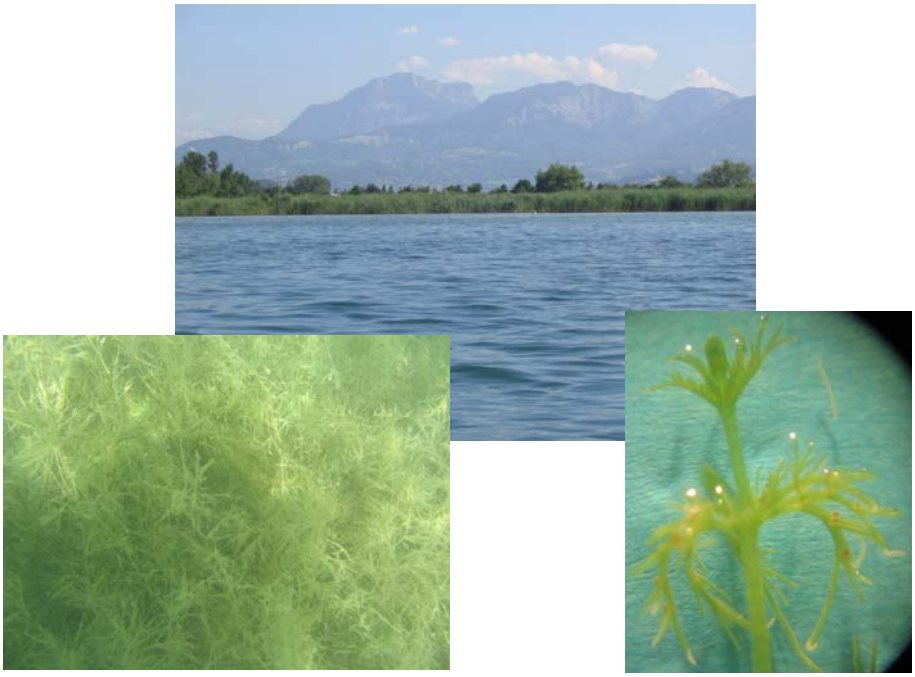
FRANCOIS Adeline Année 2005 - 2006
Rapport de stage de fin d'étude
Master 2 professionnel :
« Applications à la bioévaluation des écosystèmes et à l'expertise de la biodiversité »

Élaboration et test du protocole allégé de suivi des macrophytes du lac du Bourget



Maîtres de stage : André Miquet et Christian Clerc
Tuteur universitaire : Claude Amoros.
Structure d'accueil : Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Savoie

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Introduction 1

1. Le contexte de l'étude 2

1.1. Présentation de la structure d'accueil 2

1.2. Les missions et le déroulement du stage 3

2. Méthodes d'études des macrophytes de plan d'eau 4

2.1. Présentation des lacs 4

2.2. Méthodes d'échantillonnages des macrophytes 6

2.2.1. Méthode d'évaluation de la surface de colonisation des espèces 6

2.2.1.1. Méthode de Lachavanne 6

2.2.1.2. Méthode utilisée par Schmieder K. sur le lac de Constance 8

2.2.2. Les méthodes d'échantillonnage ponctuelles 10

2.2.3. Méthodes d'évaluation de la biomasse 11

2.3. Apports supplémentaires d'une étude de suivi de macrophytes 11

2.3.1. Evaluation de la qualité de la masse d'eau et des rives 12

2.3.2. Localisation d'aires d'hivernage d'oiseaux d'eau et détermination des communautés piscicoles et de macro invertébrés 13

3. Définition et test du protocole de suivi. 14

3.1. Le site d'étude 14

3.1.1. Présentation géographique 14

3.1.2. Statuts de protection et aspects réglementaires 15

3.1.3. Le lac du Bourget au centre de nombreux projets de gestion 16

3.2. Acquisition des savoirs techniques nécessaires 18

3.2.1. Utilisation d'outils cartographiques 18

3.2.2. Formation à la détermination des macrophytes et des charophycées 19

3.3. Définition du protocole allégé de suivi des macrophytes du lac du Bourget 20

3.3.1. Choix du mode de relevé 20

3.3.2. Positionnement des transects 22

3.3.3. Préparation des sorties de terrain 22

3.3.4. Les variables relevées et le matériel utilisé 23

3.3.5. Prélèvement des macrophytes 24

3.3.6. La dimension temporelle du protocole 24
3.4. Phase experimentale du protocole allégé 25
3.4.1. Acquisition de données 25
3.4.2. Résultats 25
3.4.2.1. Les données environnementales 26
3.4.2.2. Mise en évidence de l'hétérogénéité spatiale en 2006 26
3.4.2.3. Mise en évidence de l'hétérogénéité spatiale en 1999 27
3.4.2.4. Mise en évidence de la dynamique temporelle 29
3.4.3. Discussion 29
3.4.3.1. Les paramètres environnementaux 29
3.4.3.2. Mise en évidence de l'hétérogénéité spatiale en 2006 30
3.4.3.3. Mise en évidence de la dynamique temporelle. 31
3.5. Les améliorations possibles du protocole 32
Conclusion. 34
Bibliographie 35
Acronymes 38
Table des figures 39
Table des tableaux 39

Remerciements :

Je souhaite remercier

- Claude Amoros, Professeur de l'Université Claude Bernard Lyon1, pour avoir accepté être mon tuteur universitaire,
- André Miquet pour m'avoir proposé ce stage, et encadré,
- Xavier Gayte, Directeur du Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie (CPNS) et Catherine Strehler Perrin, directrice du Groupe d'étude et de gestion (GEG) de la Grande Cariçaie, sans qui ce stage n'aurait pu avoir lieu,
- l'équipe du CPNS, toujours disponible à rendre service et en particulier :
    - Manuel Bouron, Philippe Freydier et Magali Perrin (stagiaire) du secteur d'étude suivi scientifique, Agnès Lormant, technicienne travaux, et Virginie Bourgoin, chargée de mission édition et animation territoriales pour leur accompagnement et aide précieuse sur le terrain,
    - Marc Insenmann et Béatrice Navette, du secteur SIG – Réseaux pour leurs importants investissements sur le terrain mais aussi pour leur patience concernant toutes les questions de cartographie et d'informatique,
    - Thierry Delahaye, botaniste du Conservatoire botanique national alpins Gap-Charance pour son aide dans la détermination des espèces de macrophytes,
- L'équipe de GEG de la Grande Cariçaie et particulièrement Christian Clerc, mon référant en Suisse, responsable des suivis de la végétation et de la flore,
- Ingeborg Soulie-Marsche, Chargé de recherche CNRS à l'Institut des Sciences de l'Evolution (ISEM) de Montpellier, de s'être déplacée jusqu'en Savoie pour me proposer une formation à la détermination des charophyceés,
- La CCLB et Gérard Paolini pour le prêt du matériel technique,
- les universitaires et gestionnaires de milieux naturels qui ont toujours gracieusement répondu à mes interrogations : Gérard Blake, Professeur à l' Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Chambéry, Alain Dutarte du CEMAGREF de Bordeaux, et Sophie Meylan ingénieure du bureau d'étude ECOTEC Environnement SA,
- Enfin, l'INRA de Thonon, l'université de Savoie et le CISALB pour l'organisation du Colloque « Autour du lac du Bourget » auquel j'ai pu participer.

Introduction

. Le lac du Bourget, plus grand lac naturel de France avec ses 4450 hectares, une profondeur maximale de 145,4 mètres, conserve encore 40 % de rives dite « naturelles ». Elles sont principalement constituées par la rive abrupt occidentale, aussi appelée « Côte sauvage » et par les importantes roselières du sud et du nord du lac. Ces caractères confèrent au lac du Bourget un fort aspect patrimonial puisque plus aucun autre lac subalpin ne possède une telle importance de rives naturelles. Ces dernières ont fortement régressées depuis le développement économique et technologique qui s'est accéléré dans la deuxième moitié du XXème siècle.

Une partie des rives du lac du Bourget est gérée par le Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie (CPNS). En 1999, dans le cadre des études préalables au Contrat de Bassin versant du lac du Bourget, le CPNS a mandaté le bureau d'étude ECOTEC pour réaliser une cartographie complète des macrophytes ou plantes aquatiques. Cette étude couvre la totalité de la beine lacustre. Les macrophytes peuvent être réparties en deux grands groupes : les hélophytes et les hydrophytes. Les premières sont constituées par les plantes aquatiques émergées (roseaux, scirpes,…), alors que les deuxièmes concernent les espèces aquatiques enracinées à feuilles flottantes (nénuphars, potamots,…), celles complètement immergées (myriophylles, naïades,…) et enfin les espèces libres (utriculaires,…).

Actuellement à mis parcours du contrat de Bassin versant du lac du Bourget, le CPNS se doit de continuer le suivi de la végétation aquatique du lac. Cependant, il ne peut pas se permettre d'engager des coûts financiers, humains et temporels aussi important qu'en 1999 pour poursuivre cette étude. C'est pourquoi le CPNS souhaite élaborer un suivi allégé de cette végétation qui soit suffisamment pertinent pour appréhender l'évolution des végétaux et l'état de la zone littorale en faisant appel à un stagiaire. L'élaboration et le test du protocole de suivi allégé des macrophytes du lac du Bourget ont constitué la principale mission de mon stage de master 2 professionnel « Applications de la bioévaluation des écosystèmes et expertise de la biodiversité » à l'Université Claude Bernard de Lyon. Cette étude s'est déroulée du 1 mars au 31 août 2006.

En première partie du rapport, nous présenterons le contexte de l'étude puis nous continuerons en étudiant les différentes méthodes utilisées lors de travaux liés au macrophytes de plan d'eau avant de nous intéresser au sujet central de la mission: la définition et la phase expérimentale du protocole de suivi allégé des macrophytes du lac du Bourget.

1. Le contexte de l'étude

1.1. Présentation de la structure d'accueil

Le CPNS est une association loi 1901 ayant pour mission la gestion et la protection des espaces naturels remarquables de la Savoie ainsi que la sensibilisation pédagogique des actions de conservation de la biodiversité. Il a été créé en 1991 par une volonté commune de l'Etat, des collectivités territoriales et des associations de protection de la nature (principalement le CORA, la FRAPNA.) d'agir à la sauvegarde des milieux patrimoniaux savoyards. Ces actions de gestion sont effectives grâce à la maîtrise foncière, d'usage et a des financements publics.

Le CPNS est formé d'un conseil d'administration (CA) dont est extrait un bureau composé de huit personnes. Le CA est constitué de membres du Conseil Général de la Savoie, de la Préfecture, de la fédération des maires, de la DDAF, d'associations de protection de la nature, des fédérations de chasse et de pêche, de la Chambre d'agriculture et du Parc national de la Vanoise. Les financements proviennent de nombreuses origines comme le montre la figure 1.

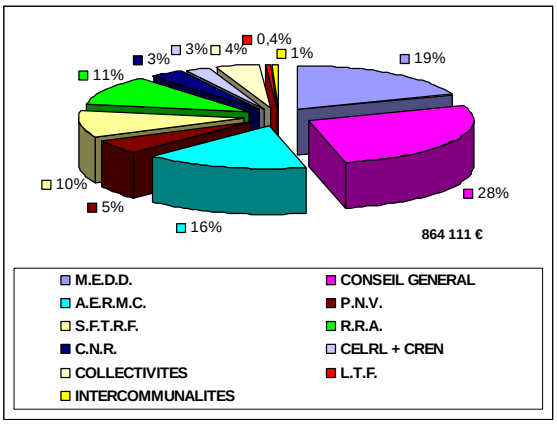


Figure 1 : Origine des financements du CPNS (CPNS, 2006)

Le CPNS, conservatoire départemental est membre de la fédération des conservatoires d'espaces naturels qui regroupe sept conservatoires départementaux et vingt-et-un régionaux. Cette affiliation permet une meilleure gestion des milieux puisque les moyens et méthodes de travail sont mis en commun. Les actions régionales ou nationales sont, par la même occasion, mieux coordonnées. L'Etat se repose en partie sur ces conservatoires pour mettre en place les actions dictées par les textes environnementaux.

Le CPNS est composé de quinze personnes se distribuant selon six secteurs : administration, travaux, communication, SIG-réseaux, foncier et agricole, équipe scientifique.

Actuellement, il gère 52 sites représentant une surface totale de près de 1 400 ha. (CPNS, 2006).

1.2. Les missions et le déroulement du stage

Pour réaliser la principale mission de mon stage, un échange avec le groupe d'étude et de gestion de la Grande Cariçaie à Yverdon-les-Bains en Suisse, a été mis en place afin d'amplifier le partenariat entre les deux structures et bénéficier de nombreux articles concernant les travaux effectués sur les macrophytes. Ce séjour, encadré par Christian Clerc a duré un mois et demi. L'élaboration du protocole s'est effectuée en plusieurs phases. Tout d'abord, un bilan des méthodes utilisées lors d'études des macrophytes a été réalisé aussi bien au niveau bibliographique que par des échanges avec les professionnels. Dans un second temps, un protocole a été rédigé puis relu par différents acteurs : gestionnaires de milieux naturels (Meylan S., Clerc C. et Miquet A.) et d'universitaires (Amoros C., Dutarte A.et Blake G.). Enfin, la période estivale a permis de tester ce protocole sur la zone littorale du lac du Bourget.

D'autre part, l'organisation du colloque « Autour du lac du Bourget » par l'INRA, l'université de Savoie, et le CISALB qui s'est déroulé du 15 au 17 mai 2006, a permis la réalisation d'une synthèse sur l'aspect bioindicateur et patrimonial des macrophytes. Ce travail nécessitait une recherche bibliographique et la rencontre d'un certain nombre d'acteurs du lac afin d'obtenir des informations sur les différentes sources de rejets « illégaux » et les arrivées au lac d'eaux pluviales urbaines. La présentation orale se situe en annexe 1.

Nous allons maintenant aborder les divers travaux effectués sur les macrophytes des lacs subalpins dans le but d'extraire des éléments méthodologiques utiles à la définition d'un protocole sur le lac du Bourget.

2. Méthodes d'études des macrophytes de plan d'eau

Les macrophytes sont relativement bien étudiées en rivière mais peu de données existent en lac. Lorsqu'elles existent, elles sont ponctuelles et rarement sur le long terme.

Tout d'abord, nous présenterons les lacs subalpins sur lesquels des recensements de macrophytes ont déjà été effectués puis nous continuerons sur les diverses méthodes utilisées lors de ces études. Enfin, nous verrons les intérêts supplémentaires qu'apporte l'étude des macrophytes pour un gestionnaire d'espaces naturels.

2.1. Présentation des lacs

Des relevés de macrophytes ont été effectués sur divers lacs subalpins dont sept nous intéressent plus particulièrement : le lac du Bourget, d'Annecy, de Constance, du Léman, de Neuchâtel et ses lacs attenants : Morat et Bienne. Ceux-ci comportent des caractéristiques morphologiques bien différentes qui influencent leur fonctionnement et qui sont présentée dans le tableau 1 (OFEFP, 1994).

Caractéristiques	Lacs						
	Neuchâtel	Bienne	Morat	Léman	Constance	Annecy	Le Bourget
Altitude (m)		429	429,47	372	395	447	231,5
Surface du plan d'eau (ha)	21 790	3 930	2 300	58 230	53 600	2650	4450
Volume (km^3)	13,98	1,183	0,600	89	48,6	1,123	3,6
Profondeur maximum (m)	153	74	46	309,7	254	64,7	145,5
Profondeur moyenne (m)	64,2	30	25	152,7	100	41,5	81
Longueur maximum (km)	38,8	15	9	72,3	63,5	14,6	18
Largeur maximum (km)	8,12	4,2	3	13,8	14,8	3,1	3,4
Bassin versant (km^2)	2 670	8805	400	7974	11487	25100	560
Renouvellement des eaux	8,25	0,16		11		3,8	7

Tableau 1: Caractéristiques morphologiques des lacs présentés

Au début du XXème siècle, les lacs subalpins étaient alimentés par des eaux de montagne pauvres en nutriments. Ils étaient par conséquent peu productifs et avaient le statut de lacs oligotrophes. Cependant, déjà en 1825, des indices d'enrichissement des eaux étaient présents au lac de Morat. Il a subi un sur-développement de la cyanobactérie *Oscillatioria rubescens* appelée plus généralement « Sang des bourguignons » (Lachavanne J.B, 1979). A la fin des années 1960, un phénomène d'eutrophisation accélérée a touché la majorité des lacs subalpins. Celui-ci est la résultante d'apports allochtones provoqués par l'explosion démographique et technologique de la deuxième moitié du XXème siècle (Lachavanne J.B., 1980). A cette époque, les eaux usées se déversaient directement dans les lacs sans traitement préalable (Schmieder K., 1997). L'intensification de l'agriculture apportait des quantités

importantes de nutriments, par lessivage (utilisation accrue d'engrais et de pesticides, arrachage des haies, mécanisation). Quant à l'industrie, elle enrichissait les lacs en nombreux polluants (métaux lourds, …).

Ces actions ont entraîné un enrichissement en nutriments qui ont, entre autres, engendré une prolifération quantitative d'algues, de macrophytes, la disparition des organismes polluo-sensibles et une diminution de la transparence (Lachavanne J.B., 1977, 1979, 1980, 1985). Pour freiner ce phénomène, des mesures de protection des eaux ont été prises.

En Suisse, l'utilisation de station d'épuration dès 1960 a permis le traitement des eaux usées. Leur équipement en déphosphatation en 1972 puis l'interdiction des phosphates dans les lessives en 1986 a renforcé les mesures de protection des eaux. Cette dernière a permis une baisse de 30 % du phosphore dans les affluents et de 40 % dans les effluents des stations d'épuration (OFEFP, 1994). Ces efforts de protection des eaux ont favorisé une amélioration de la qualité trophique des lacs. Cependant, la majorité des lacs sont devenus mésotrophes et n'ont pas retrouvé leur état oligotrophe passé.

Les lacs français du Bourget et d'Annecy n'ont pas échappé à ce phénomène mais les actions de protection des eaux ont été différentes : les raccordements aux stations d'épuration ont été plus tardifs. Pour le lac du Bourget, avant les années 1980, les eaux usées de Chambéry et de ses environs se déversaient directement dans le lac. Entre 1974 et 1979, une galerie sous le tunnel du Chat a été creusée afin de rejeter les eaux traitées des stations d'épuration de Chambéry, d'Aix les Bains et du Bourget du lac directement dans le Rhône. La qualité des eaux du lac s'est alors bien améliorée et le taux de phosphore moyen s'élève aujourd'hui à 24µg/L (Miquet A., 2001). Par la suite, la protection de la qualité des eaux a continué puisque les stations d'épuration se sont équipées peu à peu en déphosphatation depuis les années 1990. Cependant, l'interdiction de phosphates dans les lessives n'est toujours pas effective. En plus du phénomène d'eutrophisation, les rives de ces lacs ont subi des aménagements intensifs : remblais, création de ports et de plages supprimant de nombreuses roselières et grèves inondables. La disparition de la majorité de ces écotones a entrainé une modification des flux entrant aux lacs et diminuer en partie les fonctions d'épuration de l'eau (Perfetta J. et *al*., 1984).

Après cette présentation de l'évolution des lacs, nous allons nous intéresser aux différentes méthodes utilisées pour l'étude des macrophytes

2.2. Méthodes d'échantillonnages des macrophytes

2.2.1. Méthode d'évaluation de la surface de colonisation des espèces

Ces recensements couvrant la totalité des herbiers de la zone étudiée sont les méthodes les plus représentatives de la colonisation des macrophytes puisqu'elles donnent une idée du recouvrement total de la zone. Cependant, elles nécessitent un lourd investissement financier, humain et temporel.

2.2.1.1. Méthode de Lachavanne

Afin de suivre en partie les actions de dépollution sur les populations de macrophytes, des travaux de recherche ont été effectués à la fin des années 1970 par l'équipe de Lachavanne en Suisse. Pour cela, ils ont développé une méthode d'échantillonnage et un indice d'abondance particuliers. Leur étude a porté sur la totalité des lacs suisses. L'analyse des herbiers de macrophytes a pu compléter les analyses physico-chimiques déjà existantes et rendre compte des effets des pollutions sur les zones littorales. Ils ont utilisé cette méthode pour recenser les macrophytes de la totalité des lacs suisses à partir de 1976 (Lachavanne et *al* 1976-1985).

- *L'acquisition de données*

Les données sont recueillies selon les deux phases suivantes (Lachavanne et *al*., 1979, 1982, 1976-1985) :

- une analyse de photographie aérienne au 1:5000ème,
- une étude « in situ » liée à une récolte de données.

La campagne de photographies aériennes s'est faite au mois de juillet pendant la période de claires-eaux lorsque la majorité des macrophytes est développée. L'ensemble des clichés couvre la totalité de la beine lacustre. Ensuite, toutes les zones de végétation sont délimitées sur la photographie aérienne et leur surface S est calculée.

Sur le terrain, les zones de végétation sont explorées afin de vérifier leur limite et de noter leur composition floristique selon plusieurs indices. Cette prospection se fait soit à partir d'un bateau avec un grappin, soit en plongée avec un scaphandre autonome. Ainsi, pour chaque herbier sont relevés :

- A : l'abondance générale de la zone selon cinq indices

0,5	Zone à végétation clairsemée
1	Zone à végétation peu dense
2	Zone à végétation moyennement dense
3	Zone à végétation dense
4	Zone à végétation très dense

- Le nom de chaque espèce
- %rel : le pourcentage relatif de chaque espèce les unes par rapport aux autres dans une zone. Ce pourcentage varie de 5 à 100%.
- des informations concernant la phénologie des plantes, la physico-chimie ou la topographie (profondeur, texture du substrat,…)

➢ *L'analyse des données*

Un indice d'abondance relative X est calculé de la manière suivante :

$$X_{ez} = S \,.\, A \,.\, \%rel$$

Cet indice représente la surface de « recouvrement » de l'espèce e dans la zone de végétation z. Ainsi, il permet de s'affranchir de la densité des zones de végétation et facilite leur comparaison.

Ensuite, différentes classes sont créées pour représenter graphiquement les indices et réaliser des comparaisons inter-lacs ou intra-lacs (Lachavanne J.B., 1976-1985).

➢ *Cartographie des macrophytes du lac du Bourget en 1999*

La méthode de Lachavanne a été utilisée et légèrement modifiée pour l'étude des macrophytes de la zone littorale du lac du Bourget en 1999 (ECOTEC 2000). En effet, pour réaliser la cartographie, le bureau d'étude a pris appui sur la photographie aérienne de l'Institut Géographique National réalisé le 1er juillet 1999 afin de délimiter, sur cette photographie, les zones homogènes correspondant aux peuplements de macrophytes. Les résultats sont scannés, redressés et géoréférencés sous le logiciel « MapInfo ». Ensuite, sur le terrain, la composition floristique, les indices d'abondance, phénologiques et physico-chimiques sont relevés par zone.

