montrent une baisse quantitative de Juin à Août. Cependant, elles illustrent aussi le fait que les espèces qui se sont prioritairement installées et développées sont le Myriophylle du Brésil, les Callitriches et les Potamots dont les modes de reproduction s'effectuent par bouturage. Concernant les algues filamenteuses, 3 genres furent déterminés (*Vaucheria, Enteromorpha* et *Spirogyra*).

En 2000, le recouvrement par les plantes aquatiques n'a pas encore atteint son équilibre et est encore faible. De ce fait, la compétition interspécifique n'est pas encore très vigoureuse. Une des conclusions de l'étude menée en 2000 est qu'avec l'augmentation du recouvrement, les plantes pour lesquelles les conditions ne sont pas optimales devraient être amenées à disparaître.

I.6.1.4.2 Etang :

Sur l'étang, la campagne de Juin 2000 marque des changements importants (disparition de : *Alisma Plantago aquatica, Cladium mariscus, Najas major, Potamogeton crispus* ; apparition de : *Arum sp, Baccharis halimifolia, Carex sp, Ceratophyllum demersum, Galium sp, Hydrocotyle vulgaris, Joncus conglomeratus, Joncus supinus, Joncus effusus, Scutellaria galericulata, Lythrum salicaria, Lysimachia vulgaris, Nuphar lutea, Phalaris arundinacea, Polygonum amphibium, Potamogeton polygonifolius*).

Concernant la végétation sur l'étang, la campagne d'Août 2000 souligne le développement de nombreuses cyanophycées ainsi que la disparition de 6 taxons par rapport à la campagne de Juin 2000 (*Azolla filiculoïdes, Ceratophyllum demersum, Lemna minor, Lemna polyrhiza, Potamogeton*

pectinatus, Potamogeton polygonifolius). Ceci doit pouvoir être lié avec l'augmentation de turbidité liée à l'explosion de cyanophycées.

I.6.1.5 Inventaire de 2001 (Dutartre A., Bertrin V., Daudin D.) :

Ce suivi fait suite à celui de 2000 et devient plus complet car l'ensemble du chenal d'alimentation est prospecté et non pas seulement 2 stations correspondants seulement à 8 des 88 tronçons prospectés en 2001 et 2002. Les relevés de dérive se font toujours aux mêmes endroits.

I.6.1.5.1 Chenal d'alimentation :

En général, la quantité de matière récupérée dans les filets à dérive en 2001 est supérieure à celle de 2000. Par ailleurs, les relevés de 2001 ne montrent pas la présence de *Myriophyllum aquaticum* contrairement à 2000 mais plutôt la présence de *Nasturtium officinale* (dans les mêmes proportions que pour le Myriophylle du Brésil en 2000). Ceci semble illustrer que les auto bouturages sont ponctuels et non homogènes. En Juillet 2001, les résultats de dérive augmentent fortement par rapport à Juin ce qui est dû à des algues filamenteuses (surtout *Spirogyra*) et des *Lemna minor* (valeur 6 fois plus importante qu'en juillet 2000).

Dès le mois de Mai, la zone 2 (zone où les berges sont les plus érodées) est marquée par des tronçons au recouvrement supérieur à 75 % (surtout *Myriophyllum aquaticum* et *Nasturtium officinale*). Ceci marque un grand changement avec l'année précédente où les recouvrements maximums observés furent de 13 % même si les tronçons correspondants n'ont des recouvrements que de 29,7 à 44,3 %. Au mois de Juin, les secteurs dont le recouvrement était moyen en mai sur la zone 2 (de 25 à 50 %) sont colonisés jusqu'à 96 %. Les taux dépassent 75 % et le recouvrement des herbiers de Myriophylle du Brésil atteint 60 %. *Nasturtium officinale* montre une baisse de son recouvrement (compétition). Les résultats du suivi de Juillet sont difficilement exploitables (travaux d'extraction du Myriophylle du Brésil). A noter qu'en Juillet, le recouvrement de la zone 3 (amont) a augmenté du fait des cyanophycées. Les algues filamenteuses ont alors un recouvrement maximal durant la période qui leur est le moins propice (hypothèse : elles se seraient développées avant et auraient survécu).

I.6.1.5.2 Etang :

Les relevés sur l'étang ne montrent pas l'apparition ou la disparition d'espèces. Par ailleurs, les relevés de 2001 ne montrent toujours pas de Lemnacées tout comme en Août 2000. A noter que par rapport à 1994, le Myriophylle du Brésil a subit une forte régression (1 seul secteur de 100 m l'abrite avec un recouvrement de 3 au sud-est de l'étang). Les secteurs avec un recouvrement de 1 représentent quant à eux des herbiers flottants.

I.6.1.6 Récapitulatif des évolutions qualitatives sur l'étang de Moïsan de 1966 à 2001 :

Voir tableau page suivante.

Liste des plantes	1966	1982	1991	1994	2000	2001
ALG.FIL			■			
ALI.PLA				■		
ARU.SP					■	■
AZO.FIL		■	■	■	■	
BAC.HAL					■	■
CAL.SP					■	
CAR.SP				■	■	■
CER.DEM			■		■	
CHA.SP	■		■			
CLA.MAR	■	■	■	■		
CYA.SP					■	■
GAL.SP					■	
HIB.ROS	■	■	■	■	■	■
HYD.MOR			■	■		
HYD.VUL	■	■			■	■
IRI.PSE	■	■	■	■	■	■
JUN.BUL					■	
JUN.CON				■	■	■
JUN.EFF					■	■
LEM.GIB		■				
LEM.MIN		■	■	■	■	
LEM.POL			■	■	■	
LOT.COR						■
LYC.EUR					■	■
LYS.VUL				■	■	■
LYT.SAL					■	■
MEN.AQU				■	■	■
MYO.SP					■	■
MYR.ALT	■	■				
MYR.AQU		■	■	■	■	■
MYR.SPI	■			■	■	■
NAJ.MAR	■		■	■		
NUP.LUT					■	■
PHA.ARU					■	
PHR.AUS	■	■	■	■		■
POL.AMP			■		■	■
POT.CRI	■	■	■	■		
POT.PEC	■	■	■	■	■	
POT.POL					■	
SCU.GAL					■	■
THE.PAL	■	■	■			
TYP.ANG	■	■		■	■	
TYP.LAT				■		

Tableau 3 : Tableau récapitulatif de l'évolution en terme de présence des macrophytes sur l'étang de Moïsan (voir annexe pour la correspondance entre les abrégés et les noms latins).

I.6.2 Cousseau :

I.6.2.1 Premier Inventaire hydrobiologique de l'Etang – Eté 1978 (Gabignon, 1978) :

Les taxons observés furent presque exclusivement *Nymphea alba* et *Nuphar lutea*. Un seul herbier de *Potamogeton natans* fut observé sur la rive Est. Les herbiers de Nénuphars se situent dans des zones protégées des vents dominants, c'est à dire sur la rive ouest ainsi que quelques anses abritées en rive est. Les hélophytes observés furent les phragmites, les scirpes et carex.

I.6.2.2 Synthèse comparative des études de 1979/1980 (Dutartre) et 1997/1998 (Boutet) :

L'étude de 1997/1998 fait suite à celle de 1979/1980 et fut effectuée avec les mêmes méthodes. Ces études furent plus complètes que celles de 2001 et 2002 concernant les hélophytes. En effet, celles de 2001 et 2002 donnent l'abondance de Phragmites australis qui rentre en compétition avec Cladium mariscus. Ces deux espèces sont d'ailleurs les deux seules à être présentes sur l'ensemble des secteurs en 1997/1998. C'est pourquoi les relevés de 2001 et 2002 donnent seulement l'abondance des taxons majoritaires pour les hélophytes.

I.6.2.2.1 Le rivage Est en 1998 :

C'est le plus pauvre en espèce. L'Osmonde royale y est moins représentée que sur la rive opposée. Les roseaux y sont pionniers sur des bandes d'eau de 4 à 5 m de large. De même, la Bourdaine (*Frangula alnus*), très présente, indique la colonisation du marais par une végétation ligneuse de moins en moins hygrophile. Cette berge présente une remontée du fond par accumulation de Matière Organique. D'autre part, elle ne présente pas d'hydrophytes (ce qui est partiellement lié à l'agitation des eaux par le vent) contrairement aux relevés de 1979/1980.

I.6.2.2.2 Le rivage ouest en 1998 :

La diversité taxonomique y est plus importante ce qui résulte de la présence de petites anses, de la proximité de la dune et de la forêt qui abrite les berges du vent. Les nénuphars (jaunes et blancs) se répartissent en tâches. Potamogeton natans présente une régression (1 secteur en 1998 contre 10 en 1980). A l'inverse, Potamogeton polygonifolium est en progression. Par ailleurs, l'augmentation des typhacées indique un faible renouvellement des eaux de l'étang.

I.6.2.3 Synthèse de 1999 sur la qualité des eaux avant réalimentation (Mérignon M., Dutartre A., Sargos F.) :

L'analyse des données de physico-chimie et de chimie relevées entre 1998 et mars 1999 et leur comparaison avec les données recueillies au cours des deux dernières décennies, ont permis de mettre en évidence une assez grande stabilité du site depuis 1978. L'écosystème Etang de Cousseau/marais de Talaris s'est formé à la suite de la fermeture de l'étang doux du Médoc et constitue une zone qui tendrait, en l'absence d'interventions humaines vers un stade de comblement évolué. Du fait de son relatif isolement hydraulique, l'étang présente, en 1999, des caractères physico-chimiques notablement dégradés avec en particulier un pH très acide.

I.6.2.4 La végétation aquatique sur le site de Cousseau en 2001 (Bertrin V.) :

A noter préalablement que des travaux visant à la réalimentation ont eut lieu de juillet 1998 à Avril 1999. Cette réalimentation entraîne une augmentation du pH et a permis une baisse de la turbidité des eaux de l'étang.

I.6.2.4.1 Chenal d'alimentation :

Les mesures de dérive effectuées au niveau du chenal d'alimentation présentent une grande dominance de *Lagarosiphon major* avec seulement 7 % de propagules ne correspondant pas à cette espèce. La quantité de propagules de cette espèce matérialise un risque d'invasion de l'écosystème étang de Cousseau/marais de Talaris par *L. major* (très présente sur le canal des Etangs). Par ailleurs, cette étude fait aussi référence au risque d'invasion de l'écosystème étang de Cousseau/marais de Talaris par la jussie présente sur le Lac d'Hourtin, le canal du Grand Lambrusse et le canal des étangs.
A noter cependant que cette étude fait état de 2 pieds de *L. major* trouvés sur le chenal de réalimentation en Octobre 2000 à proximité des écluses et d'un pied à proximité de l'écluse en Juillet 2001.

I.6.2.4.2 Etang :

Cette étude mentionne l'absence de changement sur l'étang de Cousseau entre les relevés d'Octobre 2000 et ceux de Juillet 2001 (présence de nénuphar jaune et blanc sur la façade ouest de l'étang et aucune espèce exotique inventoriée).

II. METHODES

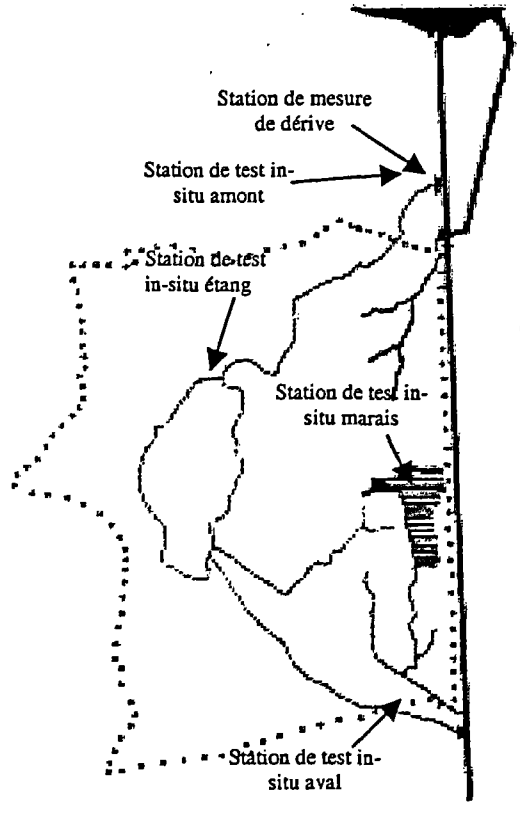
II.1 COUSSEAU

II.1.1 Choix des stations d'étude et fréquence des observations :

Les stations d'étude choisies le furent en fonction des objectifs. La première station à choisir devait répondre au besoin de quantifier les arrivées de propagules dans le système (mesures de dérive). La station choisie est donc en amont du système (aval de l'écluse d'alimentation). Cette station est aussi celle choisie en 2001 (comparaison des résultats). Les observations furent réalisées durant 2 journées consécutives (14 et 15 mai 2002, 4 mesures par jour).

Concernant la mise en culture de boutures in-situ, le principe a consisté à mettre les boutures de *Lagarosiphon major* ou de *Ludwigia sp* en conditions naturelles de croissance. Les dispositifs furent disposés sur 4 sites (un à la prise d'eau de l'étang, un à l'entrée de l'étang, un sur le chenal d'évacuation de l'étang ainsi qu'un dans le marais de Talaris). Cette disposition amont/aval devant permettre de mettre en évidence (au travers des résultats) une différence de croissance entre l'amont et l'aval liée à la dégradation de la qualité de l'eau vers l'aval (influence du marais). L'expérience fut menée du 13 juin au 08 juillet (période la plus propice au développement des plantes).

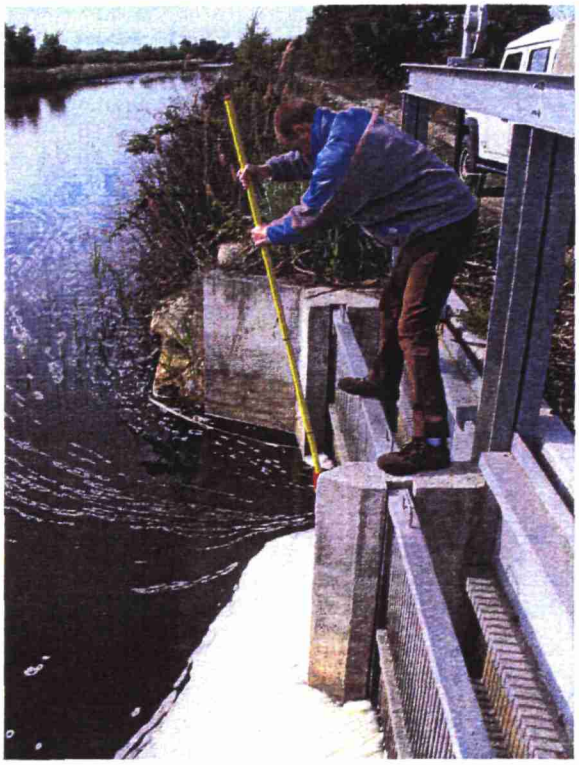
Les relevés sur l'étang se firent sur les 37 secteurs délimitant le périmètre de l'étang (secteurs inaliénables repérés par une carte de référence utilisée depuis 1979). Le relevé fut effectué durant le mois de juillet (le 09 juillet) afin de répondre au besoin de comparaison avec les autres années.



Carte 4 : Stations d'étude sur le site de Cousseau

II.1.2 Mesures de dérive :

Les grilles qui sont installées au niveau des prises d'eau d'alimentation de l'étang de Cousseau et de son marais (celui-ci ne fut pas alimenté durant le printemps-hiver 2001/2002 du fait des faibles niveaux d'eau du canal des étangs) sont nettoyées (au râteau) une fois par jour ou tous les deux jours. Il paraissait intéressant d'observer l'efficacité de ces installations avant le nettoyage, mais aussi les conséquences induites par cette manipulation de dégrillage sur la propagation des végétaux par dérive, et en particulier *Lagarosiphon major*.



Photographie 7 : Nettoyage des grilles de l'écluse de prise du chenal d'alimentation de l'étang de Cousseau (Cliché personnel).

Ainsi, un filet collecteur (section rectangulaire de 30×50 cm, maille de 200 µm, à disposer en position sub-affleurante afin de permettre une collecte non entravée) a été positionné à environ 20 mètres de l'écluse, dans une portion de lit où les écoulements ne sont plus perturbés par la proximité des vannes et dans une portion où les lignes de courant et les vecteurs vitesses sont les plus identiques possibles, selon les mêmes modalités que lors des relevés de 2001 (Bertrin, 2001). Par ailleurs, le filet devait se trouver le plus proche de l'écluse que possible afin que certaines boutures n'aient pas le temps de s'enchevêtrer dans les bords de berges. 4 mesures furent effectuées pour chacune des deux journées (14 et 15 mai) :

- Une mesure d'une heure avant le dégrillage,
- Une mesure d'1/2 heure pendant et juste après le dégrillage,
- Une mesure d'une heure, une fois la grille propre,
- Une mesure d'une heure suivant cette troisième mesure afin d'estimer l'influence des éléments commençant à obstruer les grilles à nouveau.

Photographie 8 : Filet collecteur utilisé pour les mesures de dérive (cliché personnel).

Les mesures faites comprennent les récoltes du filet durant les intervalles de temps donnés, la vitesse du courant, la hauteur d'eau dans la section de filet, ceci dans le but d'estimer le débit ayant passé dans le filet durant le laps de temps imparti.

En laboratoire, les boutures des différents échantillons de chaque mesure ont fait l'objet d'une détermination, d'un comptage et d'une mesure de longueur et poids (balance précise à 0,1 g près). Une fois ces mesures faites, l'ensemble des boutures ont été plantées en mosaïque dans un aquarium afin de contrôler la viabilité de ces boutures (date de plantation : le 16 mai 2002). Le sédiment et l'eau utilisés à cet effet provenaient du site de Cousseau. Les conditions de lumière furent celles de la lumière naturelle. Les conditions physico-chimiques furent contrôlées à intervalles réguliers. L'épaisseur de sédiments dans l'aquarium était de 4 cm et celle de l'eau+sédiments de 16, 5 cm (ce niveau étant maintenu par adjonction régulière d'eau prélevée sur le site lors des mesures de dérive). Au bout de 36 jours, un contrôle des boutures a été effectué (comptage, mesure, nécrose) afin d'estimer la viabilité de celles-ci.

Photographie 9 : Aquarium où les boutures furent mises en culture (cliché personnel).

II.1.3 Mise en culture de boutures in-situ :

Le protocole d'expérimentation se résume en 3 grandes phases :

- préparation (imagination des dispositifs, fabrication, préparation des boutures et mesures préalables),
- mise en place sur site,
- Récupération, mesures et interprétation des résultats.

Les dispositifs avaient pour contrainte de soumettre les boutures aux mêmes conditions de lumière, leur éviter toute pression mécanique liée à un aplatissement des sacs tout en les confinant sans risque de dissémination. Le dispositif construit était composé de sacs de grillage rigide (maille de 5 mm) ligaturés par fonte du grillage puis par ligature classique (fil de pêche). La géométrie de ceux-ci devait permettre de créer des chambres ne pouvant s'aplatir. Les sacs furent disposés par 4, de manière horizontale sur un cadre en P.V.C. pouvant se remplir d'eau et furent maintenus entre 5 et 10 cm de la surface (conditions optimales d'éclairement) à l'aide de flotteurs. Le tout fut conçu de manière à intégrer les variations de hauteur d'eau en coulissant sur des piquets plantés dans le substrat.

Photographie 10 : Dispositif in-situ intégré dans son environnement (Cliché personnel).

Photographie 11 : Dispositif in-situ (plantes entre 5 et 10cm de la surface) (Cliché personnel).

Les boutures de *Lagarosiphon major* furent recueillies (le 11 juin 2002) sur le canal de jonction entre le Lac d'Hourtin et celui de Lacanau (directement en amont de l'écluse de la prise d'eau du chenal d'alimentation). Celles de jussie furent récupérées sur le canal du Grand Lambrusse. Les boutures furent calibrées (le 12 juin 2002) à 15 cm de longueur ne retenant que les parties apicales. Concernant *L.major*, les boutures calibrées ne devaient pas avoir de ramifications. Quant à celles de jussie, elles devaient être dépourvues de racines adventives.

Avant le début de l'expérimentation, une mesure de biomasse fut faite sur 10 boutures (une par une) tirées au hasard au sein des 32 préparées pour chaque espèce (poids frais). Par ailleurs, 16 boutures de chaque espèce furent gardées et disposées dans les sacs (2 boutures par sac), les 16 autres étant pesées globalement (poids frais) et mises à l'étuve à 70°C (poids sec). Au terme de l'expérience in-situ, les tiges furent mesurées (croissance en longueur, mesure de biomasse, apparition de ramifications et de racines).

Enfin, 2 boutures de la même espèce furent disposées par sac, chaque dispositif disposant de 2 sacs de *L. major* et 2 sacs de jussie.

La durée de l'expérience fut de 25 jours.

II.1.4 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang :

Cette analyse consiste à repérer les espèces invasives qui auraient pu s'installer durant l'hiver et plus particulièrement la jussie dont le repérage est simplifié par le fait que les rosettes apicales flottent en surface. Une attention importante est aussi donnée à *Lagarosiphon major*, tout particulièrement aux abords de l'écluse d'alimentation où des pieds ont déjà été repérés. Toute autre espèce d'hydrophyte présente rencontrée devait être signalée.
Par ailleurs, l'étang a fait l'objet d'une cartographie de ses berges concernant l'abondance de *Phragmites australis* qui correspond au taxon le plus représenté avec *Cladium mariscus*, lesquels sont en compétition interspécifique. Les herbiers de nénuphars blancs et jaunes ont fait quant à eux l'objet d'une cartographie indiquant leur emprise en surface afin de comparer ces données avec celles des années antérieures. La méthode consiste à établir une liste des espèces présentes sur les 37 secteurs et à attribuer sur chaque secteur, un indice relatif d'abondance s'étendant de 1 (espèce très rare sur le secteur) à 5 (espèce très abondante sur le secteur) pour chaque espèce (Dutartre et al., 1997).
La campagne de terrain se déroula depuis le bateau de la Réserve Naturelle de l'étang de Cousseau.

II.1.5 Mesures Physico-chimiques :

Les paramètres mesurés sur le terrain correspondent aux mesures physico-chimiques classiques de terrain :

- Température, oxygène dissous, pourcentage de saturation en Oxygène : La température est un facteur écologique très important car il influence la répartition des espèces, conditionne de nombreux équilibres chimiques et joue un rôle important dans la cinétique des réactions chimiques et biochimiques. Ainsi, de lui dépend la solubilité de l'oxygène dans l'eau. Il existe aussi un lien entre ce paramètre et le niveau trophique du milieu (Brémond et Vuichard, 1973),
- pH : cette mesure est importante car elle renseigne sur les concentrations relatives des différentes formes de Carbone inorganique présentes dans le milieu et conditionne un certain nombre d'équilibres physico-chimiques,
- Conductivité électrique : elle permet d'apprécier les matières en solution. Cette mesure permet notamment de localiser une source de pollution (Brémond et Vuichard, 1973) lorsque cette valeur est significativement différente de celle qu'elle devrait être naturellement.

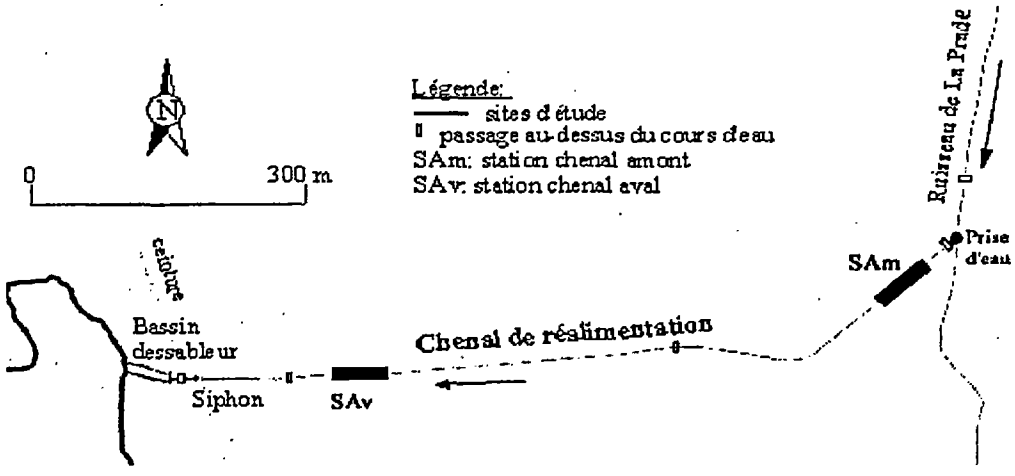
Sur le site de Cousseau, les relevés nous furent fournis par les conservateurs de la Réserve Naturelle à partir de leurs relevés personnels.

II.2 MOÏSAN

II.2.1 Choix des stations d'étude et fréquence des observations :

Afin de continuer le suivi réalisé depuis 2000, les stations choisies durant les études de 2000 et 2001 furent respectées. L'une est placée en amont (Sam) et l'autre en aval (Sav). Trois campagnes de

cartographie du chenal furent réalisées (29 mai, 02 et 25 juillet). L'idéal aurait induit un relevé en juin mais des contraintes liées aux différentes campagnes de suivi du Cemagref ont reculé la campagne de fin juin à début juillet. A noter cependant que 2 relevés de dérive purent être effectués les 05 et 20 Juin. Celui du 20 Juin, réalisé lors d'une réunion sur le terrain, a remplacé celui de début Juillet qui ne put être effectué du fait de la quasi-absence de courant.
Concernant l'étude de l'étang, celle-ci respecta les 27 secteurs utilisés depuis 1982 indiqués sur une carte de référence. Cette cartographie fut effectuée le 06 août.



Carte 5 : Stations d'étude sur le site de Moïsan.

II.2.2 Analyse de la végétation sur le Chenal de réalimentation et sur l'étang :

Les relevés cartographiques effectués sur le chenal d'alimentation du site de Moïsan lors de la première campagne de 2002 ont consisté à donner un pourcentage de recouvrement précis aux différents macrophytes présents sur chaque tronçon de 10 m. Le nombre de tronçons prospectés correspond à la longueur totale du chenal et du bassin dessableur, soit 94 tronçons (940 m) mais seuls les 88 tronçons (dessableur exclu) prospectés en 2001 sont utilisés pour les calculs, afin de permettre une meilleure comparaison. Les relevés effectués sur le chenal d'alimentation en Mai utilisèrent les classes du protocole de l'IBMR (Indice Biologique des Macrophytes en Rivière) (Une méthode pour mettre en évidence la trophie de l'eau et la pollution organique avec les macrophytes : L'indice Biologique Macrophytique en Rivière – Application à différents types de rivières et de pollution, J. Haury and al, à paraître) :

- 1 : < 0,1 %,
- 2 : de 0.1 à 1 %,
- 3 : de 1 à 10 %,
- 4 : de 10 à 50 %,
- 5 : de 50 à 100 %.

Ces classes ne furent pas réutilisées pour les 2 campagnes de Juillet car elles n'auraient pas permis les comparaisons avec les relevés de 2001. Ainsi, les 2 relevés de Juillet furent réalisés en précisant le pourcentage exact de recouvrement des différentes espèces (recouvrement précis) ce qui n'empêchait

pas de revenir aux classes IBMR et ainsi comparer les différentes campagnes (Mai, Début et Fin Juillet) entre elles. Afin de calculer des recouvrements cohérents grâce aux classes IBMR, les classes ont dû être remplacées par leurs valeurs médianes. Puis, des cartes de recouvrement furent éditées en utilisant les classes suivantes :

Taux de recouvrement :

Figure 6 : Classe des taux de recouvrement calculés par les classes IBMR.

A noter que ces classes ne correspondent pas aux classes habituellement utilisées (la classe verte allant de 1 à 10 % au lieu de 1 à 5 %). Ce changement de classe a été effectué afin de mieux rendre compte des différences de recouvrement entre de nombreux tronçons présentant des recouvrements de 5 à 7 % et de nombreux autres tronçons dont le recouvrement est supérieur à 20 %. De plus, il permet de mieux mettre en évidence certains changements lorsque les tronçons ne se colonisent que peu.
Afin de comparer la carte éditée pour la campagne de début Juillet 2002 et celle de Juin 2001, les classes utilisées en 2001 furent réutilisées (classe verte de 1 à 5 %).

L'ensemble des relevés figure en annexe (les abréviations utilisées pour le nom des plantes correspondent à celles utilisées pour l'IBMR).
Outre les espèces mentionnées en annexe, les algues filamenteuses rencontrées ainsi que les cyanophycées furent déterminées en laboratoire.

Sur l'étang, les relevés ont consisté à identifier l'ensemble des espèces présentes sur les 22 tronçons de la carte de référence et donner un indice d'abondance relative s'étendant de 1 (espèce très rare sur le secteur) à 5 (espèce très abondante sur le secteur). Les relevés furent effectués en bateau et les bornes des tronçons furent repérées pour la première fois grâce à un GPS .

II.2.3 Mesures de dérive :

Celles-ci furent réalisées sur les 2 stations de références utilisées depuis l'étude de 2000 (amont/aval). Seuls les relevés de la station amont sont exploités à des fins de comparaisons d'autant plus qu'ils matérialisent les entrées dans le système. Le filet collecteur utilisé est le même qu'à Cousseau. Les échantillons récoltés sont séparés (matière organique morte, matière organique vivante), pesés (poids frais), séchés (étuve à 70°C) jusqu'à poids constant et puis pesés à nouveau pour déterminer le poids sec. Les pesées sont effectuées grâce à une balance précise à 0,1 g près . Les mesures furent effectuées durant 1 h à l'amont et ½ h à l'aval (vitesse des filets fluides plus importante).

II.2.4 Mesures physico-chimiques :

Elles furent les mêmes que celles déjà présentées dans le cas du suivi de l'étang de Cousseau.

