

# Communautés végétales aquatiques des lacs médocains



Août 2012

Vincent BERTRIN, Alain DUTARTRE, Alan CARO,  
Sébastien BOUTRY, Sylvia MOREIRA, Gwilherm JAN

EQUIPE CARMA  
Contaminations Anthropiques Et Réponses Des  
Milieux Aquatiques





**La rédaction et la mise en forme du présent document ont été réalisées par Vincent Bertrin et Alain Dutartre avec l'aide d'Alan Caro.**

**Les traitements de données ont été réalisés par Sébastien Boutry.**

**Les investigations de terrain ont été réalisées par Vincent Bertrin, Sébastien Boutry, Alan Caro, Alain Dutartre, Gwilherm Jan, Emilie Mazaubert, Maud Menay et Sylvia Moreira.**

La référence du document est la suivante :

Bertrin V., Dutartre A., Caro A., Boutry S., Moreira S., Jan G., 2012. Communautés végétales aquatiques des lacs médocains. Rapport Irstea, REBX, CARMA, 54 p. + annexes.





## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ELEMENTS DE CONTEXTE</b> .....	<b>3</b>
2.1. Caractérisation physique et chimique des lacs médocains .....	3
2.2. Etat des connaissances de la végétation aquatique des lacs médocains.....	4
<b>3. METHODES D'ETUDE</b> .....	<b>4</b>
3.1. Relevés de végétation sur les rives.....	6
3.2. Relevés de végétation sur les profils perpendiculaires aux rives.....	7
3.3. Détermination des espèces sur le terrain ou en laboratoire.....	12
3.4. Photos aériennes.....	12
<b>4. RESULTATS</b> .....	<b>14</b>
4.1. La transparence des eaux.....	14
4.2. Quantification des colonisations végétales des deux lacs.....	14
4.2.1. La végétation aquatique du lac de Lacanau.....	15
4.2.2. La végétation aquatique du lac de Carcans-Hourtin.....	19
4.2.3. Bilan des colonisations des lacs de Lacanau et de Carcans-Hourtin.....	23
4.3. Analyse de la répartition des plantes aquatiques.....	24
4.3.1. Analyse des cartes de répartition des taxons présents.....	24
4.3.2. Analyses statistiques complémentaires sur la répartition des plantes et des communautés de plantes des lacs médocains.....	28
<b>5. Réflexions générales sur les communautés de plantes aquatiques des lacs médocains et leur gestion</b> .....	<b>41</b>
5.1. Contexte de l'étude.....	41
5.2. Les plantes et les communautés.....	44
5.2.1. Espèces patrimoniales.....	44
5.2.2. Espèces indigènes communes.....	45
5.2.3. Espèces exotiques envahissantes.....	47
5.3. Les impacts des usages des plans d'eau sur les plantes aquatiques.....	48
5.3.1. La gestion des niveaux d'eau.....	48
5.3.2. La chasse au gibier d'eau.....	49
5.3.3. Les activités touristiques.....	51
5.4. Quelques lignes de bilan ?.....	52
<b>Bibliographie</b> .....	<b>53</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>55</b>



# 1. INTRODUCTION

Les communautés de plantes aquatiques des lacs et étangs du littoral aquitain présentent des spécificités directement liées à la nature géologique des bassins versants et à la qualité de leurs eaux qui en font des éléments importants du patrimoine naturel régional.

Une de leurs spécificités est la présence de pelouses rases immergées en bordure de certains de ces plans d'eau, pelouses dites "à littorales", qui comportent fréquemment deux ou trois espèces protégées comme la littorelle (*Littorella uniflora*), la lobélie de Dortmann (*Lobelia dortmanna*) ou l'isoète de Bory (*Isoetes boryana*).

De part le climat océanique tempéré de la région, ces communautés végétales sont toutefois soumises à des introductions d'espèces dont certaines sont devenues envahissantes depuis quelques décennies. Il s'agit en particulier des jussies (*Ludwigia grandiflora* et *L. peploides*), du myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*), du lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) et, plus récemment, d'égeria (*Egeria densa*).

Les dynamiques de colonisation de ces espèces exotiques, toutes considérées comme envahissantes en métropole, créent des perturbations écologiques dont l'évaluation précise reste encore à réaliser, et causent des nuisances diverses qui ont amené dans diverses situations les gestionnaires à mettre en place des interventions locales de régulation de leurs développements.

Dans ce cortège de plans d'eau du littoral, les lacs médocains ne font pas exception : ils abritent les espèces citées, quelles soient patrimoniales ou exotiques, et l'état des communautés végétales nous semble actuellement encore insuffisamment connu pour permettre la mise en œuvre d'interventions de gestion réellement adaptées. A notre connaissance, aucun état des lieux complet de la végétation aquatique de ces deux lacs n'a encore été réalisé, intégrant l'ensemble des informations disponibles et s'appuyant sur une reconnaissance générale des sites.

Les travaux déjà menés sur les communautés de plantes aquatiques des lacs de Lacanau et de Carcans-Hourtin depuis les années 1980 ont permis d'établir des bilans partiels, issus presque exclusivement de relevés phytosociologiques de Vanden Berghen (1964, 1968 et 1969) montrant la relative richesse de ces peuplements et la présence régulière des espèces patrimoniales déjà citées. Des observations plus récentes ont montré la permanence de ces espèces.

Les colonisations par certaines des espèces exotiques déjà signalées ont débuté dans le lac de Lacanau à la fin des années 1980. Il s'agit des espèces immergées lagarosiphon et

égéria, et de la jussie, espèce amphibie. Des interventions de moisson ont été ponctuellement réalisées à la fin des années 90 pour réguler les développements des deux espèces immergées dans le lac. La colonisation s'est progressivement étendue au lac de Carcans-Hourtin où le lagarosiphon et la jussie ont été signalés depuis quelques années.

Les développements de ces plantes exotiques et leurs incidences sur le milieu et les usages font partie des préoccupations du Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux du Bassin Versant des Etangs du Littoral Girondins (SIAEBVELG) dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) "Lacs Médocains". Une carte schématique de leur répartition figure dans le document présentant l'état des lieux du SAGE.

Un plan de gestion de ces espèces est en cours d'élaboration, il comporte un comité de pilotage dans lequel Irstea est représenté.

Par ailleurs, l'Office National des Forêts (ONF), région Aquitaine, est l'opérateur du SIAEBVELG pour l'élaboration des Documents d'Objectifs de sites Natura 2000 situés sur son territoire de compétence. En 2011, L'ONF a sollicité l'appui de l'équipe CARMA d'Irstea pour assurer la caractérisation des communautés de plantes aquatiques de ces deux lacs.

Le présent rapport rassemble les résultats de cette étude comportant des inventaires des plantes observées, une évaluation de leur abondance dans les lacs et le positionnement géographique de certaines de ces espèces (patrimoniales, exotiques envahissantes et communes) dans les sites particulièrement colonisés.

Les relevés de végétation des lacs de Lacanau et de Carcans-Hourtin ont été réalisés du 27 juin au 22 juillet 2011. Le nombre total de jours de terrain par lac et le personnel ayant participé à la réalisation de ces campagnes sont présentés en Annexe 1. La durée cumulée de ces investigations de terrain a été estimée à 84 jours-homme.

Une part importante des commentaires sur les données obtenues sur le lac de Lacanau est issue du travail réalisé par Alan Caro dans le cadre de son stage de Master 2 (Caro 2011).



## 2. ELEMENTS DE CONTEXTE

### 2.1. *Caractérisation physique et chimique des lacs médocains*

Les principaux éléments de caractérisation physique et chimique des plans d'eau médocains sont bien décrits dans la littérature, notamment dans les travaux de Vanden Berghen (Vanden Berghen 1964, 1968, Vanden Berghen 1969) ou plus récemment ceux de Cellamare (2009) et du SIAEBVELG dans le cadre du SAGE "lacs médocains" depuis 2004 (SIAEBVELG 2004, 2005a, b).

Ces deux plans d'eau présentent un certain nombre de similitudes, notamment la nature de leurs substrats dominée par les sables siliceux dit "des landes", sables éolisés facilement mobilisables par les courants et les vagues, des eaux au pH neutre à légèrement acide, un profil est-ouest des fonds très dissymétrique, conséquence directe de leurs conditions de formation, et leur exposition aux vents dominants d'ouest. Les principaux usages de ces plans d'eau sont la chasse (chasse à la tonne au gibier d'eau), la pêche amateur et, depuis environ quatre décennies, avec un développement extrêmement important, les activités de tourisme estival (plage, baignade, navigation à moteur et voile, campings à proximité des berges, etc.).

Ils sont caractérisés par un niveau trophique allant de mésotrophe à eutrophe (SIAEBVELG 2005b) même si ces critères de caractérisation sont à interpréter avec prudence sur ces lacs de très faible altitude et de faible profondeur (la profondeur maximale est de l'ordre de 10 m). La principale différence dimensionnelle entre ces deux plans d'eau est leur superficie, le lac de Carcans-Hourtin étant significativement plus étendu que le lac de Lacanau : 62 km<sup>2</sup> pour le premier et 20 km<sup>2</sup> pour le second.

L'année 2011 a été marquée par des précipitations très faibles. A titre d'exemple, au mois de juillet 2011, il est tombé environ 200 mm d'eau en moins par rapport à la moyenne de ce mois calculée sur les dix dernières années. Durant l'été 2011, les niveaux des eaux des deux lacs étaient inférieurs de 10 à 15 cm à la moyenne estivale des 4 précédentes années. Les tableaux et graphiques des chroniques de précipitations et des niveaux d'eau pour l'année 2011 sont disponibles en Annexe 2.

## **2.2. Etat des connaissances de la végétation aquatique des lacs médocains**

Les communautés végétales aquatiques des lacs médocains ont été peu étudiées dans le passé et n'avaient pas encore fait l'objet d'une étude complète de leur répartition.

En 1948, François publia une première carte du lac de Lacanau situant approximativement les espèces végétales dominantes (François 1948). D'autres études ont été menées par Vanden Berghen dans les années 80 : cet auteur a réalisé des études très précises sur les groupements phytosociologiques des rives des plans d'eau (Vanden Berghen 1964, 1968, Vanden Berghen 1969).

Par la suite, d'autres études ponctuelles ont porté sur les espèces exotiques introduites à caractère envahissant, comme par exemple Dutartre (1988, 1996) et Barreau (1996). Plus récemment, les travaux de Cellamare (2009) ont examiné les communautés de macrophytes aquatiques sur des stations de référence sur les deux lacs.

Selon ces données, les communautés de macrophytes des lacs médocains comportent diverses espèces très communes des milieux lacustres, comme les hélophytes *Scirpus lacustris* ou *Phragmites australis* et les hydrophytes tels que *Myriophyllum alterniflorum* ou *Nuphar lutea*, les espèces patrimoniales *Thorella verticillatundata* (faux cresson de Thore), la littorelle à une fleur et la lobélie de Dortmann et les espèces exotiques envahissantes *Egeria densa*, *Lagarosiphon major* et *Ludwigia peploides* (jussie). Une autre espèce patrimoniale, l'isoète de Bory (*Isoetes boryana*) a été récemment observée dans un site de la rive nord-ouest du lac de Carcans Hourtin (Fabrice Sin, communication personnelle).

Des clichés photographiques de quelques taxons sont disponibles en Annexe 3.

## **3. METHODES D'ETUDE**

Les communautés végétales considérées ici sont les végétaux aquatiques ou amphibies visibles à l'œil nu, ou formant habituellement des colonies visibles à l'œil nu (ex : algues filamenteuses), comprenant des phanérogames, des ptéridophytes, des bryophytes, des lichens, des algues filamenteuses ou coloniales, et par extension, certaines cyanobactéries et organismes hétérotrophes (bactéries et champignons) formant des colonies macroscopiques. Les fragments végétaux non fixés et les espèces ligneuses (arbres et arbustes) ne sont pas pris en compte (A.F.N.O.R. 2010).

Comme les données disponibles sur ces communautés dans les deux lacs comportaient soit des relevés phytosociologiques sans positionnement géographique précis (c'est par exemple le cas des données de Vanden Berghen), soit des observations partielles sur certaines colonisations par les espèces exotiques ou sur certains sites de faibles dimensions, aucune donnée cartographique générale n'était disponible. Or un des objectifs de Natura 2000 est bien de positionner géographiquement certains habitats patrimoniaux.

Les dimensions importantes de ces deux lacs, avec un linéaire de rive total à examiner de l'ordre de 80 km, la relative faiblesse des données disponibles et la nécessité d'explorer les zones en eau jusqu'aux profondeurs maximales permettant le développement des plantes, empêchaient de recourir directement à des relevés phytosociologiques classiques que nous n'aurions pu positionner a priori de manière correcte, faute de connaissances sur la répartition générale des espèces patrimoniales. Il a donc été nécessaire de développer une méthodologie adaptée aux objectifs de l'étude et aux dimensions des milieux, permettant, dans un premier temps, de préciser la répartition géographique des diverses plantes aquatiques rencontrées.

La méthodologie de terrain développée pour cette étude a donc compris l'observation des espèces présentes sur les zones littorales des lacs, explorables à pied, couplée à des observations et des prélèvements de plantes immergées sur des profils perpendiculaires au rivage à partir de relevés de fonds utilisant un échosondeur. Les différents types biologiques de plantes aquatiques susceptibles de coloniser les plans d'eau ont donc été examinés :

- héliophytes, tels que le roseau, dont une partie plus ou moins importante des tiges et feuilles sont émergées,
- amphiphytes, comme la jussie, capables de se développer dans l'eau ou sur terre sous de formes différentes,
- hydrophytes, plantes immergées ou à feuilles flottantes, comme les myriophylles et les nénuphars, enracinées ou libres, comme les potamots ou les lentilles d'eau.

La complémentarité de ces deux méthodes, comportant des positionnements géographiques réguliers au GPS, avait pour but d'obtenir une vision globale de la répartition des différentes espèces et donc de l'état de ces communautés végétales.

Les fiches de terrain élaborées pour les différents types de relevés sont disponibles en Annexe 4.



### 3.1. Relevés de végétation sur les rives

Ces relevés avaient pour objectif l'observation de la végétation aquatique dans la zone littorale peu profonde, généralement la plus favorable au développement végétal. Dans cette zone se développent les premières ceintures de végétation formées par les roselières, les plantes amphibies et certains hydrophytes.

Cette méthode a déjà été mise en œuvre sur les plans d'eau du littoral landais depuis plus de deux décennies pour répondre à la fois aux questions de gestion des plantes exotiques envahissantes et au besoin de connaissances générales sur le fonctionnement des communautés de macrophytes de ces plans d'eau (Castagnos et Dutartre 2001, Dutartre 2002, Dutartre et al. 1989, Dutartre et al. 1997).

Elle comporte un positionnement géo-référencé de secteurs de rives consécutifs sur un fond cartographique ou photographique, réalisé préalablement aux campagnes de terrain. Ces secteurs sont de longueur identique, généralement de 100 m. 348 secteurs de rives pour le lac de Lacanau et 634 pour le lac de Carcans-Hourtin ont donc été prospectés. Leurs cartes de positionnement sur les deux plans d'eau sont présentées en Annexe 5.

Les observations de terrain sont réalisées à pied ou en bateau (suivant l'accessibilité aux différents biotopes du secteur) afin de permettre un relevé global de la végétation aquatique, comportant, par secteur, une liste des taxons repérés (genre ou espèces dans la plupart des cas) et une note d'abondance relative pour chacun de ces taxons. L'équipe de terrain dispose d'un bathyscope pour évaluer la colonisation dans des zones littorales peu profondes si la surface des eaux est perturbée par les vents ou si la turbidité est trop importante.

L'abondance de chaque taxon évaluée à l'échelle du secteur est notée sur une échelle de 1 à 5, selon l'échelle similaire à celle établie par Kohler (1978) et présentée dans le Tableau 1. Vers la terre, la zone d'observation a pour limite les traces visibles des hautes eaux, telles que dépôts de sédiments ou de déchets organiques, et se termine vers le large à une profondeur ne dépassant généralement pas un mètre. Dans le cas de fortes pentes des rives, elle peut être réduite à quelques mètres. Pour de faibles pentes, la largeur explorée peut en revanche dépasser une centaine de mètres. Si un ou plusieurs herbiers isolés sont visibles au large d'un secteur de rives, ce qui est par exemple le cas de certaines zones de roselières à *Phragmites australis* ou *Scirpus lacustris* situées en rive est des lacs, elles sont alors systématiquement prospectées et les données recueillies intégrées dans celles du secteur de rives correspondant.



**Tableau 1 : Evaluation de l'indice d'abondance lors d'un relevé de secteur de rives**

Indice d'abondance	Description
1	quelques pieds
2	quelques petits herbiers
3	petits herbiers assez fréquents
4	grands herbiers discontinus
5	herbiers continus

Lorsque certaines zones de rives abritaient des espèces rares ou protégées sur des superficies importantes, dépassant une centaine de m<sup>2</sup>, le positionnement et les limites de ces herbiers remarquables ont été géo-référencés durant les observations à l'aide d'un GPS (Garmin® modèle GPSmap 78s).

Le cas échéant, la profondeur d'installation des plantes, la nature du substrat dominant et la pente des fonds ont aussi été notées. Les conditions climatiques générales des observations (vent, précipitations, agitation de l'eau, etc.) ont également été relevées. Enfin, des mesures de transparence des eaux ont été réalisées régulièrement à l'aide d'un disque de Secchi.

### **3.2. Relevés de végétation sur les profils perpendiculaires aux rives**

Ces profils perpendiculaires ont pour objectif l'étude de la végétation aquatique des zones plus profondes des plans d'eau. Ils permettent de déterminer la répartition des taxons d'hydrophytes vers le large, d'estimer certaines caractéristiques de leur développement (type de substrat, profondeur) et de définir la profondeur maximale de colonisation par ces végétaux.

Préalablement aux campagnes de terrain, leur nombre et leur positionnement ont été définis selon la méthode de calcul proposée par Jensen (1977). Cette méthode développée pour permettre un échantillonnage raisonné des communautés végétales lacustres propose un positionnement "géométrique" des sites d'étude calculé à partir de classes de superficies des plans d'eau et du développement des rives du plan d'eau à étudier (la formule de calcul figure *in extenso* dans la publication). Une ligne de base de ce positionnement est placée sur le fond de carte sur la plus grande dimension du plan d'eau. Le nombre de profils à positionner perpendiculairement à cette ligne de base est ensuite calculé selon la formule de Jensen. Chaque point de contact entre ces profils uniformément répartis sur la ligne de base et la rive du plan d'eau constitue le point de départ d'un profil perpendiculaire.

Cette "grille" de positionnement peut être considérée comme objective ou systématique car elle ne fait pas intervenir d'observation préalable sur le terrain (Jensen 1977) ni les connaissances déjà disponibles sur le site, ni les intérêts particuliers des opérateurs pour tel ou tel type d'habitat ou d'espèce. Elle a été appliquée en France dans les lacs alpins (Blake et al. 1986, Dubois et al. 1988, Dubois et al. 1984), dans différentes études comme par exemple celle de la végétation aquatique du lac de Parentis-Biscarrosse (Dutartre *et al.*, 1987), et dans des travaux plus récents sur différents types de plans d'eau (Bertrin et al. 2007, Bertrin et al. 2009). Ce protocole de positionnement a également été retenu dans la récente norme XP T90-328 (A.F.N.O.R. 2010) présentant le protocole applicable dans les suivis des plans d'eau non marnants de la DCE (Directive Cadre Européenne sur l'Eau).

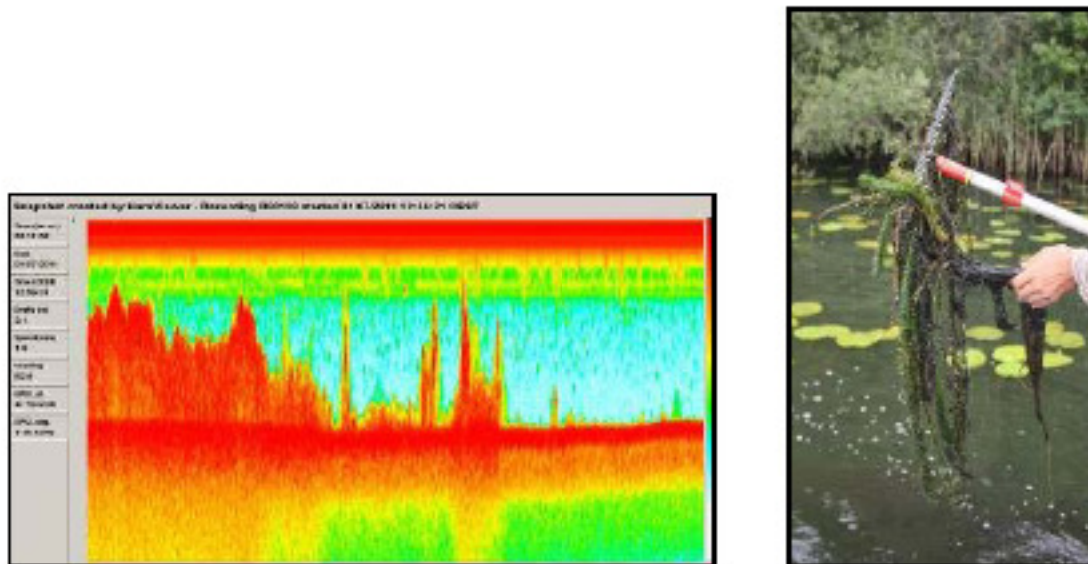
Ces profils ont été le lieu d'observations de la végétation aquatique à l'aide d'un échosondeur et de prélèvements par points-contacts à l'aide d'un râteau ou d'un grappin. De l'ordre de 50 à 60 cm, le tirant d'eau de l'embarcation utilisée pour ces relevés a conditionné le point de départ de ces profils. Orientée perpendiculairement à la ligne de rive, la navigation vers le large se terminait dès que l'échosondeur et les points-contacts ne repéraient plus aucun indice de végétation, ce que nous avons considéré comme la "limite de colonisation" par les plantes.

34 profils ont été positionnés selon cette méthode sur le lac de Lacanau et 43 sur le lac de Carcans-Hourtin. Leurs cartes de positionnement et leurs coordonnées géographiques sur les deux plans d'eau sont présentées en Annexe 6 et Annexe 7.

Les observations de la végétation aquatique sur ces profils ont été réalisées à l'aide d'un échosondeur combiné à un capteur GPS (dans le cas présent, le matériel utilisé était un appareil Humminbird® modèle 1197c SI Combo). Pour chaque profil, la visualisation subaquatique de la morphologie des fonds et le positionnement GPS des observations ont été enregistrés en continu, ce qui permet d'archiver les informations recueillies et de les utiliser ensuite pour l'interprétation des résultats. Dès lors qu'ils se présentent en touffes dépassant trois à quatre décimètres de hauteur, les végétaux sont relativement visibles sur les images produites par l'appareil.

Le recours à un échosondeur est un important complément des prélèvements par points-contacts. En effet, si les prélèvements permettent l'identification des taxons présents, sur de faibles surfaces déterminées par la taille du râteau utilisé, les images issues de l'échosondeur permettent des repérages en temps réel et en continu sur de vastes distances. Cette visualisation peut donc aider à l'élaboration d'une carte de répartition d'herbiers non directement visibles depuis la surface. Toutefois, comme elle ne renseigne

pas sur la nature des plantes présentes, cette précision ne peut être obtenue que par un prélèvement (Figure 1).



**Figure 1 : Observations de la végétation aquatique immergée à l'aide d'un échosondeur (à gauche) et à l'aide de points-contacts (à droite)**

Les observations par écran interposé ont donc été complétées et validées par les prélèvements ponctuels de macrophytes. Des prélèvements par points-contacts, réalisés le long du profil, au râteau ou au grappin selon la profondeur, ont été répartis aléatoirement quand l'échosondeur montrait des fonds fortement colonisés par la végétation. Dans les zones peu colonisées par la végétation, ils ont été réalisés lorsque l'échosondeur transmettait une image indiquant la présence d'un herbier isolé de manière à identifier la plante présente.

Pour chaque prélèvement, la profondeur, le substrat dominant, les taxons prélevés et leur abondance, ont été notés selon une échelle de 1 à 5 (Tableau 2).



**Tableau 2 : Evaluation de l'indice d'abondance par taxon lors d'un prélèvement au râteau ou grappin sur un profil perpendiculaire**

Indice d'abondance	Description
1	Quelques fragments de tige
2	Fragments de tige fréquents ou rares pieds
3	Fragments répartis sur l'ensemble de l'appareil
4	Taxon abondant
5	Taxon présent en grande quantité sur tout l'appareil

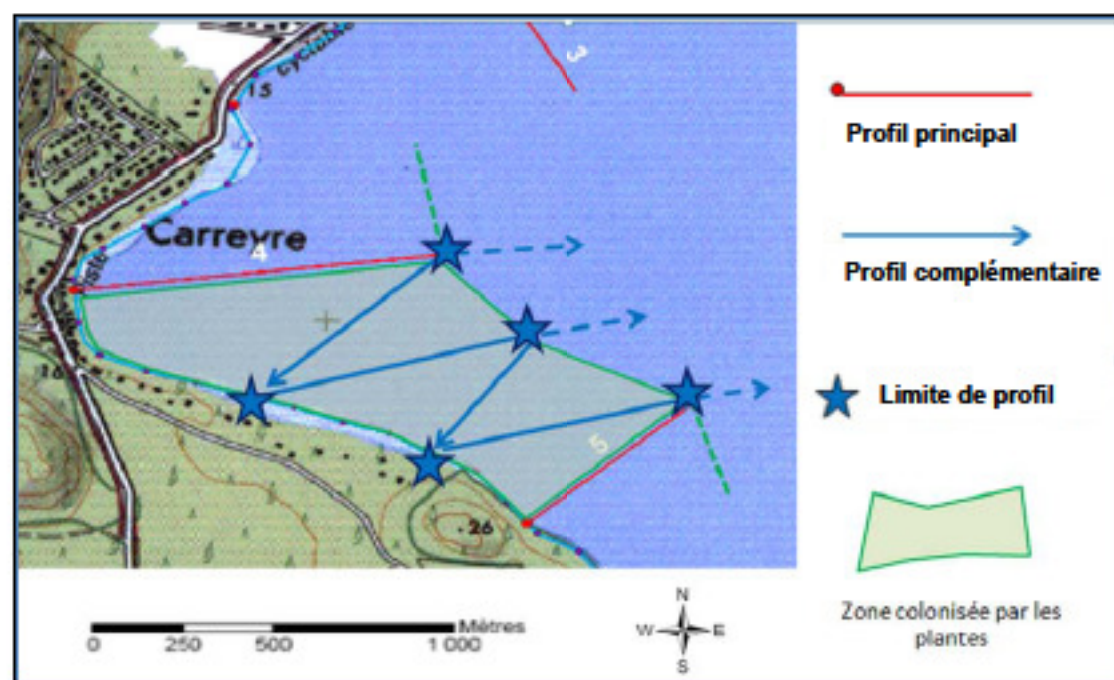
Une limite notable de ces deux modes d'observations est la difficulté de repérer et de prélever des plantes de très petite taille. Elles restent très peu perceptibles sur l'écran de l'échosondeur et, même si les prélèvements au râteau ou au grappin (utilisé pour les profondeurs supérieures à 4 m) permettent de récupérer quelquefois des fragments de plantes fragiles comme les algues characées ou les espèces des pelouses à littorales, il est probable que les prélèvements de ces espèces restent très aléatoires. Ce biais dans les relevés en profondeur avait déjà été identifié depuis une quinzaine d'années dans des investigations menées par notre équipe sur le fleuve Charente : des comparaisons entre observations en plongée et prélèvements au râteau avaient montré qu'environ 80 % des taxons observés étaient effectivement prélevés. La multiplicité des prélèvements peut sans doute permettre de réduire ce biais.

Afin d'évaluer les colonisations végétales des zones situées entre deux profils positionnés selon le protocole de Jensen, des profils complémentaires ont été réalisés à l'aide de l'échosondeur en navigant en zigzag entre deux profils. Afin d'optimiser les observations, deux modalités ont alors été mises en œuvre :

- dans le cas où les deux profils de Jensen concernés présentaient des colonisations végétales continues et relativement denses, l'image des fonds était enregistrée en continu durant la navigation en zigzag,
- lorsque les deux profils de Jensen concernés étaient colonisés de manière très éparse par la végétation, les enregistrements à l'échosondeur ne semblaient plus nécessaires. Des points-contacts ont alors été réalisés régulièrement sur le linéaire même quand l'échosondeur ne montrait aucun signe de la présence de végétation, ou à chaque fois qu'une image d'un herbier isolé était observée sur l'écran de l'échosondeur.

Par ailleurs, pour les conformations particulières des rives des plans d'eau, comme par exemple les anses, une modalité de réalisation spécifique des profils a été mise en œuvre. Certaines de ces anses, comme par exemple sur les rives ouest des lacs, sont des biotopes moins exposés au vent et la houle pouvant abriter de manière préférentielle des hydrophytes aux tiges relativement fragiles, indigènes comme les myriophylles ou exotiques envahissants comme *Lagarosiphon major* ou *Egeria densa*. Ces zones peuvent donc être très fortement colonisées par ces espèces. Afin d'évaluer l'étendue de ces colonisations, un profil a été positionné à partir du fond des anses pour se terminer vers le large, à la "limite de colonisation" définie précédemment. La prospection en zigzag a également été améliorée en multipliant les profils complémentaires pour préciser l'étendue des colonisations végétales. L'exemple d'une partie de l'anse de Carreyre dans le lac de Lacanau est présenté dans la Figure 2.

Quand la végétation est plus rare, ces profils complémentaires permettent aussi de repérer d'éventuels herbiers isolés entre deux profils principaux.



**Figure 2 : Exemple de disposition de profils d'étude de la végétation aquatique dans la zone sud de l'anse de Carreyre (lac de Lacanau)**

Au total, 62 profils complémentaires ont été réalisés sur le lac de Lacanau et 66 sur le lac de Carcans-Hourtin.

Les méthodes d'investigations utilisées lors de cette étude sont relativement proches de celles du protocole élaboré par l'équipe pour répondre à la demande nationale d'évaluation d'état écologique des plans d'eau utilisant les macrophytes dans le contexte de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau qui a fait l'objet d'une norme expérimentale en 2011 (A.F.N.O.R. 2010). Les principales différences entre cette norme et le protocole "lacs médocains" sont :

- des observations sur l'ensemble du périmètre du plan d'eau et non des observations sur des secteurs jugés représentatifs des différents types de rives,
- le recours à un échosondeur permettant de repérer des plantes immergées quelle que soit leur profondeur d'implantation ou leur distance à rive, limitée à 100 m dans le cas de la norme.

### **3.3. Détermination des espèces sur le terrain ou en laboratoire**

Le niveau de détermination appliqué lors de cette étude a été le même que celui proposé pour la norme déjà citée (A.F.N.O.R. 2010) :

- l'espèce pour les Phanérogames, les Bryophytes, les Ptéridophytes, les Lichens et les algues Characées ;
- le genre pour les organismes unicellulaires (hétérotrophes et algues autres que Characées).

La majorité des taxons de macrophytes aquatiques est identifiable au moment des observations de terrain. Les taxons qui ne pouvaient pas être déterminés in situ (Characées et algues filamenteuses notamment) ont été ramenés au laboratoire pour une détermination ultérieure.

### **3.4. Photos aériennes**

Nous avons réalisé une campagne de photos aériennes dans les jours qui ont précédé la campagne de terrain. Ces photos avaient pour objectif de faciliter le repérage des secteurs de rives et le positionnement des profils. Bien qu'obliques, elles facilitent la vision d'ensemble des paysages des rives et des herbiers d'hélophytes ou d'hydrophytes de surface du plan d'eau. Elles peuvent également contribuer fortement à la description des rives et des différents biotopes abritant des macrophytes.

Grâce à ces clichés peuvent aussi être repérés des éléments de paysage non répertoriés sur les cartes, comme par exemple des zones de hauts fonds colonisées par des hélophytes ou



pouvant avoir des impacts directs sur la répartition des macrophytes, comme le débouché dans le lac de fossés ou de tributaires permanents, la présence de zones aménagées ou fortement modifiées par des activités humaines, etc. Des exemples de ces clichés sont rassemblés dans la Figure 3.



**Figure 3 : Exemples de photos aériennes permettant le repérage de divers éléments paysagers (Photos Alain Dutartre, Irstea)**

## 4. RESULTATS

### 4.1. *La transparence des eaux*

Les valeurs moyennes de transparence des eaux mesurées au disque de Secchi durant la campagne de terrain étaient respectivement de 1,5 m pour le lac de Carcans-Hourtin et 2,5 m pour le lac de Lacanau.

Ces valeurs sont nettement supérieures à celles mesurées habituellement sur ces plans d'eau (SIAEBVELG 2005b) dont la gamme se situe plutôt entre 0,5 et 1 m pour le lac de Carcans-Hourtin et 1 m à 1,5 m pour le lac de Lacanau.

La différence de valeur de ce paramètre entre les deux plans d'eau est assez significative car elle peut avoir des conséquences importantes sur la répartition des plantes aquatiques dans les lacs. En effet, une augmentation d'un mètre de la transparence mesurée de cette manière correspond à une différence de l'ordre de 2,5 m dans l'épaisseur de la zone euphotique, c'est-à-dire la zone de profondeur potentiellement colonisable par la végétation car suffisamment éclairée pour permettre la photosynthèse.

Les valeurs de transparence des eaux sont particulièrement liées à la présence de matières en suspension, minérales ou organiques ou d'algues planctoniques. Elles sont susceptibles d'évoluer de manière notable en fonction des quantités de matières présentes et certains développements d'algues peuvent les réduire fortement.

A partir des valeurs précédemment citées, la végétation aquatique pourrait donc, potentiellement, se développer entre 1,25 m et 3,75 m de profondeur pour le lac de Carcans-Hourtin, et entre 2,5 et 6,25 m de profondeur pour le lac de Lacanau.

### 4.2. *Quantification des colonisations végétales des deux lacs*

Les données présentées ici permettent d'obtenir une vision synthétique de l'état des colonisations des deux lacs par les différents taxons de macrophytes :

- **pour les secteurs de rives** : les fréquences sont exprimées en pourcentage et représentent, pour le plan d'eau donné, le quotient du nombre de secteurs où un taxon donné est présent et du nombre total de secteurs étudiés sur le plan d'eau. Les abondances sont des valeurs moyennes, soit la moyenne des abondances évaluées sur les relevés où le taxon était présent : leur gamme de valeurs s'étend de 1 à 5. L'indice d'occupation est le



produit des fréquences par les abondances moyennes. Utilisé depuis le début des années 90 par l'équipe (Dutartre, 1993), cet indicateur propose une évaluation globale de l'occupation de chaque taxon à l'échelle du plan d'eau sur une échelle de 0 à 5 et permet donc des comparaisons entre taxons pour un même plan d'eau, entre plans d'eau et au cours du temps pour un même plan d'eau.

- **sur les profils perpendiculaires** : les fréquences sont exprimées en pourcentage et représentent le quotient du nombre de points-contacts colonisés par un taxon et du nombre total de points-contacts effectués sur le plan d'eau. Les abondances sont des valeurs moyennes, soit la moyenne des abondances évaluées sur les points-contacts où le taxon était présent : leur gamme de valeurs s'étend de 1 à 5. La profondeur moyenne d'observation et la profondeur maximale de colonisation sont également données pour chaque taxon.

#### 4.2.1. La végétation aquatique du lac de Lacanau

- **Les relevés de rives**

49 taxons de macrophytes ont été répertoriés sur les rives du lac de Lacanau lors de cette campagne de terrain, soit 24 taxons d'hélophytes, 3 taxons d'espèces amphibies, 14 taxons d'hydrophytes et près d'une dizaine de taxons d'algues. La liste taxonomique complète est présentée dans le Tableau 3.

