

 SILA l'oxygène à la source	Syndicat Mixte du Lac d'Annecy (74)
--	---

**SUIVI SCIENTIFIQUE 2013 DES ROSELIÈRES
AQUATIQUES DU LAC D'ANNECY**

**PREMIÈRE ÉVALUATION DES ACTIONS DE
RESTAURATION**



Étude réalisée sous la coordination des services techniques du SILA et de la validation scientifique du professeur Gérard BLAKE, avec le soutien financier de :



 S.T.E. Sciences et Techniques de l'Environnement	Rapport n°13-488 - février 2014 Sciences et Techniques de l'Environnement – B.P. 374 17, Allée du Lac d'Aiguebelette - Savoie Technolac 73372 Le Bourget du Lac cedex tél. : 04 79 25 08 06; tcp : 04 79 62 13 22
--	--

FICHE QUALITÉ DU DOCUMENT

Maître d'ouvrage	Syndicat mixte du lac d'Annecy (S.I.L.A.)
	Interlocuteur : Mr Zanella Damien
	Coordonnées : 7, rue des terrasses - B.P. 39 - 74962 CRAN-GEVRIER cedex
Titre du projet	<i>Suivi scientifique 2013 des roselières du lac d'Annecy – Première évaluation des actions de restauration.</i>
Référence du document	Rapport n° 13-488
Date	10/02/14
Auteur(s)	Sylvain Meistermann

Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par	Date
V0	Sylvain Meistermann	22/11/13	Eric Bertrand	25/11/13
V1	Sylvain Meistermann	08/01/14	Eric Bertrand	09/01/14
V2	Sylvain Meistermann	10/02/14		
V3	Sylvain Meistermann	28/02/14		

Thématique

Mots-clés	Géographiques : Lac d'Annecy
	Thématiques : roselières, traitements et analyses des données acquises, rendus cartographiques, bilan.
Résumé	Ce rapport présente un compte rendu de l'état de santé des roselières du lac d'Annecy et une évaluation de l'efficacité des actions de restauration mises en place sur la période 2011/2012. Il s'inscrit dans le cadre de la réalisation du module 2 de l'étude « Suivi scientifique 2013 des roselières aquatiques du lac d'Annecy – première évaluation des actions de restauration ».

Diffusion

Envoyé à :				
Nom	Organisme	Date	Format(s)	Nombre d'exemplaire(s)
Damien Zanella	S.I.L.A.	10/02/14	Informatique	1
Copie à :				
Eric Bertrand	Sciences et Techniques de l'Environnement	10/02/14	Informatique	1

SOMMAIRE

1	<u>LIMINAIRE</u>	<u>2</u>
1.1	CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET ÉCOLOGIQUE	2
1.2	OBJECTIFS DE LA MISSION	4
2	<u>MÉTHODOLOGIE</u>	<u>4</u>
2.1	CARTOGRAPHIE PRÉCISE DES ROSELIÈRES AQUATIQUES	4
2.2	RÉALISATION DES RELEVÉS DE TRANSECTS ET DE QUADRATS.....	6
2.2.1	RÉALISATION DES RELEVÉS DE TRANSECTS.....	6
2.2.2	RÉALISATION DES RELEVÉS DE QUADRATS.....	10
2.2.3	RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES.....	10
2.2.4	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES SUR SÉDIMENTS	11
2.2.4.1	Prélèvements de sédiments	11
2.2.4.2	Mesures in situ du potentiel rédox	13
2.2.4.3	Tests de pénétrabilité	13
3	<u>CALENDRIER DES INVESTIGATIONS</u>	<u>14</u>
4	<u>ÉVOLUTION DE LA SURFACE DES FORMATIONS DE ROSELIÈRES</u>	<u>15</u>
5	<u>ÉTAT GÉNÉRAL DES ROSELIÈRES.....</u>	<u>16</u>
5.1	BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE	17
5.2	ANALYSE DES RÉSULTATS STATISTIQUES	20
5.2.1	DENSITÉS.....	20
5.2.2	CLASSES D'INFLORESCENCE	23
5.2.3	HAUTEURS MOYENNES DES TIGES.....	26
5.2.4	ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE	30
5.2.5	TRAITEMENT DES DONNÉES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES	30
5.2.6	TRAITEMENT DES DONNÉES MICROPOLLUANTS MINÉRAUX ET ORGANIQUES	32
5.2.7	CONDITIONS CLIMATIQUES PARTICULIÈRES À L'ANNÉE 2013.....	33
5.3	REMARQUES.....	37
5.4	SECTEUR D'ALBIGNY : TRANSECT T1 (ANNECY-LE-VIEUX)	40
5.5	SECTEUR D'ALBIGNY : RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION DE LA ROSELIÈRE D'ANNECY-LE-VIEUX.....	41
5.6	SECTEUR D'ALBIGNY : TRANSECT T2 (ANNECY-LE-VIEUX)	42
5.7	SECTEUR D'ALBIGNY : TRANSECTS T3-T4-T5 (ANNECY-LE-VIEUX).....	43
5.8	SECTEUR DES AVOLLIONS : TRANSECTS T6-T7-T8 (SÉVRIER)	49
5.9	SECTEUR T9 (SÉVRIER).....	53
5.10	SECTEUR T10 (SÉVRIER).....	56
5.11	SECTEUR T11 (SÉVRIER).....	58
5.12	SECTEUR T12 (SÉVRIER).....	61
5.13	SECTEUR DU « MARAIS DE L'ENFER » T13-T14-T15-NT1-NT2-T16 (SAINT-JORIOZ)	63
5.14	SECTEUR NT3 (SAINT-JORIOZ)	69

5.15	SECTEUR T17-T18 (SAINT-JORIOZ)	71
5.16	SECTEUR T19-T20 (SAINT-JORIOZ)	73
5.17	SECTEUR DU SENTIER DES ROSELIÈRES : TRANSECTS NT4-NT5-NT6-NT7 (SAINT-JORIOZ) 76	
5.18	SECTEUR DU SENTIER DES ROSELIÈRES : TRANSECTS T21-T22 (SAINT-JORIOZ).....	79
5.19	SECTEUR T23 (DUINGT)	81
5.20	SECTEUR T24 (DUINGT)	82
5.21	SECTEUR BOUT DU LAC (RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE) : TRANSECTS T25-T26 (DOUSSARD).....	82
5.22	SECTEUR BOUT DU LAC (RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE) : TRANSECTS NT8-NT9 (DOUSSARD).....	85
5.23	SECTEUR BOUT DU LAC (RIVE DROITE DE L'EAU MORTE) : TRANSECTS NT10-NT11-T27- T28-NT12-NT13 (DOUSSARD).....	87
5.24	SYNTHÈSE DE L'ÉTAT 2013 DES ROSELIÈRES AQUATIQUES DU LAC D'ANNECY	91

6 ÉVALUATION DE L'EFFET CONTRE LA HOULE DES OUVRAGES DE PROTECTIONS..... 93

7 RÉSULTATS DES ANALYSES QUADRATS À L'ÉCHELLE DE L'ENSEMBLE DES SECTEURS RESTAURÉS 93

8 RÉSULTATS DES ANALYSES SÉDIMENTOLOGIQUES À L'ÉCHELLE DE L'ENSEMBLE DES SECTEURS RESTAURÉS 94

9 SECTEUR D'ALBIGNY 94

9.1	RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE	94
9.2	COMPARAISON DES TRANSECTS	95
9.3	COMPARAISON DES QUADRATS.....	99
9.4	COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE.....	99
9.5	CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE	101
9.6	ÉVOLUTION DES FORMATIONS VÉGÉTALES DEPUIS LES ACTIONS DE RESTAURATIONS DES ANNÉES 2000-2001.....	102
9.7	ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION.....	104

10 SECTEUR DU MARAIS DE L'ENFER..... 105

10.1	RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE.....	105
10.2	COMPARAISON DES TRANSECTS	105
10.3	COMPARAISON DES QUADRATS.....	111
10.4	COMPARAISON DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES.....	111
10.5	COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE.....	112
10.6	CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE	114
10.7	ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION.....	115

11 SECTEUR DU SENTIER DES ROSELIÈRES 117

11.1	RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE.....	117
------	--	-----

11.2	COMPARAISON DES TRANSECTS	117
11.3	COMPARAISON DES QUADRATS.....	121
11.4	COMPARAISON DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES.....	121
11.5	COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE.....	122
11.6	CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE	123
11.7	ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION.....	124
12	<u>SECTEUR DU BOUT DU LAC</u>	<u>125</u>
12.1	RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE.....	125
12.2	COMPARAISON DES TRANSECTS	125
12.3	COMPARAISON DES QUADRATS.....	132
12.4	COMPARAISON DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES.....	132
12.4.1	SECTEUR OUEST :.....	133
12.4.2	SECTEUR EST :	134
12.5	COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE.....	134
12.6	CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE	136
12.7	ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION.....	137
12.7.1	RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE	137
12.7.2	RIVE DROITE DE L'EAU MORTE	137
13	<u>SYNTHÈSE GLOBALE DES EFFETS DES ACTIONS DE RESTAURATION</u>	<u>138</u>
13.1	RAPPEL DES OBJECTIFS	138
13.2	LES PROTECTIONS CONTRE LA HOULE.....	139
13.3	LA GESTION DES EMBÂCLES.....	139
13.4	LE MODELAGE EN BERGE.....	139
13.5	LE FAUCHAGE PARTIEL DE LA ROSELIÈRE TERRESTRE	139
13.6	L'ESSAI D'ÉCLAIRCISSEMENT DE LA STRATE ARBORÉE	140
13.7	LA VÉGÉTALISATION SUR LES SURFACES DÉNUDÉES DES TROIS SECTEURS	140
14	<u>OUTILS CARTOGRAPHIQUES</u>	<u>141</u>
14.1	PLANCHES COMPARATIVES DES SURFACES OCCUPÉES PAR DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE ENTRE 2007 ET 2013.....	141
14.2	DISCUSSION CRITIQUE DE LA MÉTHODOLOGIE	147
14.2.1	INVESTIGATIONS DE TERRAIN	147

CHAPITRE 1 : PRÉAMBULE -

1 LIMINAIRE

CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET ÉCOLOGIQUE

Le lac d'Annecy fait partie des grands lacs alpins, il se trouve en Haute-Savoie, à une altitude de 447 m NGF. Ce lac naturel d'origine glaciaire et tectonique est encadré par les massifs des Bornes (Tournette, Dents de Lanfon, Forclaz) sur la rive Est et le massif karstique des Bauges côté Ouest.

Orienté Nord-Sud, le lac couvre une superficie de 2639 ha. La presqu'île de Duingt sépare le petit lac du grand lac. La cuvette de plus grande profondeur (hors Boubioz) atteint 65 m, elle se situe au milieu du grand lac.

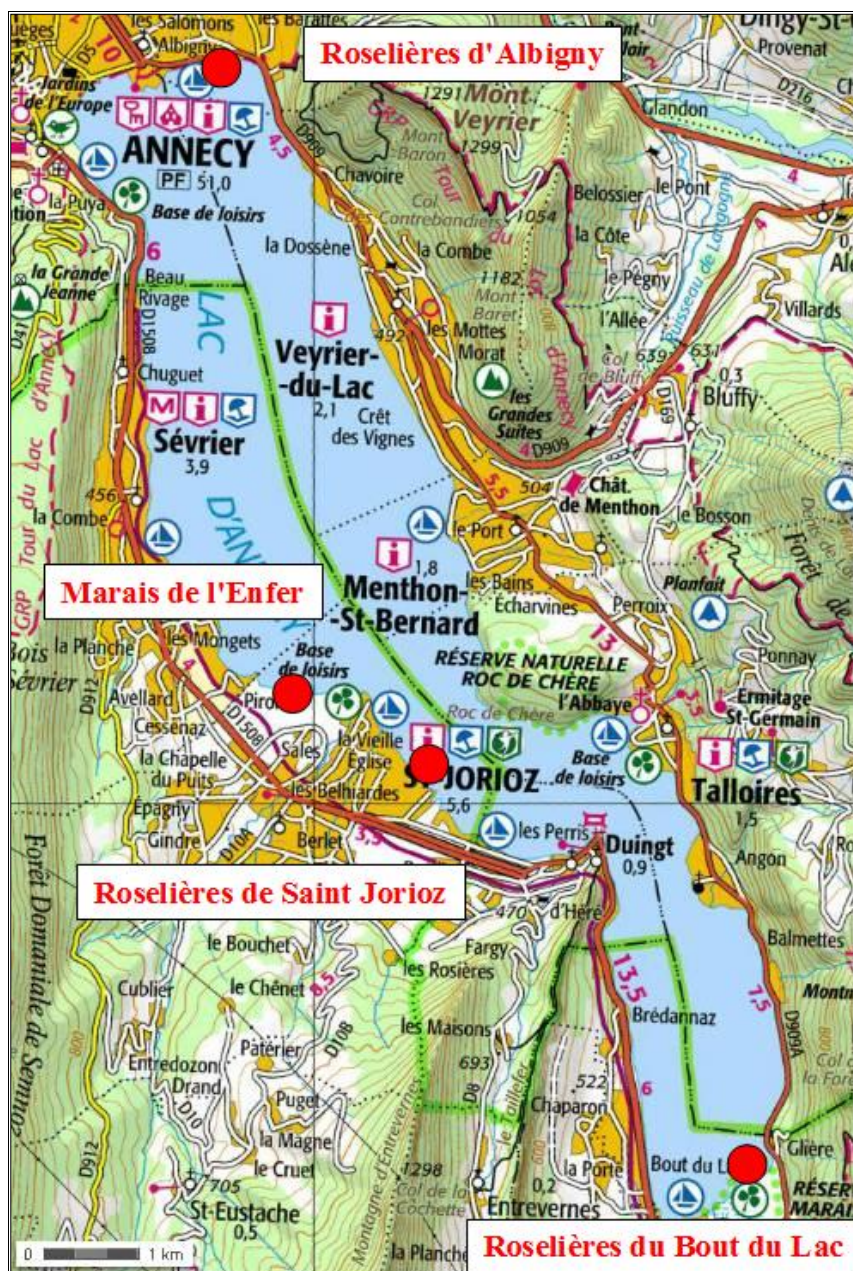
L'alimentation du lac se fait par des écoulements de surface (plusieurs rivières de petite taille) et par une source sous lacustre (le Boubioz qui se trouve à 80 m de profondeur). L'exutoire du lac est constitué par le canal du Thiou et du Vassé à Annecy : celui-ci dispose d'une vanne qui régule le niveau du plan d'eau.