III. RESULTATS

III.1 MOÏSAN

III.1.1 Mesures des paramètres physico-chimiques :

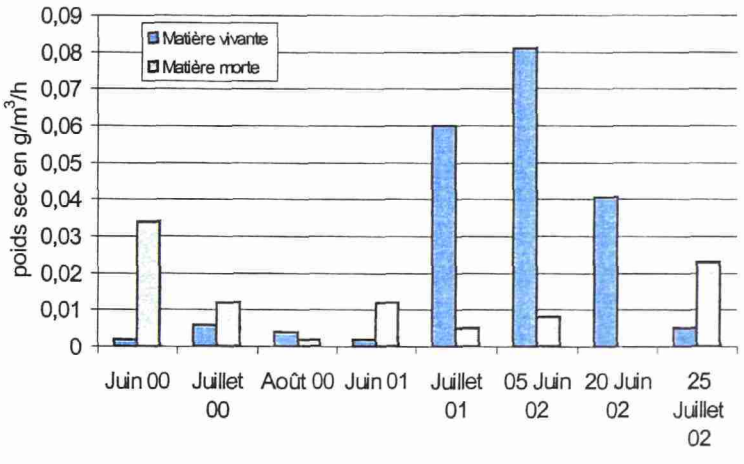
Date	Heure	Station	T° eau (°C)	pH	O_2 dissous ($mg.l^{-1}$)	% de saturation	Conductivité ($\mu S.cm^{-1}$)	Vitesse moyenne ($m.s^{-1}$)
29/05/2002	13h	SAm	15,7	6,6	7	70	251	0,04
	12h30	SAv	16,9	7,1	10,7	109	252	0,3
02/07/2002	14h	SAm	21,4	6,6	7,1	79	251	proche de 0
	13h30	SAv	22,4	6,9	7,5	86	251	0,12
25/07/2002	14h	SAm	22,4	6,6	6,8	77	259	0,08
	13h30	SAv	23,3	6,7	6,3	72	257	0,31

Tableau 4 : Analyses physico-chimiques sur le site de Moïsan.

Les mesures ont été réalisées avec un intervalle de temps réduit entre chaque station afin que les relevés puissent être comparables.
Les températures montrent une amplitude importante entre les campagnes (6,7°C sur la station amont et 6,4°C sur la station aval). Ces amplitudes sont directement liées aux conditions climatiques ainsi qu'hydrauliques. Les températures de l'aval sont toujours plus importantes que celles de l'amont avec une amplitude minimale de 0,9°C (fin Juillet) et une amplitude maximale de 1,2°C en Mai.
La gamme des pH reste très homogène et s'étend de 6,6 à 7,1 conférant aux eaux de Moïsan un caractère légèrement acide correspondant aux paramètres habituels des eaux de surface des Landes de Gascogne. Ces mesures correspondent bien avec celles effectuées l'année passée étant donné que celles-ci s'étendaient de 6,7 à 7.
Les teneurs en oxygène s'étendent de 6,3 à 7,5 $mg.l^{-1}$ si l'on omet une mesure à 10,7 $mg.l^{-1}$ dont l'explication reste difficile. En effet, aucune condition extérieure semble pouvoir motiver cette valeur (l'agitation est habituelle et les plantes ne sont pas encore en pleine phase de croissance).
Concernant la conductivité, ses valeurs sont très homogènes avec une amplitude d'écarts très faible (251 à 259 $\mu S.cm^{-1}$), plus faible encore qu'en 2001 (253 à 281 $\mu S.cm^{-1}$).

III.1.2 Mesures de Dérive :

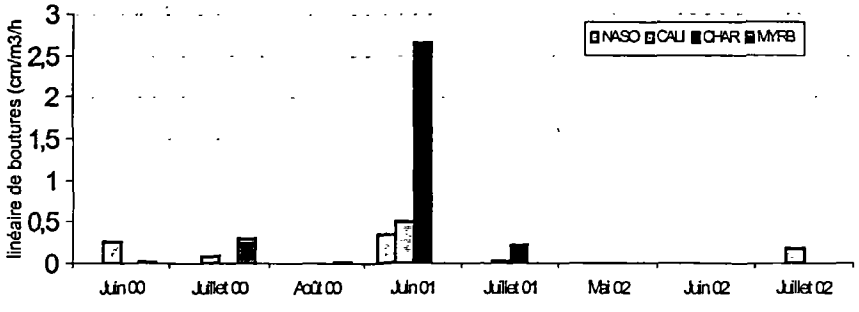
III.1.2.1 Poids sec de matière vivante et de matière morte :



Graphique 1 : Graphique du poids sec de matière morte et de vivante dérivant dans le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan au cours de 2000, 2001 et 2002

Le poids sec de matière morte dérivant dans le chenal est très variable d'une campagne à l'autre et dépend de nombreux facteurs liés notamment aux activités anthropiques. Il s'agit entre autre de l'entretien des abords de rivière, de l'agriculture... Cette variable reste tout de même difficile à expliquer du fait de la reconnaissance difficile de nombreux corps et très aléatoire puisqu'elle dépend aussi du cycle des espèces végétales rivulaires.
Pour le poids sec de matière vivante dérivant dans le chenal, il apparaît clairement 2 types de mesures. Ainsi, en 2000, en Juin 2001 et Juillet 2002, les poids secs de matière vivante dérivant dans le chenal sont relativement faibles par comparaison avec ceux de Juillet 2001 et Juin 2001. En effet, les valeurs passent d'un maximum de 0,006 pour les petites valeurs à un maximum de 0,081 g/m^3/h pour les valeurs plus importantes. La différence correspond à un facteur de 10 lequel s'explique par la présence en grande proportion d'algues filamenteuses (ALGF.SP) et de lentilles d'eau (LEM.SPX). En 2001, ces 2 espèces correspondaient à 99,8 % au poids sec de matière vivante recueillie (avec une proportion de 1/10ème de Lemnacées). Le reste (0,2 %) correspondait à des callitriches et des characées. Le 05 Juin 2002, les algues filamenteuses et les Lemnacées correspondent à 100 % des espèces recueillies. Le 20 Juin, ce ne sont que des algues filamenteuses qui se sont insérés dans le filet.

III.1.2.2 Longueurs cumulées de boutures :



Graphique 2 : longueurs cumulées des boutures dérivant dans le chenal.

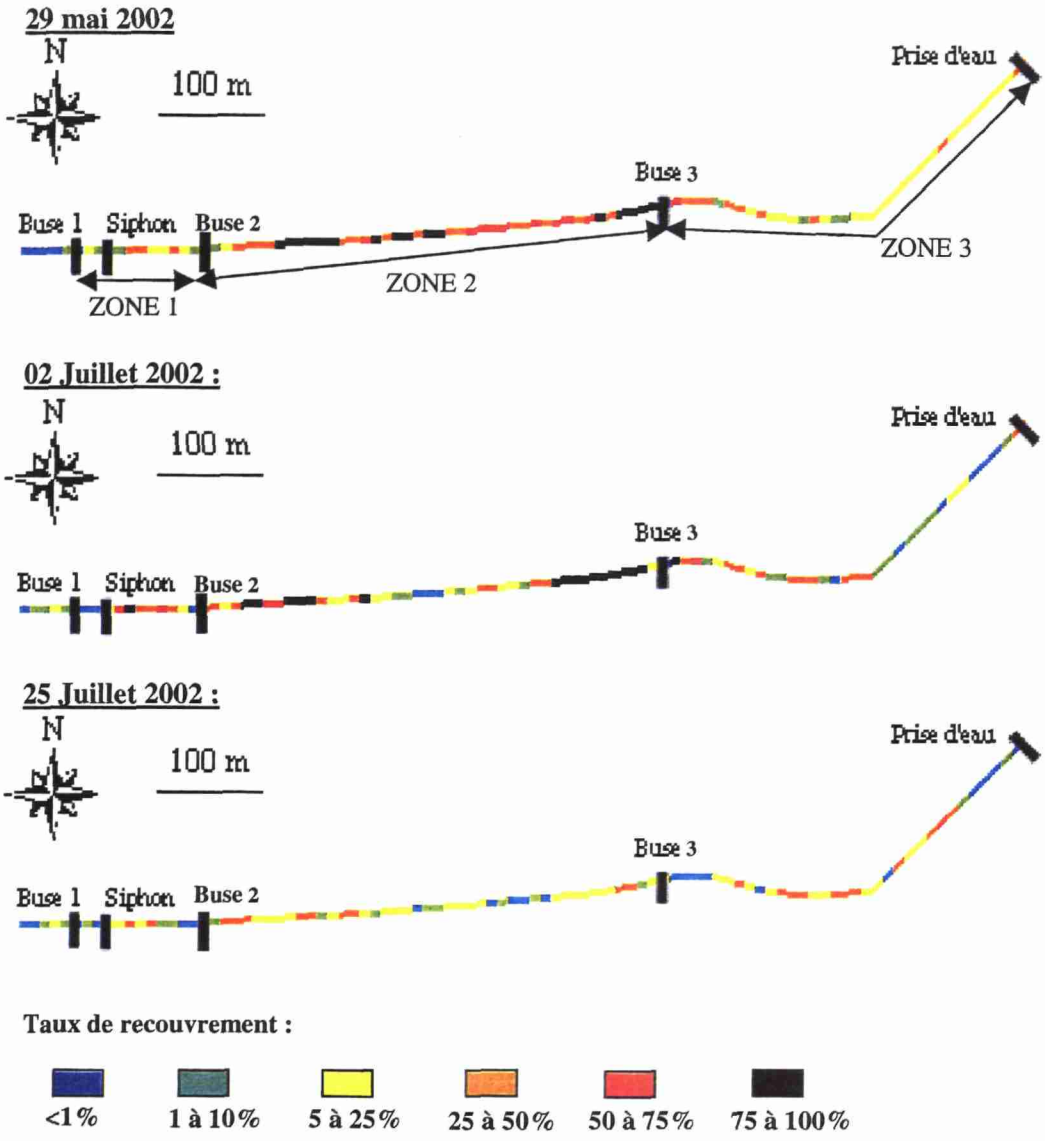
L'évolution par rapport à 2000 et 2001 consiste au fait que très peu d'espèces différentes des Algues filamenteuses ou des Lemnacées se sont introduites dans les filets. En effet, seules 3 boutures du genre Callitriche se sont introduites dans le filet le 25/07/02 (une de 6 cm, deux rosettes de 0,5 cm). Cette quantité (0,18 cm/m^3/h) est relativement homogène par rapport à celle circulant lorsque les callitriches se propagent par bouturage (Juin 2000, Juillet 2000, Juin 2001). Ceci semble montrer le caractère ponctuel dans le temps et l'espace du bouturage.
Les espèces telles que le Myriophylle du Brésil, observé en 2000, *Nasturtium officinale* en 2001 et les Characées, très observées en 2001 ne furent pas retrouvées dans les filets en 2002.

III.1.3 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang :

III.1.3.1 Recouvrement de la végétation sur la totalité du chenal de réalimentation :

III.1.3.1.1 Comparaisons intra-annuelles :

Ici, les recouvrements utilisés sont ceux calculés à partir des classes IBMR. De plus, bien que cartographié, le bassin dessableur ne figure pas parmi les calculs pour les recouvrements et les fréquences du fait de sa gestion anthropique annuelle.



Carte 6 : Cartographie du recouvrement végétal sur le chenal d'alimentation de Moïsan le 29 Mai, le 02 Juillet et le 25 Juillet 2002 (recouvrement calculé par les classes IBMR).

Le 29 Mai 2002 : Le chenal de réalimentation présente un taux de recouvrement important (45 %) tout particulièrement sur la zone 2 (66 %). A l'intérieur de cette zone, on distingue 2 foyers de développement des macrophytes (tronçons 25 à 30 où les recouvrements dépassent quasi constamment les 100 % et tronçons 57 à 60 où les recouvrements sont supérieurs à 75 % jusqu'à 129 %). Ces deux parties correspondent à une partie très exposée à la lumière et aux écoulements laminaires constants ainsi qu'à une partie où les berges sont très dégradées (juste en aval de la buse 3). C'est aussi sur ces parties que le développement était plus important en 2001.

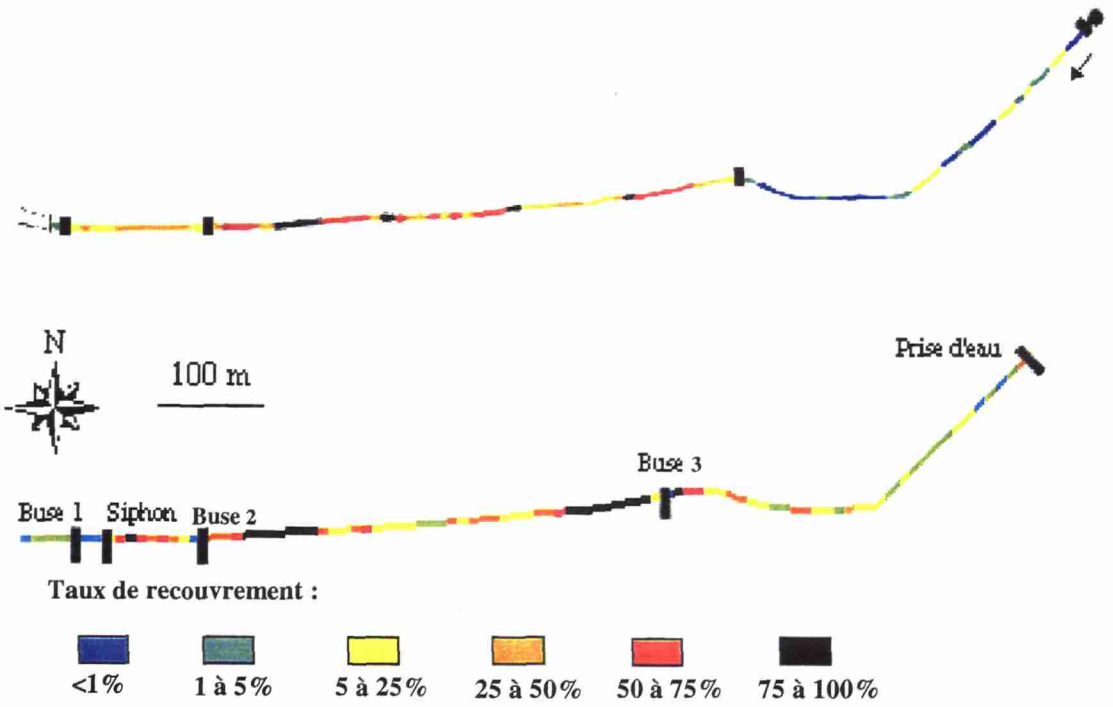
Le 02 Juillet 2002 : Le taux de recouvrement moyen a baissé de 10 % par rapport à Mai. La zone la plus recouverte est toujours la zone 2 et plus particulièrement les parties allant du tronçon 22 au 28 (87 % de moyenne de recouvrement) et du 51 au 59 (111 % de moyenne).

Le 25 Juillet : Le recouvrement moyen a chuté de 30 % suite aux travaux de rétablissement du profil en long prévus afin de permettre un meilleur renouvellement des eaux de l'étang en période estivale.

Globalement, le recouvrement évolue d'une manière opposée à celle que laisse l'impression visuelle entre les 2 premières campagnes (ce qui s'explique par l'émergence des taxons en Juillet par rapport aux taxons immergés de Mai). En effet, mis à part sur la zone 1 où le recouvrement moyen augmente de 21 à 30 % entre les 2 premières campagnes, les 2 autres zones sont marquées par une baisse paradoxale du recouvrement végétal alors que cette période correspond à une période de développement des végétaux. Ceci s'explique en partie par une forte décroissance des Algues filamenteuses de 21 à 4 % de recouvrement moyen que le Myriophylle du Brésil n'arrive pas à compenser puisqu'il passe de 8 à 19 %. De même, les characées enregistrent une forte baisse de11 à 8 % tout comme le *Nasturtium officinale* qui passe de 3 à 0,4 %. Ces baisses de taxons complètement immergés (mis à part pour le *Nasturtium officinale*) ne doivent pas masquer la grande expansion du Myriophylle du Brésil dont le recouvrement dépasse largement celui qu'il avait en 2001 à la même époque (21,6 % contre 9,3 % en 2001, en recouvrement précis).
Par ailleurs, la zone la plus propice au développement des végétaux semble être la zone 2 dont les recouvrements moyens sont toujours supérieurs à ceux des autres zones si l'on omet le relevé de fin Juillet du fait que les travaux de rétablissement du profil en long ont majoritairement touché la zone 2.

III.1.3.1.2 Comparaisons inter-annuelles :

Les recouvrements utilisés à des fins de comparaisons sont les recouvrements précis.



Carte 7 : Cartographie du recouvrement végétal sur le chenal d'alimentation de Moïsan le 26 Juin 2001 et le 02 Juillet 2002 (recouvrement calculé par les recouvrements précis)

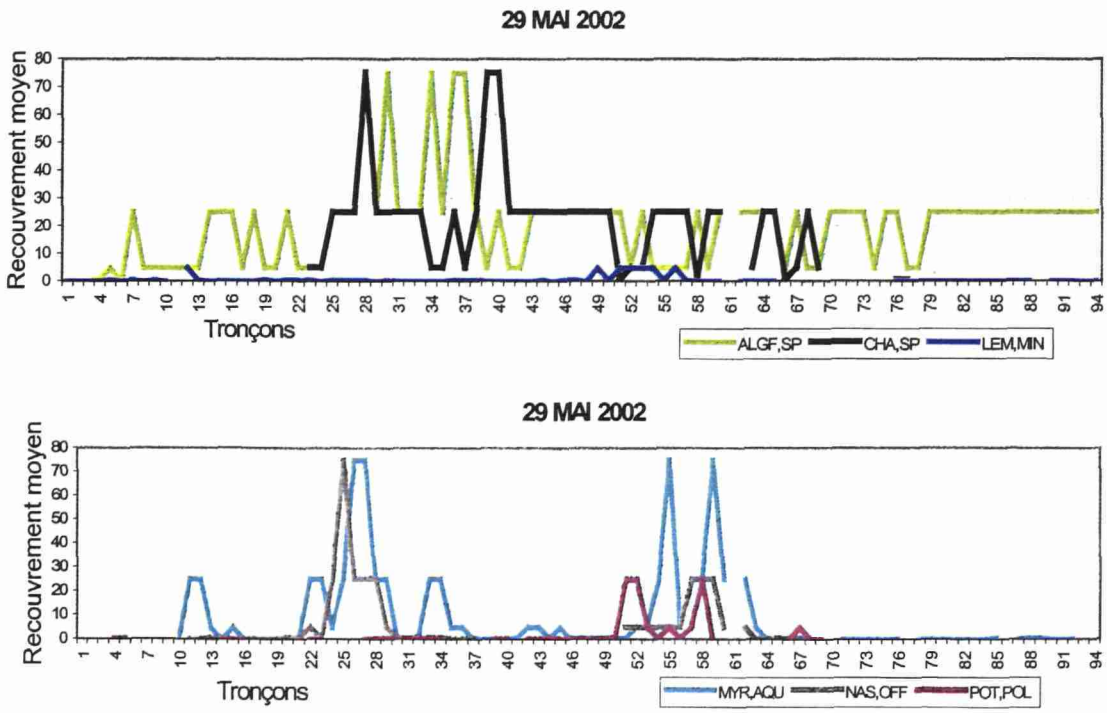
L'évolution globale est significative puisque le recouvrement moyen global passe de 29,6 à 37,4%. La zone la plus colonisée reste toujours la zone 2 mais les zones 1 et 3 montrent une évolution plus radicale que la zone 2 qui semble stagner. En effet, alors que sur la zone 2 passe d'un recouvrement de 51 à 53,4 %, les autres zones évoluent de manière plus marquée avec un passage de 23,9 à 32,4 % pour la zone 1 et un bon de 1,8 à 18 % pour la zone 3.

Les tronçons les plus recouverts en 2001 étaient les tronçons 20 à 26 dont le recouvrement était supérieur à 50 % ainsi que les tronçons 51 à 60 où les végétaux recouvraient plus de la moitié du chenal. En 2002, le développement végétal est encore plus important puisque sur les mêmes secteurs le recouvrement est passé à 87,2 % pour le premier et l'occupation végétale recouvre maintenant tout le chenal sur le second (119 % de recouvrement moyen pour les tronçons 52 à 59).
Le bon de la zone 3 peut être imputé au fort développement des algues filamenteuses et characées qui bien qu'ayant fortement baissé par rapport à Mai gardent un recouvrement significativement plus élevé qu'en 2001.

III.1.3.2 Répartition des différents taxons majoritaires rencontrés sur le chenal de réalimentation :

III.1.3.2.1 Comparaison intra-annuelle des différentes campagnes :

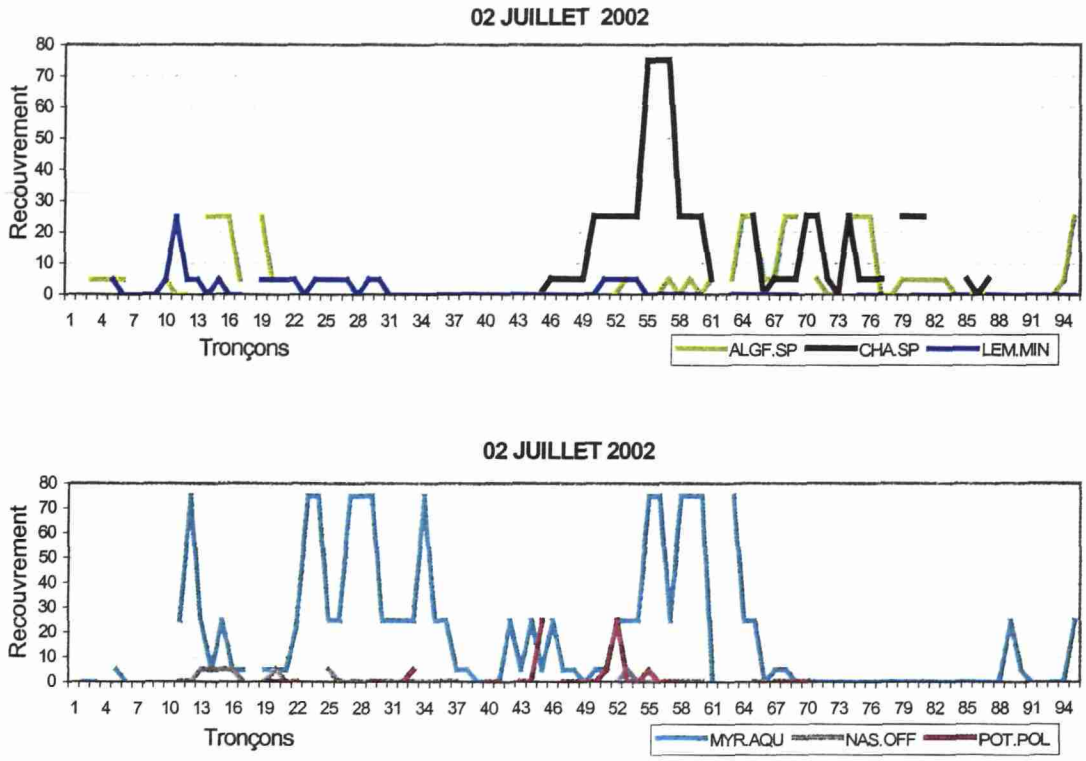
Les données utilisées proviennent des recouvrements calculés à partir des médianes des classes IBMR.



Graphique 3 : Répartition et recouvrement moyen des taxons majoritaires sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan le 29 Mai 2002

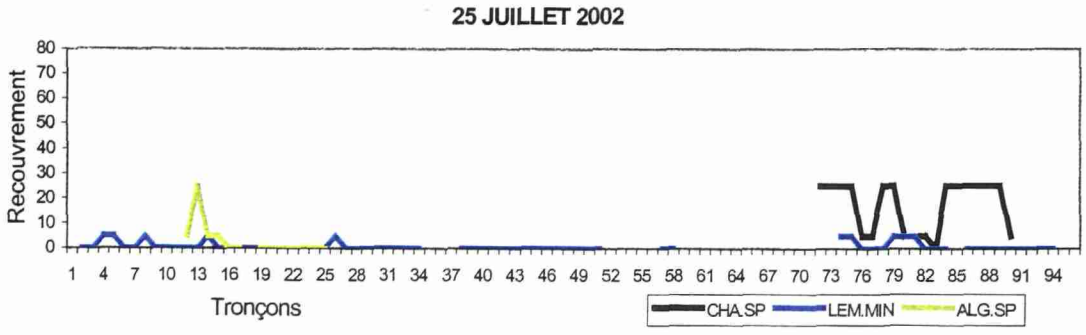
Le 29 Mai 2002, les taxons les plus représentés correspondent aux Algues filamenteuses (99 % de présence) et Characées (54 % de présence) dont des pics de recouvrement correspondant à la classe 5 de l'IBMR sont visibles sur la zone 2 ainsi que de nombreux plateaux de recouvrement correspondant à la classe 4. Le Myriophylle du Brésil montre déjà une grande fréquence de présence (87 %) et 3 pics de grands recouvrements (classe 5) situés aux extrémités de la zone 2 ainsi que quelques plateaux. Rapporté à l'année précédente, cette abondance et cette fréquence laissent déjà présager d'une fréquence mais surtout d'un recouvrement bien supérieur puisque le seul pic de l'année précédente dépassait timidement les 20 % et que seuls 2 pics auraient accédé à la classe 4 de l'IBMR. A noter aussi une uniformité de la répartition des Lemnacées avec une forte fréquence (89 %). Le *Nasturtium*

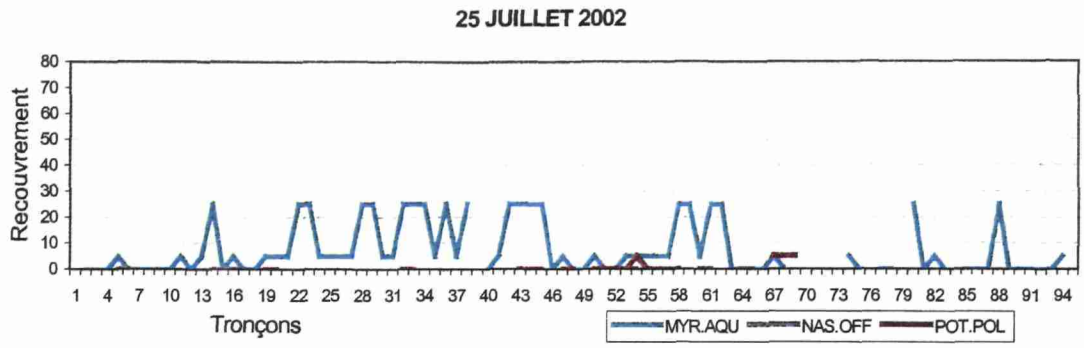
officinale montre quant à lui un pic de recouvrement en Zone 2 aval et une répartition homogène avec 53 % de présence.



Graphique 4 : Répartition et recouvrement moyen des taxons majoritaires sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan le 02 Juillet 2002.

Le 02 Juillet 2002 marque l'explosion du Myriophylle du Brésil avec de nombreux pics de recouvrement en classe 5 (IBMR) ainsi que de nombreux plateaux. La fréquence augmente et passe à 93 % mais c'est surtout l'abondance du recouvrement du Myriophylle qui devient prépondérante dépassant largement celle de 2001 où seuls 2 pics en classe 5 pouvaient être observés. Les algues filamenteuses ne présentent plus de pics de recouvrement en classe 5 et voient leur recouvrement diminuer drastiquement tout comme les characées qui présentent néanmoins toujours un pic de recouvrement. Les Lemnacées gardent une fréquence élevée et semblable à celle de Mai.



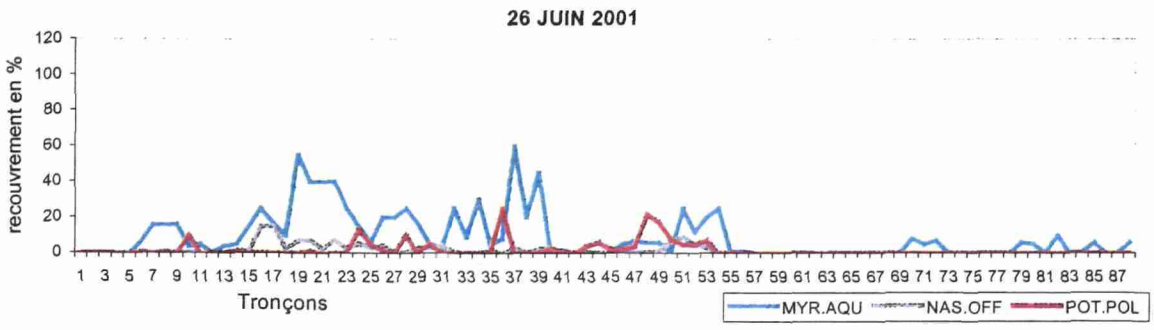


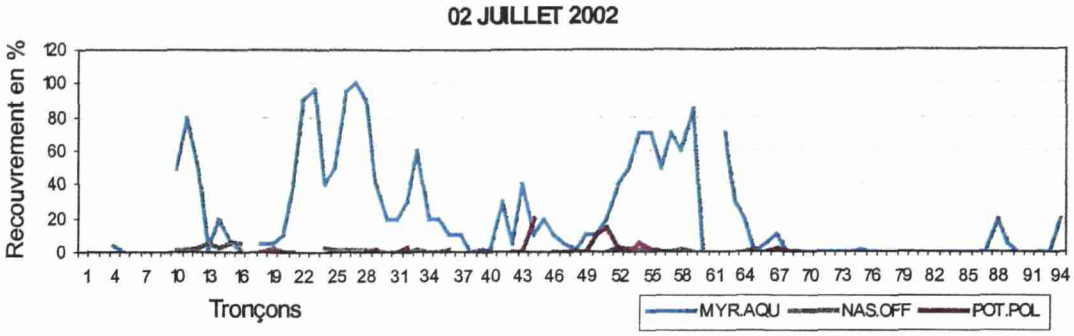
Graphique 5 : Répartition et recouvrement moyen des taxons majoritaires sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan le 25 Juillet 2002.