Elle comporte un nombre important d'espèces communes, hélophytes tels que le roseau (*Phragmites australis*) ou le scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens*) ou hydrophytes comme le nénuphar jaune (*Nuphar lutea*) ou le potamot nageant (*Potamogeton natans*).

Les espèces rares ou patrimoniales sont également bien présentes, comme la littorelle (*Littorella uniflora*), la lobélie de Dortmann (*Lobelia dortmanna*), le faux cresson de Thore (*Thorella verticillatinundata*).

Parmi les algues figurent deux taxons de characées (*Chara fragifera* et *Nitella confervacea*) considérées comme des espèces indicatrices de bonne qualité des milieux aquatiques.

Trois espèces exotiques envahissantes ont été répertoriées, il s'agit de lagarosiphon (*Lagarosiphon major*), égéria (*Egeria densa*) hydrophytes, et de la jussie (*Ludwigia peploides*), amphiphyte. Une variété exotique de *Nymphaea* à fleur rose a également été observée mais cette plante ne présente pas, a priori, de caractère envahissant.

**Tableau 3 : Liste des taxons observés lors des relevés de rives sur le lac de Lacanau**

<i>Baldellia repens</i>	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Binuclearia</i> sp.	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
<i>Bulbochaete</i> sp.	<i>Myrica gale</i>
<i>Carex</i> sp.	<i>Nitella confervacea</i>
<i>Chara fragifera</i>	<i>Nuphar lutea</i>
<i>Cladium mariscus</i>	<i>Nymphaea alba</i>
<i>Drosera intermedia</i>	<i>Nymphaea</i> sp.
<i>Egeria densa</i>	<i>Oedogonium</i> sp.
<i>Elatine hexandra</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>Elatine</i> sp.	<i>Potamogeton natans</i>
<i>Elodes palustris</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Eleocharis multicaulis</i>	<i>Potamogeton polygonifolius</i>
<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Eleocharis</i> sp.	<i>Rhizoclonium</i> sp.
<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Scirpus fluitans</i>
<i>Juncus bulbosus</i>	<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Juncus effusus</i>	<i>Schoenoplectus pungens</i>
<i>Lagarosiphon major</i>	<i>Schoenus nigricans</i>
<i>Littorella uniflora</i>	<i>Sparganium erectum</i>
<i>Lobelia dortmanna</i>	<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Lobelia urens</i>	<i>Thorella verticillatundata</i>
<i>Ludwigia peploides</i>	<i>Typha latifolia</i>
<i>Lysimachia vulgaris</i>	<i>Ulothrix</i> sp.
<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Utricularia</i> sp.
	<i>Zygnema</i> sp.

Le Tableau 4 présente les macrophytes les plus fréquemment rencontrés sur le lac. L'espèce la plus présente sur les rives du lac de Lacanau est le roseau, repéré dans plus de 80 % des secteurs des rives du plan d'eau avec une abondance moyenne élevée (2,8) et un indice d'occupation dépassant 2,3. Le deuxième taxon le plus fréquent est également un héliophyte, le scirpe piquant, qui est présent sur environ les trois quarts des secteurs. L'hydrophyte le plus présent est l'algue characée *Chara fragifera*, avec une fréquence de près de 64 % et une abondance moyenne de 2,7, donnant une note d'indice d'occupation supérieur à 1,7, qui nous semble assez élevée pour ce type de macrophyte généralement installé en herbiers peu denses et dans des biotopes de dimensions souvent peu importantes.

**Tableau 4 : Macrophytes les plus fréquents sur les relevés de rives du lac de Lacanau**  
(fréquence en %, abondance de 1 à 5, indice d'occupation de 0 à 5)

Taxon	Type biologique	Fréquence	Abondance moyenne	Indice occupation
<i>Phragmites australis</i>	Hélophyte	81,5	2,8	2,32
<i>Schoenoplectus pungens</i>	Hélophyte	72,3	2,7	1,92
<i>Chara fragifera</i>	Hydrophyte	63,9	2,7	1,73
<i>Juncus bulbosus</i>	Hélophyte	48,1	2,2	1,04
<i>Lagarosiphon major</i>	Hydrophyte	31,3	2,2	0,69
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Hydrophyte	30,4	2,1	0,64
<i>Lobelia dortmanna</i>	Hydrophyte	25,5	1,8	0,40
<i>Scirpus lacustris</i>	Hélophyte	24,5	2,2	0,53
<i>Egeria densa</i>	Hydrophyte	21,2	3,5	0,74
<i>Eleocharis multicaulis</i>	Hélophyte	21,2	2,0	0,43
<i>Littorella uniflora</i>	Hydrophyte	19,6	1,8	0,32

Le lagarosiphon est la cinquième espèce la plus fréquente sur les rives du lac. Il a été observé dans pratiquement un tiers des secteurs de rives du lac. L'autre hydrophyte exotique, égéria, présente les herbiers les plus denses, avec une abondance moyenne de 3,5, soit la valeur de ce paramètre la plus élevée sur le plan d'eau, mais elle n'a été observée « que » sur un secteur sur cinq. Enfin, la jussie (*Ludwigia peploides*) a été notée dans 6,5 % des secteurs de rives avec une abondance moyenne de 2, ce qui correspond à une faible colonisation des rives du lac.

Deux espèces patrimoniales sont relativement fréquentes dans ces relevés de rives. Il s'agit de *Lobelia dortmanna* et de *Littorella uniflora* présentes dans respectivement environ un quart et un cinquième des secteurs. La troisième espèce patrimoniale, *Thorella verticillatunundata*, reste peu fréquente dans ces relevés, sur 5,7% des secteurs avec une abondance moyenne relativement faible (1,5).

Globalement, ces espèces patrimoniales sont donc moins présentes dans ces relevés que les espèces exotiques envahissantes. Elles forment généralement des herbiers plus éparés et de moindre superficie que ceux des plantes exotiques.

Le nénuphar jaune, *Nuphar lutea*, est présent sur environ 17 % des secteurs, avec une abondance moyenne assez importante (2,7). Il constitue l'espèce dominante des nupharaies du lac, accompagnée parfois de *Nymphaea alba* et d'une autre espèce de *Nymphaea*

exotique indéterminée à fleur rose. Enfin, les potamots (*Potamogeton natans*, *P. perfoliatus* et *P. polygonifolius*) ont des fréquences faibles (de 6,5 et 8,2 %).

- **Les profils**

435 points-contacts ont été réalisés sur l'ensemble des profils, c'est à dire profils principaux et complémentaires. Ils ont permis de prélever et d'identifier un taxon supplémentaire non observé sur les secteurs de rives : l'algue characée *Nitella translucens*. 13 taxons ont été recensés sur les profils et sont présentés dans le Tableau 5.

**Tableau 5 : Liste des taxons observés sur les profils perpendiculaires du lac de Lacanau**

<i>Chara fragifera</i>
<i>Egeria densa</i>
<i>Juncus bulbosus</i>
<i>Lagarosiphon major</i>
<i>Littorella uniflora</i>
<i>Lobelia dortmanna</i>
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
<i>Nitella confervacea</i>
<i>Nitella translucens</i>
<i>Phragmites australis</i>
<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Schoenoplectus pungens</i>

Le Tableau 6 présente les caractéristiques de quelques uns des taxons prélevés sur les profils.

Les deux hydrophytes exotiques envahissants, *Lagarosiphon major* et *Egeria densa*, dominent ces relevés, aussi bien par leur fréquence (présentes sur un quart des points-contacts réalisés) et par leurs abondances moyennes élevées, notamment pour égéria. De plus, elles colonisent les zones les plus profondes et les plus éloignées au large : des prélèvements de *L. major* ont été effectués à 730 m des rives et jusqu'à 800 m pour *E. densa*, ceci à des profondeurs pouvant atteindre 4,5 m.



**Tableau 6 : Taxons remarquables prélevés sur les profils perpendiculaires aux rives du lac de Lacanau.**

(fréquence sur les points contacts, en %, abondance de 1 à 5, profondeurs en m)

Taxons	Fréquence	Abondance moyenne	Profondeur moyenne	Profondeur maximale de colonisation
<i>Lagarosiphon major</i>	26,0	2,4	2,4	4,1
<i>Egeria densa</i>	23,2	3,0	2,9	4,5
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	6,0	2,1	1,6	4,0
<i>Chara fragifera</i>	6,0	1,6	1,1	1,7
<i>Lobelia dortmanna</i>	1,0	1,3	0,6	0,8

Quelques pieds de *Myriophyllum alterniflorum* et de *Chara fragifera* ont été observés au large des rives mais avec des fréquences nettement plus faibles. Seule la première espèce est implantée dans le lac à des profondeurs du même ordre que les espèces exotiques, soit 4 m ou plus, toutes les autres restent dans une gamme de profondeur beaucoup plus faibles. Enfin, les autres taxons observés sur les profils ont des fréquences inférieures ou égales à 1 %, c'est en particulier le cas des taxons patrimoniaux.

#### 4.2.2. La végétation aquatique du lac de Carcans-Hourtin

- **Les relevés de rives**

Lors de la campagne de terrain, 55 taxons de macrophytes ont été répertoriés sur les rives du lac de Carcans-Hourtin, dont 35 taxons d'hélophytes, 3 taxons d'amphibies, 14 taxons d'hydrophytes et quelques taxons d'algues. La liste taxonomique est présentée dans le Tableau 7.

Comme pour le lac de Lacanau, les espèces communes, hélophytes ou hydrophytes, sont largement représentées, avec une nette dominance pour les hélophytes. Il en est de même pour les espèces patrimoniales, régulièrement observées sur une grande part des rives du lac.

**Tableau 7 : Liste des taxons observés lors des relevés de rives sur le lac de Carcans-Hourtin**

<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Nymphaea alba</i>
<i>Anagallis tenella</i>	<i>Isnardia palustris</i>	<i>Nymphaea</i> sp.
<i>Baldellia repens</i>	<i>Juncus bulbosus</i>	<i>Osmunda regalis</i>
<i>Carex</i> sp.	<i>Juncus heterophyllus</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>Chara fragifera</i>	<i>Lagarosiphon major</i>	<i>Polygonum persicaria</i>
<i>Chara globularis</i>	<i>Littorella uniflora</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Chara</i> sp.	<i>Lobelia dortmanna</i>	<i>Potamogeton polygonifolius</i>
<i>Cladium mariscus</i>	<i>Lobelia urens</i>	<i>Potamogeton</i> sp.
<i>Drosera intermedia</i>	<i>Ludwigia peploides</i>	<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Drosera rotundifolia</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>	<i>Scirpus fluitans</i>
<i>Drosera</i> sp.	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Elatine hexandra</i>	<i>Mentha aquatica</i>	<i>Schoenoplectus pungens</i>
<i>Elatine</i> sp.	<i>Myrica gale</i>	<i>Schoenus nigricans</i>
<i>Elodes palustris</i>	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	<i>Stachys</i> sp.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	<i>Nitella confervacea</i>	<i>Thorea</i> sp.
<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Nuphar lutea</i>	<i>Thorella verticillatunundata</i>
<i>Eriophorum</i> sp.	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	<i>Nymphaea</i> sp.	<i>Typha latifolia</i>
		<i>Typha</i> sp.

Quatre taxons d'algues characées ont été prélevés sur le lac, dont la détermination n'a pas toujours pu être réalisée sur le terrain, mais après observation en laboratoire comme par exemple pour *Chara globularis*. Dans d'autres cas, faute des organes de reproduction de l'algue, les gamétanges, dans les échantillons prélevés, l'identification n'a pu être menée jusqu'à l'espèce : elle est restée au niveau du genre. Sur le terrain, compte tenu de ces difficultés d'identification, les observations de *Chara* ont été rassemblées sous le nom de l'espèce la plus commune sur le plan d'eau, c'est à dire *Chara fragifera*. Les nitelles (*Nitella* sp.), autre genre de characée assez facilement discriminable des autres *Chara*, ont été exclues de ce rapprochement.

Deux espèces exotiques envahissantes ont été répertoriées, il s'agit de lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) et de la jussie (*Ludwigia peploides*). Lors de cette campagne de terrain, égéria n'a pas été observée mais compte tenu des capacités de bouturage de cette espèce, de l'importance de sa colonisation dans le lac de Lacanau, de la proximité des deux lacs et de la densité des échanges humains sur ce territoire, son arrivée dans le lac de Carcans-Hourtin peut être considérée comme inéluctable. Tout comme pour le lac de Lacanau, une variété ornementale de *Nymphaea* provenant sans doute d'une plantation a été observée.

Le Tableau 8 présente les macrophytes les plus fréquemment rencontrés sur le lac. Les espèces des roselières, principalement *Phragmites australis* et *Schoenoplectus pungens*, colonisent près de 70 % des secteurs de rives avec une abondance relativement élevée (proche de 2,5).

L'hydrophyte le plus présent est l'algue characée *Chara fragifera*, avec une fréquence et une abondance moyenne élevées (64,5 % et 2,5).

Le lagarosiphon est peu fréquent (11 %) mais, là où il est présent, il forme des herbiers denses avec une abondance moyenne qui est la plus élevée sur le plan d'eau (3,2).

Les espèces patrimoniales sont bien représentées. La littorelle est présente dans près de 40 % des secteurs, la lobélie est légèrement moins fréquente mais elle est observable dans près d'un tiers des secteurs. Les deux espèces ont une abondance moyenne proche de 2, elles sont donc la plupart du temps présentes sous forme de petits herbiers.

Enfin, il est intéressant de noter la faible présence des nupharaies sur le plan d'eau (observées sur 7 secteurs uniquement), une situation très différente de celle du lac de Lacanau, ainsi que celle des potamots (une vingtaine de secteurs seulement avec présence de *Potamogeton perfoliatus* et *P. polygonifolius*).

**Tableau 8 : Macrophytes les plus fréquents sur les relevés de rives du lac de Carcans-Hourtin**  
(fréquence en %, abondance de 1 à 5, indice d'occupation de 0 à 5)

Taxons	Type biologique	Fréquence	Abondance moyenne	Indice d'occupation
<i>Schoenoplectus pungens</i>	Hélophyte	69,2	2,6	1,83
<i>Phragmites australis</i>	Hélophyte	69,9	2,4	1,7
<i>Chara fragifera</i>	Hydrophyte	64,5	2,5	1,6
<i>Juncus bulbosus</i>	Hélophyte	53,9	2,1	1,13
<i>Eleocharis multicaulis</i>	Hélophyte	42,3	2,1	0,88
<i>Littorella uniflora</i>	Hydrophyte	38,3	2,0	0,77
<i>Lobelia dortmanna</i>	Hydrophyte	27,9	1,9	0,53
<i>Lagarosiphon major</i>	Hydrophyte	10,9	3,2	0,35
<i>Scirpus lacustris</i>	Hélophyte	12,4	1,9	0,24
<i>Thorella verticillatunadata</i>	Hélophyte	12,1	1,6	0,19

- **Les profils**

Huit taxons ont été recensés sur les profils. La réalisation de profils perpendiculaires a permis de prélever et d'identifier un taxon supplémentaire non observé sur les secteurs de rives : l'algue characée *Nitella translucens*. La liste complète des taxons observés est présentée dans le Tableau 9. 780 points-contacts ont été effectués sur l'ensemble des profils réalisés (profils principaux et profils complémentaires). Le Tableau 10 présente quelques taxons remarquables des zones aquatiques plus profondes du lac et les caractéristiques de leur présence.

**Tableau 9 : Liste des taxons observés sur les profils perpendiculaires du lac de Carcans-Hourtin**

<i>Chara fragifera</i>
<i>Chara globularis</i>
<i>Lagarosiphon major</i>
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
<i>Nitella confervacea</i>
<i>Nitella translucens</i>
<i>Phragmites australis</i>
<i>Potamogeton perfoliatus</i>

**Tableau 10 : Taxons remarquables sur les profils perpendiculaires aux rives du lac de Carcans-Hourtin**

(fréquence sur les points contacts en %, abondance de 1 à 5, profondeurs en m)

Taxons	Fréquence	Abondance moyenne	Profondeur moyenne	Profondeur maximale de colonisation
<i>Nitella confervacea</i>	10,0	1,2	1,7	3,9
<i>Lagarosiphon major</i>	7,0	2,3	2,3	3,9
<i>Chara fragifera</i>	6,0	1,4	1,5	4,5

Les fréquences et les abondances des taxons observés sur les profils perpendiculaires sont généralement faibles. L'espèce la plus fréquente est l'algue characée *Nitella confervacea*, suivie par le lagarosiphon et par l'autre characée *Chara fragifera*. Les profondeurs moyennes sont relativement importantes, notamment le lagarosiphon, avec une profondeur maximale de colonisation de 4,5 m pour *Chara fragifera*.



Les autres taxons prélevés sur les profils ne dépassent pas une fréquence de 1 %. A noter l'absence des taxons patrimoniaux dans les prélèvements réalisés sur les profils perpendiculaires.

### 4.2.3. Bilan des colonisations des lacs de Lacanau et de Carcans-Hourtin

Les lacs médocains présentent une richesse spécifique relativement élevée avec près d'une cinquantaine de taxons observés sur chaque plan d'eau.

Le lac de Lacanau abrite des zones de roselières particulièrement remarquables, avec un indice d'occupation de 2,3 pour *Phragmites australis* et de 1,9 pour *Schoenoplectus pungens*, ce qui est globalement le cas pour Carcans-Hourtin, bien que ces indices y soient un peu plus faibles.

A ces deux espèces classiques des roselières s'ajoute l'important cortège formé par d'autres hélophytes, dont *Juncus bulbosus* et *Eleocharis multicaulis*. Le scirpe lacustre, *Scirpus lacustris*, hélophyte susceptible de se développer dans plus d'un mètre de profondeur, est relativement présent sur les deux plans d'eau, observé par exemple sur un quart des secteurs de rives du lac de Lacanau. Les communautés d'hélophytes sont donc les communautés de macrophytes aquatiques les mieux représentées sur les deux lacs.

Les hydrophytes indigènes sont plus rares, à l'exception des algues characées (*Chara fragifera* et *Nitella confervacea*). Ces algues pionnières colonisent aussi bien les zones de rives que les zones profondes des lacs dès que celles-ci présentent un substrat sablonneux-siliceux et une végétation phanérogame peu développée (Corillion 1975). Elles se développent jusqu'à 4,5 m de profondeur à Carcans-Hourtin et leurs abondances sont souvent élevées. Ces deux espèces d'algues sont fréquemment associées dans les plans d'eau pauvres en sels dissous (Corillion 1957).

Les nupharaies sont régulièrement présentes à Lacanau, elles sont en revanche très clairsemées à Carcans-Hourtin. Les autres taxons indigènes, dont *Myriophyllum alterniflorum* et quelques potamots, restent peu abondants et peu fréquents.

Les hydrophytes exotiques colonisent principalement le lac de Lacanau, premier lac où se sont installées ces espèces, et ceci d'une manière bien plus importante que les hydrophytes indigènes précédemment cités. En effet, *Egeria densa* et *Lagarosiphon major* sont présents dans respectivement 20 et 30 % des secteurs de rives et s'installent dans les zones les plus profondes du lac, avec une profondeur moyenne de colonisation d'environ 3 m pour égéria par exemple, ce qui n'est pas du tout négligeable. Enfin, à l'échelle du lac de Carcans-

Hourtin, les colonisations du lagarosiphon restent encore relativement faibles : il y a tendance à former des herbiers en nombre réduit mais de taille assez importante. La jussie ne présente pas de développements importants sur les lacs mais il n'est pas rare d'observer des pieds isolés de cette plante qui, dès que les conditions sont favorables (comme observé à l'intérieur des anses), peut former des herbiers beaucoup plus denses.

Enfin, les deux espèces patrimoniales, *Lobelia dortmanna* et *Littorella uniflora*, sont présentes sur les lacs de manière notable. La littorelle est particulièrement présente sur le lac de Carcans-Hourtin, soit sur environ 40 % des secteurs de rives, son développement est plus faible dans le lac de Lacanau avec une fréquence proche de 20 %. La lobélie de Dortmann colonise les deux plans d'eau d'une manière assez similaire, sur plus d'un quart des secteurs de rives. Dans tous les cas, ces deux espèces sont présentes sous forme de petits herbiers isolés. Enfin, la forme aquatique de *Thorella verticillatunundata* est moins fréquente que les deux précédentes espèces, la plupart du temps observée sous forme de quelques pieds isolés, voire parfois de petits herbiers.

Le positionnement GPS et la description des herbiers remarquables de ces 3 espèces patrimoniales sont synthétisés et présentés pour les deux plans d'eau sur des cartes disponibles en Annexe 8 et en Annexe 9.

### **4.3. Analyse de la répartition des plantes aquatiques**

#### **4.3.1. Analyse des cartes de répartition des taxons présents**

Les cartes de végétation présentées en Annexe 10 et Annexe 11 de ce rapport ont été réalisées pour partie par Alan Caro, stagiaire de Master 2 à l'Irstea de Bordeaux, et pour partie par Benoît Destribats, chef de projet "Cartographie, Risques naturels" au bureau d'étude ONF, agence Landes Nord Aquitaine.

- **Répartition des taxons sur le lac de Lacanau**

La dissymétrie des rives des lacs déjà signalée (une rive est présentant de faibles pentes des fonds, fortement soumise aux vents dominants d'ouest et une rive ouest protégée des vents en pied de dunes, avec de fortes pentes des fonds) est également très perceptible dans la diversité taxinomique et la répartition géographique de certaines espèces.

La diversité taxinomique est plus importante sur la rive est du lac avec 47 taxons contre 28 en rive ouest, soit une différence de près de 40 %. Cette différence est également

perceptible avec la somme des occurrences cumulées des taxons, de 1340 en rive est contre 699 en rive ouest. Enfin, il en est de même pour les abondances cumulées avec des valeurs de 2855 en rive est contre 1866 en rive ouest.

Le Tableau 11 présente les caractéristiques de colonisation des principaux taxons observés dans le lac selon l'orientation des rives.

**Tableau 11 : Abondances et fréquences de différents taxons sur les rives ouest et est du lac de Lacanau**  
(abondance de 1 à 5, fréquence en %, indice d'occupation de 0 à 5)

Taxons	Abondance moyenne		Fréquence		Indice d'occupation	
	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est
<i>Phragmites australis</i>	3,8	2,1	94,1	75,4	3,59	1,60
<i>Schoenoplectus pungens</i>	2,7	2,6	55,9	83,3	1,52	2,18
<i>Chara fragifera</i>	2,8	2,7	52,2	70,6	1,45	1,90
<i>Juncus bulbosus</i>	1,9	2,2	12,5	70,2	0,24	1,53
<i>Lagarosiphon major</i>	2,2	2,2	32,4	31,1	0,71	0,70
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	2,6	1,2	53,7	17,1	1,40	0,20
<i>Lobelia dortmanna</i>	2,0	1,4	19,1	29,8	0,38	0,43
<i>Scirpus lacustris</i>	2,1	2,2	30,9	20,6	0,64	0,46
<i>Egeria densa</i>	3,7	3,2	37,5	11,4	1,38	0,36
<i>Littorella uniflora</i>	2,0	1,6	6,6	27,6	0,13	0,43
<i>Cladium mariscus</i>	3,2	1,8	4,4	22,4	0,14	0,40
<i>Ludwigia peploides</i>	2,0	2,5	16,2	0,9	0,32	0,02

Parmi les principaux taxons présents en rive est et absents en rive ouest figurent *Thorella verticillatinundata*, *Eleocharis multicaulis*, ou encore *Potamogeton polygonifolius*.

En ce qui concerne les espèces patrimoniales, *Lobelia dortmanna* et *Littorella uniflora* semblent coloniser de manière préférentielle la rive est : c'est particulièrement remarquable pour la littorelle dont la fréquence est quatre fois supérieure à l'est avec une valeur de 28 % contre environ 7% sur la rive ouest. La lobélie est aussi plus fréquente à l'est mais elle a tendance à former des herbiers plus denses et plus étendus à l'ouest. Certains secteurs abritent la littorelle sans que la lobélie y ait été observée, comme par exemple les rives de quelques secteurs des Marinas de Talaris. Les secteurs situés au nord de la pointe du Tedey et au nord de l'anse de Longarisse sont également des sites remarquables, car ils abritent les abondances maximales de *Lobelia dortmanna* sur le lac.

La colonisation du lac par les espèces exotiques est assez identique entre *Lagarosiphon major* et *Egeria densa* : elle se produit de manière préférentielle dans les zones d'anses,



dans les ports et d'autres secteurs particulièrement protégés des vents (voir leur carte de répartition en Annexe 10). Certains secteurs sont même très fortement colonisés, tels l'anse de Carreyre et les secteurs à proximité du Moutchic où les deux espèces cohabitent, même si *Égeria* semblent dominer à proximité des rives. *Egeria* est également très présente dans d'autres secteurs du lac comme les petites anses au sud de la pointe de Bernos, au sud de Vire Vieille et dans et à l'extérieur du port de Lacanau. Le lagarosiphon est également présent dans les mêmes zones mais en abondance moindre. Il colonise notamment le chenal de sortie du port de Lacanau et est également très abondant dans les chenaux des Marinas de Talaris. Enfin, la carte de répartition de *Ludwigia peploides* sur les secteurs de rives montre que cette espèce est localisée principalement à l'ouest (22 secteurs colonisés contre 2 à l'est) et plus particulièrement sur les rives des anses. Son abondance moyenne n'y est pas très élevée (2).

*Phragmites australis* est l'espèce la plus fréquente et la plus abondante sur les rives du lac. Il est présent sur presque toute la rive ouest (94,1% des secteurs) et les trois quarts de la rive est. Il est cependant beaucoup plus abondant sur la rive ouest, avec une moyenne de 3,8, contre 2,1 à l'est.

Les algues characées *Chara fragifera* sont également très abondantes sur le lac avec une légère dominance pour la rive est, même si elles colonisent plus de la moitié des secteurs en rive ouest. En effet, elles sont absentes dans le fond des anses à l'ouest alors qu'elles sont régulièrement présentes au fond des anses à l'est. La nature du substrat joue vraisemblablement un rôle important dans cette répartition, *Chara fragifera* ne se développant pas dans les sédiments fluides organiques.

- **Répartition des taxons sur le lac Carcans-Hourtin**

Sur ce lac, la dissymétrie des rives joue également un rôle très important dans la diversité taxinomique des biotopes et la répartition géographique de certaines espèces.

La diversité taxinomique est légèrement plus importante sur la rive est du lac avec 42 taxons contre 36 en rive ouest. Cette différence est particulièrement perceptible avec la somme des occurrences cumulées des taxons, de 1874 en rive est contre 1011 en rive ouest. Enfin, il en est de même pour les abondances cumulées avec des valeurs de 3734 en rive est contre 2394 en rive ouest. Ce bilan est à relativiser compte tenu de la conformation des rives beaucoup plus complexe à l'est, présentant ainsi un linéaire de rives plus important qu'à l'ouest.

Le Tableau 12 présente les caractéristiques de colonisation des principaux taxons observés dans le lac selon l'orientation des rives.

**Tableau 12 : Abondances, fréquences et indices d'occupation de différents taxons sur les rives ouest et est du lac de Carcans Hourtin**  
(abondance de 1 à 5, fréquence en %, indice d'occupation de 0 à 5)

Taxons	Abondance moyenne		Fréquence		Indice d'occupation	
	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est
<i>Phragmites australis</i>	2,9	2,1	78,0	64,8	2,28	1,36
<i>Schoenoplectus pungens</i>	2,8	2,8	50,8	81,0	1,42	2,11
<i>Chara fragifera</i>	1,9	1,2	68,2	55,7	1,29	0,67
<i>Littorella uniflora</i>	2,4	1,9	30,2	43,4	0,72	0,82
<i>Lobelia dortmanna</i>	2,5	1,8	28,5	28,8	0,66	0,46
<i>Lagarosiphon major</i>	3,4	3,0	15,9	7,7	0,54	0,23
<i>Juncus bulbosus</i>	1,7	2,2	28,1	74,3	0,44	1,63
<i>Nitella confervacea</i>	1,7	1,3	22,9	10,0	0,39	0,13
<i>Eleocharis multicaulis</i>	1,7	2,2	18,8	56,8	0,32	1,25
<i>Thorella verticillatunundata</i>	1,8	1,8	10,2	13,4	0,16	0,21
<i>Scirpus lacustris</i>	1,8	2,0	6,9	15,7	0,12	0,31
<i>Cladium mariscus</i>	1,4	2,8	6,9	26,0	0,10	0,73
<i>Ranunculus flammula</i>	1,4	1,2	6,9	9,8	0,10	0,12
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	1,1	1,0	7,8	0,5	0,09	0,00
<i>Iris pseudacorus</i>	1,8	1,5	4,5	0,5	0,08	0,01
<i>Nuphar lutea</i>	3,8	1,0	1,6	0,3	0,06	0,00
<i>Elodes palustris</i>	1,5	1,8	3,3	6,2	0,05	0,10
<i>Elatine hexandra</i>	2,0	1,0	1,6	2,3	0,03	0,02
<i>Ludwigia peploides</i>	2,0	1,0	1,6	0,8	0,03	0,01
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1,6	1,0	2,0	0,3	0,03	0,003
<i>Typha latifolia</i>	1,3	2,0	2,4	2,6	0,03	0,05
<i>Myrica gale</i>	2,0	1,9	1,2	4,9	0,02	0,09
<i>Schoenus nigricans</i>	1,0	1,5	1,6	2,8	0,02	0,04
<i>Mentha aquatica</i>	1,0	1,0	0,8	0,5	0,01	0,00
<i>Lysimachia vulgaris</i>	1,0	1,0	0,4	0,5	0,00	0,00
<i>Nymphaea sp</i>	1,0	2,5	0,4	4,6	0,00	0,12
<i>Scirpus fluitans</i>	1,0	1,0	0,4	0,5	0,00	0,00

Les taxons d'hydrophytes présents en rive est et absents en rive ouest sont *Potamogeton polygonifolius*, *Nymphaea alba* et un potamot indéterminé. D'autres taxons ont été observés uniquement en rive ouest, il s'agit par exemple d'*Isnardia palustris*, *Potamogeton perfoliatus* ou encore *Typha latifolia*.

Les espèces patrimoniales, *Lobelia dortmanna* et *Littorella uniflora*, colonisent de manière préférentielle les rives est mais d'une manière moins différenciée que sur le lac de Lacanau. Ces deux espèces forment des herbiers relativement plus denses sur les rives ouest. Elles sont abondantes au nord-est du plan d'eau à proximité des zones de marais, alors qu'elles

colonisent des secteurs plus localisés en rive ouest tels que la Pointe de Gaouléou au sud de Piqueyrot, ceux de la Pointe Blanche ou encore plusieurs secteurs au nord de Maubuisson.

*Lagarosiphon major* est plus fréquent à l'ouest du plan d'eau où il colonise principalement la zone de mouillage au sud de l'anse de Piqueyrot et l'anse de l'ancien Centre de Formation Marine. Des herbiers ont été également repérés à l'aide des profils perpendiculaires au large de Maubuisson. Le lagarosiphon est réparti plus ponctuellement le long des rives est (occurrences deux fois moins importantes qu'à l'ouest) même si les abondances moyennes sont très proches d'une rive à l'autre (entre 3 à 3,4). Une zone est cependant fortement colonisée au niveau du port d'Hourtin.

*Phragmites australis* est l'espèce la plus fréquente en rive ouest (78 % du linéaire) alors que les rives est sont colonisées majoritairement par *Schoenoplectus pungens* (81 % du linéaire). Leurs abondances moyennes sont homogènes d'un type de rives à l'autre (de 2,1 à 2,9).

Les hydrophytes tels que *Nitella confervacea*, *Myriophyllum alterniflorum* et *Potamogeton perfoliatus* colonisent principalement les rives ouest du lac. *Chara fragifera* colonise le lac d'une manière homogène avec des fréquences toujours supérieures à 50 % d'est en ouest.

#### **4.3.2. Analyses statistiques complémentaires sur la répartition des plantes et des communautés de plantes des lacs médocains**

Ce complément d'analyse des données a pour but d'identifier les corrélations qui peuvent exister au sein des différentes communautés de macrophytes et entre les taxons eux-mêmes.

- **Regroupements d'espèces**

Les fréquences relatives des différents regroupements entre les taxons sont exprimées en pourcentage et représentent, pour le plan d'eau donné, le quotient du nombre de secteurs où un taxon a été observé avec un ou plusieurs autres taxons du regroupement considéré, et du nombre total de secteurs où au moins un de ces regroupements de taxons a été mis en évidence.



A noter que dans le calcul des fréquences des différents regroupements de taxons patrimoniaux (Tableau 13 et Tableau 16), les secteurs où les taxons patrimoniaux ont été observés seuls, c'est-à-dire en l'absence de tout autre taxon patrimonial, ont été pris en compte.

o **Lac de Lacanau**

Plus de 32 % du linéaire total des rives du lac (119 secteurs) abritent au moins une espèce patrimoniale. Les fréquences relatives présentées dans le Tableau 13 concernent uniquement le linéaire de rives où se développent un ou plusieurs taxons patrimoniaux. La situation la plus fréquente sur le lac de Lacanau (35 % des secteurs) est la présence de *Lobelia dortmanna* en l'absence des deux autres espèces patrimoniales. *Littorella uniflora* a été observée seule dans 20,2 % mais plus fréquemment en présence de la lobélie de Dortmann (près de 27 % des secteurs). La littorelle et la lobélie étaient associées à *Thorella verticillatinundata* sur environ 13 % des secteurs et cette dernière espèce a toujours été repérée en présence d'au moins une autre espèce patrimoniale (le plus fréquemment à la lobélie de Dortmann).

**Tableau 13 : Fréquences relatives de différents regroupements entre taxons patrimoniaux sur le lac de Lacanau (%)**

Taxons	Fréquence relative
<i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	12,6
<i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	26,9
<i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0,8
<i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	4,2
<i>Littorella uniflora</i> sans les deux autres taxons patrimoniaux	20,2
<i>Lobelia dortmanna</i> sans les deux autres taxons patrimoniaux	35,3
<i>Thorella verticillatinundata</i> sans les deux autres taxons patrimoniaux	0

Les relevés ont permis d'identifier peu de secteurs de rives du lac de Lacanau (environ 6 % du linéaire total) où ni le scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens*) ni le roseau phragmite (*Phragmites australis*) se développaient. Ces zones sont situées pour la plupart sur les rives est du lac. Les taxons patrimoniaux ont été observés dans plus de 99 % des cas en présence d'au moins un pied de *Schoenoplectus pungens* ou de *Phragmites australis*.

Le Tableau 14 présente les fréquences calculées sur les secteurs où au moins une espèce patrimoniale a été observée en présence du roseau et/ou du scirpe piquant. Cette forme de

regroupement entre espèces patrimoniales et roselières a été observée sur près de 30 % du linéaire total de rives du lac de Lacanau, soit 108 secteurs. Sur plus de 75 % de ces secteurs, les espèces patrimoniales ont été observées dans les roselières où le scirpe piquant et le roseau phragmite étaient présents simultanément.

**Tableau 14 : Fréquences relatives de différents regroupements au sein des roselières et entre les roselières et les taxons patrimoniaux sur le lac de Lacanau (%)**

Taxons	Fréquence relative
<b><i>Schoenoplectus pungens</i> et les espèces patrimoniales</b>	
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	3,8
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i>	1,9
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	4,7
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	4,7
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	1,9
<b><i>Phragmites australis</i> et les espèces patrimoniales</b>	
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i>	0,9
<i>Phragmites australis</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	5,7
<i>Phragmites australis</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<b><i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et les espèces patrimoniales</b>	
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	10,4
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	29,2
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i>	17,0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	2,8
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i> et <i>Littorella uniflora</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	17,0



La lobélie de Dortmann a été fréquemment observée dans ou à proximité de ces roselières où phragmites et scirpes cohabitent (près de 30 %), de même que la littorelle (17 %). Dans les types de regroupements où ces roselières étaient constituées d'une seule espèce d'hélophyte, les taxons patrimoniaux semblaient coloniser plus favorablement celles constituées exclusivement de *Schoenoplectus pungens* (près de 20 %) que celles constituées uniquement par *Phragmites australis* (moins de 10 %). Le faux cresson de Thore semble ne se développer sur le lac de Lacanau qu'en présence du scirpe piquant et d'au moins une espèce patrimoniale.