Ces informations alphanumériques sont attribuées à chaque entité à l'aide du logiciel « Excel ». Afin d'affiner leur étude et de mettre en évidence l'hétérogénéité de la zone littorale du lac du Bourget, celle-ci a été découpée en dix-huit secteurs représentant chacun un type de végétation particulier.

Les relevés d'indices d'abondance et de pourcentage relatif ont été réalisés selon des

classes différentes de celles proposées par l'équipe de Lachavanne. L'abondance générale de la zone est estimée par trois classes et le pourcentage relatif (%rel) par six (Tableau 2).

Abondance générale (A) :		Pourcentage relatif (%rel) :	
1	végétation peu dense	0	< 5 %,
		1	[5- 20 %[
2	végétation moyennement dense	2	[20- 40 %[
		3	[40- 60 %[
3	végétation dense	4	[60- 80 %[
		5	> 80%

Tableau 2: Classes des indices intermédiaires utilisés par ECOTEC (2000)

➢ *Limites de la méthode*

L'utilisation de cette méthode entraîne quelques difficultés. Tout d'abord, l'indice d'abondance général est attribué sans avoir de référentiel palpable sur le terrain contrairement à un indice de recouvrement dont le référentiel est une surface. Ainsi, pour une même zone l'indice d'abondance générale peut facilement correspondre à des densités différentes d'une année sur l'autre, d'un secteur à l'autre selon le développement de la végétation et selon la personne qui échantillonne. Cet indice paraît donc trop dépendant des conditions de développement, de la saison, de l'observateur, et ne favorise pas une bonne reproductibilité.

De plus, comme le deuxième indice est un pourcentage relatif d'une espèce par rapport aux autres présentes dans l'herbier et non un taux de recouvrement d'une espèce sur une surface, un indice de même classe ne représente pas la même densité de population selon les herbiers. Une comparaison de cet indice ne permet pas de confronter les abondances mais met uniquement en évidence la dominance d'espèces dans les herbiers.

Enfin, il existe un biais méthodologique qui aurait pu être évité. De nombreuses études ont repris l'indice de Lachavanne en changeant les classes d'indices intermédiaires (%rel et A). Lorsque les données brutes ne sont pas fournies, cette attribution empêche toute comparaison statistique précise inter-lacs dont la comparaison du lac du Bourget avec les autres lacs suisses. Seules des comparaisons descriptives peuvent être avancées.

2.2.1.2. Méthode utilisée par Schmieder K. sur le lac de Constance

Ce travail a été réalisé en 1993 dans l'optique de caractériser les peuplements des rives du lac de Constance et d'évaluer les hétérogénéités de qualité trophique (Schmieder K., 1996). Pour cela, Schmieder K. s'est appuyé sur le recouvrement des différents peuplements de macrophytes.

➢ *L'acquisition de données*

La méthode s'appuie toujours sur une photographie aérienne réalisée au 1:5000ème sur

laquelle les herbiers sont délimités sur un transparent puis échantillonnés un par un, en juillet et août, afin de noter les informations qualitatives et quantitatives. Pour cela, les relevés sont réalisés visuellement d'un bateau et complétés par cinq à dix prélèvement en fonction de la superficie de l'herbier. Ces échantillons sont récoltés à l'aide d'un râteau. Pour les grandes profondeurs, la photographie aérienne n'a plus d'utilité et les relevés à vue du bateau sont impossibles à cause du manque de transparence et de la grande épaisseur de la lame d'eau. Ainsi, les relevés sont effectués à partir de prélèvements réalisés tous les 50 mètres le long de transects. D'autres observations peuvent être notées en plongée. L'abondance des espèces est exprimée selon un indice composé de cinq classes :

1 très rare
2 rare
3 commun
4 abondant
5 très abondant

- *Estimation de l'abondance et évaluation du taux en nutriments*

Contrairement à la méthode de Lachavanne, l'étude de Schmieder K., plus récente, introduit les outils d'information géographique. Ceux-ci permettent de dessiner les zones d'herbiers avec des données géoréférencées, de calculer des surfaces et de réaliser des statistiques sommaires (Schmieder K., 1996 et Lehmann A., 1997). Pour l'analyse des données, la totalité de la surface d'étude est découpée par un quadrillage de 500mètres par 500 mètres sur lequel sont superposées les aires de végétation. Chaque carré est ensuite pondéré par la moyenne des abondances des espèces présentes sur celui-ci. Cette moyenne correspond à la somme totale du produit de l'abondance de chaque espèce par la surface de la zone occupée par l'espèce divisé par la somme des surfaces. Les nouveaux résultats sont ensuite résumés selon les cinq classes d'abondance décrite précédemment.

Ensuite, la charge en nutriments des différents secteurs de rives est évaluée en utilisant le Macrophyte index MI (Melzer A., 1988). Celui-ci se base sur l'indice d'eutrophisation IV et l'abondance Q des différentes espèces Si. L'indice d'eutrophisation créé par Melzer est un indice empirique qui se divise en neuf groupes de 1 à 5 avec des demi-niveaux. Le MI est ensuite calculé de la manière suivante :

$$MI = \Sigma (IVS_i \,.\, QS_i) / \Sigma QS_i$$

Les résultats sont séparés en six classes de charge en nutriments allant de très faible à très élevée. Dans le cas du lac de Constance, les espèces diffèrent peu le long de la rive. Le

MI ne montre donc pas de différence selon les aires. C'est pourquoi, Schmieder K. modifie cet indice en multipliant les moyennes des biomasses sèches de chaque classe de végétation par la somme des surfaces de végétation des différentes espèces de la totalité du littoral du lac de Constance.

2.2.2. Les méthodes d'échantillonnage ponctuelles

Ces études, moins lourdes que les précédentes échantillonnent les macrophytes non plus sur des zones mais selon des profils et quadrats

- *Méthode utilisée par Castella-Müller J sur le lac de Neuchâtel (2004)*

Afin d'étudier les communautés d'hydrophytes et leurs relations avec les paramètres environnementaux, Castella-Müller J. (2004) utilise des quadrats de 50 centimètres de côté disposés tous les 5 à 10 mètres sur un transect perpendiculaire au plus grand axe de la place d'étude. Les transects sont placés tous les 10 à 20 mètres. Sur les quadrats, la composition spécifique et l'abondance sont notées. Cette dernière est relevée selon l'indice du taux de recouvrement de la méthode de Braun Blanquet (Tableau 3)

Indice du taux de recouvrement	
1	< 5%
2	]5-25 %]
3	]25-50 %]
4	]50-75 %]
5	> 75 %

Tableau 3: Classes d' indices de la méthode de Braun Blanquet utilisées par Castella-Müller J

- *Méthode proposée par Dutarte A. pour l'étude des plans d'eau (2006)*

A. Dutarte propose un protocole de suivi de macrophytes pour l'évaluation de la qualité des plans d'eau français afin de mettre en application la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (n°2000/60/CE du 23 octobre 2000). La méthode utilise des profils perpendiculaires aux rives et longitudinaux à celles-ci. Les profils perpendiculaires sont disposés selon la méthode géométrique de Jensen qui positionne les transects objectivement en prenant en compte le développement des rives et la surface du plan d'eau. Par cette méthode, les transects sont placés perpendiculairement au plus grand axe du lac. Cependant, comme cette technique génère un grand nombre de transects pour les masses d'eau importantes, un choix ultérieur des transects s'impose en favorisant des types de rives différents. Deux autres transects parallèles, situés à une distance 20 à 50 mètres de part et d'autre, sont aussi mis en place. Sur ces profils, prospectés en largeur sur 2 à 3 mètres et en longueur sur au moins 50 mètres si la pente est faible, trente relevés aléatoires sont effectués au râteau à manche télescopique ou au grappin.

La composition spécifique et l'abondance sont relevées. Cette dernière est exprimée par un indice de recouvrement du râteau allant de 1 (quelques brins recueillis) à 5 (râteau complètement recouvert).

Les relevés de rives, d'une longueur minimale de 100 mètres, s'effectuent à pied en pantalon de pêche et permettent de noter les hydrophytes et les hélophytes qui ne sont pas pris en compte dans les relevés perpendiculaires. L'abondance est exprimée selon un indice de recouvrement au sol de 1 à 5. La profondeur et la qualité du substrat sont aussi indiquées avec un code simple pour ce dernier.

A partir des trois profils, une liste taxonomique et une abondance moyenne de chaque taxon est établie. Cette démarche s'effectue aussi pour le relevé de rive. Deux éléments de référence du site sont alors établis pour chaque type de relevés.

De plus, une attention particulière est portée sur les espèces invasives. Même si aucun cas n'est recensé, une recherche de ces dernières devra être réalisée en particulier dans les ports et haltes nautiques favorables à leur installation.

2.2.3. Méthodes d'évaluation de la biomasse

Afin d'évaluer le taux et la période de sénescence des charophytes, l'équipe de Schmieder K. (2006) relève la biomasse. Elle a disposé des cages sur un tapis dense de charophycées pour éviter le broutage des oiseaux puis les a coupées et stockées immédiatement dans un sac plastique perforé. L'eau est éliminée de l'échantillon grâce à une centrifugeuse à main avant d'être pesé sur le bateau. Le poids frais est ainsi déterminé. Au laboratoire, les échantillons sont séchés 48 heures dans un incubateur à 85°C puis pesés pour obtenir le poids sec.

Lehmann A. a aussi utilisé ce facteur en 1997 pour étudier la dynamique des macrophytes. Il dispose un quadrat métallique de 0,25m² dans une communauté homogène. Toutes les plantes sont collectées, nettoyées, pesées avant puis après séchage. Celui-ci s'effectue à 105°C pendant 25 heures. Par zone, ce processus est répété trois fois puis la moyenne est exprimée en mètre-carrés. Ce paramètre peut cependant être résumé par une estimation de la densité puisque la biomasse et la densité suivent une relation linéaire à la fin du mois de juin, pendant la période de croissance maximale (Lehmann A., 1997).

2.3. Apports supplémentaires d'une étude de suivi de macrophytes

Ce compartiment en interaction étroite avec les paramètres environnementaux et les autres compartiments lacustres renseigne entre autres sur la qualité de l'eau. De plus, Les études de macrophytes peuvent facilement être reliées à d'autres travaux concernant les

oiseaux, les poissons et les macro-invertébrés, afin d'optimiser les périodes d'échantillonnages sur le terrain.

2.3.1. Evaluation de la qualité de la masse d'eau et des rives.

La première application des macrophytes concerne la caractérisation de la qualité du milieu et la mise en évidence de changements les plus précoces possibles : ce sont des bioindicateurs. En effet, ils sont intégrateurs des différentes contraintes de l'environnement (courant, substances nutritives, autres paramètres physico-chimiques), des variations temporelles et spatiales (Castella-Müller J., 2004). Ces espèces sont des producteurs primaires et ont généralement un système racinaire peu développé dont la fonction principale est l'ancrage. Ainsi, elles entretiennent une faible relation avec le substrat et assimilent directement les nutriments dissous dans l'eau par nutrition foliaire. Cette particularité leur permet de refléter de façon précise la qualité trophique de l'eau (Meylan S., 2004).

Le principal facteur limitant de croissance des macrophytes est l'ion ortho-phosphate (forme biodisponible du phosphate). Sa concentration explique la présence de végétaux eutrophes. Le nitrate, lui, agit de deux manières, soit par toxicité en fonctionnant comme facteur limitant pour les taxons ne tolérant pas les grandes quantités soit en stimulant le développement de macrophytes ammoniophyles comme *Potamogeton pectinatus* et *Elodea nuttallii* (Meylan S., 2004). Par conséquent, les espèces nitrophiles sont indicatrices d'une richesse de l'eau en nitrate (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*) et les espèces sensibles, indicatrices d'une très faible richesse nutritive (la majorité des espèces de charophycées).

Cependant, il existe de nombreuses espèces tolérantes à une grande gamme de variation de facteurs environnementaux. Ce sont des espèces euryèces qui ont une faible qualité indicatrice (Meylan S., 2004). Les macrophytes euryèces font souvent preuve d'une grande plasticité phénotypique leur permettant de s'adapter aux changements environnementaux (Castella-Müller J., 2004). De plus, d'autres facteurs déterminent leur distribution. D'après Lehmann (1997), la bathymétrie, comprenant l'atténuation de la lumière et l'effet des vagues à faible profondeur, explique prioritairement la répartition des macrophytes. Ensuite, l'intensité du courant, la qualité des eaux et en dernier lieu, le type du substrat seraient aussi à l'origine de leur distribution. Il est donc important de raisonner en communautés d'espèces et non en présence-absence d'espèces (Castella-Müller J., 2004).

Ainsi, les communautés végétales sont capables de révéler des pollutions chroniques contrairement aux indices physico-chimiques. L'étude des macrophytes présente aussi

l'avantage d'être plus facilement réalisable que les autres indices biotiques (IBGN, IBD) car beaucoup d'espèces sont reconnaissables à l'œil nu. Sur le terrain, l'analyse des communautés macrophytiques donne une première vision de la qualité des rives et peut orienter les autres analyses. Un indice macrophytique est alors un bon complément aux indices physico-chimiques (Meylan S., 2004)

2.3.2. Localisation d'aires d'hivernage d'oiseaux d'eau et détermination des communautés piscicoles et de macro invertébrés

Depuis l'amélioration de la qualité des eaux des lacs subalpins, les herbiers de charophycées ont explosés et semblent avoir permis le développement des populations d'oiseaux herbivores tels que la Foulque macroule (*Fulica atra)*, le Fuligule milouin (*Aythya ferina*). L'apport le plus remarquable est celui de l'apparition de la Nette rousse (*Netta rufina)* qui s'est installée sur les lacs subalpins depuis cette période. Les effectifs sont passés de 1 à 3417 sur le lac de Neuchâtel dans les années 1990 (Antonniozza M., Keller V, 2001). Les herbiers de charophycées, persistants l'hiver, formeraient une ressource alimentaire importante pour les espèces herbivores. D'après Lecqoq A. (1995), la distribution en période d'hivernage des Nettes rousses correspond à celle des herbiers les plus denses de *Chara vulgaris*. Il existerait donc une relation étroite entre les herbiers de charophycées et la répartition des Nettes rousses. L'étude des macrophytes d'un lac apporterait alors des renseignements préliminaires pour une étude sur la Nette rousse.

Les macrophytes constituent aussi un habitat et une source de nourriture pour les poissons et macro-invertébrés. Pour les poissons, ils forment, en outre, un site de reproduction, d'abris, de croissance des juvéniles (Miquet A., 2001). Lors des prélèvements de charophycées, de nombreux poissons et macro-invertébrés se retrouvent dans les échantillons. Il devient alors intéressant d'en profiter pour réaliser un inventaire de ces deux compartiments, comme l'a réalisé Schmieder K. en 2006.

L'étude des macrophytes détient donc de nombreux intérêts aussi bien dans la bioindication des qualités trophiques et structurales des rives d'un lac que dans les différentes études qui peuvent s'en décliner. De plus, leur caractère visible et facilement déterminable en facilite l'étude. C'est pourquoi il est important de développer l'étude de ce compartiment.

En s'inspirant des différentes méthodes d'inventaires des macrophytes présentées, un protocole allégé de suivi des macrophytes du lac du Bourget est élaboré. Sa définition et son expérimentation constitue le thème de la troisième partie.

3. Définition et test du protocole de suivi.

Dans cette troisième partie, quatre thèmes seront abordées. Tout d'abord, le site d'étude sera défini et les acquis nécessaires à l'étude seront présentés. Puis le protocole de suivi allégé des macrophytes du lac du Bourget sera développé et enfin la phase expérimentale fera l'objet de la dernière partie.

3.1. Le site d'étude

Dans ce paragraphe, les aspects géographiques, réglementaires, et de gestion du lac du Bourget sont présentés.

3.1.1. Présentation géographique

Le lac du Bourget est enclavé entre le Mont du Chat à l'ouest et celui de la Chambotte à l'est comme le montre la figure 2.

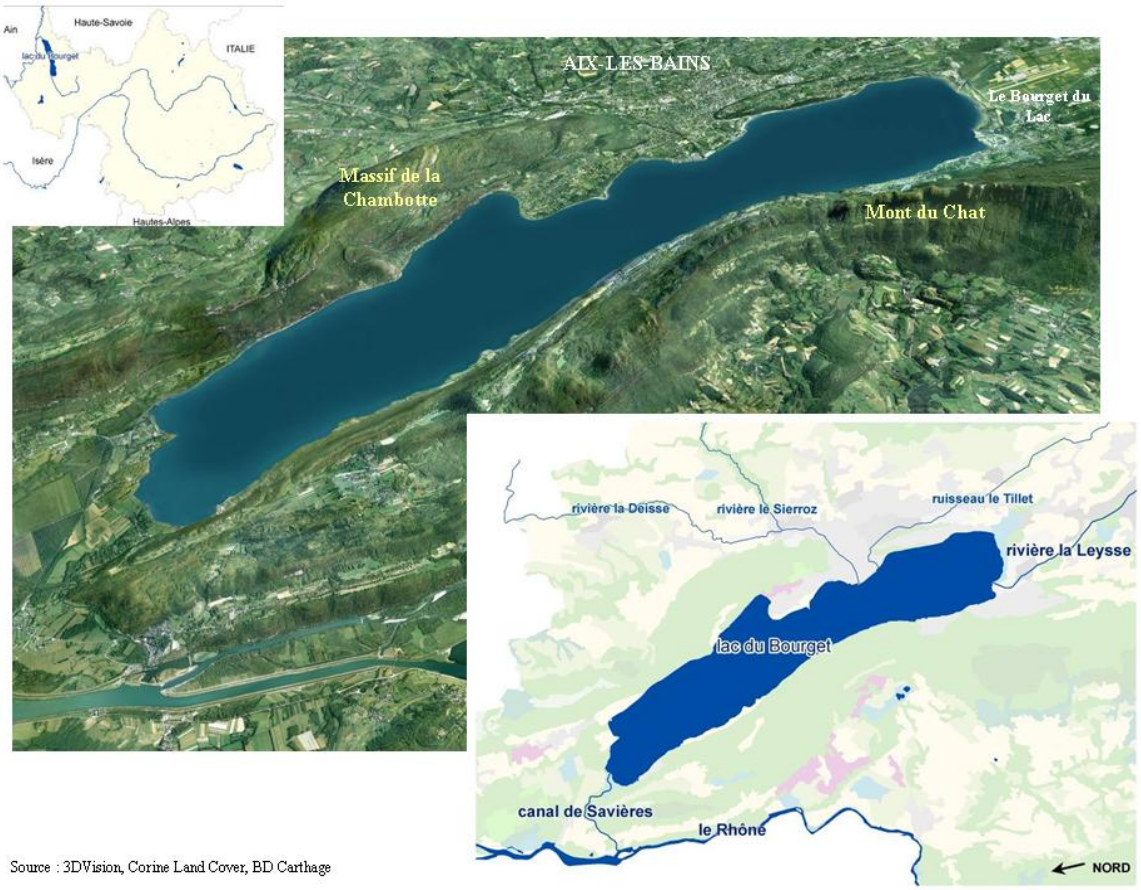


Figure 2 : Présentation de la situation géographique du lac du Bourget

Cette configuration allongée favorise la bise et la formation de vagues sur la rive sud pouvant atteindre plus d'un mètre de hauteur (Miquet A., 2001). Bien que ce lac conserve encore 40 % de rives naturelles (ECOTEC, 2000), sa zone littorale orientale est riveraine de

l'agglomération d'Aix-les-Bains, de la nationale RN 201 et de la voie ferrée. Trois affluents se déversent dans le lac : la Leysse, le Tillet et le Sierroz. Ces rivières ont toutes une qualité biologique médiocre provenant de pollutions chroniques (pesticides, solvants, hydrocarbures,…) et de l'artificialisation de leur lit (CISALB, 2002). Ce lac est relié au Rhône par le canal de Savières qui constitue son exutoire.

Lors des crues du Rhône, le courant change de sens et le lac est enrichi par les sédiments et l'eau du Rhône. Cet événement arrivait naturellement en moyenne deux mois en hiver et permettait un marnage important avec des périodes de basses eaux en automne et de hautes eaux en été ainsi qu'une dynamique des sédiments. Cependant, depuis 1982, la CNR a installé des barrages hydroélectriques sur le Haut Rhône qui régulent les eaux du lac du Bourget. Maintenant, cette inversion de courant ne prend place que quelques jours par an pour que le lac du Bourget joue le rôle de bassin d'écrêtement des crues du Rhône. Le niveau de l'eau étant contrôlé, les périodes de basses et hautes eaux ne correspondent plus aux périodes naturelles. En effet, le changement de niveau répond d'avantage aux enjeux de la prévention des risques, économiques et touristiques qu'aux enjeux naturels. Ainsi la période de basses eaux a lieu en hiver pour maximiser le volume du bassin d'écrêtement et la période de hautes eaux en été afin de favoriser le nautisme. Cette régulation a eu pour principale conséquence la suppression de l'étiage d'automne et la diminution du marnage. Ces modifications se répercutent sur les dynamiques des populations de la flore et de la faune. Nous pouvons prendre l'exemple des roselières aquatiques qui se retrouvent exondées pendant leur période de végétation et en partie immergées pendant la saison de germination. Ainsi elles ne peuvent plus se régénérer (Miquet A., 2001). En effet, pour germer puis pour étendre leurs rhizomes, les roselières doivent se retrouver une partie de l'année sur un sol exondé (Sinnassamy J.M, Mauchamp A., 2001). Cette régulation est la première cause de régression des roselières aquatiques. En cinquante ans, les roselières du lac du Bourget ont perdu près de 60 % de leur surface (Miquet A., 2001).

3.1.2. Statuts de protection et aspects réglementaires

Le lac du Bourget bénéficie de plusieurs statuts de protection. L'ensemble du rivage est protégé par la loi littoral, il compte quatre ZNIEFF de type 1 et est inscrit en site Natura 2000 depuis 2004, aussi bien au titre de la directive Oiseaux (79/409/CEE du 2 avril 1979) en raison d'espèces telles que le Blongios nain (*Ixobrychus minutus)*, le Gorge bleue (*Luscinia svecica)*, le Harle bièvre (*Mergus merganser)*, que de la directive Habitats (92/43/CEE du 12 juin 1992) pour la présence d'herbiers à grands potamots et d'espèces comme le castor

(*Castor fiber)*, la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii)* et le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata.)*.. Depuis 2003, il bénéfice du statut international de site RAMSAR. Seule une petite partie du sud du lac est protégé de façon plus intensive par un arrêté préfectoral de biotope APPB. Cet APPB représente seulement 0,1 % de la surface totale du lac. Le partie lacustre de cette zone est interdite à la navigation, et est en réserve de pêche et de chasse. La partie terrestre n'est pas ouverte au public (Miquet A., 2001).