Le 25 Juillet 2002, soit une quinzaine de jours après les travaux de curage destinés au rétablissement du profil en long du chenal, la majorité des taxons a fortement chuté. Seules restent remarquables, une forte présence des characées dans la zone 3, une répartition toujours uniforme des Lemnacées (76 %) ainsi qu'une forte fréquence du Myriophylle du Brésil (89 %) qui démontre par la même que la solution utilisée pour rétablir le profil en long ne possède pas les qualités requises de régulation de cette espèce. De plus, son recouvrement atteint encore fréquemment la classe 4 ce qui montre là aussi un manque d'efficacité de la méthode employée. On remarque aussi que *Potamogeton polygonifolius* à souffert de ces travaux puisqu'il ne présente plus de pics de présence en classe 3 contrairement aux 2 campagnes précédentes. De plus, les algues filamenteuses ont presque disparues contrairement à 2001 où elles étaient encore très présentes avec une multitude de pics en classe 4. Cette disparition est bien plus logique que le fort recouvrement observé en 2001 car il s'agit là d'une période de sénescence classique des peuplements d'algues filamenteuses.

III.1.3.2.2 Comparaison inter-annuelle en période de fort développement :

Ici, les données utilisées proviennent des recouvrements précis et non des recouvrements calculés à partir des médianes des classes de recouvrement de l'IBMR.

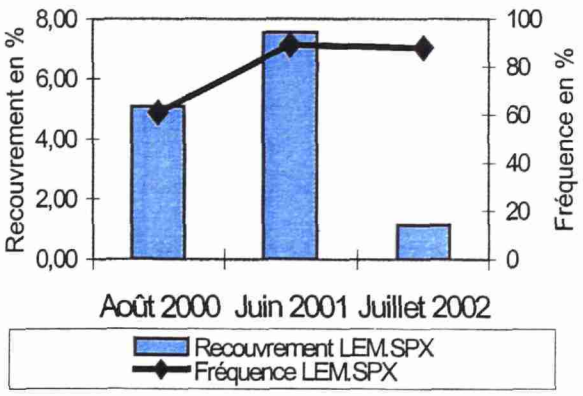




Graphique 6 : Répartition et recouvrement moyen sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan en période de fort développement des végétaux avant travaux.

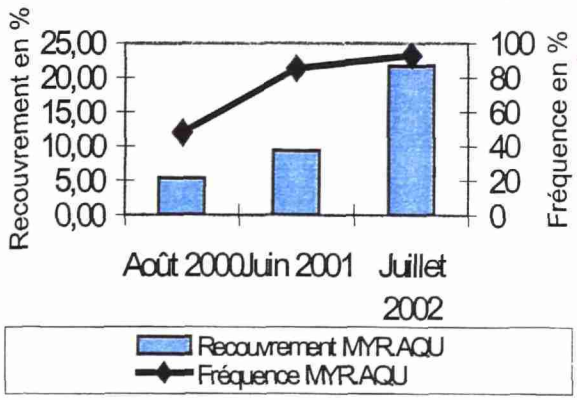
Ces 2 graphiques illustrent bien le fait que le recouvrement du Myriophylle du Brésil explose d'année en année tant qu'il n'a pas atteint son équilibre vis à vis de la morphologie du site (les pics de recouvrement les plus importants passent de 60 à presque 100 %). De plus, la baisse palpable des autres taxons et surtout du Potamogeton polygonifolius semble démontrer la compétition du Myriophylle du Brésil vis à vis des autres plantes. Cette compétition est un des moyens que possèdent les plantes aquatiques proliférantes telles que le Myriophylle du Brésil pour faire baisser le recouvrement des autres espèces, voire la biodiversité. Ceci reste tout de même à confirmer du fait que le milieu subit de nombreuses interventions et que les différents curages peuvent avoir des effets bien plus importants que la simple compétition interspécifique.

III.1.3.2.3 Taux de recouvrement moyen et fréquences de quelques taxons sur le chenal de réalimentation de Moïsan :



Graphique 7 : Recouvrement moyen et fréquence de Lemna sp

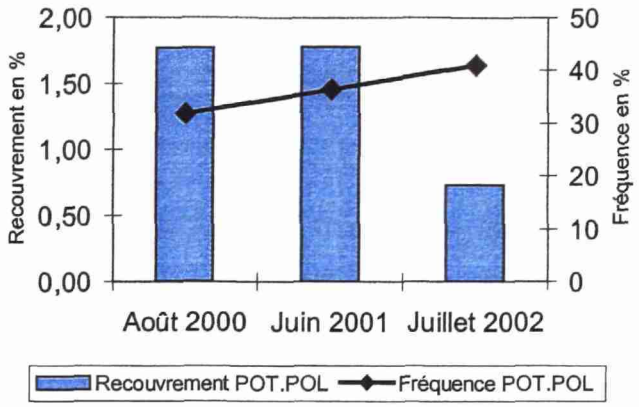
Les lentilles d'eau ont un potentiel de recouvrement important sur les cours d'eau et étangs. Même si l'on observe en 2002 une baisse du recouvrement du chenal par cette espèce, la fréquence d'observation reste élevée ce qui confirme la prospérité de l'espèce déjà constatée en 2001.



Graphique 8 : Recouvrement moyen et fréquence de Myriophyllum aquaticum

Depuis 2000, la colonisation du chenal par le Myriophylle du Brésil montre très bien le phénomène d'explosion lié au caractère proliférant de cette plante. Ainsi, le recouvrement semble doubler d'année en année (de 5,3 à 9.3 puis 21,7 % en 2002) et la fréquence augmente toujours se rapprochant de la barre des 100 %.

Les travaux effectués par la commune et la gestion mise en oeuvre ne semblent pas apporter les résultats escomptés. La gestion semble donc devoir être reconsidérée.

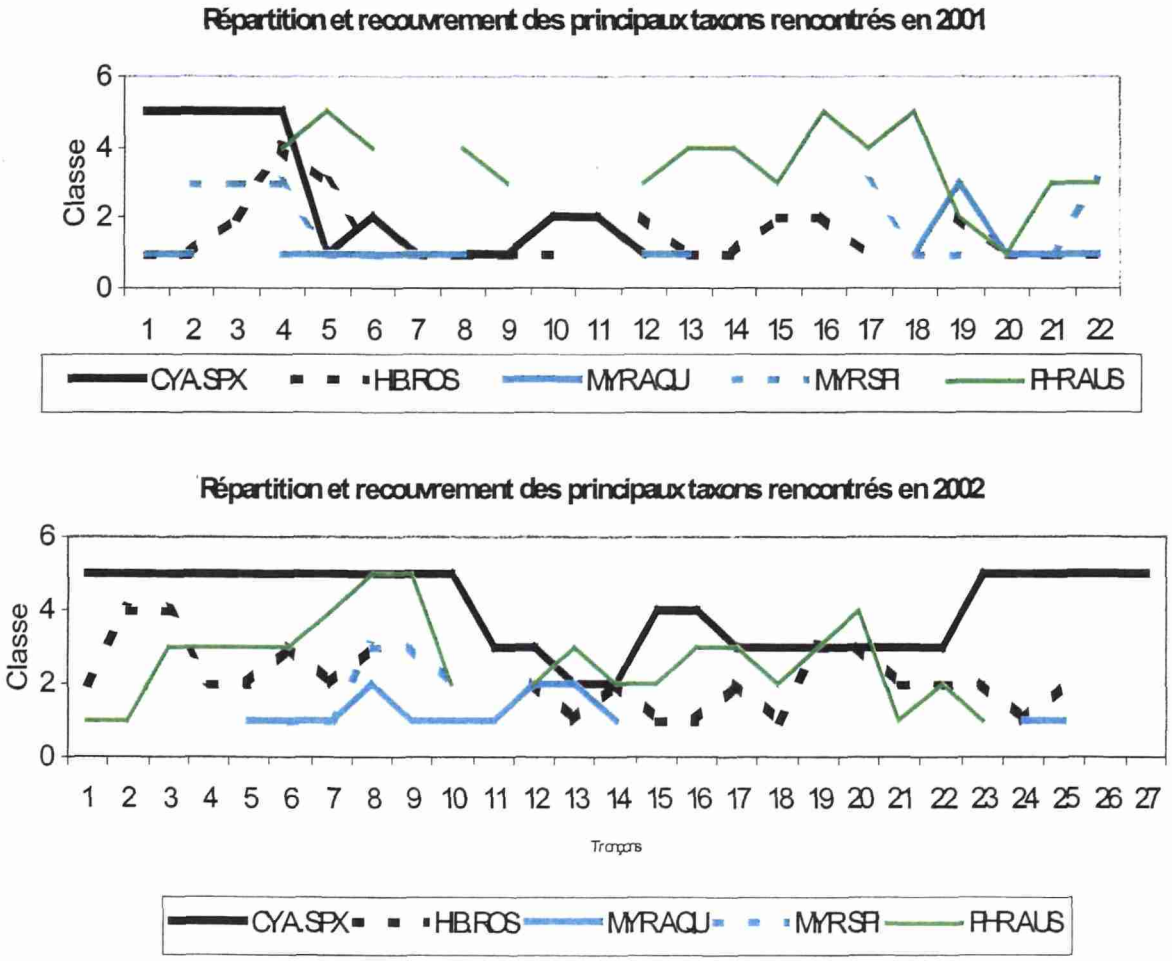


Graphique 9 : Recouvrement moyen et fréquence de Potamogeton polygonifolius

Depuis 2000, la fréquence de recouvrement par le Potamogeton polygonifolius passe de 31,8 à 41 %. La baisse importante de son recouvrement de 1,8 % à 0,7 % depuis 2000 est à suivre dans les prochaines années pour comprendre quel processus intervient. De plus, l'écart type du recouvrement sur les 88 tronçons est de 4,36 ce qui démontre une grande variabilité quant à celui-ci et rend les conclusions hâtives et difficiles.

III.1.3.3 Analyse de la végétation sur l'étang de Moïsan :

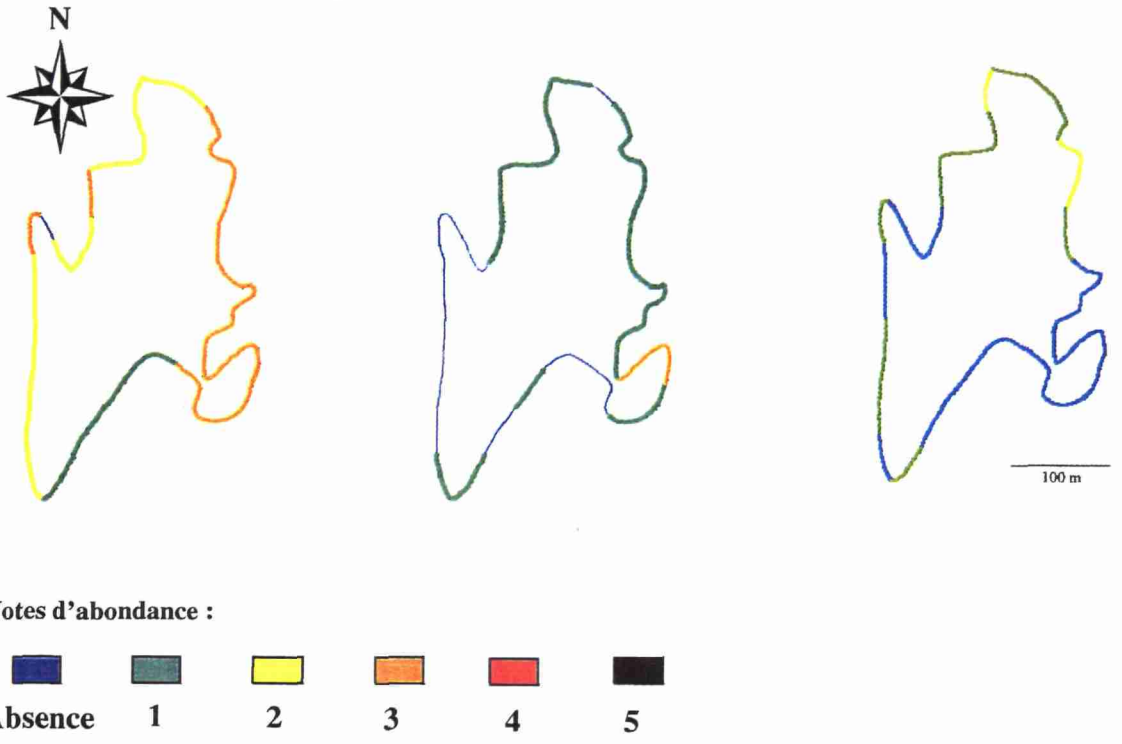
III.1.3.3.1 Répartition des taxons principaux sur l'étang de Moïsan et évolution générale :



Graphique 10 : Evolution de la distribution et du recouvrement sur l'étang de Moïsan.

Les relevés effectués sur l'étang de Moïsan révèlent la présence d'un bloom algal matérialisé par les forts recouvrements de Cyanophycées présentes sur tous les secteurs en 2002 contre 48 % en 2001. Le Myriophylle aquatique baisse de 56 à 52 % et son recouvrement reste stable. Le Myriophylle en épi baisse de 44 à 30 % pour sa fréquence et aurait une classe moyenne (classes utilisées pour la cartographie) inférieure à 1 sur l'ensemble du site. Concernant l'Hibiscus roseus, sa fréquence passe de 70 à 90 % et son recouvrement double d'une classe de 1 à 2. Enfin, le phragmite voit sa fréquence passer de 63 à 81 % mais son recouvrement global sur l'ensemble du site reste stable.

III.1.3.4 Evolution du Myriophylle du Brésil sur l'étang :



Carte 8 : Cartographie du Myriophylle du Brésil en 2002.

La répartition du Myriophylle du Brésil varie quelque peu mais reste très semblable à celle de 2001 (voir ci-dessus). Ceci confirme l'évolution avancée en 2001 et qui restait à confirmer dans les années à venir. Quelques différences restent remarquables, à savoir la disparition de l'espèce dans l'anse sud-est ainsi que l'augmentation de celle-ci au nord de l'étang. Par ailleurs, contrairement à 2001 où l'ensemble des secteurs de classe 1 correspondaient à des boutures flottantes certainement issues des travaux de curage du chenal, les individus observés en 2002 correspondent à des espèces enracinées et ceci malgré l'absence de précautions employées afin d'éviter la propagation du Myriophylle vers l'étang lors des travaux.

L'ensemble de l'étang a donc vu une régression de l'espèce depuis 1994 mais son évolution reste intimement liée aux efforts consentis par la commune afin de limiter la prolifération. Contrairement au chenal, la gestion en place ne semble pas être à reconsidérer d'autant plus qu'elle répond aux attentes du gestionnaire et correspond tout à fait aux exigences liées aux usages pratiqués sur l'étang.

III.2 COUSSEAU

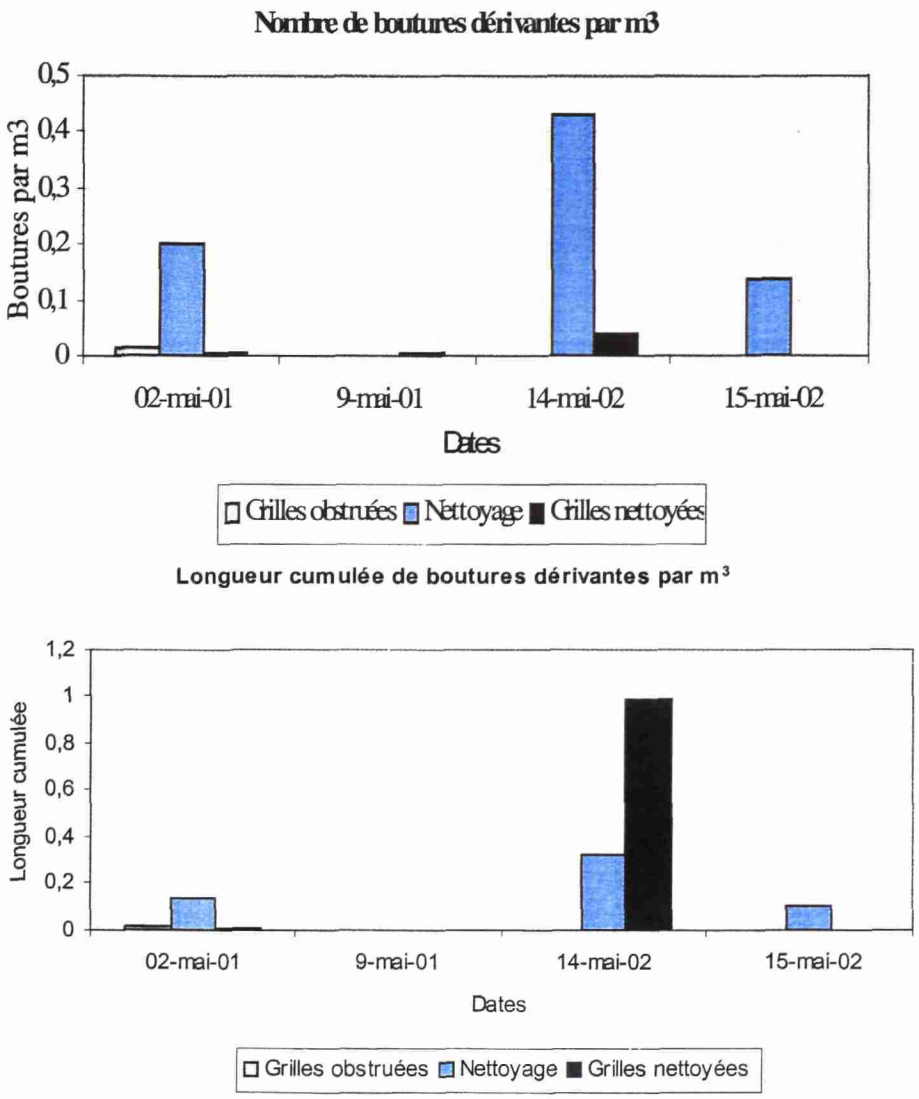
III.2.1 Mesures des paramètres physico-chimiques :

Mesures de terrain	Etang (centre - surface)	Prise d'eau étang	Marais	Evacuation étang
Date/heure	*13/05/2002 12h00*	*13/05/2002 10h25*	*13/05/2002 13h00*	*13/05/2002 11h30*
pH	6,44	6,89	5,89	6
T°C	18,5	17,7	20,1	19,1
O2 mg/l	9,45	10,15	8,22	8,73
O2 %	100,8	107,1	93	94,2
Conductivité µS/cm	259	258	227	255
Secchi cm	70	85	>50	65
Profondeur cm	170	150	50	100
Analyses de labo.	**Etang (centre - surface)**	**Prise d'eau étang/marais**	**Marais**	**Evacuation étang**
Date/heure (prélev.)	*13/05/2002 12h*	*13/05/2002 10h25*	*13/05/2002 13h00*	*13/05/2002 11h30*
Indice Permang. O2 mg/l	14,65	10,40	28,80	15,20
Nitrates NO3 mg/l	<0,25	1,30	<0,25	1,20
Nitrites NO2 mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ammonium NH4 mg/l	<0,01	0,05	0,05	0,05
Orthophosphates P2O5 mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Phosphore total P mg/l	0,10	0,05	<0,05	<0,05
Azote Kjeldahl N mg/l	0,75	1,10	1,25	1,15
MES mg/l	4,00	30,00	25,00	21,00
MVS mg/l	4,00	28,00	22,00	16,00
Chlorophylle A mg/m3	13,30	20,60	8,85	22,05
Phaeopigments mg/m3	<1,90	7,20	6,00	11,30

Tableau 5 : Analyses physico-chimiques des eaux de Cousseau.

Ces valeurs sont les plus proches dans le temps vis à vis des études menées sur le terrain mais restent des relevés ponctuels, c'est pourquoi il convient de les relativiser autant que possible. Celles-ci montrent notamment la dégradation de la qualité des eaux depuis l'amont jusqu'à l'aval et ceci sous l'influence du marais dont les sols tourbeux acidifient les eaux. Cette dégradation est également marquée par des teneurs plus faibles en oxygène et un indice permanganate plus important ce qui signifie qu'il y a plus de matière organique à décomposer ou que l'édifice bactérien fonctionne moins bien. C'est donc sur ces mesures que nous nous sommes appuyés afin d'effectuer des corrélations entre la production de biomasse et les paramètres environnementaux via le biais de tests statistiques (voir tests in-situ).

III.2.2 Mesures de dérive :



Graphique 11 : Nombre de bouture dérivante par m3 et Longueur cumulée des boutures dérivantes par m3 à l'entrée de l'hydrosystème de l'étang de Cousseau.

La matière récoltée dans le filet à dérive est majoritairement composée des boutures apicales de *Lagarosiphon major*. Les graphiques ci-dessus illustrent bel et bien que ce soit pendant l'opération de nettoyage des grilles (une fois tous les 2 jours) que le maximum de boutures passe au travers des grilles si l'on omet la forte valeur « grilles nettoyées » du 14 mai 2002 concernant la longueur cumulée qui dépend d'un facteur spécial (passage d'une tige de 43 cm de long soit plus de 43 fois la taille d'une bouture « normale » qui correspond à l'apex d'une tige soit 0.5 à 1 cm). Même si le nombre de boutures récoltées en 2002 est inférieur par rapport à 2001 (35 et 15 tiges pour les 2 nettoyages de 2001 contre 9 et 3 tiges en 2002), les 2 ratios ci-dessus ont tout de même augmenté et même doublé (de 0.2 à 0.42 boutures par m^3 et de 0.14, à 0.32cm par m^3) ce qui résulte d'une vitesse de courant bien moindre laquelle répond à la baisse des niveaux qui ont tellement été faibles en 2001 que la Réserve n'a pas pu alimenter le marais. Par ailleurs, on s'aperçoit que le lendemain de la première campagne, la quantité de boutures en nombre et en longueur a baissé ce qui démontre qu'un nettoyage par jour est peut être superflu.

Il convient de relativiser les données recueillies puisque la semaine précédent les relevés, un faucardage des plantes aquatiques fut effectué en amont sur le canal des Etangs et ceci sans aucun respect des conseils relatifs à la gestion des plantes aquatiques proliférantes puisque le bateau acquis par le gestionnaire est un bateau faucardeur sans système de ramassage des plantes coupées. Ainsi, les parties apicales de *Lagarosiphon major* se propagent au gré du courant et du vent. L'opération de gestion a donc pu influencer les relevés puisque les boutures peuvent voyager dans différentes directions en fonction du vent.

III.2.3 Boutures mises en culture en Aquarium en conditions semi-contrôlées :

Les boutures récoltées lors de mesures de dérive ont été introduites en aquarium afin de contrôler leur viabilité. L'eau introduite est celle du chenal d'alimentation de l'étang tout comme les sédiments.
Concernant les boutures replantées en aquarium, les résultats sont les suivants :

Jours	O2 (en mg.l-1 et en %)	T° (en degré Celsius)	pH	Conductivité (en µS.cm-1)
Jours 1	8,8mg.L-1 96%	20,1°C	6,8	258 µS.cm-1
Jours 36	5,3mg.L-1 62%	26°C	7,1	322 µS.cm-1

Tableau 6 : Tableau des paramètres physico-chimiques à l'intérieur de l'aquarium où ont été plantés les boutures de Lagarosiphon major récupérées les 14 et 15 mai 2002.

La réponse des boutures recueillies et implantées en aquarium montre un grand potentiel d'adaptation de *Lagarosiphon major*. En effet, dans un environnement réduit (dimensions de l'aquarium) où les variations des différents facteurs environnementaux sont importantes (températures et oxygène notamment), les boutures ont montré un panorama de réponses très diversifié traduisant ainsi un grand nombre de stratégies différentes.

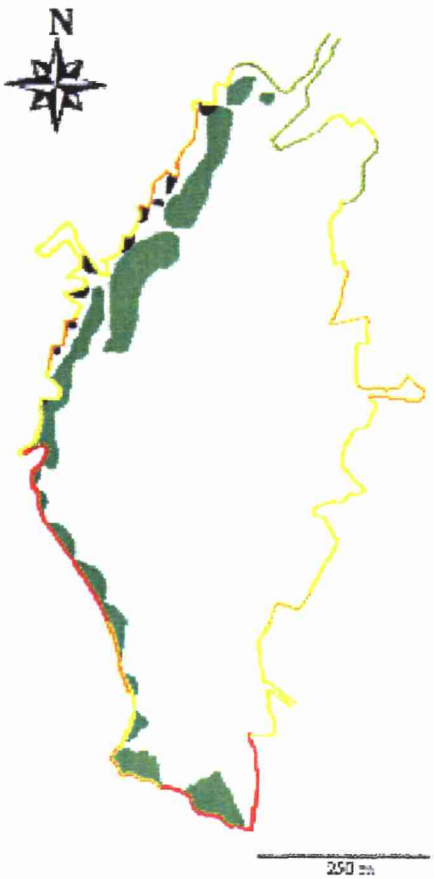
Sur les 15 boutures plantées en aquarium (14 boutures de 0,5 à 1 cm et une bouture de 43 cm), 10 boutures restent observables et à priori viables au bout de 36 jours (5 boutures s'étant donc nécrosées) soit 66,7 % des boutures introduites. Les adaptations de ces boutures sont les suivantes :

Description	Hypothèse de stratégie
3 boutures sans départ de racine, ni croissance mais pas de nécrose	Hydrochorie, zoochorie ou anémochorie pour trouver des conditions de développement adaptées
1 bouture avec production de 2 ramifications, un départ de racine sur une ramification mais pas de croissance en longueur	Développement sur site avec préparation de boutures pour colonisation
2 boutures avec départ de racine ainsi que d'une ramification	Développement sur site avec préparation de boutures pour colonisation
1 bouture sans départ de racine mais croissance en longueur de 0,5 cm à 3 cm	Hydrochorie, zoochorie ou anémochorie pour trouver des conditions de développement adaptées
1 bouture avec départ de racine et croissance en longueur de 0,5 cm à 5 cm	Développement sur site
1 bouture avec départ de racine et croissance en longueur de 0,5 cm à 2 cm	Développement sur site
1 bouture de 43 cm (pas de croissance) avec départ de racine et nécrose d'une partie des feuilles	Installation in-situ, baisse de la biomasse pour s'adapter à des conditions difficiles et un biotope limité

Tableau 7 : Description des boutures mises en aquarium au bout de 36 jours et hypothèses de stratégies.

III.2.4 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang :

Sur les 1940 m du chenal de réalimentation, seule une petite partie put être prospectée de manière précise. Aussi, un pied de 60 cm de lagarosiphon a été observé en aval de l'écluse (60 m en aval) et 6 pieds directement en aval (dans les cinq premiers mètres). Sur le reste de la longueur, aucun pied n'est à priori observable selon les conservateurs de la réserve naturelle de l'étang de Cousseau sur environ la moitié de la longueur du chenal. L'autre moitié n'a pas été prospectée.



Le relevé de 2002 montre toujours une présence importante des Nymphéacées sur la côte ouest où ceux-ci sont à l'abri du vent ; en revanche aucun herbier n'est observable en rive Est directement soumise aux vents.

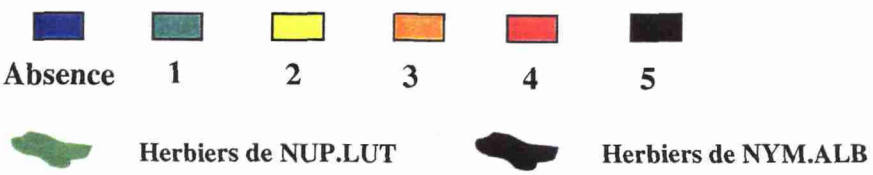
Si l'on compare ce relevé avec celui de 2001, on s'aperçoit que les herbiers de *Nuphar lutea* sont beaucoup plus morcelé sur la rive sud-ouest et qu'ils correspondent avec ceux relevés en 2001 sur la rive nord-ouest.

Concernant les herbiers de *Nymphea alba*, ceux-ci semblent plus nombreux qu'en 2001. Leur aspect est toujours plus morcelé que celui des herbiers de *Nuphar lutea* et leur position toujours plus proche du bord de berge ce qui semble montrer une inaptitude à coloniser des fonds un peu plus importants.

Phragmites australis présente une plus grande abondance sur la rive Sud-Ouest. Cependant, par comparaison avec les relevés de 2001, les changements restent négligeables si ce n'est pour les tronçons 8, 30, 31, 32, 33 et 36 où les recouvrements ont varié r d'un facteur + ou – 2.

Concernant les espèces exotiques, aucun pied de *Lagarosiphon major* ou de jussie (*Ludwigia sp*) n'a été observé. Il semble donc toujours que l'étang soit préservé de toute installation de ces espèces. A noter aussi l'absence de toute autre espèce d'hydrophyte.

Notes d'abondance de Phragmites australis :



Carte 9 : Répartition et notes d'abondances des principaux taxons cartographiés.

III.2.5 Tests in-situ et statistiques :

III.2.5.1 Résultats bruts

Résultats des tests in-situ Lagarosiphon							Résultats des tests in-situ Jussie						
		Longueur des boutures après 25 jours in-situ (du 13 juin au 08 juillet)	Ratio poids frais après/avant	Nombre de racines adventives	Longueur des racines les plus longues	Longueur des racines les plus courtes			Longueur des boutures après 25 jours in-situ (du 13 juin au 08 juillet)	Ratio poids frais après/avant	Nombre de racines adventives	Longueur des racines les plus longues	Longueur des racines les plus courtes
Chenal d'allmentation	Moyenne	35,25	1,84	4,75	15,00	6,63	Chenal d'allmentation	Moyenne	44,25	3,55	12,25	31,25	10,00
	Ecart type	9,71	0,22	3,77	8,45	1,89		Ecart type	4,92	0,48	2,87	4,19	4,69
Etang	Moyenne	25,25	1,51	4,75	4,50	2,50	Etang	Moyenne	44,50	1,96	4,25	15,00	3,67
	Ecart type	0,96	0,13	5,56	3,70	0,58		Ecart type	9,98	0,45	3,50	0,00	2,08
Marais	Moyenne	15,13	0,89	0,25			Marais	Moyenne	49,75	2,05	10,50	21,63	9,88
	Ecart type	5,27	0,47	0,50				Ecart type	6,80	0,35	1,00	2,69	1,65
Chenal d'évacuation	Moyenne	24,50	1,00	1,25			Chenal d'évacuation	Moyenne	37,00	1,95	7,25	20,75	9,00
	Ecart type	4,36	0,00	1,50				Ecart type	13,29	0,06	2,87	6,29	3,16
	Moyenne	25,03	1,31	2,75	8,91	5,14		Moyenne	43,88	2,38	8,56	22,63	8,43
	Ecart type	9,08	0,46	3,73	7,75	4,00		Ecart type	9,56	0,78	4,00	6,99	3,78

Tableau 8 : Résultats bruts des tests in-situ (croissance).