Les hydrophytes exotiques du lac de Lacanau (*Lagarosiphon major* et *Egeria densa*), ne sont systématiquement pas associés l'un à l'autre (Tableau 15). Le lagarosiphon était le plus souvent observé seul, avec une fréquence proche de 50 %, soit deux fois supérieure à celle d'égéria. Cette nette différence s'explique très probablement par l'arrivée d'*Egeria densa* dans le lac beaucoup plus récemment que *Lagarosiphon major*. Les deux taxons étaient présents simultanément dans 30 % des secteurs.

**Tableau 15 : Fréquences relatives de différents regroupements entre les hydrophytes exotiques sur le lac de Lacanau (%)**

Taxons	Fréquence relative
<i>Egeria densa</i> et <i>Lagarosiphon major</i>	27,2
<i>Egeria densa</i>	23,8
<i>Lagarosiphon major</i>	49,0

o **Lac de Carcans-Hourtin**

Plus de 40 % du linéaire total des rives du lac de Carcans-Hourtin (258 secteurs) abritent au moins une espèce patrimoniale. Les fréquences relatives présentées dans le Tableau 16 sont calculées à partir de ce linéaire de rives où se développent les taxons patrimoniaux, seuls ou regroupés. Les trois taxons patrimoniaux ont été signalés simultanément sur 25 % des relevés de secteurs de rives. *Littorella uniflora* et *Lobelia dortmanna* ont été fréquemment observées ensemble sur un même secteur (fréquence proche de 40 %). Enfin, la littorelle a été fréquemment repérée seule, en l'absence des deux autres taxons sur les rives, dans plus d'un quart des secteurs considérés.

**Tableau 16 : Fréquences relatives de différents regroupements entre taxons patrimoniaux sur le lac de Carcans Hourtin (%)**

Taxons	Fréquence relative
<i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	24,8
<i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	38,4
<i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	3,9
<i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0,8
<i>Littorella uniflora</i> sans les deux autres taxons patrimoniaux	27,1
<i>Lobelia dortmanna</i> sans les deux autres taxons patrimoniaux	4,7
<i>Thorella verticillatinundata</i> sans les deux autres taxons patrimoniaux	0,4

Le Tableau 17 présente les fréquences relatives des différentes associations possibles entre espèces des roselières et espèces patrimoniales sur les rives du lac de Carcans-Hourtin.

Le scirpe piquant et le roseau sont absents ensemble sur 15 % du linéaire total des rives du lac de Carcans-Hourtin. Ces secteurs sont répartis de manière homogène sur le périmètre du lac.

De même que pour le lac de Lacanau, les taxons patrimoniaux ont été observés dans plus de 99 % des cas en présence d'au moins un pied de *Schoenoplectus pungens* ou de *Phragmites australis*.

Dans le tableau figurent les fréquences calculées sur les secteurs où au moins une espèce patrimoniale a été observée en présence du roseau (*Phragmites australis*) et/ou du scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens*). Cette forme de regroupement entre espèces patrimoniales et roselières a été observée sur près de 40 % du linéaire total de rives du lac de Carcans-Hourtin, soit 249 secteurs.

Les taxons patrimoniaux ont été repérés majoritairement (plus de 70 % des cas) sur les secteurs où phragmites et scirpes cohabitaient. Dans plus de 25 % des secteurs, *Littorella uniflora* et *Lobelia dortmanna* ont été signalées simultanément, et dans plus de 20 % des cas s'y ajoutait le faux cresson de Thore. Lorsque les roselières étaient composées par une seule espèce d'hélophyte, les taxons patrimoniaux semblaient coloniser préférentiellement les roselières à scirpe piquant.

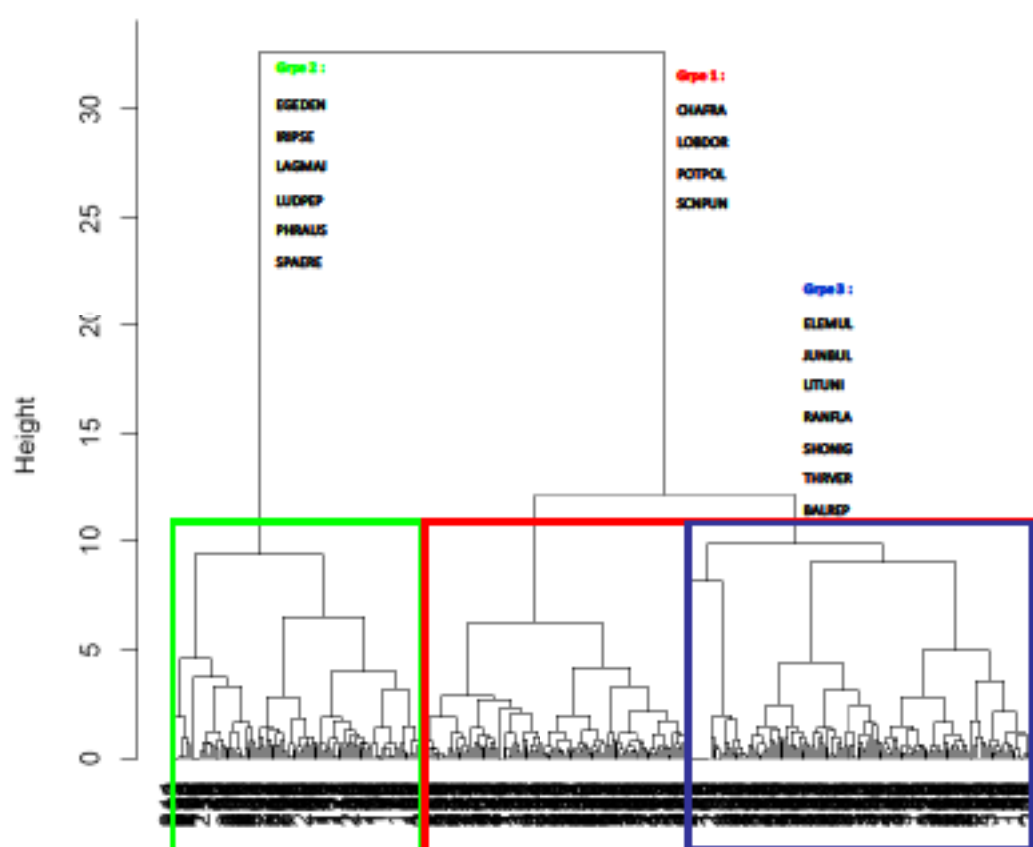
**Tableau 17 : Fréquences relatives de différentes associations possibles au sein des roselières et les taxons patrimoniaux sur le lac de Carcans Hourtin (%)**

Taxons	Fréquence relative
<b>Schoenoplectus pungens et les espèces patrimoniales</b>	
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	3,6
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i>	8,4
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	0,4
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	9,6
<i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<b>Phragmites australis et les espèces patrimoniales</b>	
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0,8
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i>	4,0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	0,4
<i>Phragmites australis</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	2,0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0
<b>Phragmites australis et Schoenoplectus pungens et les espèces patrimoniales</b>	
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	20,9
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	3,6
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i>	14,9
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i>	0,4
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	0,8
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Thorella verticillatinundata</i> et <i>Littorella uniflora</i>	4,0
<i>Phragmites australis</i> et <i>Schoenoplectus pungens</i> et <i>Littorella uniflora</i> et <i>Lobelia dortmanna</i>	26,1

- **Classification Ascendante Hiérarchique**

A l'aide d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), il est possible de regrouper les secteurs de rives homogènes, voire similaires, en fonction des taxons de plantes aquatiques qui s'y développent (distance d'Hellinger et méthode d'agrégation de Ward) (De Caceres et al. 2010, Dufrene et Legendre 1997). L'indicateur Indval est ensuite calculé de manière à identifier les taxons ou groupes de taxons qui structurent ces groupes de secteurs. Ces groupes peuvent être représentés sur un fond de carte de manière à mieux appréhender leur répartition sur le linéaire de rives des lacs.

- o **Lac de Lacanau**



**Figure 4 : Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les données des secteurs de rives du lac de Lacanau**

(BALREP : *Baldellia repens*, CHAFRA : *Chara fragifera*, EGEDEN : *Egeria densa*, ELEMUL : *Eleocharis multicaulis*, IRIPSE : *Iris pseudacorus*, JUNBUL : *Juncus bulbosus*, LAGMAJ : *Lagarosiphon major*, LITUNI : *Littorella uniflora*, LOBDOR : *Lobelia dortmanna*, LUDPEP : *Ludwigia peploides*, PHRAUS : *Phragmites australis*, POTPOL : *Potamogeton polygonifolius*, RANFLA : *Ranunculus flammula*, SCNPUN : *Schoenoplectus pungens*, SHONIG : *Schoenus nigricans*, SPAERE : *Sparganium erectum*, THRVER : *Thorella verticillatinundata*)



Selon cette CAH, les communautés de macrophytes du lac de Lacanau se structurent en 3 groupes homogènes (Figure 4). Le premier groupe est déterminé par *Chara fragifera*, *Lobelia dortmanna*, *Potamogeton polygonifolius* et *Schoenoplectus pungens*. Le deuxième groupe est composé d'*Egeria densa*, *Lagarosiphon major*, *Ludwigia peploides*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* et *Iris pseudacorus*.

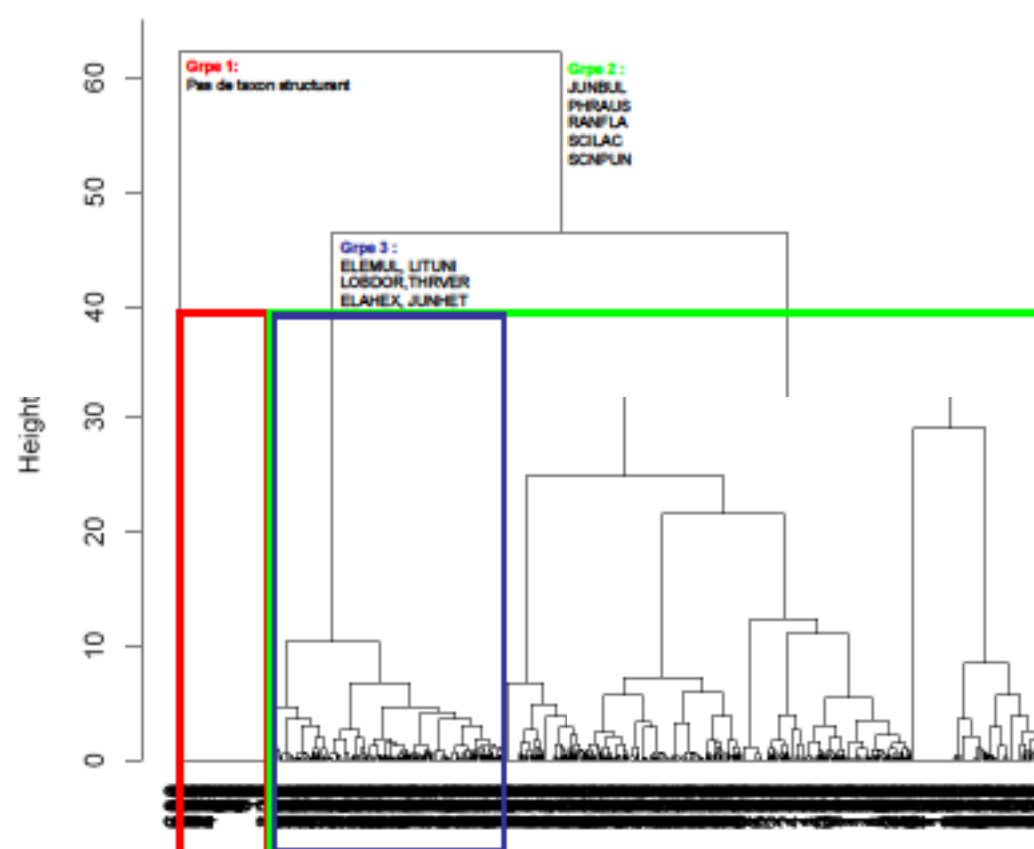
Quand on poursuit la classification, le groupe 1 se divise en deux et laisse apparaître un troisième groupe constitué par *Eleocharis multicaulis*, *Juncus bulbosus*, *Littorella uniflora*, *Ranunculus flammula*, *Schoenus nigricans*, *Thorella verticillatunundata* et *Baldellia repens*. Si l'on s'en tient à cette représentation assez simple, la répartition schématique des différents groupes de secteurs de rives structurés par les communautés de plantes aquatiques sur le lac de Lacanau est illustrée dans la Figure 5.



Figure 5 : Répartition schématique de 3 groupes de secteurs de rives structurés par les communautés de plantes aquatiques sur le lac de Lacanau

Le groupe 2, structuré par les espèces exotiques et quelques héliophytes indigènes dont le roseau commun, est principalement positionné sur la rive ouest et au fond des anses de la rive est. A contrario le groupe 3, composé majoritairement d'héliophytes à l'exception de la littorelle, est surtout positionné en rive est et quasiment absent en rive ouest. Seul le groupe 1 composé par des hydrophytes indigènes et par le scirpe piquant est réparti de manière relativement homogène, identifié au nord et au sud du plan d'eau, ainsi qu'aux pointes nord des anses, aussi bien à l'est qu'à l'ouest.

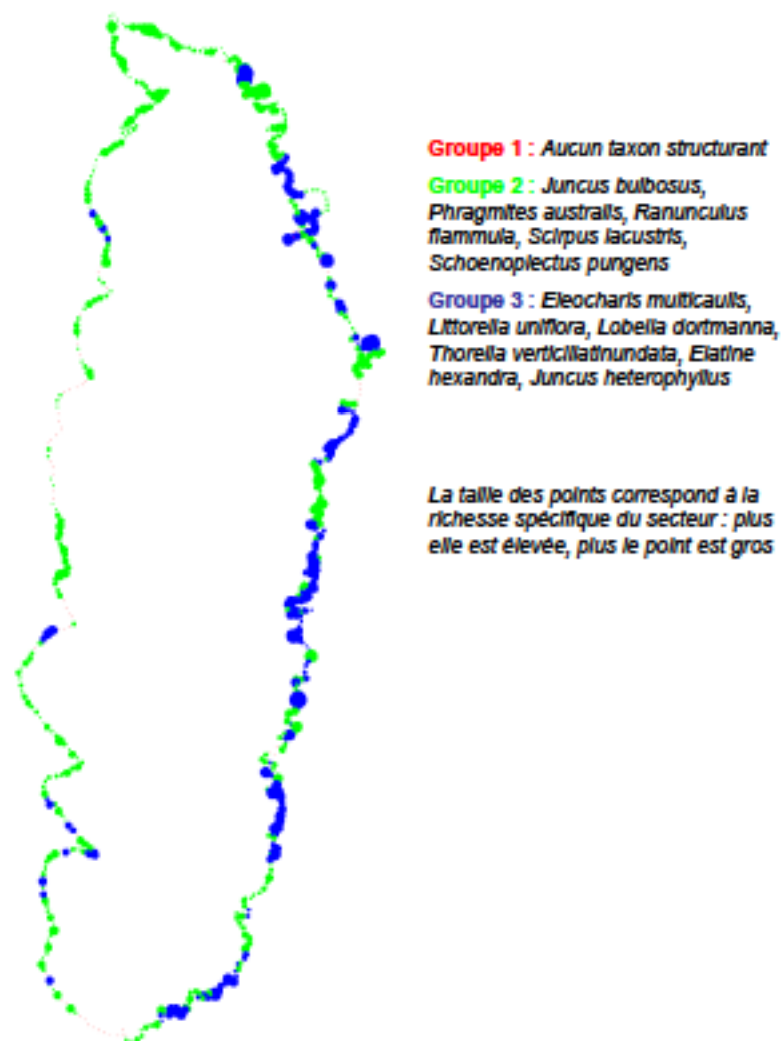
o **Lac de Carcans-Hourtin**



**Figure 6 : Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les données des secteurs de rives du lac de Carcans-Hourtin**

(CLDMAR : *Cladium mariscus*, ELAHEX : *Elatine hexandra*, ELEMUL : *Eleocharis multicaulis*, IRIPSE : *Iris pseudacorus*, JUNBUL : *Juncus bulbosus*, JUNHET : *Juncus heterophyllus*, LAGMAJ : *Lagarosiphon major*, LITUNI : *Littorella uniflora*, LOBDOR : *Lobelia dortmanna*, MYIGAL : *Myrica gale*, NUPLUT : *Nuphar lutea*, NYMALB : *Nymphaea alba*, PHRAUS : *Phragmites australis*, POTPER : *Potamogeton perfoliatus*, RANFLA : *Ranunculus flammula*, SCILAC : *Scirpus lacustris*, SCNPUN : *Schoenoplectus pungens*, THRVER : *Thorella verticillatunundata*, TYPLAT : *Typha latifolia*)

Cette CAH (Figure 6) montre une première division des secteurs en deux groupes homogènes, le premier groupe (groupe 1) déterminé par l'absence de taxons et un second groupe (groupe 2) déterminé par *Juncus bulbosus*, *Phragmites australis*, *Ranunculus flammula*, *Scirpus lacustris* et *Schoenoplectus pungens*. Ce groupe 2 se divise par la suite en un troisième groupe (groupe 3) composé d'*Eleocharis multicaulis*, *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna*, *Thorella verticillatundata*, *Elatine hexandra* et *Juncus heterophyllus*. La répartition schématique de ces groupes sur le linéaire de rives du lac de Carcans-Hourtin est disponible dans la Figure 7.



**Figure 7 : Répartition schématique de 3 groupes de secteurs de rives structurés par les communautés de plantes aquatiques sur le lac de Carcans-Hourtin**

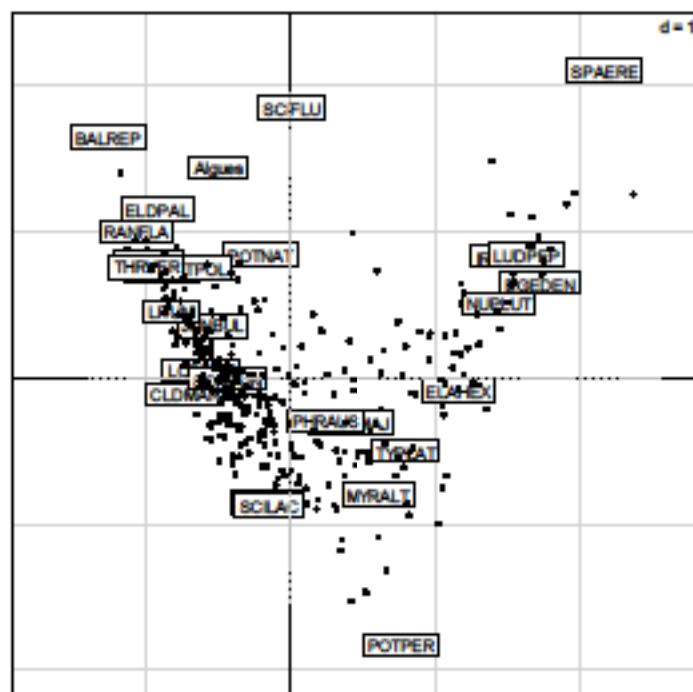
Cette représentation cartographique indique une répartition majoritaire des secteurs structurés par les roselières (groupe 2) sur la rive ouest du plan d'eau tandis que le groupe 3, où l'on retrouve les trois taxons patrimoniaux, est surtout présent sur les secteurs situés en rive est.

Le groupe 3, structuré par des taxons caractéristiques des milieux oligotrophes, peu minéralisés et aux fonds sablonneux, présente des secteurs avec une richesse spécifique élevée à l'est du lac. Dès que l'on superpose cette représentation géographique et une carte IGN, la répartition de ces groupes de secteurs semble coïncider avec la proximité des crastes qui ponctuent régulièrement les rives est du plan d'eau. A l'ouest, les secteurs structurés par ces espèces sont beaucoup plus dispersés, au sud des points de Bombannes et de Malignac principalement.

- **Analyse Factorielle des Correspondances**

- **Lac de Lacanau**

Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) (Figure 8) montre également une distinction entre différents taxons proche de celle obtenue à l'aide de la CAH.

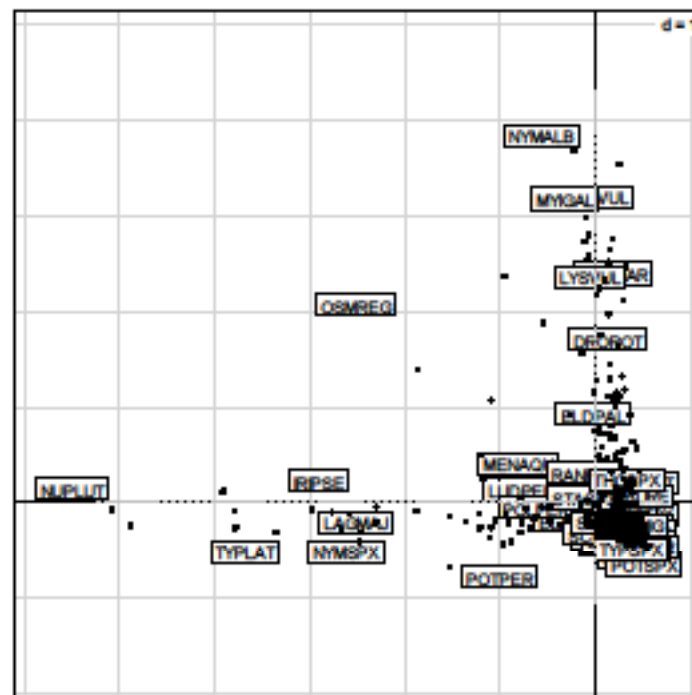


**Figure 8 : Analyse factorielle des correspondances (rives du lac de Lacanau)**



Les taxons *Egeria densa* (EGEDEN), *Ludwigia peploides* (LUDPEP), *Sparganium erectum* (SPAERE), forment un groupe qui se dissocie d'autres taxons, également regroupés, tels *Juncus bulbosus* (JUNBUL), *Littorella uniflora* (LITUNI), *Ranunculus flammula* (RANFLA), *Thorella verticillatinundata* (THRVER) et *Baldellia repens* (BALREP).

o **Lac de Carcans-Hourtin**



**Figure 9 : Analyse factorielle des correspondances (rives du lac de Carcans-Hourtin)**

Les résultats de l'AFC (Figure 9) appliquée aux relevés de secteurs de rives du lac de Carcans-Hourtin ne montrent pas de distinction en groupes d'espèces telle que précédemment observée pour le lac de Lacanau. Les taxons les plus fréquents sur le plan d'eau ne se sont pas dissociés au travers de cette analyse. Le *Lagarosiphon major* (LAGMAJ), *Iris pseudacorus* (IRIPSE), *Typha latifolia* (TYPLAT), *Potamogeton perfoliatus* (POTPER) et *Nuphar lutea* (NUPLUT) semblent former un groupe relativement homogène. Ces taxons pourraient être caractéristiques des secteurs du plan d'eau protégés des vents dont le substrat est constitué majoritairement par des sédiments organiques fluides, mais les occurrences faibles de ces taxons sur le lac laisseraient peut-être envisager que ce regroupement est un artéfact lié à ce type d'analyse statistique. Il en est de même pour le groupe a priori formé par *Elodes palustris* (ELDPAL), *Lysimachia vulgaris* (LYSVUL), *Myrica gale* (MYGAL) et *Nymphaea alba* (NYMALB), dont il est difficile d'expliquer la signification.

écologique puisque constitué de trois espèces d'hélophytes et d'une seule espèce d'hydrophyte.

- **Synthèse pour les deux lacs**

Les résultats des différentes analyses réalisées précédemment sont déterminés de manière significative par la diversité et l'abondance des roselières. Celles-ci structurent l'ensemble des communautés végétales au sein desquelles d'autres taxons se dissocient, notamment les taxons patrimoniaux. Dans les différents types de regroupements d'espèces considérés précédemment, les résultats indiquent que *Littorella uniflora* et *Lobelia dortmanna* semblent souvent présentes ensemble, presque exclusivement sur les secteurs où les deux taxons d'hélophytes *Phragmites australis* et *Schoenoplectus pungens* sont présents. Concernant *Thorella verticillatunundata* pour les deux lacs, cette espèce a été exclusivement observée en présence d'au moins un pied d'un hélophyte constitutif des roselières, notamment le scirpe piquant.

Cette analyse préliminaire des regroupements entre espèces et groupes d'espèces semble montrer un rapport entre la présence des taxons patrimoniaux et celle des roselières, même si dans notre approche celles-ci sont limitées aux phragmites et aux scirpes qui colonisent un linéaire important des plans d'eau avec des abondances moyennes relativement élevées. Il s'agirait désormais d'approfondir cette analyse par des recherches complémentaires sur les co-occurrences d'espèces et les processus biodémographiques qui affectent la répartition et l'abondance des taxons patrimoniaux, notamment les paramètres chimiques locaux (qualité des eaux et des sédiments à proximité des herbiers), physiques (batillage, piétinement, dégradations et aménagements des zones rivulaires, etc.) et des relations biotiques avec d'autres espèces, notamment les espèces exotiques.

## 5. Réflexions générales sur les communautés de plantes aquatiques des lacs médocains et leur gestion

### 5.1. Contexte de l'étude

La campagne de terrain réalisée sur les plantes aquatiques des lacs médocains en juin et juillet 2011 a permis d'obtenir des données sur l'ensemble des rives et vers le large dans les deux lacs : c'est une première.

En effet, jusqu'alors les données disponibles étaient dispersées et disparates, permettant seulement des interprétations partielles de l'état des communautés présentes :

- Les données phytosociologiques disponibles sur les communautés des deux lacs, presque toutes issues des travaux de Vanden Berghen seront précieuses pour, éventuellement, évaluer la dynamique de ces communautés (servir de références temporelles) mais elles ne sont pas localisées géographiquement de manière précise, ce qui est une limite notable à leur utilisation dans les demandes actuelles,
- Les données de répartition des espèces exotiques restaient également incomplètes, en termes de localisation géographique sur les rives et d'extension vers la profondeur.

Compte-tenu des dimensions des milieux à examiner, avec un linéaire total de périmètre des deux lacs de l'ordre de 80 km, de la nécessité d'explorer la troisième dimension (la profondeur) de ces plans d'eau pour en déterminer les capacités d'accueil pour les plantes et des objectifs de l'étude, portant à la fois sur la diversité, la nature et la répartition des plantes présentes, nous avons été amené à faire des choix méthodologiques permettant de réaliser les investigations de terrain :

- dans un calendrier soutenable pour l'équipe (au total, plus de 80 jours/homme de terrain) et dans le calendrier prévu pour l'étude,
- permettant de produire des cartes générales de répartition sur l'ensemble des rives des deux plans d'eau afin de donner un panorama complet de la situation,
- permettant également d'obtenir des informations sur la répartition locale des espèces indigènes (dont les patrimoniales) et exotiques, les associations d'espèces ou coexistences observables entre espèces (les roselières comme hébergement des littorelles et lobélies, par exemple...), etc., et donc sur l'écologie de ces espèces, à la

fois dans les zones littorales peu profondes et dans les zones plus profondes au large (d'où les investigations menées sur des profils perpendiculaires aux rives).

Les relevés systématiques des plantes aquatiques présentes sur les rives et les prélèvements sur les profils vers le large nous ont donc permis de produire ces cartes et d'accumuler des informations, dont une partie reste encore à interpréter.

Nous n'avons pas, en revanche, réalisé d'approche phytosociologique des communautés de plantes aquatiques, à la fois pour des raisons de temps et de logique d'investigations. Hormis l'aspect strictement temporel et humain (rester dans le calendrier prévu pour l'étude et nombre de personnes impliquées dans l'équipe), il nous semblait nécessaire d'obtenir des informations géographiques suffisantes sur la répartition des plantes sur l'ensemble des linéaires à explorer pour pouvoir proposer un choix justifié de localisation d'investigations ultérieures ayant recours à la phytosociologie. Nous avons donc considéré indispensable d'obtenir d'abord ces informations géographiquement référencées avant de passer à d'autres types d'investigations.

Au cours des échanges entre partenaires et interlocuteurs de l'étude concernant la localisation des communautés ou habitats jugés primordiaux, et leur transcription cartographique, nous avons fait les commentaires et propositions suivantes :

- **Habitat 53.11 (Corine Biotope) : Roselière à Roseau commun** : dans la plupart des cas les roselières sont des bandes étroites, de largeurs généralement inférieures à 25 m, dont la représentation cartographique dans les documents futurs risque de n'être qu'une ligne. Une estimation de leurs superficies à l'échelle des plans d'eau peut être faite en utilisant l'abondance notée par secteur : considérer que pour des abondances de 4 et 5 la bande de roseaux est continue sur une largeur moyenne de 10 à 15 m et multiplier par le nombre de secteurs présentant cette abondance. Ceci permettait une telle estimation à laquelle il faudrait ajouter les roselières situées plus au large, souvent moins denses et quelquefois moins visibles sur les ortho-photos, mais assez bien repérées sur les photos obliques que nous avons réalisées, ce qui permettrait d'en faire une estimation de superficie complémentaire.
- **Habitat 7210-1\*** : **Roselière à Marisque** : les secteurs où nous avons noté la présence de *Gladium mariscus* ne comportent qu'une frange étroite de cette espèce



colonisant plutôt des zones tourbeuses émergées. Coupler la localisation des secteurs de rives et l'interprétation des ortho-photos permettrait la localisation et l'évaluation des superficies des zones colonisées par cette espèce.

- **Habitats 3140-2 : Communautés à characées, 3110-1 : Gazon amphibie à Scirpe piquant et Lobélie de Dortmann et 3110-1 : Gazon amphibie à Littorelle uniflore et Faux Cresson de Thore.** Nos relevés ne permettent pas de discriminer ces habitats, pour les raisons suivantes :
  - nos relevés par secteur donnent une évaluation de l'abondance de chaque taxon à l'échelle du secteur, soit sur une centaine de mètres de linéaire de rive, sur des largeurs explorées dans le secteur pouvant s'échelonner de quelques mètres pour les rives à forte pente à plus de 100 mètres pour les rives à faible pente, sans préciser la répartition exacte du taxon sur le secteur,
  - c'est particulièrement le cas pour les abondances de 1 à 3 où la plante peut présenter plusieurs patrons de dispersion sur la zone étudiée. Par exemple l'abondance de 1 qui correspond à "*pieds isolés*" peut effectivement être "*des pieds isolés sont observés par-ci par-là sur le secteur*" ou "*une seule zone dense de l'espèce de quelques décimètres carrés est visible sur le secteur*". C'est moins vrai pour les abondances de 4 et 5 mais ce sont des cas plutôt rares,
  - ces plantes patrimoniales sont souvent en mélange à deux ou trois dans les mêmes biotopes, les mêmes gammes de profondeur, souvent au sein des roselières sur les rives ouest des deux lacs et dans les roselières "au large" et ce avec des abondances variables : comment, dans ces conditions, pouvoir discriminer l'habitat ?
  - nous avons observé que le faux cresson de Thore n'était jamais seul, toujours installé dans des zones où se trouvaient la littorelle, la lobélie ou le scirpe piquant, sans doute pour des raisons de fixation locale des sédiments par ces espèces : est ce que cela veut dire que des pieds isolés de cette espèce suffisent pour identifier l'habitat ? Et donc permettent-ils de discriminer par l'absurde l'autre habitat 3110-1 où ne se trouve pas le faux cresson de Thore ?
  - enfin, la réalité des conditions de terrain nous a permis de constater les conséquences des baisses de niveau des eaux, surtout sur le lac de Carcans-Hourtin où des écarts de près de 100 m entre les points GPS

positionnés sur carte avant la campagne et les limites réelles des eaux au moment de la campagne de terrain ont été observés : à part les characées qui ne supportent pas l'exondation, les autres étaient visibles sur les zones de plage récemment émergées... et les habitats de ces espèces susceptibles de coloniser des biotopes exondés doivent alors être composites, comportant des biotopes émergés en proportion variable directement liée au niveau des eaux.

## 5.2. Les plantes et les communautés

### 5.2.1. Espèces patrimoniales

Une des premières constatations sur les communautés de plantes aquatiques des deux lacs est la relative importance des espèces patrimoniales, principalement en termes de répartition géographique. Les données antérieures ne permettaient pas d'avoir une image assez précise de leur présence dans les lacs.

Des quatre espèces citées comme présentes dans les lacs médocains, c'est-à-dire la littorelle (*Littorella uniflora*), la lobélie de Dortmann (*Lobelia dortmanna*), le faux cresson de Thore (*Thorella verticillatunundata*) et l'isoète de Bory (*Isoetes boryana*), seule la dernière n'a pas été observée lors de la campagne de l'été 2011. Elle nous avait signalée dans un point de l'anse de Piqueyrot, dans la partie nord du lac de Carcans-Hourtin, sans localisation plus précise, mais nous ne l'avons pas retrouvée. Une nouvelle investigation devrait être faite si une certitude est souhaitée quant à sa présence. Signalons que c'est une espèce en voie de régression depuis plusieurs années dans les lacs et étangs des Landes (Dutartre, 2002). Par exemple, dans les lacs de Cazaux-Sanguinet et Parentis-Biscarrosse, ses fréquences sur les secteurs de rives étaient respectivement de 35 et 40 % au milieu des années 80 alors qu'elles n'étaient plus que de 3 et 5 % au milieu des années 2000 (Dutartre et al. 1987) ; (Bertrin et al. 2007) ; données Cemagref non publiées).

Comme l'indiquent les données présentées dans ce rapport, littorelle et lobélie font partie des espèces que nous avons pu régulièrement observer lors de la campagne de terrain, avec des fréquences que nous considérons comme relativement élevées.

La littorelle a été notée dans près de 20 % des secteurs sur le lac de Lacanau et de 38 % sur ceux du lac de Carcans-Hourtin. Pour ce second lac, cette fréquence est assez proche de

celle, 44%, observée en 2005 sur les rives du lac de Cazaux-Sanguinet, lac que nous pouvons considérer comme une "référence régionale" pour les espèces patrimoniales.

La lobélie de Dortmann a été repérée avec des valeurs de fréquences proches dans les deux lacs : environ 25 % sur les rives du lac de Lacanau et 28 % sur celles du lac de Carcans-Hourtin. Ces valeurs restent relativement éloignées de celle calculée pour le lac de Cazaux-Sanguinet en 2005 qui était de 48 %.

Ces deux espèces ont été très régulièrement observées sur les rives est et ouest des deux lacs à des profondeurs s'étendant de quelques centimètres à environ 0,8 m, assez fréquemment sous forme de pieds isolés ou de pieds proches les uns des autres sur des superficies ne dépassant pas 1 m<sup>2</sup>. Les rares zones densément colonisées que l'on pourrait qualifier de "pelouses à littorales" ont été repérées dans les roselières de la rive ouest des deux lacs, principalement sur le lac de Carcans-Hourtin : elles peuvent alors y dépasser quelques dizaines de m<sup>2</sup>. Les observations de littorale dans une partie de chenaux des Marinas de Talaris nous semblent être un indice intéressant de la dynamique potentielle de cette espèce, installée en herbiers notables dans des chenaux creusés depuis quelques décennies : la date de création de ces chenaux ne nous est pas connue pour le moment.

Le faux cresson de Thore est une des espèces emblématiques du bord des eaux des lacs aquitains mais sa forme aquatique a très rarement fait l'objet d'observations et de références. Nous avons déjà observé cette forme immergée, grêle et apparemment fragile, ne dépassant pas quelques centimètres de longueur, lors de l'étude menée récemment sur les milieux aquatiques de la Réserve Naturelle d'Hourtin (Bertrin et al. 2009). Bien que nettement moins fréquente dans nos relevés que les deux autres espèces, nous l'avons assez régulièrement observée, toujours dans moins de 10 centimètres d'eau et jamais seule, dans près de 6 % des secteurs de rives du lac de Lacanau et de 12 % de ceux du lac de Carcans-Hourtin, ce qui n'est pas du tout négligeable.