Le lac d'Annecy est un plan d'eau domanial. La gestion est assurée par l'État, en collaboration étroite avec le SILA et l'ensemble des membres de sa commission Lac & Prospective. Le SILA est né en 1957 de la volonté de sauver le lac de l'eutrophisation en créant un réseau général d'assainissement permettant de collecter les eaux usées et de les traiter. Ses compétences pour la protection et la valorisation du lac et de son bassin versant ont ensuite constamment évolué.

Les actions mises en œuvre, et notamment le suivi de la qualité des eaux du lac lui ont permis d'acquérir une solide connaissance du lac et de son bassin versant.

La qualité du lac est en partie suivie par la station hydrobiologique INRA de Thonon pour le SILA : un suivi scientifique du plan d'eau est mené depuis 1966.

L'attrait touristique du site induit de multiples activités de loisirs sur le plan d'eau : baignade, pêche, motonautisme, voile, navigation de tourisme,... Deux pêcheurs professionnels sont en activité sur le lac.



Carte 1: Localisation des principales roselières du lac d'Annecy

Sur le pourtour du lac d'Annecy, les principales zones de roselières aquatiques sont au nombre de quatre :

- la roselière d'Albigny située au Nord du lac au niveau du port d'Albigny ;
- la roselière du Marais de l'Enfer sur les berges Ouest du lac au niveau des communes de Sevrier et de Saint Jorioz ;
- les roselières de Saint Jorioz (sentier des roselières) implantées au Sud du port de Saint Jorioz ;
- la roselière du Bout du Lac à l'extrémité Sud du lac sur la commune de Doussard.

Quelques roselières isolées de faibles superficies sont également présentes sur les rives Est du lac. Ces quatre secteurs de roselières ayant des attraits écologiques importants, elles sont soumises à des statuts de reconnaissance / protection réglementaire et patrimoniale récapitulés dans le tableau ci dessous.

Roselières	Statuts de protection réglementaire et patrimonial					
	ZNIEFF I	ZNIEFF II	Arrêtés de protection de biotope (APPB)	Natura 2000 Habitat	Réserve Naturelle Nationale	Inventaire régional des tourbières
Albigny		X	X			
Marais de l'Enfer	X	X	X	X		X
Saint Jorioz		X	X	X		
Bout du lac	X	X		X	X	X

Les Marais de l'Enfer, les roselières de Saint Jorioz et la roselière du Bout du Lac sont aussi intégrés au Parc Naturel Régional du massif des Bauges.

OBJECTIFS DE LA MISSION

L'objectif de la mission est d'effectuer l'ensemble du programme de suivi, de prélèvements, d'analyse / expertise - détermination, de présentation des données puis d'interprétation écologique, sur l'ensemble du compartiment roselière.

Ces investigations physico-chimiques et biologiques sont formellement menées sous le couvert de protocoles rigoureux et parfaitement reproductibles, fournissant des résultats parfaitement comparables temporellement et spatialement (exemple : sur le même secteur, le même tronçon).

Ces acquisitions de données s'inscrivent dans la mission du SILA de connaissance de l'état écologique (développement, régression...) et sanitaire des roselières, lui permettant d'accomplir en toute connaissance de causes, l'une de ses missions essentielles dans le cadre de la gestion écologique du lac. L'état diagnostic dressé en 2007 sert de référence.

La prestation portait également sur une première analyse des effets des aménagements effectués en 2011-2012.

2 MÉTHODOLOGIE

NB : On note ici que l'on a distingué les roselières aquatiques (prises en compte dans le cadre de ce suivi) des roselières terrestres (non prises en compte). Dans ce document, on entend par « roselières » toutes formations végétales de type roselière, c'est à dire pouvant contenir des populations de roseaux, scirpes, massettes et/ou nénuphars.

CARTOGRAPHIE PRÉCISE DES ROSELIÈRES AQUATIQUES

La cartographie a été réalisée dans le but d'établir un inventaire exhaustif des roselières présentes sur l'intégralité du périmètre du lac d'Annecy lors de l'été 2013.

Nous étions munis sur le terrain des extraits de carte IGN 1:25000 nécessaires afin de disposer de repères visuels lors du parcours des berges, et afin d'avoir une idée générale de l'occupation des sols

de la zone riveraine. Des extraits cartographiques du diagnostic 2007 nous ont également servi d'aide à la prospection.

Cette prospection exhaustive du pourtour du plan d'eau a été réalisée à l'aide d'une embarcation motorisée. On a pu ainsi observer les roselières depuis le large vers la rive pour une meilleure prise en compte de l'intégralité des roselières. Les prospections à pied ont été effectuées à partir de cette embarcation/support de matériel.

Pour chaque roselière observée, nous avons apporté une description consignée dans l'ordinateur du GNSS (GPS de précision centimétrique) :

- périmètre de la formation ;
- identification de la formation selon un code précis (type de formation-date-numéro croissant par jour et par type de formation). Par exemple : « Scilac 12aout 2 » correspond à l'identification de la deuxième scirpaie observée le 12 août 2013.

Afin d'obtenir une précision optimale, le parcours complet du périmètre de la roselière a été effectué à pied, récepteur tendu à bout de bras le long de la limite de la formation, dans toute la mesure du possible. Il s'est avéré fréquemment d'avoir recours à une embarcation type kayak pour pouvoir se faufiler sur les bordures de roselières en cas de vases trop fluides notamment. Dans la pratique, on a circulé en bateau principal motorisé, remorquant passivement le kayak, et on a effectué les pénétrations en zones à investiguer avec le kayak.

Il a été distingué sur le terrain le périmètre spécifique à chaque formation végétale de type roselière :

- phragmitaie ;
- scirpaie
- scirpo-phragmitaie ;
- nupharaie ;
- typhaie.

Il sera également possible de calculer via un outil de traitement S.I.G. les surfaces occupées par d'autres mélanges de formations (par exemple typho-phragmitaie...) et de comparer ces surfaces à des études ultérieures ou souhaitant obtenir des informations plus fines sur l'évolution de cette mosaïque d'habitats. Les chiffres présentés dans ce diagnostic 2013 ne concernent que les 5 formations détaillées ci-dessus.

Le périmètre de chaque formation a été cartographié en prenant en compte l'intégralité des tiges situées au sein d'une formation, même si certaines semblaient être isolées. En effet ces tiges font partie intégrante de la formation végétale par l'intermédiaire du système racinaire. Il a cependant été fixé une longueur maximale de 2 mètres pour identifier deux formations différentes.

Certaines scirpaies situées plus au large présentent une densité très faible (inférieure à 1 tige/m²). Ces patchs ont été cartographiés de la même manière que le reste des formations rencontrées puisque l'ensemble de ces tiges appartient à la même formation (formation nettement visible dans sa partie immergée). Ces tiges n'ont donc pas été cartographiées individuellement.

À l'occasion du relevé exhaustif de l'emprise des roselières, les sites ayant fait l'objet de fortes modifications/altérations ont été observés. S.T.E. a annoté (de manière spécifique) ces formations et a fait remonter au S.I.L.A. tout phénomène marquant observé (par exemple la mise en place de bâche par des riverains sur des formations de roseaux).

RÉALISATION DES RELEVÉS DE TRANSECTS ET DE QUADRATS

RÉALISATION DES RELEVÉS DE TRANSECTS

Les préceptes de la norme XP T 90-328 - "Échantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau" ont été suivis.

Au préalable : sélection et positionnement des Unités d'Observation

Les coordonnées GPS des début et fin de transect ont été enregistrés sur le GPS de terrain pour un positionnement précis des relevés 2013. Un nouveau "waypoint" a été relevé au début et à la fin de relevé afin de confirmer les positionnements par rapport aux suivis antérieurs.

Commune	Réf. transect	Coordonnées du transect (Lambert II étendu)				Réf. quadrat	Coordonnées du quadrat (Lambert II étendu)		Réf. quadrat	Coordonnées du quadrat (Lambert II étendu)		Réf. quadrat	Coordonnées du quadrat (Lambert II étendu)	
		Début (rive)		Fin (lac)			x	y		x	y			
		x	y	x	y									
Annecy-le-Vx	T1	896360	2107786	896303	2107700	T1A	896356	2107779						
Annecy-le-Vx	T2	896230	2107795	896252	2107710	T2A	896230	2107790	T2B	896232	2107779	T2C	896237	2107770
Annecy-le-Vx	T3	896045	2107766	896051	2107738	T3A	896047	2107762	T3B	896049	2107752	T3C	896048	2107747
Annecy-le-Vx	T4	895998	2107754	896005	2107719	T4A	895998	2107747	T4B	896001	2107744	T4C	896005	2107723
Annecy-le-Vx	T5	895961	2107744	895968	2107698	T5A	895963	2107734	T5B	895966	2107720	T5C	895965	2107716
Sevrier	T6	895517	2103894	895579	2103894	T6A	895527	2103895	T6B	895538	2103892	T6C	895549	2103896
Sevrier	T7	895511	2103857	895558	2103852	T7A	895519	2103858	T7B	895525	2103854	T7C	895532	2103856
Sevrier	T8	895500	2103812	895540	2103806	T8A	895505	2103811	T8B	895515	2103809	T8C	895522	2103810
Sevrier	T9	895579	2102537	895639	2102545	T9A	895580	2102536	T9B	895591	2102541	T9C	895617	2102541
Sevrier	T10	895862	2102043	895893	2102071	T10A	895864	2102044	T10B	895871	2102051	T10C	895883	2102062
Sevrier	T11	896400	2101523	896410	2101516	T11A	896403	2101521	T11B	896409	2101518			
Sevrier	T12	896716	2101188	896704	2101225	T12A	896716	2101189	T12B	896715	2101196	T12C	896710	2101212
Saint-Jorioz	T13	896835	2101170	896873	2101171	T13A	896836	2101170	T13B	896847	2101172	T13C	896862	2101168
Saint-Jorioz	T14	896856	2101129	896883	2101145	T14A	896861	2101130	T14B	896865	2101133	T14C	896882	2101144
Saint-Jorioz	T15	896911	2101093	896917	2101118	T15A	896912	2101095	T15B	896913	2101099	T15C	896916	2101113
Saint-Jorioz	NT1	896975	2101087	896967	2101196	NT1A	896978	2101094	NT1B	896982	2101104	NT1C	896978	2101117
Saint-Jorioz	NT2	897026	2101086	897038	2101148	NT2A	897029	2101089	NT2B	897026	2101094	NT2C	897033	2101097
Saint-Jorioz	T16	897103	2101079	897106	2101158	T16A	897103	2101081	T16B	897105	2101093	T16C	897103	2101136
												T16D	897107	2101155
Saint-Jorioz	NT3	897241	2101074	897291	2101202	NT3A	897241	2101078	NT3B	897246	2101090	NT3C	897249	2101104
Saint-Jorioz	T17	897476	2101027	897488	2101117	T17A	897477	2101029	T17B	897476	2101050	T17C	897483	2101059
Saint-Jorioz	T18	897538	2101005	897550	2101065	T18A	897541	2101012	T18B	897540	2101025	T18C	897545	2101045
Saint-Jorioz	T19	898554	2100104	898591	2100130	T19A	898560	2100110	T19B	898576	2100119	T19C	898589	2100126
Saint-Jorioz	T20	898610	2100081	898648	2100152	T20A	898611	2100083	T20B	898615	2100090	T20C	898624	2100104
Saint-Jorioz	NT4	898893	2099781	898926	2099848	NT4A	898906	2099802	NT4B	898909	2099817			
Saint-Jorioz	NT5	898931	2099762	898964	2099818									
Saint-Jorioz	NT6	898967	2099731	899017	2099764	NT6A	898967	2099734	NT6B	898979	2099735	NT6C	898985	2099741

Saint-Jorioz	NT7	898984	2099689	899023	2099727	NT7A	898985	2099692	NT7B	898996	2099697	NT7C	899008	2099705
Saint-Jorioz	T21	899062	2099613	899079	2099633	T21A	899064	2099615	T21B	899069	2099621	T21C	899077	2099628
Saint-Jorioz	T22	899103	2099585	899122	2099601	T22A	899105	2099587	T22B	899110	2099589	T22C	899117	2099595
Duingt	T23	899870	2099334	899865	2099377	T23A	899869	2099340	T23B	899869	2099346	T23C	899870	2099354
Duingt	T24	900053	2099385	900050	2099402	T24A	900053	2099391	T24B	900052	2099397			
Doussard	T25	902143	2095817	902087	2095839	T25A	902142	2095818	T25B	902137	2095820	T25C	902129	2095823
Doussard	T26	902157	2095847	902120	2095876	T26A	902154	2095850	T26B	902151	2095853	T26C	902145	2095857
Doussard	NT8	902206	2095912	902151	2095940	NT8A	902202	2095913	NT8B	902198	2095915			
Doussard	NT9	902219	2095940	902168	2095953	NT9A	902215	2095939	NT9B	902212	2095942			
Doussard	NT10	902328	2095982	902330	2096018	NT10A	902327	2095986	NT10B	902328	2095990	NT10C	902328	2095995
Doussard	NT11	902363	2095988	902361	2096068	NT11A	902364	2095993	NT11B	902365	2095997	NT11C	902361	2096002
Doussard	T27	902400	2095998	902351	2096084	T27A	902398	2096003	T27B	902395	2096008	T27C	902391	2096013
Doussard	T28	902457	2096021	902388	2096111	T28A	902454	2096023	T28B	902452	2096027	T28C	902447	2096036
Doussard	NT12	902505	2096049	902421	2096133	NT12A	902503	2096050	NT12B	902501	2096054	NT12C	902495	2096060
Doussard	NT13	902547	2096080	902416	2096187	NT13A	902544	2096082	NT13B	902539	2096084	NT13C	902536	2096087

Seconde phase : le relevé

Après vérification des coordonnées du point de départ du transect à réaliser, l'équipe de terrain, constituée d'un botaniste et de son assistant, a installé une corde flottante depuis la berge jusqu'à la fin du relevé ; une bouée a marqué ce point final le long de la corde. L'ancre a été larguée suffisamment éloignée de la bouée pour que celle ci reste émergente mais aussi en sorte que la corde flottante reste tendue.