Les résultats bruts des tests in-situ montrent une croissance globale décroissante de *Lagarosiphon major* au fur et à mesure de la dégradation des paramètres physico-chimiques le long du réseau hydraulique. En effet, ces paramètres se dégradent sous l'influence des eaux du marais depuis le chenal d'alimentation jusqu'au chenal d'évacuation ce qui se fait ressentir sur la croissance de lagarosiphon dont la longueur moyenne baisse de 35 à 25 puis 24 cm le long du réseau hydraulique avec une valeur plus faible dans le marais de l'ordre de 15 cm. Il en va de même pour les autres indicateurs de croissance choisis à savoir le ratio poids frais après / avant (augmentation de biomasse sur 25 jours) et le nombre de racines développées.

La jussie réagi totalement différemment puisque les indicateurs de croissance semble ne pas dépendre de la qualité des eaux. En effet, le marais montre la croissance en longueur la plus importante et un nombre de racines développées très élevé (le second derrière celui de l'étang).

Résultats des tests in-situ Lagarosiphon							Résultats des tests in-situ Jussie					
	Bouture	Sac	Présence de ramifications (longueur en cm)	Nécrose totale des feuilles (longueur en cm)	Nécrose partielle des feuilles (longueur en cm)	Nécrose progressive des feuilles		Bouture	Sac	Nécrose totale des feuilles (longueur en cm)	Nécrose partielle des feuilles (longueur en cm)	Commentaires
Chenal d'alimentation	1	1	2,5		15,0		Chenal d'alimentation	3	2		sauf rosette	
	2		16 et 4		17,0			4			sauf rosette	
	5	3			12,0			7	4		sauf apex	
	6				10,0			8			sauf apex	
Etang	9	5		15,0			Etang	11	6	19,00		feuilles en bon état
	10			16,0				12		20,00		feuilles en bon état
	13	7		16,0				15	8			feuilles en bon état
	14			15,0				16				feuilles en bon état
Marais	17	9			12,5		Marais	19	10	sauf rosette		
	18			7,0				20		sauf rosette		
	21	11				x		23	12	sauf rosette		
	22					x		34		sauf rosette		
Chenal d'évacuation	25	13			7,0		Chenal d'évacuation	27	14	sauf rosette		
	26				5,0			28		sauf rosette		
	29	15		15,0				31	16	sauf rosette		
	30					x		32				feuilles tout le long

Tableau 9 : Résultats bruts des tests in-situ (nécrose).

Les résultats d'observations des nécroses montrent une tendance à une certaine dépendance de la jussie vis à vis des paramètres physico-chimiques ce qui ne parait pas être le cas de lagarosiphon. En effet, la jussie présente une nécrose totale du matériel foliaire au niveau du marais et du chenal d'évacuation alors que lagarosiphon présente cette particularité principalement sur l'étang. Par ailleurs, les tiges de lagarosiphon présentent des départs de ramifications sur le chenal d'alimentation. Ces résultats de nécrose sont intéressants (problèmes d'adaptation) mais difficiles à exploiter statistiquement. C'est pourquoi, les quantifications et approches statistiques effectuées concernent principalement les indicateurs de croissance.

III.2.5.2 Test du χ^2 de Pearson :

Ces tests eurent pour but d'essayer d'appréhender les relations possibles entre la croissance (longueur, racines et production de biomasse) des macrophytes disposés in-situ et les stations de tests. Ils ont aussi eu pour but de quantifier cette relation.

L'ensemble des tests réalisés permet d'avancer que :

- il existe une relation entre la longueur des boutures de lagarosiphon et la station à 80% de certitude,
- il n'existe pas de relation entre la longueur des boutures de jussie et la station,
- il existe une relation entre le nombre de racines des boutures de lagarosiphon et la station à 95% de certitude,
- il existe une relation entre le nombre de racines des boutures de jussie et la station à 99,5% de certitude,
- il existe une relation entre le ratio poids frais après/avant des boutures de lagarosiphon et la station à 95% de certitude,
- il existe une relation entre le ratio poids frais après/avant des boutures de jussie et la station à 95 % de certitude.

L'ensemble de ces tests de χ^2 se devait d'être relativisé par un examen des résultats d'expérimentation (voir annexe) car des différences notables sur une seule station avec les autres stations pouvaient rendre un test positif. Ceci est le sujet du paragraphe suivant.

III.2.5.3 Examen comparé des résultats bruts et tests du χ^2 :

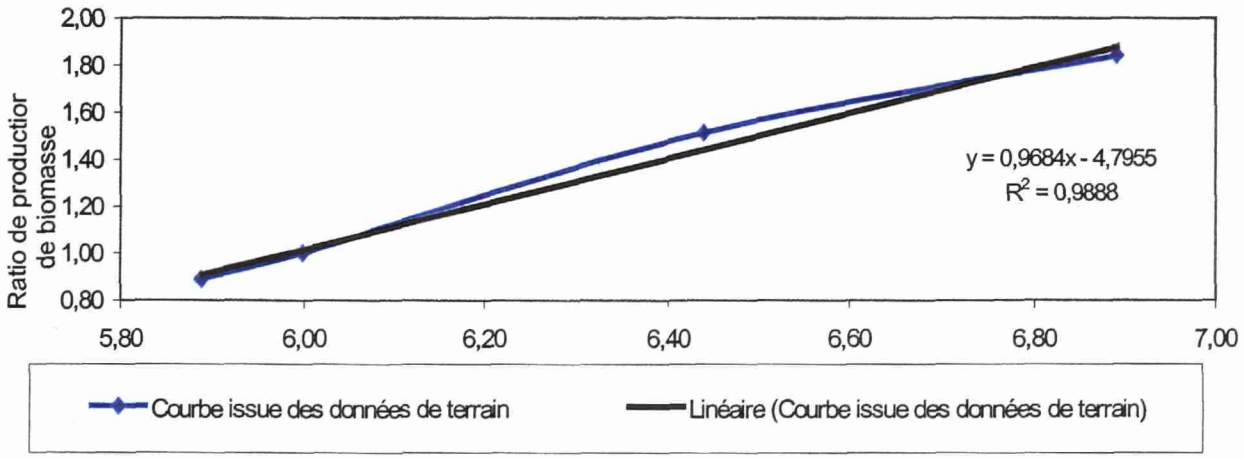
La longueur des tiges de lagarosiphon sur les différentes stations semblent aller dans le sens d'une relation entre la longueur des tiges et la qualité des eaux (35 cm pour l'amont du chenal d'alimentation qui présente la meilleure qualité d'eau, 25 cm pour l'étang, 24 cm pour l'aval du chenal d'évacuation et 15 cm pour le marais aux eaux de qualité médiocre). Ceci ne semble pas être le cas de la jussie. A noter cependant que la moyenne globale de la longueur des tiges de jussie est supérieure à celle de lagarosiphon (44 cm contre 24 cm)mais qu'il ne semble pas y avoir de relation avec les stations.
L'examen du nombre moyen de racines en fonction des sites semble lui aussi être influencé par la qualité des eaux pour lagarosiphon (4,75 pour le chenal d'alimentation, 4,75 pour l'étang, 1,25 pour l'aval du chenal d'évacuation et 0.25 pour le marais). Par ailleurs, bien que le test de χ^2 ait montré une relation importante entre le nombre de racines de jussie et le site, il ne semble pas que cette relation soit liée à la qualité des eaux puisque le marais présente la deuxième plus importante production moyenne de racines. A remarquer aussi qu'ici encore, la jussie possède un avantage sur lagarosiphon concernant le nombre moyen de racines soit 8,5 contre 2,75.
Les résultats en terme de production de biomasse montrent des résultats inégaux en fonction des espèces (encore un avantage de la jussie sur lagarosiphon avec 238 % d'augmentation de biomasse sur 25 jours contre 131 % pour lagarosiphon) elles-mêmes et surtout en fonction des sites. Ainsi, le pourcentage d'augmentation de biomasse sur 25 jours concernant lagarosiphon passe de 184 % pour l'amont du chenal d'alimentation à 151 % pour l'étang puis 100 % pour l'amont du chenal d'évacuation et enfin 89% pour le marais. La production de biomasse de *Lagarosiphon major* semble, selon les tests, être dépendante de la qualité générale des eaux des 4 stations expérimentées. La jussie montre des pourcentages d'augmentation de biomasse difficilement ou différemment corrélables avec la qualité des eaux. En effet, il existe une absence de différence de production de biomasse entre les 3 stations les moins favorables à la vie des macrophytes alors que la station la plus favorable (amont du chenal d'alimentation) présente une augmentation de biomasse bien plus importante (soit 355 % d'augmentation de biomasse sur 25 jours pour l'amont du chenal d'alimentation contre 196 % pour l'étang, 195 % pour l'aval du chenal d'évacuation et 205 % pour le marais) Ce constat permet peut-être de soupçonner l'existence d'un seuil de pH pour une production optimale. C'est la valeur

importante sur le chenal d'alimentation qui fait certainement basculer le test du χ^2 et qui implique que la relation, si elle existe n'est pas linéaire. Par ailleurs et à des fins de comparaison, la production maximale de biomasse correspond 0.09 g/g/j laquelle est supérieure à celle de la Réserve Naturelle du marais d'Orx avec 0.07 g/g/j (Dutartre 2002, communication personnelle). Cependant, la valeur de la Réserve Naturelle du marais d'Orx correspond à une valeur calculée au sein d'un herbier dense où la compétition intra-spécifique est forte et celle de Cousseau correspond à la valeur calculée sur la station la plus favorable et avec un dispositif où les conditions d'éclairement sont idéales (5 cm de la surface) et la compétition absente. De plus, la moyenne sur Cousseau est inférieure à la valeur d'Orx puisque égale à 0.05 g/g/j.

Les tests ci après ont eu pour objectif de confirmer les relations avancées en terme d'augmentation de production de biomasse puisque ce critère semble être le meilleur pour caractériser la croissance des taxons.

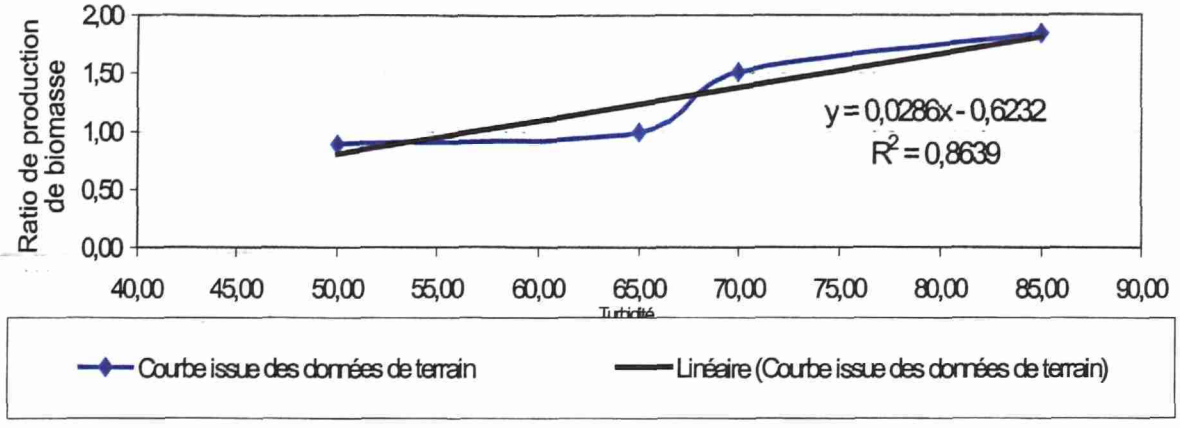
III.2.5.4 Test de corrélation :

Parmi les tests réalisés, les deux tests les plus concluants sont les suivants :



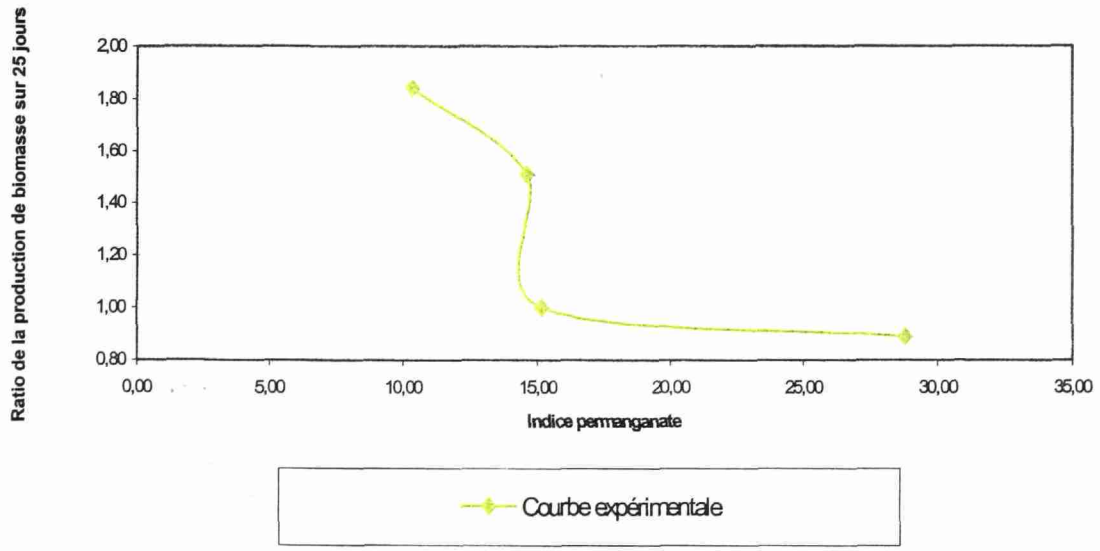
Graphique 12 : Corrélation Production de biomasse de Lagarosiphon/pH.

Il existerait donc une relation linéaire entre les deux variables (production de biomasse et pH) avec un R^2 de 0,99. Cependant, une analyse plus fine de la courbe permettrait peut-être de définir une relation logistique type sigmoïde (Legat, communication personnelle) qui correspondrait beaucoup plus aux mesures enregistrées.



Graphique 13 : Corrélation linéaire Production de biomasse de lagarosiphon/turbidité. Le descripteur utilisé pour la Turbidité est le disque de Secchi.

Le test effectué permet de dire qu'il existe une relation linéaire avec un R^2 de 0,86. Cependant, la tendance générale de la courbe de terrain fait ici beaucoup plus penser à une croissance logistique de type sigmoïde qui correspond au type général de croissance en milieu naturel (Legat, communication personnelle).



Graphique 14: Production de biomasse de lagarosiphon en fonction de l'indice permanganate.

L'allure de la courbe semble faire penser à une courbe de croissance logistique négative type sigmoïde. Le résultat concernant la jussie est moins flagrant et permet aussi d'hésiter avec une courbe de croissance type exponentielle négative.

D'autres tests ont été réalisés entre la production de biomasse et l'Azote Kjeldahl. Ces tests n'ont pas permis de dégager certaines tendances.

Il convient de préciser que les tests réalisés sont basés sur l'utilisation de valeurs ponctuelles concernant les paramètres physico-chimiques (mesures effectuées le 13 Mai 2002) et donc que les conclusions faites ne peuvent être prises que comme des tendances.

IV. DISCUSSION

IV.1 INTRODUCTION

Afin de permettre une interprétation judicieuse des résultats, une critique des conditions de relevés et un inventaire des principales difficultés et singularités rencontrées au cours de l'étude doit être fait.

IV.1.1 Programmation des campagnes de terrain :

La programmation des campagnes de terrain répond bien évidemment aux objectifs de suivi mais est souvent perturbée par des contraintes liées aux différents suivis du Cemagref, aux contraintes administratives... Ces difficultés font que certaines campagnes, notamment la première de Juillet sur Moïsan auraient dû être programmées à d'autres dates.

IV.1.2 Travaux sur le site de Moïsan :

Les travaux ayant eu lieu sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan afin de rétablir un profil en long adapté pour un meilleur écoulement ont retiré de nombreuses plantes du chenal mais n'ont pas procédé à un curage complet, ce qui a laissé en place une mosaïque hétérogène de plantes aquatiques. Les recouvrements estimés le 25 juillet n'ont donc aucune signification vis à vis du processus de colonisation et ont rendu obsolète la comparaison entre les 3 campagnes. Cependant, le site constitue un écosystème très anthropisé qui finirai par se fermer si l'homme n'intervenait pas. Aussi, les relevés effectués sont donc significatifs vis à vis du milieu du fait que celui-ci n'évolue pas de manière naturelle. Tout comme en 2001 où le site a déjà subit une intervention traumatisante vis à vis des berges (pelle mécanique), l'intervention de 2002 s'avère non adaptée car elle laisse en place une grande partie du Myriophylle du brésil Elle est à l'origine de nombreuses boutures car elle n'est pas accompagnée de mesures visant à récolter les boutures et empêcher leur propagation.

IV.1.3 Estimation des taux de recouvrement :

La méthode utilisée pour évaluer les taux de recouvrement consiste à estimer le recouvrement d'une espèce en fonction de la longueur et de la largeur du tronçon étudié. Il reste une part de subjectivité dans ces estimations qui peut faire varier les données au cours des campagnes

IV.1.4 Mesure de dérive début Juillet :

Les campagnes de mesure de recouvrement du 29 mai et du 02 Juillet n'ont pas fait l'objet d'une mesure de dérive en amont du fait d'un temps disponible imparti trop faible le 29 Mai et de la faiblesse du courant (non perceptible) le 02 Juillet. Ce faible courant s'explique par le fait que la profondeur est plus importante sur la station amont, qu'il s'agissait de l'étiage et que la buse n°3 notamment était presque complètement bouchée ce qui limitait les écoulements. Ces problèmes furent palliés par des mesures effectuées le 05 Juin et le 20 Juin.

IV.1.5 Relevés physico-chimiques sur Cousseau lors de l'expérimentation in-situ :

Concernant l'exploitation des expérimentations in-situ, le fait d'avoir utilisé seulement un relevé physico-chimique reste réducteur vis à vis de la représentativité des tests statistiques. Il aurait été souhaitable d'effectuer un minimum d'un relevé par semaine. Cependant, les contraintes de laboratoire ne nous ont pas permis de pouvoir accéder au nombre de relevés suffisant. Par ailleurs, le nombre de sacs des différentes espèces par site correspond au minimum à utiliser et aurait mérité d'être plus important pour plus de représentativité.

IV.1.6 Relevés de dérive sur Cousseau :

Le nombre de journées de dérive sur Cousseau aurait dû être plus élevé afin d'assurer une fois de plus une représentativité plus élevée.

IV.2 MOÏSAN

IV.2.1 Conditions du milieu :

Les conditions du milieu paraissent intéressantes pour le développement des plantes aquatiques. Ainsi, les vitesses mesurées en plein centre du chenal sont relativement faibles (0,04 $m.s^{-1}$ au maximum en amont contre 0,31 $m.s^{-1}$ en aval) ce qui facilite le développement de la majorité des plantes aquatiques d'eau douce. Ainsi, *Myriophyllum brasiliense* se développe de préférence dans les milieux où les écoulements sont faibles ou nuls, mais il est capable de s'installer en bordure de cours d'eau ne présentant de régimes hydrauliques trop contrastés (Collectif, 1997). De même, concernant les températures, celles-ci s'avèrent très compatibles avec le développement des plantes aquatiques car malgré une grande amplitude (15,7 à 23,3°C) leurs valeurs globales restent relativement élevées ce qui facilite notamment le développement du Myriophylle du Brésil. En effet, selon Jovet (1971) et Rataj et Horeman (1978), le Myriophylle du Brésil a une gamme optimale de température comprise entre 20 et 25°C (Collectif, 1997).
Concernant les normes physiques du cours d'eau, celles-ci se montrent encore plus favorables au développement des plantes aquatiques. En effet, les profondeurs restent toujours très faibles (70 cm maximum). Ceci est très favorable au développement des plantes aquatiques car la faible tranche d'eau permet un réchauffement rapide des eaux et permet aux plantes de bénéficier du maximum de lumière. L'autre facteur physique prépondérant et très favorable au développement des plantes est la dégradation généralisée des berges en aval de la buse n°3 sur toute la longueur du chenal en forêt. Cette hétérogénéité favorise amplement le développement des plantes aquatiques, leur permettant de mieux s'accrocher, diminuant la lame d'eau.

IV.2.2 Dynamique du processus de colonisation :

Les mesures de dérive effectuées cette année montrent clairement une prédominance des algues filamenteuses et des Lemnacées dans les relevés effectués. Ce ratio important sur les trois campagnes de relevés de dérive effectuées en 2002 sur la partie amont (mis à part pour le relevé de fin Juillet) correspondent au phénomène déjà observé en Juillet 2001. Cette prédominance proviendrait du fait que la vitesse du courant dans la partie amont du chenal semble diminuer d'année en année, faisant

varier le régime du chenal vers un régime de plus en plus lentique. Or, les algues filamenteuses du genre Spirogyra qui correspondent à la majorité des quantités recueillies sont caractéristiques des eaux lentes et stagnantes ce qui pourrait expliquer leur forte présence depuis 2 ans.
Par ailleurs, le fait de ne pas en avoir observé en Juillet correspond parfaitement à l'écologie des algues filamenteuses qui se développent en début de saison, puis régressent lors du développement des phanérogames et enfin se développent à nouveau après la sénescence de ces derniers.
Hormis cette constante très visible au premier abord, un autre constat plus difficile à expliquer est l'absence de Myriophylle du Brésil lors des relevés de dérive et ceci malgré son impressionnant développement en amont. Cette absence ne doit pas être interprétée comme une absence de propagation par bouturage. Elle confirme simplement le fait que le bouturage de cette espèce se fait de manière ponctuelle dans le temps. Concernant les callitriches et surtout les characées qui avaient été retrouvées de manière constante dans les relevés de dérive de 2001, celles-ci n'ont pas été retrouvées en 2002 si ce n'est sur un seul relevé (fin juillet) où 3 boutures de callitriches ont été récupérées. Ceci semble confirmer que le bouturage des taxons fixés (notamment ceux présents sur le chenal d'alimentation de Moïsan) ne se fait généralement que de manière ponctuelle. Quant aux taxons dérivants (algues filamenteuses, hydrophytes flottants non fixés tels que les Lemnacées), leur présence dans les relevés de dérive soulève l'interrogation sur leur provenance, leurs sites de développement et de croissance...

IV.2.3 Analyse de la végétation sur le chenal et l'étang de Moïsan :

IV.2.3.1 Chenal d'alimentation :

Le 29 Mai 2002 : Le chenal de réalimentation présente un taux de recouvrement important (45 %) tout particulièrement sur la zone 2 (66 %). Les zones les plus recouvertes sont des zones présentant certains facteurs favorables au développement des macrophytes. Ainsi, les macrophytes présentent des recouvrements très élevés au niveau des endroits les plus ensoleillés, à la profondeur réduite (20 à 25 cm en moyenne), aux écoulements laminaires ou encore aux berges dégradées. Ainsi, les zones les plus recouvertes en 2002 correspondent approximativement aux mêmes zones que celles de 2001 et les taxons qui les recouvrent sont principalement des hydrophytes émergés tels que le *Nasturtium officinale*, le *Myriophyllum aquaticum* et un hydrophyte flottant, soit *Polygonum amphibium.*
Le 02 Juillet 2002 : Le taux de recouvrement moyen a baissé de 10 % par rapport à Mai. Cependant, les 2 parties les plus recouvertes présentent des recouvrements de 95 % et 119 % de moyenne contre 76 % et 57 % en 2001. Sur ces mêmes zones, le Myriophylle du Brésil voit son recouvrement maximum passer de valeurs inférieures à 60 % à des valeurs proches de 100 %. Ceci semble pouvoir expliquer l'augmentation du recouvrement des parties les plus peuplées. Ceci est d'autant plus probable que l'allure générale des courbes et de leur sommet semble tout à fait correspondre d'une année à l'autre avec un changement d'échelle lié à l'augmentation du recouvrement du Myriophylle du Brésil entre 2001 et 2002 d'un facteur de 2.
Le 25 Juillet : Le recouvrement moyen a chuté de 30 % à la suite des travaux de rétablissement du profil en long prévu afin de permettre un meilleur renouvellement des eaux de l'étang en période estivale. Par ailleurs, contrairement à 2000 et 2001, le recouvrement des algues filamenteuses a chuté lors de la troisième campagne ce qui correspond beaucoup plus à l'écologie de ce taxon qui affecte les milieux calmes et se développe très tôt dans la saison au sein de la tranche d'eau, disparaissant lors du développement des phanérogames et réapparaissant à l'automne. Par ailleurs, l'explosion des cyanobactéries sur la zone 3 correspond à un phénomène déjà observé en 2001. Ces taxons qui

affectionnent les zones calmes ou à faible courant (10 $cm.s^{-1}$) trouvent dans la zone 3 l'ensemble des conditions idéales pour son développement (un substrat fin, un courant peu élevé, voir quasi inexistant).

IV.2.3.2 L'étang de Moïsan :

Cette campagne de relevés marque l'absence de Mentha aquatica et la réapparition de Galium palustre, Isnardia palustris et Najas major (espèce rare) sur 22% du site. Par ailleurs, tout comme en 2000 et 2001, les lentilles d'eau ne sont pas présentes sur l'étang malgré une présence constatée sur l'ensemble du site du chenal d'alimentation lors des trois campagnes de relevés. L'absence de lentilles d'eau sur l'étang reste toujours inexplicable car ce taxon affectionnant les eaux stagnantes ou faiblement courantes n'est pas très exigeant vis à vis des conditions de vie et parce que les lentilles d'eau du chenal finissent logiquement dans l'étang. Cette absence n'est pas à regretter car ce taxon a tendance à recouvrir rapidement la surface et empêcher la lumière de pénétrer dans la lame d'eau ce qui est négatif concernant les autres espèces.
Concernant le Myriophylle du Brésil, sa répartition sur l'étang est intimement liée aux efforts consenties par la municipalité pour enrayer la propagation de l'espèce. Ainsi, la rive Est semble moins colonisée par le Myriophylle du Brésil depuis 1994. Par ailleurs, par comparaison avec 2001, le Myriophylle du Brésil a disparu de l'anse sud-est et a augmenté au nord et contrairement à 2001, les individus observés sont enracinés et donc potentiellement dangereux vis à vis d'une quelconque prolifération.
La cartographie de ce taxon permet tout de même de statuer sur le fait que la gestion entreprise donne de bons résultats d'autant plus qu'elle n'éradique pas totalement l'espèce ce qui n'est pas le but recherché . En effet, tant que cette espèce ne cause pas de nuisance vis à vis des usages et ne limite pas l'implantation et la croissance des autres plantes, il n'existe aucun argument qui puisse justifier son éradication (objectif qui serait de toute manière très difficile à atteindre). Le bloom algal enregistré sur l'étang depuis 2 ans est aussi un fait à ne pas négliger. Ce type de phénomène généralement lié à de forts apports ponctuels en phosphates notamment serait intéressant à étudier et comprendre dans ce cas car si il s'agit bel et bien d'un apport important en nutriments, il conviendrait alors de les limiter. En effet, ce type d'apport favorise la production de biomasse des différentes espèces ce qui pose des problèmes de gestion.

IV.2.4 Risques de prolifération des végétaux et gestion du site :

Le risque de prolifération végétale concerne les taxons dont l'aléa d'implantation et de fort développement est important. Le risque majeur concerne le Myriophylle du Brésil. En effet, cette espèce est déjà fortement installée sur le chenal et les interventions pour le réguler ne sont pas concluantes. Par ailleurs, la maîtrise de son extension sur l'étang est satisfaisante mais le fait que cette espèce soit déjà installée rend le risque important et la nécessité de gestion annuelle essentielle. Actuellement, la gestion entreprise s'avère satisfaisante sur l'étang mais à reconsidérer sur le chenal car celle-ci ne limite pas la prolifération (doublement du recouvrement et augmentation de la fréquence depuis 2001) de l'espèce et ne répond pas aux attentes escomptées. Le second risque concerne les algues filamenteuses et les cyanobactéries. En effet, ces taxons déjà présents dans le chenal trouveraient des conditions de vie bénéfiques à leur développement dans l'étang. Ceci représente un problème dans le sens où le développement en masse de certaines espèces de cyanobactéries peut entraîner des conditions anoxiques et parceque ces algues sont de plus toxiques.

Le dernier risque de prolifération concerne la jussie. Ce taxon déjà présent sur les étangs en amont peut donc arriver dans l'étang de Cousseau. La simple vision des problèmes engendrés sur la Réserve Naturelle du marais d'Orx suffit à motiver le suivi d'une éventuelle installation dont l'observation précoce permettrait une gestion relativement légère techniquement et financièrement et permettrait d'assurer une gestion de qualité accompagnée de meilleurs résultats.

IV.2.5 Synthèse :

Le site de Moïsan est un site qui présente de nombreux intérêts pour l'étude des phénomènes de colonisation végétale aquatique. En effet, les apports de propagules sont simples à identifier, les accès simples, de nombreuses données antérieures sont disponibles, une gestion est déjà en place et ses effets sont facilement observables. Par ailleurs, l'ensemble des problèmes de gestion relatifs aux plantes aquatiques est présent sur ce site. Ainsi, le site montre des problèmes de dégradation de berges ainsi qu'une plante aquatique proliférante, le Myriophylle du Brésil, dont la gestion montre des résultats très contrastés. A l'heure actuelle, la gestion sur l'étang répond aux différentes attentes du gestionnaire alors que celle sur le chenal ne semble pas suffire à limiter la prolifération végétale.
Deux autres phénomènes devraient amener à maintenir des suivis sur ce site. Il s'agit de l'identification des causes des bloom algaux sur l'étang et des risques de colonisation du site liés à la présence de jussie sur les étangs amont.