### 5.2.2. Espèces indigènes communes

Un autre constat de cet examen général de la végétation aquatique des deux lacs est la relative faiblesse des hydrophytes indigènes, aussi bien en termes de diversité floristique qu'en abondance : le myriophylle à fleurs alternées et les quelques espèces de potamots ont été peu notées dans les zones littorales et rarement prélevées lors de la réalisation des profils vers le large. C'est une situation similaire à celles des plans d'eau des Landes où une régression de plusieurs espèces de ce même type biologique a déjà été signalée (Dutartre 2002).



Les conditions de transparence, bien que relativement faibles, ne peuvent expliquer seules cette situation, puisque, par exemple, l'algue characée *Chara fragifera* est implantée jusqu'à 4,5 m dans le lac de Carcans-Hourtin, et la diversité des biotopes favorables à ces plantes est tout à fait normale. Toutefois, des observations de pieds arrachés de grande longueur (supérieure à 2 m) de potamogeton perfolié (*Potamogeton perfoliatus*) flottants à la surface des eaux dans le lac de Carcans-Hourtin nous ont clairement montré que nos investigations n'étaient pas exhaustives. Les pieds de cette espèce observés dans les secteurs de rives ne dépassaient pas 0,5 à 0,7 m de longueur, nous avons dû rater au moins un herbier installé en zone profonde dans ce lac.

Les algues Characées sont bien représentées sur les deux plans d'eau avec 5 taxons recensés. Deux espèces ont fréquemment été observées : *Nitella confervacea* et *Chara fragifera*. Cette dernière est présente sur plus de 80 % des rives de deux lacs dont elle colonise également les zones plus profondes. L'écologie, la répartition et la dynamique de ces algues primitives (Paléozoïque), mais de loin les plus évoluées, sont encore mal connues sur les plans d'eau du littoral aquitain. Les characées sont également fréquentes et abondantes sur les lacs de Cazaux-Sanguinet (un quart des rives colonisées par *Chara globularis* en 2005) et de Parentis-Biscarrosse (près de 20 % des rives occupées par *Nitella confervacea* en 2006). Ces espèces sont adaptées aux différents biotopes présents sur ces lacs, aux pentes faibles et au substrat sablonneux des zones rivulaires (Corillion 1975). Cependant, compte tenu du potentiel de ces communautés en termes d'indication d'état de la qualité chimique des eaux et des sédiments, mais également d'indication de la dynamique et du fonctionnement des écosystèmes, il est important que les characées continuent à faire l'objet d'observations dans les prochaines études de la végétation aquatique des lacs, voire même faire l'objet de recherches spécifiques.

Bien qu'à peine plus diversifiés que les hydrophytes, les héliophytes indigènes sont en revanche beaucoup plus abondants sur les deux lacs et les rôles que peuvent jouer les roselières denses des rives sont probablement primordiaux pour le fonctionnement écologique des deux lacs. Le roseau commun est très fréquent sur les secteurs de rives du lac de Lacanau (81 % environ), un peu moins sur ceux du lac de Carcans-Hourtin (près de 70 %), assez proche de la valeur d'environ 72 % calculée pour les secteurs de rives du lac de Cazaux-Sanguinet en 2005.

Les fréquences du scirpe piquant dans les secteurs de rives des deux lacs sont respectivement d'environ 72% pour Lacanau et 69 % pour Carcans-Hourtin, du même ordre de grandeur, alors qu'en 2005 la fréquence de cette espèce sur les rives du lac de Cazaux-Sanguinet dépassait seulement 50 %.



Cette différence notable de colonisation entre les lacs médocains et le lac de Cazaux-Sanguinet est également très nette pour le scirpe lacustre avec des valeurs d'environ 24 % pour Lacanau et 12 % pour Carcans-Hourtin contre un peu moins de 6 % pour l'autre lac.

Les roselières des lacs médocains sont donc apparemment en bon état, colonisant fortement les rives. Elles nous semblent pouvoir être tout à fait considérées comme des zones privilégiées pour le développement des espèces patrimoniales, et nous avons déjà signalé la fréquence de littorelle et de lobélie au sein de ces formations végétales. Les roselières présentent des caractéristiques fonctionnelles favorables à cet accueil d'espèces, telles que la protection contre un batillage trop important, le piétinement, les aménagements de rives et autres perturbations liés aux usages du plan d'eau. Ce rôle de protection se fait également sentir dans les roselières colonisant certains hauts-fonds au large des rives.

### 5.2.3. Espèces exotiques envahissantes

Elles montrent des dynamiques très variables dans les deux lacs.

Alors que les premières observations de la jussie sur quelques points des rives du lac de Lacanau nous avaient conduits à craindre une colonisation similaire à celle observée au sud du Bassin d'Arcachon, elle est seulement présente dans moins de 7 % des secteurs de rives du lac de Lacanau et, pour le lac de Carcans-Hourtin, seulement dans le débouché du canal du Grand Lambrusse au sud est du lac. Elle ne semble donc pas présenter actuellement d'impact écologique mesurable et ne cause pas de nuisances significatives vis-à-vis des usages des lacs.

Le cours du canal du Grand Lambrusse entre Carcans et le lac est fortement envahi et fait l'objet d'interventions de régulation de la plante depuis plusieurs années. Si des interventions sur les jussies installées sur les berges des deux lacs étaient décidées, elles se feraient très probablement par de l'arrachage manuel depuis des embarcations et une attention particulière devra alors être portée à l'arrachage lui-même et au transport ultérieur à terre pour éviter toute dispersion de fragments de tiges.

Les deux hydrophytes, c'est-à-dire lagarosiphon et égéria, sont nettement plus dynamiques. La première espèce est la première arrivée et, après une colonisation assez rapide des sites favorables dans le lac de Lacanau, a gagné le lac de Carcans-Hourtin où on la retrouve jusqu'au nord, dans l'anse de Piqueyrot qu'elle colonise fortement. Elle a fait l'objet d'interventions de régulation par moisson dans le lac de Lacanau à la fin des années 90.

Egéria, arrivée plus tardivement dans le lac de Lacanau, y présente une très forte dynamique d'occupation des biotopes favorables, remplaçant lagarosiphon dans de nombreux sites, comme par exemple dans l'anse de Carreyre. Elle est installée jusqu'à 4,5 m de profondeur dans ce lac, plus profondément que lagarosiphon, probablement à cause de ses moindres besoins en lumière. Elle est moins dispersée dans le lac de Lacanau que l'autre espèce, probablement par une durée de colonisation plus réduite mais les herbiers qu'elle produit sont généralement plus denses. Elle n'a pas été observée dans le lac de Carcans-Hourtin, ni sous forme de pieds enracinés, ni sous forme de boutures flottantes, mais son arrivée future dans ce lac est inéluctable car un fragment de tige, même de petite dimension, peut reconstituer un pied viable. Son arrivée dans le second lac devrait faire partie des éléments à surveiller dans la gestion future des plans d'eau afin d'être à même d'intervenir rapidement pour en contrôler la dynamique ultérieure, d'autant plus qu'elle semble être capable de remplacer assez rapidement lagarosiphon comme le montre l'exemple du lac de Lacanau mais aussi celui du lac de Parentis-Biscarrosse.

### ***5.3. Les impacts des usages des plans d'eau sur les plantes aquatiques***

Ces deux lacs sont très fortement utilisés par de nombreux usagers et une part très importante des objectifs de gestion concerne la satisfaction des usages et des usagers. Une analyse des impacts à court et long termes des modalités de cette gestion devrait être engagée afin de ne pas créer de dommages à ces communautés végétales, dommages qui pourraient remettre en question leur intérêt et dégrader le fonctionnement écologique des milieux.

#### **5.3.1. La gestion des niveaux d'eau**

Il s'agit d'une des modalités de gestion pouvant avoir les impacts les plus importants sur les communautés végétales. De manière schématique, la gestion des niveaux pouvant satisfaire les besoins humains se fait à l'inverse du fonctionnement naturel de ces lacs, avec une évacuation hivernale importante permettant de limiter les inondations des zones riveraines urbanisées, et une fermeture printanière et estivale des barrages de régulation en été pour limiter les étiages, de manière à réduire les variations de niveaux. Les marnages plus naturels précédant la période d'aménagements des barrages à l'époque du développement touristique des années 70 ne nous sont pas connus mais ils pouvaient sans doute atteindre voire dépasser 1 m. Une des difficultés pour statuer sur ces questions est le fait que ces

impacts sont généralement mesurables à long terme seulement, sur des périodes dépassant une, voire deux décennies, ce qui rend complexe la mise en place d'une gestion des niveaux d'eau respectueuse de ces communautés vivantes. En particulier, les espèces des roselières sont sensibles à une trop forte régulation des niveaux d'eau et les populations de roseau, par exemple, peuvent régresser fortement par accumulation des tiges mortes au sein des herbiers, accumulation facilitée par un marnage réduit. De telles régressions ont déjà été observées dans différents lacs européens.

Les espèces des "pelouses à littorales" sont adaptées à des marnages importants et, par exemple, la littorale ne peut fleurir qu'en situation exondée. En revanche, à notre connaissance, aucune information disponible ne semble indiquer qu'une réduction de marnage peut les faire régresser, même si certaines des évolutions négatives observées dans d'autres plans d'eau pourraient lui être imputées.

Une vigilance particulière devrait de toute manière être maintenue sur les modalités de gestion des niveaux d'eau en évaluant régulièrement l'état des roselières et des peuplements d'espèces patrimoniales.

### 5.3.2. La chasse au gibier d'eau

Cette activité, très largement distribuée sur les rives est des lacs, y présente quelques contraintes notoires vis-à-vis des communautés de plantes aquatiques.

Hormis l'utilisation de matériaux de construction et de protection des tonnes de chasse très divers et quelquefois discutables en matière de rejets de produits dans l'environnement, deux principaux impacts ont été identifiés. Ils ont déjà fait l'objet d'efforts notables d'informations de la part de la Fédération Départementale des Chasseurs de Gironde auprès de la population de chasseurs sur les deux lacs, avec notamment des plaquettes largement diffusées.

- le premier impact est lié aux besoins d'accès aux tonnes de chasse par leurs propriétaires : la plupart de ces déplacements se font avec des véhicules 4x4 susceptibles de rouler sur les substrats sableux des rives, y compris dans les zones en eau. Nous avons pu constater la multiplicité des passages de véhicules avec les traces bien visibles des roues (Figure 10). Ces passages sont positionnés au moins partiellement pour être les plus courts possibles mais ils ne tiennent donc pas compte des plantes présentes dans les sites traversés. Sur des linéaires importants de rives, principalement sur le lac de Carcans-Hourtin, la quasi-totalité des plantes présentes sur les substrats sableux sont de petite taille et sont installées en pieds isolés ou en petits herbiers épars, ce qui rend les plantes peu ou pas visibles depuis un véhicule.



Il nous semblerait nécessaire que cet aspect de l'activité de chasse soit pris en compte par des informations permettant de le faire évoluer pour réduire ces passages en nombre et/ou en parcours.



**Figure 10 : Traces d'accès aux tonnes de chasse (photos Alain Dutarte, Irstea)**

- le second impact est la présence de plantes exotiques utilisées par certains chasseurs pour le camouflage de leurs tonnes ou la diversification de leurs abords. Certaines de ces espèces observées lors de la campagne, comme le baccharis (*Baccharis halimifolia*), sont citées dans la plaquette d'information déjà mentionnée, mais d'autres sont également employées, comme l'herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*) au feuillage dense et persistant, ou des plantes ornementales plus petites (Figure 11).





**Figure 11 : Plantations d'espèces exotiques aux abords des tonnes de chasse  
(photos Alain Dutartre, Irstea)**

De fait, les chasseurs sont parmi les usagers ceux qui se déplacent le plus fréquemment sur les rives est des lacs, là où se trouvent une part non négligeable des espèces patrimoniales, et les efforts de communication concernant les risques négatifs de certains aspects de la pratique de leur loisir devront être poursuivis.

### 5.3.3. Les activités touristiques

Les principaux impacts de ces activités principalement estivales sont liés :

- au motonautisme, soit dans les zones où le ski nautique est autorisé, soit dans les zones en dehors des aménagements de pontons ou de port où peuvent accoster des bateaux. Dans le premier cas, l'activité crée un batillage régulier qui semble réduire la densité et la taille des roseaux communs constituant les roselières installées le long de la zone de ski. Ces observations devraient être confirmées par des mesures plus précises.  
Dans le second cas, il s'agit de dommages localisés dans les roselières lorsque des bateaux y pénètrent pour accoster en rive.  
Rappelons qu'une régulation du motonautisme sur le lac de Carcans-Hourtin en terme de nombre et de puissances des embarcations existe depuis plus d'une décennie après une évaluation des impacts potentiels de cette activité de loisir sur la plan d'eau ait été faite (Torre 2000).
- au piétinement des usagers : si la pénétration dans les roselières n'est pas toujours aisée ni agréable, toutes les plantes immergées de petite taille comme les espèces patrimoniales ne gênent pas le déplacement et leur fragilité peut les faire rapidement disparaître d'un site fréquenté.

Même si ces impacts peuvent être actuellement considérés comme mineurs ou non significatifs, ils présentent des significations écologiques difficiles à préciser, en particulier à cause de la pression apparemment faible mais permanente qu'elles exercent sur les communautés de plantes. Des efforts d'évaluation de ces impacts et d'informations auprès du grand public sur leurs conséquences devraient, là aussi, être entrepris pour les réduire ou au moins pour les limiter.

#### **5.4. Quelques lignes de bilan ?**

Une situation écologique en "demi-teinte" ?

- avec des hydrophytes indigènes peu diversifiés et peu abondants,
- avec des algues characées fréquentes et abondantes sur les rives et les zones plus profondes des lacs,
- avec des hydrophytes exotiques présentant d'importantes dynamiques de colonisation, dont les impacts sur les communautés vivantes et les usages des lacs restent encore à évaluer,
- avec des espèces patrimoniales et des algues characées indicatrices de bonne qualité des milieux assez fréquentes et abondantes, bien réparties sur les périmètres de lacs,
- avec des roselières largement présentes.

Une réflexion qui doit se poursuivre en s'appuyant sur :

- ce premier recueil d'informations sur les communautés de plantes aquatiques à l'échelle des deux lacs,
- des comparaisons éventuelles sur les situations et les évolutions des communautés de macrophytes des autres lacs du littoral aquitain,
- des travaux de recherche sur les relations entre l'organisation à différentes échelles des communautés de plantes aquatiques et les déterminants chimiques (qualité de l'eau et des sédiments à l'échelle des zones rivulaires), physiques (régulation du niveau des eaux, batillage, morphologie des zones littorales, etc.) et biologiques (compétition avec les espèces exotiques notamment) de façon à caractériser le rôle des habitats aquatiques des zones riveraines des lacs sur le maintien de leur état écologique et les potentialités de restauration des milieux,
- les travaux engagés dans le cadre du SAGE "Lacs médocains" permettant d'intégrer des réflexions de gestion à long terme sur l'écologie et les utilisations humaines de ces milieux.

## Bibliographie

- A.F.N.O.R.** 2010. Qualité de l'Eau - Echantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau - XP T90-328.
- Barreau JJ.** 1996. Développements des herbiers de Lagarosiphon major sur le lac de Lacanau. Etat de la situation en juillet 1996. FDAAPMA, CSP, DDAF: Note 4 p + carte.
- Bertrin V, Vandenhende M, Laplace-Treytore C, Moreira S, Dutartre A.** 2009. Diagnostic écologique des milieux aquatiques du Palus de Molua : Projet de Réserve Naturelle Nationale des dunes et marais d'Hourtin. Cemagref, 98 p.
- Bertrin V, Lanoiselée C, Barbe J, Bonnard R, Philippe M, Dutartre A, Argillier C, Guibert A, Irz P.** 2007. Application de l'outil SEQ plans d'eau sur différents types de lacs situés dans la circonscription du district Adour-Garonne : Etang de Soustons (40), Lac de Cazaux-Sanguinet (33 / 40), Retenues de Miélan (32), Laouzas (81), Filleit (09). Cemagref, 316 p.
- Blake G, Dubois JP, Gerbeaux P.** 1986. Distributional changes of populations of macrophytes in an alpine lake (Lake Aiguebelette, Savoie, France). EWRS, 43-50.
- Caro A.** 2011. Evaluation de l'état écologique des communautés végétales aquatiques des lacs médocains. Application au lac de Lacanau. Mémoire d'élève de Master 2 professionnel, mention Ecologie-Environnement, spécialité Gestion des Habitats et des Bassins Versants, Université Rennes 1. . Irstea, REBX, 80 p.
- Castagnos E, Dutartre A.** 2001. Evolutions récentes des peuplements de plantes aquatiques exotiques dans les lacs et les étangs landais (Landes, France). Cemagref, 227 p.
- Cellamare M.** 2009. Évaluation de l'état écologique des plans d'eau Aquitains à partir des communautés de producteurs primaires. Ecole doctorale des sciences, "sciences et environnements" spécialité écologie évolutive, fonctionnelle et des communautés, Université de Bordeaux 1.
- Corillion R.** 1957. Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. Koenigstein, DEU: Otto Koeltz Verlag.
- Corillion R.** 1975. Flore et végétation du massif armoricain iv flore des charophytes (characées) du massif armoricain et des contrées voisines d'europe occidentale. Paris: Jouve.
- De Caceres M, Legendre P, Moretti M.** 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos* 119: 1674-1684.
- Dubois JP, Blake G, Gerbeaux P, Jensen S.** 1984. Methodology for the study of the distribution of aquatic vegetation in the French Alpine lakes.,
- Dubois JP, Blake G, Gerbeaux P, Brun G.** 1988. Aquatic vegetation of lake Annecy. *Schweizerische Zeitschrift Fur Hydrologie-Swiss Journal of Hydrology* 50: 96-110.
- Dufrene M, Legendre P.** 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.



**Dutartre A.** 1988. Répartition d'une plante récemment introduite dans le lac de Lacanau (Gironde) : *Lagarosiphon major*. Observations du 16/10/1988. . Cemagref, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux. Compte rendu N° 58 5p.

**Dutartre A.** 1996. Colonisation du lac de Lacanau par des plantes aquatiques exotiques. Compte rendu de visite et commentaires. Cemagref, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux: Note, 3 p.

**Dutartre A.** 2002. Evolutions récentes des communautés végétales riveraines des lacs et étangs landais. Pages 59-79. Séminaire européen gestion et conservation des ceintures de végétation lacustre Life - nature programme Lac du Bourget, 23-24-25 octobre 2002; Le Bourget du Lac. Le Bourget du Lac: Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie.

**Dutartre A, Delarche A, Dulong J.** 1989. Plan de gestion de la végétation aquatique des lacs et des étangs landais. Cemagref, 121 p.

**Dutartre A, Leveau D, Moreau A.** 1997. Suivi du développement des plantes aquatiques exotiques : propositions d'interventions - Lac de Cazaux-Sanguinet et de Parentis-Biscarosse : campagne 1997. Cemagref, 76 p.

**Dutartre A, Beuffe H, Carbone R, Coste M, Laffont M, Roqueplo C, Torre M, Gross F.** 1987. Le lac de Parentis-Biscarosse et son environnement en 1984-1985. Tome 3. Qualité des eaux du système lacustre. Bilan de matières. Hydrobiologie et évolution de l'état du lac. . Université de Bordeaux III, Cabinet Ingénierie des eaux Continentales, CTGREF, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture. , 290 p.

**François Y.** 1948. Recherches sur l'hydrobiologie piscicole des étangs des landes - L'étang de Lacanau. *Ann. Sat. Cent. Hydrobiol. Appl.* 2: 129-142.

**Jensen S.** 1977. Objective method for sampling macrophyte vegetation in lakes. *Vegetatio* 33: 107-118.

**Kolher A.** 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft and Stadt* 10: 73-85.

**SIAEBVELG.** 2004. S.A.G.E. Lacs médocains. Etat des lieux 132.

**SIAEBVELG.** 2005a. S.A.G.E. Lacs Médocains. Diagnostic. 52.

**SIAEBVELG.** 2005b. Territoire du SAGE des Lacs Médocains - Etude de la qualité des eaux superficielles - Année 2004. 110.

**Torre M.** 2000. Analyse des impacts du motonautisme sur le lac de Carcans-Hourtin : rapport final. Cemagref, 34 p.

**Vanden Berghen C.** 1964. La végétation des rives du lac de Hourtin (Gironde, France). *Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles* 34: 243-267.

**Vanden Berghen C.** 1968. Notes sur la végétation du sud-ouest de la France. VI - La végétation de la rive orientale de l'étang de Lacanau (Gironde, France). *Bulletin du jardin botanique national de Belgique* 38 (3): 255-276.

**Vanden Berghen C.** 1969. La végétation amphibie des rives des étangs de la Gascogne. *Bull. Cent. Etud. Rech. sci.* 7 (4): 893-963.



# Annexes

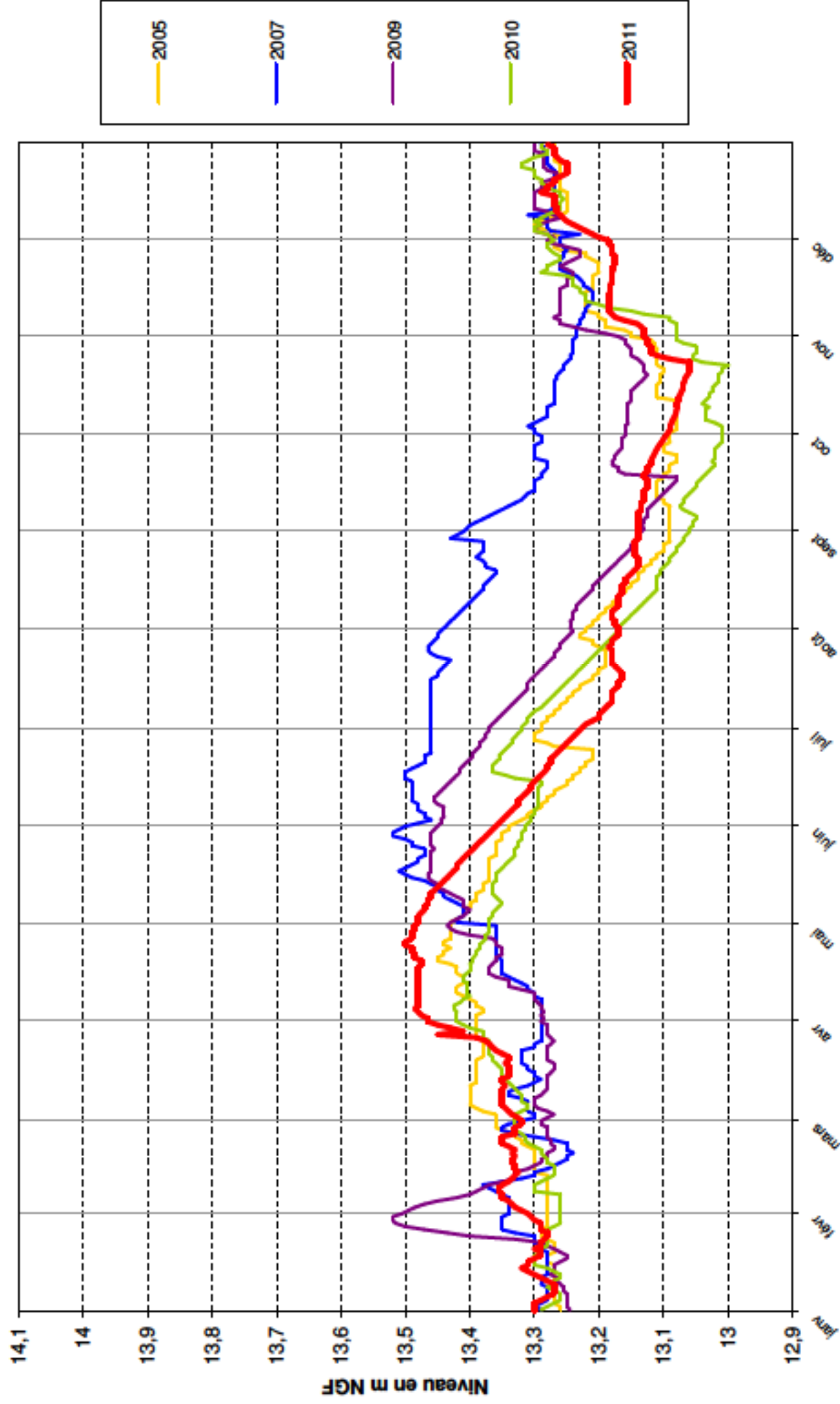
**Annexe 1 : Tableau de bord des campagnes de terrain**

Lacs	Dates	Nombre total de jours	Opérateurs Irstea	Autres participants
Reconnaissance terrain	30/05/2011	1	AC, GJ, SM, VB	/
Lacanau	27/06/2011 au 30/06/2011	4	AC, AD, GJ, SM, VB	/
Lacanau	01/07/2011	1	AC, GJ, SB, SM, VB	/
Lacanau	04/07/2011 au 06/07/2011	2	AC, AD, GJ, SM, VB	/
Lacanau	07/07/2011	1	AC, AD, EM, GJ, SM	/
Lacanau	08/07/2011	1	AC, AD, GJ, SM, VB	/
Carcans-Hourtin	11/07/2011 au 12/07/2011	2	AD, GJ, VB	/
Carcans-Hourtin	13/07/2011	1	AD, GJ, VB	FQ
Carcans-Hourtin	14/07/2011 au 15/07/2011	2	AD, GJ, VB	/
Carcans-Hourtin	18/07/2011	1	AD, SM, VB	/
Carcans-Hourtin	19/07/2011	1	AC, AD, GJ, SM, VB	/
Carcans-Hourtin	20/07/2011	1	AD, SM, VB	PT, FB
Carcans-Hourtin	21/07/2011 au 22/07/2011	2	AD, SM, VB	/
Carcans-Hourtin	05/08/2011	1	AD, MM, SM	/

*AC : Alan Caro, AD : Alain Dutartre, EM : Emilie Mazaubert, FB : François Bottin (ONF), FQ : Frank Quenault (SAGE Lacs médocains), FS : Fabrice Sin (ONF), GJ : Gwilherm Jan, MM : Maud Menay, PT : Paul Tourneur (ONF), SB : Sébastien Boutry, SM : Sylvia Moreira, VB : Vincent Bertrin*

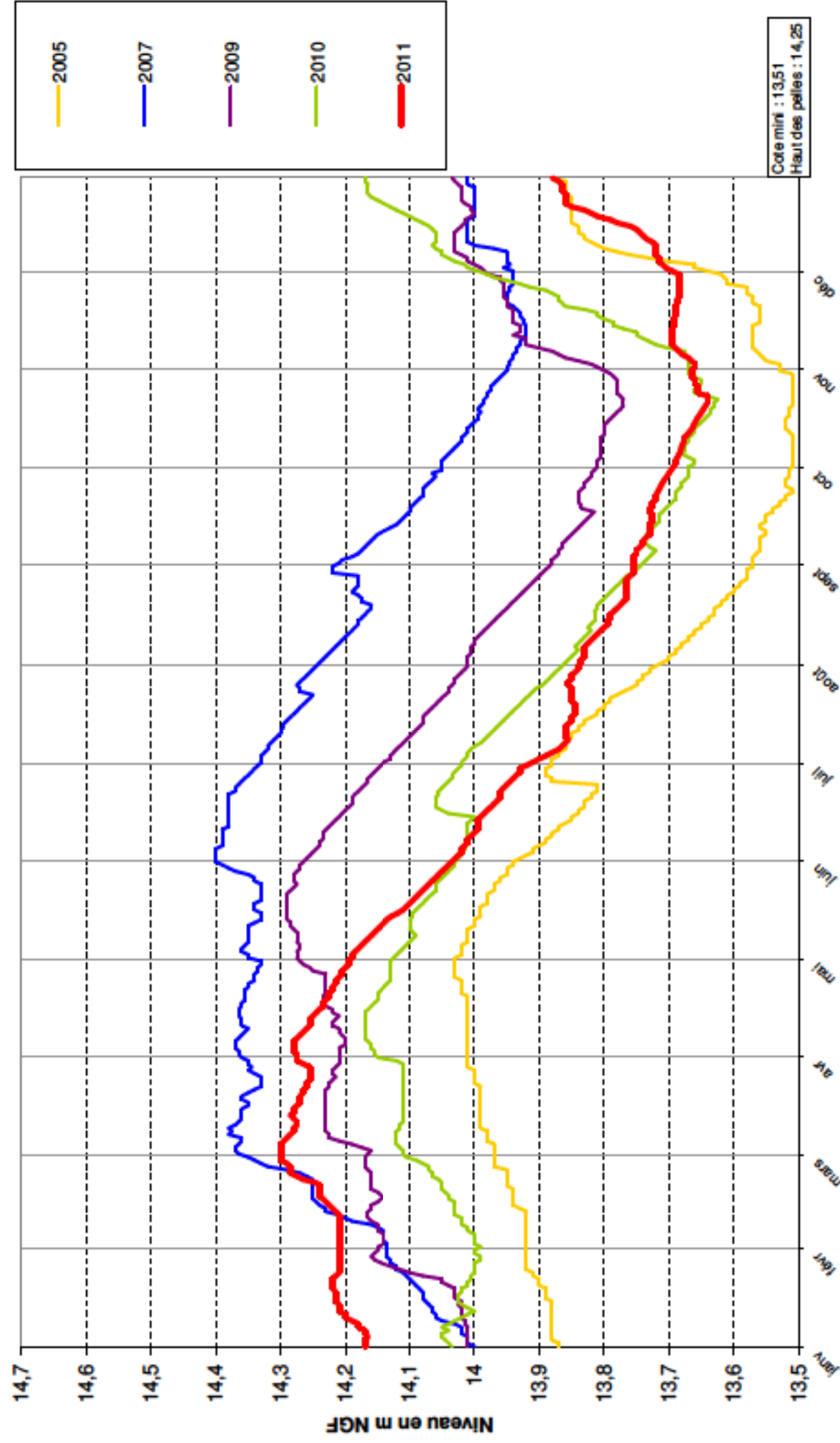
**Annexe 2 : Niveaux d'eau des lacs médocains et pluviométrie en 2011**

# NIVEAU DU LAC DE LACANAU





# NIVEAU DU LAC DE HOURTIN-CARCANS

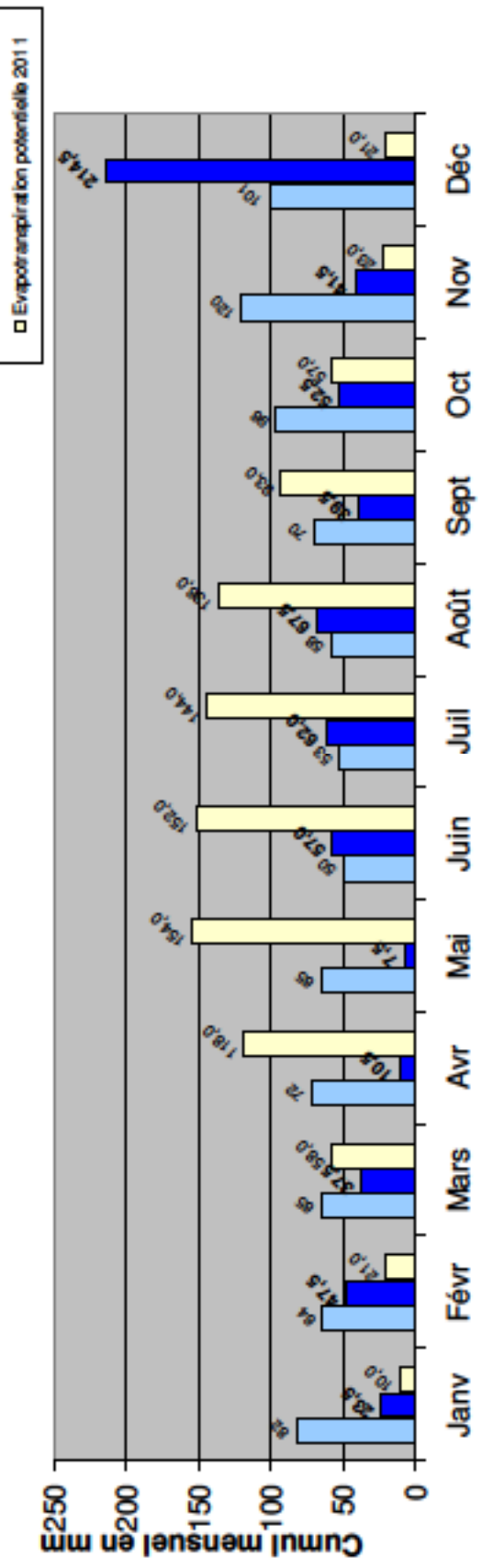


PLUVIOMETRIE  
BASSIN VERSANT DES LACS MEDOCAINS

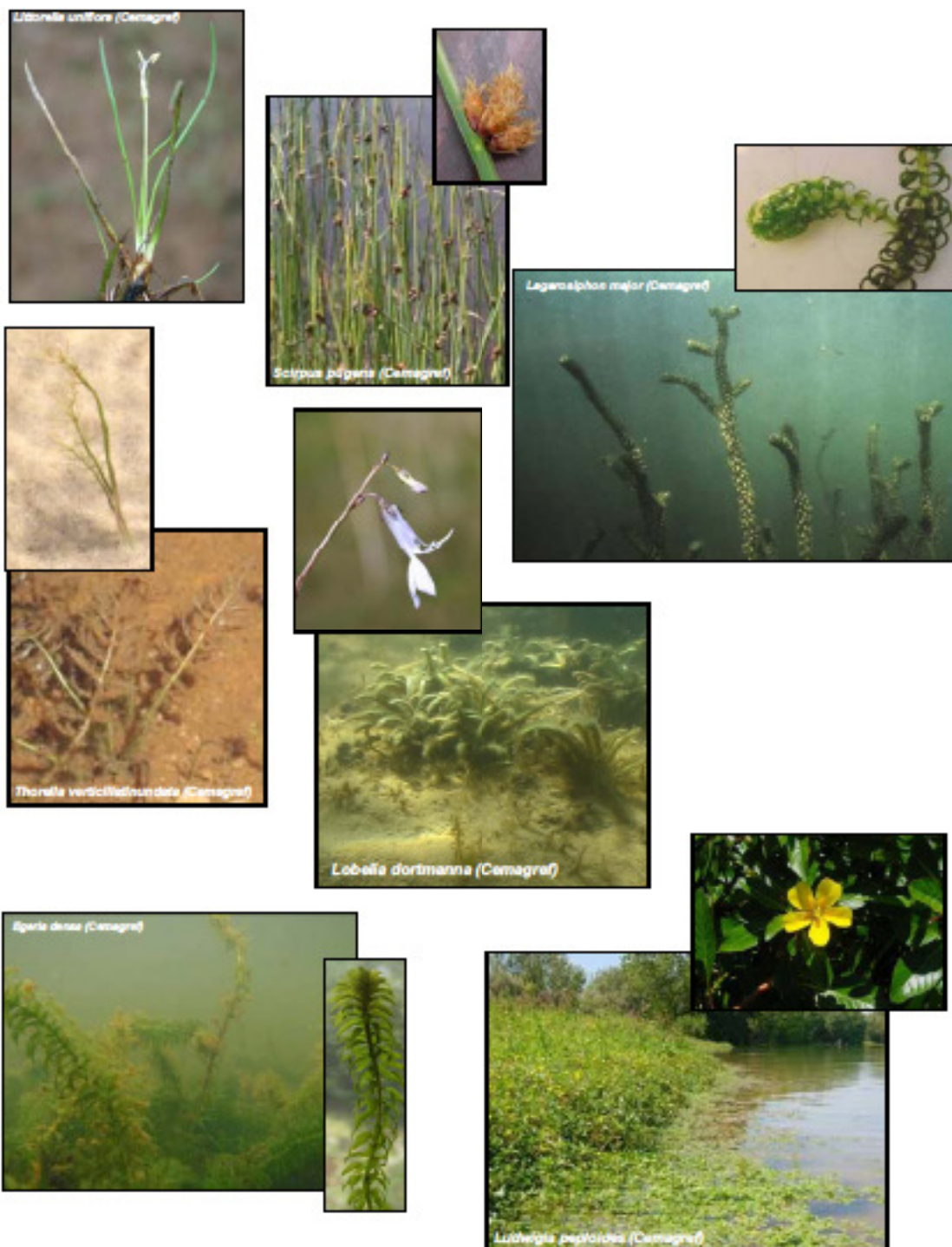
Précipitations cumulées mensuelles (mm)	Janv		Févr		Mars		Avr		Mai		Juin		Juil		Août		Sept		Oct		Nov		Déc		Total annuel	Ecart/ moyenne		
	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u	o	u			o	u
Moyenne	82	82	64	148	65	212	72	289	65	348	53	389	52	459	52	509	70	579	94	679	107	720	84	679	107	889	889	
2011	20,5	29,5	67,5	37,5	106,5	106,5	105	119,0	7,5	128,5	61,0	183,5	67,5	246,5	315,0	315,0	305,5	305,5	62,5	62,5	62,5	41,5	41,5	214,5	61,5	61,5	611,5	-6%
2010	69,0	69,0	53,0	122,0	52,5	174,5	10,5	165,0	35,5	230,5	8,5	305,0	26,0	320,5	30,0	403,0	44,0	403,0	73,0	476,0	63,0	303,0	63,0	63,0	63,0	63,0	703,0	-10%
2009	113,5	113,5	39,0	182,5	46,0	200,5	111,5	312,0	43,0	293,0	36,0	291,5	44,0	441,5	30,0	471,5	44,0	471,5	45,0	660,5	10,0	660,5	10,0	10,0	660,5	1%		
2008	105,0	105,0	33,0	136,0	102,5	240,5	66,0	326,5	115,5	446,0	41,5	465,5	26,5	501,0	69,0	591,0	49,0	591,0	106,5	708,5	70,0	670,0	67,0	67,0	67,0	67,0	611,5	2%
2007	74,0	74,0	112,0	166,0	76,5	262,5	31,5	294,0	131,5	426,5	90,0	476,5	66,0	532,5	116,5	662,0	25,5	677,5	15,5	660,0	37,5	790,5	76,0	606,5	606,5	-10%		
2006	54,5	54,5	69,5	144,0	169,5	330,5	25,0	266,5	41,5	397,0	6,0	403,0	34,5	477,5	51,0	528,5	134,0	662,5	67,0	662,5	61,0	565,5	61,0	61,0	617,0	-6%		
2005	30,5	30,5	45,0	76,5	44,0	119,5	56,5	176,0	20,0	206,0	66,5	270,5	41,5	311,0	11,5	322,5	52,0	374,5	70,0	444,5	91,5	515,5	51,5	51,5	665,5	-6%		
2004	125,5	125,5	34,0	159,5	36,0	195,5	75,5	271,0	60,5	297,5	6,5	340,0	65,0	366,0	66,5	461,5	26,0	467,5	127,5	615,0	16,0	633,0	67,0	67,0	700,0	-25%		
2003	66,0	66,0	59,0	144,0	21,5	165,5	23,0	166,5	54,5	246,0	44,5	287,5	25,5	361,0	31,0	362,0	26,0	418,0	149,0	627,0	99,0	665,0	97,0	97,0	763,5	-18%		
2002	30,0	30,0	67,5	100,5	27,0	127,5	43,0	170,5	76,5	246,0	63,0	302,0	61,5	363,5	109,0	472,5	30,5	503,0	60,5	663,5	133,0	863,5	130,0	863,5	863,5	-6%		
2001	170,0	170,0	78,5	246,5	169,5	339,0	110,0	329,0	47,0	376,0	30,0	406,0	111,0	516,0	69,5	705,5	45,0	705,5	90,0	890,5	62,5	62,5	62,5	62,5	1061,0	16%		
2000	16,5	16,5	30,0	100,5	40,5	149,0	116,0	265,0	60,5	246,5	42,5	269,0	34,5	402,5	40,0	502,5	92,5	595,0	169,5	764,5	324,5	520,5	1124,0	14%				
1999	69,0	69,0	69,0	138,0	67,5	206,5	94,5	291,0	67,0	358,0	27,5	460,5	56,5	559,0	214,0	773,0	126,5	899,5	126,5	879,5	70,5	960,0	132,5	132,5	132,5	26%		
1998	103,0	103,0	130	232,0	46,0	170,0	204,0	379,5	14,0	308,5	56,0	445,5	14,5	460,0	7,0	467,0	161,0	648,0	157,0	825,0	66,0	66,0	66,0	66,0	896,5	6%		
1997	59,0	59,0	7,0	100,0	113,0	226,0	109,5	226,0	113,0	226,0	109,5	226,0	113,0	226,0	126,0	267,0	5,0	316,0	36,0	660,0	166,0	166,0	200,0	200,0	933,0	4%		

Données : Météo France / Météo de la Gironde / M. Carlier / 10/07/11. Les données sont en mm. La somme des précipitations et de l'évapotranspiration potentielle est en mm. Les données sont en mm. La somme des précipitations et de l'évapotranspiration potentielle est en mm.