Un certain nombre de tronçons a été réparti le long du transect. Ce nombre a pu varier en fonction de la morphologie générale du transect à étudier. Les zones de fond d'aspect relativement homogène (en terme de taxons mais aussi de recouvrement, de substrat et de bathymétrie) ont été considérées comme constituant un tronçon. On a identifié ces tronçons sur la fiche de terrain selon la tranche de profondeur à laquelle ils se situent mais aussi selon leur éloignement au rivage (Cf illustration 2.4).

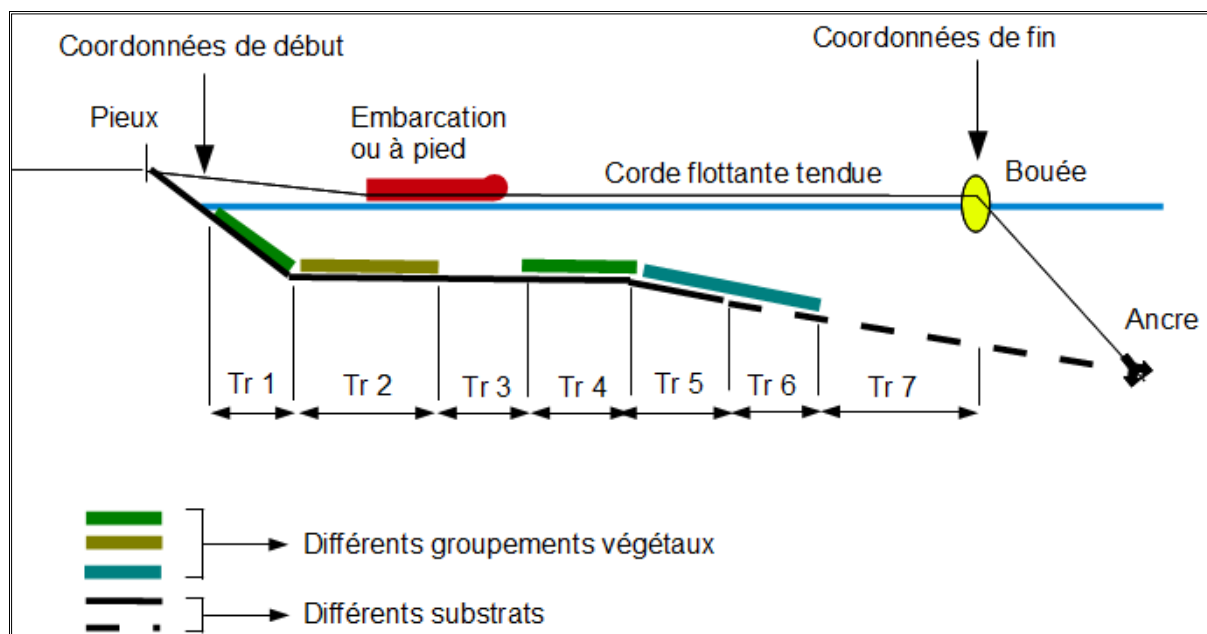


Illustration 1: Mise en place d'un transect et segmentation des tronçons

Deux personnes ont été présentes sur l'embarcation : la première a réalisé les déplacements du bateau le long de la corde, noté les observations et conditionné les prélèvements de macrophytes.

La deuxième personne a réalisé les observations entre deux points contacts sur une largeur maximale de 3 m. Elle a identifié sur la fiche terrain (proposée par la norme XP T90-328) par tronçon :

- les taxons observés (identification à l'espèce) ;
- le coefficient d'abondance des différents taxons observés selon l'échelle de Kolher-1978 (présentée ci-dessous) ;
- le stade (submergé ou émergent) de chaque taxon en distinguant les coefficients d'abondance ;
- la bathymétrie ;
- la nature du substrat observé ;
- les aspects phytosanitaires marquants (pucerons, rouille, signes de chlorose,...).

Abondance macrophytes	Description
1	Très rare
2	Rare
3	Commun
4	Fréquent
5	Très fréquent, dominant

Tableau 1: Échelle de Kolher-1978

Transect 24 étude 2013

Tronçon 1	0 à 3 m de la berge Z à 3 m = 0,2 m	Tronçon 2	3 à 7 m de la berge Z à 7 m = 0,8 m	Tronçon 3	7 à 15 m de la berge Z à 15 m = 1,6 m
V T S C B D		V T S C B D		V T S C B D	
PHR AUS	2	PHR AUS	2	PHR AUS	4
SCH LAC (émergeant)	2	SCH LAC (submergé)	1	Présence de bois flottant	
CHA CON	2	CHA CON	1		
Trace de nidification		Trace d'abrutissement			
Nombreux rhizomes rampants					

Illustration 2: fac simulé d'un relevé de transect

Le tableau de l'illustration 2.2 se lit avec les abréviations suivantes :

- Z pour profondeur ;
- V pour vase ;
- T pour terre ;
- S pour sable ;
- C pour cailloux ;
- B pour bloc ;
- D pour dalle

Les observations ont été réalisées à l'aide d'un râteau télescopique de 4 m de long gradué tous les 10 cm ou, à partir d'une profondeur supérieure à 4 m, à l'aide d'un grappin gradué tous les mètres jusqu'à 20 m.



Les espèces déterminables sur place ont été déterminées à l'aide de loupes de terrain (x10 et x20). L'observation au bathyscope permet de bien contrôler le prélèvement au râteau. Les échantillons ont ensuite été prélevés (sauf espèces protégées), numérotés, conservés (glutaraldéhyde pour algues vertes filamenteuses, alcool pour le reste), puis déterminés au laboratoire de S.T.E. à l'aide d'une loupe binoculaire et/ou d'un microscope (ex : cas des algues et bryophytes).



Un relevé de rive a également été réalisé. Il s'agit d'un relevé exhaustif des macrophytes et de leurs abondances (selon l'échelle de Kolher-1978) effectué le long du rivage :

- dans le cas de la réalisation d'un transect isolé, la longueur maximale de ce relevé est de 10 m de part et d'autre du point de début de transect. Toutefois, cette longueur est adaptée en fonction du contexte local (homogénéité de la roselière,...) ;
- dans le cas de la réalisation de plusieurs transects situés à proximité les uns des autres, le relevé de rive concerne l'intervalle entre lui même et son (ses) voisin(s).

La zone explorée s'inscrit depuis la rive s.s. en direction du large et concerne donc la partie strictement aquatique. Sa largeur est en principe de 10 mètres, sauf si la profondeur excède 1 mètre : dans ce cas, la prospection est arrêtée lorsque la profondeur atteint 1m.

Dans la pratique, cette zone est explorée en zigzags.

Une description de la zone riveraine (ensembles paysagers, pressions anthropiques,...) a également été effectuée selon les préceptes de la norme AFNOR XP T90-328. Les données sont saisies dans la fiche terrain description de la zone riveraine (norme XP T90-328) .

RÉALISATION DES RELEVÉS DE QUADRATS

La caractérisation de la flore a été réalisée par la mise en œuvre de quadrats de 1 m² (1m x 1m). Les coordonnées de ces 114 quadrats ont été précisées dans le CCTP. On s'est assuré de notre bon positionnement à l'aide de l'appareil GNSS (appareil Global Navigation Satellite System) avant toute observation. Le quadrat a été matérialisé in situ par un cadre flottant carré de 1 m de côté. Le centre du quadrat a servi de point de positionnement pour l'enregistrement des coordonnées GPS.

Les informations suivantes ont été reportées systématiquement sur la fiche de terrain (Cf annexe 2) :

- référence du quadrat ;
- coordonnées GPS ;
- identification des prises de vue : 1 ou plusieurs prises de vue aérienne(s) selon la même orientation que celles déjà effectuées lors des précédentes études + 1 prise de vue aquatique « inédite » avec un focus sur le développement racinaire des roselières (dans la pratique une partie des photos aquatiques n'a pas pu être réalisée en raison de la forte turbidité des fonds, même après un certain laps de temps) ;
- la cote d'eau au jour de l'étude (référentiel NGF 69 en accord avec le CCTP) ;
- la densité exacte de tige de roseaux et/ou scirpes (en nombre de tige / m²) ;
- le nombre de tiges mortes de l'année n-1 voire, exceptionnellement, n-2 ;
- la hauteur moyenne et le diamètre moyen des tiges (mesuré à 0,5 ou 1,0 m au dessus du niveau des eaux en fonction de la hauteur des tiges) sur la base de 20 tiges choisies pour être représentatives du quadrat. ;
- le pourcentage de tiges fertiles/ nombre de tiges total par classe d'inflorescence (0-25-50-75-100%) ;
- l'homogénéité de la formation au sein et à proximité immédiate du quadrat ;
- sa localisation par rapport à une zone d'accumulation ou d'érosion ;
- l'état sanitaire de la formation (tout signe de blessure, prédation, abroutissement, maladies,...) ;
- l'absence/présence de matériel flottant (bois, déchets...) ainsi qu'une estimation sommaire de la quantité de ce matériel au sein mais aussi à proximité immédiate du quadrat ;
- l'attribution d'un statut roselière dégénéréscente / stationnaire / régénéréscente après expertise rapide des critères densité de tige / fertilité / hauteur moyenne des tiges / diamètre moyen des tiges et de l'observation de rhizomes ou de nouvelles pousses ;
- les autres taxons végétaux présents (hydrophytes + hélophytes) sous forme d'un inventaire exhaustif de la flore. Un coefficient d'abondance selon l'échelle de Kolher 1978 a été attribué à ces taxons.

RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES

Une bathymétrie fine, au centimètre, a été réalisée au niveau des trois sites concernés par les aménagements visant à la restauration des roselières. Le référentiel d'altitude NGF IGN 69 est utilisé. Cette prospection bathymétrique se traduit par la réalisation de 32 profils en travers répartis sur quatre sites. Le GNSS de précision centimétrique permet de réaliser ces profils de manière précise selon les coordonnées exactes transmises par le S.I.L.A.

Dans la pratique, une corde flottante a été tendue entre la rive et l'extrémité "côté lac" du profil. Elle a servi de guide pour la prise des mesures de profondeurs et de coordonnées GPS pour chaque point. On a utilisé une pige de longueur exacte connue sur laquelle est situé le récepteur GNSS. La pige présente une base élargie pour ne pas s'enfoncer dans les sédiments les plus meubles (et donc fausser la mesure). Le pas de mesure le long de ce profil a été de l'ordre de 2 mètres. Les déplacements ont été effectués à pied (en waders) ou sur embarcation légère selon la profondeur rencontrée. Nous avons volontairement raccourci le profil lorsque les profondeurs dépassaient les 3 mètres en raison de l'incertitude de la mesure avec le système utilisé (précision centimétrique non assurée en raison de la difficulté à garder la « verticale de la pige », en accord avec le S.I.L.A.). On a veillé dans tous les cas à ne pas piétiner les substrats avant les mesures.

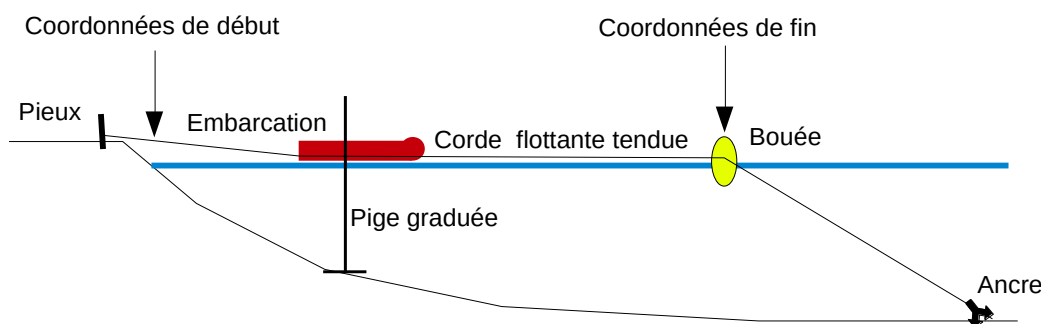


Illustration 3: Mise en place d'un profil bathymétrique

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES SUR SÉDIMENTS

Prélèvements de sédiments

Ils ont été effectués à la benne Ekman ou à la cuillère sur la couche superficielle (5 premiers centimètres).

Les paramètres suivis sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Paramètres	Objectifs
Granulométrie	Suivi de l'évolution de la structure des sédiments
Pénétrabilité	Suivi de l'évolution de la structure des sédiments
Potentiel rédox	Suivi de l'évolution de la qualité des sédiments
Teneur en carbone organique	Suivi de l'évolution de la qualité des sédiments

On précise ci-dessous les coordonnées de ces investigations.

Prélèvements / investigations sur sédiments			
Secteurs	Points de prélèvement	Lambert II étendu	
		X	Y
Annecy-le-Vx	1	896230	2107779
Annecy-le-Vx	2	896045	2107753
Sévrier	3	895517	2103858
Saint-Jorioz	4	896898	2101116
Saint-Jorioz	5	896943	2101096
Saint-Jorioz	6	897017	2101095
Saint-Jorioz	7	897034	2101124
Saint-Jorioz	8	897026	2101153
Saint-Jorioz	9	897259	2101080
Saint-Jorioz	10	897253	2101125
Saint-Jorioz	11	897250	2101154
Saint-Jorioz	12	897397	2101024
Saint-Jorioz	13	897417	2101059
Saint-Jorioz	14	897405	2101097
Saint-Jorioz	15	898670	2100046
Saint-Jorioz	16	898962	2099755
Saint-Jorioz	17	898967	2099803
Saint-Jorioz	18	898969	2099829
Saint-Jorioz	19	899014	2099695
Doussard	20	902204	2095921
Doussard	21	902199	2095949
Doussard	22	902203	2095984
Doussard	23	902354	2095997
Doussard	24	902367	2096019
Doussard	25	902355	2096035

Acquisition des données stationnelles :

- localisation de la zone de prélèvement et vérification scrupuleuse de notre positionnement avec le GNSS ;
- relevé des conditions environnementales.