IV.3 COUSSEAU

IV.3.1 Condition du milieu :

L'ensemble des mesures effectuées semble montrer une dégradation des paramètres environnementaux (depuis la source du système jusqu'à son exutoire) vis à vis des conditions optimales de vie et de développement des plantes aquatiques. En effet, la prise d'eau de l'étang correspondant à l'entrée du chenal de réalimentation montre les valeurs les plus favorables au développement des macrophytes. Par ailleurs, l'évacuation de l'étang qui correspond à l'exutoire du système montre les valeurs de pH les plus basses, le taux d'oxygène le plus faible si l'on omet le marais. Ce sont ces valeurs de pH faibles ainsi que des températures globales moyennement élevées qui peuvent éventuellement justifier le faible développement des plantes.
Le fonctionnement hydraulique de surface du système semble expliquer l'ensemble des valeurs. Ainsi, les eaux de l'étang sont sous influence directe de ses deux alimentations que constituent la prise d'eau du chenal d'alimentation et le marais de Talaris. Aussi, le marais caractérisé par des sols tourbeux et un cortège végétal acidophile (ex : Drosera) soumet ses eaux à des conditions de réchauffement (faible tranche d'eau et faible courant) et des conditions d'acidité qui se répercutent directement dans l'étang. L'étang présente quant à lui des eaux stagnantes et un substrat peu enclin à contrer ou améliorer la nature de l'eau. Seule l'alimentation par le chenal de réalimentation permet de maintenir l'étang dans des paramètres qualitatifs ne correspondant pas totalement à des paramètres de fermeture de cette zone humide.
Les travaux ayant rétabli un fonctionnement hydraulique actif permettent petit à petit aux paramètres physico-chimiques de revenir dans des normes plus favorables.

IV.3.2 Potentiel de colonisation :

Les études de dérive effectuées afin d'estimer le potentiel de colonisation du site par les 2 espèces invasives présentes en amont (*Lagarosiphon major* et *Ludwigia uruguayensis*) apportent certaines réponses et certaines interrogations.
Les relevés de dérive effectués montrent un doublement par rapport à 2001 de la quantité de propagules de *Lagarosiphon major* dérivantes par m^3 (de 0,2 à 0,43 boutures par m^3) ainsi qu'une augmentation de la longueur des boutures dérivante de 0,14 à 0,322 $cm.m^{-3}$. Ceci semble montrer une augmentation de la pression de colonisation.

Par ailleurs, les boutures récoltées et mises en aquarium montre une viabilité importante de l'ordre de 66,66 % contre 68 % en 2001 ce qui dénote une certaine stabilité. Les différentes adaptations démontrent différentes stratégies vis à vis des conditions endurées. Ainsi, les boutures récoltées semblent adopter différentes tactiques allant de l'installation pérenne à la préparation de boutures pour coloniser d'autres écosystèmes mieux adaptés.

Les résultats de l'expérimentation in-situ semblent montrer qu'il n'existe aucune raison pour que *Lagarosiphon major* ne puisse s'installer sur le site. Ceci vaut tout particulièrement sur le chenal d'alimentation et sur l'étang comme le montrent les croissances en longueur plus importantes des tiges, le nombre plus important de racines ainsi que la production plus importante de biomasse. Par ailleurs, le fait qu'un seul sac de Lagarosiphon dans le marais ai présenté une perte de biomasse démontre que les 4 sites de tests sont potentiellement menacés par l'installation de cette espèce. La corrélation importante entre la production de biomasse de *Lagarosiphon major* et le pH ($R^2 = 0,99$) et à moins grande échelle ($R^2 = 0,86$) avec la turbidité permettent de comprendre pourquoi seul le chenal de réalimentation montre un développement de quelques pieds. L'absence de Lagarosiphon sur les 3 sites expérimentés mis à part le chenal de réalimentation peut peut-être s'expliquer par cette forte corrélation négative avec le pH bien plus qu'avec la quantité de nutriments (N Kjeldahl). L'indice permanganate et donc la quantité de M.O. présente et non dégradée semble aussi avoir une grande importance sur la croissance des plantes (croissance logistique négative type sigmoïde). A ce titre, c'est encore le marais qui semble le moins adapté à recevoir *Lagarosiphon major* ou la jussie puis le chenal d'évacuation, l'étang et enfin le chenal d'alimentation qui semble toujours être le site le mieux adapté.

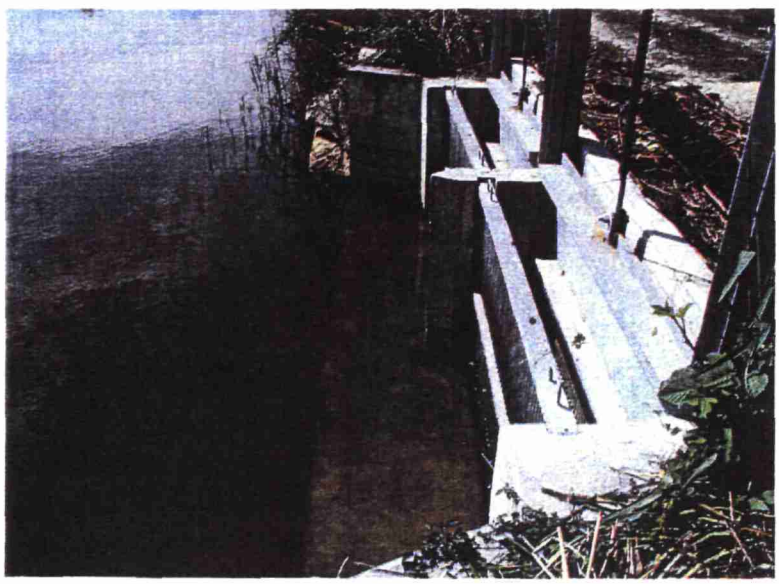
Concernant la jussie, aucune bouture de cette espèce n'a été recueillie au sein des filets. Néanmoins, sa présence en amont sur le lac d'Hourtin et sur le canal du Grand Lambrusse constitue un risque évident. Par ailleurs, la production non négligeable de biomasse de ce taxon sur les différents sites rend une prolifération possible. De plus, les relations moins flagrantes entre les différents types de croissance ou de production de biomasse et la qualité des eaux semblent montrer que la jussie possède une euryècie plus importante que Lagarosiphon (en dépit du fait que la jussie montre une nécrose du matériel foliaire apparemment dépendante des paramètres environnementaux) et pourrait s'installer plus facilement sur des sites qui lui semblent moins propices. Tout comme pour Lagarosiphon, les relations entre la production de biomasse et l'azote Kjeldahl ou l'Indice permanganate ne sont pas simples à identifier.
A noter cependant que les résultats obtenus par ces tests doivent être relativisés du fait du caractère ponctuel des analyses physico-chimiques ainsi que du faible nombre de sacs de chaque espèce sur chaque site (2 seulement).

IV.3.3 Gestion du site :

Avant toute opération de dégrillage (relevés 1 et 5), les résultats de dérive obtenus semblent montrer une grande efficacité des grilles. En effet, l'absence de boutures dans ces relevés montre que lorsque les grilles sont obstruées, leur efficacité est plus importante. Il convient tout de même de relativiser l'absence de boutures dans le filet car nous avons pu observer le passage de quelques petites extrémités de tiges se propageant mais sans pour autant être récoltées par le filet.

Photographie 12 : grilles de l'écluse de la prise du chenal d'alimentation obstruées (cliché personnel).

L'opération de dégrillage (relevés 2 et 6) montre un pic de boutures en propagation. Ceci s'explique simplement du fait que cette opération permet de récolter facilement les grosses boutures (tiges) à l'aide d'un râteau mais plus difficilement les petites (extrémités de tiges). Aussi, une bonne partie des petites boutures passent au travers des grilles dont la maille est supérieure à leurs gabarits.



Photographie 13 : grilles de l'écluse de la prise du chenal d'alimentation nettoyées (cliché personnel).

Durant l'heure suivante (relevés 3 et 7), il peut encore passer de petites boutures car les grilles restent encore assez propres. Ainsi, quelques petites boutures passent encore et de grandes boutures semblent aussi pouvoir s'infiltrer au travers des grilles.
Au fur et à mesure de l'obstruction des grilles, le nombre de boutures se propageant diminue fortement (relevés 4 et 8). Ceci semble donc confirmer que les grilles ne deviennent efficaces qu'à partir du moment où des fragments végétaux et autres viennent s'accumuler à leur contact.
Ainsi, considérant le fait que les pics de passage de boutures interviennent lorsque les grilles sont nettoyées, il conviendrait d'imaginer un système permettant de recueillir l'ensemble des boutures dérivants durant la première ½ heure ou durant la première heure. Ce système se doit d'être simple selon les exigences du gestionnaire (Réserve Naturelle) et amovible.

Une remarque complémentaire pourrait être la suivante : L'ensemble des résultats de dérive a certainement été influencé par un faucardage ayant eu lieu le 10 mai sur le canal de jonction entre le lac d'Hourtin et celui de Lacanau. En effet, ce faucardage n'ayant pas été fait selon le principe de la moisson, de nombreuses boutures ont certainement été crées et l'ensemble de celles-ci n'a peut être pas eu le temps de passer notre site de mesure de dérive. A noter par ailleurs que le mode de gestion pratiqué sur ce canal est totalement inadapté à la situation et surtout aux macrophytes concernés. Ainsi, *Lagarosiphon major* qui possède un grand potentiel de colonisation par bouturage est favorisé par ce genre de pratique car celui-ci multiplie les boutures et donc les risques de colonisation et d'extension du foyer local de cette espèce.

IV.3.4 La végétation sur le chenal et l'étang :

IV.3.4.1 Le chenal :

Les relevés effectués depuis Octobre 2000 montrent une très faible colonisation du chenal par les macrophytes. Cependant, même si les 1940 m du chenal d'alimentation n'ont pas été parcourus (seulement la moitié), il s'avère que 2002 marque le début d'une installation de *Lagarosiphon major* dans la Réserve plus prononcée. En effet, seuls 2 pieds de *Lagarosiphon major* et 1 pied s'étaient installés à proximité de l'écluse lors des relevés de 2000 et 2001. Au cours de la campagne 2002, 6 pieds furent arrachés à proximité de l'écluse et 1 pied 60 m en aval. Les possibilités techniques n'ayant pas permis de prospecter l'ensemble du chenal en 2002 ainsi que la turbidité importante des eaux donnent au contrôle effectué un caractère réducteur. Cependant, la localisation des pieds trouvés en 2000 et 2001 permet de rendre la comparaison intéressante. Il semble donc que le processus d'installation de *Lagarosiphon major* sur le site suive un facteur très important (1 pied en 2001 contre 7 en 2002) tout comme l'augmentation des boutures dérivantes dont le facteur correspond à celui de l'installation de Myriophyllum brasiliense sur Moïsan.
Par ailleurs, le chenal d'évacuation fut quant à lui parcouru et aucun pied n'a été signalé. Ceci reste à confirmer du fait de la difficulté des relevés effectués par une pluie battante gênant la visibilité.

IV.3.4.2 L'étang :

La cartographie effectuée sur l'étang de Cousseau ne montre aucune variation significative depuis 2000 et 2001. Par ailleurs, aucune espèce exotique ne semble s'être installée pour l'instant. Cependant,

il paraîtrait intéressant d'effectuer des contrôles au râteau afin de s'assurer de l'absence de pieds de Lagarosiphon en pleine eau.

IV.3.5 Synthèse :

Le risque important de prolifération végétale sur le site de Cousseau nécessiterait la mise en place d'un suivi spécifique afin de déceler avec précision l'installation d'espèces exotiques. En effet, le temps impartis pour les campagnes de terrain n'est pas suffisant pour permettre un suivi où l'on pallierait aux inconvénients de turbidité (chenal) et de profondeur (étang).
Par ailleurs, un suivi pluriannuel reste nécessaire du fait de la vulnérabilité de cet hydrosystème vis à vis d'une prolifération végétale. En effet, lors des expérimentations in-situ, seul un sac de *Lagarosiphon major* présente une perte de biomasse ce qui permet de conclure que, malgré les qualités moyennes à médiocres des eaux, le risque d'installation de cette espèce dans ce site est réel.

CONCLUSION

Les objectifs principaux de ce stage étaient de poursuivre les suivis déjà en place sur les différents sites et d'apporter des réponses quant à l'absence de jussie et de Lagarosiphon sur la quasi totalité du site de Cousseau.

Les résultats des différents suivis de 2002 ainsi que leurs comparaisons avec ceux des années antérieures montrent plusieurs tendances. Tout d'abord, concernant le site de Moïsan, les mesures effectuées semblent démontrer que le site est très favorable à l'implantation des végétaux aquatiques et en particulier celle du Myriophylle du Brésil. La dynamique de cette espèce sur le chenal montre une progression très importante puisque les recouvrements avant travaux doublent d'année en année et ceci depuis 2000. De même, la fréquence de ce taxon augmente toujours et se rapproche de la barre des 100 %.
Le type de gestion entrepris sur le chenal d'alimentation ne donne pas les résultats escomptés et cause par ailleurs certaines dégradations de nature à favoriser la prolifération de cette espèce. Il serait très souhaitable que les modes de gestion mis en place sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan évoluent, ce qui devrait passer par une prise de conscience des risques encourus à long terme et une meilleure évaluation des pratiques à mettre en oeuvre. Aussi, étant donné la longueur peu importante du chenal, les facilités d'accès et de travail, la solution consistant à pratiquer un arrachage manuel sélectif en début et fin de saison semble être à préconiser. Concernant le bloom algal constaté sur l'étang de Moïsan et qui semble provenir de la zone 3 du chenal, il conviendrait d'identifier les causes de cette prolifération dont les conséquences peuvent être préjudiciables pour la vie dans l'étang (augmentation de la turbidité mais surtout anoxie liée à la mort des cyanobactéries). La gestion de la prolifération du Myriophylle du Brésil sur l'étang apporte des résultats plus satisfaisants puisqu'elle limite l'abondance de l'espèce dans des proportions compatibles avec les usages du site et limite la compétition interspécifique du Myriophylle aquatique avec les autres espèces.

Le site de Cousseau semble être soumis à une pression de colonisation encore plus importante qu'en 2001 avec une augmentation des boutures dérivantes (nombre et longueur) d'un facteur supérieur à 2. Par ailleurs, le nombre de pieds s'implantant à proximité de l'alimentation a fortement augmenté. Le processus de colonisation semble être en progression tout du moins concernant *Lagarosiphon major.* Les tests réalisés in-situ afin de prévoir l'installation de lagarosiphon et jussie sur l'ensemble de la Réserve Naturelle ont montré que ces espèces pourraient s'implanter sur les 4 sites expérimentés. Le risque le plus important concerne tout de même le chenal d'alimentation et l'étang dont les conditions environnementales paraissent plus en conformité avec des conditions favorables de développement de ces espèces. Le suivi annuel de ce site est donc primordial afin de déceler l'installation de lagarosiphon mais aussi de la jussie qui bien que n'étant toujours pas présente sur le site et n'ayant toujours pas été récupérée dans les filets de dérive constitue une menace sérieuse d'autant plus que ses taux de croissance ont été supérieurs à ceux de Lagarosiphon durant la période d'expérimentation.

Les conclusions de cette étude ne peuvent qu'encourager à une continuité du suivi de ces différents sites. A l'heure du sommet de la Terre de Johannesburg, le suivi à moyen et long terme permettra de comprendre les besoins de gestion et donc mettre en œuvre celle-ci dans un cadre durable, c'est à dire respectant le mieux possible les fonctionnements des milieux, l'intégrité des habitats et tentant de réguler au mieux les évolutions des peuplements de végétaux.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Données climatiques sur le département de la gironde. (www.meteo.fr). 11
Figure 2 : Données climatiques sur le département des Landes. (www.meteo.fr). 12
Figure 3 : Dessin de Ludwigia sp. 18
Figure 4 : Dessin de Myriophyllum aquaticum. 19
Figure 5 : Dessin de Lagarosiphon major. 19

TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres hydrogéologiques du sable des Landes. 10
Tableau 2 : Paramètre hydrogéologiques du complexe intermédiaire. 10
Tableau 3 : Tableau récapitulatif de l'évolution en terme de présence des macrophytes sur l'étang de Moïsan (voir annexe pour la correspondance entre les abrégés et les noms latins). 27
Tableau 4 : Analyses physico-chimiques sur le site de Moïsan. 37
Tableau 5 : Analyses physico-chimiques des eaux de Cousseau. 47
Tableau 6 : Tableau des paramètres physico-chimiques à l'intérieur de l'aquarium où ont été plantés les boutures de Lagarosiphon major récupérées les 14 et 15 mai 2002. 49
Tableau 7 : Description des boutures mises en aquarium au bout de 36 jours et hypothèses de stratégies. 50
Tableau 8 : Résultats bruts des tests in-situ (croissance). 52
Tableau 9 : Résultats bruts des tests in-situ (nécrose). 53

CARTES

Carte 1 : Localisation générale des sites. 13
Carte 2 : Réseau hydrographique de la Réserve Naturelle de l'étang de Cousseau. 15
Carte 3 : Réseau hydrographique de l'étang de Moïsan. 17
Carte 4 : Stations d'étude sur le site de Cousseau 30
Carte 5 : Stations d'étude sur le site de Moïsan. 35
Carte 6 : Cartographie du recouvrement végétal sur le chenal d'alimentation de Moïsan le 29 Mai, le 02 Juillet et le 25 Juillet 2002 (recouvrement calculé par les classes IBMR). 39
Carte 7 : Cartographie du recouvrement végétal sur le chenal d'alimentation de Moïsan le 26 Juin 2001 et le 02 Juillet 2002 (recouvrement calculé par les recouvrements précis) 40
Carte 8 : Cartographie du Myriophylle du Brésil en 2002. 46
Carte 9 : Répartition et notes d'abondances des principaux taxons cartographiés. 51

GRAPHIQUES

Graphique 1 : Graphique du poids sec de matière morte et de vivante dérivant dans le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan au cours de 2000, 2001 et 2002 37
Graphique 2 : longueurs cumulées des boutures dérivant dans le chenal. 38
Graphique 3 : Répartition et recouvrement moyen des taxons majoritaires sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan le 29 Mai 2002 41

Graphique 4 : Répartition et recouvrement moyen des taxons majoritaires sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan le 02 Juillet 2002. 42
Graphique 5 : Répartition et recouvrement moyen des taxons majoritaires sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan le 25 Juillet 2002. 43
Graphique 6 : Répartition et recouvrement moyen sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan en période de fort développement des végétaux avant travaux. 44
Graphique 7 : Recouvrement moyen et fréquence de Lemna sp 44
Graphique 8 : Recouvrement moyen et fréquence de Myriophyllum aquaticum 44
Graphique 9 : Recouvrement moyen et fréquence de Potamogeton polygonifolius 45
Graphique 10 : Evolution de la distribution et du recouvrement sur l'étang de Moïsan. 45
Graphique 11 : Nombre de bouture dérivante par m3 et Longueur cumulée des boutures dérivantes par m3 à l'entrée de l'hydrosystème de l'étang de Cousseau. 48
Graphique 12 : Corrélation Production de biomasse de Lagarosiphon/pH. 55
Graphique 13 : Corrélation linéaire Production de biomasse de lagarosiphon/turbidité. Le descripteur utilisé pour la Turbidité est le disque de Secchi. 56
Graphique 14: Production de biomasse de lagarosiphon en fonction de l'indice permanganate. 56

PHOTOGRAPHIE

Photographie 1 : Etang de Cousseau (Réserve Naturelle de l'étang de Cousseau). 14
Photographie 2 : Erosion des berges sablonneuses et herbier de Myriophylle du Brésil après les travaux de juillet 2001 (Cliché Bertrin, 2001). 17
Photographie 3 : *Microspora* (x40). Photographie 4 : *Oedogonium* (x20).. 21
Photographie 5 : *Oscillatoria* (x40) Photographie 6 : *Spyrogira* (x20) 21
Photographie 7 : Nettoyage des grilles de l'écluse de prise du chenal d'alimentation de l'étang de Cousseau (Cliché personnel). 31
Photographie 8 : Filet collecteur utilisé pour les mesures de dérive (cliché personnel). 32
Photographie 9 : Aquarium où les boutures furent mises en culture (cliché personnel). 32
Photographie 10 : Dispositif in-situ intégré Photographie 11 : Dispositif in-situ (plantes 33
Photographie 12 : grilles de l'écluse de la prise du chenal d'alimentation obstruées (cliché personnel). 63
Photographie 13 : grilles de l'écluse de la prise du chenal d'alimentation nettoyées (cliché personnel). 63

BIBLIOGRAPHIE

CARTES

COLLECTIF. (1981). Soustons, IGN France ed. IGN France, Paris.
COLLECTIF. (1989). Bordeaux-Royan, IGN France ed. IGN France, Paris.

RAPPORTS, RAPPORTS D'ETUDE, NOTES INTERNES

BERTRIN V. (2001). Colonisation végétale des hydrosystèmes, application aux étangs de Moïsan (Landes) et de Cousseau (Gironde) et de leurs chenaux d'alimentation, Mémoire de MST "Valorisation des ressources naturelles". Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Universita di Corsica, Pasquale Paoli, 35 p.

BEUFFE H. et DUTARTRE A. (2001). Suivie scientifique de la réalimentation de l'étang de Moïsan, campagne 2000-2001, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Bordeaux, 33 p.

BOUTET S. (1997/1998). Cartographie des Hydrophytes de la Réserve Naturelle de l'Etang de Cousseau, Maîtrise de "Biologie des Populations et des Ecosystèmes". Réserve Naturelle de l'Etang de Cousseau, Université de Bordeaux-I, 10 p.

CEMAGREF, GEREA, LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE (UNIVERSITÉ DE BORDEAUX-I) (1979-1980). Etude Ecologique de l'Etang de Cousseau, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux., 91 p.

CEMAGREF (1981). Complément d'Etude Ecologique de l'Etang de Cousseau - Campagne 1981, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Gerea, 21 p.

CEMAGREF, SRAE AQUITAINE, (1985). Etude écologique des étangs de Moliets, Laprade, Moïsan (Landes), propositions d'aménagement de l'étang de Moïsan, 1982-1983, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Bordeaux, 168 p.

COLLECTIF (1997). Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France, *Les études des agences de l'eau,* n°68, 199p. .

DUTARTRE A. (1994). Etang de Moïsan Campagne 1994, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Bordeaux, 8 p.

DUTARTRE A. (2001). Panorama des modes de gestion des plantes aquatiques : nuisances, usages, techniques et risques induits, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Bordeaux, 15 p.

DUTARTRE A. et DAUDIN D. (2000). Pourquoi utiliser la technique des points contacts ? , Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Bordeaux, 5 p.

GABIGNON Y. (1978). Réserve Naturelle de l'Etang de Cousseau, Premier Inventaire Hydrobiologique de l'Etang (été 1978), Sepanso, 22 p.

MÉRIGON M., DUTARTRE A. et SARGOS F. (1999). Réserve naturelle de l'étang de Cousseau (Gironde), Synthèse sur la qualité des eaux avant réalimentation, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Bordeaux, 46 p.

VANHOUTTE A. (2000). Colonisation par les plantes aquatiques d'un aménagement ponctuel sur un cours d'eau : Ruisseau de La Prade et chenal de réalimentation de l'étang de Moïsan (Landes),

Mémoire de Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, Université de La Rochelle, 31 p.

PARUTIONS SCIENTIFIQUES ET ACTES DE CONFERENCES

BARRAT-SEGRETAIN M. H., BORNETTE G. et HERING-VILAS-BOAS A. (1998). Comparative abilities of vegetative regeneration among aquatic plants growing in disturbed habitats, *Aquatic Botany,* 60 (3), p. 201-211.

BONIS A. et GRILLAS P. (2002). Deposition, germination and spatio-temporal patterns of charophyte propagule banks : a review, *Aquatic Botany,* 72 (3-4), p. 235-248.

CHETTA S. O., MADSEN J. D., MICHAEL SMART R. et MICHAEL STEWART R. (2001). Dispersal of native and Nonnative Aquatic Plant Species in the San Marcos River, Texas, *Journal of Aquatic Plant Management,* 39, p. 75-79.

CHIARELLO E. et BARRAT-SEGRETAIN M. H. (1997). Recolonization of cleared patches by macrophytes : Modelling with point processes and random mosaics, *Ecological Modelling,* 96 (1-3), p. 61-73.

CILLIERS C. J. (1999). Lysathia n.sp. (Coleoptera : Chrysomelidae), a host-specific beetle for the control of the aquatic weed Myriophyllum aquaticum (Haloragaceae) in South Africa, *Hydrobiologia,* 415, p. 271-276.

COLLECTIF (1994). Actes des journées techniques sur les lacs et les étangs aquitains, 14 et 15 mai 1992, Agence de l'eau Adour-Garonne, Association française de limnologie, Cemagref de Bordeaux, p. 253.

DUTARTRE A., CODHANT H. et MARY N. (1994). Les végétaux aquatiques et le transfert des nutriments dans le fleuve Charente : Les macrophytes., Symposium Relations Continent - Zones côtières, 13 et 15 Septembre, La Rochelle.

GRACA M. A. S., RODRIGUES-CAPITULO A., OCON C. et GOMEZ N. (2002). In situ tests for water quality assessment : a case study in Pampean rivers, *Water Research,* 3895, p. 1-8.

HOOGERS B. J. et VAN DE WEIJ H. G. (1977). The development cycle of some aquatic plants in the Netherlands, Proceedings of the European Weed Research Council, 3rd International Symposium on Aquatic Weeds, p. 3-18.

JAMES C. S., EATON J. W. et HARDWICK K. (1999). Competition between three submerged macrophytes, Elodea canadensis, Elodea nuttallii and Lagarosiphon major, *Hydrobiologia,* 415, p. 35-40.

KANE M. E., GILMAN E. F. et JENKS M. A. (1991). Regenerative capacity of Myriophyllum aquaticum tissues in vitro, *Journal of Aquatic Plant Management,* 29, p. 102-109.

NEIFF J. J., POI DE NEIFF A. S., PATINO C. et BASTERRA DE CHIOZZI I. I. (2000). Prediction of colonization by macrophytes in the yaciretá reservoir of the Paraná River (Argentina and Paraguay), *Brazilian Journal of Biology,* 60 (4), p. 615-626.

ORR B. K. et RESH V. H. (1992). Influence of Myriophyllum aquaticum cover on Anopheles mosquito abundance, oviposition, and larval microhabitat, *Oecologia,* 90, p. 474-482.

RATTRAY M. R., HOWARD-WILLIAMS C. et BROWN J. M. A. (1994). Rates of early growth of propagules of Lagarosiphon major and Myriophyllum triphyllum in lakes of differing trophic status, *New Zealand Journal of Marine anf Freshwater Research,* 28, p. 235-241.

REBILLARD J. P., DUTARTRE A., FERONNI J. M. et DELATTRE L. (1999). Des rivières en fleur, *Revue de l'agence de l'eau Adour-Garonne,* 75, p. 3-6.

REJMÁNKOVÁ E. (1992). Ecology of creeping macrophytes with special reference to Ludwigia peploides (H.B.K.) Raven, *Aquatic Botany,* 43, p. 283-299.

RUTHERFORD C. J. (1977). Modelling effects on aquatic plants in rivers, *Journal of the environmental engineering division,* p. 575-591.

SCOTT W. A., ADAMSON J. K., ROLLINSON J. et T.W. P. (2002). Monitoring of aquatic macrophytes for detection of long term change in river systems, *Environmental monitoring and assessment,* 73, p. 131-153.

SHELDON R. B. et BOYLEN C. W. (1978). An underwalter survey method for estimating submerged macrophytic population density and biomass, *Aquatic Botany,* 4, p. 65-72.

SMITH D. H., MADSEN J. D., DICKSON K. L. et BEITINGER T. L. (2002). Nutrient effects on autofragmentation of Myriophyllum spicatum, *Aquatic Botany,* 74, p. 1-17.

WRIGHT J. F., HILEY P. D., HAM S. F. et BERRIE A. D. (1981). Comparison of three mapping procedures developped for rivers macrophytes, *Freshwater Biology,* 11, p. 369-379.

LIVRES ET EXTRAITS DE LIVRES

BREEN C. M., ROGERS K. et ASHTON P. J. (1988). Vegetation processes in swamps and flooded plains, *In*: Symoens J.J. (Ed), Handbook of Vegetation Science : Vegetation of Inland Waters, 15/1, Kluwer academic publishers, Dordrecht, p. 223-248.

DEN HARTOG C. et VAN DER VELDE G. (1988). Structural aspects of aquatic plant communities, *In*: Symoens J.J. (Ed), Handbook of vegetation science : vegetation of inland waters, 15/1, Kluwer academic publishers, Dordrecht, p. 113-154.

FARE A., DUTARTRE A. et REBILLARD J. P. (2001). Les principaux végétaux aquatiques du Sud-Ouest de la France, Agence de l'Eau Adour-Garonne éd., Agence de l'eau Adour-Garonne, Cemagref de Bordeaux, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Unité de Recherche Qualité des Eaux, 190 p.

GOLTERMAN H. L., CLYMO R. S., BEST E. P. H. et LAUGA J. (1988). Methods of exploration and analysis of the environment of aquatic vegetation, *In*: Symoens J.J. (Ed), Handbook of vegetation science, vegetation of inland waters, 15/1, Kluwer academic publishers, Dordrecht, p. 31-62.

SONDERGAARD M. (1988). Photosynthesis of aquatic plants under natural conditions, Handbook of vegetation science, Vegetation of Inland waters, 15/1, Kluwer Academic, p. 63-113.