La zone littorale a trois statuts fonciers différents : la côte 232,27 mètres délimite le domaine public lacustre (DPL) géré par la DDE, puis le domaine privé de l'Etat se situe entre le DPL et les zones cadastrées en cas d'alluvionnement, d'atterrissement ou de remblais et enfin se trouve le domaine privé (zone cadastrée). Le domaine privé de l'Etat doit devenir propriété des collectivités locales ou du Conservatoire du littoral et des rivages lacustres (CELRL) selon les enjeux touristiques ou écologiques. Quant au domaine privé, le plan de gestion du lac du Bourget (Miquet A., 2001) l'englobe dans les zones à enjeux forts. Le CPNS gère les sites du CELRL grâce à un partenariat entre les deux structures.

3.1.3. Le lac du Bourget au centre de nombreux projets de gestion

Le lac du Bourget est au centre d'un projet de développement touristique durable porté par le Conseil Général de la Savoie qui se doit aussi de sauvegarder et de valoriser la diversité biologique et paysagère du Pays du Lac : le projet « Grand Lac » (Miquet A., 2001). Les actions de gestion et de suivi des milieux naturels du lac sont principalement financées par le Contrat de Bassin versant du lac du Bourget pendant les cinq ans de son application (2002-2007). En effet, l'un des principaux objectifs est de restaurer la biodiversité des écosystèmes aquatiques. Ainsi, il prévoit des actions d'évaluation de la qualité des hydrosystèmes, de préservation et de restauration des zones humides et des roselières aquatiques. Pour ces dernières, au moins trois hectares doivent êtres restaurés. Les roselières prioritaires (Figure 3) sont celles de Cul du Bois dans la baie de Châtillon, de la baie de Mémard, de la Rive du Poète et celle du sud du lac (CISALB, 2002).

Figure 3 : Situation géographique des sites prioritaires de restauration de roselières

La restauration des roselières du sud du lac a eu lieu en 2001(ECOTEC, 2003) dans le cadre du programme « LIFE Nature Lac du Bourget ». Des massifs de roseaux ont étés plantés et protégés par des grillages et des actions de protections anti-houle ont eu lieu. Celles-ci ont consisté en la construction, face aux rives, d'îlots et de fascines (barrage contre les vagues constitué de branches de saules maintenues entre des pieux de marronniers). Les roselières de la Rive du Poète seront restaurées en novembre 2006 avec de nouvelles méthodes de génie écologique (CPNS, 2004). Pour évaluer la qualité des actions, des opérations de suivi des milieux, des roselières et des herbiers aquatiques sont considérées comme prioritaires. Ainsi, une autre campagne de cartographie des macrophytes de la totalité des rives est prévue pour 2009 selon la même méthode qu'en 1999. Ces actions, sous la maîtrise d'ouvrage du CPNS sont financées par le MEDD, la Région Rhône Alpes le département de la Savoie (Miquet A., 2001).

Afin de suivre l'évolution du Contrat de Bassin versant du lac du Bourget et communiquer avec les élus, un tableau de bord du lac a été crée par le CISALB. Celui-ci est basé sur le suivi de plusieurs facteurs divisés en 5 classes codées par des couleurs : vert pour le très bon état et rouge pour le mauvais. L'objectif d'ici 2009 est d'amener le curseur de chaque facteur dans le vert. Ceux-ci regroupent à la fois des paramètres physico-chimiques (nitrates, phosphates...) ainsi que biologiques (diatomées, populations piscicoles,…) parmi

lesquels figurent les macrophytes. Ce tableau de bord est aussi une première étape pour la mise en place de la Directive Cadre Européenne Loi sur l'Eau. Celle-ci impose d'atteindre le bon état écologique et chimique ou potentiel pour les masses d'eau fortement modifiées d'ici 2015. La transposition en droit français prévoit d'évaluer le bon état écologique des plans d'eau, de constituer un référentiel pour chaque type de masses d'eau et de définir les méthodes utilisées avant 2007. L'état écologique, évalué grâce aux paramètres biologiques et physico-chimiques est décliné en cinq classes allant de très bon à mauvais. Le bon état est atteint lorsque les états physico-chimiques et biologiques sont considérés comme bon. Afin d'évaluer l'état écologique, deux paramètres biologiques (faune et flore) doivent être utilisés. Cependant sur les plans d'eau, aucun indice normalisé n'existe et peu de données de milieux sont disponibles. C'est pourquoi un travail important doit être fait pour définir le bon état écologique et mettre au point des méthodes d'évaluation. Pour l'instant, la priorité est donnée à un indice phytoplanctonique (circulaire DCE 2005/12) mais il est tout de même dommage de réduire l'information au phytoplancton sachant que celui-ci ne prend pas en compte la qualité littorale. De plus, la DCE a aussi pour objectif d'atteindre le bon état géomorphologique, traduit principalement pour le lac du Bourget par la dynamique des niveaux d'eaux. Celle-ci est reflétée par l'évolution des roselières. Pour ces raisons, un indice se rapportant aux macrophytes peut être défini afin d'avoir une évaluation fiable de la zone littorale. Celui-ci, ainsi que la méthode d'échantillonnage, sont actuellement en cours d'élaboration par l'équipe de l'Unité de Recherche Réseaux, épuration et qualité des eaux du Cemagref de Bordeaux.

Après cette présentation détaillée du lac du Bourget, nous traiterons les pré-requis nécessaire à l'élaboration du protocole.

3.2. Acquisition des savoirs techniques nécessaires

L'étude des macrophytes du lac du Bourget nécessite des connaissances préalables comme l'utilisation d'outils cartographiques et la détermination des espèces de macrophytes. Les outils cartographiques ont aussi été utilisés pour la présentation orale du colloque.

3.2.1. Utilisation d'outils cartographiques

Suite à l'étude sur les macrophytes de 1999, ECOTEC a rendu, en plus du rapport de synthèse, une table contenant les résultats bruts. Afin de s'imprégner de leurs résultats, le logiciel MapInfo a été utilisé pour effectuer des requêtes et réaliser des cartes.

Dans un deuxième temps, la présentation du colloque a aussi demandé la réalisation de cartes mais celles-ci ont été créées au GEG en Suisse grâce au logiciel Arcview.

Enfin, afin de mettre en place et tester le protocole, de nouvelles tables ont été conçues sous MapInfo qui définissent les transects et les points d'échantillonnage. De plus, les lignes de rives et les zones à étudier ont été numérisées.

3.2.2. Formation à la détermination des macrophytes et des charophycées.

Afin de tester le protocole, la détermination des macrophytes des zones échantillonnées est nécessaire. Cette période de formation s'est essentiellement déroulée au mois de juin. Plusieurs sorties ont été organisées afin de récupérer un maximum d'espèces dont les charophycées. Les plantes sont ramenées au conservatoire pour être déterminées à l'aide des ouvrages suivants pour les plantes supérieures :

- Aeschiman D., Burdet M. H., 1989, Flore de la Suisse et des territoires limitrophes, le nouveau binz, Ed Griffon Neuchâtel.
- Lauber K., Wagner G., 1998, Flora Helvetica, Flore illustrée de Suisse, Ed. Belin.
- Preston C.D., 1995, Pondweeds of Great Britain and Ireland, Ed BSBI Hanbook, N°8.

Ces déterminations ont été vérifiées par le botaniste du Conservatoire botanique national alpin Gap Charance : Thierry Delahaye.

Concernant les charophycées, Marsche-Soulie I., chargé de recherche CNRS à l'Institut des Sciences de l'Evolution (ISEM) de Montpellier sur les charophycées fossiles, s'est déplacée trois jours en Savoie pour me former à la détermination de cette famille. Celle-ci s'est effectuée sous la loupe binoculaire au grossissement 20 fois. Les ouvrages de détermination suivant ont été utilisé :

- Krause W., 1997, SüBwasserflora von Mitteleuropa, Charales (Charophyceae), Ed. Fisher.
- Corillion, R., 1957, Les charophycées de France et d'Europe Occidentale, Bulletin de la société scientifique de Bretagne, Fascicule Hors Série n° 1.

Suite à cette première phase d'étude, deux nouvelles espèces ont pu être trouvées : *Tolypella glomerata* et *Chara aspera*.

Les différentes espèces de plantes supérieures ainsi que les grandes charophycées (*Chara globularis*, *Chara vulgaris* et *Nitellopsis obtusa*) sont ensuite séchées et mises en herbier. Toutes les charophycées sont aussi placées dans de l'alcool à 70% afin de réaliser une collection de référence pour les années à venir. Les nouvelles espèces de charophycées rencontrées lors de la phase test sont envoyées à Marsche-Soulie I. pour une vérification de

leur identification.

Nous allons maintenant développer l'élaboration du protocole allégé de suivi des macrophytes du lac du Bourget.

3.3. Définition du protocole allégé de suivi des macrophytes du lac du Bourget

Ce protocole a pour objectif d'évaluer l'évolution de la qualité générale des zones littorales du lac du Bourget à travers l'examen des communautés de macrophytes à intervalles de temps courts. Ce dernier ne prend pas en compte la totalité des rives du lac. Des données qualitatives, quantitatives, biologiques et physico-chimiques sont relevées selon deux modes d'échantillonnage : un relevé de la beine lacustre (perpendiculaire à la rive) et un relevé de la végétation des rives. L'élaboration de cette méthode est effectuée à partir de la bibliographie, d'échanges avec Dutartre A. et Amoros C. et des travaux effectués en 1999 par le bureau d'étude ECOTEC ; l'ensemble étant complété par des observations de terrain.

3.3.1. Choix du mode de relevé.

La morphologie « allongée » du lac du Bourget, ses fortes différences de configuration de rives et de végétation ne pouvaient pas faire l'objet d'une méthodologie dite objective comme la méthode de Jensen que propose Dutarte A. pour le suivi des communautés de macrophytes des plans d'eau. En effet, la méthode de Jensen ne positionne aucun transect sur les rives nord et sud qui constituent pourtant les plus grandes surfaces de beine lacustre. De plus, la partie occidentale des rives n'est végétalisée que sur une très faible surface puisque les montagnes plongent dans le lac. (Figure 4)

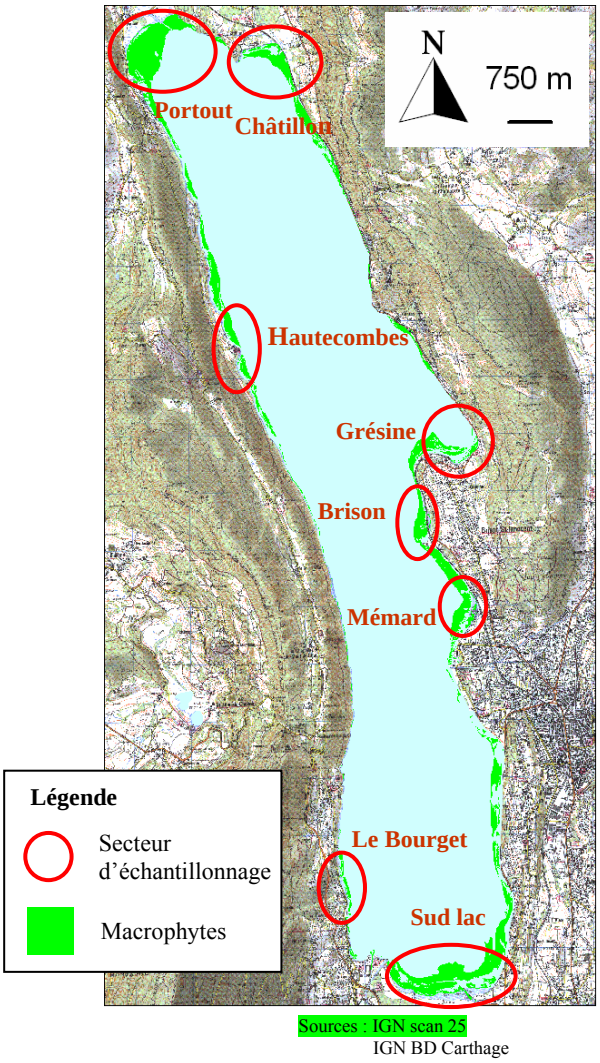


Figure 4 : Localisation des huit zones d'échantillonnage.

En revanche, le nord, le sud et la majorité de la rive orientale du lac (hormis entre Brison et Châtillon) sont concernées par de grandes surfaces de végétation. Cette dernière est plus soumise aux pressions anthropiques puisqu'elle est riveraine d'agglomérations. La surface végétalisée des bords abrupts du lac est alors moins sensible. De part ces deux particularités, plus de relevés sur la partie est que sur la partie ouest ont été effectués. La figure 4 représente les huit zones de relevé.

L'importance de la largeur de la beine lacustre, s'étendant au maximum jusqu'à sept cent cinquante mètres au sud du lac (ECOTEC, 2000), amène à effectuer les relevés selon des points de contacts positionnés sur des transects perpendiculaires à la rive. Cela est d'autant plus nécessaire qu'une observation visuelle est impossible puisque la végétation devient moins perceptible. Les relevés sont donc à la fois visuels et échantillonnés à l'aide d'un grappin. La comparaison des deux méthodes de relevé de la densité générale par un test non paramétrique de Wilcoxon, permet de trouver une probabilité critique de 0,05588 et donc de ne pas rejeter

l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes sur des données appariées au risque de 5%. Ce résultat est à prendre avec beaucoup de précaution puisque la probabilité critique est légèrement au dessus du seuil. En revanche, cette même comparaison réalisée pour l'ensemble des prélèvements de potamots nous conduit à une probabilité critique de 0,6903. Dans ce cas, les prélèvements au râteau et à vue donnent les mêmes résultats. Par contre, concernant les characées, une seule observation des données suffit et montre que les prélèvements au râteau sont indispensables pour déterminer la densité de ces espèces. En effet, comme celles-ci forment fréquemment des tapis denses de végétation et se confondent avec le fond à partir d'une certaine profondeur, ou se développent sous les grands herbiers de potamots, elles deviennent difficilement visibles. Le détail de ces tests est situé en annexe 2. C'est pourquoi, même si les relevés sont effectués au grappin, il est intéressant d'utiliser les informations visuelles lorsqu'elles sont disponibles et de noter le type de mode de relevé pour chaque échantillon.

Afin d'évaluer la qualité des rives en bordure de roselières et de tenir compte de la diversité des hélophytes, un deuxième transect d'environ cent mètres est positionné le long de la rive, perpendiculaire au premier qui lui sert de médiatrice. Ce relevé est seulement effectué lorsque la végétation riveraine est présente (hélophytes).

3.3.2. Positionnement des transects

Le choix initial du positionnement des transects s'effectue à partir de la cartographie de la végétation du lac du Bourget de 1999. Ainsi, de deux à sept transects sont définis dans chaque zone où la végétation est la plus abondante. Ils sont positionnés perpendiculairement à la rive de façon à traverser le maximum d'herbiers différents. Les points de contacts sont positionnés tous les vingt mètres. L'espace entre les points d'échantillonnage a été choisi en tenant compte du degré de précision du GPS de plus ou moins quatre mètres, du lancer de grappin et de la légère dérive de la barque.

Le relevé longitudinal s'effectue à vue, en suivant les berges. En effet, à faible profondeur, la visibilité est suffisante et permet de relever la composition floristique des herbiers présents.

3.3.3. Préparation des sorties de terrain

Les coordonnées de chaque point de contact et les extrémités des transects longitudinaux ainsi que le point d'intersection avec le transect perpendiculaire sont positionnés à l'aide du logiciel MapInfo puis transférés au GPS. Sur le terrain, des prélèvements au-delà du dernier point de contact, côté large, sont effectués et géoréférencés

avec le GPS pour repérer la limite de végétation. L'annexe 3 présente la position des transects et des points de contact de chaque zone échantillonnée. Pour les années suivantes, les transects et points de relevé devront être les mêmes de façon à ce qu'une comparaison puisse être établie.

Bien qu'aucun transect ne soit placé sur la rive rocheuse occidentale, en raison de la trop faible superficie de la beine, celle-ci est quand même prospectée rapidement en bateau pour en vérifier la composition floristique.

3.3.4. Les variables relevées et le matériel utilisé

- les variables physico-chimiques sont :
  - la température au fond de l'eau en ° C
  - la profondeur en mètres
  - la transparence de l'eau en mètres
- Les variables biologiques sont :
  - la composition floristique : phanérogames, bryophytes et charophycées.
  - le taux de recouvrement au sol de chaque espèce dans l'herbier selon les cinq classes d'indice de recouvrement de Braun Blanquet.

La notion d'abondance relative n'est pas relevée de la même façon qu'ECOTEC. Ce bureau d'étude utilise l'indice d'abondance de Lachavanne définit précédemment (cf.2.2.1.1, Cartographie des macrophytes du lac du Bourget en 1999). Celui-ci étant difficilement visible sur le terrain, cette méthode peu reproductible n'a pas été retenue. Ainsi, aucune comparaison quantitative ne sera établie entre la végétation de 1999 et celle de 2006.

Des observations complémentaires sont notées concernant, par exemple, le type de substrat, la présence d'algues filamenteuses et le degré de développement des plantes (taille, fructification…). Une fiche de prélèvement est présentée en annexe 4.

- Le matériel nécessaire :
  - un GPS (GarminGPSMAP 60CSx)
  - un thermomètre - avec un fil de 10m (matériels CCLB)
  - un bathyscope
  - un grappin artisanal constitué de 2 râteaux de jardinier accrochés tête-bêche et lestés avec du plomb. La corde de celui-ci est métrée tous les 10 cm.
  - un disque de *Secchi* modifié (moins grand et moins blanc) afin de comparer les transparences et la qualité visuelle entre les sites

- une loupe de terrain,
- des bassines, seaux, sacs de congélations et bocaux pour la récolte des macrophytes,
- une loupe binoculaire pour la détermination des characées,
- une barque munie d'un moteur.

3.3.5. Prélèvement des macrophytes

La barque est dirigée sur les coordonnées de chaque point de contact à l'aide du GPS. Le thermomètre est immédiatement plongé dans l'eau pour qu'il ait le temps de se stabiliser. La transparence est relevée avant que l'eau ne soit troublée par le grappin. Une observation visuelle à l'aide du bathyscope est effectuée pour déterminer les taux de recouvrement des espèces facilement reconnaissables à vue. Le grappin est ensuite lancé. La composition floristique et le taux de recouvrement sont vérifiés ou notés lorsque la visibilité est nulle. La végétation non identifiable sur le terrain (charophycées, bryophytes et nouvelles espèces rencontrées) est récoltée dans des sachets plastiques ou bocaux de transport pour être identifiée. La profondeur, la température au fond sont ensuite notées. Ces relevés sont obligatoirement réalisés à deux personnes. En effet, pendant que l'une prélève, l'autre maintient à la rame la barque sur le point de prélèvement pour lutter contre la dérive.

Pour les relevés longitudinaux, les relevés de profondeur sont effectués sur les points renseignés par le GPS. Le transect est suivi en canoë lorsque la profondeur est trop importante ou à pied dans le cas contraire. Tous les herbiers rencontrés sont échantillonnés en relevant les mêmes variables biologiques.

3.3.6. La dimension temporelle du protocole

La meilleure période de prélèvement correspond au moment où la végétation aquatique est la plus développée et la transparence de l'eau encore importante. C'est pourquoi le mois de juillet parait le mieux adapté.

Il faut compter une journée pour effectuer les prélèvements sur chaque zone sauf pour la baie de Portout et le sud du lac. Ces deux sites étant plus important, il nécéssitent respectivement deux et trois jours de prospection. A ces onzes jours de terrain il faut ajouter le temps imparti à la détermination des charophycées au laboratoire, soit une journée par site. Cette identification doit intervenir au plus tard deux jours après le prélèvement pour problème de conservation des charophycées. La reconduction de cette étude chaque année serait raisonnable.

3.4. Phase experimentale du protocole allégé

3.4.1. Acquisition de données

Les trois cent cinquante six points de contacts ont été relevés en dix jours entre le 30 juin et le 8 août. Cette période de relevés était entrecoupée par des jours de détermination. L'acquisition de données sur le terrain s'est effectuée avec les différents chargés d'études et de missions du CPNS.

Les aléas climatiques (vent, pluie) ont annulé un jour de terrain de la beine lacustre et trois de relevés de rive. Les dates de relevés et de détermination sont situées en annexe 5. Les relevés de rive n'ont pas encore tous été réalisés à la rédaction de ce rapport. Comme certains relevés du sud du lac se situent dans l'Arrêté préfectoral de protection de biotope et que la période d'échantillonnage coïncide avec celle de reproduction des oiseaux d'eaux, les relevés entre la rive et les fascines ou la rive et les îlots n'ont pas été effectués au mois de juillet afin d'éviter le dérangement des nichées d'oiseaux. Ces relevés seront réalisés fin août où le dérangement sur ces espèces sera minimal. D'autre part, certains points de contact sont situés au cœur de la roselière lacustre qui est difficilement pénétrable. Afin de minimiser les impacts sur ces habitats fragiles, l'abondance est notée à partir de la photographie aérienne au 1/2000ème effectuée le mardi 20 juin 2006.

De plus, une nouvelle espèce de charophycées à été trouvée en de nombreux secteurs : *Chara contraria* Cette espèce ressemble énormément à *Chara vulgaris* et nécessite obligatoirement une identification à la loupe binoculaire. Devant l'abondance des échantillons, une étude plus fine n'était pas réalisable dans les temps imposés, c'est pourquoi, *Chara contraria* a été recensée sous la mention de *Chara gr. vulgaris.*

De même, une détermination plus fine des potamots a été effectuée. Ainsi, l'espèce recensée par ECOTEC sous *Potamogeton gr. pusillus* correspond en 2006 à *Potamogeton berchtoldii*. En effet, aucun *Potamogeton pusillus* n'est connu à ce jour dans le lac du Bourget.