Prélèvement :

- rinçage de l'ensemble du matériel de prélèvement (benne, bassine, cuillère) avec l'eau du plan d'eau (au minimum 3 fois) ;
- réalisation d'un prélèvement « blanc » pour nettoyer la benne (descente jusqu'au fond, envoi du messenger, remontée et rinçage de la benne) dans une zone suffisamment éloignée du lieu du prélèvement de l'échantillon (quelques mètres suffisent dans le cadre de cette étude) ;
- réalisation de l'échantillon : descente de la benne et lancé du messenger (corde le plus à la verticale possible pour limiter les frottements) ;
- remontée lente de la benne de prélèvement pour minimiser le lessivage des sédiments ;
- vérification en surface de la « qualité » du prélèvement ;
- relevé des caractéristiques des sédiments : odeur, couleur, granulométrie... ;
- rinçage de la benne et élimination dans la bassine des organismes vivants (faune et flore) puis mélange homogène de l'échantillon.

Plusieurs manipulations peuvent être nécessaires afin d'obtenir le volume suffisant pour les analyses en fonction de la nature et de l'abondance de sédiments récoltés au niveau du point de prélèvement.

Conditionnement de l'échantillon :

Les modalités de conditionnement sont conformes aux prescriptions du laboratoire d'analyses : généralement, il s'agit de rincer le flacon d'échantillonnage en polypropylène avec l'eau du plan d'eau. On étiquette le flacon après l'avoir rempli (au minimum : S.T.E., date, plan d'eau, n°échantillon).

Transport :

On maintient le flacon dans une glacière munie de pains de glace sur l'embarcation et dans le véhicule entre **+2°C et +8°C** (enceinte réfrigérée) jusqu'à l'arrivée au laboratoire d'analyses. La **durée maximale** entre le prélèvement et l'arrivée au laboratoire **a été inférieure à 12h**.

Analyses de laboratoire :

Elles sont réalisées par le laboratoire Savoie Labo accrédité COFRAC, selon les méthodes normalisées.

La limite de détection pour le paramètre Carbone Organique est de 5g/kg de matière sèche.

Mesures in situ du potentiel rédox

S.T.E. dispose d'appareils de mesures adaptés aux conditions de terrain (modèle WTW pH 315i) et de sondes permettant de mesurer le potentiel rédox (modèle Schott ORP BlueLine RX32). S.T.E. dispose de plusieurs câbles de longueur comprise entre 1 et 10 m. Après avoir étalonné la sonde, les mesures ont été directement réalisées au sein des sédiments en positionnant la sonde sur le fond, avec un lest et un limiteur d'enfoncement. La valeur du potentiel rédox est notée dès la stabilisation de la valeur rédox sur la fiche terrain « prélèvement de sédiments ».

Tests de pénétrabilité

S'agissant de tests semi-quantitatifs (CCTP : "simple évaluation par classes"), on exclut ici la mise en œuvre de méthodes normalisées (type SPT test au mouton), assez lourdes.

Par contre, on a appliqué une méthodologie standardisée d'une station à l'autre pour pouvoir conserver une certaine comparabilité.

On a procédé par enfoncement d'une pique d'un diamètre connu et impact d'un percuteur de masse connue. Cette masse coulisse le long de la tige par gravité (par lâcher) hors de l'eau et à la verticale sur une distance connue (et toujours identique). On obtient ainsi une même force de pénétration identique pour chaque test (on a négligé la différence de force liée à la poussée d'Archimède et au frottement dans l'eau, variable en fonction de la longueur de tige émergée). On a annoté la longueur de pénétration de la pique dans le sédiment testé par classe de longueur (définies précisément après une série de test in situ).

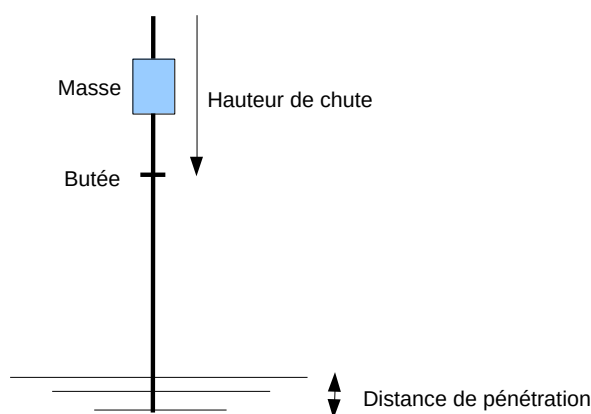


Illustration 4: Réalisation d'un test de pénétrabilité

3 CALENDRIER DES INVESTIGATIONS

L'ensemble des investigations a été réalisé sur la période comprise entre le lundi 29 juillet 2013 et le lundi 23 septembre 2013. Les conditions météorologiques ont été suffisamment clémentes sur l'ensemble de cette période pour permettre le bon déroulement de ces investigations.

MODULE 1 : Description de l'état 2013 des roselières aquatiques											
		Mai	Juillet	Semaine 31	Semaine 32	Semaine 33	Semaine 34	Semaine 35	Semaine 36	Semaine 37	Semaine 38
Notification du marché	15/03/13										
Réunion de démarrage	09/04/13										
Transmission du PAQ											
Préparation plan d'échantillonnage											
Inventaire exhaustif des roselières											
Réalisation des relevés de transects et de quadrats											
Mesures et investigations sur sédiment											
Réalisation des relevés bathymétriques											

Illustration 5: calendrier des investigations effectuées

- CHAPITRE 2 : ANALYSES À
L'ÉCHELLE DU LAC -ÉVOLUTION DE LA SURFACE
DES FORMATIONS DE ROSELIÈRES

Les surfaces occupées par les différentes formations de type roselière en 2007 et 2013 sont présentées dans le tableau suivant.

Formations de type roselière	surface (m ²)	
	2007	2013
<i>Phragmites australis</i> (phragmitaie)	99403	110585
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (scirpaie)	2174	7747
<i>Phragmites australis</i> + <i>Schoenoplectus lacustris</i> (scirpo-phragmitaie)	2557	10595
<i>Nuphar lutea</i> + <i>Nymphaea alba</i> (nupharaie)	645	3467
<i>Typha latifolia</i> (typhaie)	16	174

Les formations de *Phragmites australis* occupent une emprise légèrement plus importante en 2013 (environ + 10%), mais ce sont surtout les formations de *Schoenoplectus lacustris* ou bien de mélange *Phragmites australis* + *Schoenoplectus lacustris* qui présentent des évolutions remarquables. Il faut préciser que lors de l'été 2013, nous avons également cartographié un certain nombre de scirpaies et de nupharaies situées plus au large des autres formations situées en zone peu profondes et généralement très peu denses, en accord avec la demande d'exhaustivité des relevés formulée par le S.I.L.A. Les formations de la rive Est ont été cartographiées de manière inédite dans le cadre de la présente étude. Ces surfaces supplémentaires augmentent considérablement la somme des surfaces de nupharaies et de scirpaies en 2013 par rapport aux études précédentes. Les formations de *Typha latifolia* occupent également une surface plus importante en 2013.

On comprend alors que la comparaison entre les résultats 2007 et 2013 est difficile à interpréter. On propose de comparer les surfaces de phragmitaies et de scirpo-phragmitaies en excluant les formations situées en rive Est.

Formations de type roselière	surface (m ²)	
	2007	2013
<i>Phragmites australis</i> (phragmitaie) hors rive Est	99403	109535
<i>Phragmites australis</i> + <i>Schoenoplectus lacustris</i> (scirpo-phragmitaie)	2557	10595

4 ÉTAT GÉNÉRAL DES ROSELIÈRES

Les paramètres qui ont permis de diagnostiquer l'état écologique de la roselière sur un quadrat par l'attribution d'un des trois statuts (« stationnaire », « dégénèrescent » ou « régénèrescent ») restent essentiellement les paramètres utilisés lors du diagnostic de l'été 2007 :

- la densité de tiges,
- le pourcentage de tiges fertiles,
- la hauteur et le diamètre moyen,
- la présence d'anciens rhizomes ou de rhizomes colonisateurs.

Nous pouvons étudier un paramètre complémentaire lié à la comparaison de la cartographie des formations de type roselière entre l'été 2007 et l'été 2013 :

- la progression, stabilité ou régression de la surface de ces formations.

L'état des roselières du lac en 2013 est très hétérogène si on considère l'ensemble du lac. Le nombre de secteur dont l'état est qualifié de dégénérant est toutefois nettement supérieure au nombre de secteur classés en régénérescence.

État du quadrat	Total
dégénérant	53
régénérant	14
stationnaire	47

On constate également qu'un nombre significatif de secteurs est considéré comme stationnaire (47 quadrats) malgré les nombreuses pressions que subissent les roselières, même s'il s'agit très souvent de secteurs situés au cœur des formations végétales souvent moins impactées.

BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

La richesse spécifique en végétaux aquatiques le long des transects étudiés est faible. Ce constat n'est pas propre au lac d'Annecy, car en règle générale, au sein des formations de types roselière, le cortège d'espèces végétales accompagnatrices est assez faible.

Ainsi lors du diagnostic 2013, 26 espèces aquatiques ont été identifiées en plus du Roseau commun (*Phragmites australis*) dont :

- 7 espèces de *Chara* ;
- 3 espèces de *Potamogeton* ;
- au moins une espèce de bryophyte (*Fontinalis antipyretica*) ;
- au moins trois espèces d'algues vertes.

Ces espèces apparaissent dans les fiches transects fournies dans le rapport « annexes ».

Nous citons également ci-dessous les espèces végétales qui sont enracinées sur la rive (donc non spécifiquement aquatiques) mais qui recouvrent en partie le Roseau commun à proximité de la rive :

- *Humulus lupulus* ;
- *Parthenocissus inserta* ;
- *Rubus sp.* ;
- *Solanum dulcamara*.

Ces espèces végétales sont représentatives d'un atterrissement de la roselière.

Mentionnons que par rapport à l'étude réalisée durant les étés 2007 et 2009 sur la végétation du lac d'Annecy, quelques espèces non mentionnées à l'époque ont été observées en 2013. Il s'agit en particulier de :

- *Chara tomentosa*,

- *Nitella syncarpa* (une seule observation).

A l'instar des observations effectuées en 2007, on constate que seul le secteur d'Albigny présente une bonne biodiversité végétale au sein même des roselières. L'essentiel des espèces a été observé en dehors du milieu roselière *stricto sensu*, en général plus au large lorsqu'on poursuit les transects.

	Transect																																												
	Albigny				Avallions			Sevrier			Marais de l'Enfer								Sentier des Roselières								Douingt		Bout du Lac																
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	NT1	NT2	T16	NT3	T17	T18	T19	T20	NT4	NT5	NT6	NT7	T21	T22	T23	T24	T25	T26	NT8	NT9	NT10	NT11	T27	T28	NT12	NT13				
<i>Calystegia sp.</i>				x	x																																								
<i>Carex cf pendula</i>														x																															
<i>Chara aspera</i>	x	x				x		x	x	x	x			x		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x					x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		
<i>Chara contraria</i>	x	x	x						x		x		x	x	x	x	x							x	x	x																			
<i>Chara delicatula</i>																																													
<i>Chara denudata</i>									x			x	x																																
<i>Chara globularis</i>									x										x				x						x	x	x	x													
<i>Chara vulgaris</i>																																													
<i>Chara tomentosa</i>																																													
<i>Elodea canadensis</i>				x	x																																								
<i>Filipendula ulmaria</i>																																													
<i>Hippuris vulgaris</i>																																													
<i>Humulus lupulus</i>											x																																		
<i>Lemna minor</i>				x	x																																								
<i>Myriophyllum spicatum</i>				x	x																																								
<i>Najas major</i>																																													
<i>Najas marina</i>				x	x			x																																					
<i>Nitella syncarpa</i>																																													
<i>Nitellopsis obtusa</i>			x	x	x	x			x																																				
<i>Nuphar lutea</i>				x	x				x										x																										
<i>Nymphaea alba</i>									x										x																										
<i>Parthenocissus inserta</i>						x																																							
<i>Phragmites australis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Potamogeton lucens</i>																																													
<i>Potamogeton pectinatus</i>			x	x	x	x	x		x	x		x		x	x							x		x																					
<i>Potamogeton pusillus</i>					x	x																x		x																					
<i>Rubus sp.</i>								x																																					
<i>Salix caprea</i>								x																																					
<i>Schoenoplectus lacustris</i>			x	x	x			x				x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x																			
<i>Solanum dulcamara</i>																																													
<i>Typha latifolia</i>				x					x					x	x																														
<i>Utricularia sp.</i>					x																																								
<i>Zannichellia palustris</i>								x	x	x	x			x	x	x																													
<i>Fontinalis antipyretica</i>																						x				x																			
<i>Autres bryophytes</i>																																													
<i>Batrachospermum sp.</i>																		x																											
<i>Chaetophora sp.</i>				x						x							x																												
<i>Spirogyra sp.</i>	x				x					x							x	x				x	x																						
autres algues vertes filamenteuses				x		x																																							

Distribution des espèces végétales par transect

ANALYSE DES RÉSULTATS STATISTIQUES

L'analyse globale des paramètres « densité de tiges », « pourcentage de tiges fertiles » et « hauteur des tiges » permet d'apporter de précieux renseignements sur l'état physiologique des roselières du lac d'Annecy dans la mesure où ils constituent les paramètres descriptifs fondamentaux d'une phragmitaie. Il convient cependant de préciser qu'une partie des roselières du lac d'Annecy ne fait pas partie du programme d'investigations.

DENSITÉS

Les chiffres de densité (tiges/m²) sont globalement bas puisque la moyenne totale s'établit à 28,5 tiges/m² (contre 32 tiges/m² en 2007). L'écart constaté en 2007 entre la zone d'accumulation (moyenne de 33,3 tiges/m²) et la zone d'érosion (moyenne de 19,7 tiges/m²) se confirme et est même accentué en 2013. La densité de tiges a particulièrement diminué au sein de la zone d'érosion (-6 unités par rapport aux données 2007). Il faut garder à l'esprit que les écarts-types sont très importants pour l'ensemble des moyennes données ci-dessus.

	Zone d'accumulation	Zone d'érosion	Zones cumulées
Été 2007	34,7	26,0	31,8
Été 2013 (nouveaux quadrats inclus)	33,2	19,7	28,5
Été 2013 (nouveaux quadrats exclus)	33,7	20,5	29,6

Illustration 6: Comparaison des moyennes de densité de tiges par zones ; années 2007-2013

LA FAIBLE DENSITÉ DE TIGES AU SEIN DES ROSELIÈRES DU LAC D'ANNECY, TOUTES ZONES CONFONDUES, RESTE UN CONSTAT FORT, COMME ON PEUT LE VOIR SUR LES DEUX DIAGRAMMES SUIVANTS QUI MONTRENT L'ÉVOLUTION DE LA RÉPARTITION DES CLASSES DE DENSITÉ ENTRE 2007 ET 2013 POUR LES 81 QUADRATS COMMUNS.