WETZEL R. G. (1988). Water as an environnement for plant life, *In*: Symoens J.J. (Ed), Handbook of vegetation science : vegetation of inland waters, 15/1, Kluwer academic publishers, Dordrecht, p. 1-30.

SITES INTERNET

http://assoc.wanadoo.fr/federaton.sepanso/pages/reserves/cousse.htm
http://aquat.ifas.ufl.edu/

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE N°1 : Présentation de la structure d'accueil.
ANNEXE N°2 : Synthèse bibliographique générale.
ANNEXE n°3 : Note sur l'écrevisse de Louisianne.
ANNEXE N°4 : Relevés de recouvrement sur les tronçons le 29 Mai (classes IBMR).
Relevés de recouvrement sur les tronçons le 29 Mai (classes IBMR).
ANNEXE N°5 : Relevés de recouvrement sur les tronçons le 02 Juillet (Recouvrements précis).
ANNEXE N°6 : Relevés de recouvrement sur les tronçons le 25 Juillet (Recouvrements précis).
ANNEXE N°7 : Relevés topographiques sur le chenal de Moïsan le 29 Mai.
ANNEXE N°8 : Relevés topographiques sur le chenal de Moïsan le 02 Juillet.
ANNEXE N°9 : Relevés topographiques sur le chenal de Moïsan le 25 Juillet.
ANNEXE N°10 : Abondance des différents taxons rencontrés sur l'étang de Moïsan le 06 Août 2002
ANNEXE N°11 : Résultats de la mesure de dérive sur le Chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan (Amont).
ANNEXE N°12 : Résultats de la mesure de dérive sur le Chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan (Aval).
ANNEXE N°13 : Résultats de la mesure de dérive sur le Chenal d'alimentation de l'étang de Cousseau.
ANNEXE N°14 : Résultats et statistiques sur les boutures de Lagarosiphon major mises en culture sur le site de Cousseau pendant 25 jours.
ANNEXE N°15 : Résultats et statistiques sur les boutures de Ludwigia peploïdes mises en culture sur le site de Cousseau pendant 25 jours.
ANNEXE n°16 : Relevés de l'abondance de Nuphar lutea (NUPL), de Nymphea alba (NYMA) et de Phragmites australis (PHRG) sur l'étang de Cousseau et positionnements GPS des secteurs de rives et des herbiers de NUPL - 16 juillet 2001.
ANNEXE N°17 : Liste des plantes rencontrées et leurs abréviations dans la liste IBMR (Indice Biologique des Macrophytes en Rivière).

ANNEXE N°1 : Présentation de la structure d'accueil.

LE CEMAGREF, C'EST QUOI ?

Le Cemagref est un établissement public de recherche finalisée pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement. Il intervient dans deux grands domaines : la gestion des milieux aquatiques et la gestion des territoires et de l'agriculture. Il apporte un appui aux collectivités économiques de l'agro alimentaire et une aide à la décision publique. Il emploie environ un millier de personnes réparties en dix centres régionaux.

Pour mener ses recherches, le Cemagref s'appuie sur quatre départements scientifiques complémentaires : Gestion des Milieux Aquatiques, Equipements pour l'Eau et l'Environnement, Equipements Agricoles et Alimentaires, Gestion des Territoires. Trente cinq unités de recherche sont rattachées à ces départements et sont réparties dans dix centres régionaux.

Le centre de Bordeaux est organisé en quatre unités de recherche : Agriculture et Dynamique de l'Espace Rural (A.D.E.R), Ouvrages et Réseaux Hydrauliques (O.R.H), Qualité de Eaux (Q.E) et Ressources Aquatiques Continentales (R.A.C). Le centre intervient également dans la logistique des transports de produits alimentaires sous température dirigée grâce un laboratoire d'essai du Groupe d'Intérêt Economique (G.I.E) Cemafroid.

DE LA RECHERCHE A L'ACTION

Implanté à Bordeaux-Cestas, le Cemagref conduit des recherches pour développer des méthodes de gestion et des procédés dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement et des services collectifs au service des entreprises, des concepteurs d'équipement et des collectivités publiques.

La préservation, la restauration et la gestion des milieux aquatiques et des territoires ainsi que la gestion technique des services publics d'eau et d'assainissement sont les objets principaux des recherches conduites à Bordeaux.

QUELQUES EXEMPLES ILLUSTRANT SES DOMAINES D'ACTION

Restauration de l'esturgeon européen
Le Cemagref contribue depuis quinze ans à la restauration de l'esturgeon européen (*Acipenser sturio*) dans le bassin Gironde-Garonne-Dordogne.

Gestion des réseaux d'eau potable
L'étude du vieillissement des conduites d'eau potable a suscité l'intégration d'un programme de calcul de prévision des défaillances au sein du Système d'Information Géographique de la Lyonnaise des Eaux.

Mesures agri-environnementales

Le Cemagref a développé en Aquitaine, à la demande du Préfet, des méthodologies particulières d'évaluation des mesures agri-environnementales. Ainsi, une démarche d'évaluation de la conversion à l'agriculture biologique a produit des résultats originaux largement diffusés auprès de la profession agricole.

ANNEXE N°2 : Synthèse bibliographique générale.

GENERALITES

Lumière et macrophytes :

La croissance des populations est soumise à la compétition pour la lumière. Ainsi, soit les macrophytes occupent des niches écologiques différentes, soit ils luttent entre-eux, ce qui est le cas de Lagarosiphon major et des myriophylles spp et autres potamogetons dans les lacs de Nouvelle Zélande (Rattray, 1994).

Aussi, les macrophytes émergés, flottants et immergées développent des adaptations différentes selon leurs positions et donc les contraintes endurées (morphologie linéaire de la feuille pour le roseau limitant l'ombre, feuilles aplaties dorso-ventralement pour le nénuphar, division des feuilles pour les myriophylles et cératophylle) (Wetzel, 1988).

Par ailleurs, les réactions chimiques dépendent directement du nombre de quantas absorbés (Golterman, 1988).

Température :

Du fait de la grande chaleur spécifique de l'eau et des conditions relativement stables vis à vis de ce paramètre, les périodes de croissance peuvent être relativement longues. La croissance des végétaux aquatiques est aussi influencée par la température de l'air et par celle des sédiments bien que présentant des variations peu rapides (Wetzel, 1988). De même, la température joue un rôle important vis à vis des équilibres et donc de la concentration en CO_2 dissous dans l'eau, variable importante pour la croissance des macrophytes (Rutherford, 1977).

La température est aussi un facteur de contrôle concernant la compétition.

Pression hydrostatique :

La pression hydrostatique interagit avec les faibles intensités de lumière et la température pour limiter la distribution des angiospermes d'eau douce à des profondeurs inférieures à 10m (Wetzel, 1988). Ce constat combiné à d'autres facteurs permet d'expliquer pourquoi les lacs et étangs de profondeur conséquente sont souvent faiblement peuplés contrairement à la réserve naturelle du marais d'Orx par exemple. De même, La profondeur apparaît comme étant certainement un facteur important de la répartition des plantes dans le fleuve Charente (Dutartre, 1994).

Courants et turbulence :

La vitesse des courants, influencée par les berges, la surface, la proximité du fond, les obstacles est un facteur auquel les macrophytes se sont adaptés. Par fort courant, les feuilles sont alors plus dures, circulaires, plus hydrophobes et ont de longs pétioles. Parmi les 3 types de feuilles (entières, fenestrées et disséquées), les formes entières les plus adaptées aux forts courants sont les feuilles allongées (lancéolées) qui maximisent l'utilisation d'une lumière réduite. Les feuilles disséquées augmentent le ratio surface/volume pour l'absorption de lumière et de nutriments et augmentent la résistance hydraulique aux turbulences (Wetzel, 1988). Par conséquent, le courant influe sur la distribution des plantes ce qui fut observé sur le fleuve Charente (Dutartre, 1994).

Nutriments disponibles et utilisation :

Dans des conditions hostiles (sédiments anaérobies et réducteurs), l'apport de nutriments par les racines reste indispensable. La respiration est quant à elle comblée par les organes supérieurs.

L'absorption de Phosphore s'effectue aussi bien dans les sédiments que dans l'eau. L'absorption de Phosphates est dépendante de la concentration dans l'eau. Par ailleurs, l'absorption de certains composés est rapidement assimilée du fait des concentrations excessives de ces composés (Azote) (Wetzel, 1988). Ainsi, la qualité des eaux peut influencer la répartition des végétaux (Dutartre, 1994).

Carbone inorganique disponible et utilisation :

Le CO_2 de l'air est la source dominante de C inorganique. Aussi, le CO_2 libre est prédominant dans les eaux au pH≤5 tandis que pour les pH≥9.5, les CO_3^{2-} dominent. Entre 7 et 10, conditions classiques des eaux de surface dans le monde, les HCO_3^- prédominent. Dans certaines conditions (stratification), les équilibres vis à vis du CO2 de l'air sont limités (Wetzel, 1988). A noter par ailleurs qu'une augmentation d'O_2 peut dans certains cas faire baisser la photosynthèse (Sondergard, 1988).

Impact des plantes aquatiques en rivière :

Les aspects qualitatifs du métabolisme des plantes sont bien connus. Celles-ci libèrent de l'oxygène par le biais de la photosynthèse lorsqu'elles sont illuminées et consomment de l'oxygène durant la respiration. Dans les voies d'eau eutrophiques, les plantes aquatiques peuvent causer de larges variations diurnes en oxygène dissous. Ainsi, ils doivent contribuer à l'augmentation de la concentration en Oxygène dissous durant la journée et aggraver la baisse durant la nuit.

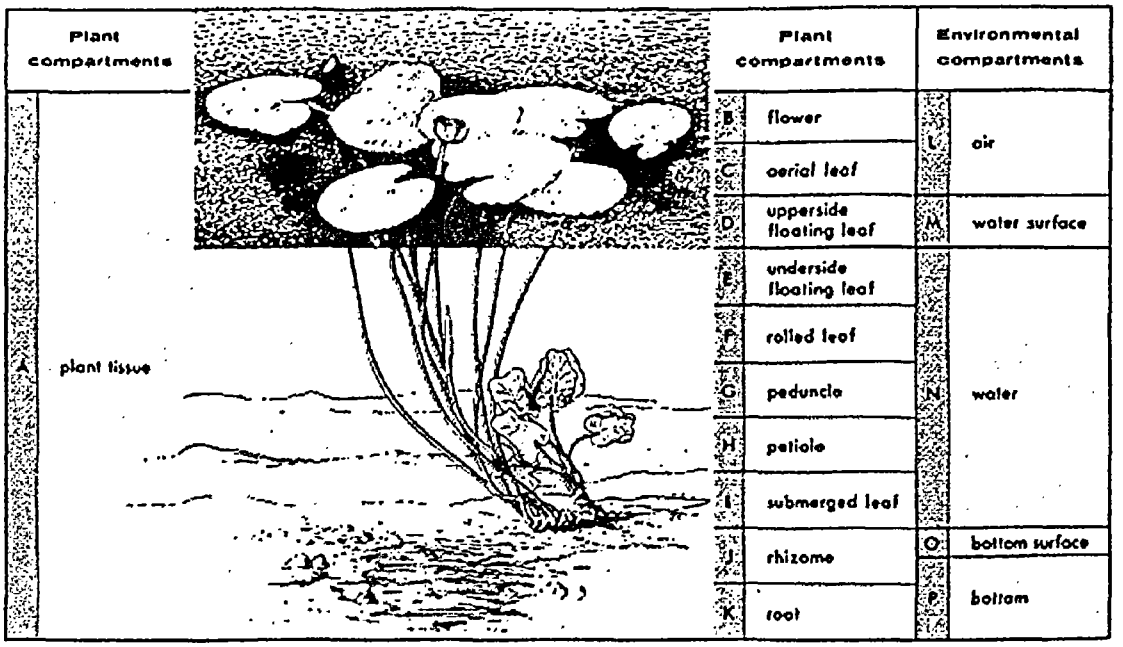
Lorsque les plantes aquatiques sont stables, leur influence journalière sur la [O_2] est nulle (apports = consommation). Cependant, en période de forte croissance, celles-ci peuvent apporter une forte quantité d'oxygène au cours d'eau. A l'opposé, lorsque celles-ci sont touchées par la pollution ou par d'autres causes, elles peuvent être à l'origine de sévère réduction de la [O_2] (Rutherford, 1988).

Les plantes aquatiques sont donc à l'origine de conditions de stress qu'elles font subir aux autres compartiments biologiques (exemple : poissons) mais créent aussi des stress interspécifiques entre-elles (James, 1999).

Plantes aquatiques, classifications et communautés :

De nombreux auteurs ont proposé des classifications pour les plantes aquatiques. Parmi ceux-ci, Raunkiaer (1934), Iversen (1936), Poplawskaja (1948), Hejnỳ (1957, 1960), Du Rietz (1921, 1930), Den Hartog et Segal (1964), Segal (1965, 1968), Hogeweg et Brenkert (1969b), Hutchinson (1975), Den Hartog (1967, 1977, 1981), Mäkarinta (1978), Luther (1949).

Un grand nombre de ces classifications est basée sur la morphologie des différents organes de la plante :



Variété des compartiments qui peuvent être distingués chez un macrophyte (Issu de Handbook of vegetation science, vegetation of Highland waters, Structural aspect of aquatic plant communities, Den Hartog et Van der Velde 1988 , volume 15/1, p.131).

Les communautés de plantes aquatiques exhibent souvent un zonage distinct (Walker 1970, Cole 1973, Wetzel 1979, Gosselink et al 1981, Spence 1982). Aussi, plus la frontière entre les communautés est distincte, plus les mécanismes d'isolements sont forts. Cependant, une communauté est rarement isolée des autres du fait de l'existence de mécanismes de transferts. Ce sont d'ailleurs ces mécanismes de transfert qui rendent la comparaison des relevés entre les différentes campagnes sur Cousseau et Moïsan intéressants. En effet, bien que les communautés de ces sites soient distinctement composées de plantes différentes de celles de l'amont (qui possèdent par exemple de la jussie pour les 2 sites et *Lagarosiphon major* pour Cousseau), des mécanismes de transfert (hydrochorie, anémochorie, anthropochorie) soumettent ces sites au passage de propagules (végétatives notamment). Les communautés de ces sites devraient donc évoluer et c'est pourquoi un suivi pluriannuel reste intéressant.

La composition des communautés de plantes aquatiques et semi-aquatiques est contrôlée la profondeur, la durée d'inondation, la durée de la période humide, la lumière, la sédimentation (la texture et la composition physico-chimique des sédiments), l'érosion, la capacité qu'ont les espèces à tolérer certains facteurs de stress.

Ainsi, selon la topographie et l'hydrologie, donc selon les zones (zone fréquemment inondée, zone rarement inondée, zone inondée pendant une longue durée, zone inondée pendant une faible durée,...), la composition des communautés sera différente.

METHODES D'ETUDE

Aborder un site :

Marcher reste possible sur de courtes distances et avec une eau d'une profondeur inférieure à 1m (Dutartre). Cependant, l'échantillonnage peut être perturbé par l'échantillonneur. Les bateaux

pneumatiques sont de bonnes solutions d'autant qu'ils permettent d'emporter de nombreux appareils de mesures et permettent de pallier les contraintes de profondeur et de distance (Golterman, 1988). Aussi, la première solution fut retenue pour le chenal d'alimentation de Moïsan et la seconde pour les étangs de Cousseau et de Moïsan.

Echantillonnage des plantes submergées :

Actuellement, la méthode la plus utilisée reste la plongée. Cette méthode repose sur la transparence de l'eau et la visibilité pour le plongeur. Par conséquent, seuls les hydrosystèmes à forte transparence sont concernés. L'utilisation de la plongée peut se combiner avec des stratégies d'échantillonnage telles que les transects choisis perpendiculairement à un point de la rive (Golterman, 1988). A noter que la plongée est aussi utilisée pour contrôler l'état sanitaire de plantes immergées à des fins expérimentales (Rattray, 1994)

Dans certaines conditions où la transparence de l'eau est faible ou en présence de fort recouvrement par les plantes flottantes, mais plus particulièrement lorsque la profondeur devient importante et oblige à recourir à une embarcation pour réaliser une estimation de l'occupation de la station par les plantes, il n'est plus possible de procéder ainsi. L'examen de la station passe alors par un échantillonnage aléatoire à l'aide de la technique des points contacts (Dutartre). Les points contacts sont réalisés grâce à un râteau télescopique plongé au fond de la rivière. Avant de le remonter, on lui fait effectuer une rotation ce qui lui permet d'arracher les végétaux de leur substrat. Une fois remontés à la surface, les fragments de plantes récupérés sont déterminés et on associe à chaque taxon, un indice échelonné de 1 à 5. Cette technique permet d'estimer le recouvrement total de certaines espèces au sein de sites où les moyens habituels de suivi deviennent obsolètes. D'autres auteurs signalent l'utilisation d'un râteau lorsque la profondeur devient trop importante (exemple : Scott, 2002).

Les photos aériennes peuvent aussi être utilisées (exemple de l'étude de la Charente au CEMAGREF) pour peu qu'elles soient appuyées par une campagne de terrain (vérification).

D'autres méthodes existent, notamment des méthodes destructives telles que les quadrats (Sheldon et Boylen, 1978). La méthode des quadrats donne des résultats efficaces à 60% par rapport à la plongée concernant l'énumération de la présence de certaines espèces. Par ailleurs, les résultats des quadrats sont relativement bien corrélables avec ceux de la plongée (Golterman, 1988).

Méthode d'échantillonnage dite de la dérive :

La méthode consiste à disposer un filet de section donnée dans le lit du cours d'eau durant des intervalles de temps donnés. Les échantillons récoltés sont pesés et en utilisant la section du filet, la vitesse du courant ainsi que le temps d'échantillonnage, des estimations de biomasse par m^3 sont effectuées. C'est ce même genre de méthode qui fut utilisé sur le site de Cousseau (amont) et sur le site de Moïsan (amont, aval) (Vanhoute, 2000 et Bertrin, 2001). Ce genre de méthode fut aussi employé sur des rivières argentines (Chetta, 2001).

Cartographies :

Les récentes études sur les macrophytes en rivière mettent l'accent sur la distribution de ceux-ci dans le cadre des procédures de prévention des crues, des plans de pêche, des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Les axes d'études choisis à ces fins sont la dynamique des macrophytes, les relations entre cette dynamique et les invertébrés.

Par ailleurs, un des enjeux des procédures d'acquisition de données est sans conteste la comparaison entre les différentes campagnes sur un même site (Cousseau ou Moïsan) mais aussi entre les sites

(Wright, 1981). Ainsi, Hoogers et Van de Weij (1971) ont présenté une méthode de description des changements des macrophytes de fossés entre différentes années.
Les différents objectifs des cartographies sont donc :

- Décrire les croissances et décroissances de macrophytes au cours des saisons,
- Observer les interactions entre les différents macrophytes,
- Acquérir des données comparables entre chaques années afin de relater ces changements en terme de variables environnementales,
- Etablir des bases de choix de sites d'échantillonnages afin de pouvoir effectuer des comparaisons,
- Interpréter les données de cartographie en terme de biomasse.

En 1981, Wright décrit les 3 méthodes suivantes :

- La méthode détaillée (1971) : celle-ci est sensée donnée une image détaillée de la surface occupée par les macrophytes et par les graviers (> 2mm) et silts (< 2mm). Les résultats y sont exprimés en pourcentage de recouvrement,
- La méthode des points d'échantillonnage. Celle-ci donne les mêmes résultats en terme de couverture mais avec l'effort de production de cartes en moins,
- La méthode des rectangles qui est une simplification de la méthode détaillée. Cette méthode est devenue la méthode standard en 1977.

Ces 3 types de cartographies sont bien adaptés aux milieux oligospécifiques. Cependant, sur des sites tels que le chenal d'alimentation de Moïsan, la diversité des espèces et la compétition interspécifique entre elles font que sur un même point, une espèce peut atteindre 100% de recouvrement sans empêcher de forts recouvrements par les autres (Bertrin, 2001). Ceci résulte de l'occupation de tranches d'eau différentes et plus largement d'occupation de niches écologiques différentes. Aussi, un autre de type de cartographie, décrit dans le corps du rapport est utilisé.

Protocoles in-situ :

Les études effectuées in-situ afin d'estimer le potentiel de croissance de certaines espèces sur ces sites notamment afin de relier la croissance de telle espèce à la qualité du milieu utilisent souvent des protocoles voisins. Une des premières choses à laquelle il faut penser est le conditionnement des plantes. Ainsi, l'utilisation de pots est possible (Rattray, 1994) tout comme celle de sacs en grillage plastifié (Graca, 2002). Cette solution fut d'ailleurs expérimentée par Dutartre au sein de la Réserve Naturelle du marais d'Orx. La solution des pots est utilisée lorsque l'on veut contrôler en partie l'influence des sédiments (ou même faire varier ce facteur, Rattray 1994) mais surtout lorsque les plantes nécessitent des sédiments. Le nombre de sacs à utiliser dépend quant à lui des moyens (temps, matériel...) mais aussi des objectifs et des comparaisons souhaitées.
Les parties de plantes utilisées sont pour le plus souvent des parties apicales (Ratray, 1994, Graca, 2002, Dutartre). En fait, tout dépend de la biologie de la plante utilisée. Lorsqu'il s'agit d'utiliser des plantes se reproduisant par bouturage, l'utilisation des parties apicales est judicieuse d'autant plus que cette partie concentre certains composés tels que l'azote (Rejmánková, 1992) ce qui assure des réserves pour le développement de la plante ainsi qu'une réponse intégrant ce paramètre.
Un des facteurs à prendre en compte est aussi d'avoir des connaissances sur les sites choisis ainsi que sur les espèces sur ces sites (Graca, 2002).
Ce type d'expérience peut être accompagné d'expériences en laboratoire à des fins de comparaison (Rattray, 1994).

Protocoles en laboratoire :

Le laboratoire permet de contrôler de nombreux paramètres et permet une plus grande souplesse de travail. Le conditionnement des plantes se fait aussi bien dans des cuvettes (Barrat-Segretain, 1998), dans verres plastiques ou sceaux (James, 1999) ou dans des aquariums (Dutartre). Les paramètres contrôlés peuvent aussi bien être la hauteur d'eau, celle de sédiment (Barrat-Segretain, 1998) que les nutriments (apports) (Smith, 2002). Les contrôles physico-chimiques peuvent être plus réguliers (Hebdomadaire pour James, 1999).

Les résultats obtenus, bien que moins discutables, souffrent de représentativité vis à vis de ce qui se passe réellement sur site.

COLONISATION ET VIABILITE DES BOUTURES

Ecologie de quelques plantes aquatiques proliférantes :

Ludwigia peploides, Myriophyllum aquaticum, Lagarosiphon major sont des macrophytes proliférants que l'on rencontre souvent dans les milieux aquatiques riches en nutriments, dans les canaux de drainage ou d'irrigation du sud-ouest du territoire français. Ces plantes au mode de reproduction par bouturage sont caractérisées par une croissance rapide (Kane, 1991), une grande accumulation de l'Azote, une allocation de la plupart de leurs ressources (dont l'azote) aux parties supérieures de la plante (afin d'assurer la dissémination par bouturage) ainsi qu'une rapide décomposition (Rejmánková, 1992). Concernant la croissance, les expériences ont montré que *Ludwigia Peploides* était capable de produire jusqu'à 50g de matière sèche par jour et par m^2. *Ludwigia peploides* possède un bon taux de croissance qui reste approximativement le même dans une large gamme de concentrations en Azote allant de 20 à 140mg.l^{-1}. Dans des conditions naturelles, la croissance importante de ces plantes va se traduire par des biomasses importantes. *Ludwigia peploides* atteint des biomasses de 500 à 700g de matière sèche par m^2 (Rejmánková, 1992). Pour *Myriophyllum aquaticum*, Bertrin (2001) mesura des biomasses de 728g de matière sèche par m^2.

Capacité de régénération du Myriophylle du Brésil in-vitro (viabilité et bouturage) :

Les récentes études in vitro ont montré que le myriophylle du Brésil avait une forte capacité à développer rapidement des pousses adventices depuis des tissus isolés in vitro. Plus le nombre de nœuds par bouture est important, meilleure la capacité de régénération est et ceci aussi bien en laboratoire que sur le terrain (Kane, 1991). Par ailleurs, l'effet prouvé des nutriments et de leur concentration sur l'autofragmentation et la viabilité des boutures de *Myriophyllum spicatum* (plus la teneur en Azote est faible, plus l'autofragmentation est importante et plus les boutures sont viables selon Smith 2002) pourrait laisser penser au même genre de relation avec *Myriophyllum Brasiliense.*

Remarques : l'autofragmentation commence par la production de racines adventices dans les 15-20 cm de la partie supérieure de la plante. Ce phénomène se produit généralement à la fin de la saison de croissance (après la floraison et la production de graines).

Compétition :

Le plus souvent, les plantes exotiques telles que *Lagarosiphon major, Ludwigia* et *Myriophyllum Brasiliense* sont de très bons compétiteurs. Ainsi, Rattray (1994) montre que dans différentes conditions nutritives, *Lagarosiphon major* possède une croissance supérieure à celle de *Myriophyllum triphyllum. Lagarosiphon major* produit des racines plus rapidement, croît plus rapidement (aussi bien en longueur qu'en biomasse). Ceci s'avère être un avantage en terme de compétition avec les plantes autochtones. De même, James (1999) soulève que *Lagarosiphon major* fait baisser le pH plus

rapidement que les 2 autres Elodées testées (*Elodea canadensis, Elodea nuttallii*), possède des taux de photosynthèse plus importants et est plus compétitif à des pH très importants. Ainsi, les plantes invasives telles que lagarosiphon possède non seulement des capacités de résistance au stress supérieures aux plantes autochtones mais créent aussi des enveloppes de stress qui inhibent les autres espèces et favorisent ainsi leur propre développement.

MOYENS DE LUTTE

La gestion des plantes aquatiques doit s'appuyer sur une réponse à une question essentielle, « Réduire l'occupation du milieu par les plantes, pour quoi faire ? ». Cette question permet de définir les objectifs de départ et donc organiser la réponse la plus adaptée (Dutartre).

Techniques préventives :

- Limiter les apports nutritifs sur le bassin,
- Ne pas réguler les débits,
- Favoriser les ombrages (gestion de la rypisylve),
- Inondations artificielles.

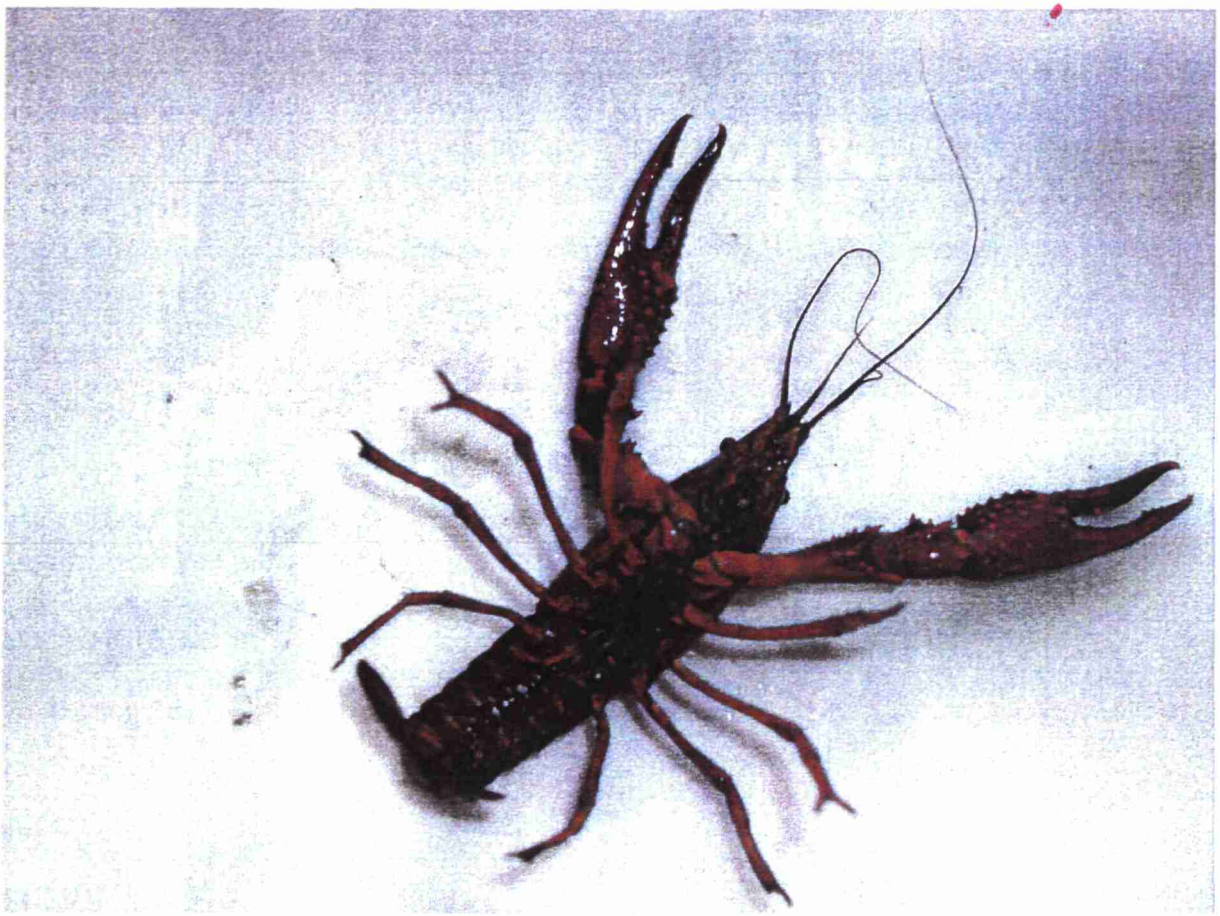
Techniques curatives :

- Intervention manuelle (arrachage),
- Interventions mécanisées (faucardage, moisson, arrachage, curage, dragage),
- Traitement chimique.