3.4.2. Résultats

Cette analyse de données s'effectue à partir de la totalité des relevés de la beine lacustre effectués jusqu'à la rédaction du rapport. Une analyse globale sera effectuée plus tardivement. Les relevés étant réalisés selon des transects et non aléatoirement, la dépendance des points rend impossible une analyse multivariée. Pour cette raison, une simple analyse descriptive est réalisée pour mettre en évidence l'hétérogénéité spatiale et la dynamique temporelle des

peuplements de macrophytes. Les tableaux de résultats bruts, qui ont permis l'analyse des données, sont placés en annexe 6.

3.4.2.1. Les données environnementales

D'après le tableau 4, une grande transparence est constatée sur la majorité des secteurs du lac

Secteur	Transparence (m)
Sud du lac	4
Mémard	7
Brison	7
Baie de Grésine	7,5
Baie de Châtillon	5
Baie de Portout	3
Hautecombes	>5
Le Bourget	>6

Tableau 4 : Transparence moyenne des différents secteurs échantillonnés

. Les secteurs du sud du lac et de la baie de Portout présentent les transparences moyennes les plus faibles.

3.4.2.2. Mise en évidence de l'hétérogénéité spatiale en 2006

Après avoir attribué l'indice d'abondance de Braun Blanquet à chaque pourcentage relevé, l'abondance totale et la richesse floristique ont été calculées pour chaque point puis pour chaque secteur. Pour cela, l'abondance moyenne est calculée. Pour la richesse floristique, le nombre d'espèces recensées dans chacun des secteurs est sommé. Les résultats sont présentés dans le tableau 5.

Secteur	Abondance moyenne	Richesse totale
Sud du lac	7	10
Mémard	6	11
Brison	11	8
Baie de Grésine	8	9
Baie de Châtillon	7	13
Baie de Portout	8	12
Hautecombes	8	6
Le Bourget	7	7

Tableau 5 : Abondance moyenne et richesse floristique totale par secteur en 2006

Concernant l'abondance moyenne, les secteurs sont semblables à une classe près sauf pour Brison qui se dégage nettement des autres avec l'abondance moyenne la plus élevée.

Pour la richesse floristique, les secteurs de Hautecombes puis du Bourget sont les plus pauvres alors que le nord du lac présente la plus importante richesse avec treize espèces présentes dans la baie de Châtillon et douze dans la baie de Portout.

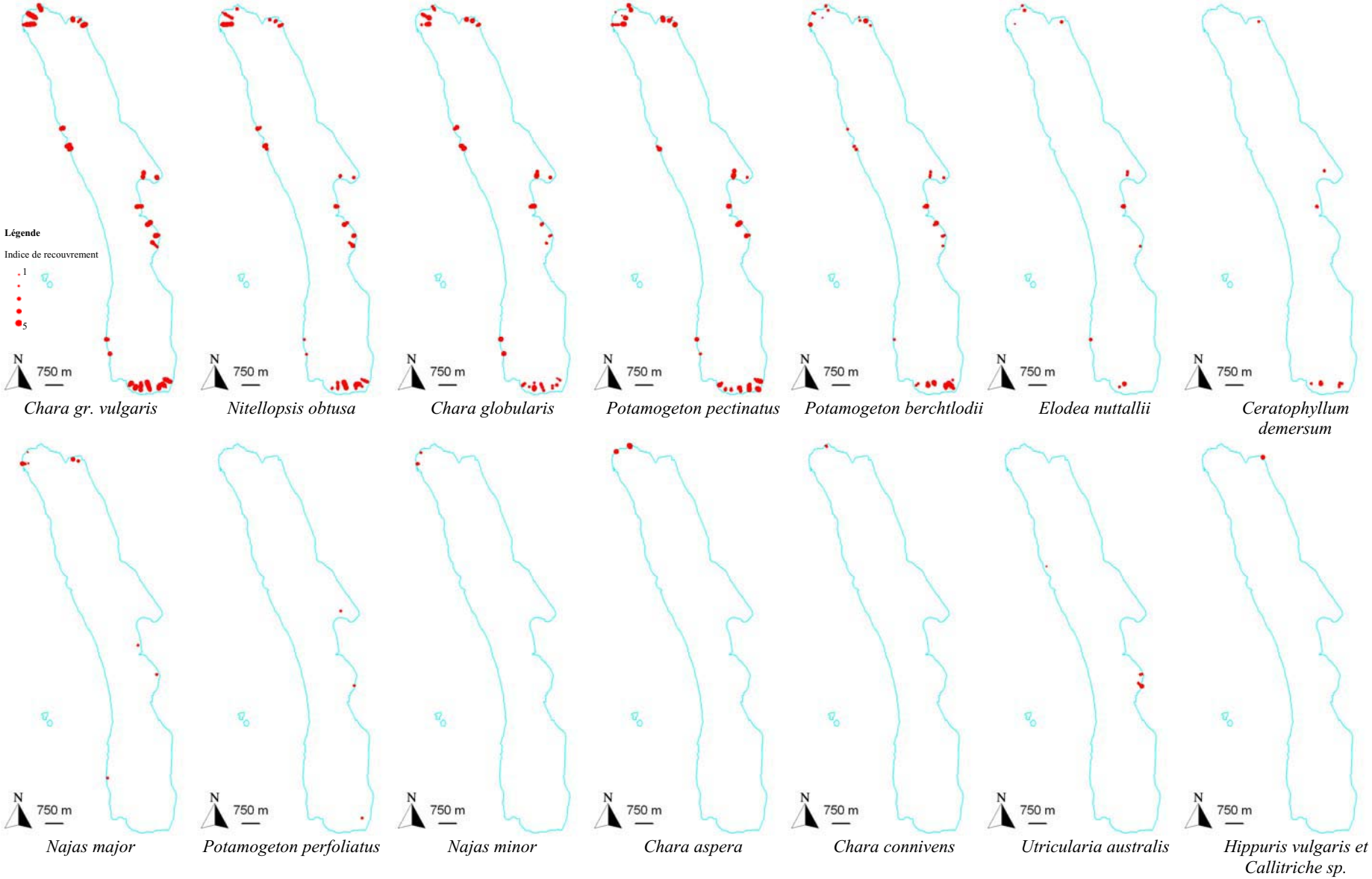


Figure 5 : Représentation graphique de la distribution des espèces d'hydrophytes dans le lac du Bourget en 2006

La figure 5 ci contre, présente la distribution de chacune des espèces dans la zone d'étude. Les hélophytes ne sont plus pris en compte car ils constituent uniquement les points de départ de certains transects. Une comparaison des surfaces de colonisation par la photo aérienne serait mieux appropriée pour cette année.

D'après la figure 5, la végétation aquatique est dominée par cinq espèces. La plus abondante est *Chara gr.vulgaris* suivie de *Nitellopsis obtusa*. Ces deux espèces se retrouvent en quantités similaires sur chacun des secteurs du lac. En second lieu, *Chara globularis* et *Potamogeton pectinatus* présentent des abondances moindres mais montrent une différence de répartition spatiale. En effet, *Chara globularis* est plus abondante au nord qu'au sud alors que *Potamogeton pectinatus* présente le schéma inverse. Au troisième niveau, bien que réparti sur la totalité des secteurs, *Potamogeton berchtoldii* a une abondance plus importante au sud qu'ailleurs. D'autres espèces moins abondantes sont présentes dans la majorité des secteurs. *Elodea nuttalli* se situe dans toutes les zones sauf celles de Hautecombes. *Ceratophyllum demersum* se retrouve au large du sud du lac, sous Brison, dans la baie de Grésine et celle de Châtillon. *Najas major* est principalement présente au nord et de façon plus discrète à l'est et au large du Bourget-du-lac. *Potamogeton perfoliatus* est dispersé entre le sud, la baie de Mémard et la baie de Grésine. *Najas minor* est retrouvée uniquement dans la baie de Portout comme *Chara aspera* et *Chara connivens*. La détermination de cette dernière characophycées est en cours de vérification. Enfin, *Utricularia australis* est bien représentée dans la baie de Mémard et *Hippuris vulgaris* accompagnée de *Callitriche sp.* sont recensées en une unique station dans la baie de Châtillon.

La rive occidentale, est principalement constituée de *Myriophyllum spicatum*, *Ceratopyllum demersum* et de *Potamogeton nodosus*.

3.4.2.3. Mise en évidence de l'hétérogénéité spatiale en 1999

Afin de mettre en évidence l'évolution de la végétation entre 1999 et 2006, le même exercice que précédemment est effectué pour l'année 1999. Pour cela, l'information d'abondance-dominance de la table de 1999 est croisée aux données géographiques correspondant aux points d'échantillonnage de 2006. Cette manipulation a été réalisée sous le logiciel MapInfo. Cependant, comme la table d'ECOTEC ne contient pas l'indice d'abondance mais seulement les indices intermédiaires de Lachavanne, celui-ci a été créé. Il correspond au résultat du produit de la densité par le pourcentage de recouvrement relatif. La surface n'est pas un facteur du produit comme mentionné dans l'indice d'abondance de Lachavanne puisque celle-ci n'a pas lieu d'être pris en compte dans une étude par points

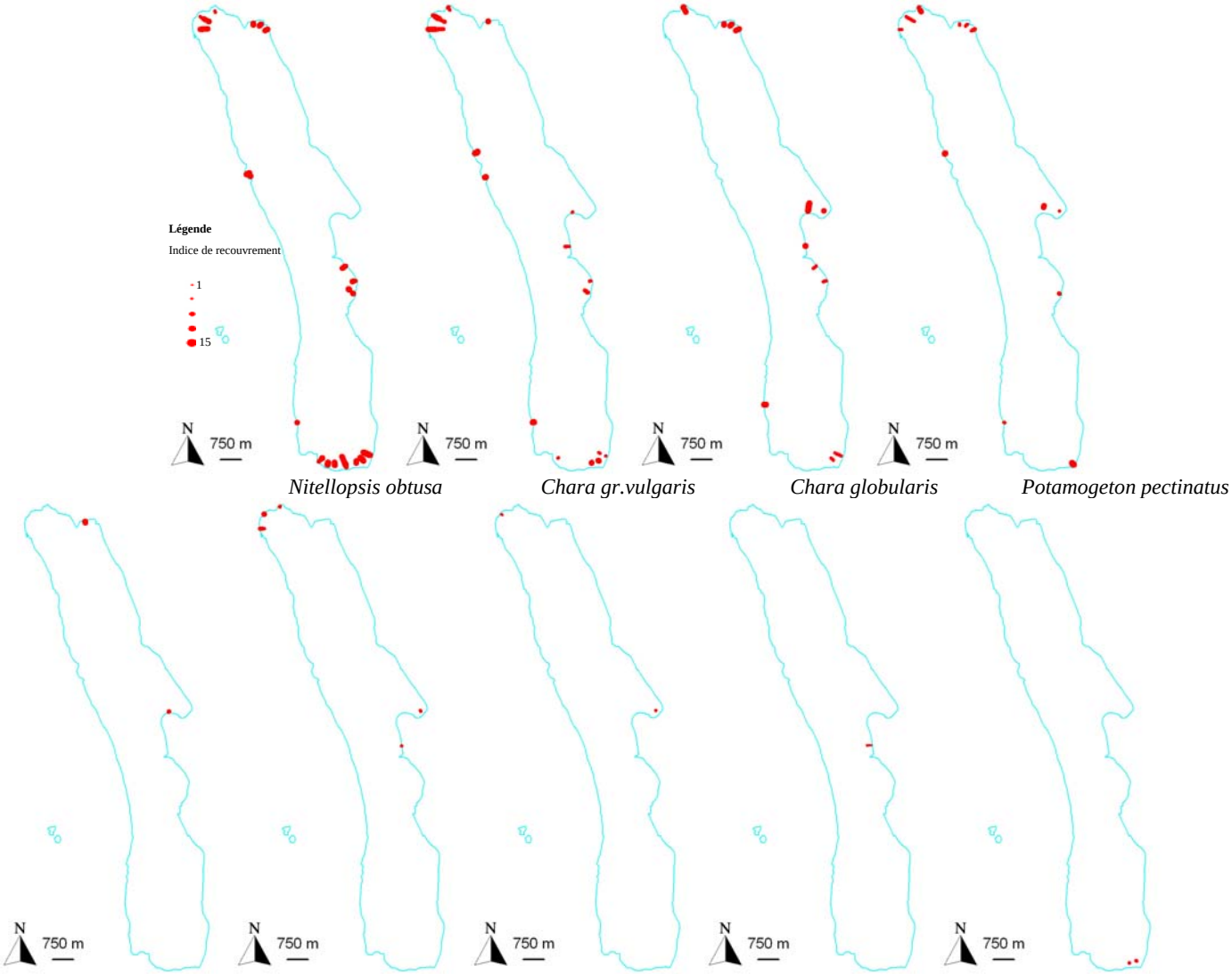


Figure 6 : Représentation graphique de la distribution des espèces d'hydrophytes dans le lac du Bourget en 1999.

d'échantillonnage. L'indice d'abondance créé varie de 1 à 15. Afin d'obtenir des cartes plus lisibles, celui-ci est fractionné selon les cinq classes présentées dans le tableau 6 :

Classe d'indice d'Abondance	Abondance calculée
1	1
2	] 1,4]
3	] 4,8]
4	] 8,12]
5	] 12,15]

Tableau 6 : Classes du nouvel indice créé.

Par contre, comme les espèces présentes, en pieds isolés ou participant à moins de 5% du taux de recouvrement total de l'herbier, ont été notées par un 0 dans le pourcentage de recouvrement relatif par ECOTEC, cette information est perdue dans l'indice créé. Ensuite, les indices d'abondance moyenne et de richesse floristique totale ont été calculés de la même manière qu'en 2006 et sont représentés dans le tableau 7.

Secteur	Abondance moyenne	Richesse totale
Sud du lac	13	7
Mémard	8	5
Brison	8	4
Baie de Grésine	15	6
Baie de Châtillon	20	8
Baie de Portout	16	7
Hautecombes	15	3
Le Bourget	16	4

Tableau 7 : Abondance moyenne et richesse floristique totale par secteur en 1999

Concernant l'abondance moyenne, la baie de Châtillon présente le plus fort indice. Les secteurs de Mémard et du Bourget sont constitués par un taux de recouvrement moyen le plus faible. La richesse floristique s'élève au maximum à huit espèces. Les relevés les plus riches sont situés au nord et au sud du lac. Les secteurs de Hautecombes puis du Bourget sont les plus pauvres.

D'après la figure 6 située au revers de la page 27, qui présente la distribution de chaque espèce, la végétation lacustre en 1999 est dominée par *Nitellopsis obtusa*. Cette espèce se retrouve dans tous les secteurs avec une abondance importante hormis dans la baie de Grésine. Elle semble être en densité légèrement plus faible dans la baie de Portout. *Chara gr.vulgaris*, quant à elle, colonise tous les secteurs mais est presque absente de la partie ouest du sud du lac et est retrouvée en un seul transect dans la baie de Châtillon. D'une abondance moindre, *Chara globularis* est présente dans tous les secteurs sauf sous Brison. Elle est tout de même mieux représentée sur le transect à l'est du canal de Savières, dans la baie de Portout, dans la baie de Grésine et dans la baie de Châtillon.

Une autre espèce est présente dans tous les sites mais de façon ponctuelle : *Potamogeton pectinatus*. Celle-ci est principalement développée au nord avec une abondance comprise entre 4 et 8 bien que trois herbiers importants soient présents au sud-est dans la baie de Grésine et sous Hautecombes.

Ensuite, toutes les autres espèces sont retrouvées ponctuellement avec de faibles abondances : *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton gr.pusillus*, *Zannichelia palustris* sont localisées au nord et dans la baie de Grésine ; *Najas marina* étant uniquement présente sous Brison et *Ceratophyllum demersum* sur deux transects au sud-est.

3.4.2.4. Mise en évidence de la dynamique temporelle

En comparant les richesses floristiques des tableaux 5 et 7, la richesse maximale est plus importante en 2006 qu'en 1999. En effet, les secteurs les plus riches présentent treize espèces en 2006 contre huit en 1999, mais sont représentés dans les deux cas par les extrémités nord et sud. Les milieux les plus pauvres sont chaque année Hautecombes, Brison et Le Bourget.

En confrontant maintenant les figures 5 et 6, de nombreuses espèces identifiées en 2006 n'ont pas été recensées en 1999 : *Callitriche sp.*, *Chara aspera*, *Chara connivens*, *Elodee nuttallii*, *Hippuris vulgaris*, *Najas minor*, *Potamogeton perfoliatus* et *Utricularia australis*. A l'inverse, *Zannichelia palustris* présente en 1999 n'a pas été retrouvée en 2006.

D'autre part, un changement dans la dominance des espèces est remarqué. En effet, les deux espèces *Potamogeton pectinatus* et *Potamogeton berchtoldii* se sont développées pour devenir dominantes en 2006 dans tous les secteurs.

Concernant les charophycées dominantes en 1999, peu de changements sont constatés pour *Nitellopsis obtusa* mis à part qu'elle est trouvée en 2006 dans la baie de Grésine. *Chara gr.vulgaris* est plus abondante en 2006 et s'est étendue aussi sur la baie de Châtillon, la totalité du sud et la baie de Grésine. Le même constat est fait mais avec de plus faibles densités pour *Chara globularis*.

Quant aux espèces dispersées, *Ceratophyllum demersum* a été retrouvé en 2006 dans la baie de Grésine et sous Brison, *Myriophyllum demersum* s'est déplacée dans la baie de Portout et n'a pas été retrouvée dans la baie de Châtillon. Enfin, *Najas major*, localisée sous Brison en 1999, est retrouvée dans plus de secteurs en 2006.

3.4.3. Discussion

3.4.3.1. Les paramètres environnementaux

Dans la majorité des secteurs, une grande transparence a été observée tout au long de la

période d'étude. La faible transparence de quatre mètres relevée au sud peut s'expliquer par les apports de matière en suspension de la Leysse. En effet, les quatre relevés les plus à l'est sont situés dans le panache de crue de cette rivière. De même, la transparence minimale de trois mètres observée dans la baie de Portout s'expliquerait par la proximité du canal de Savières. Le transect positionné à l'est de l'axe du canal présente une faible transparence près de la rive qui augmente plus au large. Lors des relevés, l'eau du Rhône devait être injectée au lac afin de maintenir un niveau d'eau élevé pour la période estivale et ainsi engendré un apport de matières en suspension dans la baie de Portout.

3.4.3.2. Mise en évidence de l'hétérogénéité spatiale en 2006

L'étude de 2006 a mis en évidence l'hétérogénéité de la distribution de la végétation. Comme en 1999, la distinction principale semble se faire entre le nord et le sud du lac. En effet, bien que ces secteurs présentent des richesses floristiques de macrophytes similaires, le sud se démarque par des abondances plus importantes d'espèces tolérantes aux charges élevées en nutriments : *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, et *Potamogeton berchtoldii*. (Landolt E., 1977, Lehmann A. 1997). Au contraire, le nord présente une diversité d'hydrophytes plus importante. Celle-ci est constituée à la fois d'espèces ubiquistes au lac comme *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton berchtoldii* ou *Chara gr. vulgaris* mais aussi par des espèces uniquement présentes au nord : *Chara aspera*, *Chara connivens*, *Hippuris vulgaris*, *Najas minor* et *Callitriche sp*. De plus, les maxima d'abondances de *Chara globularis* et *Najas major* y sont relevées. A cela, il faut ajouter que *Tolypella glomerata* a été retrouvée dans cette zone à la fin du mois de juin. Les deux espèces de potamots sont présentes mais en abondance moindre par rapport au sud. Le nord du lac et particulièrement la baie de Portout constitue donc un réservoir de biodiversité important.

Comme la baie de Portout comprend l'embouchure du canal de Savières, celui-ci doit jouer un rôle dans le renouvellement de la banque de graines pouvant s'effectuer soit pendant les quelques jours d'inversion du courant soit par l'apport des ancres de bateaux. En effet, ce canal est navigué avec une fréquence importante. D'autre part, l'abondance et la diversité des characées, le développement moindre des deux espèces de potamots, la quasi absence de *Ceratophyllum demersum*, espèce caractéristique des milieux eutrophes (Landolt E., 1977.), évaluent une meilleure qualité des eaux dans ce secteur qu'au sud. Même s'il existe des variations d'exigence de trophie selon les espèces de charophycées, celles-ci sont réputées pour être d'excellents indicateurs de la qualité des eaux. *Chara globularis*, *Chara aspera* et *Tolypella glomerata* sont toutes indicatrices de milieu mésotrophe et sont relativement

tolérantes au phosphore et à l'azote (Auderset Joye D., 1993).

Les autres secteurs ont quelques particularités. La baie de Mémard abrite une quantité importante d'utriculaires. Quant à la rive occidentale, de part sa configuration, elle abrite uniquement des espèces résistantes à une granulométrie grossière tels que *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* et *Potamogeton nodosus* (Landolt E, 1977).

Intéressons nous maintenant à la comparaison entre 1999 et 2006

3.4.3.3. Mise en évidence de la dynamique temporelle.

Même si l'hétérogénéité spatiale reste similaire entre 1999 et 2006 une évolution des communautés de macrophytes est constatée. Tout d'abord, la différence de richesse floristique entre 1999 et 2006 semble montrer que les échantillons actuels sont plus riches qu'en 1999. Cependant, cette différence est à interpréter avec précaution car les méthodes de relevés sont différentes. Ce constat proviendrait de la présence d'espèces présentes en pieds isolés ou ayant un pourcentage relatif inférieur à 5%. En effet, celles-ci ne sont pas comptées dans la richesse floristique de 1999 alors qu'elles sont prises en compte en 2006.

En s'intéressant à la composition floristique, un changement de peuplement dominant entre ces deux années est constaté. En effet, l'unique dominance des charophycées a été remplacée par une dominance conjointe de trois espèces de charophycées et de deux espèces de potamots. *Potamogeton pectinatus* est l'espèce de potamot qui supporte le mieux les milieux eutrophes et pollués, elle y devient même abondante (Preston C.D., 1995). Son développement, constaté en 2006, pourrait alors provenir d'une augmentation de la charge trophique du lac. L'abondance des quatre autres espèces caractérisées par un large spectre trophique ne réfute pas l'hypothèse d'une augmentation des taux en nutriments (Auderset Joye D., 1993, Preston C.D., 1995).