### Pluviométrie et évapotranspiration - BV Lacs Médocains Station de relevé des Matouneyres - Carcans



**Annexe 3 : Clichés photographiques de quelques taxons de plantes aquatiques  
présents sur les lacs médocains**



**Annexe 4 : Fiches de relevés terrain sur les profils perpendiculaires et sur les secteurs de rives**

RELEVÉS TRANSECTS -					p. 1/2
Opérateur : .....		Date : ...../...../.....		Heure : ..... / .....	
N° transect : .....		N° Waypoint		Plan d'eau : .....	
		début : ..... <input type="checkbox"/>		N° vidéo : .....	
		fin : ..... <input type="checkbox"/>		Pt contact : R → L <input type="checkbox"/>	
				L → R <input type="checkbox"/>	
- Condition d'observation -					
Condition météo.	<input type="checkbox"/> soleil		<input type="checkbox"/> faiblement nuageux		<input type="checkbox"/> très nuageux
	<input type="checkbox"/> pluie fine		<input type="checkbox"/> pluie forte		<input type="checkbox"/> orageux
Vent : fort <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> nul <input type="checkbox"/>		Direction : .....		Orientation : sous le vent <input type="checkbox"/> protégé <input type="checkbox"/> s.b. <input type="checkbox"/>	
Surface de l'eau		<input type="checkbox"/> fixe		<input type="checkbox"/> faiblement agitée	
		<input type="checkbox"/> agitée		<input type="checkbox"/> très agitée	
N° secteur de rive correspondant : .....		Matériel utilisé : réseau <input type="checkbox"/> grappin <input type="checkbox"/>		Hauteur vagues (m) : .....	
Profondeur max. de colonisation sur le transect (m) : .....		Distance limite de colonisation / rive (m) : .....			
- Relevés par points contacts -					
Relever le terrain, son abondance (1 - 5), le substrat* et la profondeur approximative (en m).					
① Prof. = .....	② Prof. = .....	③ Prof. = .....	④ Prof. = .....	⑤ Prof. = .....	
Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do
⑥ Prof. = .....	⑦ Prof. = .....	⑧ Prof. = .....	⑨ Prof. = .....	⑩ Prof. = .....	
Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do
⑪ Prof. = .....	⑫ Prof. = .....	⑬ Prof. = .....	⑭ Prof. = .....	⑮ Prof. = .....	
Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do	Va/To/Ar/Sa/Gr/Ca/Ro/Da/Do
*Substrat dominant → Va : vase, To : tourbe, Ar : argile, Saxon, saxon (<0.1 mm), Sa : sable (0.1-2mm), Gr : graviers (2-20mm), Ca : cailloux ou galets (20-200mm), Ro : rocher ou bloc (>200mm), Da : dalle, alios Do : débris organique (feuille, branche, racine...), autre.					
Commentaires et informations :					



RELEVÉS TRANSECTS -				p. 2/2	
Opérateur : .....		Date : ...../...../.....		Heure : ..... / .....	
N° transect : .....		N° Waypoint début : ..... <input type="checkbox"/> fin : ..... <input type="checkbox"/>		N° vidéo : ..... Pt contact : R → L <input type="checkbox"/> L → R <input type="checkbox"/>	
- Relevés par points contacts -					
<i>Relevés le tasse, son abondance (1-5), le substrat * et la profondeur approximative (en cm).</i>					
16 Prof. = .....	17 Prof. = .....	18 Prof. = .....	19 Prof. = .....	20 Prof. = .....	
Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De
21 Prof. = .....	22 Prof. = .....	23 Prof. = .....	24 Prof. = .....	25 Prof. = .....	
Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De
26 Prof. = .....	27 Prof. = .....	28 Prof. = .....	29 Prof. = .....	30 Prof. = .....	
Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De	Va/To/Wr/Sa/Gr/Co/Ro/Da/De
*Substrat dominant → Va : vase, To : tourbe, Ar : argile, limon, marne (<0.1 mm), Sa : sable (0.1-2mm), Gr : graviers (2-20mm), Co : cailloux ou galets (20-200mm), Ro : rocher ou bloc (>200mm), Da : dalle, a/c Do : débris organique (feuille, branche, racine...), Et/érs.					
** Indiquez le numéro de photo dans le cas de prises de vues photographiques					
Commentaires, précisions / Croquis / Informations diverses					

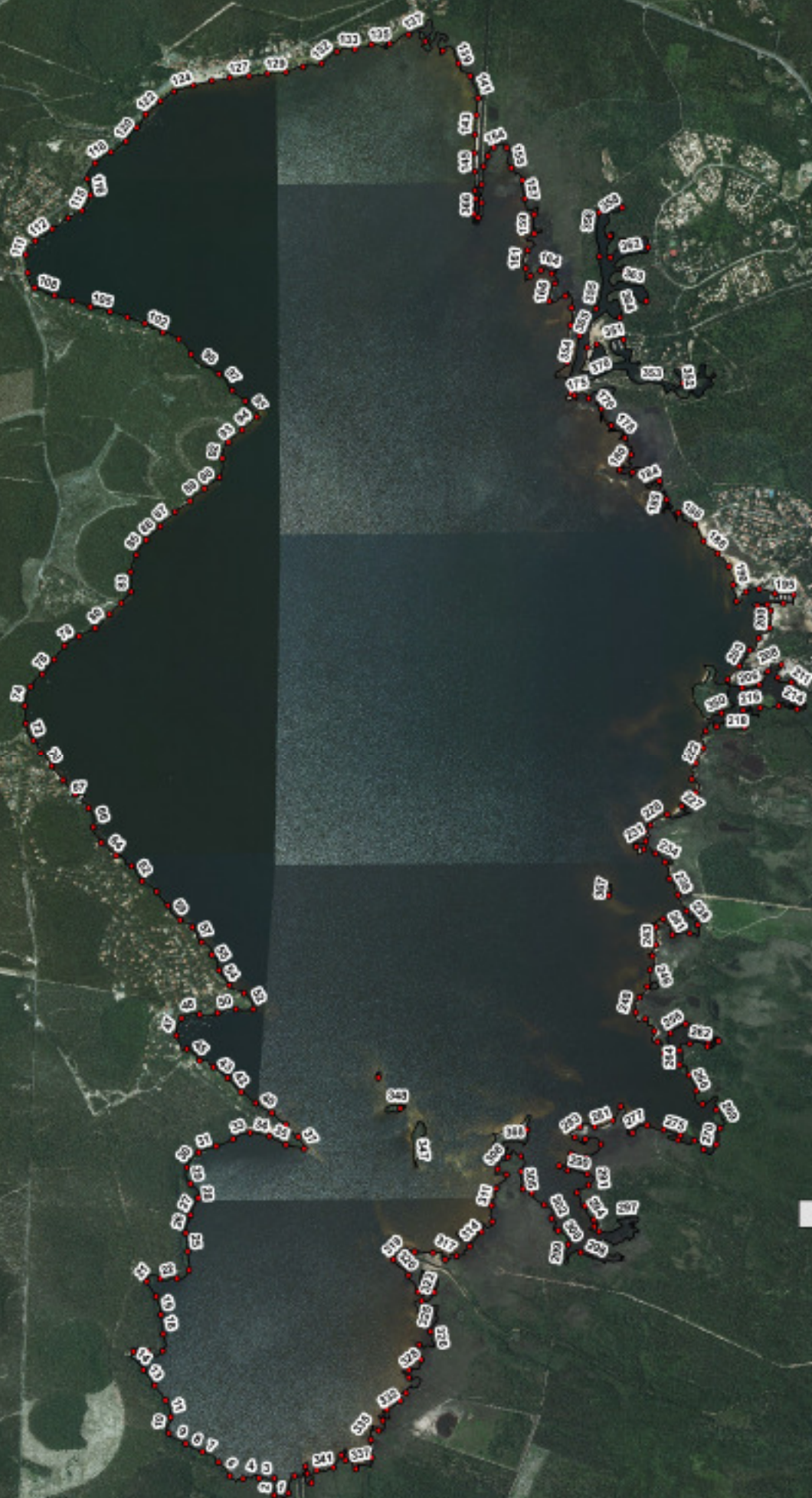
RELEVÉS SECTEURS DE RIVES				p. 1/2		
Opérateur : .....		Date : ...../...../.....	Heure : .....:.....	Plas d'eau : .....		
N° Secteur : .....		N° nouveau point GPS : ..... <input type="checkbox"/>	Méthode d'observation: à pied <input type="checkbox"/> en bateau <input type="checkbox"/>			
- Condition d'observation et informations complémentaires -						
Condition météo.	soleil <input type="checkbox"/>	faiblement nuageux <input type="checkbox"/>	très nuageux <input type="checkbox"/>	pluie fine <input type="checkbox"/>	pluie forte <input type="checkbox"/>	brouillard <input type="checkbox"/>
	Vent: fort <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> nul <input type="checkbox"/>		Dir. : .....	Orientation: sous le vent <input type="checkbox"/> protégé <input type="checkbox"/> s.o. <input type="checkbox"/>		
Surface de l'eau	lisse <input type="checkbox"/>	faiblement agitée <input type="checkbox"/>	agitée <input type="checkbox"/>	très agitée <input type="checkbox"/>		Hauteur vagues (m) : .....
	mousse <input type="checkbox"/>	brûlé <input type="checkbox"/>	graisse/huile <input type="checkbox"/>	autre <input type="checkbox"/> (précisez)		
Ombrage: fort <input type="checkbox"/> moyen <input type="checkbox"/> faible <input type="checkbox"/> nul <input type="checkbox"/>		Pente des fonds: faible (10-20°) <input type="checkbox"/> moyenne (20-40°) <input type="checkbox"/> forte (>45°) <input type="checkbox"/>				
Les macrophytes colonisent-ils le milieu aquatique vers le large, au-delà de la zone d'observation? non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>						
- Typologie des rives au niveau du secteur de rive -						
<i>Noter la fréquence des éléments observés : 1(très rare), 2(rare), 3(présent), 4(abondant), 5(très abondant)</i>						
Type 1 : "Zones humides rivulaires caractéristiques"						
Type 2 : "Zones rivulaires colonisées par une végétation arbustive et arborescente non hygrophile"						
Type 3 : "Zones rivulaires non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non hygrophile"						
Type 4 : "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles"						
- Pression anthropique et dégradation -						
Port <input type="checkbox"/>	Mouillage <input type="checkbox"/>	Jetée <input type="checkbox"/>	Habitat <input type="checkbox"/>	Digue/Enrochement <input type="checkbox"/>	Plage aménagée <input type="checkbox"/>	
Zone de baignade <input type="checkbox"/>	Chemin et route <input type="checkbox"/>	Émissaire <input type="checkbox"/>	Piétinement <input type="checkbox"/>	Trace de nautisme <input type="checkbox"/>		
Tanne de chasse <input type="checkbox"/>	Tributaire/affluent <input type="checkbox"/>	Trace d'érosion berge/littoral <input type="checkbox"/>		Autre <input type="checkbox"/> préciser :		
Commentaires, précisions / Croquis / Informations diverses						

RELEVÉS SECTEURS DE RIVES					p. 2/2
Opérateur : .....		Date : ...../...../.....		Heure : .....:.....	
N° Secteur : .....		N° nouveau point GPS : .... <input type="checkbox"/>		Méthode d'observation: à pied <input type="checkbox"/> en bateau <input type="checkbox"/>	
- Relevés de zone littorale -					
Taxons	Ab. (1-5)	Prof. (m)	Substrat *	Observations complémentaires **	Pt GPS ***
*Substrat dominant → Va : vase, To : tourbe, Ar : argile, limon, marne (<0.1 mm), Sa : sable (0.1-2mm), Gr : graviers (2-20mm), Ca : cailloux ou galet (20-200mm), Ro : rocher ou bloc (>200mm), Da : dalle, alios Da : débris organique (feuille, branche, racine...), Hère.					
** Observation complémentaire : superficie approx, herbier, photos, état herbier (algue filamenteuse, vase, tige cassée)...					
*** X : herbier isolé, D : début herbier, F : fin herbier					
Commentaires, précisions / Croquis / Informations diverses					

**Annexe 5 : Cartes de positionnement des secteurs de rives sur les deux plans d'eau**



# Lac de Lacanau



• Limite de secteur de rive



# Lac de Carcans - Hourtin



• Limite de secteur de rive

**Annexe 6 : Cartes de positionnement des profils perpendiculaires aux rives sur les deux plans d'eau**



# Lac de Lacanau





# Lac de Carcans - Hourtin



Profil



**Annexe 7 : Coordonnées géographiques des points de départ et d'arrivée des profils  
perpendiculaires réalisés sur les deux plans d'eau (Lambert 93)  
D : début du profil, F : fin du profil**

**Lac de Lacanau**

N° profil	X (m)	Y (m)	N° profil	X (m)	Y (m)
1D	375051,387	6442225,69	18D	374543,401	6434697,02
1F	375121,485	6441980,33	18F	374731,204	6435004,39
2D	374297,34	6442105,69	19D	375178,661	6434998,75
2F	374618,464	6441565,04	19F	374843,116	6435339,85
3D	373836,712	6441756,3	20D	375351,292	6435587,2
3F	374460,551	6441311,03	20F	375026,229	6435748,21
4D	373449,454	6441239,31	21D	375591,017	6436047,93
4F	374296,088	6441351,54	21F	375309,939	6436589,01
5D	374458,368	6440660,34	22D	375850,623	6436373,51
5F	374812,279	6440906,96	22F	375358,146	6436792,22
6D	374500,641	6440222,1	23D	376969,887	6436711,13
6F	374827,179	6440134,81	23F	375748,575	6436797,39
7D	374193,861	6439834,02	24D	376539,5	6437260,55
7F	374285,85	6439708,65	24F	375969,256	6437084,53
8D	373899,531	6439332,52	25D	376888,127	6437649,57
8F	373997,024	6439244,44	25F	376281,39	6438229,38
9D	373446,838	6438935,76	26D	376675,112	6438176,98
9F	373541,474	6438887,78	26F	376084,395	6438232,55
10D	373639,49	6438431,33	27D	376967,231	6438598,66
10F	373744,448	6438525,82	27F	376448,61	6438853,27
11D	374047,761	6437912,72	28D	377197,674	6439021,39
11F	374209,782	6438040,41	28F	376936,519	6439222,17
12D	374456,76	6437433,79	29D	377065,566	6439426,77
12F	374672,721	6437589,18	29F	376572,637	6439274,42
13D	374241,747	6437012,34	30D	376576,956	6439957,02
13F	374747,186	6436992,27	30F	375762,139	6440049,1
14D	374514,59	6436492,24	31D	376212,153	6440494,29
14F	374641,904	6436240,82	31F	375446,827	6440582,41
15D	374269,876	6436059,51	32D	376026,339	6441050,56
15F	374477,25	6435955	32F	375375,031	6441189,46
16D	374083,383	6435750	33D	376033,154	6441412,44
16F	374377,164	6435506,85	33F	375232,612	6441462,03
17D	373976,435	6435374,58	34D	375715,511	6441954,26
17F	374345,241	6435127,48	34F	375060,094	6441999,13

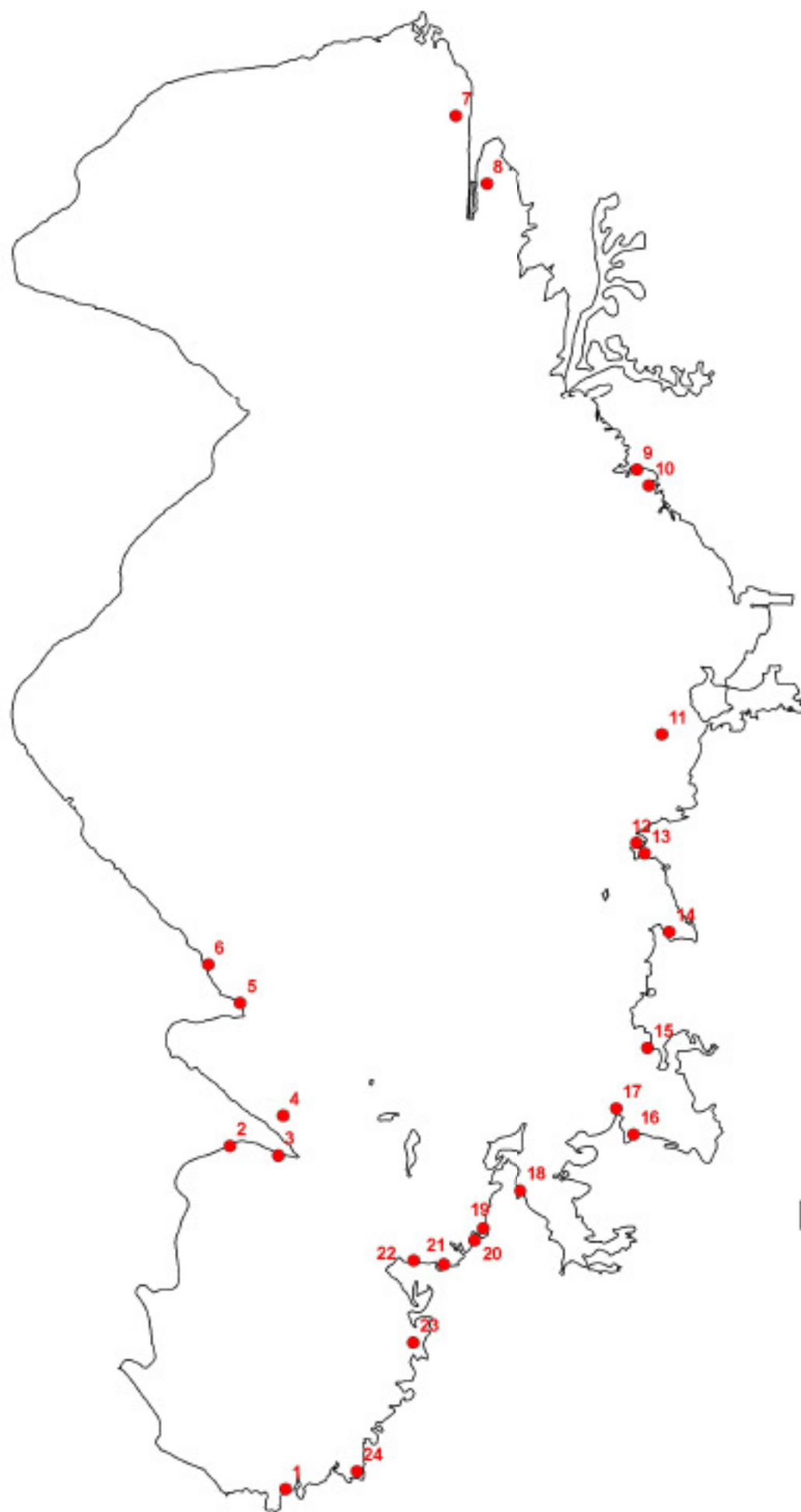
Lac de Carcans-Hourtin

N° profil	X (m)	Y (m)	N° profil	X (m)	Y (m)
1D	376258,346	6464696,46	22D	375416,112	6448888,27
1F	376607,655	6465191,61	22F	375630,995	6449762,01
2D	376597,295	6464384,96	23D	376468,4	6449571,04
2F	376894,883	6464971,82	23F	376021,989	6450376,55
3D	376672,167	6463857,69	24D	377055,994	6450401,22
3F	376936,969	6463369,21	24F	376101,135	6450780,83
4D	375748,356	6463089,45	25D	377468,095	6451357,22
4F	376753,361	6462801,67	25F	377206,696	6452168,37
5D	375678,576	6462242,53	26D	377667,319	6451949,82
5F	376898,095	6462921,98	26F	376912,578	6452091,69
6D	375924,473	6461487,08	27D	377796,637	6452613,91
6F	376375,743	6461563,82	27F	377054,369	6452382,21
7D	375428,521	6460692,64	28D	377940,191	6453647,92
7F	376186,446	6460145,56	28F	377300,73	6454220,21
8D	375371,996	6459883,57	29D	378296,837	6454249,81
8F	376156,894	6460215,66	29F	377559,333	6454336,92
9D	374917,556	6459075,46	30D	378373,072	6455064,95
9F	375766,288	6459260,72	30F	377846,792	6455308,7
10D	374761,731	6458328,65	31D	378194,677	6455906,63
10F	375058,861	6458373,16	31F	377889,753	6456339,69
11D	374829,918	6457499,29	32D	378468,817	6456610,87
11F	375016,196	6457572,95	32F	378048,359	6456969,98
12D	374945,211	6456758,57	33D	378589,172	6457431,89
12F	375123,166	6456632,56	33F	377892,882	6457325,22
13D	374926,519	6455916,59	34D	378712,63	6458190,43
13F	375201,836	6455758,59	34F	378118,032	6458338,64
14D	374305,47	6455160,57	35D	379385,111	6458986,9
14F	374501,286	6454996,79	35F	378464,473	6459089,02
15D	374183,623	6454362,69	36D	379498,108	6459736,6
15F	374407,635	6454560,31	36F	378510,638	6459719,92
16D	374884,907	6453503,82	37D	379042,376	6460475,38
16F	375424,123	6453776,25	37F	377707,509	6460027,38
17D	374429,641	6452985,01	38D	378735,444	6461397,17
17F	375195,046	6452954,79	38F	377730,564	6461462,09
18D	375178,013	6451926,8	39D	378566,517	6462158,38
18F	375855,148	6452087,41	39F	377518,106	6462307,55
19D	374377,312	6451152,05	40D	378257,307	6462910,55
19F	375494,397	6451359,64	40F	377789,615	6462855,04
20D	374323,485	6450369,2	41D	377798,831	6463751,64
20F	375605,645	6450522,88	41F	376811,084	6463921,07
21D	374544,989	6449571,79	42D	377351,396	6464205,77
21F	375552,998	6450531,3	42F	377159,299	6464138,1
			43D	376099,918	6465434,23
			43F	377098,979	6464308,63

**Annexe 8 : Carte complémentaire des herbiers remarquables de *Lobelia dortmanna*,  
*Littorella uniflora* et *Thorella verticillatunadata* du lac de Lacanau**



**Carte complémentaire de localisation des Taxons  
Lac de Lacanau**



### Description des herbiers remarquables : lac de Lacanau

Numéro correspondant sur la carte	Taxon	Abondance	Commentaires	Profondeur (m)
1	<i>Littorella uniflora</i>	3	15mx3m	0,2
2	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	Largeur ; 2m, petites zones dispersées (0,2x0,4 max.)	
3	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Très épars (15-20 pieds/m <sup>2</sup> ), 5-7m de large	0,4-0,6
4	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Environ 5m <sup>2</sup>	
5	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	en fleur, environ 5-10 pieds/m <sup>2</sup> (5mx15m) + quelques pieds dispersés+ pelouses	0,2-0,4
6	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	Petites pelouses dispersées max. 1m <sup>2</sup>	0,2-0,5
7	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	Environ 100 pieds avec ampe florale	
8	<i>Littorella uniflora</i>	2	Environ 1m <sup>2</sup> +pieds isolés	
8	<i>Lobelia dortmanna</i>	2	Environ 1m <sup>2</sup> +pieds isolés	
8	<i>Thorella verticillatunundata</i>	1	Environ 1m <sup>2</sup> +pieds isolés	
9	<i>Thorella verticillatunundata</i>	1	Quelques pieds (0,1mx0,2m)	
10	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Quelques pieds isolés+zone (1mx2m)	
11	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	Environ 20m de large, très dispersé	
12	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Environ 50m de la rive au sud de la tonne de chasse	
13	<i>Littorella uniflora</i>	2		
13	<i>Lobelia dortmanna</i>	3		
13	<i>Thorella verticillatunundata</i>	2		
14	<i>Lobelia dortmanna</i>	2	Environ 100m <sup>2</sup>	
15	<i>Littorella uniflora</i>	2	0,5mx8m assez dense, 20-25m <sup>2</sup>	
15	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	0,5mx3m + 2mx1m, quelques pieds, 20-25m <sup>2</sup>	
16	<i>Littorella uniflora</i>	1	0,5m <sup>2</sup>	
16	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Pieds isolés	
17	<i>Littorella uniflora</i>	3		
17	<i>Lobelia dortmanna</i>	3		
17	<i>Thorella verticillatunundata</i>	2		
18	<i>Littorella uniflora</i>	1	1mx3m	0-0,02
19	<i>Littorella uniflora</i>	1	Quelques pieds	0,05
19	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Quelques pieds	0,05
20	<i>Littorella uniflora</i>	3	Quelques pieds plus au large sur la rive	
20	<i>Lobelia dortmanna</i>	3	Quelques pieds plus au large sur la rive	
20	<i>Thorella verticillatunundata</i>	2	Quelques pieds plus au large sur la rive	
21	<i>Littorella uniflora</i>	2	10m <sup>2</sup>	
22	<i>Lobelia dortmanna</i>	2	Quelques pieds épars	
22	<i>Littorella uniflora</i>	2		
23	<i>Littorella uniflora</i>	2	Fleurs	
23	<i>Lobelia dortmanna</i>	2		
24	<i>Littorella uniflora</i>	3		
24	<i>Lobelia dortmanna</i>	1		

**Coordonnées géographiques (Lambert 93) des herbiers remarquables : lac de Lacanau**

<b>Numéro correspondant sur la carte</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>
1	374821.27182760765	6434704.5330303023
2	374542.07092399918	6436518.651940588
	374552.08343841485	6436524.3564673159
3	374797.25445711322	6436466.0424871081
	374803.7427928648	6436463.2569219405
4	374824.54221610911	6436675.2632249715
5	374601.9578305934	6437270.6900824569
	374491.88098410342	6437328.7237733603
6	374435.42162996443	6437474.3722165581
	374424.25380972511	6437500.8707721718
7	375781.05789213732	6441963.3849167945
	375798.66655308602	6441848.6913716774
8	375942.62775443547	6441602.735278313
9	376726.20754525944	6440078.1977441972
10	376788.90879591135	6439992.3044682788
11	376848.11784365738	6438677.5494838879
	376819.45648954791	6438619.7609755313
12	376708.32021405199	6438099.3768848768
	376697.40048536321	6438101.9470027657
13	376751.16969222919	6438042.7649030033
14	376877.32895257976	6437627.8217382003
	376850.33289078518	6437644.68420264120
15	376757.32729357446	6437017.4766336977
16	376680.75670101441	6436560.7995815556
17	376589.49212494685	6436698.0034231823
18	376077.83804495021	6436270.4235710716
19	375878.0588142901	6436072.5215647649
20	375831.99745197449	6436010.0822165078
	375810.67691808677	6435988.9499925999
21	375688.89959508732	6435885.0232829768
22	375507.58697677858	6435906.4390534563
	375484.04573151132	6435910.8928648792
23	375503.2504125117	6435473.5835681073
24	375199.2059223234	6434795.4514366062



**Annexe 9 : Carte complémentaire des herbiers remarquables de *Lobelia dortmanna*,  
*Littorella uniflora* et *Thorella verticillatundata* du lac de Carcans-Hourtin**

Carte complémentaire de localisation des Taxons  
Lac de Carcans - Hourtin



● Localisation des taxons



Description des herbiers remarquables : lac de Carcans-Hourtin

Numéro correspondant sur la carte	Taxon	Abondance	Commentaires	Profondeur (m)
1	<i>Littorella uniflora</i>	2	Environ 20m <sup>2</sup>	
1	<i>Lobelia dortmanna</i>	2	Environ 20m <sup>2</sup>	
2	<i>Littorella uniflora</i>	3		
2	<i>Lobelia dortmanna</i>	3		
2	<i>Thorella verticillatinundata</i>	3		
3	<i>Littorella uniflora</i>	4	dans la roselière	0,2-0,5
3	<i>Lobelia dortmanna</i>	5	dans la roselière	0,2-0,5
3	<i>Thorella verticillatinundata</i>	2	dans la roselière	0,2-0,5
4	<i>Littorella uniflora</i>	4		
4	<i>Lobelia dortmanna</i>	5		
5	<i>Littorella uniflora</i>	4		
5	<i>Lobelia dortmanna</i>	4		
6	<i>Littorella uniflora</i>	4		
6	<i>Lobelia dortmanna</i>	4		
7	<i>Littorella uniflora</i>	1	Environ 10m <sup>2</sup> à gauche de la jetée	
8	<i>Littorella uniflora</i>	3		
8	<i>Lobelia dortmanna</i>	4		
9	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	fleurs	
10	<i>Littorella uniflora</i>	1	0,5x2m	
10	<i>Thorella verticillatinundata</i>	1	0,5x2m	
11	<i>Littorella uniflora</i>	2	zone Environ 2m <sup>2</sup> +pieds isolés en rive	
11	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	zone Environ 2m <sup>2</sup> +pieds isolés en rive	
11	<i>Thorella verticillatinundata</i>	2	zone Environ 2m <sup>2</sup> +pieds isolés en rive	
12	<i>Littorella uniflora</i>	2	2 tâches de 0,5m peu denses	<0,05
12	<i>Lobelia dortmanna</i>	1	Environ 15 pieds	<0,05
13	<i>Littorella uniflora</i>	1	Environ 1m <sup>2</sup> peu dense	0-0,05