Techniques intégrées :

Il s'agit de la lutte biologique. Une grande variété d'agents biologiques de contrôle furent testées (allant des virus jusqu'aux mammifères). Les études menées ont ainsi porté sur le pâturage, les oiseaux, les poissons consommateurs de macrophytes... Par ailleurs, Cilliers (1999) signale un coléoptère (*Lysathia n.sp*) dont les résultats sont prometteurs sur une station à Myriophylle du Brésil en Afrique du Sud.

ANNEXE N°3 : Note sur l'écrevisse de Louisiane.



Ecrevisse de Louisiane (allochtone) : Cette écrevisse possède une forte teinte rouge (voir mâle ci dessus) et contrairement à l'écrevisse à pattes rouges (autochtone) est très peu élargie au niveau du thorax partie postérieure et de l'abdomen (partie antérieure). Par ailleurs, celle-ci possède de nombreuses petites rugosités sur l'ensemble des pattes antérieures (pinces) contrairement aux écrevisses autochtones ainsi qu'un éperon fortement développé sur le 2ème membre des pinces.

Cette espèce est en phase d'invasion et de prolifération sur le chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan (observée le 05/07/2002) car des individus de grande taille sont apparus (il s'agit toujours des premiers à coloniser). De plus, il s'agit de la première fois qu'elle est signalée sur ce site.

Enfin, cette espèce présente depuis 1973 dans le Sud-Ouest possède la caractéristique de dégrader fortement les berges et devrait s'installer facilement sur le site du fait de la présence proche d'un marais.

ANNEXE N°4 : Relevés de recouvrement sur les tronçons le 29 Mai (classes IBMR).

Code	ALGF.SP	AZO.FIL	BER.ERE	CAL.SP	CHA.SP	CYAN.SP	GAL.PAL	API.NOD	ISN.PAL	LYC.EUR	LEM.MIN	LEM.GIB	MEN.AQU	MYO.SP	MYR.AQU	NAS.OFF	POL.HYD	POT.POL	SPA.SP	VER.ANA	total (%)
Tronçon																					
1	1	1		1				1			1				1						0,3
2	1			1							1										0,15
3	1	1		1							1										0,2
4	2		1	1							1				1			1			0,75
5	3	1		1							2				2			1			6,13
6	1			1							1										0,15
7	4			1							2										24,55
8	3										1										5,03
9	3			1							2	1									5,58
10	3			2					1		1				1						5,63
11	3	1	1	4				1	1						4	1					53,23
12	3	1	1	3							3				4	1					39,09
13	3	1	1	2							2				3	2					11,56
14	4	1		1					1		1				1	1		1			24,35
15	4	1	1	2							1				3	1		1			29,73
16	4			2							1				1	1		1			24,7
17	3	1		1							1				1	1					5,23
18	4	1	1	2							1		1			1	1				24,8
19	3	2	1	2							2				1	1		1			6,68
20	3		2	3							1				2	2					11,51
21	4		2	3							2				2	2					30,98
22	3		1	3							2				4	3		1			39,54
23	3	1	2	2	3						2				4	1		1			35,61
24	3		3	2	3						1				3	4					44,47
25	4		0	3	4						2				4	4					101,5
26	4		1	2	4						2				5	3					129
27	4		2	1	4						2				5	3		1			129,1
28	5		1	1	4						2				4	3		1			128,6
29	4		1	3	4						1				4	3		2			82,56

30	5			1	4						2				2	2		1			100,6
31	4			2	4						1				2	1		1			49,15
32	4			2	4						1				2	1		2			49,6
33	4		1	2	4						1			2	4	2		1			73,65
34	5		1	2	3						1				4	2	1	1			105,2
35	4		1	2	3						1				3	1					34,61
36	5		1	2	4						2				3	1					105,1
37	5			3	3						2				2	1					86,01
38	4			2	4						2			1	1						49,1
39	3			2	5						1				1			1			80,63
40	4			1	5		1	1			1			1	1			1			99,35
41	3			3	4						1				2						34,51
42	3			2	4						1				3	1		1			34,61
43	4			2	4						1				3	1		1			53,63
44	4		1	2	4						2				2			2			50,05
45	4		1	3	4						1				3	1		1			58,16
46	4			3	4						2				1			1			53,58
47	4			1	4						2				2		1	1			49,15
48	4			2	4						1			1	2			1			49,15
49	4			3	4						3			1	2			1			58,56
50	4		1	3	4						2				2			2			54,53
51	4		2	1	2						3			1	2	3		4			59,56
52	3		3	2	3						3			2	3	3		4			54,88
53	4		2	2	3						3			2	3	3		3			50,4
54	3			2	4				1		3			1	4	3		2			64,04
55	3		2	2	4						2				5	3	1	3			115,5
56	3		3	2	4						3				3	3		2		1	49,95
57	3		1	2	4						2			2	4	4		3			83,51
58	4		2	2	2						1			1	4	4		4		1	97,65
59	3		1	1	4				1		1				5	4	1	2		1	128,8
60	4		1	1	4						1				4	3	1				77,18
61																					0
62	4		1	2							1				4	3		1		1	53,68
63	4			2	3						1				3	1	1				34,61
64	4		1	2	4						1				2	1		1			49,2

65	4		1	2	4						1					2					49,1
66	3		1	2	2										1	1		1			6,18
67	4			2	3						1				2	1		3			35,06
68	3		1	2	4										1			1			29,63
69	3			3	3									1				1			15,04
70	4			4																	48
71	4			2							1				1						24,6
72	4			1											1						24,1
73	4			1	2									1	1		1				24,7
74	3	1		1							1			1	1						5,23
75	4														1						24,05
76	4			2	2					1	1				1						25,15
77	3			1	2						1										5,58
78	3									1	1				1						5,13
79	4	1									1				1						24,15
80	4										1				1						24,1
81	4			1							1				1						24,15
82	4			1		1					1				1						24,2
83	4			1							1				1						24,15
84	4			1							1				1						24,15
85	4										1				2						24,55
86	4		1	1							1										24,15
87	4	1		3							1				1						29,13
88	4			1							1				2				1		24,65
89	4			1											2	1					24,6
90	4			1							1				1						24,15
91	4										1				1						24,1
92	4	1		1							1				1						24,2
93	4										1										24,05
94	4			1							1			2	2						25,1
Moyenne	20,74	0,01	0,23	1,59	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,03	8,19	3,46	0,00	1,13	0,00	0,00	44,95
Fréquence	0,99	0,17	0,44	0,92	0,55	0,01	0,01	0,03	0,06	0,02	0,90	0,01	0,01	0,16	0,85	0,52	0,09	0,48	0,01	0,05	

ANNEXE N°5 : Relevés de recouvrement sur les tronçons le 02 Juillet (Recouvrements précis).

	ALGF.SP	AZO.FIL	BER.ERE	BID.TRI	CAL.SP	CHA.SP	CYAN.SP	GAL.PAL	ISN.PAL	LYC.EUR	LEM.MIN	LEM.GIB	LOT.ULI	LYS.VUL	LYT.SAL	MYO.SP	MYR.AQU	NAS.OFF	POL.HYD	POT.POL	VER.ANA	total (%)
1																	0,1					0,1
2	2																0,1					2,1
3	2																					2
4	2										4						4					10
5	2										0,1	0,1					0,3					2,5
6				0,1							0,1		0,1									0,3
7											0,1											0,1
8	0,1										0,1											0,2
9	3		0,1		0,1	0,1			2		2			0,1								7,4
10	1		1		0,1				0,5		20		0,1				50	1				73,7
11	1		1	0,1				0,1	0,1		10		0,1				80	1				93,4
12			1	1					0,1		5		0,1	0,1			50	3				60,3
13	20		0,1		0,1				1		1			1			2	5				30,2
14	20		1		0,1						2						20	3		4		50,1
15	15				2						1						6	5	0,1			29,1
16	5			0,1	0,1						1						5	1				12,2
17																						0
18	20		10		0,1				0,1		2						5	0,1	0,1	0,1		37,5
19	10	2	1		2				0,1		3						5	3	0,1	0,1	0,1	26,4
20	0,1		10	0,1	0,1				0,1		5						10	0,1		0,1		25,6
21			10	0,1	1						4						40			0,1		55,2
22			10		0,1						1						90		0,1			101,2
23			3		0,1						3						97					103,1
24			40		0,1						3						40	3	0,5	0,1		86,7
25	1		20		1						4						50	1				77
26			1								3						95	1				100
27			1								1						100	1				103
28			2								3						90	1		0,1		96,1
29			1								3						40	1		1		46

30			0,1								0,1						20	0,1				20,3
31			0,1		0,1						1					1	20	0,1		0,1		22,4
32			0,1		0,1						1					0,1	30	0,4		3		34,7
33			0,1								1		0,1			2	60	1	0,1			64,3
34			1			0,1					1					0,1	20	0,1		0,1		22,4
35				0,1	0,1						0,1		0,1				20	0,5				20,9
36					0,1						0,1		0,1				10	1				11,3
37		0,1		0,1	0,1						0,1						10					10,4
38					0,1						0,1		1			0,1	0,1					1,4
39					0,1						0,1						1			0,1		1,3
40				0,1	0,1			0,1			0,1		0,1				1			0,1		1,6
41					0,5	0,1					0,1		0,1				30					30,8
42					0,1	0,1					0,1						5			0,1		5,4
43				0,1		1					0,5						40	0,1		0,5		42,2
44						0,1					0,1						10			20		30,2
45					0,1	5					1						20					26,1
46	0,5					10					0,1						10	0,1		0,1		20,8
47	0,1				0,1	10					0,5						5			0,1		15,8
48	0,1				0,1	10					0,1						1	0,1		0,1		11,5
49					0,1	15					0,5						10			0,1		25,7
50						15					2					0,1	10		0,1	10		37,2
51	1					20					2					5	20	0,1		15		63,1
52	2					40					3					15	40	3		1	0,1	104,1
53						40					2					15	50	1		0,1		108,1
54				0,1		60			0,1		1					3	70	1		5		140,2
55	1			0,1	0,1	70					0,1						70	0,1		1		142,4
56	5				0,1	60					0,1					3	50	0,1		0,1	0,1	118,5
57	1			0,1	0,1	40					0,1					15	70	0,1	0,1	0,1		126,6
58	2			0,1	0,5	30			0,1		1						60	1			1	95,7
59	0,1					30					0,5					0,5	85	0,1	1	0,1	0,1	117,4
60	5					5											0,1		0,1			10,2
61																						0
62	5			0,1		4					1					1	70		0,1		1	82,2
63	20										0,1					0,5	30		0,1		0,1	50,8
64	15			0,1	0,5	15					0,1						20	0,1		0,1		50,9

65	10				0,5	1					0,1						0,1	1				12,7
66	5					5					0,1						5			0,1		15,2
67	30					5					0,1						10			1		46,1
68	15					10					0,1						0,1			0,1		25,3
69					0,1	20											0,1			0,1		20,3
70	3					20											0,1					23,1
71	1					3											0,1					4,1
72	1			0,1		1										0,1	0,1					2,3
73	20				0,1	15										0,1	0,1					35,3
74	20					10					0,1					0,1	0,1					30,3
75	15					3					0,1						1			0,1		19,2
76	1			0,1		10					0,1						0,5					11,7
77	1												0,1				0,1					1,2
78	5					30											0,1					35,1
79	2					10					0,1						0,1					12,2
80	5				0,1	10					0,1						0,5					15,7
81	5				0,1						0,1						0,1					5,3
82	3	0,1			0,2						0,1						0,1					3,5
83	1										0,1						0,1					1,2
84	1					5					0,1						0,1					6,2
85	1			1		1											0,1					3,1
86	1	0,1				3					0,1						0,1					4,3
87	1	0,1									0,1		0,1		0,1		0,1					1,5
88	1						0,1				0,1						20					21,2
89	1					5					0,1		0,1		0,1		5					11,3
90	0,1										0,1						0,1					0,3
91	1						0,1				0,1											1,2
92	0,1				0,1						0,1						0,1					0,4
93	2				0,1						0,1						0,1					2,3
94	15				0,5	0,1					0,1					1	20			0,1		36,8
Moyenne	3,65	0,03	1,30	0,04	0,14	7,36	0,00	0,00	0,05	0,00	1,14	0,00	0,02	0,01	0,00	0,71	21,67	0,47	0,03	0,73	0,03	37,38
Fréquence	0,63	0,06	0,26	0,20	0,48	0,50	0,02	0,02	0,11	0,00	0,88	0,00	0,14	0,03	0,02	0,22	0,93	0,42	0,14	0,41	0,08	

ANNEXE N°6 : Relevés de recouvrement sur les tronçons le 25 Juillet (Recouvrements précis).

Code	ALGF.SP	AZO.FIL	BER.ERE	BID.TRI	CAL.SP	CHA.SP	CYAN.SP	GAL.PAL	HYP,SP	ISN.PAL	LYC.EUR	LEM.MIN	LOT.ULI	LYS.VUL	LYT.SAL	MYO.SP	MYR.AQU	NAS.OFF	POL.HYD	POT.POL	VER.ANA	total (%)
Tronçon																						
1												0,1					0,1					0,2
2												0,1					0,1					0,2
3												2					0,1					2,1
4											0,1	10					10	0,1	0,1			20,3
5				0,1							1	1					1	1				4,1
6	0,1	0,1		0,1	0,1						0,1	0,1					0,1					0,7
7		0,1		0,1	0,1							2					0,1	0,1				2,5
8				0,1	0,1						0,1	0,1					0,1					0,5
9				1							0,1	0,1	3				1		1			6,2
10	10		0,1							0,1	0,1	1					2	1	1			15,3
11	15				1					1	1	1					1					20
12	10		0,1	1	0,1					1	0,1	1					10		1			24,3
13	2		0,1		0,1					1		3			0,1		15	0,1				21,4
14	1				0,1					0,1		0,1					1	0,1		0,1		2,5
15	0,1				0,1						0,1	1					5	0,1				6,4
16			0,1	0,1							0,1	0,1					0,1	0,1				0,6
17	0,1				0,1							0,1					1					1,3
18	1	3	0,1	0,1	0,1			0,1		0,1		0,1					2		0,1	0,1		6,8
19	0,1	0,1	0,1	1	1					0,1		1					10			0,1		13,5
20	1		20	0,1							0,1	0,1				0,1	10					31,4
21	1	0,1	10	0,1	0,1					0,1		1				0,1	15					27,5
22	0,1	1	5	0,1	0,1							1					20					27,3
23	1		5		0,1							1				0,1	10		0,1			17,3
24			10		0,1							0,1				0,1	5					15,3
25	0,1		0,1		0,1			1			0,1	2					10	0,1				13,5
26			5	0,1	1							1				0,1	10			0,1		17,3
27			5					1				0,1				0,1	20					26,2
28			1		0,1							0,1				0,5	35			0,1		36,8

29			1	0,1	0,1							0,1				0,1	3					4,4
30					0,1						1	0,1				2	5					8,2
31			5		0,1						0,1	0,1					20			0,1		25,4
32			0,1		0,1							0,1				5	15			0,5		20,8
33			1		0,1						0,1	0,1					15					16,3
34			0,1	0,1	0,1												2			0,1		2,4
35												0,1					30	0,1				30,2
36				1									2				10					13
37		0,1			0,1							0,1				1	15					16,3
38												0,1						1				1,1
39		1			0,1							0,1					1					2,2
40			0,1		0,1			0,1			0,1	0,1				1	10					11,5
41												0,1					20					20,1
42					0,1						0,1	0,1					15			0,1		15,4
43			0,1								0,1	0,1					15			0,1		15,4
44			0,1		1							0,1					15		0,1	0,1		16,4
45				0,1	0,1							0,1					0,1	0,1				0,5
46			0,1									0,1					5			0,1		5,3
47												0,1					0,1			0,1		0,3
48					0,1						0,1	0,1					0,1	0,1				0,5
49					0,1							0,1				0,1	2			0,1		2,4
50			0,1		0,1							0,1				0,1	1		0,1	0,1		1,6
51			5		0,1					0,1						5	0,5			0,1		10,8
52			2									0,1				5	2	0,1		0,1		9,3
53			10													10	2	0,1		2		24,1
54			10							3						2	10			0,1		25,1
55			2		0,1											0,1	5			1		8,2
56			5		1							1					5			0,1		12,1
57			3		0,1							0,1					20			0,1		23,3
58			3		0,1											0,1	20					23,2
59																	10		0,1	0,1		10,2
60																	15		0,1	0,1		15,2
61			1														20	0,1				21,1
62					0,1											0,1	1					1,2
63																	1	0,1	0,1	0,1		1,3

64			0,1														0,1	0,1				0,3
65			0,1								0,1						1					1,2
66					0,1							0,1					10			5		15,2
67					4					0,1							0,1			4		8,2
68					20															5		25
69					20							0,1										20,1
70																						0
71						30					0,1											30,1
72	10			1		30					0,5							0,1	0,5			42,1
73				3		45					0,1	5				1	3					57,1
74						25	3					3					1			0,1		32,1
75						10	5				0,1	0,1										15,2
76				0,5	0,1	10	5				0,1	0,1					1					16,8
77				1	0,1	50	3					0,1					0,1					54,3
78				0,1		50	5				0,1	8										63,2
79				0,5		10	8				1	8					15					42,5
80						5	2					5					1					13
81					0,5	10	0,2				0,1	1					2					13,8
82					0,1	0,1					0,1	0,1					0,1					0,5
83						50						1		3					0,1			54,1
84					0,1	40	1										0,1					41,2
85					0,1	50					0,1	0,5					0,1					50,8
86					2	25	1					0,5					0,5		0,1			29,1
87					3	15	1					0,1					15					34,1
88	1				0,5	15						0,1					0,5					17,1
89						5						0,1					1					6,1
90								0,1				0,1					0,1					0,3
91					0,1		0,1					0,1					1					1,3
92					0,1		0,1					0,1				0,1	0,1					0,5
93					0,1	0,1			0,1		0,1	0,1				0,1	10		0,1			10,7
94																						0
Moyenne	0,61	0,06	1,26	0,13	0,67	5,40	0,39	0,03	0,00	0,08	0,07	0,61	0,06	0,03	0,00	0,39	6,33	0,04	0,05	0,23	0,00	16,42
Fréquence	0,18	0,08	0,41	0,24	0,61	0,23	0,15	0,06	0,01	0,13	0,32	0,76	0,02	0,01	0,01	0,27	0,89	0,19	0,16	0,33	0,00	

ANNEXE N°7 : Relevés topographiques sur le chenal de Moïsan le 29 Mai.

Tronçon	Distance	Profondeur	Largeur	Rive gauche	Rive droite	Profil des berges	Colonisation des berges
	(m)	amont/aval	(m)	bois/chemin/ culture/friche		Droit/effondrée/V	espèces et recouvrement
	0	(cm)					
1	10			friche	friche	Droit	joncs : 5
2	20			friche	friche	Droit	joncs : 5
3	30			friche	friche	Droit	joncs : 5
4	40			friche	friche	Droit	joncs : 5
5	50			friche	friche	Droit	joncs : 5
6	60	20	1,3	friche	friche	V	joncs : 5
7	70	20	1,3	friche	friche	V	joncs : 5
8	80	20	1,3	friche	friche	V	joncs : 5
9	90	20	1,3	)e entrete	e entrete	V	joncs : 5 phalaris : 1 Iris : 1 carex : 1
10	100	15	1,5	chemin	chemin	V	joncs : 5 phalaris : 1 Iris : 1
11	110	15	1,5	chemin	chemin	V	joncs : 5 phalaris : 1 Iris : 1
12	120	15	1,8	chemin	chemin	V	joncs : 5 phalaris : 1 Iris : 1
13	130	15	1,9	chemin	chemin	V	Joncs : 4 phalaris : 2 carex : 1 Iris : 2
14	140	15	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 4 phalaris : 1 carex : 1 Iris : 1
15	150	15	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 4 carex : 1
16	160	15	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 4 phalaris : 1 carex : 3
17	170	15	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 4 carex : 1
18	180	15	2	friche	chemin	Droit	Joncs : 3
19	190	10	1,6	culture	chemin	Droit	Joncs : 2 Iris : 1
20	200	20	1,5	culture	chemin	Droit / effondrée	Joncs : 2
21	210	15	1,6	culture	chemin	effondrée	Joncs : 1
22	220	20	1,8	culture	chemin	effondrée	Joncs : 1
23	230	20	1,9	culture	chemin	effondrée	Joncs : 1
24	240	15	1,6	culture	chemin	V	Joncs : 1
25	250	25	1,6	culture	chemin	V	
26	260	20	1,8	culture	chemin	V	
27	270	25	1,8	culture	chemin	V	
28	280	30	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 2
29	290	25	2	culture	chemin	V	Joncs : 2
30	300	25	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 3
31	310	20	2	culture	chemin	V	Joncs : 2
32	320	10	2,2	culture	chemin	V	Joncs : 1
33	330	25	2	culture	chemin	V	
34	340	30	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 1
35	350	30	1,8	culture	chemin	Droit	Joncs : 1
36	360	20	1,8	culture	chemin	Droit	Joncs : 3
37	370	20	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 4
38	380	20	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 4
39	390	20	2	culture	chemin	V	Joncs : 5

40	400	15	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 4 Iris : 1
41	410	20	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 4
42	420	20	2	culture	chemin	V	Joncs : 4 carex : 1
43	430	20	2	culture	chemin	V	Joncs : 3 carex : 1
44	440	30	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 4
45	450	10	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 2
46	460	15	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 4
47	470	10	2,4	forêt	chemin	V	Joncs : 4
48	480	15	1,9	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 5
49	490	10	1,9	forêt	chemin	V/effondrée	Joncs : 5
50	500	15	1,9	forêt	chemin	V/effondrée	Joncs : 1
51	510	15	2,2	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
52	520	15	2,3	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
53	530	25	2,2	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
54	540	15	2,5	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
55	550	25	2,3	forêt	chemin	V/effondrée	
56	560	20	2,4	forêt	chemin	V/effondrée	
57	570	20	3	forêt	chemin	V/effondrée	
58	580	20	2,5	forêt	chemin	V/effondrée	
59	590	30	2,7	forêt	chemin	V/effondrée	
60	600	30	2,5	forêt	chemin	V/effondrée	
61	610			forêt	chemin	V/effondrée	
62	620	25	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	
63	630	25	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	
64	640	20	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
65	650	40	2,3	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
66	660	30	1,9	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
67	670	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
68	680	40	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	
69	690	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
70	700	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
71	710	40	2,3	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
72	720	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
73	730	50	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 2
74	740	50	2,3	forêt	forêt	V	Joncs : 4
75	750	50	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 3 carex : 1
76	760	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 3
77	770	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 3
78	780	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 3
79	790	60	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 3
80	800	50	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 4
81	810	60	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 3
82	820	60	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 3 phragmites : 1
83	830	55	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 3
84	840	60	2,4	culture	forêt	V	Joncs : 1
85	850	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 3
86	860	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 3 Iris : 1
87	870	50	2,5	culture	forêt	V	Joncs : 3
88	880	50	2,6	culture	forêt	V	Joncs : 4
89	890	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 3
90	900	50	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 3 carex : 1
91	910	60	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 3 Iris : 1
92	920	50	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 3 carex : 1
93	930	50	2,6	culture	forêt	V	Joncs : 2 Iris : 1
94	940	70	2,5	culture	forêt	V	Joncs : 3 Iris : 1

ANNEXE N°8 : Relevés topographiques sur le chenal de Moïsan le 02 Juillet.

Tronçon	Distance	Profondeur	Largeur	Rive gauche	Rive droite	Profil des berges	Colonisation des berges
	(m)	amont/aval	(m)	bois/chemin/culture/friche		Droit/effondrée /V	espèces et recouvrement
	0	(cm)					
1	10	70		friche	friche	Droit	Joncs : 89 Phragmites : 0,5 Carex : 0,5
2	20	70		friche	friche	Droit	Joncs : 80
3	30	70		friche	friche	Droit	Joncs : 78 Phragmites : 2
4	40	2		friche	friche	Droit	Joncs : 95
5	50	2		friche	friche	Droit	Joncs : 45 graminées : 5
6	60	2	1,3	friche	friche	V	
7	70	3	1,3	friche	friche	V	Joncs : 98 Iris : 1
8	80	2	1,3	friche	friche	V	Joncs : 98 Carex : 0,5 Phalaris : 0,1
9	90	5	1,3	herbe entretenue	herbe entretenue	V	Joncs : 40 Phalaris : 18 Iris : 0,1 Carex : 2
10	100	5	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 10 Phalaris : 60 Iris : 0,1
11	110	5	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 45 Phalaris : 5 Iris : 0,5 Phragmite : 5 Lotus : 2
12	120	5	1,8	chemin	chemin	V	Joncs : 35 Phalaris : 5 Iris : 5 Lotus : 5
13	130	15	1,9	chemin	chemin	V	Joncs : 20 Phalaris : 20 Iris : 20
14	140	10	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 79 Carex : 1
15	150	10	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 87 Carex : 2 Lotus : 1
16	160	10	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 50 Lotus : 0,1

17	170	10	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 50 Lotus : 0,1
18	180	5	2	friche	chemin	Droit	Joncs : 50 Iris : 10
19	190	5	1,6	culture	chemin	Droit	Joncs : 30 Iris : 1 Bidens : 1
20	200	5	1,5	culture	chemin	Droit / effondrée	Joncs : 3
21	210	3	1,6	culture	chemin	effondrée	Joncs : 1
22	220	10	1,8	culture	chemin	effondrée	Joncs : 0,1
23	230	10	1,9	culture	chemin	effondrée	Bibens : 0,1
24	240	7	1,6	culture	chemin	V	
25	250	20	1,6	culture	chemin	V	
26	260	15	1,8	culture	chemin	V	
27	270	10	1,8	culture	chemin	V	Lotus : 5
28	280	15	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 5 Galium : 2 Lotus : 1
29	290	20	2	culture	chemin	V	Joncs : 40 Lotus : 0,1
30	300	15	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 40 Lotus : 0,1
31	310	10	2	culture	chemin	V	Joncs : 10 Phalaris : 60 Iris : 0,1
32	320	5	2,2	culture	chemin	V	Joncs : 5 Polygonum : 1
33	330	10	2	culture	chemin	V	
34	340	5	1,9	culture	chemin	V	
35	350	10	1,8	culture	chemin	Droit	
36	360	15	1,8	culture	chemin	Droit	Joncs : 10
37	370	10	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 5
38	380	10	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 20 Lotus : 0,1
39	390	5	2	culture	chemin	V	Joncs : 50 Lotus : 1
40	400	5	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 20
41	410	10	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 30 Iris : 1
42	420	5	2	culture	chemin	V	Joncs : 50 Carex : 1
43	430	3	2	culture	chemin	V	Joncs : 20 Lotus : 1
44	440	20	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 40
45	450	15	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 20
46	460	5	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 60 Lotus : 1
47	470	5	2,4	forêt	chemin	V	Joncs : 60 Lotus : 1
48	480	5	1,9	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 80
49	490	5	1,9	forêt	chemin	V/effondrée	Joncs : 60
50	500	5	1,9	forêt	chemin	V/effondrée	Joncs : 15

51	510	5	2,2	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
52	520	10	2,3	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
53	530	10	2,2	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 1
54	540	10	2,5	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 0,5
55	550	15	2,3	forêt	chemin	V/effondrée	
56	560	15	2,4	forêt	chemin	V/effondrée	Iris : 0,1
57	570	15	3	forêt	chemin	V/effondrée	
58	580	20	2,5	forêt	chemin	V/effondrée	
59	590	20	2,7	forêt	chemin	V/effondrée	
60	600	15	2,5	forêt	chemin	V/effondrée	
61	610			forêt	chemin	V/effondrée	
62	620	15	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Iris : 0,1
63	630	20	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 5
64	640	30	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 0,1
65	650	30	2,3	forêt	forêt	V/effondrée	
66	660	50	1,9	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
67	670	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	
68	680	50	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	
69	690	40	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1 Carex : 1 Bidens 1
70	700	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	
71	710	50	2,3	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1 Bidens 1
72	720	50	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1 Carex : 0,1
73	730	40	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 20
74	740	50	2,3	forêt	forêt	V	Joncs : 50 Lycopus : 0,1
75	750	60	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 40 Lycopus : 0,1
76	760	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 10
77	770	50	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 10 Bidens : 1
78	780	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 10 Bidens : 1
79	790	50	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 30 Carex : 2
80	800	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 60 Bidens : 1
81	810	50	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 20 Lotus : 1
82	820	50	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 20 Lotus : 1
83	830	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 10 Lotus : 0,1
84	840	60	2,4	culture	forêt	V	Joncs : 1 Lotus : 0,1
85	850	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 30 Iris : 2

86	860	50	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 40 Iris : 2 Lotus : 0,1
87	870	50	2,5	culture	forêt	V	Joncs : 20 Lycopus : 0,1
88	880	50	2,6	culture	forêt	V	Joncs : 40 Bidens : 1 Lytrum : 0,1
89	890	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 30
90	900	60	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 40 Bidens : 1 Lytrum : 0,1
91	910	70	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 30 Lytrum : 0,1 Bidens : 0,1 Galium : 0,1
92	920	60	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 10 Carex : 5 Bidens : 0,1 Lotus : 0,1
93	930	60	2,6	culture	forêt	V	Joncs : 5 Carex : 5 Bidens : 0,1 Lotus : 0,1
94	940	50	2,5	culture	forêt	V	Joncs : 5 Bidens : 0,1 Lotus : 0,1

ANNEXE N°9 : Relevés topographiques sur le chenal de Moïsan le 25 Juillet.