D'après les témoignages d'acteurs du lac du Bourget, l'explosion de potamots a été observée pendant l'été 2003, particulièrement sec. La canicule aurait peut être facilitée le développement de cette plante. Deux hypothèses peuvent être émises. La prolifération de *Potamogeton pectinatus*, espèce nitrophile, proviendrait de l'augmentation soit du taux de nitrates par effet de concentration soit de la température de l'eau. Cependant, la première peut être réfutée puisque le niveau d'eau a été stabilisé par des apports artificiels provenant du Rhône. Quant à la deuxième, l'espèce a pu profiter de l'augmentation de température de la masse d'eau. Une augmentation de la température entraîne une diminution de la dissolution de l'oxygène dans l'eau qui constitue un facteur limitant de la croissance des végétaux aquatiques. *Potamogeton pectinatus* étant peu sensible aux variations de la teneur en

oxygène, a pu se développer.

Même si l'augmentation de *Potamogeton pectinatus* est constatée, celle-ci ne semble pas s'être faite au détriment des charophycées. Elles sont encore abondantes et semblent avoir avancée sur l'est de la baie du sud du lac. *Chara globularis* a aussi colonisé la partie est de la baie de Portout. De plus, quand les potamots forment des herbiers, les charophycées étaient observées en tapis denses aux pieds de ceux-ci. Cette dynamique serait à relier avec la bonne transparence puisque les charophycées deviennent très compétitives par rapport à *Potamogeton pectinatus* lorsque l'atténuation de la lumière est faible (Van Den Berg M.S., 1999)

Concernant *Najas major*, l'étude de 1999 mentionnait son maximum d'abondance sous Brison alors qu'en 2006, bien que retrouvée en ce lieu, un important herbier a été échantillonné dans la baie de Portout et un autre, en abondance moindre, dans la baie de Châtillon. Ainsi, il semblerait que cette espèce se soit développée dans le lac puisque l'herbier de Portout est facilement visible et n'a pas pu être omis en 1999.

Par contre, concernant les utriculaires présentes dans la baie de Mémard, comme elles représentaient moins de 5 % de recouvrement au sol ou 10% en 2006, ECOTEC a dû leur attribué un indice de recouvrement relatif inférieur à 5 %.

Le même constat peut être fait pour *Elodea nuttallii* ou *Elodea canadensis*. Cependant, l'étude de 1999 a recensée dans le lac uniquement *Elodea canadensis* et *Elodea nuttallii* dans les ports. Or, en 2006, *Elodea canadensis* n'a pas été retrouvée, ce qui suggère une erreur d'identification en 1999.

D'autre part, de nouvelles espèces de charophycées ont été trouvées dans le lac : *Chara aspera, Chara contraria*, *Chara connivens* et *Tolypella glomerata*. Il est donc important de continuer à suivre ces populations de macrophytes puisque celles-ci semblent évoluer relativement rapidement.

Nous pouvons maintenant approcher les différentes améliorations que l'on pourrait apporter au protocole.

3.5. Les améliorations possibles du protocole

Le protocole mis en place a permis de mettre en évidence une hétérogénéité spatiale et temporelle de la distribution des macrophytes mais quelques améliorations sont tout de même à apporter.

Tout d'abord, concernant la phase de terrain, quelques difficultés dans le mode de prélèvement sont à mettre en avant. En effet, pour des profondeurs dépassant sept mètres, il

est difficile de prélever de façon exhaustive. Les végétaux, prélevés au râteau, se décroche lors de sa remontée. C'est pourquoi, cette méthode n'est pas adaptée pour repérer la limite de colonisation par la végétation de la beine lacustre. Il serait intéressant de travailler ponctuellement avec des plongeurs afin d'avoir une vision aquatique des herbiers. La transparence augmentant, cette limite est d'autant plus importante à relever.

D'autre part, le disque de « *Secchi* » modifié ne discrimine pas mieux les différences de transparences entre les sites que le disque de *Secchi* lui-même. Une mesure complémentaire de la turbidité serait intéressante à suivre en relevant les matières en suspension dans les secteurs ou la transparence est faible (au nord et au sud).

Enfin, d'un point de vue pratique, il serait préférable de travailler avec deux stagiaires. Le fait de travailler avec une personne différente pour chaque zone de relevés créer une hétérogénéité dans la façon de noter les relevés et complique la mise en place d'une routine qui optimiserait le temps. D'autre part, la contribution en temps d'un chargé de mission pour ce suivi est tout de même coûteuse et ne peut pas être reconduite toutes les années.

Concernant, la détermination des espèces de charophycées, une loupe binoculaire avec un grossissement plus important seraient aussi plus confortable et permettrait par exemple d'évaluer l'abondance de *Chara contraria*.

Au niveau des échantillons, d'autres paramètres environnementaux et physiologiques pourraient être pris en compte pour optimiser cette étude. Cela permettrait de décrire et de mieux comprendre la distribution des espèces. Des paramètres physico-chimiques pourraient être relevés comme le taux de nitrate, de phosphate total, la matière en suspension. D'autres paramètres moins coûteux peuvent être mesurés en classe comme la granulométrie, la qualité du sédiment, la phénologie des plantes. En effet, cette année, ces derniers paramètres ont été relevés mais pas de façon systématique empêchant alors toute analyse statistique.

Enfin, il serait pertinent d'effectuer des relevés dans les ports. Comme ces zones sont riches en nutriments et fréquemment faucardées, elles abritent de nombreuses espèces qui sont souvent invasives (*Elodea sp.*). Une pression particulière devra être mise sur la détection d'espèces invasives comme la Jussie (*Ludwigia peploides*) non encore présente à ce jour au lac du Bourget.

Concernant l'analyse des données, une étude de la colonisation en fonction de la profondeur pourrait être effectuée toutes les années. Ainsi, l'évolution de la transparence de l'eau serait mise en évidence d'une année sur l'autre. D'autre part, une analyse plus fine de l'hétérogénéité peut aussi être réalisée pour chaque site. Ces études seront d'ailleurs effectuées après le rendu de ce rapport.

Conclusion.

Ce protocole qui demande à être amélioré au fur et à mesure de son utilisation, répond aux exigences des gestionnaires de milieux naturels du CPNS puisqu'il permet de mettre en évidence la dynamique des populations des végétaux aquatiques tout en consacrant un temps limité sur le terrain. Cette année, les données recueillies pendant les onze jours de prospections permettent de conclure sur les points suivants.

L'hétérogénéité de trophie entre le sud et le nord, déjà observée en 1999, a été retrouvée.

Les espèces présentes au sud sont communes au lac contrairement à la baie de Portout qui abrite des espèces rares à l'échelle du lac : *Chara aspera*, *Chara connivens*, *Tolypella glomerata* ou protégées *Najas major*. Ce constat de la pauvreté du sud du lac est dommage puisqu'il constitue l'unique espace protégé interdit à la navigation de cet important territoire.

Un changement réel de population de macrophytes a été observé lié à l'explosion de potamots et à l'avancée des characées. La qualité trophique du lac ne semble pas avoir trop évolué malgré l'explosion de *Potamogeton pectinatus*, caractéristique des milieux eutrophes, puisque l'abondance des characées et l'importante transparence contrebalance cette observation. Le lac resterait donc mésotrophe.

Cette étude, qui apporte des informations importantes sur les communautés de macrophytes et leurs évolutions, doit absolument être poursuivie. Ces études faciliteront l'introduction de ce compartiment dans l'estimation de la qualité des masses d'eau lacustres dans la Directive Européenne Cadre Loi sur l'Eau (DCE).

Pour ma part, ce stage particulièrement diversifié a été très formateur. l'utilisation des logiciels SIG, la participation au colloque, l'élaboration du protocole, la détermination des macrophytes, les périodes de terrain en compagnie des chargés de missions, ont tous été des expériences enrichissantes tant au point de vue scientifique que humain .

L'échange avec la Grande Cariçaie a été particulièrement apprécié puisque j'ai pu comparer les différences de méthodes de gestion des milieux naturels, de moyens et de réglementation de l'environnement entre deux pays francophones.

Cependant, j'éprouve quelques regrets suite à un déficit en temps. En effet, une photographie aérienne été prévue pour définir les transects du protocole. Cependant, à cause d'un décalage du rendu de la photographie aérienne, je n'ai pas pu l'exploiter pour la définition des transects.

Bibliographie

Aeschiman D., Burdet M. H., 1989, Flore de la Suisse et des territoires limitrophes, le nouveau binz, Ed. du Griffon Neuchâtel.

Castella-MüllerJ.,2004, Végétation aquatique et gradients environnementaux en zone alluviale péri-lacustre (lac de Neuchâtel, Suisse), université de Genève, Faculté des sciences, Département d'anthropologie et d'écologie.

CISALB, 2002, Contrat de bassin versant du Lac du Bourget, Partie contractuelle.

CPNS, 2006, Rapport financier: compte 2005, Projet de budget 2006.

CPNS, 2005 Restauration des Roselières de la Rive du poète, Lac du Bourget, Commune de Tresserve, Demande d'autorisation au titre du code de l'environnement du 21 septembre 2000 – Articles L214-1 à L214-6.

Corillion, R., 1957, Les charophycées de France et d'Europe Occidentale, Bulletin de la société scientifique de Bretagne, Fascicule Hors Série n° 1.

Dutartre A., 2006, Proposition de méthodologie d'étude des communautés de macrophytes en plan d'eau, Mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'eau dans les plans d'eaux Cemagref.

ECOTEC, Environnement S.A., 2000, Cartographie de la végétation du lac du Bourget.

ECOTEC Environnement S.a.r.l, 2003, Suivi des opérations de restauration de végétation aquatique au sud du lac du Bourget Etudes préliminaires.

Keller V., Antoniazza M., 2001, L'importance des réserves d'oiseaux d'eau sur le lac de Neuchâtel pour la Nette rousse *Netta rufina* et d'autres espèces hivernantes. *Nos Oiseaux*, suppl.5.

Krause W., 1997, SüBwasserflora von Mitteleuropa, Charales (Charophyceae), Ed. G Fisher.

Lachavanne J.B. et *al*., 1976-1985, Etude chorologique et écologique des macrophytes des lacs suisses en fonction de leur altitude et de leur niveau trophique. Rapport final, université de Genève,

Lachavanne J.B., 1985, The influence of accelerated eutrophication of Swiss Lakes : Abundance and distribution. Verh. Internat. Verein. Limnol., vol 23.

Lachavanne J.B. 1982. Influence de l'eutrophisation des eaux sur les macrophytes des lacs suisses : résultats préliminaires. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels.

Lachavanne J.B., 1977, Diversité macrophytique des rives du Léman. *Saussurea* 8

Lachavanne J.B., 1979, Les macrophytes du lac de Bienne. Birkhäuser Verlag Basel.

Lachavanne J.B., 1979, Les macrophytes du lac de Morat. Bulletin de la société suisse, tome89, No.1/2.

Lachavanne J.B. 1980, Les manifestations de l'eutrophisation des eaux dans un grand lac profond : le Léman (Suisse), Birkhäuser Verlag Basel.

Landolt E., 1977, Ökolosgishe Zeigerwerte zur Schweizer Flora, Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel (Zürich)

Lauber K., Wagner G., 1998, Flora Helvetica, Flore illustrée de Suisse,Ed. Belin

Lecocq A., 1995. Observation des comportements alimentaires de la Nette Rousse *NETTA RUFINA* : Rôle des Charophytes. Travail de diplôme 1995.

Lehmann A, 1997, Apports des systèmes d'information géographique à l'étude des plantes aquatiques submergées en milieu lacustre. Thèse N° 2968, université de Genève.

Liechti P., 1994, L'état des lacs en Suisse, OFEFP, cahier de l'environnement, n° 237

Melzer,A., 1988. Die Gewässerbeurteilung bayerrischer Seen mit Hilfe makrophytisher Wasserpflanzen. Hohenheimer Arbeiten, Gefährdung und Schutz von Gewässern, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Meylan S., 2004, La bioindication des cours d'eau par les macrophytes, Saussurea, n° 34

Miquet A., 2001, le domaine public lacustre du lac du Bourget, 1ère partie, Enjeux biologiques et axes de gestion, CPNS

Miquet A., 2001, le domaine public lacustre du lac du Bourget, 2ème partie, Plans de gestion des principales zones naturelles sensibles du lac du Bourget, CPNS

Perfetta J., Lachavanne J.B., Juge R., 1984, Inventaire, protection et restauration des milieux aquatiques naturels en Suisse : présentation de la situation actuelle.

Schmieder K., 1996, Littoral zone – GIS of Lake Constance : a useful tool in lake monitoring and autoecological studies with submersed macrophytes. Aquatic Botany 58..

Schmieder. K,Werner,S., Bauer H.G., 2006, Submersed macrophytes as a food source for wintering waterbirds at Lake Constance, Aquatic Botany 84.

Sinnassamy J.M, Mauchamp A., 2001, Roselières, gestion fonctionnelle et patrimoniale. L'atelier technique des espaces naturels.

Preston C.D., 1995, Pondweeds of Great Britain and Ireland, BSBI Hanbook, N°8.

Van den Berg M.S., Scheffer M., Van Nes E., Coops H., 1999, Dynamics and stability of Chara sp. and *Potamogeton pectinatus* in a shallow lake changing in eutrophication level, Hydrobiologia 408/409.

Sites internet

http://www.environnement.gouv.fr/rhone-alpes/lacs_rha/intro_lacs_rha.html

http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/DCE_circulaire_bon_etat_es.pdf

Acronymes

AERMC : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

CA : Conseil d'Administration

CCLB : Communauté de Communes du Lac du Bourget

CELRL : Conservatoire des espaces du littoral et des rivages lacustres

CISALB : Comité Intercommunal pour le suivi et l'assainissement du lac du Bourget

CNR : Compagnie National du Rhône

CNRS : Centre National de Recherche Scientifique

CORA: Centre ornithologique Rhône Alpes

CPNS : Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Savoie

DDAF: Direction Départementale de l'Agriculture et de la Foret

DCE : Directive Cadre Européenne sur l'Eau

DDE : Direction Départementale de l'Equipement

FRAPNA: Fédération Rhône Alpes de Protection de la nature

GEG : Croupe d'Etude et de Gestion

IBD: Indice Biotique Diatomées

IBGN : Indice Biologique Global Normalisé

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

LTF : Lyon Turin Ferroviaire

RRA : Région Rhône Alpes

MEDD : Ministère de l'environnement et du développement durable

PNV : Parc National de la Vanoise

SFTRF : Société Française d'Exploitation du Tunnel Routier du Fréjus

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique. et Floristique

Table des figures

Figure 1 : Origine des financements du CPNS (CPNS, 2006) 2
Figure 2 : Présentation de la situation géographique du lac du Bourget 14
Figure 3 : Situation géographique des sites prioritaires de restauration de roselières 17
Figure 4 : Localisation des huit zones d'échantillonnage. 21
Figure 5 : Distribution des espèces d'hydrophytes dans le lac du Bourget en 2006 ……face 27
Figure 6 : Distribution des espèces d'hydrophytes dans le lac du Bourget en 1999 ……face 28

Table des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques morphologiques des lacs présentés 4
Tableau 2: Classes des indices intermédiaires utilisés par ECOTEC (2000) 8
Tableau 3: Classes d' indices de la méthode de Braun Blanquet utilisées par Castella-Müller J 10
Tableau 4 : Transparence moyenne des différents secteurs échantillonnés 26
Tableau 5 : Abondance moyenne et richesse floristique totale par secteur en 2006 26
Tableau 6 : Classes du nouvel indice créé 28
Tableau 7 : Abondance moyenne et richesse floristique totale par secteur en 1999 28

Annexe 1

Présentation du Colloque

« Autour du lac du Bourget »

15-17 Mai 2006

Les macrophytes du lac du Bourget

Valeur patrimoniale et bioindication

Présentation pour le colloque
« Autour du Lac du Bourget »
15 -16 -17 Mai 2006
Le Bourget-du-lac

Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Savoie

1999 : Cartographie exhaustive des macrophytes du lac du Bourget.

Méthode de Lachavanne & al : - délimitation des unités de végétation par photographie aérienne

- identification des macrophytes par une étude « in situ ».

Valeur patrimoniale : 1

Plan

Partie 1 : Valeur patrimoniale

Partie 2 : Leur distribution, et leur valeur bioindicatrice.

2.1 Distribution de certaines espèces du lac

2.2 Valeur bioindicatrice des macrophytes.

2.3 Évolution de la végétation du lac et qualité trophique : Comparaison des travaux de Ant. Magnin de 1904 et d' ECOTEC de 1999.

Conclusion

Valeur patrimoniale : 2

Présentation

- 40 % de rives naturelles
- 635 ha de beine lacustre (14% de la surface du lac)
- 323 ha végétalisé

- 32 espèces

3 espèces protégées en Rhône-Alpes (*Najas major*, *Najas minor*, *Utricularia vulgaris*)

→ Intérêt régional

1 milieu de la Directive Habitat (Végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition*)

→ Intérêt communautaire

Valeur patrimoniale : 3

La Végétation

Succession de ceintures de végétation :

34,9 % d'hélophytes

9,1 % de macrophytes à feuilles flottantes

0,9 % de macrophytes libres

56,6% d'hydrophytes

→ Valeur patrimoniale supplémentaire

Valeur patrimoniale : 4

La Végétation

- 80 % de Characées : *Nitellopsis obtusa*, *Chara gr. vulgaris*, *Chara gr. globularis*.
- Espèces rares à l'échelle du lac : *Nitella mucronata*, *Hippuris vulgaris*, *Eleocharis acicularis*, *Myriophyllum verticillatum*, *Phalaris arundinacea.*
- Espèces en pieds isolés : *Groenlandia densa*, *Lemna minor*, *Najas minor*, *Potamogeton crispus*, *Callitriche sp.*, *Fontinalis antipyretica*

Valeur patrimoniale : 5

Classement des secteurs de rives.

Critères de classement :

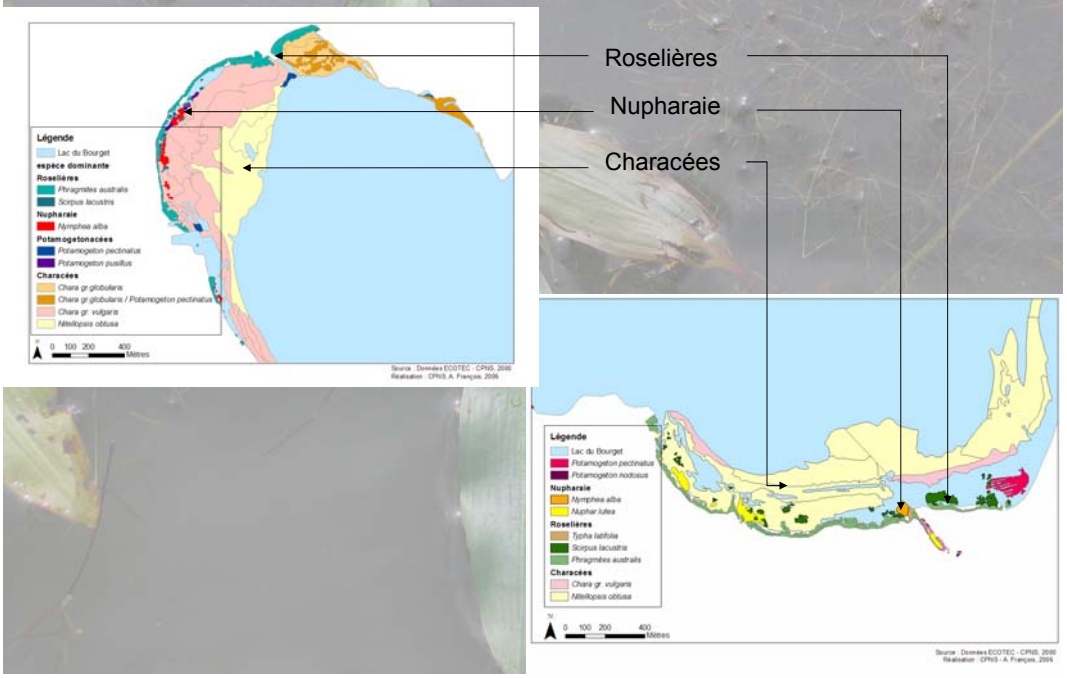
1. Présence de ceintures de végétation
2. Surface colonisée

} Intégrité fonctionnelle de l'écosystème

3. Diversité, Abondance
4. Présence d'espèces rares

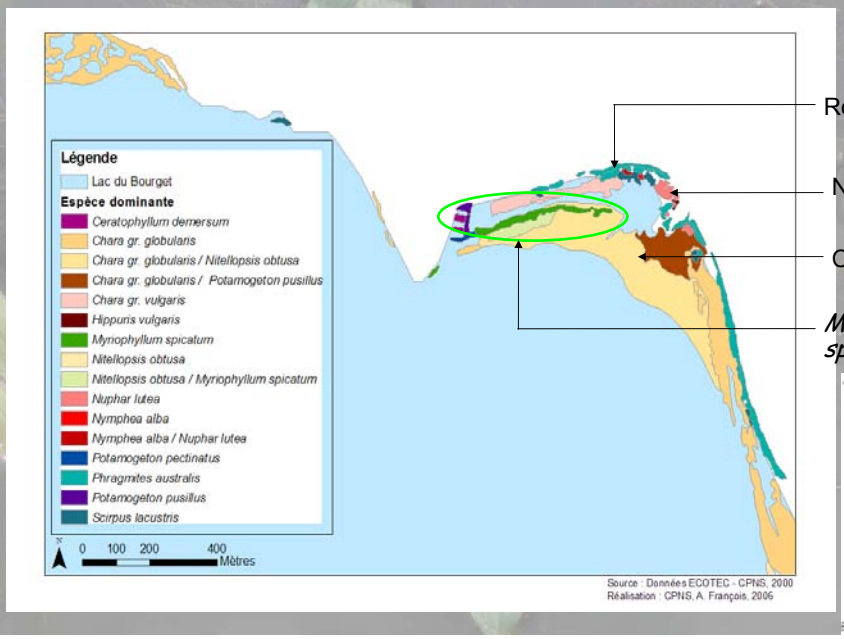
Valeur patrimoniale: 6

1ers Secteurs d'intérêt patrimonial : Baie de Portout et Rive Sud



Valeur patrimoniale : 7

2ème Secteur d'intérêt patrimonial : Baie de Chatillon



Roselières

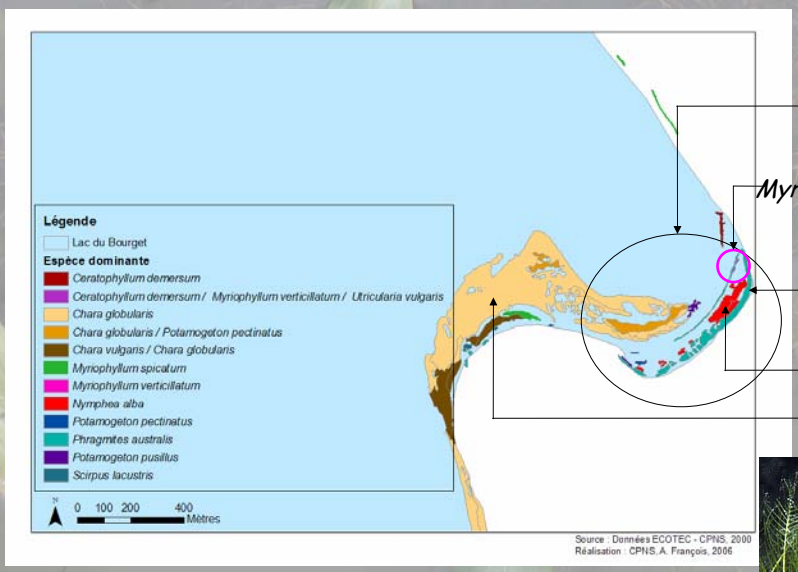
Nupharaie

Characées

Myriophyllum spicatum

Valeur patrimoniale: 8

3ème Secteur d'intérêt patrimonial : Baie de Grésine



Petit lac de Grésine

Myriophyllum verticillatum

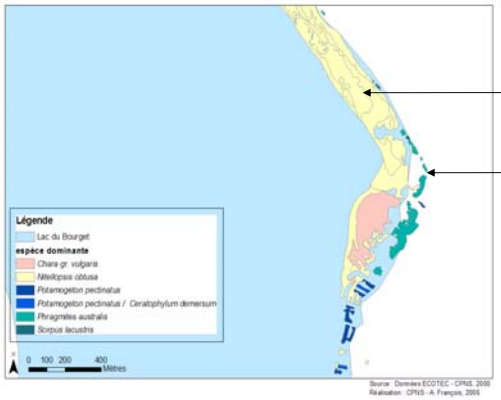
Roselières

Nupharaie

Characées

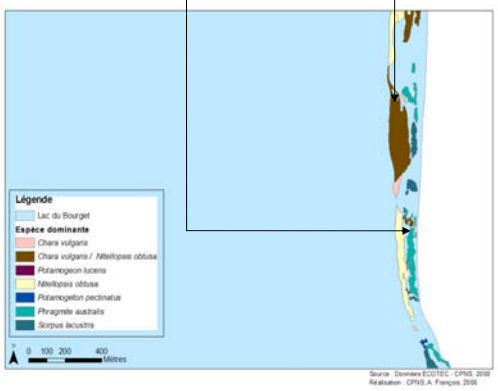
Valeur patrimoniale : 9

4ème Secteur d'intérêt patrimonial : Baie de Mémard et Rive du Poète.