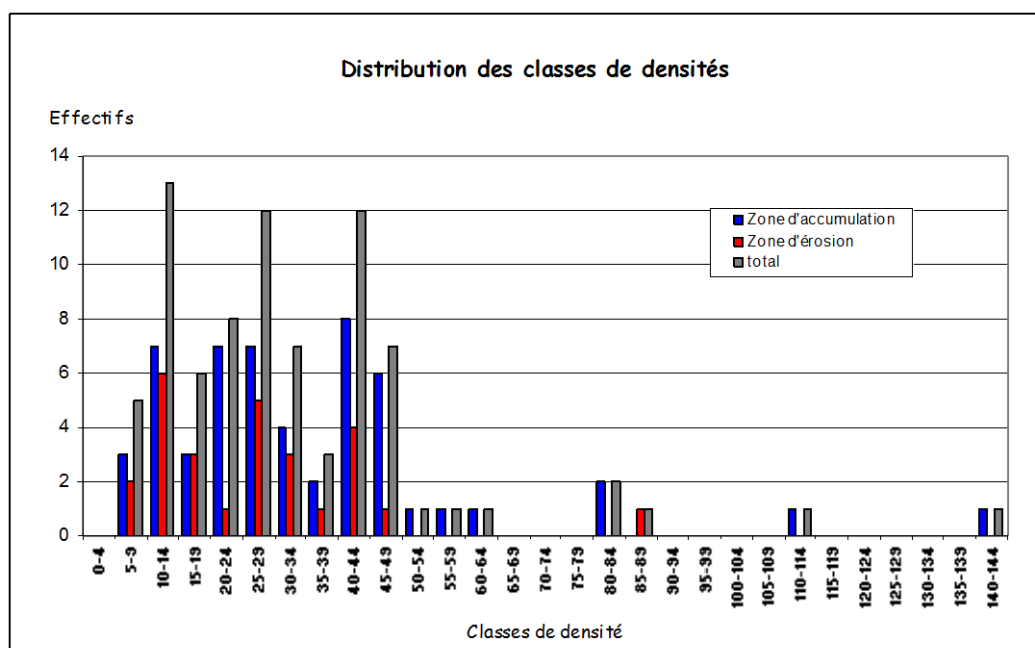


Illustration 7: Distribution des classes de densités données 2007 (81 quadrats)

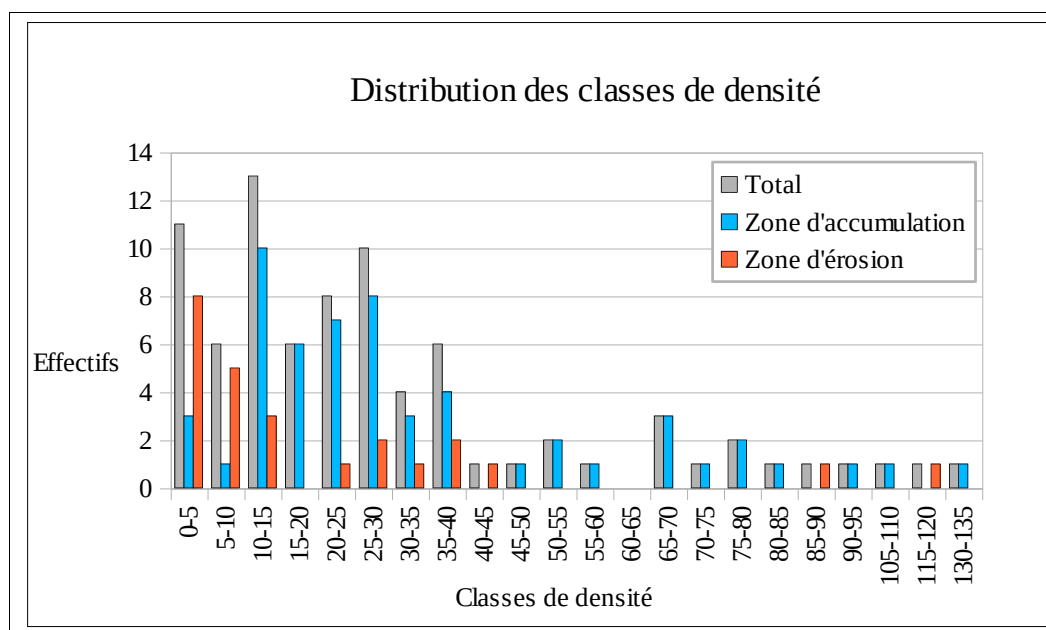


Illustration 8: Distribution des classes de densités données 2013 (81 quadrats)

Le diagramme suivant présente la distribution des classes de densité pour l'ensemble des 114 quadrats étudiés en 2013. Il fait bien apparaître que les quadrats situés en zone d'érosion présentent les classes de densité de tiges les plus faibles. L'ajout des 33 nouveaux quadrats étudiés en 2013 au 81 quadrats déjà étudiés en 2007 ne modifie que très peu la distribution des classes de densités.

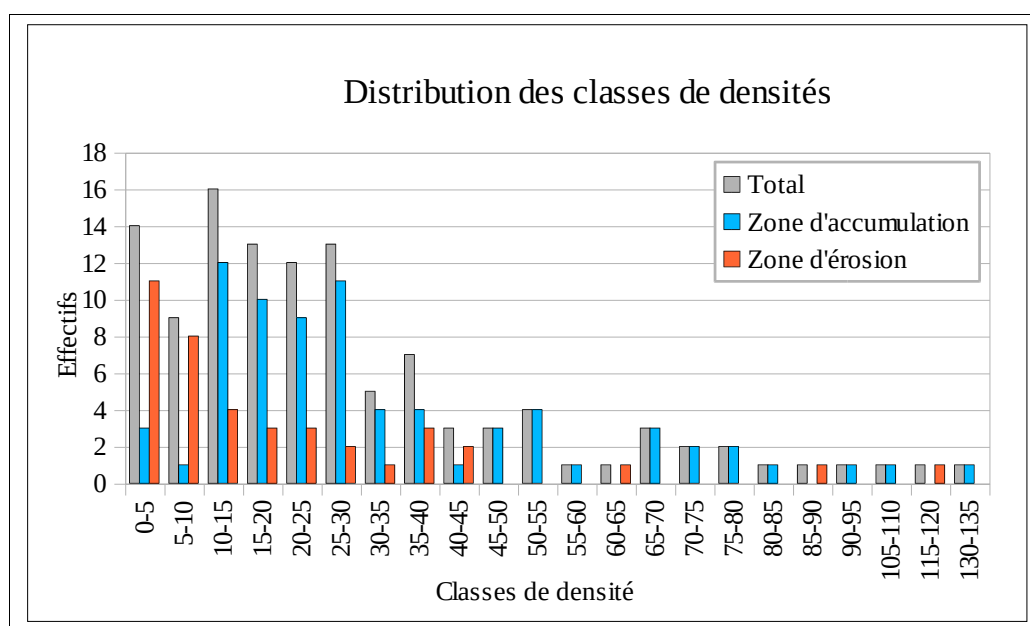


Illustration 9: Distribution des classes de densités données 2013 (114 quadrats)

L'analyse croisée des moyennes de densité en fonction de la localisation et du statut d'évolution des quadrats apporte quelques notions sur la physionomie des roselières du lac d'Annecy.

En zone d'accumulation, les quadrats dont l'état est considéré comme stationnaire présentent une densité moyenne de tiges plus élevée que les quadrats considérés comme dégénéréscent (8,8 points d'écart). Les quadrats dont l'état est considéré comme régénéréscent présentent une densité moyenne de tiges supérieure aux secteurs stationnaires, mais le faible effectif de quadrats régénéréscent (8 quadrats) et l'écart type très important tendent à nuancer ce constat.

En zone d'érosion, la densité moyenne de tiges dans les secteurs stationnaires est également supérieure à celle des secteurs dégénéréscent. L'écart type, plus important pour la zone stationnaire, indique une plus grande variabilité de la densité de tiges dans cette zone. Ainsi, cet important écart type, ajouté à l'effectif très faible de quadrats en zone stationnaire (7 quadrats contre 27 quadrats en zone dégénéréscente), nuance ce constat.

	Zone d'accumulation (74 quadrats)			Zone d'érosion (40 quadrats)			Zones cumulées (114 quadrats)		
	Zone stationnaire (40 quadrats)	Zone dégénéréscente (26 quadrats)	Zone régénéréscente (8 quadrats)	Zone stationnaire (7 quadrats)	Zone dégénéréscente (27 quadrats)	Zone régénéréscente (6 quadrats)	Zone stationnaire (47 quadrats)	Zone dégénéréscente (53 quadrats)	Zone régénéréscente (14 quadrats)
Moyenne densités de tiges	35,8	27,0	40,9	30,3	17,4	17,7	35,0	22,1	30,9
Écart type	23,6	21,8	39,2	39,5	21,5	13,2	26,0	22,0	32,2
Moyenne densités de tiges	33,2			19,7			28,5		
Écart type	25,1			24,4			25,6		

Illustration 10: Moyennes et écarts-types du paramètre densité par localisation et évolution des quadrats

L'analyse des résultats du paramètre « densité de tiges » pour les 114 quadrats étudiés en 2013 aboutissent à des conclusions similaires à celles apportées lors de l'étude 2007 et ce, malgré la prise en compte de 33 quadrats supplémentaires, à savoir :

- * les densités moyennes de tiges restent très basses au regard de ce qui est mesuré habituellement sur les roselières lacustres d'autres lacs (SAGE, 2007). Ce constat semble même s'être accentué depuis 2007, la densité moyenne de tiges étant inférieure en 2013 ;
- * sur l'ensemble des roselières échantillonnées, comme en 2007, la densité de tiges par quadrat est très variable et nettement hétérogène à l'intérieur d'un même type de localisation (les écarts types sont importants).

La distribution des classes de densité est largement décalée vers les classes les moins denses surtout en zone d'accumulation. Ce phénomène traduit une dégradation de l'état des roselières, notamment en zone d'accumulation (la zone d'érosion présentant habituellement une densité plus faible de tiges que la zone d'accumulation).

CLASSES D'INFLORESCENCE

L'analyse de la distribution des classes d'inflorescence pour l'ensemble des roselières du lac d'Annecy ou par zones au sein des roselières confirme un état largement dégradé.

Moins d'un tiers (29 %) des quadrats étudiés sur l'ensemble du lac présente un taux d'inflorescence supérieur à 50 %. Ce constat est logiquement plus marqué si on considère les quadrats situés en zone d'érosion (seulement 12,5 %) et moins marqué pour ceux situés en zone d'accumulation (moins de 39%).

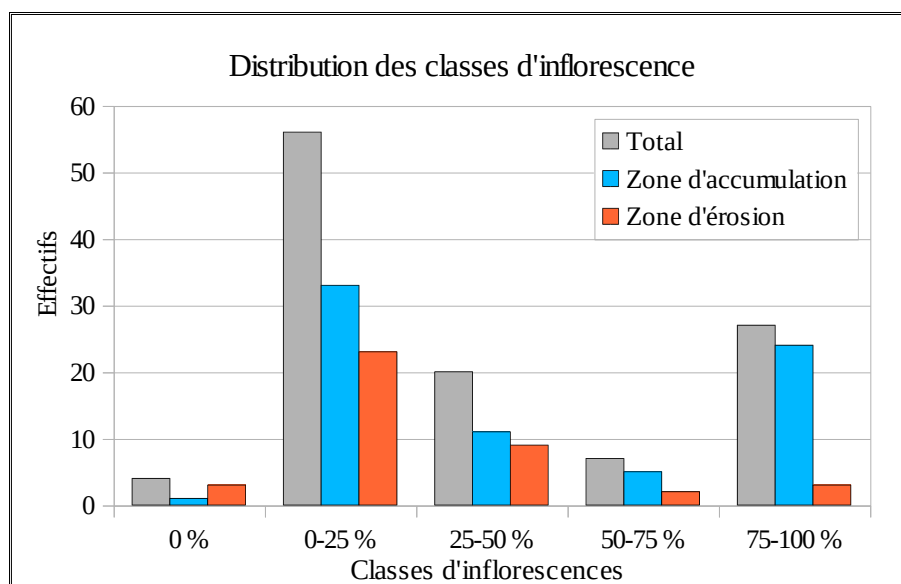


Illustration 11: Distribution des classes d'inflorescences entre la zone d'accumulation et la zone d'érosion - données 2013

L'analyse de la distribution des classes d'inflorescence par statut estimé d'évolution au sein des zones d'accumulation ou d'érosion fait clairement apparaître que, dans les deux zones, les quadrats qualifiés de dégénératifs présentent pour une très large majorité des classes d'inflorescence très faibles.

DANS CES SECTEURS DIT DÉGÉNÉRESCENTS, LES ROSEAUX NE PARVIENNENT PAS À MATURITÉ ET NE SONT DONC PAS FERTILES. CE CONSTAT EST LE MÊME POUR LES QUADRATS CONSIDÉRÉS COMME RÉGÉNÉRESCENTS, DONC EN PHASE DE RECONQUÊTE DE SURFACE. DANS CES SECTEURS, LES ROSEAUX FAVORISENT D'AUTRES STRATÉGIES PHYSIOLOGIQUES, COMME LA MISE EN PLACE DE RHIZOMES COLONISATEURS.

On constate également que les meilleurs taux d'inflorescence sont observés au sein des quadrats considérés comme stationnaires et situés dans la zone d'accumulation. Il s'agit souvent des zones situées au cœur des roselières ou à proximité de la rive, dans des roselières connectées à des roselières terrestres et bénéficiant d'une taille suffisamment conséquente pour abriter et pérenniser ces zones, notamment par transferts nutritifs via les rhizomes.