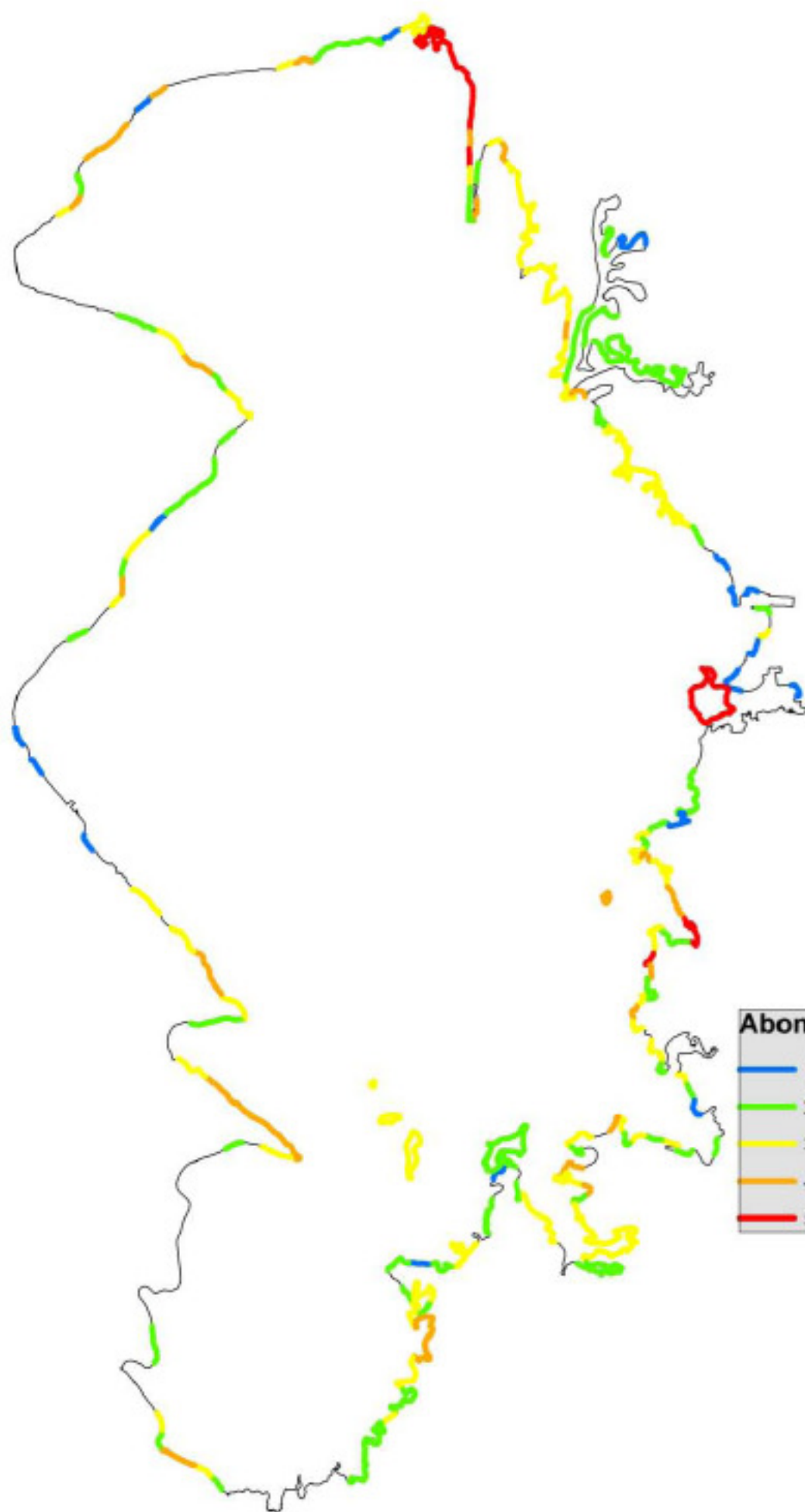
**Coordonnées géographiques (Lambert 93) des herbiers remarquables : lac de Carcans-Hourtin**

<b>Numéro correspondant sur la carte</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>
1	374246.12097790663	6450243.2110405415
	374251.65123694093	6450252.4850436887
2	374285.9239142451	6450339.4358794335
	374289.43441047944	6450412.3200332765
3	374291.99003150873	6450455.0042212289
	374340.33344991959	6450544.3305047238
4	374363.11056953942	6450581.949657999
	374392.40664858348	6450638.6895181453
5	374369.82141035813	6450784.8991520181
	374321.70865809103	6450934.1172571545
6	374317.02622819116	6450948.487227371
	374305.75525442808	6450990.4514491959
7	374463.16707034904	6453120.4104975238
8	374825.43160377821	6453536.9226834541
9	378437.25344312307	6463746.9670661762
10	378645.29259814246	6454822.9344667811
11	377417.59594827157	6450117.0157606686
12	377333.62194265338	6449915.972125235
13	377157.1924490321	6449661.6843787991



**Annexe 10 : Cartes de répartition des espèces végétales aquatiques sur le lac  
de Lacanau, juillet 2011**

# Répartition de *Chara fragifera*



## Abondance

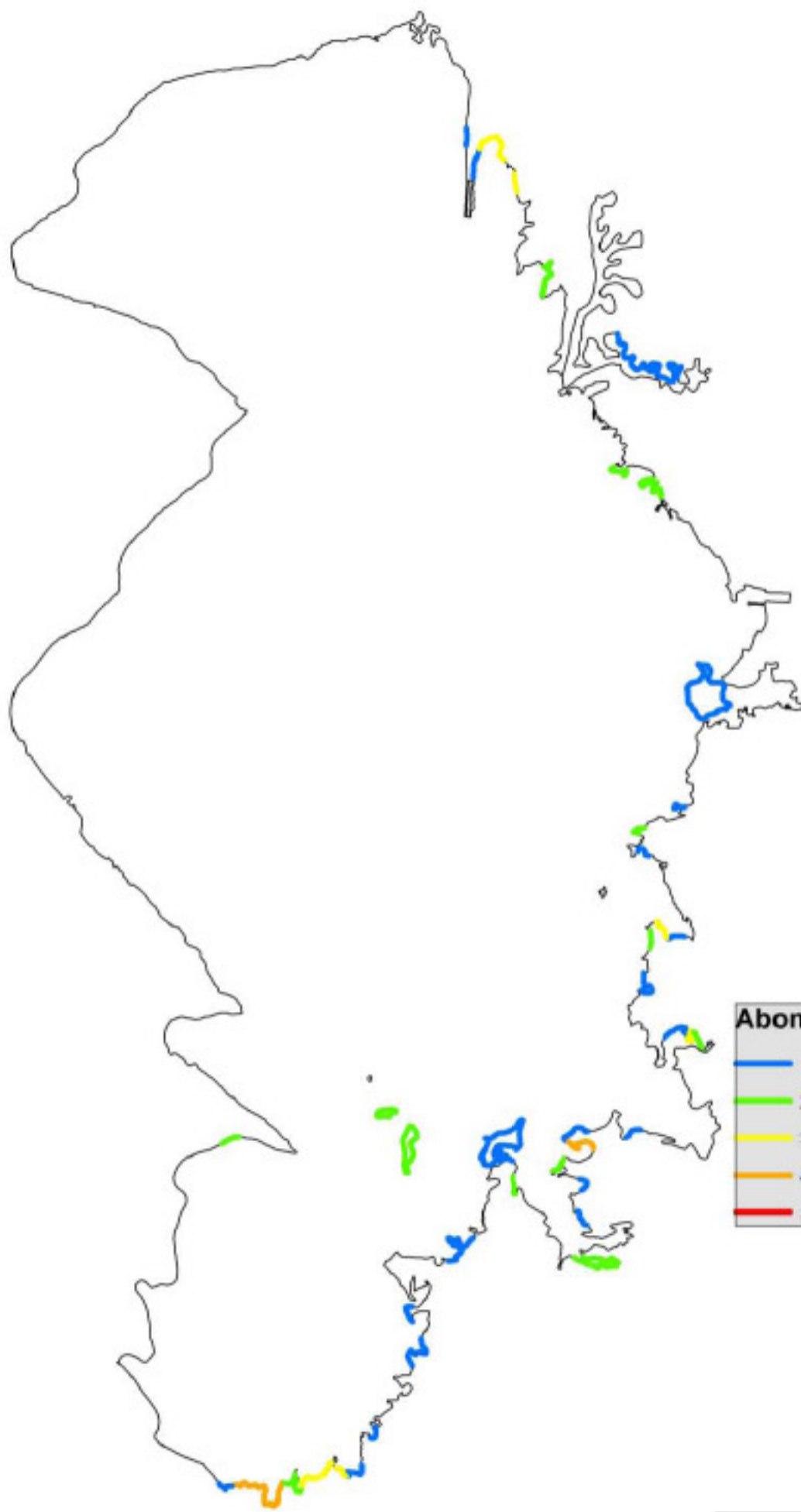
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1000 1500 Mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Cladium mariscus*



## Abondance

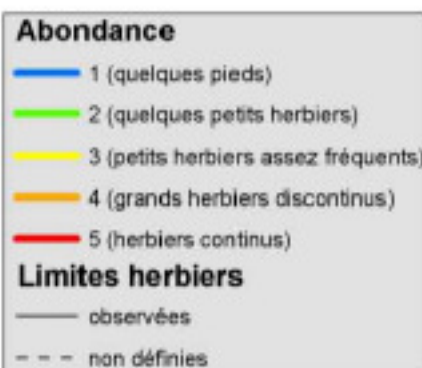
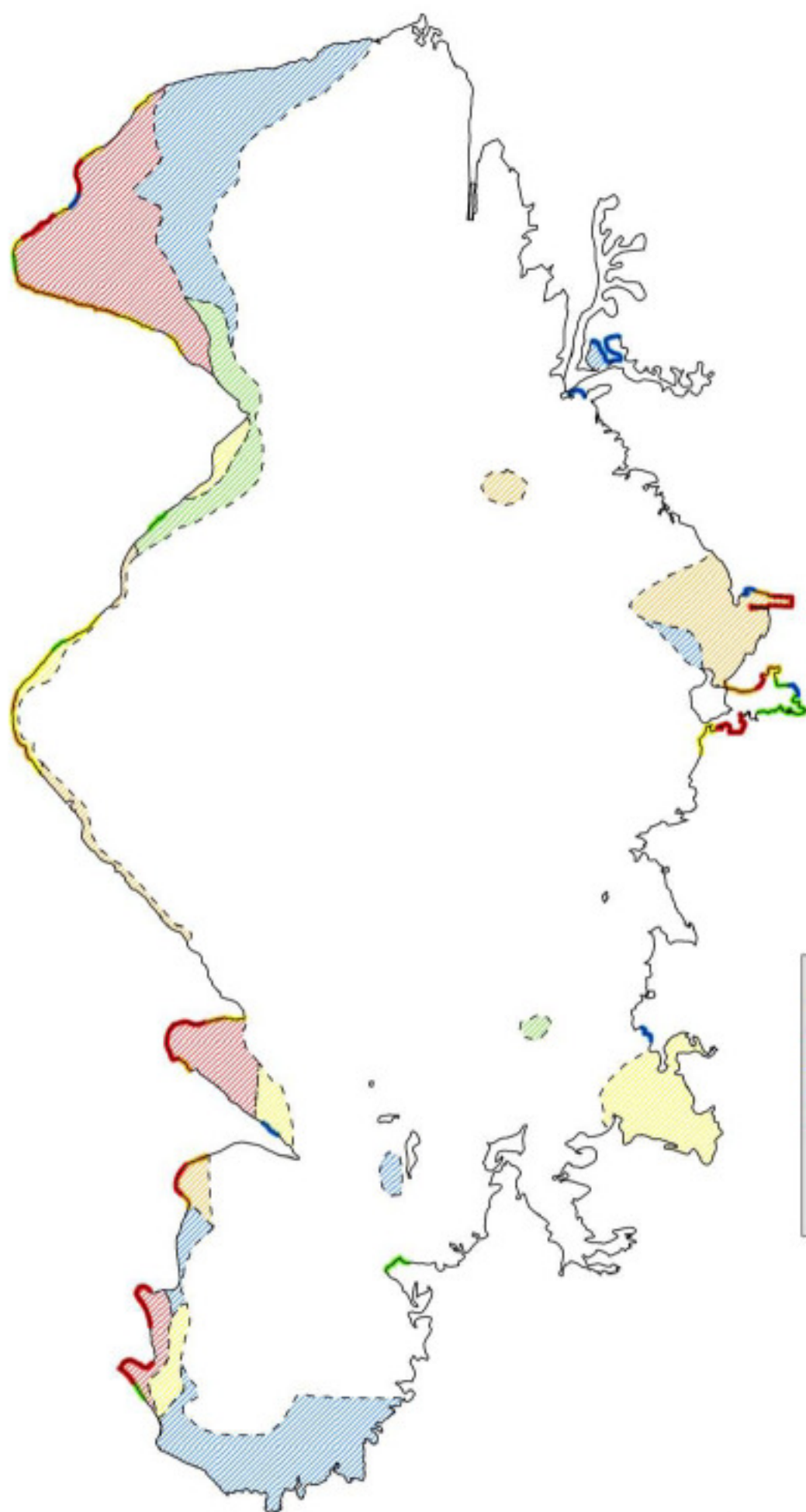
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1 000 1 500 mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011

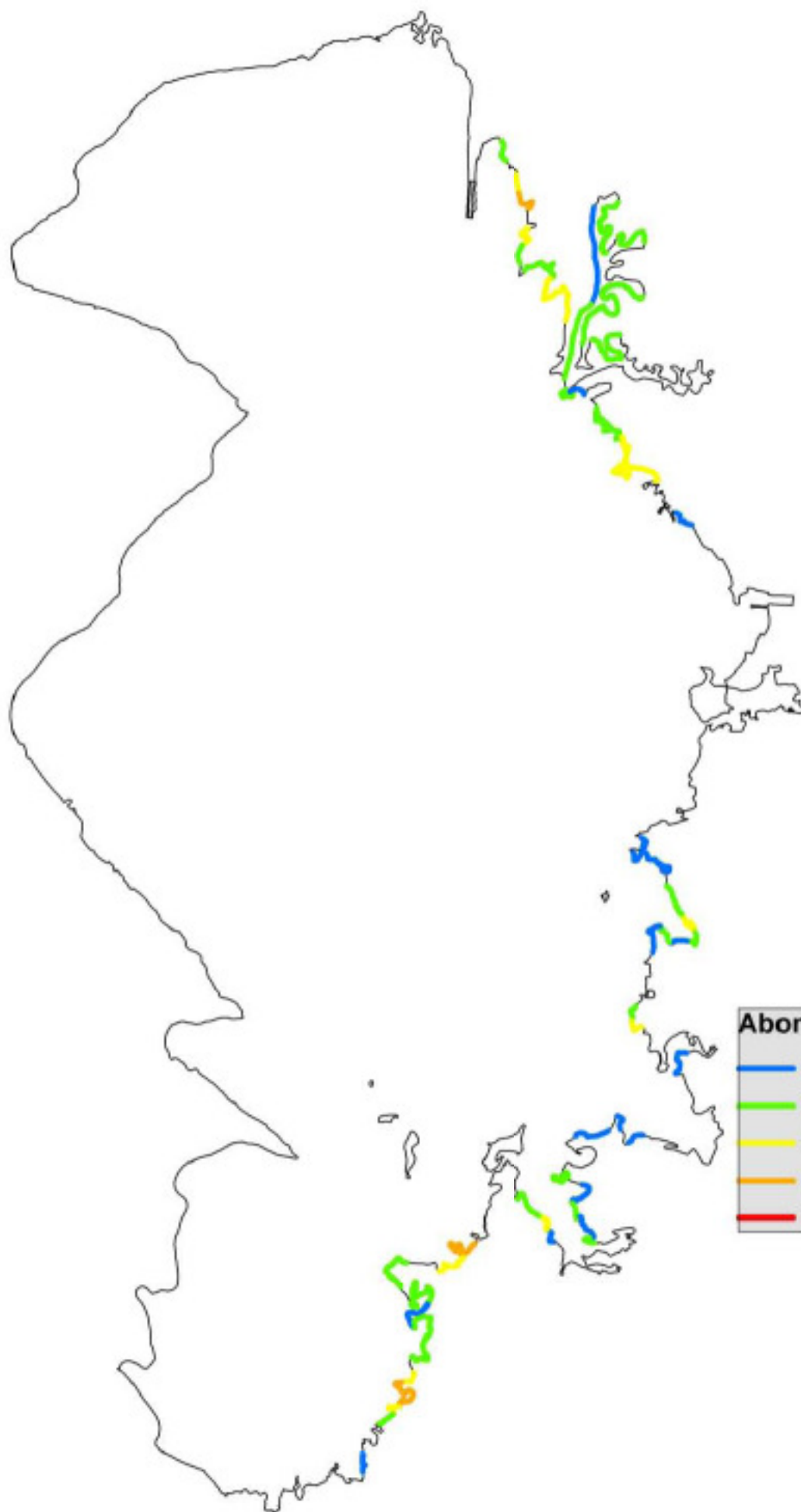


Répartition de *Egeria densa*  
Lac de Lacanau





# Répartition de *Eleocharis multicaulis*



## Abondance

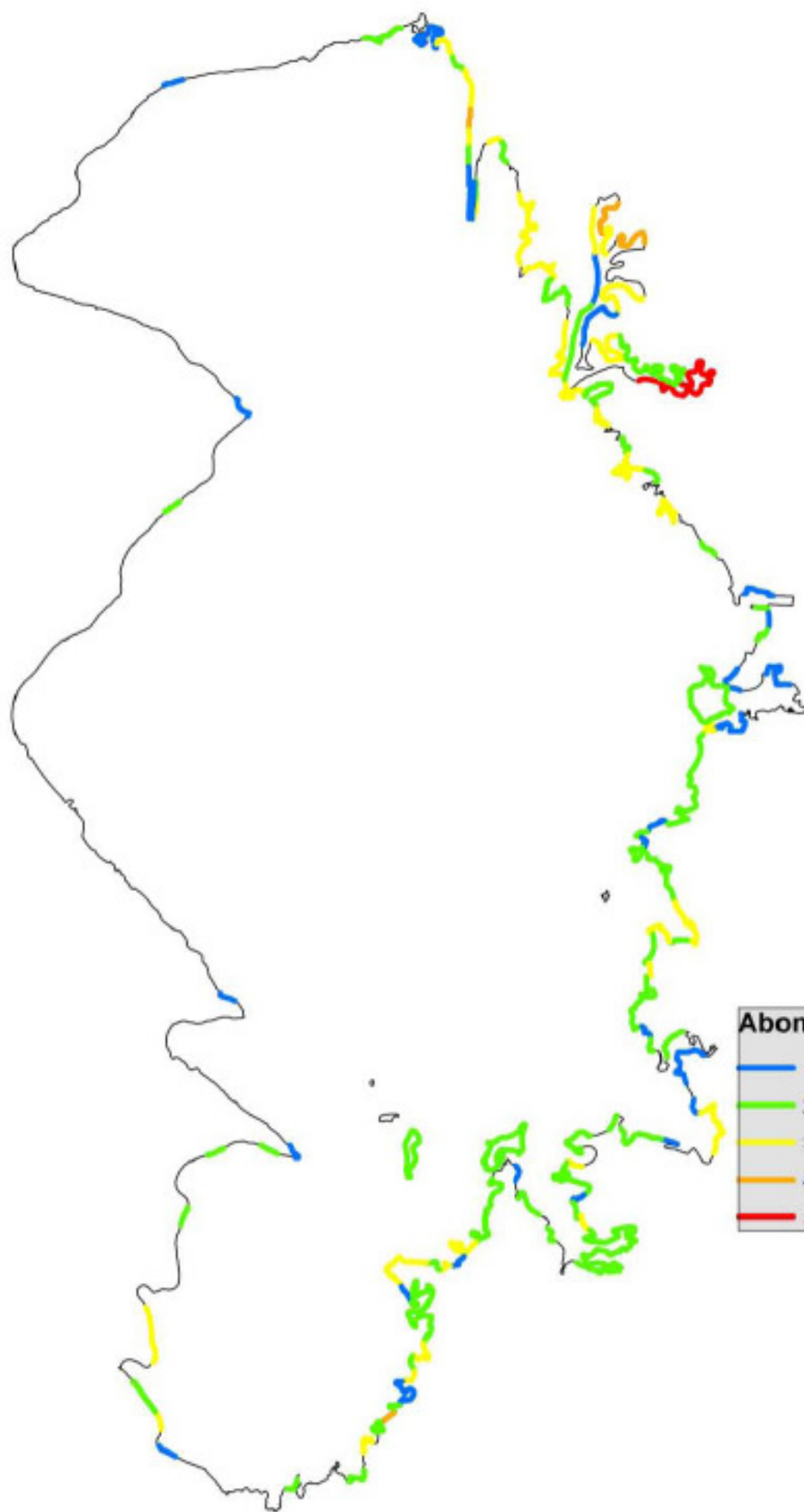
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)



Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



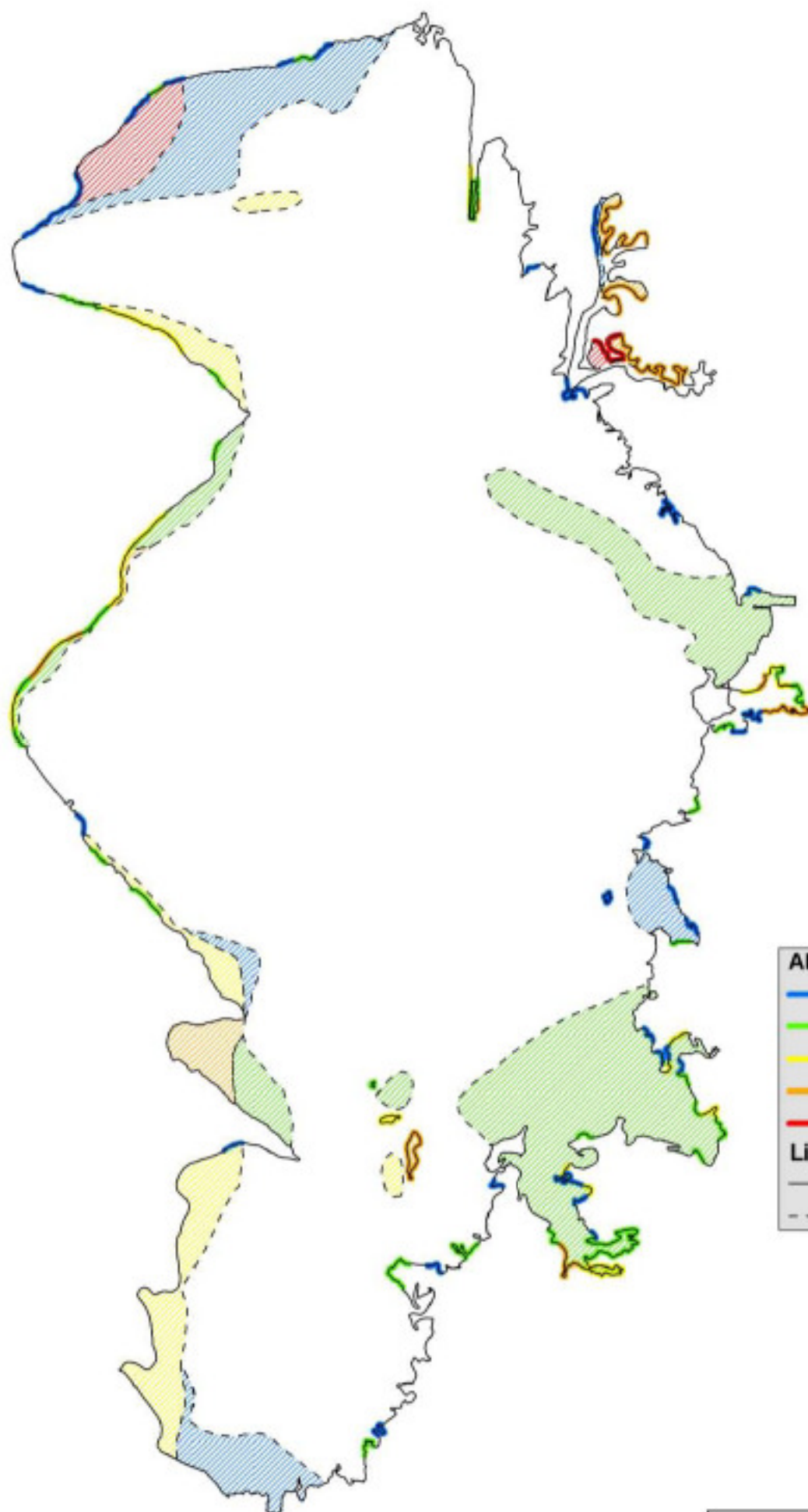
# Répartition de *Juncus bulbosus*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

Répartition de *Lagarosiphon major*  
Lac de Lacanau



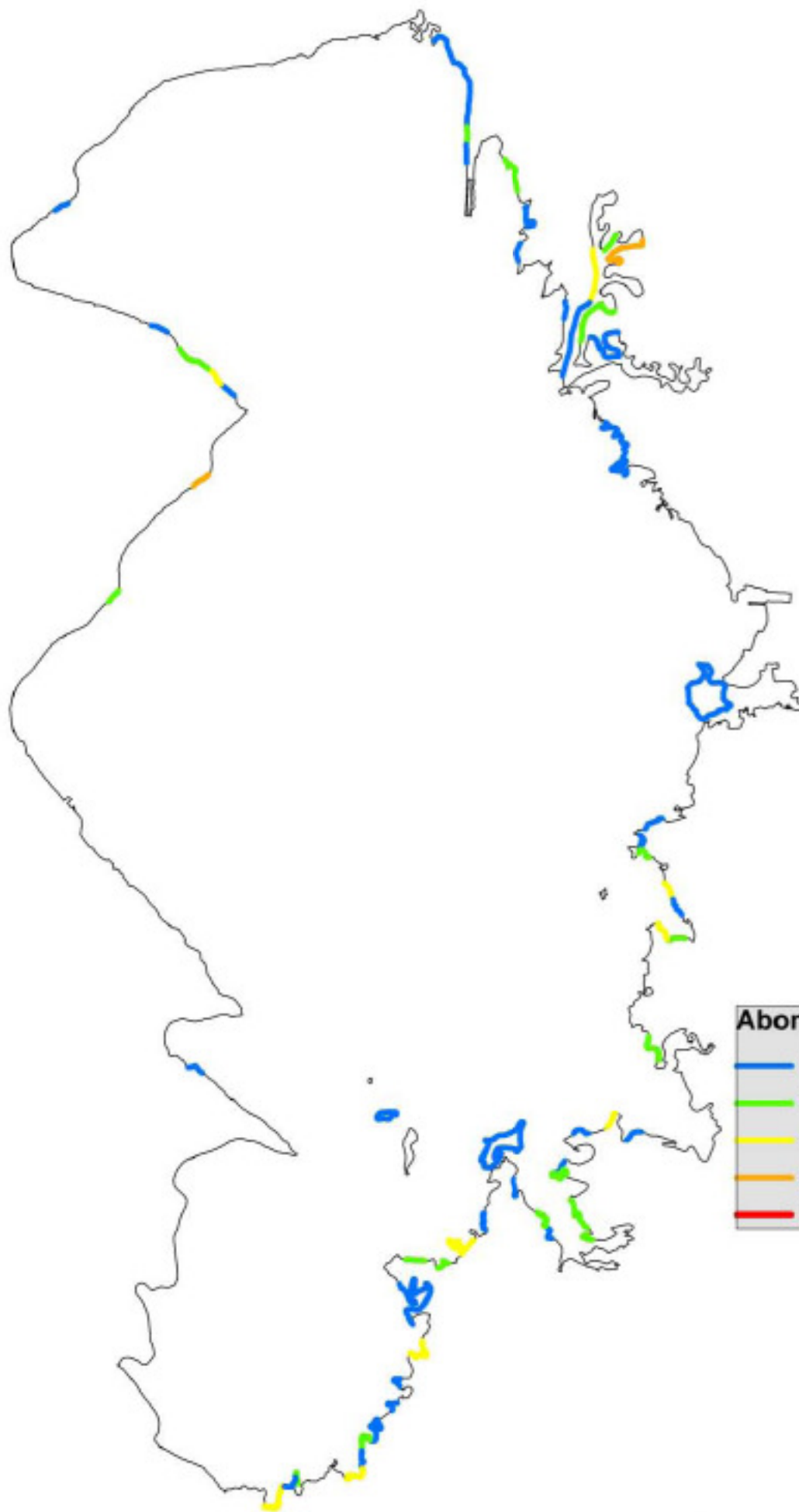
**Abondance**

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

**Limites herbiers**

- observées
- - - non définies

# Répartition de *Littorella uniflora*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

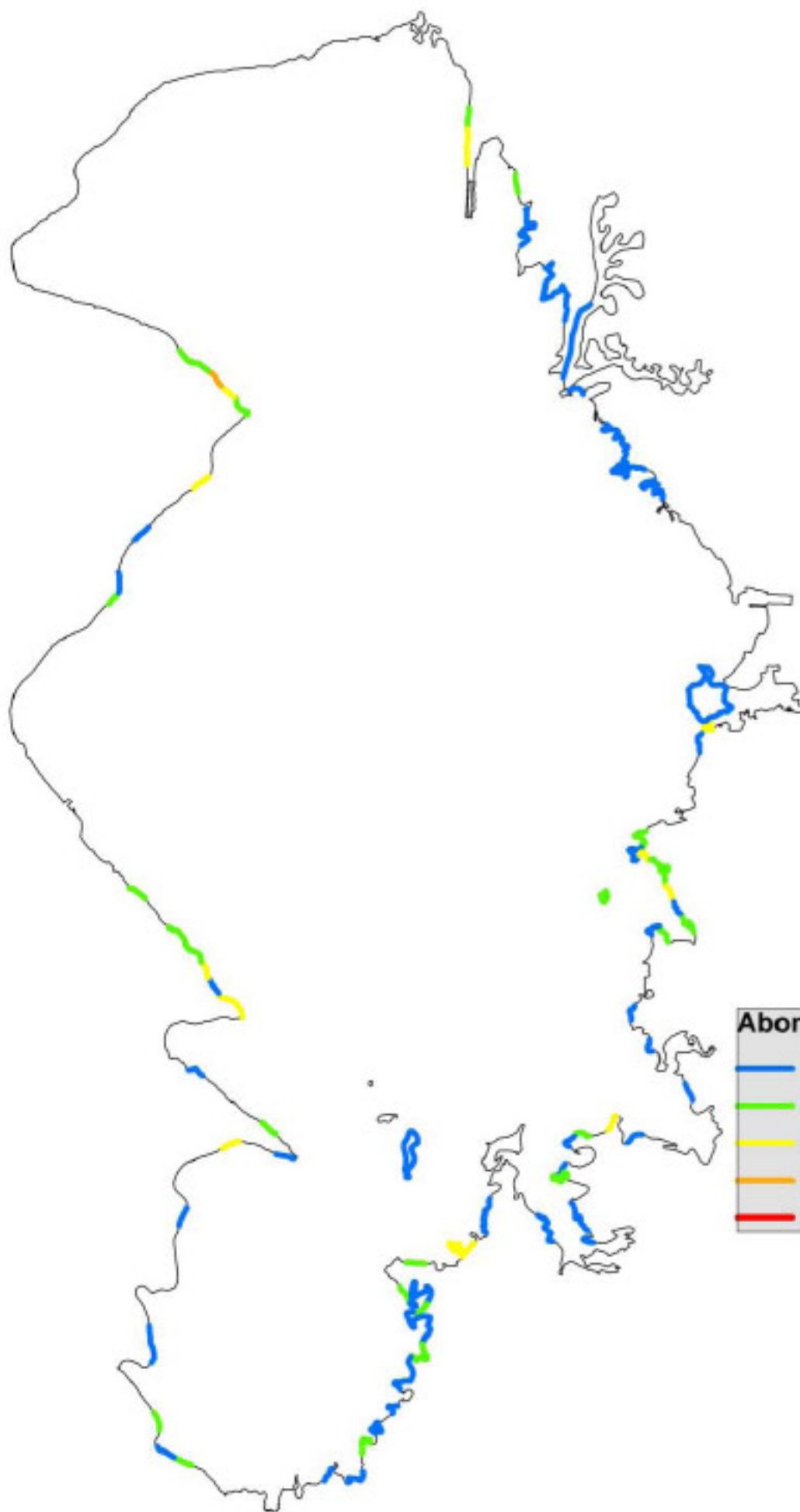
0 250 500 1000 1500 Mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011





# Répartition de *Lobelia dortmanna*



## Abondance

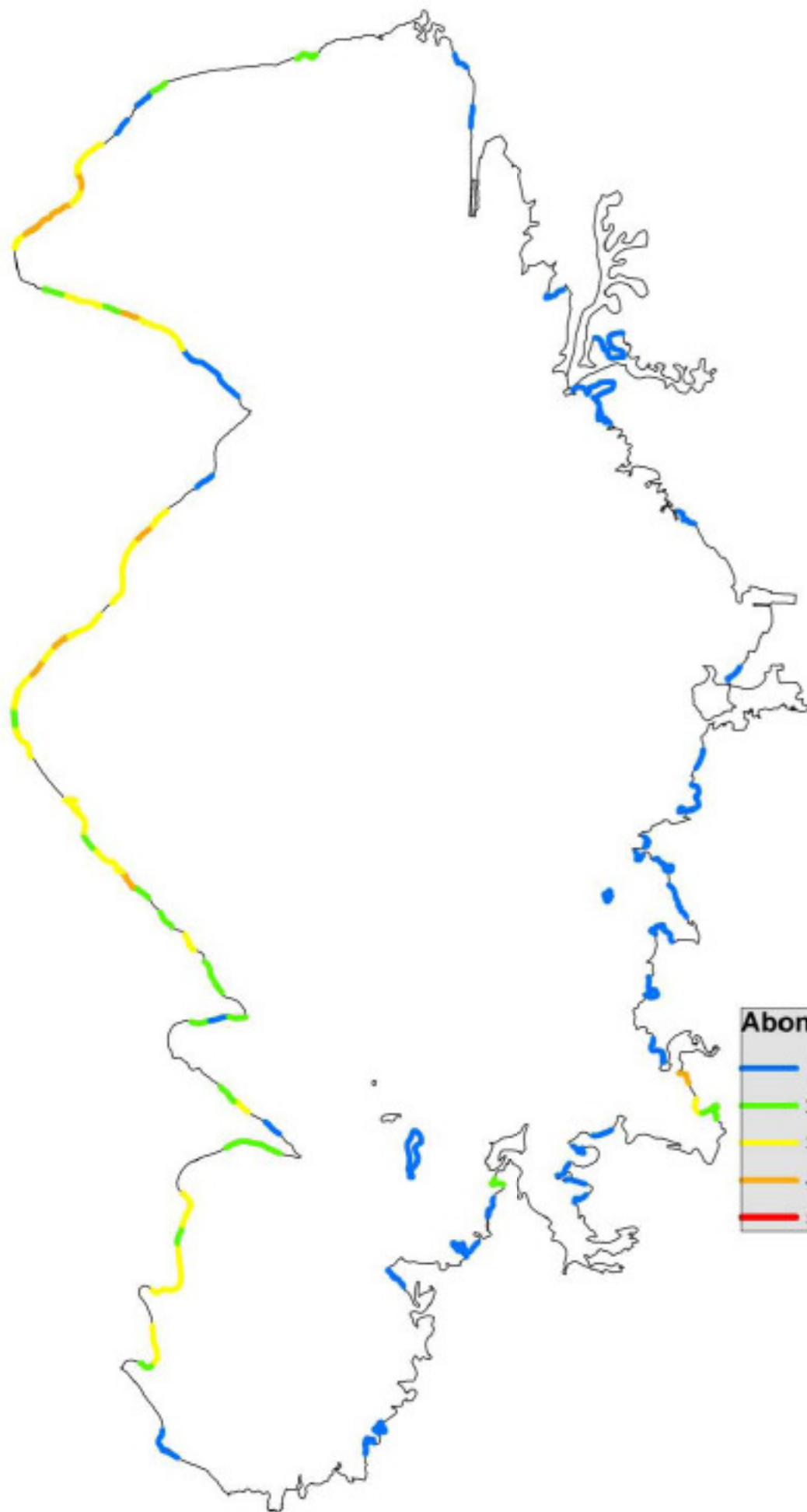
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1000 1500 Mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Myriophyllum alterniflorum*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1000 1500 Mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Nitella confervacea*