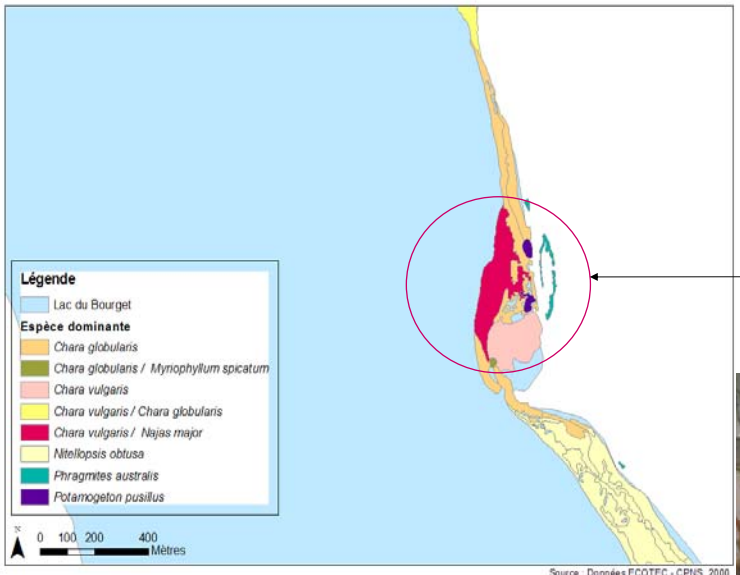
Characées

Roselières



Valeur patrimoniale : 10

5ème Secteur d'intérêt patrimonial : Brison-Saint-Innocent



Najas marina

Plan

Partie 1 : Valeur patrimoniale

Partie 2 : Leur distribution, et leur valeur bioindicatrice.

2.1 Distribution de certaines espèces du lac

2.2 Valeur bioindicatrice des macrophytes.

2.3 Évolution de la végétation du lac et qualité trophique : Comparaison des travaux de Ant. Magnin de 1904 et d' ECOTEC de 1999.

Conclusion

Distribution des macrophytes

Facteurs abiotiques :

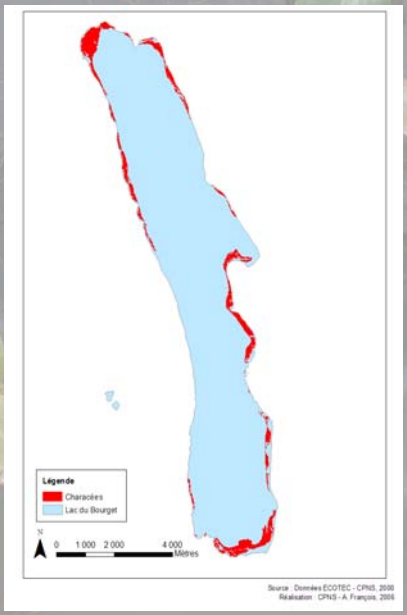
- Érosion, Sédimentation
- Atténuation de la lumière
- Physico-chimie, Concentration en Nitrate et Phosphate
- Matières organiques du sédiment
- Variation saisonnières (T°, vents, vagues...)

Facteurs biotiques :

- Compétition
- Modification de la physico-chimie

Leur distribution et leur valeur bioindicatrice : 3

Distribution des macrophytes : les Characées



Beine lacustre bien développée

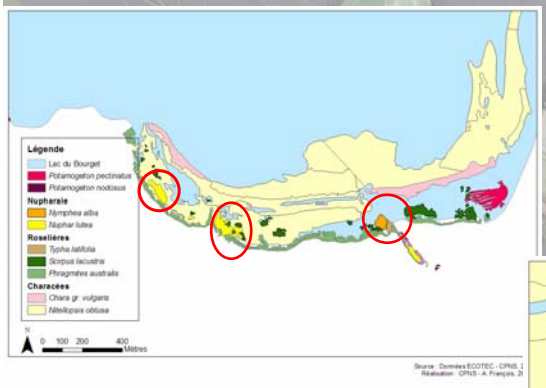
Profondeurs importantes (jusqu'à10m)

Bonne transparence de l'eau

Courants profonds faibles

Leur distribution et leur valeur bioindicatrice :4

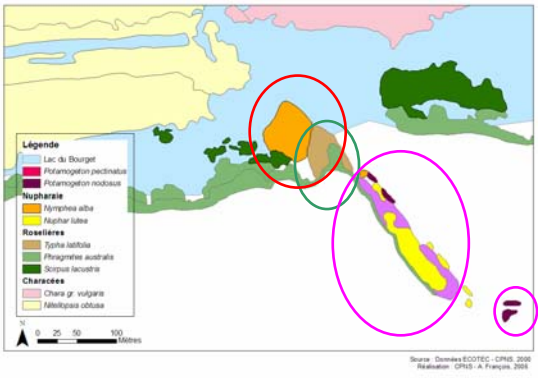
Distribution des macrophytes : Rive Sud



Dynamique lacustre → multiples habitats

Protection des Characées puis des roselières → développement de nénuphars

Apport organique des eaux du Canal de Terre-nue → développements des Typhaies, Nupharaies et Potamaies



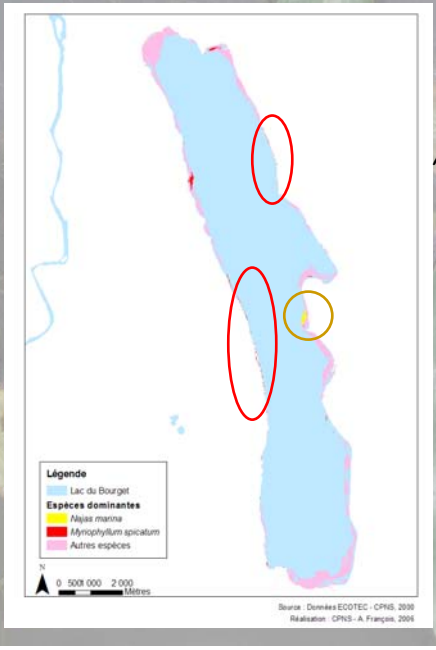
Nupharaie

Potamaie

Typhaie

Leur distribution et leur valeur bioindicatrice :5

Distribution des macrophytes



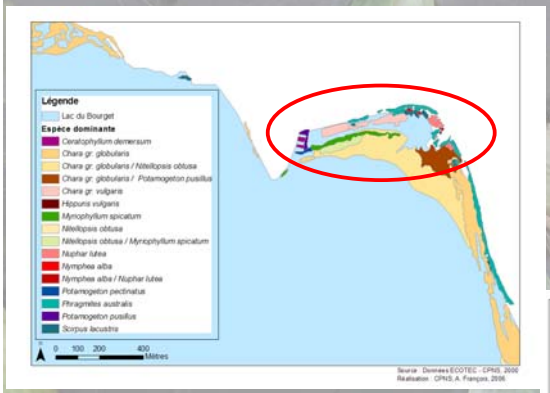
Myriophyllum spicatum

Najas major

→ Granulométrie grossière

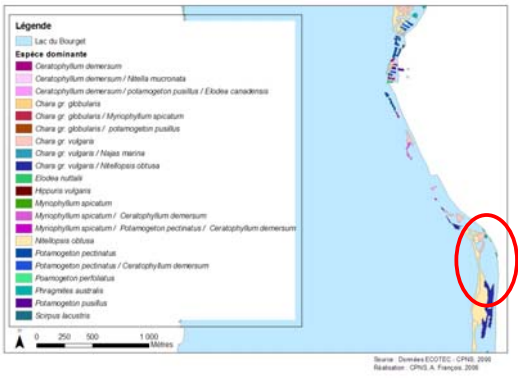
Leur distribution et leur valeur bioindicatrice :6

Distribution des macrophytes : impact humain ?



Zones nues :

→ draguage, faucardage, herbicide ou autres activités humaines



Plan

Partie 1 : Valeur patrimoniale

Partie 2 : Leur distribution, et leur valeur bioindicatrice.

2.1 Distribution de certaines espèces du lac

2.2 Valeur bioindicatrice des macrophytes.

2.3 Évolution de la végétation du lac et qualité trophique : Comparaison des travaux de Ant. Magnin de 1904 et d' ECOTEC de 1999.

Conclusion

Valeur bioindicatrice : analyses générales du lac :

- 53,3 % d'espèces tolérantes : *Chara gr. vulgaris, Chara gr. globularis*
- 43,5 % caractéristiques de lieux riches en substances nutritives : *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Najas marina*
- 1,2 % caractéristiques de pollution trophique : *Ceratophyllum demersum*, *Zannichelia palustris*

Qualité méso-eutrophe du lac du Bourget

Valeur bioindicatrice : analyses générales du lac :

Présence de *Potamogeton pectinatus* en pieds isolés ?

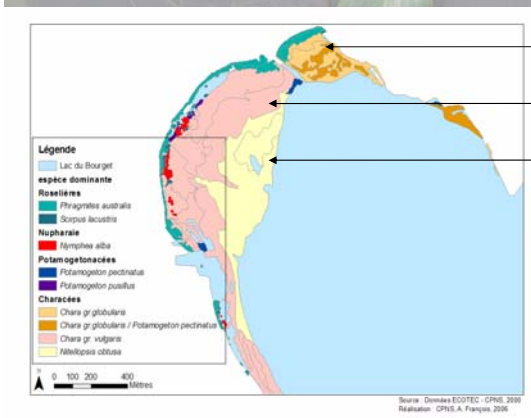
- En voie de développement :

  → Indice d'une ré-eutrophisation

- "Stigmate" de l'eutrophisation passée :

  → Indice d'une ré-oligotrophisation

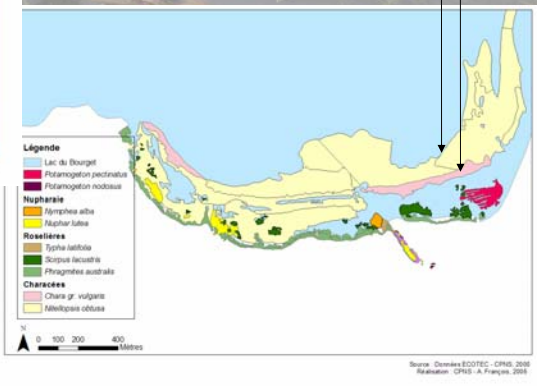
Valeur bioindicatrice : Différences Nord-Sud:



Chara gr. globularis

Chara gr. vulgaris

Nitellopsis obtusa



Valeur bioindicatrice : Différences Nord-Sud :

Absence de *Chara gr. globularis* au Sud :

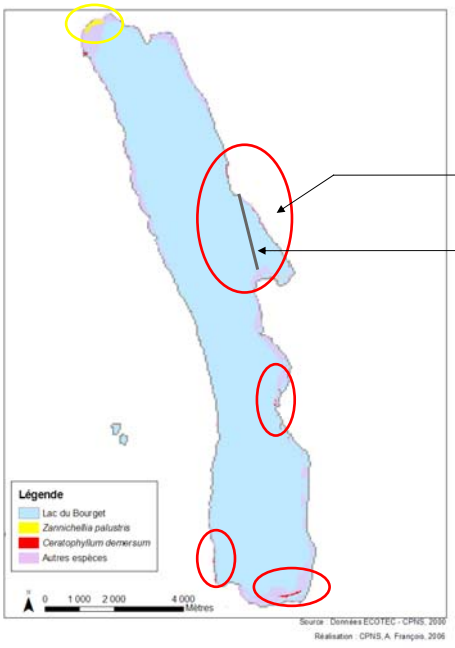
Chara gr. globularis

Tolérante aux concentrations élevées en phosphore (> 100 µg / L)
avec concentrations basses en nitrate (< à 4mg / L)

Chara gr. Vulgaris

Tolérante aux concentrations élevées en azote (jusqu'à 10 mg / L de NO3-)
avec concentrations basses en phosphore (à 30 µg/L)

Valeur bioindicatrice : Espèces eutrophes



Assainissements autonomes

Canalisation immergée

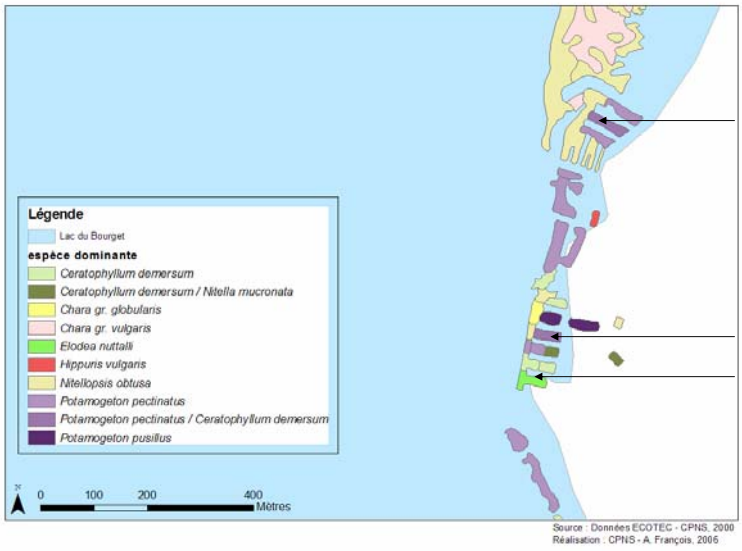
Ceratophyllum demersum

Zannichellia palustris

Valeur bioindicatrice : Port d'Aix-les-Bains

20 herbiers

30 espèces



Potamots

Ceratophyllum demersum

Elodea nuttallii

Plan

Partie 1 : Valeur patrimoniale

Partie 2 : Leur distribution, et leur valeur bioindicatrice.

2.1 Distribution de certaines espèces du lac

2.2 Valeur bioindicatrice des macrophytes.

2.3 Évolution de la végétation du lac et qualité trophique : Comparaison des travaux de Ant. Magnin de 1904 et d' ECOTEC de 1999.

Conclusion

Évolution de la végétation depuis 1904

25 Espèces recensées en 1904

31 Espèces recensées en 1999

7 Espèces non retrouvées

Chara ceratophylla, Chara contraria, Chara hispida, Nitella syncarpa, Nymphoides peltata, Polygonum amphibium, Ranunculus trychophyllus

11 Espèces apparues

Callitriche sp., Ceratophyllum demersum, Chara gr. vulgaris, Elodea nuttallii, Fontinalis antipyretica, Nitellopsis obtusa, Potamogeton crispus, Potamogeton gr. pusillus, Potamogeton pectinatus, Potamogeton nodosus, Zannichellia palustris

→ Variation spécifique de 47%

Évolution et niveau trophique entre 1904 et 1999

1904	1999
Moyenne de l'Indice trophique 2,88	Moyenne de l'Indice trophique 3,4
Charge moyenne en substance nutritive	Charge plus importante en substance nutritive
16 % d' espèces strictement oligotrophes	Aucune espèces strictement oligotrophes
Absence d'espèces indicatrices de pollution trophique	9.7 % d'espèces indicatrices de pollution trophique
5 espèces de Characées dont *Chara gr. globularis*	4 espèces de Characées les plus tolérentes dont *Chara gr. globularis*

Evolution de la végétation et niveau trophique

4 espèces non retrouvées eutrophes

Nymphoides peltata
Polygonum amphibium
Ranunculus trychophyllus

Hydrophytes à feuilles flottantes et espèces de milieu marnant

Disparition

Évolution de la végétation depuis 1904

Différence de qualité des eaux et de fonctionnement de l'écosystème (régulation du niveau d'eau en 1982):

- Enrichissement des eaux
- Résilience du système

Établissement d'un suivi allégé de macrophytes

Conclusion : 1

Plan

Partie 1 : Valeur patrimoniale

Partie 2 : Leur distribution, et leur valeur bioindicatrice.

2.1 Distribution de certaines espèces du lac

2.2 Valeur bioindicatrice des macrophytes.

2.3 Évolution de la végétation du lac et qualité trophique : Comparaison des travaux de Ant. Magnin de 1904 et d' ECOTEC de 1999.

Conclusion

Conclusion : 2

Importance des macrophytes

→ Apportent des informations sur la qualité du milieu complémentaires aux autres indices biotiques (Diatomées, oligochètes

⇩

- Intégration des variations saisonnières et temporelles
- Indications sur la qualité de la zone littorale du lac (milieu de vie, de refuge, de reproduction de nombreux organismes)
- Relativement facile à suivre et à déterminer (peu d'espèces et visible à l'œil nu)

Conclusion : 3

Importance des macrophytes

→ A intégrer en tant qu'indice de la qualité trophique et d'Habitat dans le tableau de bord du lac

→ A intégrer dans les indices de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau

Conclusion : 4

Suivi allégé des macrophytes :

→ Évolution de la qualité de l'eau

→ Intérêt patrimonial

.Recherche des espèces de Characées :

Chara contraria, *Chara aspera*, *Chara ceratophylla*, et *Chara tomentosa*

Annexe 2

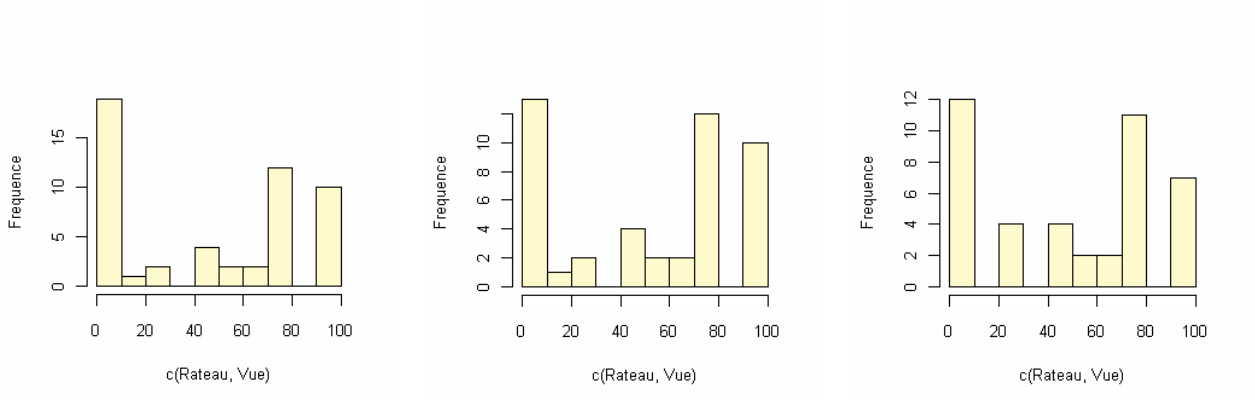
Comparaison des types d’échantillonnage :

A vue et au râteau

Afin de savoir si les relevées effectuées au râteau peuvent se substituer aux relevés effectués à vue, les relevés des transects 6 et 7 ont été attribués d'un pourcentage de recouvrement à vue et d'un pourcentage de recouvrement au râteau. Les deux méthodes sont ensuite comparées.

Une comparaison est effectuée pour les relevés de densité générale, puis pour les espèces de potamots et les espèces de charophycées.

Vérification de la normalité



Densité générale Potamots Charophycées

Figure 1 : Histogramme des données

La non normalité des données étant évidente, un test non paramétrique de comparaison de Wilcoxon sur données appariées est effectué.

Densité générale

- Données

Transects	Densité	
	Râteau	Vue
6	0	0
6	0	0
6	0	0
6	5	5
6	75	75
6	75	50
6	30	75
6	50	75
6	0	10
7	100	70
7	100	80
7	100	80
7	100	50
7	100	80
7	100	60
7	5	20
7	0	5
7	0	5
7	0	5
7	0	5
7	50	30
7	100	80
7	100	70
7	100	80
7	80	80
7	100	60

Tableau 1 : Pourcentage de recouvrement de la densité relevée à vue et au râteau

- Test

Ho : les deux distributions sont identiques
Ha : il existe une différence entre les deux distributions

```
test(Rateau,Vue,paired=T,correct=T,exact=F)

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  Rateau and Vue
V = 156.5, p-value = 0.05588
alternative hypothesis: true mu is not equal to 0
```

La probabilité critique de 0,05588 nous conduit à ne pas rejeter l'hypothèse nulle au risque 5%. Les deux distributions semblent identiques. Cependant ce résultat est à prendre avec précaution car la probabilité critique est légèrement supérieure au seuil de 5%.