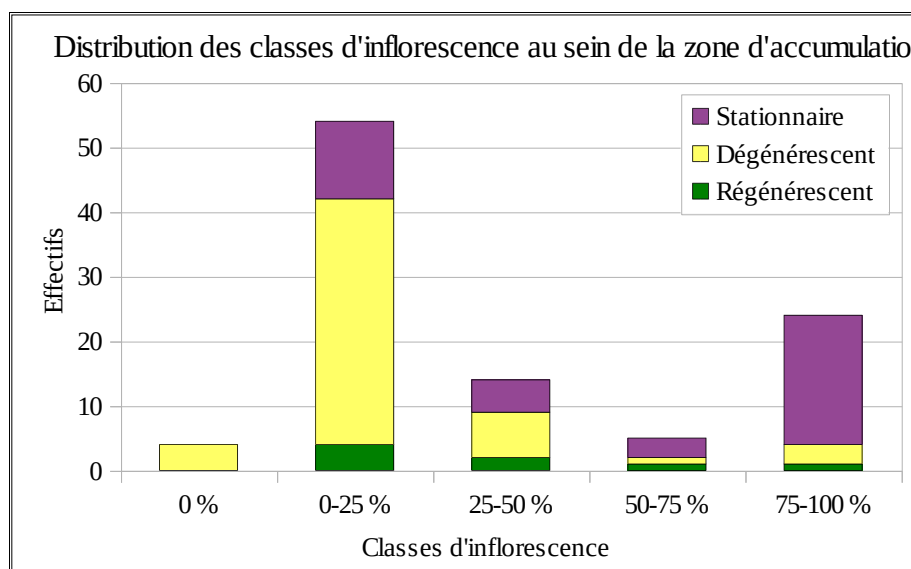


Illustration 12: Distribution des classes d'inflorescence au sein de la zone d'accumulation

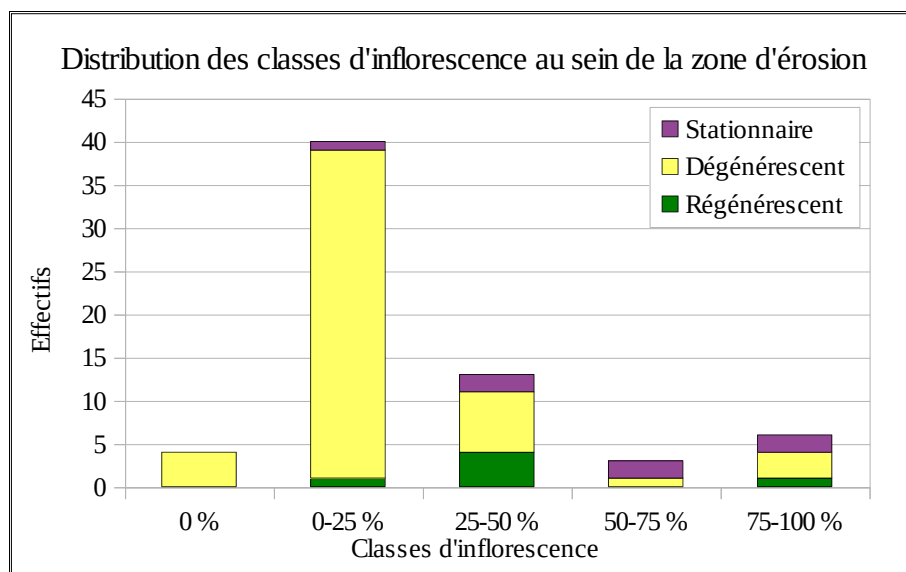


Illustration 13: Distribution des classes d'inflorescence au sein de la zone d'érosion

HAUTEURS MOYENNES DES TIGES

Les moyennes de hauteurs de tiges observées en 2013 sont particulièrement basses sur le lac d'Annecy. Le même constat avait déjà été effectué lors de l'étude réalisée en 2007 mais ce phénomène semble clairement s'être accentué. A l'instar des autres paramètres étudiés, l'étude du paramètre « hauteur des tiges » permet de montrer l'état dégradé des roselières à l'échelle du lac d'Annecy.

Deux principaux biais pourraient toutefois fausser cette comparaison :

- ✱ l'ajout de quadrats complémentaires lors de l'étude 2013 ;
- ✱ une différence de conditions climatiques (incidences sur le démarrage et la courbe de croissance des végétaux – Cf. §).

	Zone d'accumulation	Zone d'érosion	Zones cumulées
Été 2007	217,0	129,0	187,0
Été 2013 (nouveaux quadrats inclus)	160,3	94,1	138,0
Été 2013 (nouveaux quadrats exclus)	173,3	101,5	152,1

Illustration 14: comparaison des moyennes et écart types du paramètre hauteur de tige (en cm) années 2007 / 2013

En ne prenant en compte que les 81 quadrats communs aux 2 études, la hauteur moyenne des tiges est plus faible en 2013 qu'en 2007. L'ajout de 33 quadrats complémentaires ne fait que confirmer ce constat établi, en diminuant encore significativement la hauteur moyenne des tiges.

	Zone d'accumulation (74 quadrats)			Zone d'érosion (40 quadrats)			Zones cumulées (114 quadrats)		
	Zone stationnaire (40 quadrats)	Zone dégénércente (26 quadrats)	Zone régénércente (8 quadrats)	Zone stationnaire (7 quadrats)	Zone dégénércente (27 quadrats)	Zone régénércente (6 quadrats)	Zone stationnaire (47 quadrats)	Zone dégénércente (53 quadrats)	Zone régénércente (14 quadrats)
Hauteur moyenne des tiges	182,7	128,5	134,6	138,7	133,7	71,2	176,1	130,7	103,5
Écart type	68,0	44,5	64,3	43,5	57,8	42,7	66,4	48,6	63,0
Hauteur moyenne des tiges	160,3			94,1			138,0		
Écart type	68,5			54,2			71,1		

Illustration 15: Moyennes et écarts-types du paramètre hauteur de tige par localisation et évolution des quadrats

L'analyse de la distribution des classes de hauteur mesurée par statut estimé d'évolution au sein des zones d'accumulation ou d'érosion laisse apparaître que les quadrats dont l'état est considéré comme dégénércent ou au contraire régénércent présentent les classes de hauteur les plus faibles.

On constate également que les quadrats présentant les hauteurs moyennes les plus importantes sont concentrés au sein des quadrats considérés comme stationnaires et situés dans la zone d'accumulation, même si une large amplitude des hauteurs moyennes est constatée.

Les mêmes hypothèses en terme de physiologie de la roselière que pour le paramètre classe d'inflorescence peuvent être émises. Les meilleures conditions de croissance sont souvent réunies au sein des zones situées au cœur ou à proximité de la rive, dans les roselières connectées à des roselières terrestres et bénéficiant d'une taille suffisamment conséquente pour abriter et pérenniser ces zones.

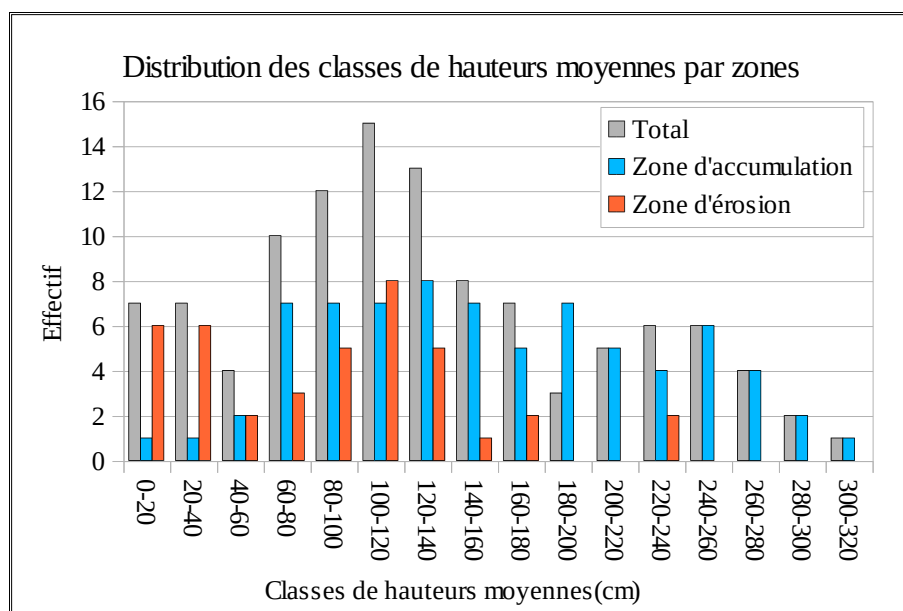


Illustration 16: Distribution des classes de hauteurs moyennes par zone ; données 2013

En zone d'accumulation, les quadrats sont répartis de façon relativement homogène au sein des classes de hauteurs moyennes comprises entre 60 et 280 cm : on compte en effet entre 4 et 8 quadrats au sein des différentes classes. Par contre, peu de quadrats présentent des hauteurs moyennes supérieures à 280 cm ou inférieures à 60 cm.

En zone d'érosion, la majorité des quadrats sont représentés par des hauteurs moyennes inférieures à 140 cm. On observe notamment 12 quadrats dans les classes de hauteurs moyennes inférieures à 40 cm contre seulement 2 quadrats dans ces mêmes classes en zone d'accumulation. Seulement 5 quadrats montrent des hauteurs moyennes supérieures à 140 cm :

- ⤴ 1 quadrat au sein de la classe 140 – 160 cm ;
- ⤴ 2 quadrats au sein de la classe 160 – 180 cm ;
- ⤴ 2 quadrats au sein de la classe 220 – 240 cm.

L'analyse de la distribution des classes de hauteurs moyennes par localisation fait clairement apparaître que les quadrats réalisés en zone d'érosion présentent globalement des hauteurs moyennes nettement inférieures aux quadrats réalisés en zone d'accumulation.

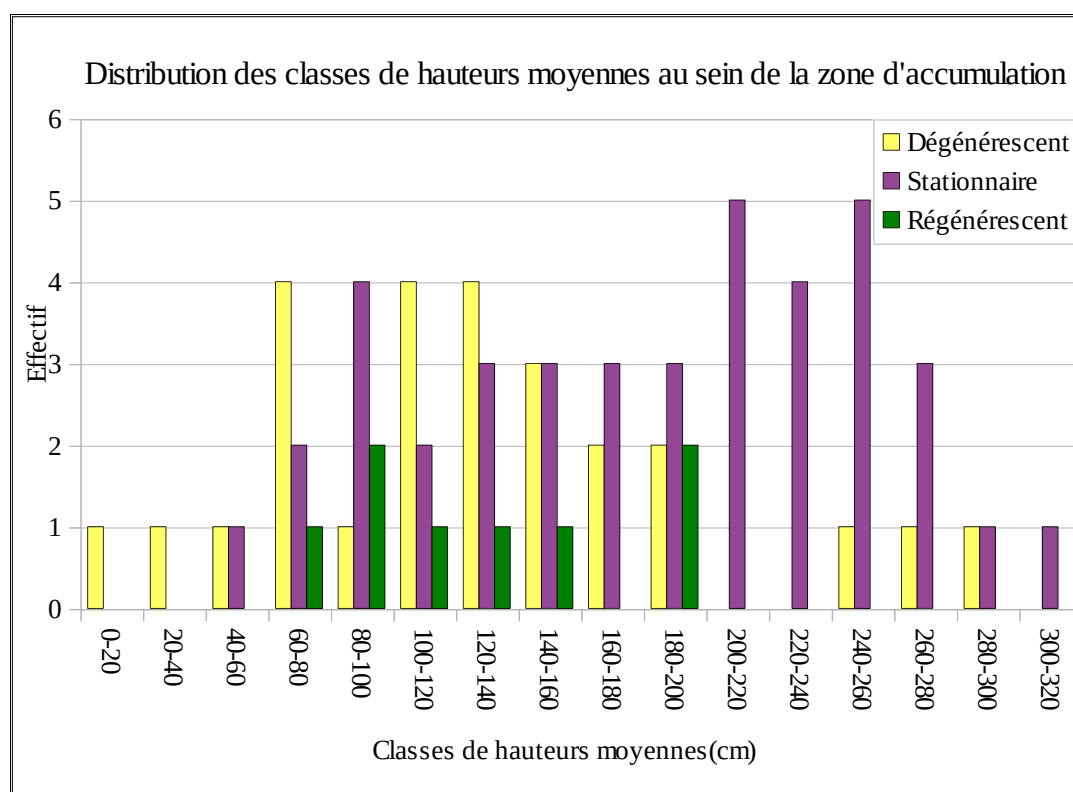


Illustration 17: Distribution des classes de hauteurs moyennes par évolution au sein de la zone d'accumulation ; données 2013

En zone d'accumulation, les quadrats dont l'état est considéré comme stationnaire présentent des hauteurs moyennes globalement plus élevées que les quadrats considérés comme dégénérés. En effet, près de la moitié des quadrats « état stationnaire » présente des hauteurs moyennes supérieures à 200 cm alors que la quasi intégralité des quadrats « état dégénéréscant » (hormis 3 quadrats) expose des hauteurs moyennes inférieures à ce même seuil de 200 cm. Les quadrats dont l'état est considéré comme régénéréscent montrent des hauteurs moyennes comprises entre 60 et 200 cm, soulignant leur non représentation dans les classes de hauteurs très faibles et élevées. Rappelons cependant le faible effectif des quadrats « état régénéréscent ».