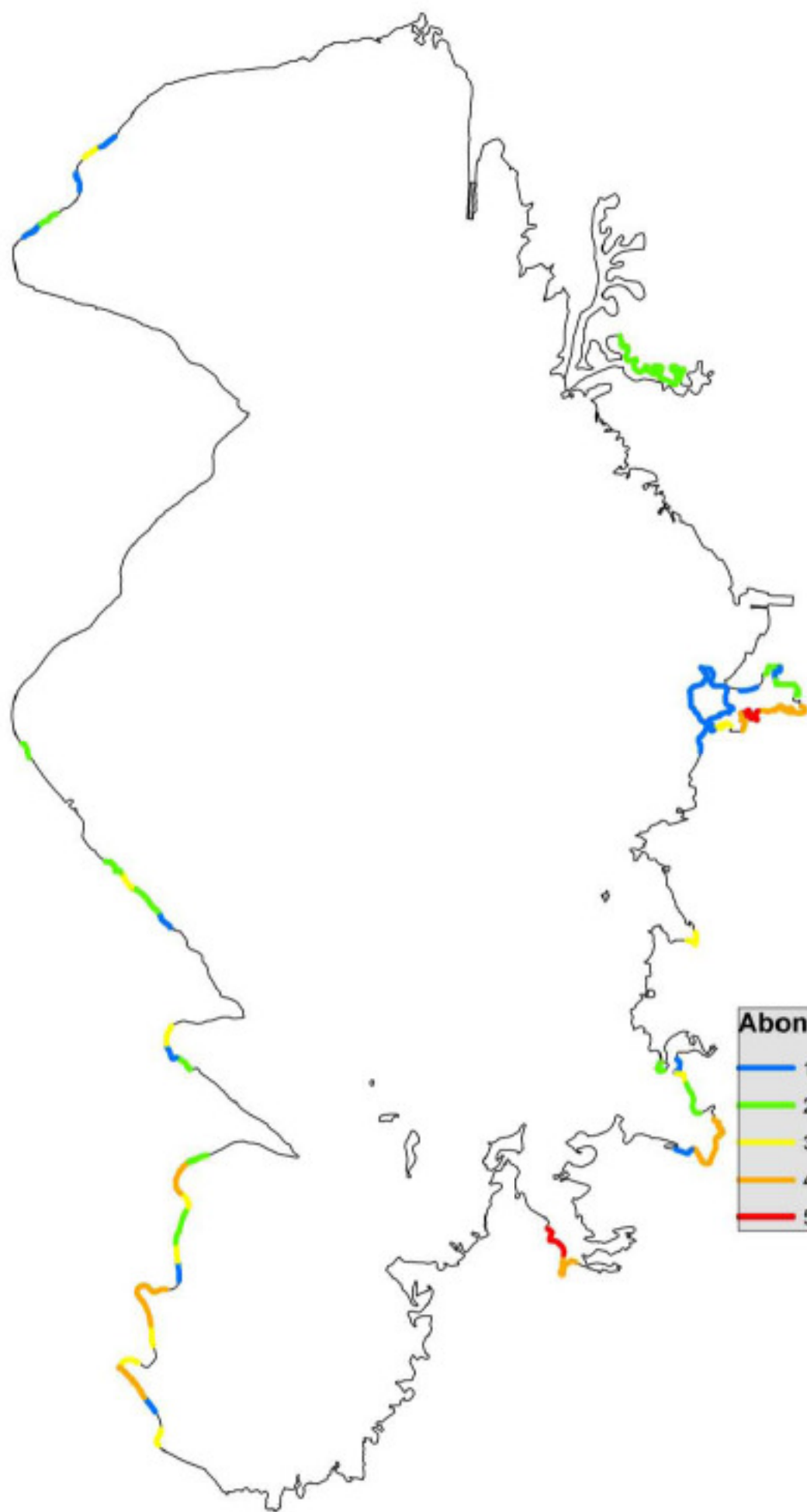
## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1 000 1 500 mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011

# Répartition de *Nuphar lutea*



## Abondance

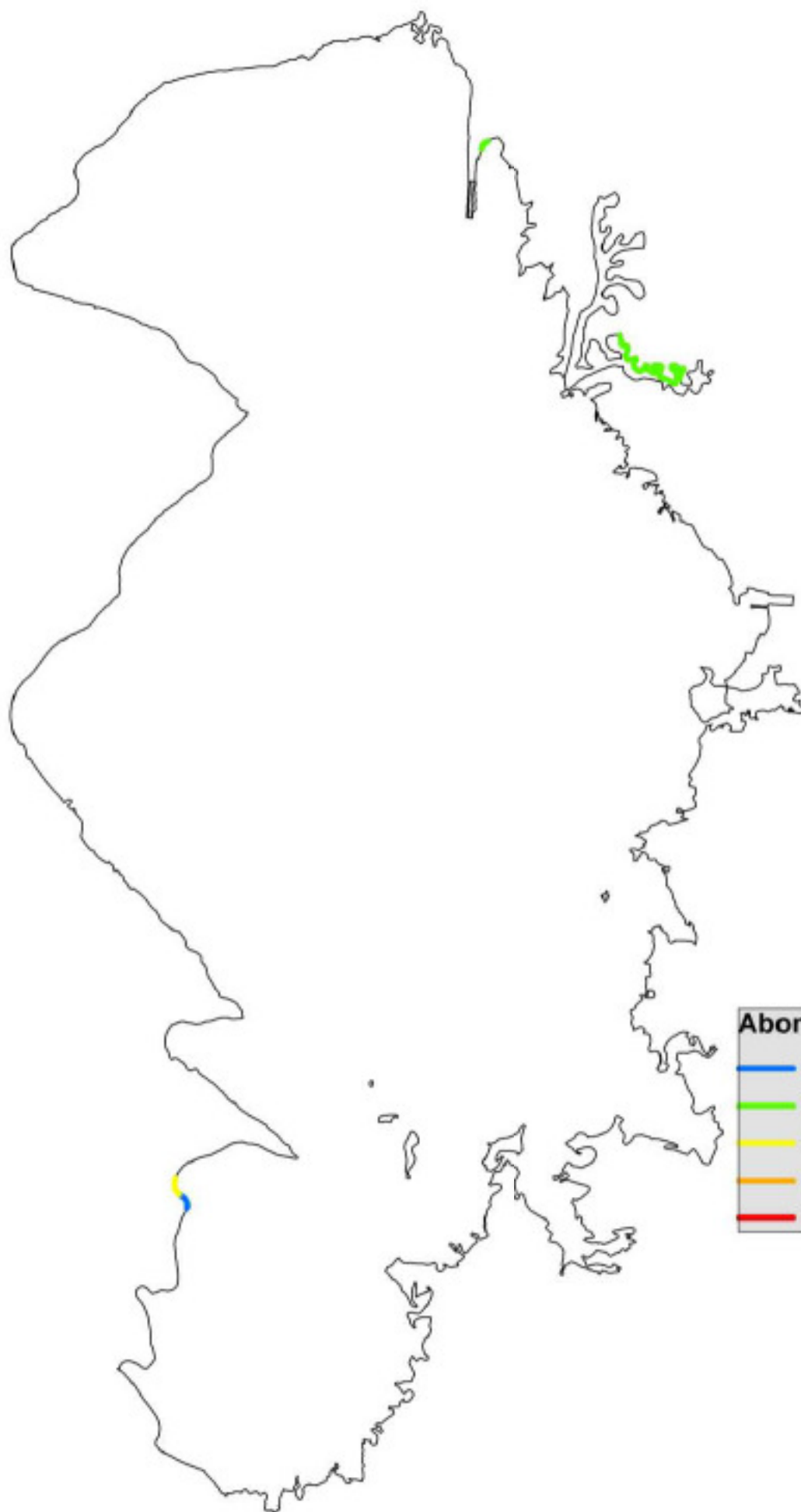
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1 000 1 500 mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Nymphaea alba*



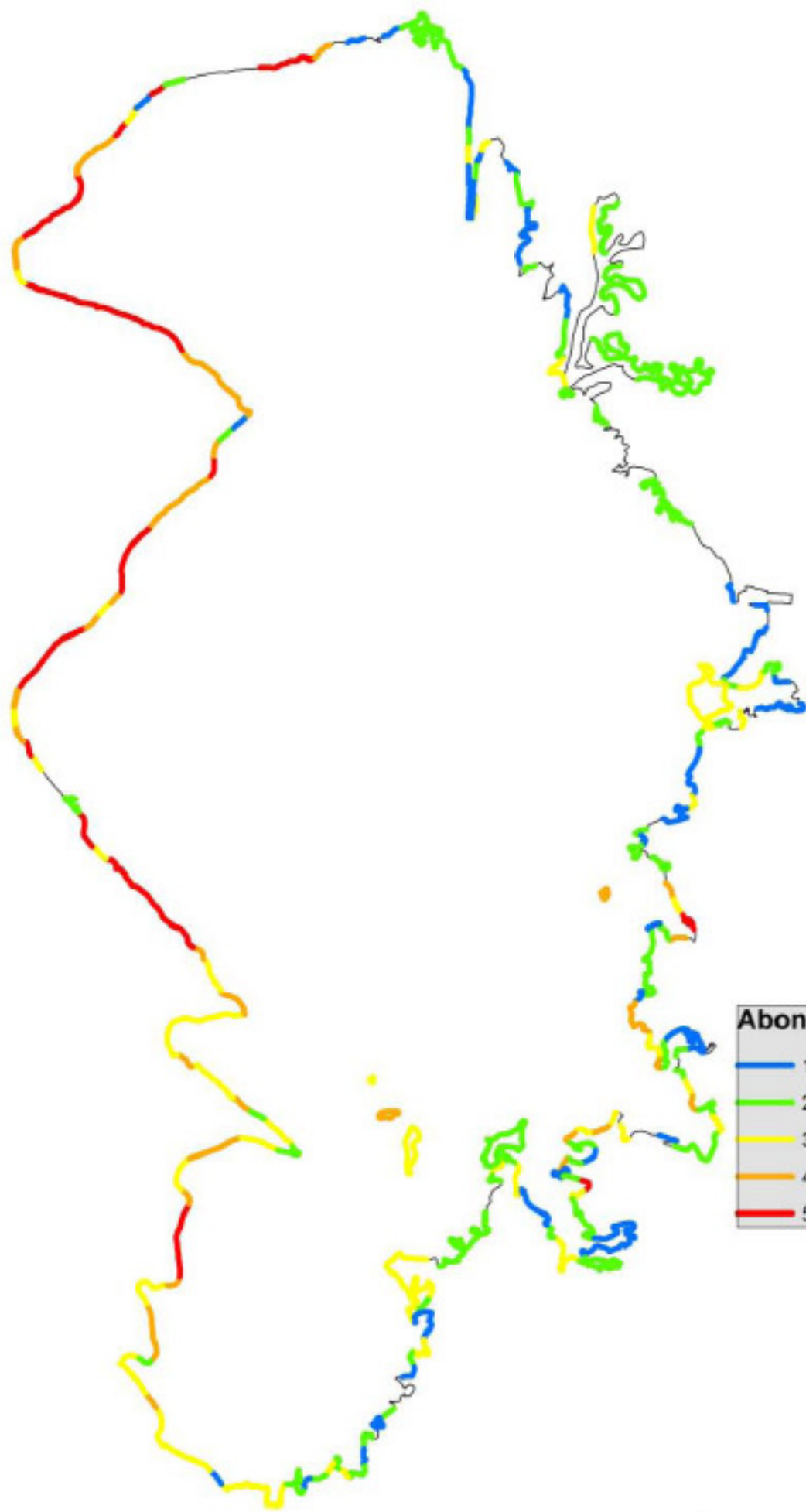
## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1 000 1 500 mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011

# Répartition de *Phragmites australis*



## Abondance

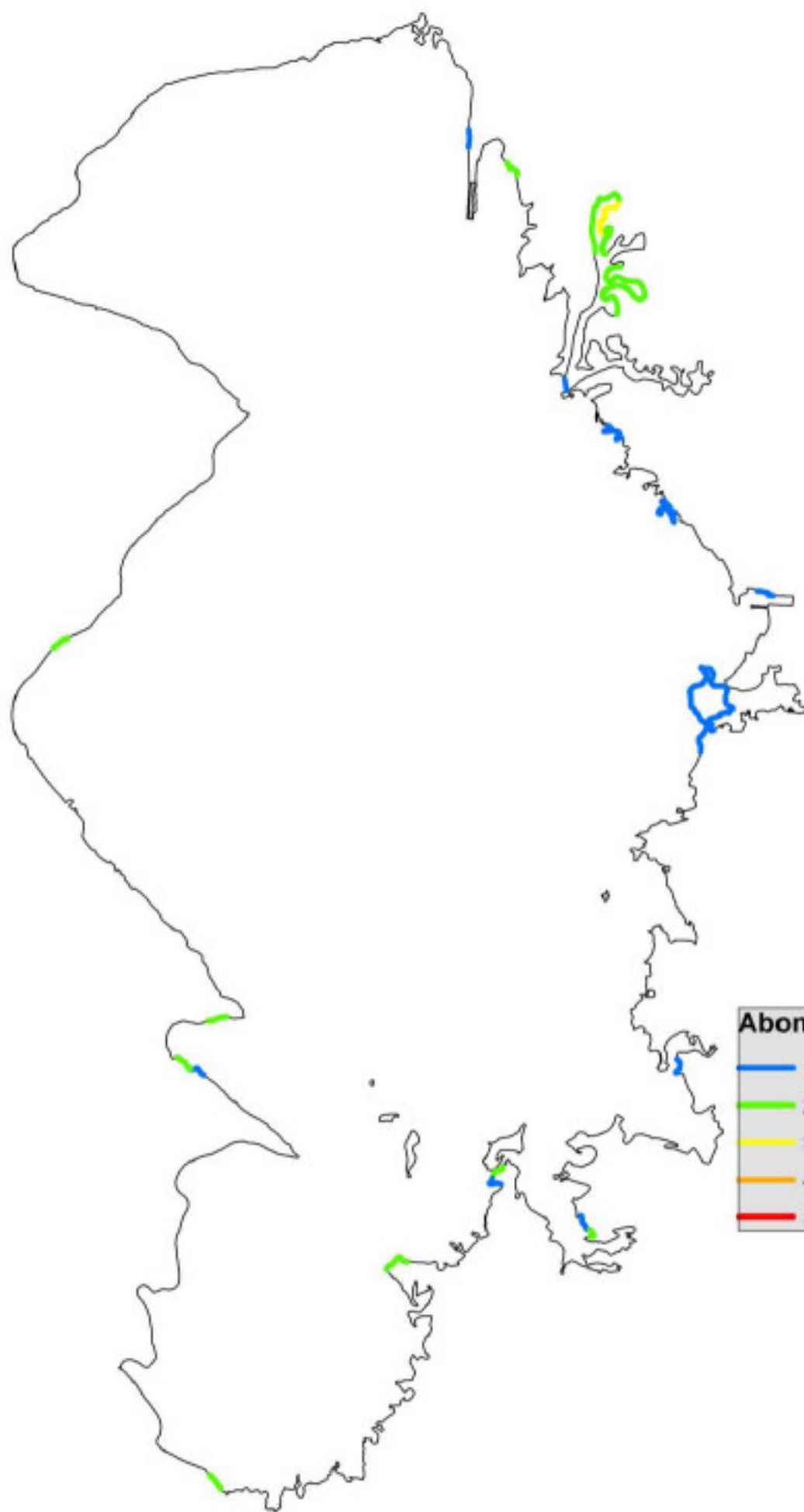
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1000 1500 Mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



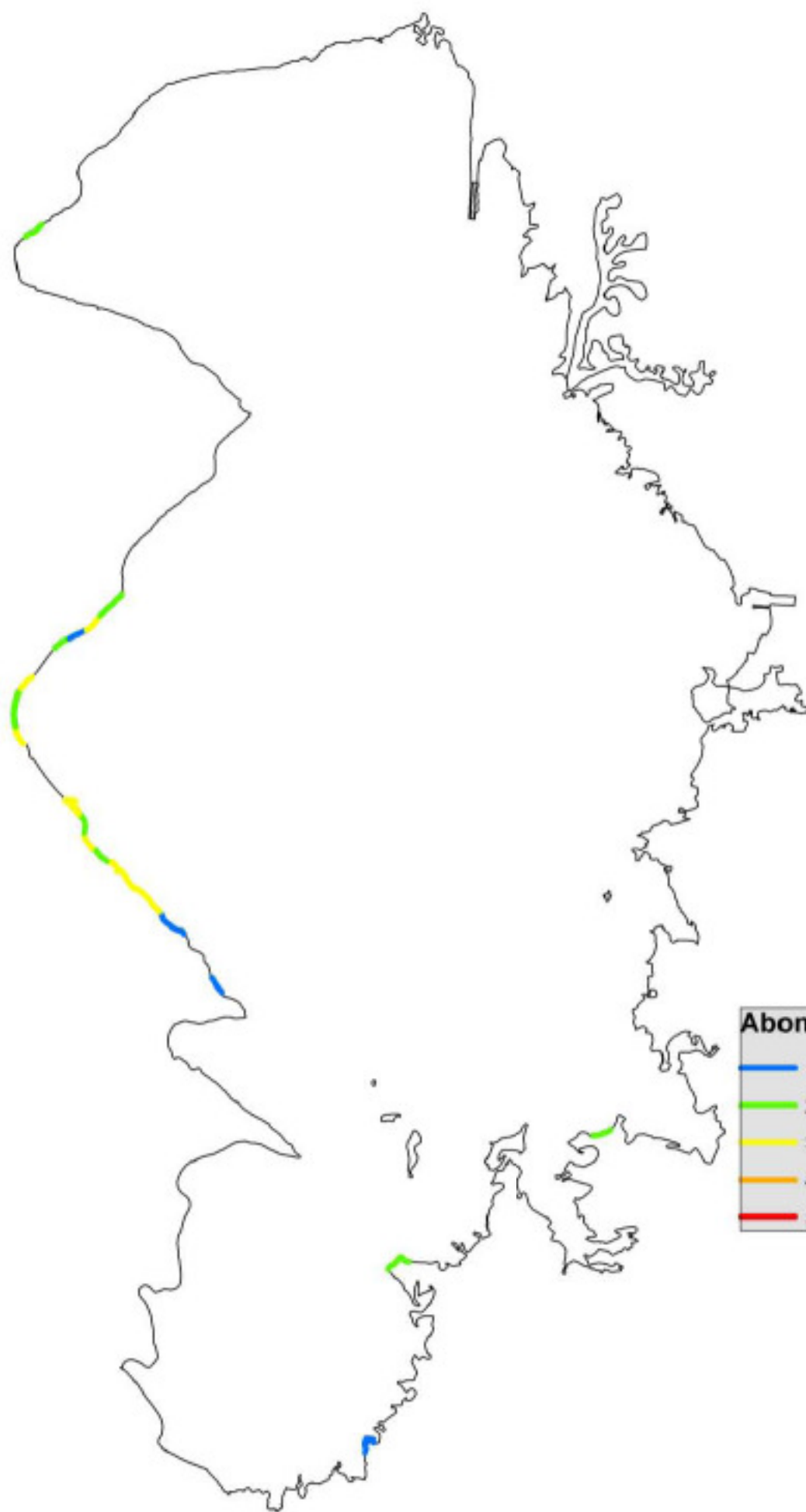
# Répartition de *Potamogeton natans*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

# Répartition de *Potamogeton perfoliatus*

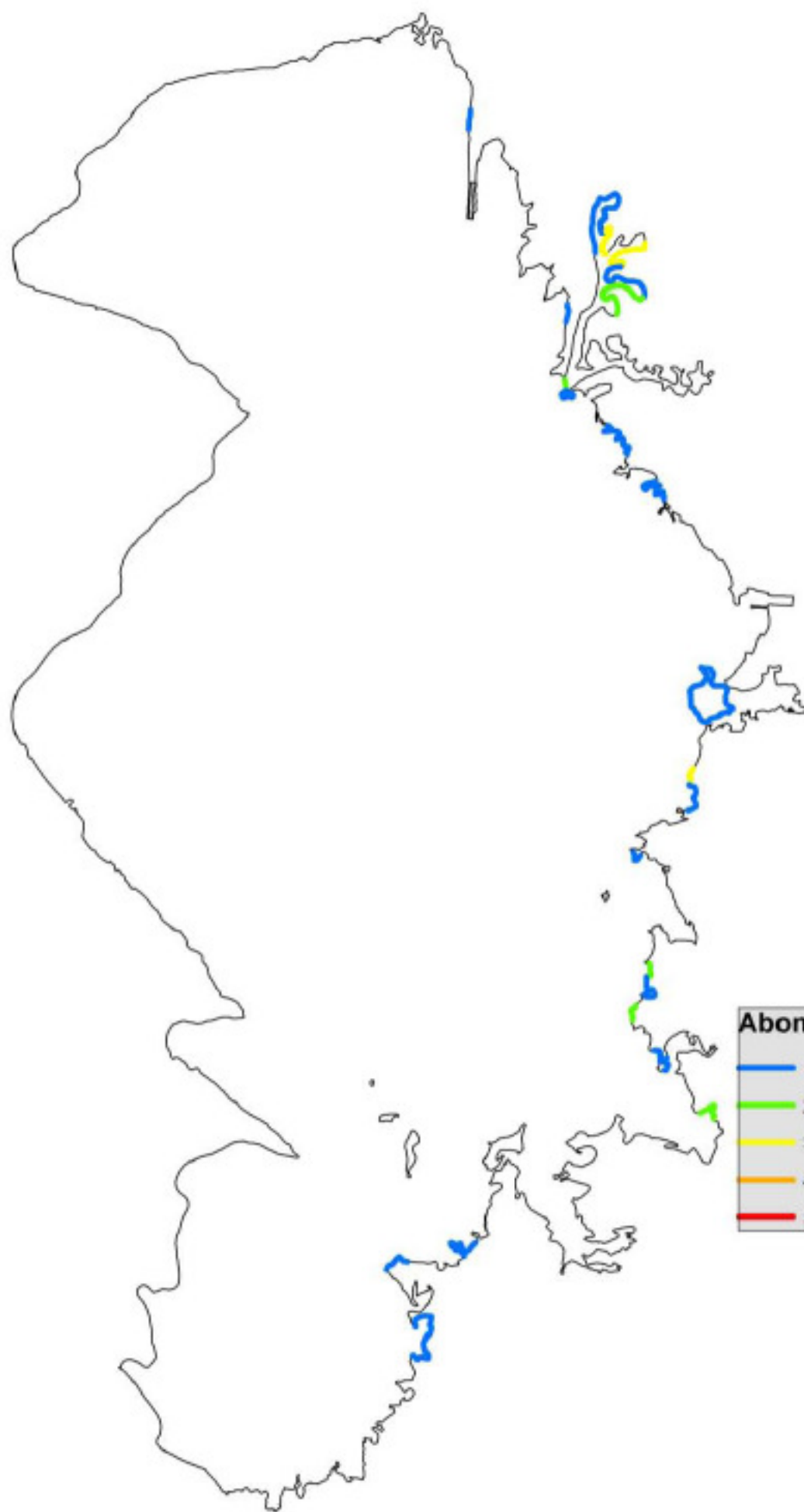


## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)



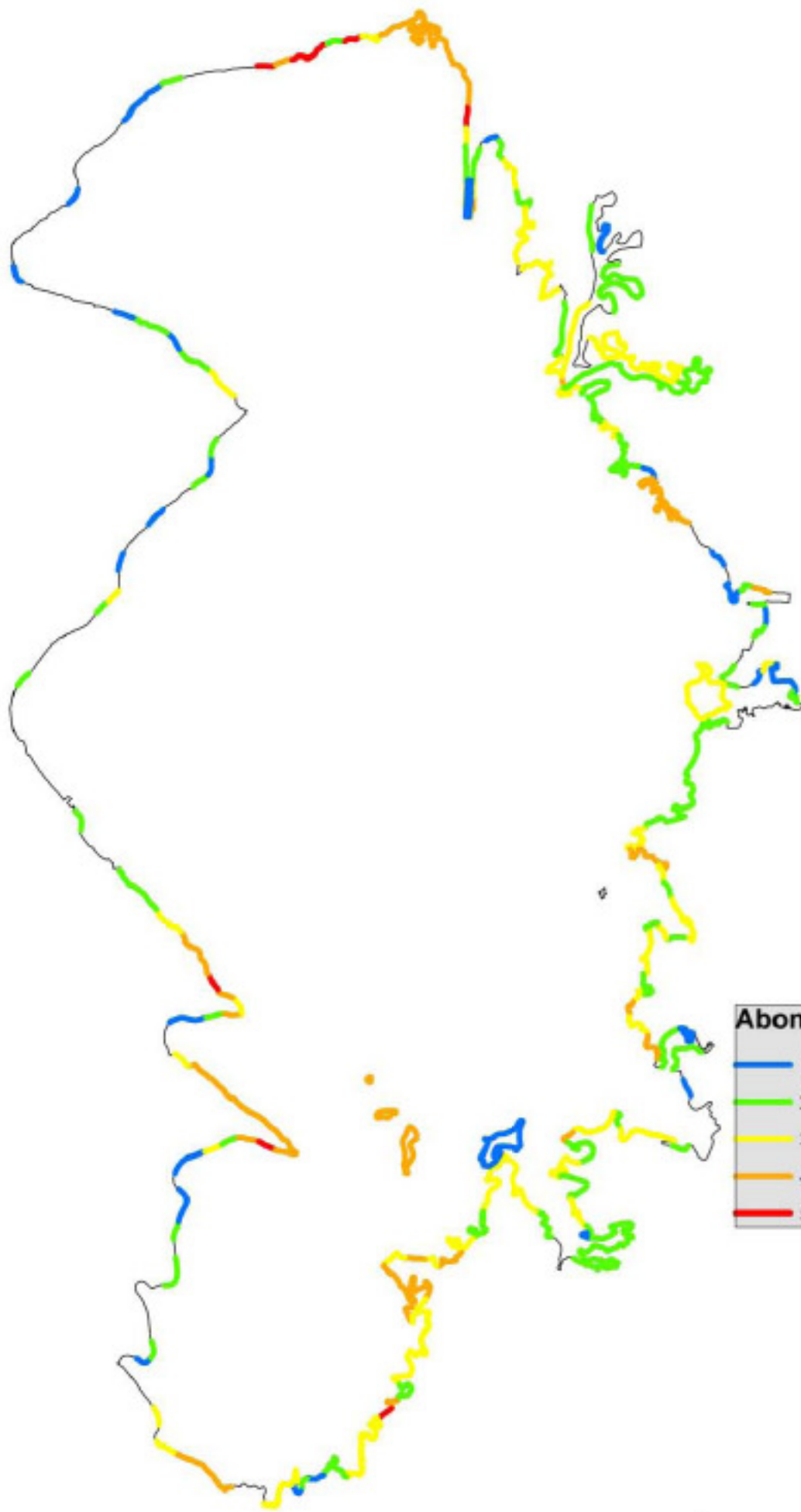
# Répartition de *Potamogeton polygonifolius*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

# Répartition de *Schoenoplectus pungens*



## Abondance

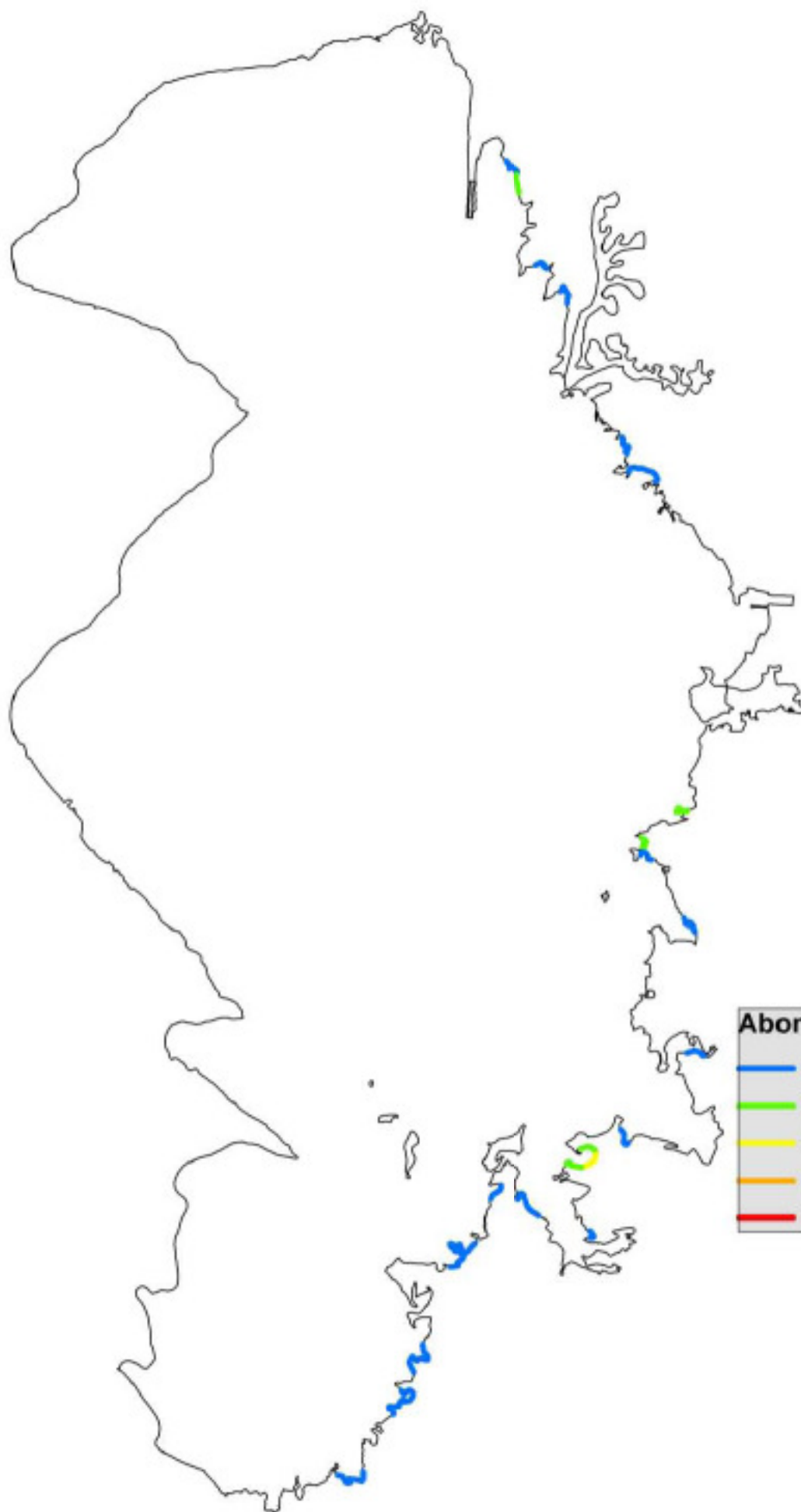
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1000 1500 Mètres

Source : RT Camargref  
Réalisation : BE ONF & Camargref Octobre 2011

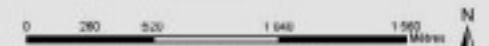


# Répartition de *Schoenus nigricans*



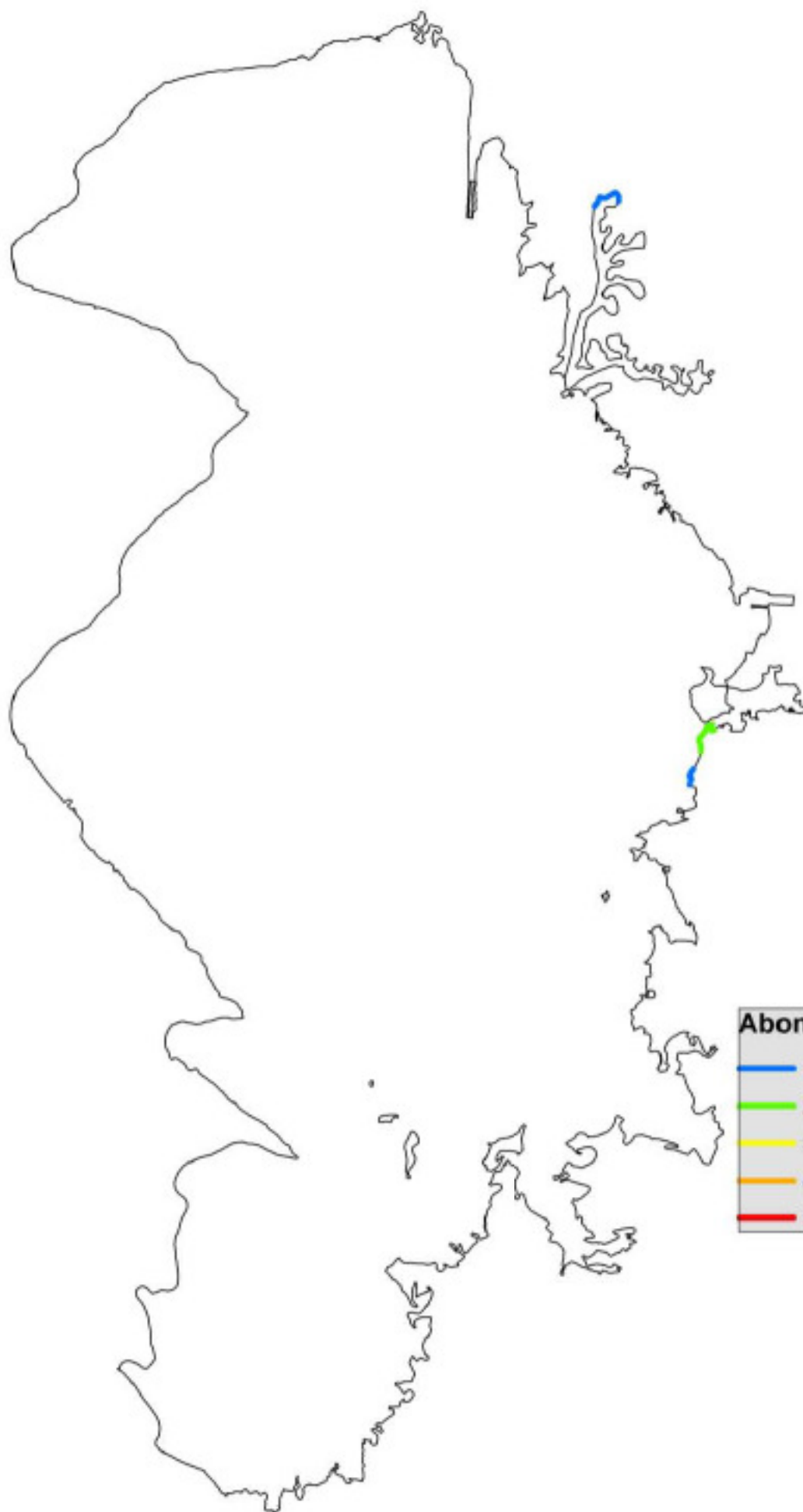
## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)



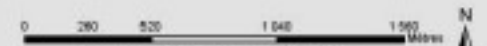
Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011

# Répartition de *Scirpus fluitans*



## Abondance

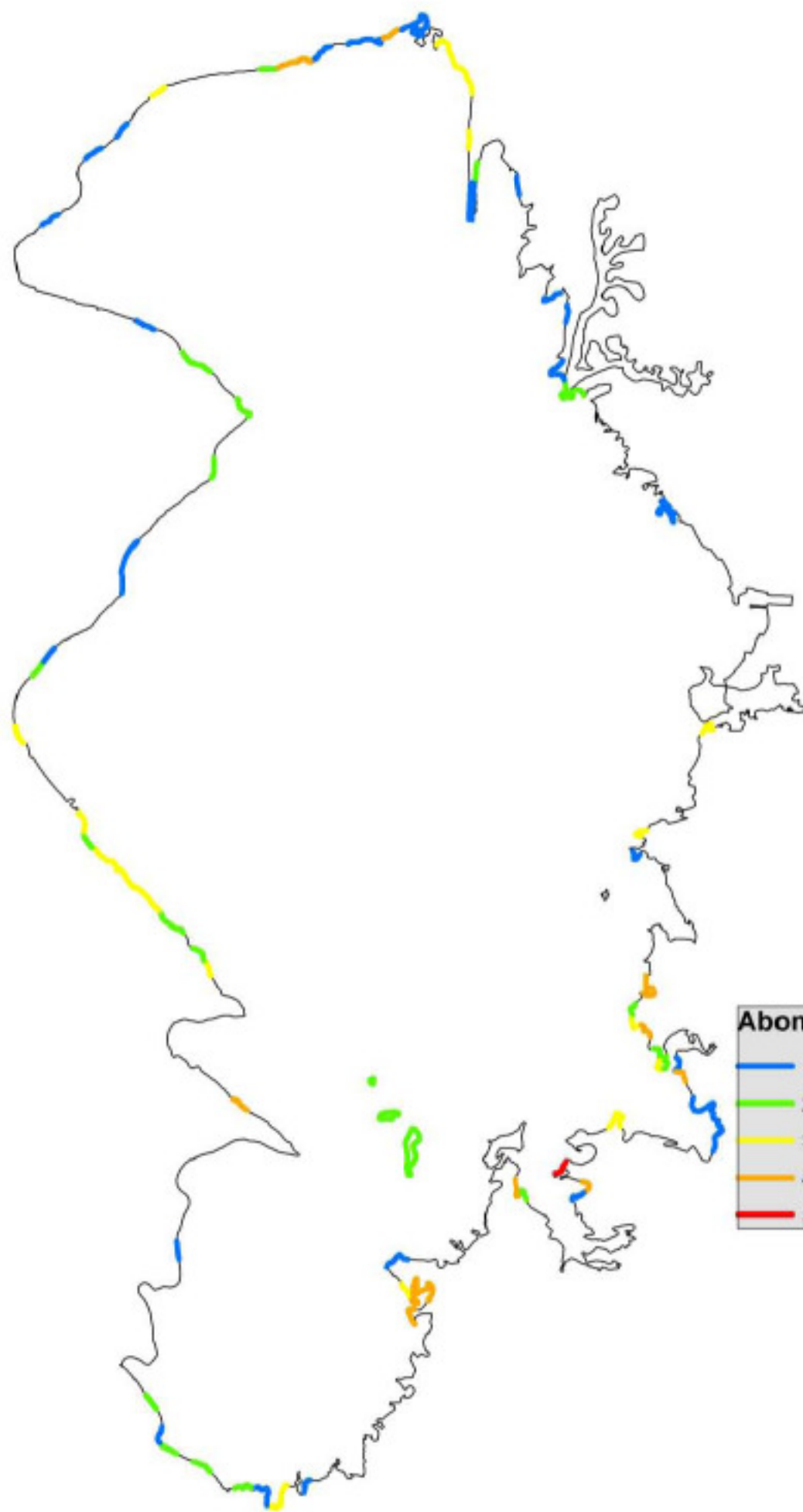
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)



Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



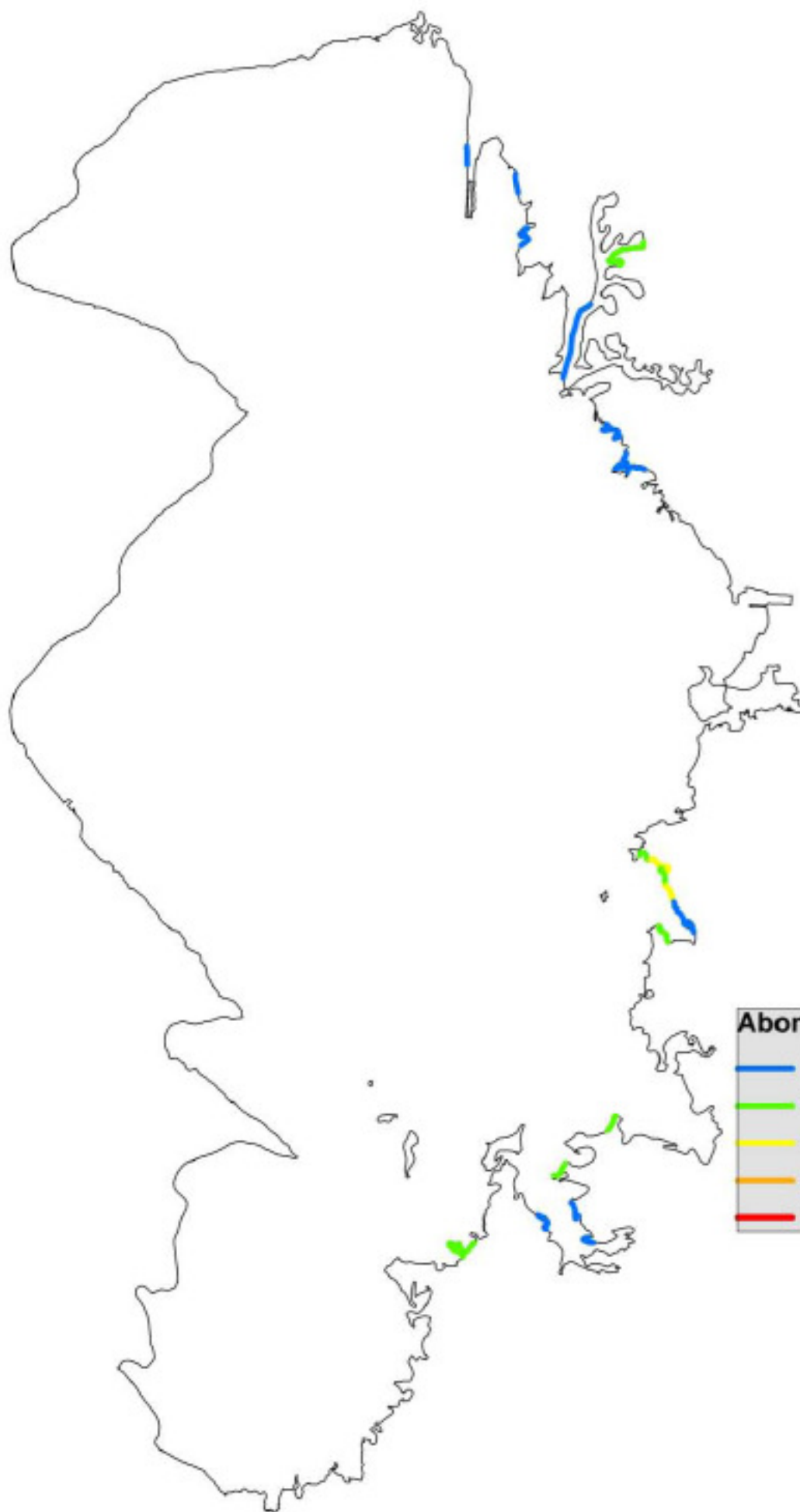
# Répartition de *Scirpus lacustris*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

# Répartition de *Thorella verticillatinundata*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 250 500 1 000 1 500 Mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Typha latifolia*



**Abondance**

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

**Annexe 11 : Cartes de répartition des espèces végétales aquatiques sur le lac  
de Carcans-Hourtin, juillet 2011**



# Répartition de *Chara fragifera*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 100m

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Chara globularis*



## Abondance

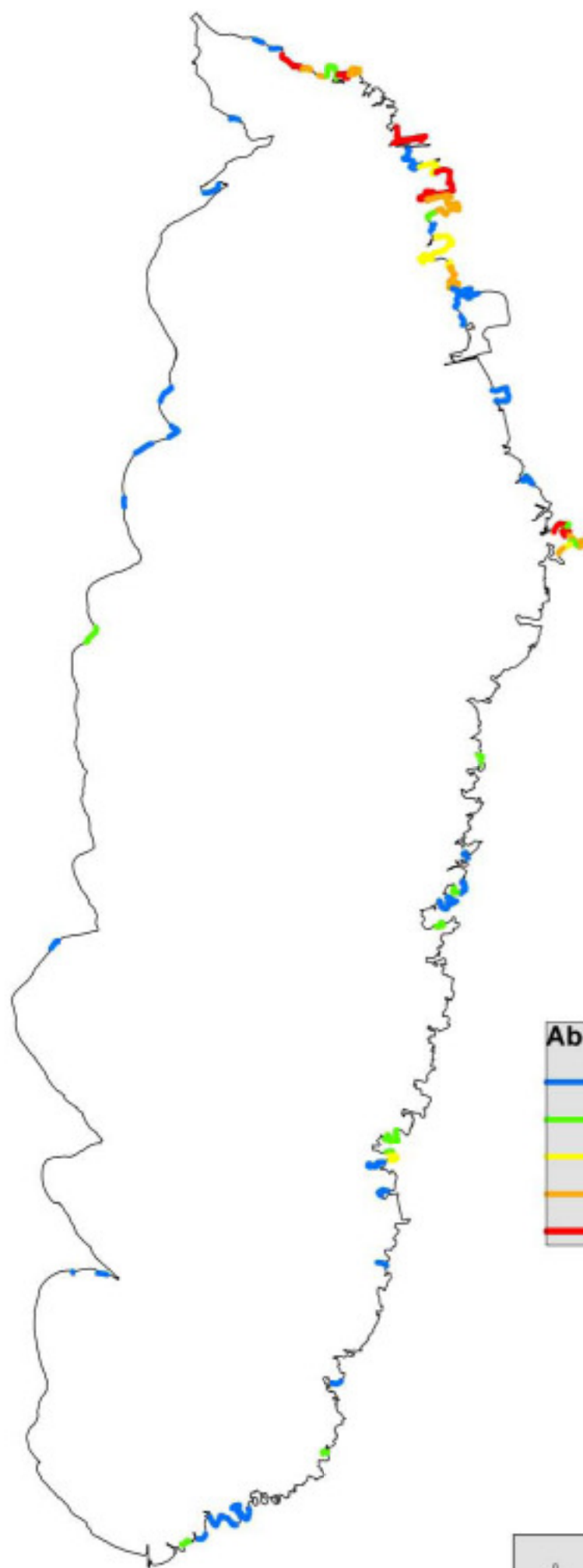
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres



Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011

Répartition de *Cladium mariscus*



**Abondance**

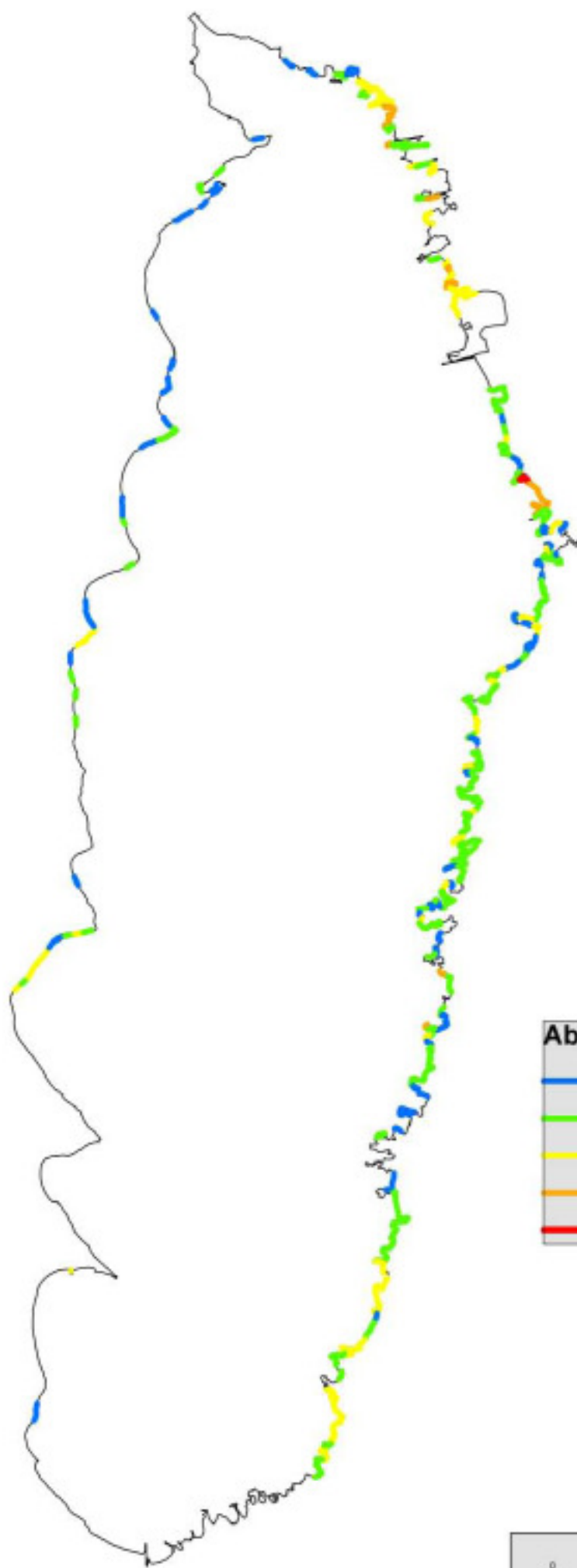
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000  
1000m

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Eleocharis multicaulis*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

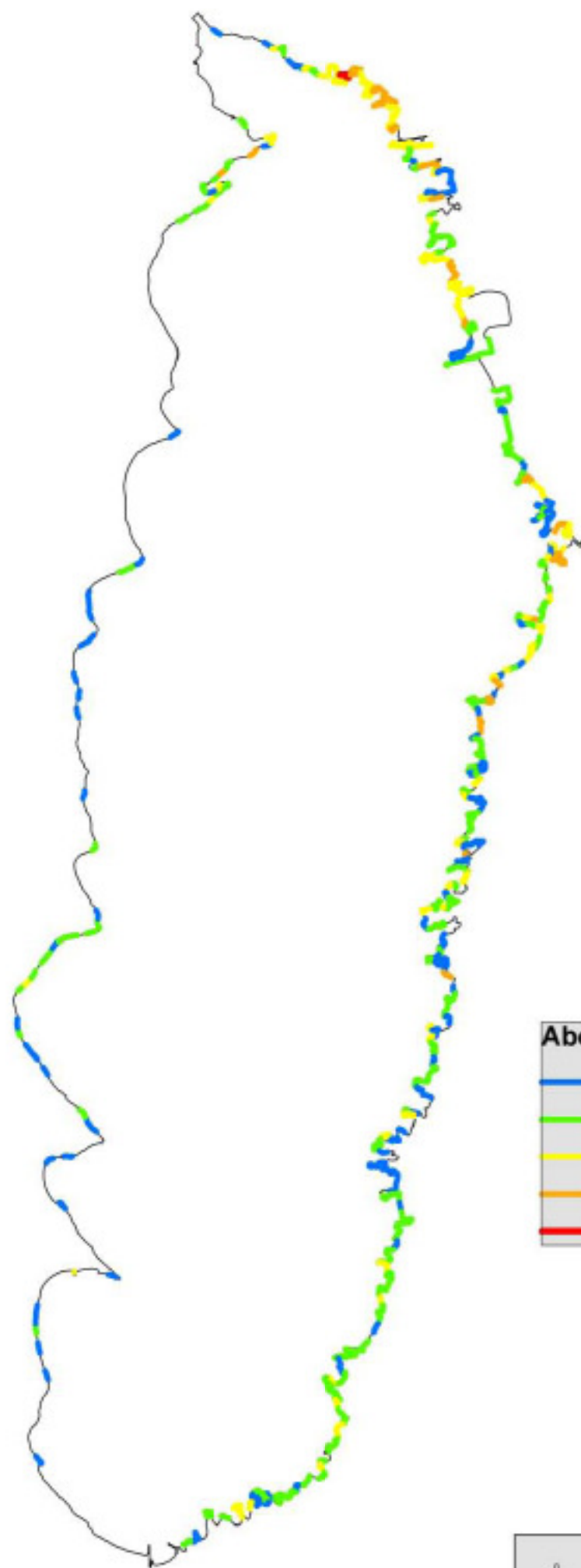
0 500 1000 2000 3000  
mètres

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011





# Répartition de *Juncus bulbosus*



## Abondance

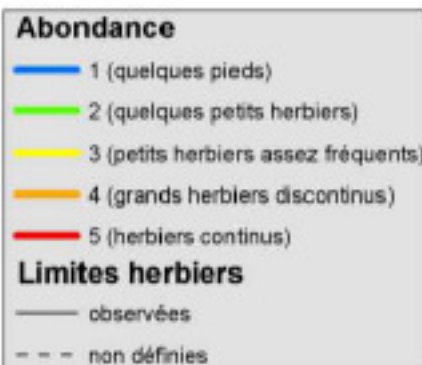
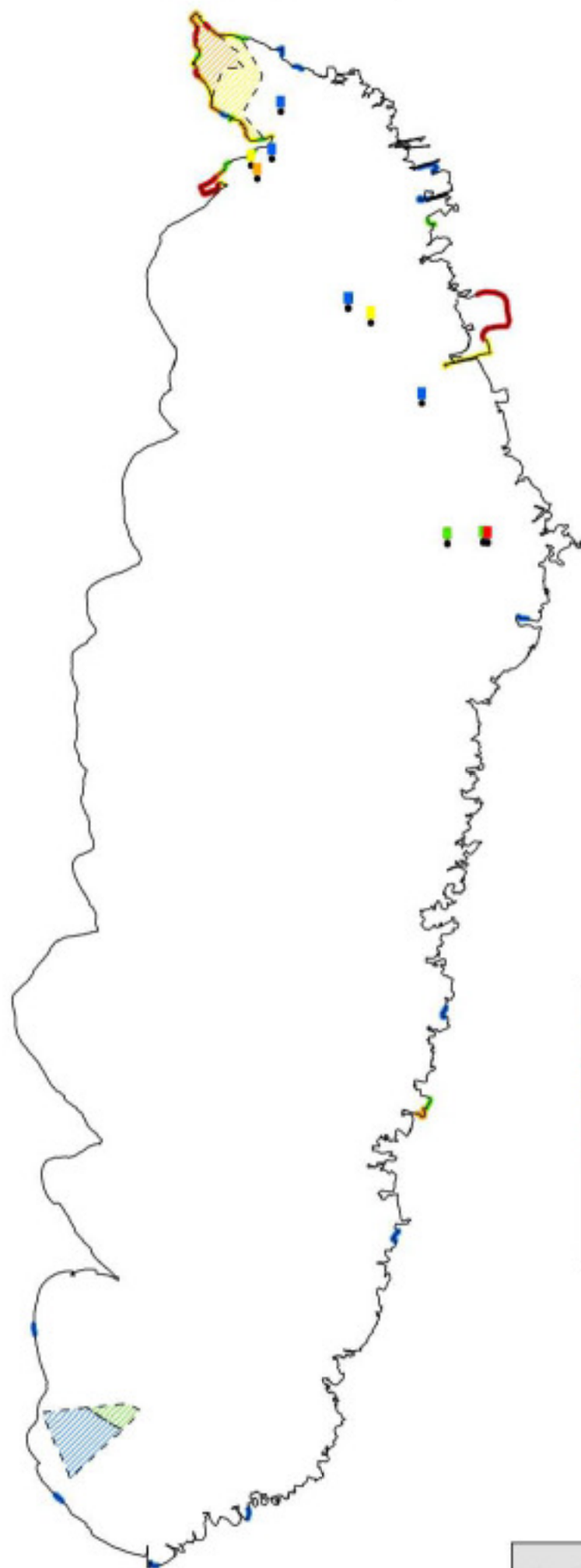
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000

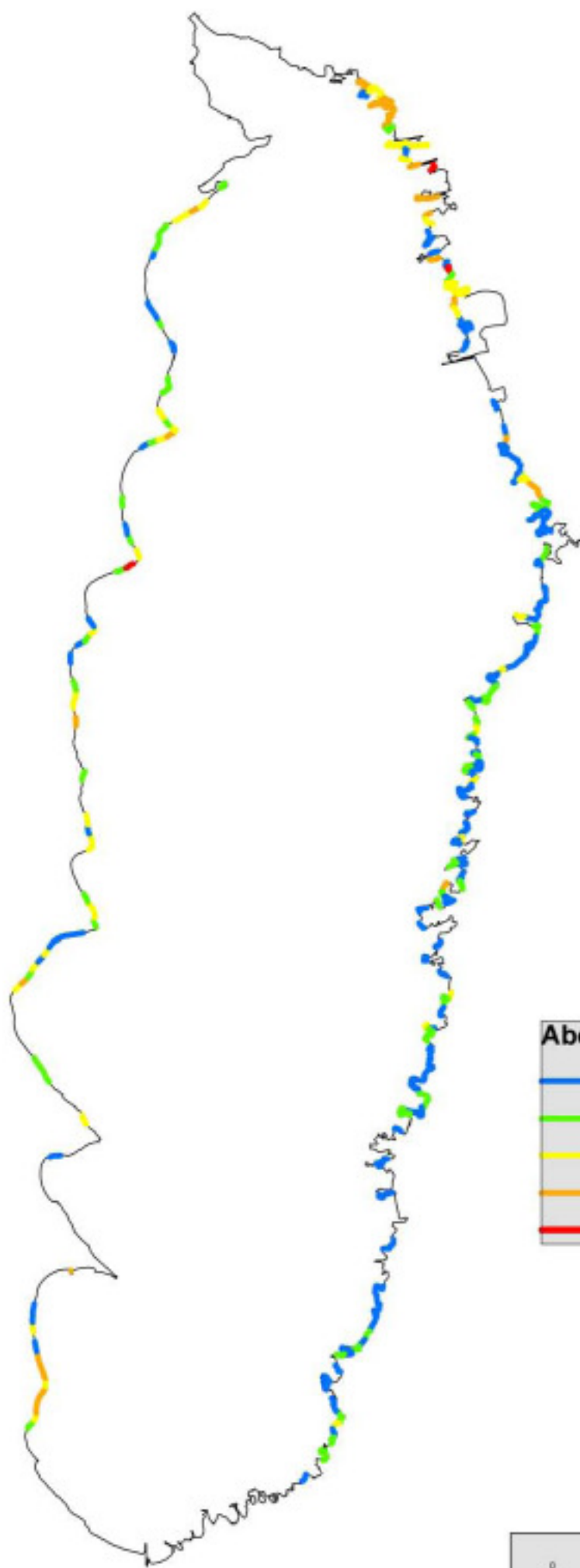


Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011

Répartition de *Lagarosiphon major*  
Lac de Carcans - Hourtin



# Répartition de *Littorella uniflora*



## Abondance

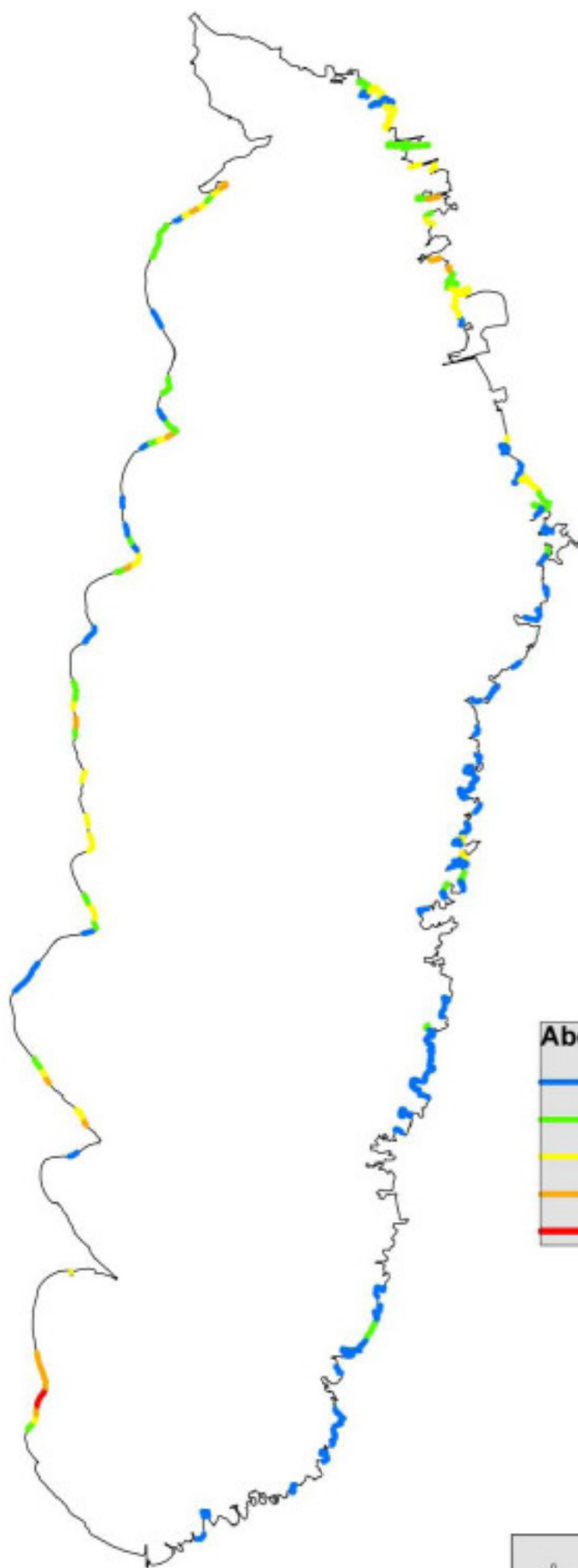
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000



Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011

# Répartition de *Lobelia dortmanna*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 1000m

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011





# Répartition de *Myriophyllum alterniflorum*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000



Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011

# Répartition de *Nitella confervacea*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Nuphar lutea*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Nymphaea alba*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

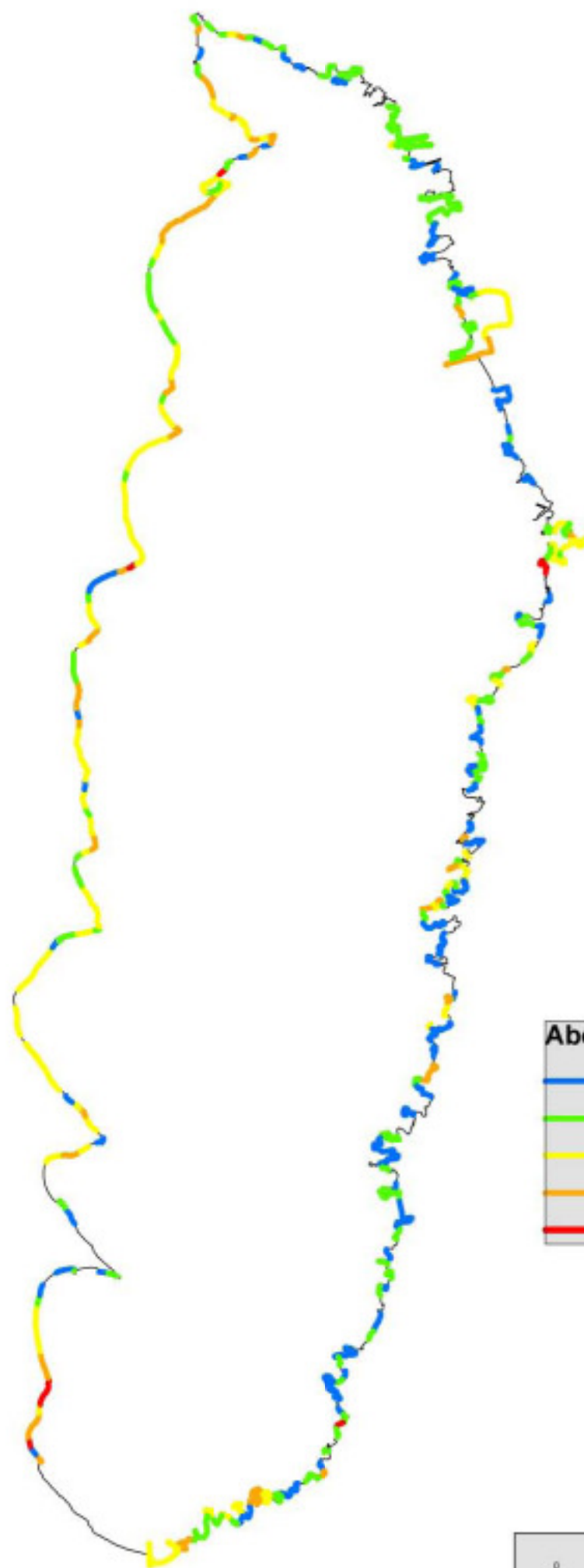
0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



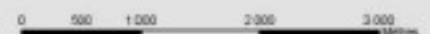


# Répartition de *Phragmites australis*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)



Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011

# Répartition de *Potamogeton perfoliatus*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Potamogeton polygonifolius*



## Abondance

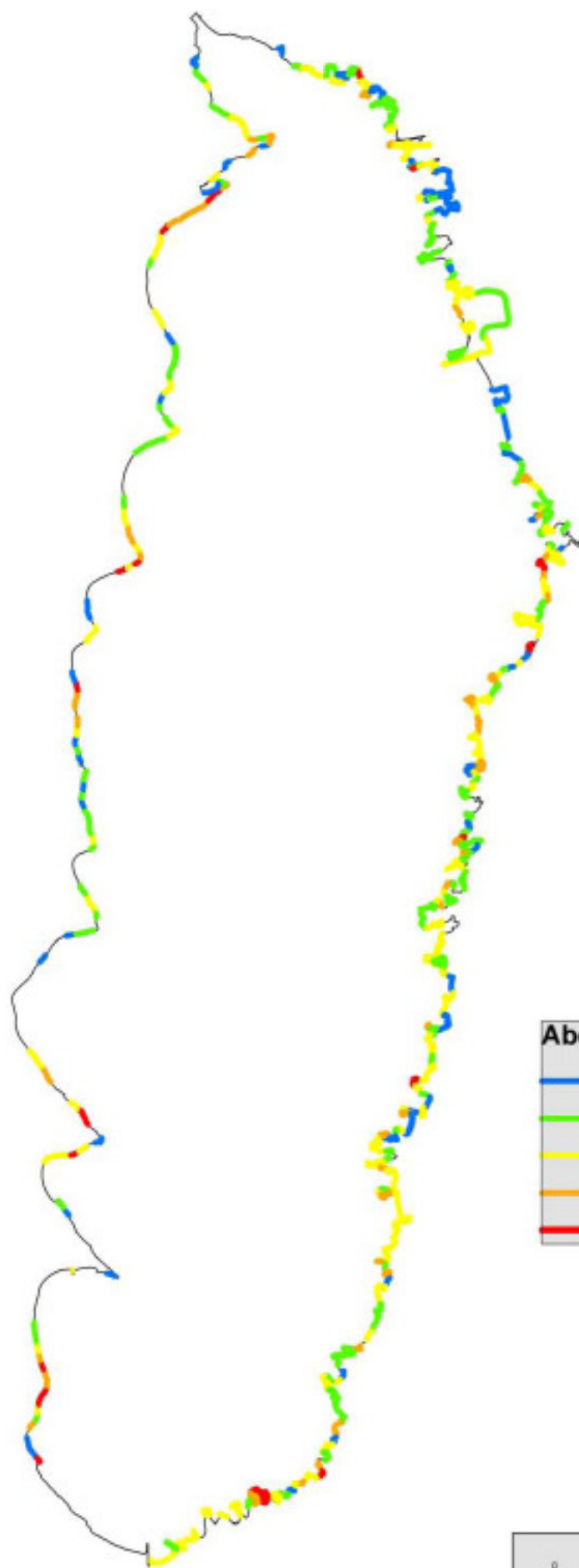
- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Schoenoplectus pungens*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

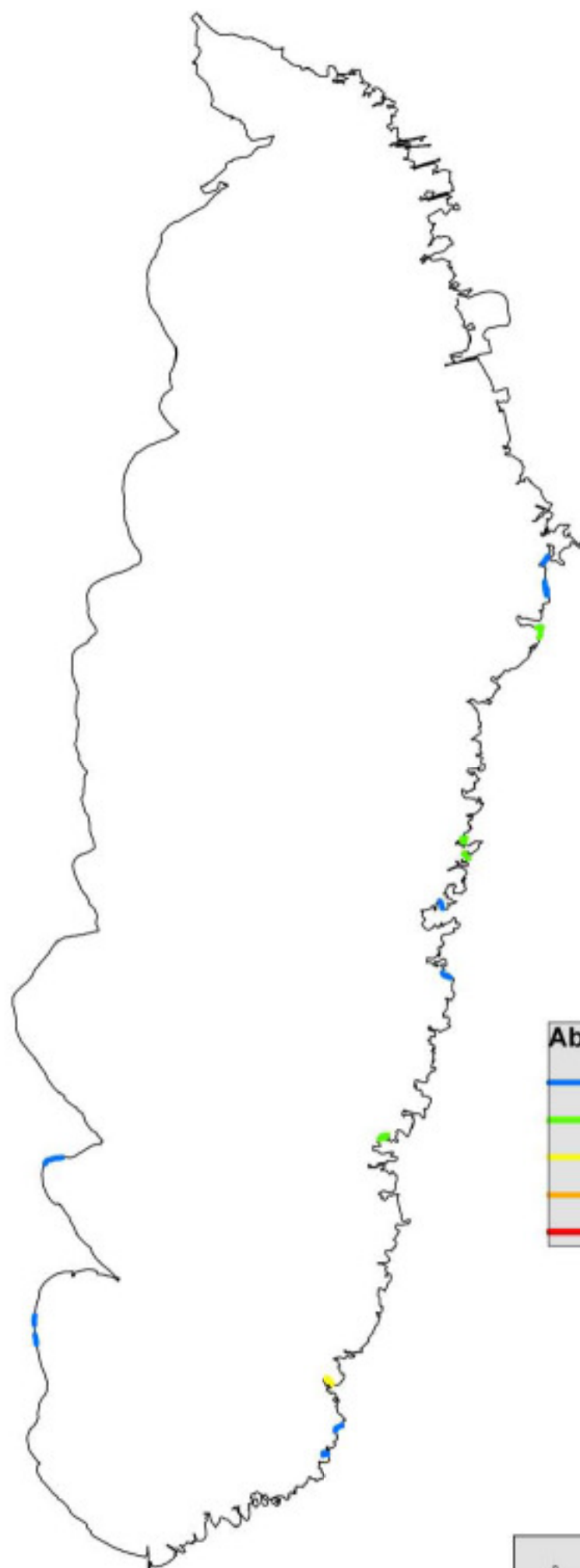
0 500 1000 2000 3000 1000m

Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011





# Répartition de *Schoenus nigricans*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Scirpus fluitans*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Scirpus lacustris*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres



Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011

Répartition de *Thorella verticillatunundata*



**Abondance**

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000



Source : RT Cemagref  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Octobre 2011



# Répartition de *Typha angustifolia*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



# Répartition de *Typha latifolia*



## Abondance

- 1 (quelques pieds)
- 2 (quelques petits herbiers)
- 3 (petits herbiers assez fréquents)
- 4 (grands herbiers discontinus)
- 5 (herbiers continus)

0 500 1000 2000 3000 Mètres

Source : RT Cemagref Eté 2011  
Réalisation : BE ONF & Cemagref Novembre 2011



## Résumé

Les communautés de plantes aquatiques des lacs médocains, Lacanau et Carcans-Hourtin, ont fait l'objet d'investigations destinées à préciser la répartition des espèces rencontrées et à en évaluer l'abondance.

Parmi ces espèces figurent des espèces patrimoniales telles que la littorelle (*Littorella uniflora*) ou la lobélie de Dortmann (*Lobelia dortmanna*), constituant des pelouses rases amphibies, ou le faux cresson de Thore (*Thorella verticillatundata*), des espèces hydrophytes ou héliophytes communes comme le roseau (*Phragmites australis*) ou le scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens*) et des espèces exotiques envahissantes, amphibies comme la jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*), ou immergées comme le lagarosiphon (*Lagarosiphon major*) ou égéria (*Egeria densa*).

Les investigations ont comporté des relevés de rives sur l'ensemble du périmètre des deux plans d'eau et des relevés régulièrement répartis sur des profils perpendiculaires aux rives recourant à des observations à l'échosondeur et à des prélèvements ponctuels. Les espèces patrimoniales sont relativement fréquentes sur les deux lacs ainsi que diverses espèces de characées, indices d'une qualité écologique satisfaisante des communautés de macrophytes, bien que les hydrophytes soient peu diversifiés et peu abondants. Les roselières sont bien représentées et abritent littorelle et lobélie dans de nombreux biotopes, jouant un rôle protecteur important vis-à-vis de ces espèces.

Les deux hydrophytes exotiques présentent de fortes dynamiques de colonisation, dans les deux lacs pour lagarosiphon, dans le lac de Lacanau seulement, à l'heure actuelle, pour égéria.

En complément de ce bilan, le rapport présente des remarques sur les communautés et les usages des plans d'eau ayant des impacts sur ces communautés.

**Mots clés : Aquitaine, Médoc, Lac, Macrophyte, Plan d'eau, Espèce patrimoniale, Espèce commune, Espèce exotique envahissante, Gestion**

Irstea – groupement de Bordeaux  
Unité de Recherche REBX  
Réseaux, Epuración et Qualité des Eaux  
50 avenue de Verdun  
33610 CESTAS CEDEX  
tél. +33 (0)557890800  
fax +33 (0)557890801

[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