Potamots (*Potamogeton pectinatus, Potamogeton berchtoldii, Potamogeton pusillus*)

- Données

Transect	Densité	
	Râteau	Vue
7	5	0
7	0	0
7	0	0
7	5	0
7	50	75
7	50	50
7	10	75
7	10	75
7	0	30
6	30	30
6	80	80
6	100	70
6	80	80
6	30	80
6	0	60
6	100	70
6	100	80
6	100	80
6	100	50
6	100	80
6	100	60

Tableau 2 : Pourcentage de recouvrement des potamots relevé à vue et au râteau

- Test

Ho : les deux distributions sont identiques
Ha : il existe une différence entre les deux distributions

```
> wilcox.test(Rateau,Vue,paired=T,exact=F)

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  Rateau and Vue
V = 52.5, p-value = 0.6903
alternative hypothesis: true mu is not equal to 0
```

La probabilité critique de 0,6903 nous conduit à ne pas rejeter l'hypothèse nulle au risque 5%.

Les deux distributions semblent identiques.

Charophycées

- Données

Transect	Recouvrement	
	Râteau	Vue
7	0	0
7	0	5
7	0	0
7	5	0
7	50	0
7	75	0
7	30	0
7	40	0
7	5	0
6	0	0
6	0	0
6	0	0
6	0	0
6	0	0
6	0	0
6	5	0
6	0	5
6	0	5
6	0	5
6	0	5
6	20	0
6	0	0
6	0	0
6	80	0
6	60	0
6	100	0

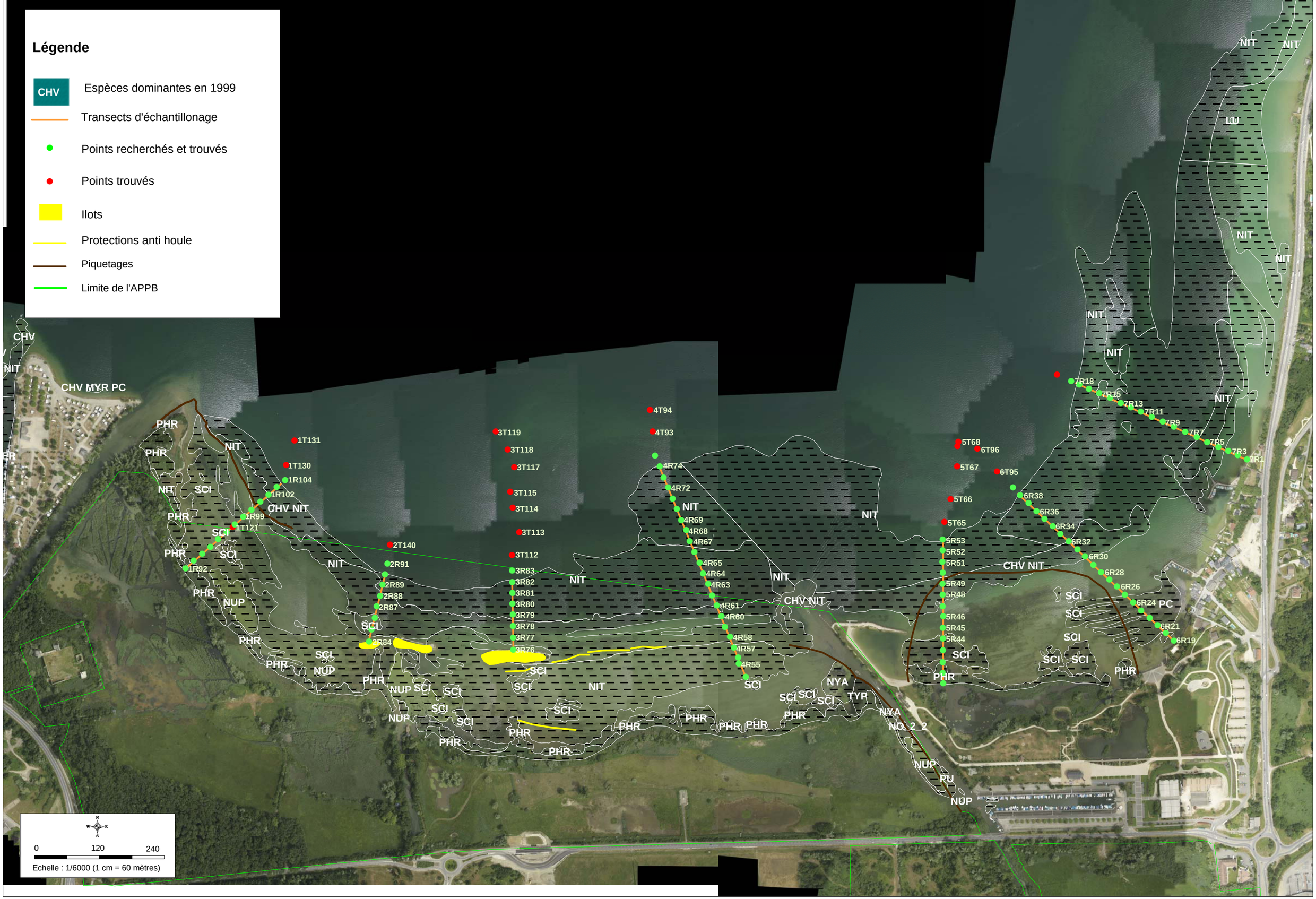
Tableau 3 : Pourcentage de recouvrement des charophycées relevé à vue et au râteau

Pour cette dernière famille, une simple analyse du tableau 3 nous montre directement l'utilité des prélèvements au râteau. En effet, les recouvrements des charophycées sont souvent définis comme nul « à vue » alors qu'ils ont un pourcentage de recouvrement « au râteau » non négligeable.

Cette différence est expliquée par les tapis de végétation formés par les charophycées qui deviennent alors difficilement distinguable du fond. De plus, lorsque les potamots sont présents, les charophycées croient à leurs pieds et ne sont pas visibles. Un prélèvement permet alors de mettre en évidence leur présence et abondance.

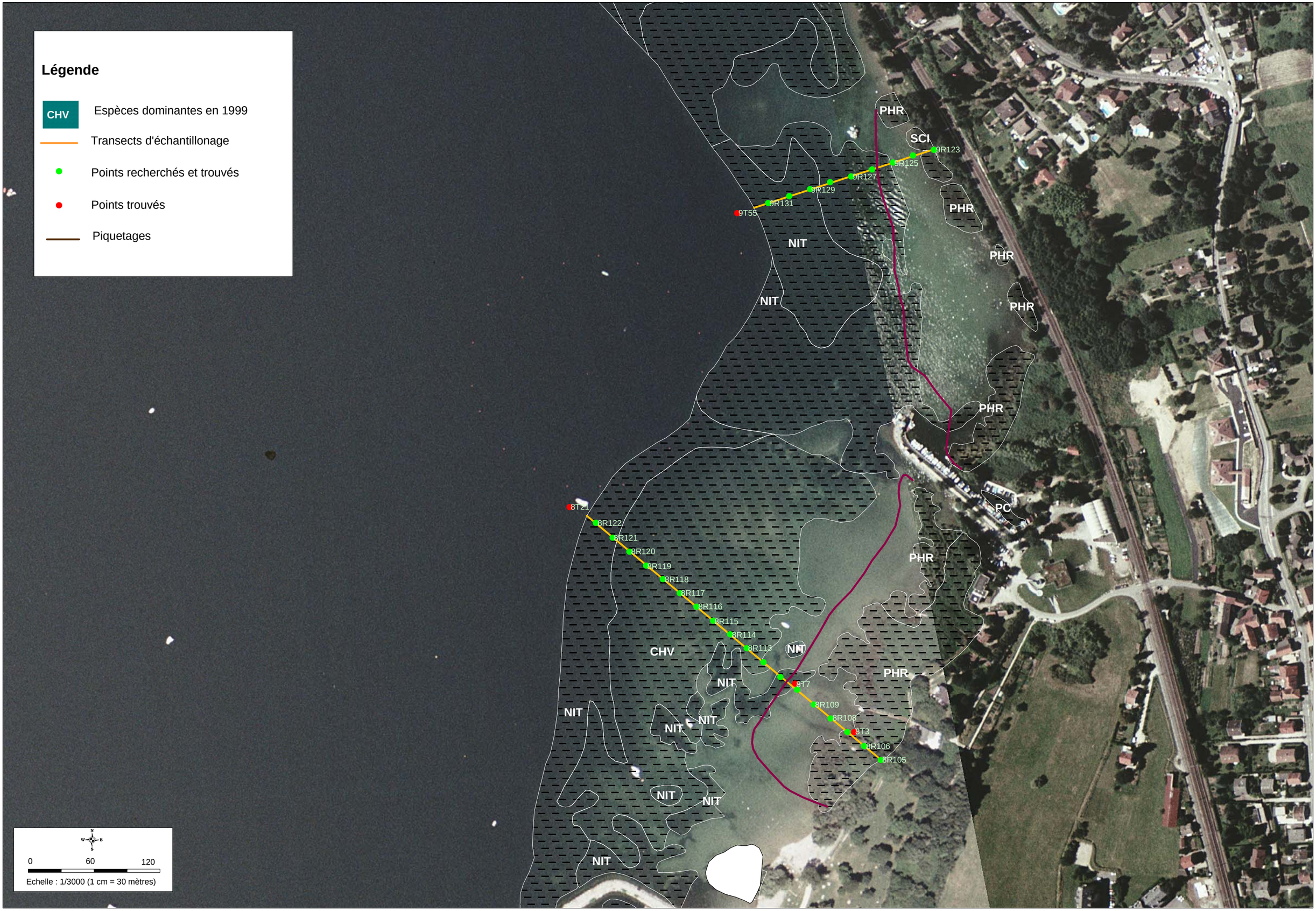
Annexe 3

Position des transects
et
des points d’échantillonage



Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto CPNS 2006
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonage pour le suivi des macrophytes du Sud du Lac

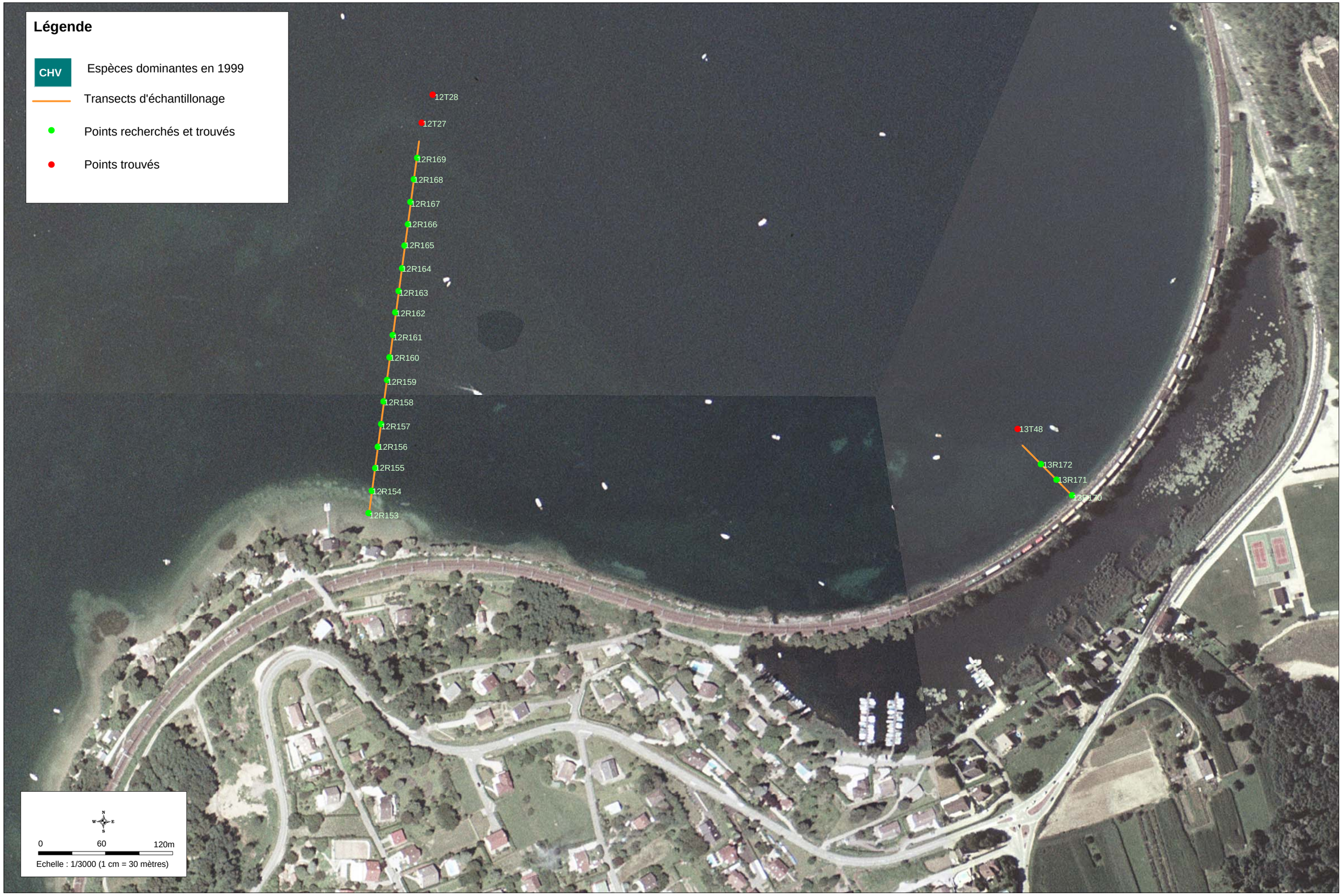


Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonnage pour le suivi des macrophytes de la baie de Mémard

Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. juin 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonnage pour le suivi des macrophytes de Brison

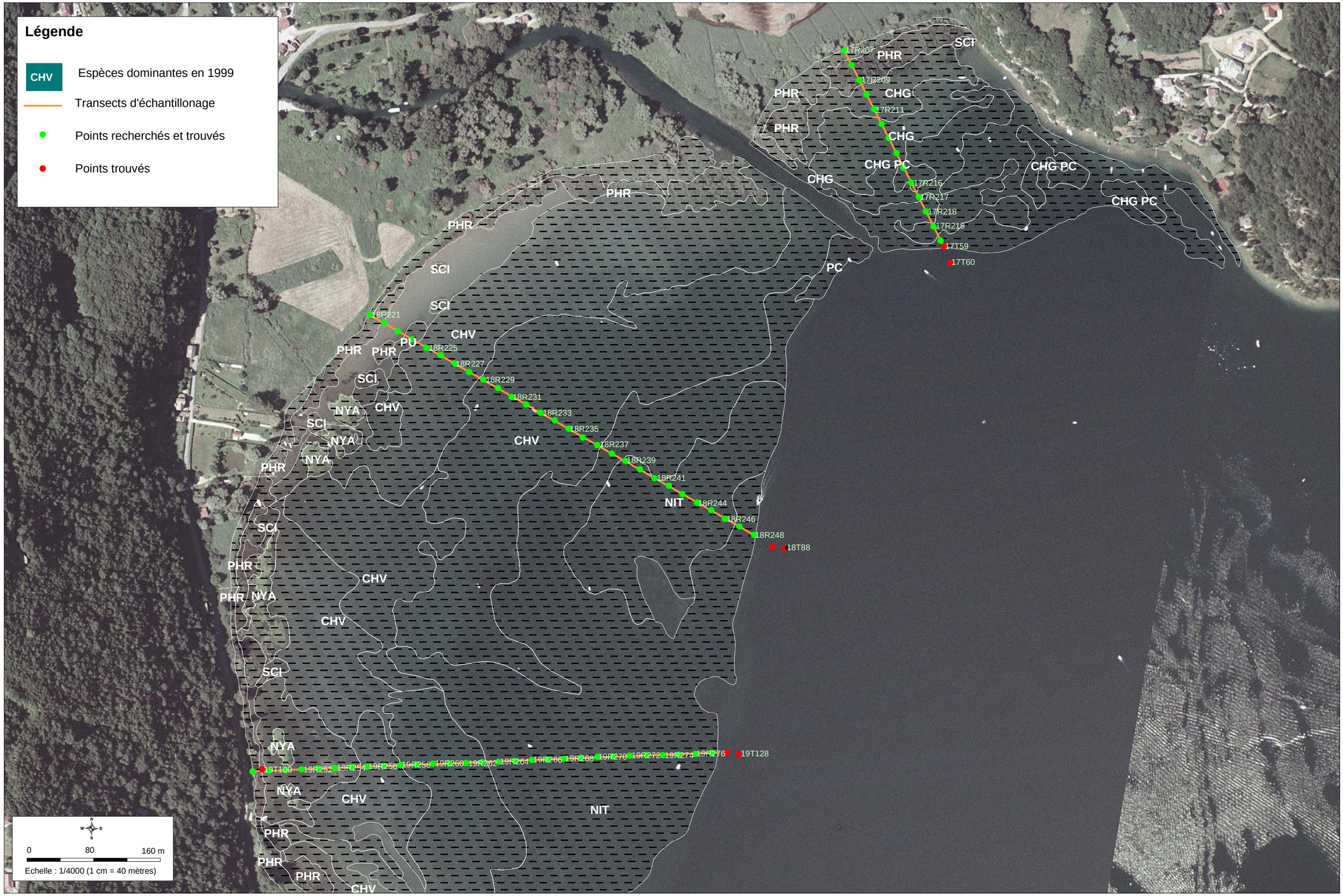


Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonnage pour le suivi de la baie de Grésine

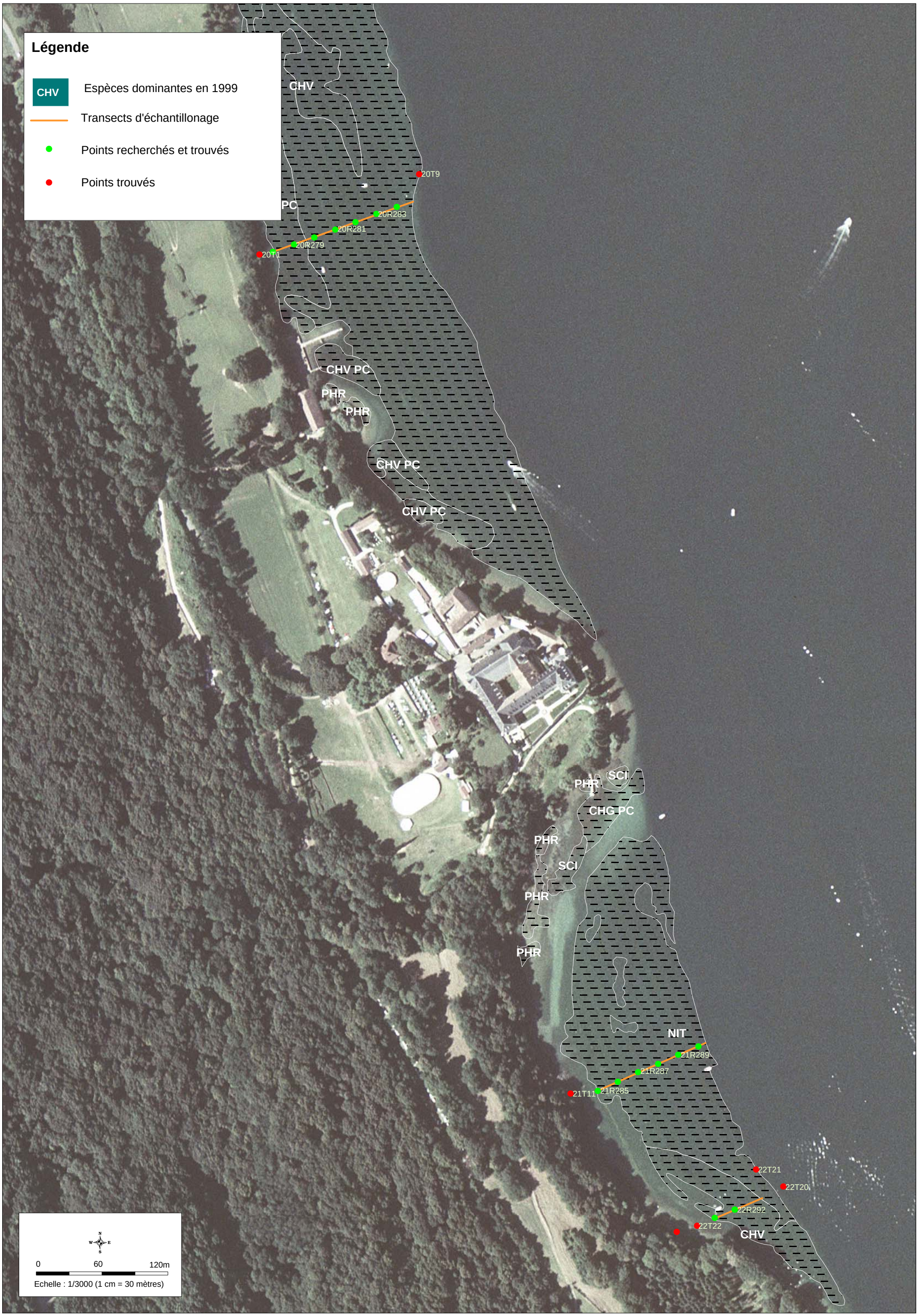
Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonnage pour le suivi des macrophytes de la baie de Châtillon



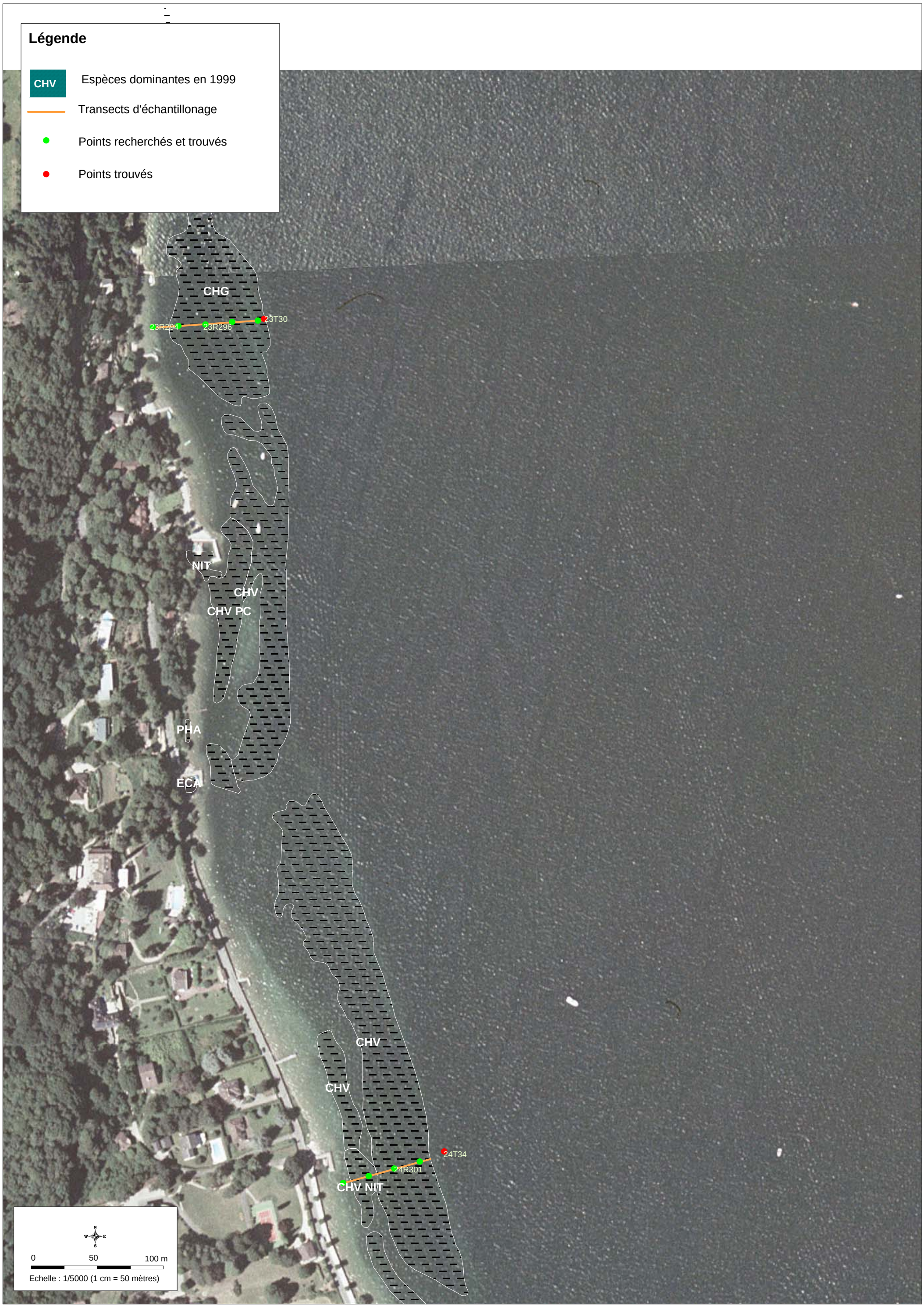
Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonage pour le suivi des macrophytes de la baie de Portout



Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonnage pour le suivi sous Hautecombes



Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie / S.I.G. août 2006, d'après cartographie ECOTEC - 2000, Orthophoto IGN 2001
Réalisation : A. Francois

Transects et points d'échantillonnage pour le suivi de macrophytes sous Le bourget du lac

Annexe 4

Fiche de relevé

Fiche de relevé de macrophytes

Lieu
Date
Heure

Transect

| Point contact | | Densite | | | Composition floristique | | |

Annexe 5

Calendrier
des jours de terrain

Le récapitulatif des journées de terrain est situé dans le tableau ci-dessous.