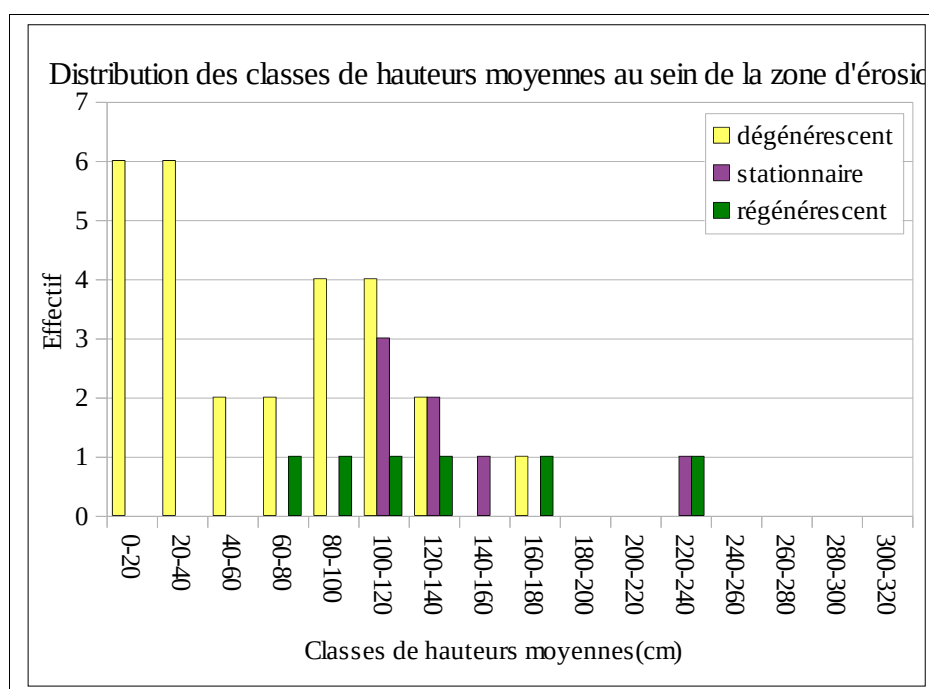


Illustration 18: Distribution des classes de hauteurs moyennes par évolution au sein de la zone d'érosion ; données 2013

En zone d'érosion, le constat est le même que celui émis en zone d'accumulation, à savoir que les quadrats dont l'état est considéré comme stationnaire présentent des hauteurs moyennes globalement plus élevées que les quadrats considérés comme dégenérescents. L'ensemble des quadrats « état stationnaire » présente des hauteurs moyennes supérieures à 100 cm alors que la quasi intégralité des quadrats « état dégenérescent » (hormis 1 quadrat) expose des hauteurs moyennes inférieures à 140 cm (20 quadrats présentent des hauteurs de tige inférieures à 100 cm). Les effectifs des classes 0-20 cm et 20-40 cm sont particulièrement élevés au sein des quadrats « état dégenérescent ». Les quadrats dont l'état est considéré comme régénérescent montrent des hauteurs moyennes, comprises entre 60 et 240 cm, relativement similaires à celles des quadrats dont l'état est considéré comme stationnaire. Il apparaît donc que la hauteur moyenne des tiges de roseaux est très représentative de l'état global de la roselière.

ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

Une commande complémentaire au diagnostic réalisé lors de l'été 2007 et portant sur un certain nombre d'analyses sur la matrice sédiment a été effectuée lors de l'été 2009.

Les analyses alors concernées portent sur 23 points pour les analyses de type A effectuées sur la partie superficielle du sédiment (5 premiers centimètres) et 8 points pour les analyse de type B portant sur la partie plus profonde du sédiment (à 50 cm de profondeur, à proximité des rhizomes de roseau).

Le programme analytique était le suivant :

- * type A granulométrie - potentiel d'oxydoréduction - carbone organique;
- * type B granulométrie - potentiel d'oxydoréduction - carbone organique – orthophosphates - micropolluants minéraux et organiques.

Une seule campagne par point a été menée. L'ensemble des prélèvements a été réalisé en utilisant un carottier et/ou une benne Van Veen, et acheminé au laboratoire Carso LSEHL de Lyon.

Lors de la présente étude, un certains nombre de ces mesures et analyses ont été reconduites afin de pouvoir mettre en évidence une éventuelle évolution de cette matrice :

- * granulométrie ;
- * potentiel d'oxydoréduction mesuré in situ ;
- * carbone organique total.

Un premier suivi de la résistance des substrats est également mis dans le cadre de la présente étude à l'aide de test au pénétromètre.

On présente dans le tableau 5.14 une comparaison des moyennes et écart-types pour les paramètres analysés lors des deux études sur 25 points de prélèvements répartis au sein de 5 grands secteurs de roselières :

- * Albigny ;
- * Avollions ;
- * Marais de l'Enfer ;
- * Sentier des Roselières ;
- * Bout du Lac.

TRAITEMENT DES DONNÉES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

En 2013, le points sédiment n°15 n'a pas été échantillonné en raison de l'importance du tissu racinaire tapissant le substrat et de l'absence d'une couche de sédiments superficiel.

	Moyenne	Écart-type
Nombre de prélèvement	25	
Données physiques		
Sables : 2009	82,0 %	17,2 %
Sables : 2013	82,1 %	19,6 %
Évolution 2009 / 2013	0,2 %	
Limons : 2009	13,6 %	13,7 %
Limons : 2013	14,6 %	17,8 %
Évolution 2009 / 2013	1,0 %	
Argiles : 2009	4,4 %	3,7 %
Argiles : 2013	3,2 %	2,2 %
Évolution 2009 / 2013	-1,2 %	
Z pénétrée (cm) - 2013	8,3	8,6
Données physico-chimiques		
Pot. Redox (mV) : 2009	-80,3	122,2
Pot. Redox (mV) : 2013	75,5	89,5
	155,8	
Carbone organique (en g/kg) : 2009	10,1	5,0
Carbone organique (en g/kg) : 2013	19,0	14,3

Illustration 19: tableau récapitulatif et comparatif des analyses sur sédiments pour les études 2009 et 2013

ON PRÉSENTE CI-DESSOUS LES PRINCIPALES INFORMATIONS ISSUES DE L'ANALYSE DE CE TABLEAU COMPARATIF :

- LES MOYENNES OBSERVÉES SUR LES 25 PRÉLÈVEMENTS NE METTENT PAS EN ÉVIDENCE DE CHANGEMENTS DE STRUCTURE POUR LE PARAMÈTRE GRANULOMÉTRIE TOUTS SECTEURS CONFONDUS ENTRE LES ÉTUDES 2009 ET 2013.
- L'ÉTUDE DES DONNÉES PHYSICOCHIMIQUES MONTRE DE PLUS AMPLES ÉVOLUTIONS LORS DE CETTE PÉRIODE.

La concentration en carbone organique a doublé en l'espace de 4 ans tous secteurs confondus. Ce résultat surprenant est difficile à interpréter. Cette concentration est très variable en fonction de la présence en plus ou moins grande quantité de matériel organique frais dans le prélèvement. Des conditions météorologiques peu clémentes peuvent remobiliser de la matière organique (vent, fortes pluies,...).

Le potentiel d'oxydoréduction moyen a également augmenté. Une partie de cette augmentation peut sûrement être expliquée par un léger biais expérimental. En effet, les mesures lors de l'été 2009 ont été effectuées en surface dans une bassine alors qu'elles ont été réalisées in situ, au sein des 5 premiers centimètres de sédiments lors de l'été 2013. Cependant, l'écart est significatif et une évolution est bien observée.

TRAITEMENT DES DONNÉES MICROPOLLUANTS MINÉRAUX ET ORGANIQUES

On apporte dans le tableau 16 un traitement SEQ-Eau v2 des concentrations en micropolluants minéraux dans la matrice sédiment. Les altérations de la qualité sont traduites en indices de qualité. Cette dernière est subdivisée de manière égale en 5 classes :

Classe de qualité
Très bonne
Bonne
Passable
Mauvaise
Très mauvaise

Ces prélèvements ont eu lieu lors de l'été 2009. Les éléments Étain et Fer sur la matrice sédiment ne sont pas traités par le SEQ'Eau v2

		Albigny		Avallions	Marais de l'Enfer		Sentier des Roselières	Bout du Lac	
Cadmium total	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chrome total	mg/kg MS	87,2	22,8	5,2	68,6	71,1	56,3	7,6	9,6
Cuivre total	mg/kg MS	<5	<5	<5,2	<5	<4,8	<5,1	<5	<5
Mercurure total	mg/kg MS	0,025	<0,025	<0,026	<0,025	0,029	<0,026	<0,025	<0,025
Plomb total	mg/kg MS	5,5	<5	<5,2	<5	<4,8	<5,1	<5	5,5
Zinc total	mg/kg MS	<5	15,4	<5,2	12,5	13,1	23,5	21,7	28,7
Étain total	mg/kg MS	32,1	17,8	<5,2	31	31	27,6	15,1	26,1
Fer total	mg/kg MS	13435	6641	1520	9011	9047	7679	7000	10257

Illustration 20: traitement SEQ'Eau V2 des concentrations en micropolluants minéraux au sein des sédiments ; données 2009

Seul l'élément Chrome total présente des concentrations suffisamment élevées pour qualifier de passable la qualité du sédiment. On précise ici que les micropolluants minéraux peuvent être toxiques pour les êtres vivants (compartiment animal plus particulièrement).

		PC1 *	PC2	PC3	PC5	PC12	PC15	PC20	PC23
Localisation		Albigny		Avollions	Marais Enf.		Sentier des Roselières	Bout du Lac	
	Unités								
Carbone organique	g/kg MS	5,3	<5	11,3	7	<5	8,4	9,7	16,1
Orthophosphates	mg/l MB	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
HAP									
Acénaphtylène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranthène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(b)Fluoranthène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(k)Fluoranthène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(a)Pyrène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo(ghi)Pérylène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indeno(123-cd)Pyrène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Anthracène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acénaphène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Chrysène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dibenzo(ah)Anthracène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluorène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Naphtalène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Pyrène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Phénanthrène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	19	23
Benzo(a)Anthracène	µg/kg MS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB									
PCB 28	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PCB 52	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PCB 101	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PCB 118	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PCB 138	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PCB 153	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PCB 180	µg/kg MS	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Illustration 21: Liste des substances analysées et concentrations mesurées sur les prélèvements de type B (hors micropolluants minéraux), données 2009 (*Point contact).

Les éléments orthophosphates ainsi que les PCB et HAP ont également été recherchés lors de l'été 2009. Seul le HAP « phénanthrène » (avec une concentration moyenne de 21 µg/kg de matière sèche), un résidu de combustion des carburants, a été détecté dans le secteur du Bout du Lac, certainement en lien avec l'affluence de bateaux de plaisance et l'orientation Nord-Sud des vents dominants. Toutefois, on observe que cet élément, bien que détecté, reste en très faible concentration, à la limite du seuil de détection des appareils analytique.

L'analyse des données physicochimiques acquises sur la matrice sédiment exclut la présence de pollutions significatives pouvant entraîner de fortes perturbations physiologiques à court terme du compartiment végétal sur le lac d'Annecy. Toutefois, il est admis en écotoxicologie qu'à long terme, l'accumulation de certains toxiques dans le végétal peut induire des perturbations.

CONDITIONS CLIMATIQUES PARTICULIÈRES À L'ANNÉE 2013

Les conditions du printemps 2013 à Annecy étaient peu clémentes pour la végétation. Afin d'affiner nos comparaisons entre les diagnostics 2007 et 2013, nous proposons les graphes suivants détaillant

l'évolution des principaux paramètres météorologiques et de la température de l'eau pour les années 2007, 2012 et 2013. Les valeurs normales pour cette période sont aussi présentées. Enfin, les valeurs de l'année 2012, non concernées par une étude diagnostique, sont étudiées en raison des capacités du Roseau commun à stocker des réserves d'amidon dans ces rhizomes d'une année sur l'autre. La météorologie notamment de l'année N-1 a un impact sur la réserve de nutriments utilisables pour l'année N.

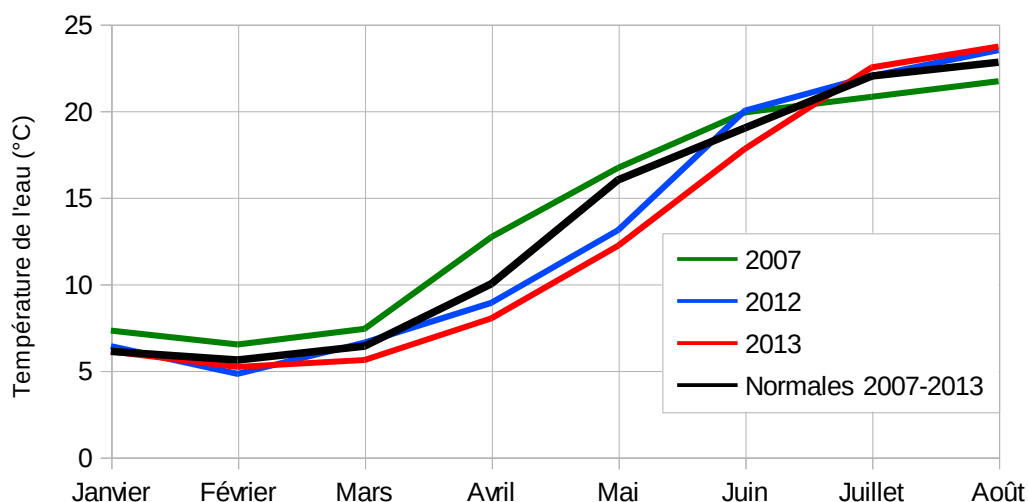


Illustration 22: Comparaison inter annuelle de la température moyenne mensuelle de l'eau dans le secteur d'Albigny-Imperial

Les températures moyennes mensuelles lors des printemps 2012 et 2013 sont bien inférieures aux normales 2007-2013. Au contraire, hiver et printemps 2007 sont plus chauds que la moyenne sur cette période.

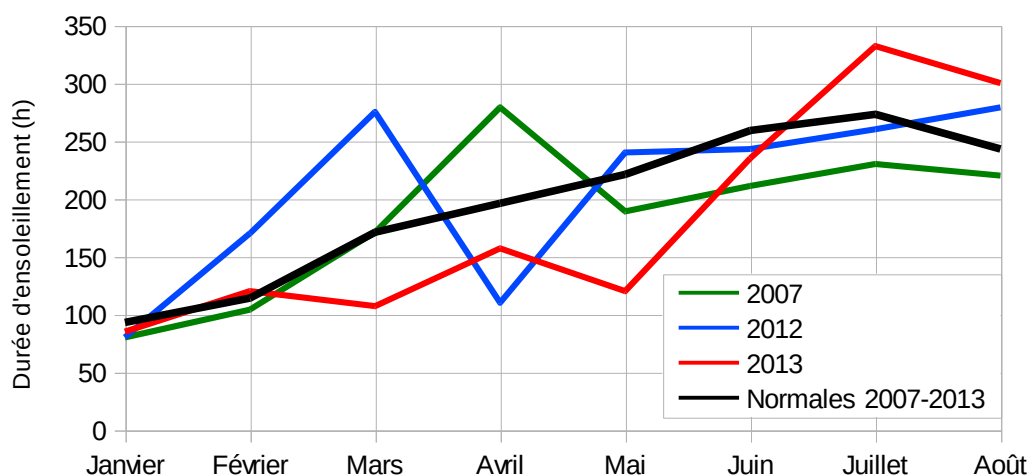


Illustration 23: Comparaison inter annuelle de la durée d'ensoleillement moyenne mensuelle dans le secteur d'Albigny-Imperial

La durée d'ensoleillement est effectivement plus faible au printemps 2013 que lors des printemps 2007 et 2012. L'été 2013 est cependant exceptionnellement ensoleillé.