Tronçon	Distance	Profondeur	Largeur	Rive gauche	Rive droite	Profil des berges	Colonisation des berges
	(m)	amont/aval	(m)	bois/chemin/culture/friche		Droit/effondrée /V	espèces et recouvrement
	0	(cm)					
1	10			friche	friche	Droit	Joncs : 85 Hibiscus : 1
2	20			friche	friche	Droit	Joncs : 90
3	30			friche	friche	Droit	Joncs : 80 Phragmites : 1
4	40			friche	friche	Droit	Joncs : 90 Carex : 1
5	50	22		friche	friche	Droit	Joncs : 40
6	60	25	1,3	friche	friche	V	Joncs : 90 Carex : 1
7	70	20	1,3	friche	friche	V	Joncs : 95 Carex : 1
8	80	27	1,3	friche	friche	V	Joncs : 99
9	90	20	1,3	herbe entretenue	herbe entretenue	V	Joncs : 99 Hypericum : 10
10	100	27	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 35 Phalaris : 10 Iris : 1 Carex : 8 Lotier : 10 Hypericum : 2 Lytrum : 1
11	110	22	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 40 Phalaris : 20 Iris : 1 Hypericum : 30
12	120	20	1,8	chemin	chemin	V	Joncs : 30 Phalaris : 2 Iris : 1 Carex : 2
13	130	27	1,9	chemin	chemin	V	Joncs : 20 Carex : 5 Iris : 5 Lotier : 5
14	140	27	1,5	chemin	chemin	V	Joncs : 40 Carex : 2
15	150	27	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 60 Carex : 3
16	160	22	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 40 Carex : 2 Lotier : 5
17	170	20	1,6	chemin	chemin	V	Joncs : 10 Lotier : 1 Hypericum : 1
18	180	20	2	friche	chemin	Droit	Joncs : 30 Lotier : 0,1 Hypericum : 5
19	190	15	1,6	culture	chemin	Droit	Joncs : 30 Carex : 1 Iris : 1 Bidens : 1 Lotier : 2 Hypericum : 2
20	200	15	1,5	culture	chemin	Droit / effondrée	Joncs : 10 Lotier : 1 Hypericum : 0,1
21	210	17	1,6	culture	chemin	effondrée	Joncs : 1
22	220	27	1,8	culture	chemin	effondrée	Joncs : 2
23	230	28	1,9	culture	chemin	effondrée	Joncs : 2
24	240	29	1,6	culture	chemin	V	Joncs : 3
25	250	20	1,6	culture	chemin	V	Joncs : 4
26	260	20	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 5 Lotier : 2
27	270	15	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 6 Bidens : 0,1
28	280	28	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 5 Lotier : 0,5

29	290	25	2	culture	chemin	V	Joncs : 15 Lotier : 0,1
30	300	16	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 3 Lotier : 0,1 Lytrum : 0,1
31	310	20	2	culture	chemin	V	Joncs :10
32	320	22	2,2	culture	chemin	V	Joncs : 2
33	330	19	2	culture	chemin	V	Joncs : 2
34	340	13	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 3
35	350	18	1,8	culture	chemin	Droit	
36	360	12	1,8	culture	chemin	Droit	Joncs : 30 Hypericum : 1
37	370	10	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 40
38	380	12	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 50 Lotier : 2
39	390	31	2	culture	chemin	V	Joncs : 60 Lotier : 1
40	400	13	1,8	culture	chemin	V	Joncs : 20 Iris : 1 Bidens : 0,1 Lotier : 0,1
41	410	20	1,9	culture	chemin	V	Joncs : 40 Carex : 1 Bidens : 0,1 Lotier : 1
42	420	18	2	culture	chemin	V	Joncs : 50 Carex : 1 Lotier : 5
43	430	30	2	culture	chemin	V	Joncs : 60
44	440	23	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 10
45	450	32	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 70 Lotier : 0,1
46	460	33	2,3	forêt	chemin	V	Joncs : 80 Carex : 2
47	470	40	2,4	forêt	chemin	V	Joncs : 75 Lotus : 15
48	480	30	1,9	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 70 Carex : 15 Lotier : 2
49	490	35	1,9	forêt	chemin	V/effondrée	Joncs : 20 Carex : 10
50	500	38	1,9	forêt	chemin	V/effondrée	Joncs : 10 Carex : 10
51	510	30	2,2	forêt	chemin	effondrée	
52	520	22	2,3	forêt	chemin	effondrée	
53	530	30	2,2	forêt	chemin	effondrée	
54	540	37	2,5	forêt	chemin	effondrée	Joncs : 10
55	550	25	2,3	forêt	chemin	V/effondrée	
56	560	20	2,4	forêt	chemin	V/effondrée	
57	570	22	3	forêt	chemin	V/effondrée	
58	580	26	2,5	forêt	chemin	V/effondrée	
59	590	24	2,7	forêt	chemin	V/effondrée	
60	600	10	2,5	forêt	chemin	V/effondrée	
61	610	8		forêt	chemin	V/effondrée	
62	620	8	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	
63	630	5	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 10 Lytrum : 0,1
64	640	10	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	carex : 3 Bidens : 0,1 Lytrum : 0,1
65	650	10	2,3	forêt	forêt	V/effondrée	Bidens : 0,1
66	660	30	1,9	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 2
67	670	18	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 1
68	680	30	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 2 Carex : 2 Bidens : 1
69	690	30	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 5 Bidens : 1
70	700	30	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 2 Carex : 2
71	710	38	2,3	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 6 Carex : 3 Bidens : 0,1

72	720	38	2,2	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 10 Carex : 7 Bidens : 1
73	730	38	2,1	forêt	forêt	V/effondrée	Joncs : 30 Carex : 5
74	740	39	2,3	forêt	forêt	V	Joncs : 40 Carex : 5 Bidens : 0,1
75	750	30	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 25 Carex : 2
76	760	40	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 15
77	770	40	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 20
78	780	40	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 30 Carex : 5 Lotier : 0,5
79	790	40	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 60 Bidens : 0,1 Lotier : 2
80	800	42	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 60 Phragmite : 1 Bidens : 0,1 Lotier : 0,1 Lytrum : 0,1
81	810	45	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 30 Lotier : 0,1
82	820	50	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 15 Lotier : 4
83	830	48	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 50 Phragmite : 1
84	840	40	2,4	culture	forêt	V	Joncs : 30 Carex : 10 Iris : 2
85	850	42	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 40 Lotier : 1
86	860	43	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 45 Lotier : 0,1
87	870	43	2,5	culture	forêt	V	Joncs : 25 Carex : 15 Lotier : 1
88	880	50	2,6	culture	forêt	V	Joncs : 25
89	890	50	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 30 Iris : 1
90	900	52	2,3	culture	forêt	V	Joncs : 20 Lotier : 0,1
91	910	60	2,1	culture	forêt	V	Joncs : 10 Carex : 10 Iris : 4 Lotier : 4 Lysimachia : 1
92	920	50	2,2	culture	forêt	V	Joncs : 10 Carex : 5 Lotier : 5
93	930	40	2,6	culture	forêt	V	Joncs : 5
94	940	40	2,5	culture	forêt	V	

ANNEXE N°10 : Abondance des différents taxons rencontrés sur l'étang de Moïsan le 06 Août 2002

Secteur	ARU.SPX	CAR.SPX	CYA.SPX	GAL.PAL	HIB.ROS	HYD.VUL	IRI.PSE	ISN.PAL	JUN.SPX	LYC.EUR	LOT.COR	LYS.VUL	LYT.SAL	MYR.AQU	MYR.SPI	MYO.SPX	NAJ.MAJ	NUP.LUT	PHR.AUS	POL.AMP	POL.HYD	SCU.GAL
1		2	5		2		2			2				1			1		1		1	
2		4	5		4					1									1			
3		4	5		4							1							3			
4		4	5		2					1							1		3			
5	1	3	5		2					1	2	1	1	1					3			
6		4	5		3	1						1		1	1		1		3		1	
7	1	3	5		2					1	1	1		1	1				4			
8		3	5		3	1		1			1	1		2	3				5		1	
9		4	5	1	3							1		1	3				5			1
10		4	5		2					1		1	1	1	2				2			1
11	1	3	3			1		1	2		1	1		1								1
12		4	3		2	1	1		2	1		1	1	2	3	1			2	1		1
13		2	2	2	1	2	1		4	2		1		2					3		1	
14		2	2	1	2	3	1		4		1	1		1					2			
15		4	4		1		1		4	1	1	1			1				2			
16		1	4		1	1	1		4	1		1							3			1
17		1	3		2	1	1		4	2	2	2	1		1				3			
18		1	3		1	1	1	1	4	2	2	2							2			
19		3	3		3				4		1								3			1
20		3	3		3				2	1	1								4			
21		2	3		2		1			1		1						2	1		1	
22		4	3		2	1	2							1			3	2	2			1
23		2	5		2		1	1	1	2							3		1			1
24		4	5		1		1			1				1			1	1				
25		3	5		2		1							1							1	
26		2	5				2			1												
27			5				2														1	

Relevé	Date	Heure	Durée	Poids frais	Poids sec	Vitesse du courant	Débit passant dans la section	Matière / débit en g de matière fraîche par m^3 (puis g de matière sèche par m^3)
n°1 (Amont)	29/05/2002	9h50 → 10h50	1h	FOM : 1,9g FOV : algues filamenteuses : 7,8g	Pas mis à l'étuve	Moyenne : 0,055 $m.s^{-1}$	0,00715 $m^3.s^{-1}$	FOM : 0,073$g.m^{-3}$ FOV : algues filamenteuses : 0,303$g.m^{-3}$
n°2 (Amont)	05/06/2002	9h35 → 10h35	1h	FOM : 0,2g FOV : Algues filamenteuses + lemna minor (peu) : 18,7g	FOM : 0,2g FOV : Algues filamenteuses + lemna minor (peu) : 1.9g	Moyenne : 0,050 $m.s^{-1}$	0,0065 $m^3.s^{-1}$	FOM : 0,008$g.m^{-3}$ (0,008$g.m^{-3}$) FOV : Algues filamenteuses + lemna minor (peu) : 0,799$g.m^{-3}$ (0,081$g.m^{-3}$)
n°4 (Amont)	20/06/2002	10h50 → 11h50	1h	FOM : 0,2g FOV : Algues filamenteuses : 3,2g	FOM : <0,1g FOV : Algues filamenteuses : 0,4g	Moyenne : 0,021 m.s-1	0,002736 $m^3.s^{-1}$	FOM : 0,0203$g.m^{-3}$ FOV : Algues filamenteuses : 0,3248$g.m^{-3}$ (0,0406$g.m^{-3}$)
n°7 (amont)	25/07/2002	13h45 → 14h45	1h	FOM : 5,7g FOV : Callitriche : 0,1g (1 bouture de 6cm et 2 rosettes) Lemna minor : 0,1g Jonc : 1,6g	FOM : 0,9g FOV : Callitriche : <0,1g Lemna minor : <0,1g Jonc : 0,2g	Moyenne : 0,0833 $m.s^{-1}$	0,0108 $m^3.s^{-1}$	FOM : 0,146$g.m^{-3}$ (0,023g,m^{-3}) FOV : Callitriche : 0,002$g.m^{-3}$ Lemna minor : 0,002g,m^{-3} Jonc : 0,041g,m^{-3} (0,005$g.m^{-3}$)

ANNEXE N°11 : Résultats de la mesure de dérive sur le Chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan (Amont)

Abréviations : FOM Fraction Organique Morte ; FOV Fraction Organique Vivante

Afin d'obtenir la masse de matière sèche, les échantillons ont été déposés à l'étuve à 70°c et pesés régulièrement jusqu'à obtention d'un poids constant.

Relevé	Date	Heure	Durée	Poids frais	Poids sec	Vitesse du courant	Débit passant dans la section	Matière / débit en g de matière fraîche par m^3 (puis g de matière sèche par m^3)
n°3 (Aval)	05/06/2002	10h45 → 11h15	1/2h	FOM : 1,2g FOV : Algues filamenteuses : 32,9g Lemna minor : 2,9g Berula erecta : partie apicale de 3cm : 0,2g	FOM : 0,3g FOV : Algues filamenteuses : 3,3g Lemna minor : 0,2g Berula erecta : partie apicale de 3cm : <0,1g	Moyenne : 0,3125 $m.s^{-1}$	0,003125 $m^3.s^{-1}$	FOM : 0,213$g.m^{-3}$ (0,053$g.m^{-3}$) FOV : Algues filamenteuses : 5,84$g.m^{-3}$ (0,586$g.m^{-3}$) Lemna minor : 0,515$g.m^{-3}$ (0,035$g.m^{-3}$) Berula erecta : 0,035$g.m^{-3}$ ou 0,177 boutures.m^{-3}
n°5 (Aval)	02/07/2002	10h20 → 10h50	1/2h	FOV : Characées (1 bouture de 5cm) : 0g	FOV : Characées (1 bouture de 5cm) : 0g	Moyenne : 0,125 m.s-1	0,000625 $m^3.s^{-1}$	
n°6 (Aval)	25/07/2002	10h05 → 10h35	1/2h	FOM : 35,5g FOV : Callitriche (1 bouture de 10cm) : 0,2g Lemna minor : 2,4g Myriophylle du Brésil (1 bouture de 6cm) : 1,6g	FOM : 5,3g FOV : Callitriche : <0,1g Lemna minor : 0,2g Myriophylle du Brésil : <0,1g	Moyenne : 0,3125 $m.s^{-1}$	0,0203125 $m^3.s^{-1}$	FOM : 0,971$g.m^{-3}$ (0,144$g.m^{-3}$) FOV : Callitriche : 0,005$g.m^{-3}$ Lemna minor : 0,065$g.m^{-3}$ (0,005$g.m^{-3}$) Myriophylle du Brésil : 0,043$g.m^{-3}$

ANNEXE N°12 : Résultats de la mesure de dérive sur le Chenal d'alimentation de l'étang de Moïsan (Aval).

Relevé	Date	Heure	Durée	Nombre de boutures et leur nature	Poids frais total	Vitesse du courant	Débit passant dans la section	Boutures / débit
Relevé n°1	14/05/2002	10h / 11h	1h	Aucune bouture récoltée		début : 0,02 $m.s^{-1}$ fin : pas de relevé Moyenne : 0,02 $m.s^{-1}$	0,0026 $m^3.s^{-1}$	
Relevé n°2	14/05/2002	11h07 / 11h37	1/2h	9 extrémités de tiges de 0,5 à 1cm + quelques feuilles	1g	début : 0,090 $m.s^{-1}$ fin : 0,089 $m.s^{-1}$ Moyenne : 0,0895 $m.s^{-1}$	0,01163 $m^3.s^{-1}$	0,429 bouture.m^{-3}
Relevé n°3	14/05/2002	11h40 / 12h40	1h	1 extrémité de tige de 0,5 à 1cm + 1 tige de 43cm avec son extrémité	1,9g	début : 0,098 $m.s^{-1}$ fin : 0,109 $m.s^{-1}$ Moyenne : 0,1035 $m.s^{-1}$	0,01345 $m^3.s^{-1}$	0,041 bouture.m^{-3}
Relevé n°4	14/05/2002	12h42 / 13h42	1h	Aucune bouture récoltée		début : 0,109 $m.s^{-1}$ fin : 0,109 $m.s^{-1}$ Moyenne : 0,109 $m.s^{-1}$	0,01417 $m^3.s^{-1}$	
Relevé n°5	15/05/2002	9h38 / 10h38	1h	Aucune bouture récoltée		début : 0,0196 $m.s^{-1}$ fin : pas de relevé Moyenne : 0,0196 $m.s^{-1}$	0,002548 $m^3.s^{-1}$	
Relevé n°6	15/05/2002	10h42 / 11h12	1/2h	3 extrémités de tiges de 0,5 à 1cm	0,1g	début : 0,08 $m.s^{-1}$ fin : 0,109 $m.s^{-1}$ Moyenne : 0,0945 $m.s^{-1}$	0,01228 $m^3.s^{-1}$	0,135 bouture.m^{-3}
Relevé n°7	15/05/2002	11h15 / 12h15	1h	Aucune bouture récoltée		début : 0,109 $m.s^{-1}$ fin : 0,109 $m.s^{-1}$ Moyenne : 0,109 $m.s^{-1}$	0,01417 $m^3.s^{-1}$	
Relevé n°8	15/05/2002	12h20 / 13h20	1h	1 extrémité de tige de 0,5 à 1cm	0,1g	début : 0,109 $m.s^{-1}$ fin : 0,085 $m.s^{-1}$ Moyenne : 0,097 $m.s^{-1}$	0,01261 $m^3.s^{-1}$	0,022 bouture.m^{-3}

ANNEXE N°13 : Résultats de la mesure de dérive sur le Chenal d'alimentation de l'étang de Cousseau.

P.S. : Section de filtration de 0,13m² : Cette estimation tient compte des dimensions 30×50cm moins les 3cm de hauteur d'eau manquante moins 0,005m² correspondants aux lacunes des angles arrondis pour les deux angles du bas.

ANNEXE N°14 : Résultats et statistiques sur les boutures de Lagarosiphon major mises en culture sur le site de Cousseau pendant 25 jours.

Site	Bouture	Sac	Longueur des boutures après 25 jours in-situ (du 13 juin au 08 juillet)	Poids frais de la bouture considérée	Poids frais total des boutures par sac avant expérience	Poids frais total des boutures par sac après expérience	Ratio poids frais après/avant	Poids sec total des boutures par sac	Poids frais des tiges	Poids frais des racines	Poids frais des tiges par sac	Poids frais des racines par sac	Ratio poids sec/poids frais	Poids sec des tiges par sac	Poids sec des racines par sac	Ratio poids frais racines/tiges	Ratio poids sec racines/tiges	Nombre de racines adventives	Longueur des racines les plus longues	Longueur des racines les plus courtes	Présence de ramifications longueur	Nécrose totale des feuilles (longueur)	Nécrose partielle des feuilles (longueur)	Nécrose progressive des feuilles	Commentaires
Amont	1	1	24,00	1,30	3,50	7,00	2,00	0,50					0,07					4,00	17,00	6,00	2,50		15,00		
	2		46,00	5,70														10,00	26,00	9,00	16 et 4		17,00		
	5	3	31,00	2,50	3,80	6,40	1,68	0,40					0,06					1,00	7,00	7,00			12,00		
	6		40,00	3,90														4,00	10,00	4,50			10,00		
Moyenne			35,25	3,35	3,65	6,70	1,84	0,45					0,07					4,75	15,00	6,63					
Ecart type			9,71	1,89	0,21	0,42	0,22	0,07					0,01					3,77	8,45	1,89					
Etang	9	5	25,00	1,70	2,50	4,00	1,60	0,30					0,08					3,00	3,00	3,00		15,00			
	10		26,00	2,30														2,00	10,00	2,00		16,00			
	13	7	26,00	2,10	2,90	4,10	1,41	0,40					0,10					1,00	3,00	3,00		16,00			
	14		24,00	2,00														13,00	2,00	2,00		15,00			
Moyenne			25,25	2,03	2,70	4,05	1,51	0,35					0,09					4,75	4,50	2,50					
Ecart type			0,96	0,25	0,28	0,07	0,13	0,07					0,02					5,56	3,70	0,58					
Marais	17	9	12,50	1,10	3,80	2,10	0,55	0,10					0,05					1,00	15,00	15,00			12,50		
	18		9,00	1,00														0,00				7,00			
	21	11	19,00	1,10	1,80	2,20	1,22	0,20					0,09					0,00						x	
	22		20,00	1,10														0,00						x	
Moyenne			15,13	1,08	2,80	2,15	0,89	0,15					0,07					0,25							
Ecart type			5,27	0,05	1,41	0,07	0,47	0,07					0,03					0,50							
Aval	25	13	27,00	1,50	2,90	2,90	1,00	0,20					0,07					3,00	2,00	2,00			7,00		
	26		27,00	1,40														2,00	3,00	3,00			5,00		
	29	15	18,00	0,40	2,10	2,10	1,00	0,20					0,10					0,00				15,00			
	30		26,00	1,70														0,00						x	
Moyenne			24,50	1,25	2,50	2,50	1,00	0,20					0,08					1,25							
Ecart type			4,36	0,58	0,57	0,57	0,00	0,00					0,02					1,50							
Moyenne			25,03	1,93	2,91	3,85	1,31	0,29					0,08					2,75	8,91	5,14					
Ecart type			9,08	1,29	0,75	1,94	0,46	0,14					0,02					3,73	7,75	4,00					

ANNEXE N°15 : Résultats et statistiques sur les boutures de Ludwigia peploïdes mises en culture sur le site de Cousseau pendant 25 jours.

Site	Bouture	Sac	Longueur des boutures après 25 jours in-situ (du 13 juin au 08 juillet)	Poids frais de la bouture considérée	Poids frais total des boutures par sac avant expérience	Poids frais total des boutures par sac après expérience	Ratio poids frais après/avant	Poids sec total des boutures par sac	Poids frais des tiges	Poids frais des racines	Poids frais des tiges par sac	Poids frais des racines par sac	Ratio poids sec/poids frais	Poids sec des tiges par sac	Poids sec des racines par sac	Ratio poids frais racines/tiges	Ratio poids sec racines/tiges	Nombre de racines adventives	Longueur des racines les plus longues	Longueur des racines les plus courtes	Présence de ramifications longueur	Nécrose totale des feuilles (longueur)	Nécrose partielle des feuilles (longueur)	Nécrose progressive des feuilles	Commentaires
Amont	3	2	50,00	7,90	3,70	14,40	3,89	1,30	4,20	3,70	7,10	7,30	0,09	0,80	0,50	1,03	0,63	12,00	31,00	16,00			sauf rosette		
	4		44,00	6,50					2,90	3,60								9,00	30,00	11,00			sauf rosette		
	7	4	45,00	8,30	4,30	13,80	3,21	1,30	4,30	4,00	8,40	5,40	0,09	0,90	0,40	0,64	0,44	12,00	37,00	8,00			sauf apex		
	8		38,00	5,50					4,10	1,40								16,00	27,00	5,00			sauf apex		
Moyenne			44,25	7,05	4,00	14,10	3,55	1,30	3,88	3,18	7,75	6,35	0,09	0,85	0,45	0,84	0,53	12,25	31,25	10,00					
Ecart type			4,92	1,29	0,42	0,42	0,48	0,00	0,66	1,20	0,92	1,34	0,00	0,07	0,07	0,27	0,13	2,87	4,19	4,69					
Etang	11	6	31,00	2,10	3,10	5,10	1,65	0,35	1,80	0,30	4,40	0,70	0,07	0,30	0,05	0,16	0,17	3,00	15,00	6,00		19,00			feuilles en bon état
	12		43,00	3,00					2,60	0,40								0,00				20,00			feuilles en bon état
	15	8	51,00	6,40	5,30	12,10	2,28	0,75	6,40	0,05	11,40	0,75	0,06	0,70	0,05	0,07	0,07	6,00	15,00	3,00					feuilles en bon état
	16		53,00	5,70					5,00	0,70								8,00	15,00	2,00					feuilles en bon état
Moyenne			44,50	4,30	4,20	8,60	1,96	0,55	3,95	0,36	7,90	0,73	0,07	0,50	0,05	0,11	0,12	4,25	15,00	3,67					
Ecart type			9,98	2,07	1,56	4,95	0,45	0,28	2,13	0,27	4,95	0,04	0,00	0,28	0,00	0,07	0,07	3,50	0,00	2,08					
Marais	19	10	45,00	2,80	4,40	10,10	2,30	0,80	1,60	1,20	6,60	3,50	0,08	0,60	0,20	0,53	0,33	11,00	21,00	10,00		sauf rosette			
	20		54,00	7,30					5,00	2,30								11,00	25,00	12,00		sauf rosette			
	23	12	57,00	4,30	4,00	7,20	1,80	0,60	3,80	0,50	5,60	1,60	0,08	0,50	0,10	0,29	0,20	9,00	22,00	8,00		sauf rosette			
	34		43,00	2,90					1,80	1,10								11,00	18,50	9,50		sauf rosette			
Moyenne			49,75	4,33	4,20	8,65	2,05	0,70	3,05	1,28	6,10	2,55	0,08	0,55	0,15	0,41	0,27	10,50	21,63	9,88					
Ecart type			6,80	2,10	0,28	2,05	0,35	0,14	1,64	0,75	0,71	1,34	0,00	0,07	0,07	0,17	0,09	1,00	2,69	1,65					
Aval	27	14	49,00	4,60	3,20	6,40	2,00	0,80	2,80	1,80	3,90	2,50	0,13	0,60	0,20	0,64	0,33	11,00	24,00	10,00		sauf rosette			
	28		25,00	1,80					1,10	0,70								5,00	28,00	13,00		sauf rosette			
	31	16	26,00	2,30	3,30	6,30	1,91	0,35	1,40	0,90	5,20	1,10	0,06	0,30	0,05	0,21	0,17	8,00	15,00	7,00		sauf rosette			
	32		48,00	4,00					3,80	0,20								5,00	16,00	6,00					feuilles tout le long
Moyenne			37,00	3,18	3,25	6,35	1,95	0,58	2,28	0,90	4,55	1,80	0,09	0,45	0,13	0,43	0,25	7,25	20,75	9,00					
Ecart type			13,29	1,34	0,07	0,07	0,06	0,32	1,26	0,67	0,92	0,99	0,05	0,21	0,11	0,30	0,12	2,87	6,29	3,16					
Moyenne			43,88	4,71	3,91	9,43	2,38	0,78	3,29	1,43	6,58	2,86	0,08	0,59	0,19	0,45	0,29	8,56	22,63	8,43					
Ecart type			9,56	2,15	0,75	3,67	0,78	0,37	1,53	1,30	2,44	2,41	0,02	0,22	0,17	0,32	0,18	4,00	6,99	3,78					

ANNEXE N°16 : Relevés de l'abondance de *Nuphar lutea* (NUPL), de *Nymphea alba* (NYMA) et de *Phragmites australis* (PHRG) sur l'étang de Cousseau et positionnements GPS des secteurs de rives et des herbiers de NUPL - 16 juillet 2001.

Secteur de rive	Position GPS du début du secteur de rive	Abondance NUP.LUT	Abondance NYM.ALB	Abondance PHR.AUS
1	N°45 01'26,05"/ W001° 08'40,51"	4		5
2	N°45 02'03,88"/ W001°08'38,48"	4		5
3	N°45 02'01,01"/ W001° 08'38,22"	3		3
4	N°45 01'58,67"/ W001° 08'38,73"	4		2
5	N°45 01'56,84"/ W001° 08'35,58"	4		3
6	N°45 01'55,70"/ W001° 08'33,17"	3		4
7	N°45 01'57,24"/ W001° 08'29,75"	2		4
8	N°45 01'59,54"/ W001° 08'30,29"			4
9	N°45 02'01,30"/ W001° 08'29,07"			2
10	N°45 02'04,58"/ W001° 08'29,51"			2
11	N°45 02'06,70"/ W001° 08'26,43"			2
12	N°45 02'09,21" /W001°08'24,53			2
13	N°45 02'11,09"/ W001°08'25,92"			2
14	N°45 02'12,78"/ W001°08'23,43"			2
15	N°45 02'15,76"/ W001°08'21,63"			2
16	N°45 02'17,44"/ W001°08'22,76"			3
17	N°45 02'19,58"/ W001°08'21,83"			2
18	N°45 02'19,90"/ W001°08'24,98"			2
19	N°45 02'23,19"/ W001°08'23,57"			3
20	N°45 02'24,95"/ W001°08'23,97"			2
21	N°45 02'26,69"/ W001°08'22,55"			1
22	N°45 02'29,54"/ W001°08'21,15"			2
23	N°45 02'29,41"/ W001°08'25,25"			1
24	N°45 02'29,98"/ W001°08'27,95"			1
25	N°45 02'31,64"/ W001°08'26,21"			1
26	N°45 02'31,36"/ W001°08'27,39"	5	2	2
27	N°45 02'32,08"/ W001°08'30,39"	5		3
28	N°45 02'30,65"/ W001°08'31,74"	5	2	3
29	N°45 02'29,22"/ W001°08'33,30"	5	2	2
30	manquant	5	2	2
31	N°45 02'23,32"/ W001°08'38,69"	5		2
32	N°45 02'20,23"/ W001°08'41,68"	5		2
33	N°45 02'16,00"/ W001°08'44,42"	5	2	2
34	N°45 02'15,38"/ W001°08'44,12"	5	2	3
35	N°45 02'13,72"/ W001°08'43,98"	5	1	2
36	N°45 02'11,95"/ W001°08'45,85"	5		2
37	N45° 02'10,48"/ W001°08'43,86"	4		4

ANNEXE N°17 : Liste des plantes rencontrées et leurs abbréviations dans la liste IBMR (Indice Biologique des Macrophytes en Rivière)

ALGF.SP	Algues filamenteuses
API.NOD	Apium nodiflorum
ARU.SPX	Arum
AZO.FIL	Azolla filiculoïdes
BER.ERE	Berula erecta
BID.TRI	Bidens tripartita
CAL.SPX	Callitriche
CAR.SPX	Carex
CHA.SPX	Characées
CYAN.SP	Cyanophycées
GAL.PAL	Galium palustre
HIB.ROS	Hibiscus roseus
HYD.VUL	Hydrocotyle vulgaris
HYP.SPX	Hypericum
IRI.PSE	Iris pseudacorus
ISN.PAL	Isnardia palustris
JUN.SPX	Juncus
LYC.EUR	Lycopus europeus
LEM.MIN	Lemna minor
LEM.GIB	Lemna gibba
LOT.ULI	Lotus uliginosus
LOT.COR	Lotus corniculatus
LYS.VUL	Lysimachia vulgaris
LYT.SAL	Lythrum salicaria
MEN.AQU	Mentha aquatica
MYO.SP	Myosotis
MYR.AQU	Myriophyllum aquaticum
MYR.SPI	Myriophyllum spicatum
NAJ.MAJ	Najas major
NAS.OFF	Nasturtium officinale
NUP.LUT	Nuphar lutea
NYM.ALB	Nymphea alba
PHA.ARU	Phalaris arundinacea
PHR.AUS	Phragmite australis
POL.AMP	Polygonum amphibium
POL.HYD	Polygonum hydropiper
POT.POL	Potamogeton polygonifolius
SCU.GAL	Scutellaria galericulata
SPA.SPX	Sparganium
VER.ANA	Veronica anagalis aquatica