Zones	Transects	Jours de prélèvements	Accompagnateur
Sud_Lac	T1, T2	17 /07/06	Béatrice Navette
Sud_Lac	T2, T3, T5	10/07/06	Magali Perrin
Sud_Lac	T6, T7	30/07/06	Béatrice Navette et Marc Isenmann
Baie de Mémard	T8, T9	24/07/06	Béatrice Navette
Brison	T10, T11	25/07/06	Manuel Bouron
Baie de Grésine	T12, T13	20/07/06	Marc Isenmann
Baie de Châtillon	T14, T15,T16	31/07/06	Virginie Bourgoin
Baie de Portout	T17, T18	03/08/06	Philippe Freydier
Baie de Portout6	T19	08/08/06	Philippe Freydier
Hautecombes	T20, T21, T22	26/07/08	André Miquet
Le bourget	T23, T24, T25	26/07/08	André Miquet

Annexe 6

Tables de données brutes de 1999 et de 2006

En 2006, Les données de terrain sont entrées sous une table Excel. L'indice de recouvrement de Braun Blanquet, l'abondance et la richesse floristique sont ensuite calculés.
Les coordonnées des points sont transférées du GPS à l'ordinateur. Après traitement, le fichier est enregistré dans une table MapInfo.
La table Excel et la table MapInfo sont jointes par l'intermédiaire de leurs colonnes communes ID_WAYPOINT.

Les points enregistrés dans le GPS au bureau puis recherchés sur le terrain sont nommés R et les points trouvés et marqués sur le terrain sont nommés T. MapInfo

La table de 1999 a été construite avec la table de coordonnées des transects de 2006 sur laquelle a été jointe la table d'ECOTEC de 1999.
Les espèces, des deux tables sont codées de la façon suivante

Code	Espèces
PHR	*Phragmites australis*
SCI	*Scirpus lacustris*
TYP	*Typha latifolia*
GLY	*Glyceria fluitans*
NUP	*Nuphar lutea*
NYA	*Nymphea alba*
IRI	*Iris pseudacorus*
CHARA	*Charophycées*
PC	*Potamogeton pectinatus*
BER	*Potamogeton berchtoldii*
PF	*Potamogeton perfoliatus*
CER	*Ceratophyllum demersum*
ENU	*Elodea nuttallii*
NAJ	*Najas marina*
NAM	*Najas minor*
MYR	*Myriophyllum spicatum*
UTR	*Utricularia australis*
HIP	*Hippuris vulgaris*
CAL	*Callitriche sp.*
CHG	*Chara globularis*
CHV	*Chara gr.vulgaris*
CHA	*Chara aspera*
CHC	*Chara connivens*
NIT	*Nittelopsis obtusa*

Tableau 1 : Code des espèces

Données de 2006

ID	DATE_SORTI	TYPE	TRANSECT	ID_WAYPOIN	DESCRIPTIO	X	Y	P_DENS	I_DENS	P_PHR	I_PHR	P_SCI	I_SCI	P_TYP	I_TYP	P_GLY	I_GLY	P_NUP	I_NUP	P_NYA	I_NYA	P_IRI	I_IRI	P_CHARA	I_CHARA	P_PC	I_PC	P_BER	I_BER	P_PF	I_PF	P_CER	I_CER	P_ENU	I_ENU	P_NAJ	I_NAJ	P_NAM	I_NAM	P_MYR	I_MYR	P_UTR	I_UTR	P_HIP	I_HIP	P_CAL	I_CAL	P_CHG	I_CHG	P_CHV	I_CHV	P_CHA	I_CHA	P_CHC	I_CHC	P_NIT	I_NIT	PROFONDEUR	TEMPERATURE	TRANSPARENCE	OBSERVATION	AB_TOT	RICH_TOT
1	10/07/2006	R	5	5R40	SUD	5,88560	45.65074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10/07/2006	R	5	5R41	SUD	5,88560	45.65091	60	4	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
3	10/07/2006	R	5	5R42	SUD	5,88561	45.65109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	10/07/2006	R	5	5R43	SUD	5,88563	45.65129	80	5	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
5	10/07/2006	R	5	5R44	SUD	5,88564	45.65148	80	5	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	26	100		9	2
6	10/07/2006	R	5	5R45	SUD	5,88565	45.65166	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.3	100		5	1
7	10/07/2006	R	5	5R46	SUD	5,88567	45.65185	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	25.2	100		5	1
8	10/07/2006	R	5	5R47	SUD	5,88567	45.65202	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	60	4	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0	20	2.8	25	100		12	4
9	10/07/2006	R	5	5R48	SUD	5,88568	45.65221	90	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	40	3	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	60	4	0	0	0	0	2.3	24.9	100		13	5
10	10/07/2006	R	5	5R49	SUD	5,88569	45.65239	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	5	50	4	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	5	0	0	0	20	2.2.7	24.8	100	Limite d'herbier	13	4
11	10/07/2006	R	5	5R50	SUD	5,88571	45.65257	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	70	4	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	0	0	2.95	24.8	100		11	3
12	10/07/2006	R	5	5R51	SUD	5,88571	45.65275	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	80	5	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	0	3.2	24.9	100		12	3
13	10/07/2006	R	5	5R52	SUD	5,88573	45.65294	90	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	20	2	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	0	0	0	40	3.5	24.8	100		10	4
14	10/07/2006	R	5	5R53	SUD	5,88574	45.65312	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	80	5.3.9	24.8	100		11	3
15	10/07/2006	R	4	4R54	SUD	5,88094	45.65099	50	4	0	0	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.70	27.7	100		4	1
25	10/07/2006	T	5	5T65	SUD	5,88580	45.65341	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	60	4	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	60	4.4.3	25.2	5	F	12	4
26	10/07/2006	T	5	5T66	SUD	5,88597	45.65379	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	30	3	20	2	0	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	60	4.4.8	25.5	3.5	F	13	5
27	10/07/2006	T	5	5T67	SUD	5,88616	45.65432	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	17.5	5.5		4	2
28	10/07/2006	T	5	5T68	SUD	5,88622	45.65473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9.5	17	5		0	0
29	10/07/2006	T	5	5T69	SUD	5,88619	45.65466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6.8	17	5		0	0
31	10/07/2006	R	4	4R55	SUD	5,88079	45.65122	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	27	100		3	1
53	10/07/2006	T	4	4T93	SUD	5,87900	45.65513	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	0	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	0	0	0	30	3.5.8	26	100		8	3
54	10/07/2006	T	4	4T94	SUD	5,87896	45.65549	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9.8	25.3	5.7		0	0
55	10/07/2006	R	4	4R56	SUD	5,88078	45.65132	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0.9	27.4	100	Sediment fin, sable fin	4	2
56	10/07/2006	R	4	4R57	SUD	5,88069	45.65149	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	10	2	0	0	0	0	0.9	27.2	100	Sediment fin, sable fin	7	3
57	10/07/2006	R	4	4R58	SUD	5,88061	45.65167	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	30	3	0	0	0	0	0.1	26.9	100	bien fructifies > 10 crr	7	3
58	10/07/2006	R	4	4R59	SUD	5,88050	45.65184	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	20	2	0	0	0	0	0.1.3	26.6	100	bien fructifies > 10 crr	6	3
59	10/07/2006	R	4	4R60	SUD	5,88043	45.65202	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	0	0	0.1.8	26.5	100	bien fructifies > 10 crr	6	2
60	10/07/2006	R	4	4R61	SUD	5,88033	45.65220	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0	10	2.2.3	26.1	100	CH cont	8	3
61	10/07/2006	R	4	4R62	SUD	5,88023	45.65237	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	0	0	0	80	5.2.7	25.9	100	CH cont	13	3
62	10/07/2006	R	4	4R63	SUD	5,88015	45.65256	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	30	3	0	0	0	80	5.3	25.8	100	Fructifications (nit)	10	3
63	10/07/2006	R	4	4R64	SUD	5,88004	45.65274	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	20	2	0	0	0	40	3.3	25.8	100		8	3
64	10/07/2006	R	4	4R65	SUD	5,87997	45.65292	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	50	4	0	0	0	40	3.3	25.5	100		9	3
65	10/07/2006	R	4	4R66	SUD	5,87986	45.65310	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4	0	0	0	40	3.3.4	25.4	100	Oogones avortees	7	2
66	10/07/2006	R	4	4R67	SUD	5,87976	45.65328	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	0	0	0	60	4.3.6	25.3	100		7	2
67	10/07/2006	R	4	4R68	SUD	5,87969	45.65347	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	90	5	0	0	0	80	5.3.4	25.4	100		12	3
68	10/07/2006	R	4	4R69	SUD	5,87958	45.65364	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	80	5	0	0	0	80	5.3.9	25.7	100		14	4
69	10/07/2006	R	4	4R70	SUD	5,87949	45.65383	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	70	4	0	0	0	80	5.4.1	25.3	100	CHG >30cm, A (Nit)	14	4
70	10/07/2006	R	4	4R71	SUD	5,87940	45.65400	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0	100	5.4.3	25.2	100		11	3
71	10/07/2006	R	4	4R72	SUD	5,87931	45.65419	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4	0	0	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	40	3	0	0	0	20	2.4.3	25.3	4		11	4
72	10/07/2006	R	4	4R73	SUD	5,87921	45.65436	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	0	80	5.4.7	25.4	100		15	3
73	10/07/2006	R	4	4R74	SUD	5,87913	45.65455	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0	0	4.4.7	25.3	100		13	3
74	10/07/2006	R	4	4R75	SUD	5,87903	45.65473	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5	0	0	0	80	5.4.8	26	100		13	3
15	20/07/2006	T	11	11T16	BRI	5,87757	45.72436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9.5		7		0	0
16	20/07/2006	T	11	11T17	BRI	5,87776	45.72435	80	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4	0	0	0	0	0	0	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	40	3	0	0	0	0	0.6.4	25.9	100	F, CH :>40cm	8	3
27	20/07/2006	T	10	10T28	BRI	5,88308	45.71678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	17	7		0	0
28	20/07/2006	R	10	10R132	BRI	5,88519	45.71780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0.3	26.3	100	galets, algues fil.	0	0
29	20/07/2006	R	10	10R133	BRI	5,88498	45.71770	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	60	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	30	3.2.6	26.5	100	F, Nit fem.	12	3
30	20/07/2006	R	10	10R134	BRI	5,88477	45.71760	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4	0	0	0	0	0.3	26.5	100	F	6	2
31	20/07/2006	R	10	10R135	BRI	5,88457	45.71750	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	10	2	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	10	2.3.2	26.4	100	F, CH cont,	14	4
32	20/07/2006	R	10	10R136	BRI	5,88436	45.71740	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	100	5	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0	0	0.3.6	26.4	100	F	12	3
33	20/07/2006	R	10	10R137	BRI	5,88415	45.71730	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	100	5	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	70	4	0	0	0	0	0.3.8	25.6	100	F	12	3
34	20/07/2006	R	10	10R138	BRI	5,88394	45.71720	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	10	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	60	4	0	0	0	0	0.3.9	26.7	100	F	11	4
35	20/07/2006	R	10	10R139	BRI	5,88373	45.71710	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	80	5	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3	60	4	0	0	0	0	2.4.5	26.5	100	F	16	5
36	20/07/2006	R	10	10R140	BRI	5,88353	45.71700	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	70	4	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	80	5	0	0	0	20	2.4.5	26.4	100	F, CH cont,	15	5
37	20/07/2006	R	10	10R141	BRI	5,88332	45.71690	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	50	4	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	5.5.2	26.5	100	F	16	4
38	20/07/2006	R	11	11R142	BRI	5,88047	45.72430	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	50	4	0	0	0	0	0.1.6	25.7	100	F, Limite d'herbier	6	2
39	20/07/2006	R	11	11R143	BRI	5,88021	45.72430	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	5	10	2	0	0	0	30	3.2.3	26	100	F, limite d'herbier (PU	10

| | | |

| | | |

Données de 1999

ID	TYPE	TRANSECT	ID_WAYPOINT	DESCRIPTIO	Y	X	ID_2	NO	SURFACE DENSIT	COORD_X	COORD_Y	PHOTO	COMMUNE	PORT	PROF	DENSITAX	X_2	CHV	CHG	NIT	MYR	PC	CER	NUP	PHR	SCI	PF	NAJ	NAM	PU	ZAN	ECA	IRI	HIP	CAL	UTR	IP_DO	I_CHV	I_CHG	I_NIT	I_MYR	I_PC	I_CER	I_NUP	I_PHR	I_SCI	I_PF	I_NAJ	I_NAM	I_PU	I_ZAN	I_ECA	I_IRI	I_HIP	I_CAL	I_UTR	AB_TO	ICH_TO	
1	R	5	5R40	SUD	45,65074	5,88560	306	271	6644	3	876577	2078520	54 Viviers-du-		0.0-1.	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PHR	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
2	R	5	5R41	SUD	45,65091	5,88560	306	271	6644	3	876577	2078520	54 Viviers-du-		0.0-1.	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PHR	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
4	R	5	5R43	SUD	45,65129	5,88563	307	272	6642	3	876578	2078564	54 Viviers-du-		1.0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SCI	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
5	R	5	5R44	SUD	45,65148	5,88564	307	272	6642	3	876578	2078564	54 Viviers-du-		1.0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SCI	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
9	R	5	5R48	SUD	45,65221	5,88568	309	265	25534	3	876725	2078726	47 Viviers-du-		1.5-3.	3	3	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	9	0	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3
10	R	5	5R49	SUD	45,65239	5,88569	309	265	25534	3	876725	2078726	47 Viviers-du-		1.5-3.	3	3	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	9	0	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3
11	R	5	5R50	SUD	45,65257	5,88571	308	273	89608	2	876440	2078821	54 Viviers-du-		3.0-8.	2	5	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
12	R	5	5R51	SUD	45,65275	5,88571	308	273	89608	2	876440	2078821	54 Viviers-du-		3.0-8.	2	5	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
13	R	5	5R52	SUD	45,65294	5,88573	308	273	89608	2	876440	2078821	54 Viviers-du-		3.0-8.	2	5	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
15	R	4	4R54	SUD	45,65099	5,88094	360	288	70242	1	875935	2078504	54 Le Bourget		0.5-2.	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
16	T	5	5T56		45,65145	5,88575	307	272	6642	3	876578	2078564	54 Viviers-du-		1.0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SCI	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
19	T	5	5T59		45,65222	5,88568	309	265	25534	3	876725	2078726	47 Viviers-du-		1.5-3.	3	3	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	9	0	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3
20	T	5	5T60		45,65239	5,88569	309	265	25534	3	876725	2078726	47 Viviers-du-		1.5-3.	3	3	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	9	0	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3
21	T	5	5T61		45,65257	5,88571	308	273	89608	2	876440	2078821	54 Viviers-du-		3.0-8.	2	5	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
22	T	5	5T62		45,65277	5,88572	308	273	89608	2	876440	2078821	54 Viviers-du-		3.0-8.	2	5	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
23	T	5	5T63		45,65294	5,88574	308	273	89608	2	876440	2078821	54 Viviers-du-		3.0-8.	2	5	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
30	T	4	4T70		45,65095	5,88101	331	286	299	3	876224	2078507	54 Le Bourget		0.5-1.	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SCI	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
31	R	4	4R55		45,65122	5,88079	360	288	70242	1	875935	2078504	54 Le Bourget		0.5-2.	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
32	T	4	4T72		45,65134	5,88076	360	288	70242	1	875935	2078504	54 Le Bourget		0.5-2.	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
33	T	4	4T73		45,65149	5,88068	360	288	70242	1	875935	2078504	54 Le Bourget		0.5-2.	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
34	T	4	4T74		45,65168	5,88061	337	276	56928	3	875455	2078729	54 Le Bourget		2.0-3.	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
35	T	4	4T75		45,65184	5,88051	337	276	56928	3	875455	2078729	54 Le Bourget		2.0-3.	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
36	T	4	4T76		45,65202	5,88041	337	276	56928	3	875455	2078729	54 Le Bourget		2.0-3.	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
37	T	4	4T77		45,65220	5,88033	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
38	T	4	4T78		45,65237	5,88023	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
39	T	4	4T79		45,65256	5,88015	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
40	T	4	4T80		45,65276	5,88003	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
41	T	4	4T81		45,65276	5,88002	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
42	T	4	4T82		45,65293	5,87998	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
43	T	4	4T83		45,65310	5,87986	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
44	T	4	4T84		45,65328	5,87976	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
45	T	4	4T85		45,65348	5,87969	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
46	T	4	4T86		45,65367	5,87958	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
47	T	4	4T87		45,65384	5,87948	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
48	T	4	4T88		45,65401	5,87940	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
49	T	4	4T89		45,65419	5,87931	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
50	T	4	4T90		45,65437	5,87921	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
55	R	4	4R56	SUD	45,65132	5,88078	360	288	70242	1	875935	2078504	54 Le Bourget		0.5-2.	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
56	R	4	4R57	SUD	45,65149	5,88069	360	288	70242	1	875935	2078504	54 Le Bourget		0.5-2.	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
57	R	4	4R58	SUD	45,65167	5,88061	337	276	56928	3	875455	2078729	54 Le Bourget		2.0-3.	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
58	R	4	4R59	SUD	45,65184	5,88050	337	276	56928	3	875455	2078729	54 Le Bourget		2.0-3.	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
59	R	4	4R60	SUD	45,65202	5,88043	337	276	56928	3	875455	2078729	54 Le Bourget		2.0-3.	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1
60	R	4	4R61	SUD	45,65220	5,88033	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
61	R	4	4R62	SUD	45,65237	5,88023	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
62	R	4	4R63	SUD	45,65256	5,88015	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
63	R	4	4R64	SUD	45,65274	5,88004	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
64	R	4	4R65	SUD	45,65292	5,87997	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
65	R	4	4R66	SUD	45,65310	5,87986	336	275	62796	2	875901	2078700	54 Le Bourget		3.0-5.	2	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
66	R	4	4R67	SUD	45,65328	5,87976	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
67	R	4	4R68	SUD	45,65347	5,87969	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
68	R	4	4R69	SUD	45,65364	5,87958	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
69	R	4	4R70	SUD	45,65383	5,87949	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
70	R	4	4R71	SUD	45,65400	5,87940	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
71	R	4	4R72	SUD	45,65419	5,87931	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
72	R	4	4R73	SUD	45,65436	5,87921	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
73	R	4	4R74	SUD	45,65455	5,87913	310	274	22546	2	876108	2078834	54 Le Bourget		5.0-7.	2	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NIT	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
3	T	11	11T3	3	45,72430	5,88021	147	139	25627	3	875680	2087028	37 Brison St-I		2.0-6.	3	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHG	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	18	2
5	T	11	11T5	5	45,72429	5,87971	149	144	38373	1	875675	2086670	38 Brison St-I		2.0-8.	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2
6	T	11	11T6	6	45,72429	5,87943	149	144	38373	1	875675	2086670	38 Brison St-I		2.0-8.	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2
7	T	11	11T7	7	45,72429	5,87917	149	144	38373	1	875675	2086670	38 Brison St-I		2.0-8.	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CHV N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2
8	T	11	11T8	8	45,72429	5,87917	149	144	38373	1	875675	2086670	38 Brison St-I		2.0-8.	1

| | | |

| | | |

| | | |