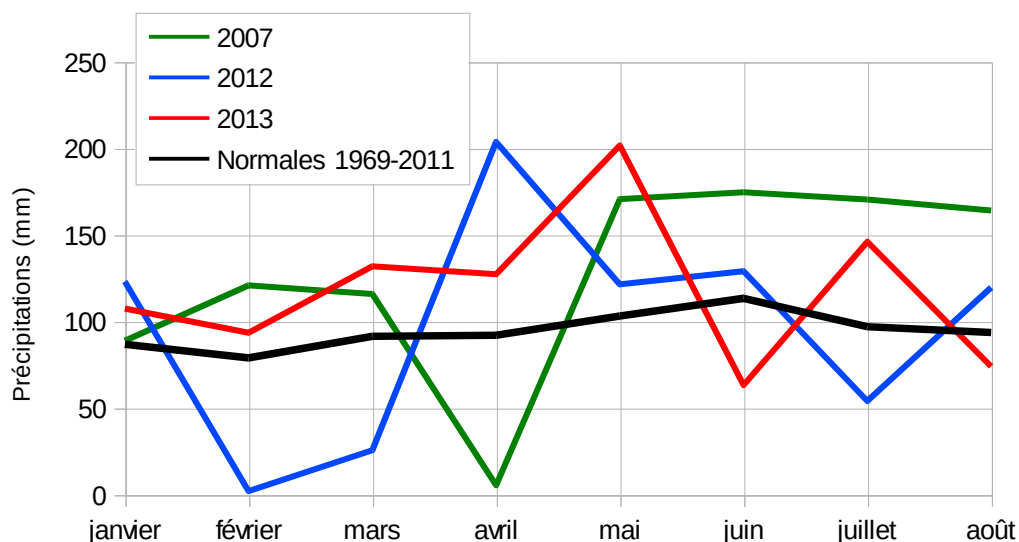


Illustration 24: Comparaison inter annuelle des précipitations moyennes mensuelles dans le secteur d'Albigny-Imperial

Le printemps et l'été 2013 ont été globalement pluvieux, les valeurs observées sont supérieures aux moyennes mensuelles 1969-2011.

En l'absence de données intermédiaires sur les paramètres hauteur, diamètre, densité et fertilité entre les études 2007-2009 et 2013, il est difficile de conclure soit à une baisse graduelle de ces moyennes, soit à un phénomène isolé marqué en 2013. On peut toutefois constater que les conditions météorologiques des printemps et été 2012 n'ont pas permis de constituer d'importantes réserves de nutriments pour la saison végétative 2013.

L'acquisition de données écologiques sur les roseaux d'autres lacs ayant souffert des mêmes conditions climatiques permettrait de confirmer les évolutions observées sur le lac d'Annecy, notamment la baisse du paramètre hauteur de tiges, indicateur essentielle de la bonne santé des roselières.

- CHAPITRE 3 : DIAGNOSTIC DES SECTEURS -

Remarques

Il s'agit ici d'établir un bilan de l'état des roselières sur les secteurs qui ont fait l'objet d'investigations lors de l'été 2013. Ce bilan est réalisé à l'image de ceux réalisés pour les formations de type roselière déjà suivies lors des étés 2007 et 2009. Même si le nombre de quadrats et de transects prospectés devient conséquent, il n'a pas permis de couvrir la totalité des roselières.

Les détails des différents relevés sont contenus dans les fiches « transects » et « quadrats » fournies dans le rapport "annexes".

Certains secteurs non couverts par des investigations transects et quadrats méritent toutefois que leurs évolutions sur la période 2007 – 2013 soient commentées :

- le secteur situé à l'Est de la plage de Saint-Jorioz a vu sa superficie diminuer de manière très importante. On constate également un morcellement de ses roselières. La pression anthropique est ici vraiment importante. Ces quelques patches de roselières semblent condamnés ;



- les roselières situées directement au Sud des Avollions sont également dans un état de dégradation avancé (à l'image des roselières du secteur des Avollions). Leurs superficies diminuent et les formations en îlot de régression sont toujours bien présentes.



Illustration 25: Extrait de la cartographie des formations végétales de type roselière : secteur au sud des Avollions



Illustration 26: Roselières au Sud du secteur des Avollions

- la rive Est est très peu colonisée par les formations de type roselière. Seuls quelques « patches » sont présents entre Annecy-le-Vieux et le Roc de Chère pour une superficie totale de 1050 m². Ces formations sont principalement composées de fines bandes de scirpes, espèces mieux adaptées aux profils pentus de la rive Est. Il faut également préciser que la pression résidentielle est globalement plus marquée sur cette rive du lac (à l'exception des falaises du Roc de Chère).



Illustration 27: extrait de la cartographie des formations végétales : rive Est

SECTEUR D'ALBIGNY : TRANSECT T1 (ANNECY-LE-VIEUX)

Cette petite roselière large d'une dizaine de mètres est située à l'Est du secteur d'Albigny dans un contexte hyper urbain. Elle se développe sur un substrat composé de graviers.

Les données acquises au sein de l'unique quadrat situé dans cette roselière montrent que cette formation présente des valeurs plus faibles que les moyennes observées sur l'ensemble du lac (une densité de tiges vivantes inférieure à 10 tiges / m², une hauteur moyenne de 130 cm et un diamètre moyen de l'ordre de 4,0 mm). Le pourcentage de tiges fertiles reste cependant relativement bon.

Le cortège végétal est très faible. La roselière est accompagnée de *Chara aspera* mais plus au large s'étendent deux autres espèces (*Chara aspera* et l'algue verte filamenteuse *Spirogyra sp.*).

La roselière est soumise à de fortes pressions, notamment en raison de la proximité d'amarrages de bateaux d'une société de location pour loisirs nautiques. Les observations effectuées concluent à un état dégradé de la roselière.

EN COMPARAISON AVEC LES RELEVÉS EFFECTUÉS EN 2007, ON CONSTATE QUE DEUX PARTIES RELICTUELLES SE SONT JOINTES. A CONTRARIO, UNE RÉGRESSION DE LA SURFACE EST CONSTATÉE À PROXIMITÉ IMMÉDIATE DES AMARRAGES DE BATEAUX.



Illustration 28: Embarcation à proximité de la roselière

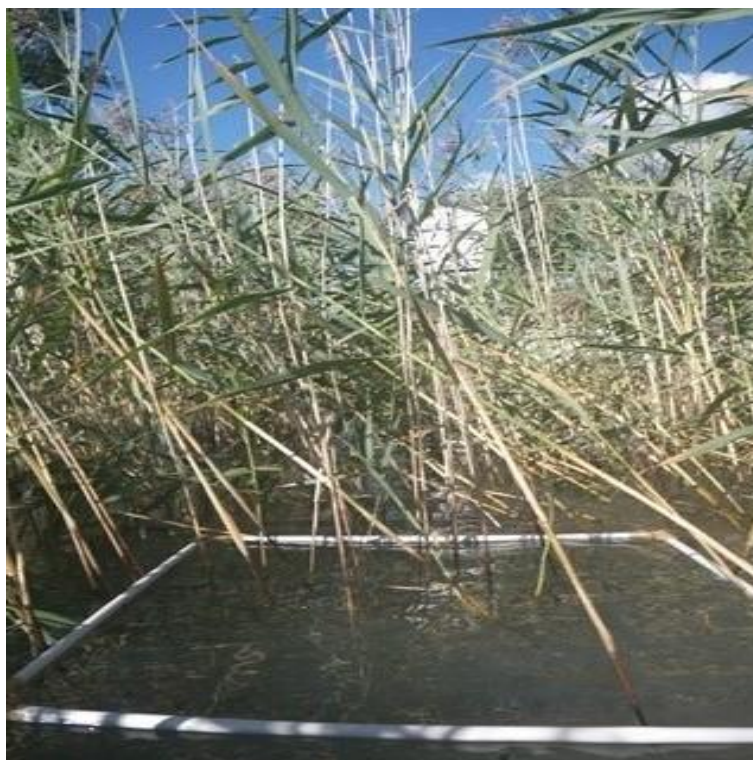


Illustration 29: Aperçu de la roselière depuis le quadrat TQ1A



Illustration 30: Vue sur la roselière T1

SECTEUR D'ALBIGNY : RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION DE LA ROSELIÈRE D'ANNECY-LE-VIEUX

Rappel des actions de restauration de la roselière d'Annecy le Vieux

Dans le cadre des mesures compensatoires relatives à l'aménagement du port d'Annecy-le-Vieux, la commune a engagé entre 1999 et 2001 une action de restauration et de suivi de la roselière d'Albigny.

Pour stabiliser les sédiments et permettre une recolonisation par les végétaux aquatiques l'expérimentation a consisté d'une part à agir sur la houle et d'autre part à réaliser des plantations.

Pour cela, les opérations suivantes ont été menées :

- implantation de deux types d'ouvrage :

- un fascinage émergent à 20 cm au-dessus du niveau moyen des eaux disposé parallèlement au rivage

et destiné à protéger les plantations de Roseaux,

- un fascinage immergé à 50 cm au-dessous du plan d'eau moyen,

- plantations de quatre espèces de macrophytes qui étaient protégées de l'avifaune par 4 pieux en bois avec un grillage galvanisé :

- *Phragmites australis*,

- *Schoenoplectus lacustris*,

- *Nuphar lutea* et *Nymphaea alba*.

En outre, des plantations sans protection par un fascinage ont également été réalisées pour constituer un témoin.

Le suivi réalisé en 2001 a permis de constater les éléments suivants :

- la recolonisation est différente selon les espèces et la profondeur d'implantation,

- les zones de faibles profondeurs et protégées du battillage par une fascine regroupent les conditions optimales pour l'implantation du Phragmite,

- *Schoenoplectus lacustris* enregistre une bonne cinétique de développement à moyenne et grande profondeur,

- une mise en place au mois de juin semble nécessaire pour assurer un temps d'adaptation au milieu suffisant.

Précisons que les observations effectuées durant l'été 2007 confirment la tendance d'une recolonisation importante sur le secteur non seulement par les espèces susmentionnées (à l'exception de *Nymphaea alba*) mais aussi par un nombre important d'espèces immergées (Characées, Myriophylle, ...).

Source Étude SAGE, 2007.

ACTUELLEMENT CE SECTEUR BÉNÉFICIE D'ACTIONS DE RESTAURATION ET D'ENTRETIEN DE LA ROSELIÈRE :

- ✓ CURAGE EN BORDURE DE RIVE (LAISSANT EN PLACE UN CHENAL DE QUELQUES MÈTRES DE LARGE);

- ✓ UN FAUCARDAGE DE LA ROSELIÈRE TERRESTRE.

SECTEUR D'ALBIGNY : TRANSECT T2 (ANNECY-LE-VIEUX)

Il s'agit de la partie centrale du secteur d'Albigny. Cette roselière se développe sur une vingtaine de mètres de largeur et repose sur du sable et de nombreux débris organiques. Sa densité moyenne est faible avec 11 tiges vivantes par m² mais la hauteur moyenne et le diamètre moyen sont du même ordre de grandeur que les valeurs constatées sur l'ensemble du lac. Le taux de fertilité est relativement bon (entre 50 et 75 %).

Le cortège végétale au sein de la roselière est peu diversifié (*Potamogeton pectinatus*, *Chara contraria*). On constate des zones de mélange du *Phragmites australis* avec *Schoenoplectus lacustris*. Le scirpe est issu de plantations et se présente sous ses deux formes, émergée et immergée. Au large, on retrouve *Potamogeton pectinatus* et *Chara contraria*, ainsi que *Nitellopsis obtusa*.

ON NOTE DONC UN CHANGEMENT DE VÉGÉTATION DEPUIS 2007 AVEC LA DISPARITION DE SPYROGYRA SP. ET UNE DIMINUTION DU PÉRIPHYTON. LA SURFACE DE LA ROSELIÈRE SEMBLE AVOIR AUGMENTÉ LÉGÈREMENT, PRINCIPALEMENT VERS LA BERGE COMBLANT AINSI LA ZONE NON RECOUVERTE PAR DES ROSEAUX DÉCRITE EN 2007.

Le statut de cette roselière est considéré comme stationnaire.



Illustration 31: Vue sur la zone d'érosion T2

SECTEUR D'ALBIGNY : TRANSECTS T3-T4-T5 (ANNECY-LE-VIEUX)

Cette roselière comprend la majeure partie de la surface des roselières du secteur d'Albigny. Elle est située en arrière des pontons du port d'Annecy-le-Vieux et en avant d'un axe de transport largement fréquenté (route et piste cyclable). La roselière s'étend sur une trentaine de mètres. Le substrat est majoritairement composé de sable bien qu'il soit noté la présence d'une épaisse couche de vase à proximité de la rive. La grande majorité de sa surface présente les caractéristiques d'une zone d'accumulation (production de matière organique > export / consommation de matière organique).

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 9 quadrats présents révèle une grande hétérogénéité des paramètres étudiés, notamment densité et diamètre moyen des tiges. Les paramètres hauteur de tiges et classe d'inflorescence présentent un dégradé depuis la rive vers le large. Les moyennes brutes affichent des résultats plus élevées que pour l'ensemble du lac (on cite par exemple : hauteur moyenne 179 cm contre 138 ; densité 57 tiges/m² contre 28,5) et conformes avec les moyennes du secteur des roselières d'Albigny.

Ce secteur présente également une importante biodiversité d'espèces compagnes du *Phragmites australis* aussi bien au sein de la roselière *sensu stricto* qu'au large. Ces espèces compagnes sont réparties de manière très hétérogène au sein de la formation et de manière plus homogène au large.

On peut lister au sein de la roselière :

- *Lemna minor*,
- *Typha latifolia*,
- *Schoenoplectus lacustris* (sous ses deux formes),
- *Potamogeton pectinatus*,
- *Nuphar lutea*,

- *Nymphaea alba*,
- *Najas marina*,
- *Nitellopsis obtusa*,
- *Chaetophora* sp. ;
- *Chara contraria*,
- *Utricularia* sp. ;
- *Myriophyllum spicatum*,
- *Elodea canadensis* ;
- *Spirogyra* sp.,
- *Zannichellia palustris*.

On peut lister au large :

- *Potamogeton pectinatus*,
- *Spirogyra* sp.,
- *Zannichellia palustris*,
- *Nitellopsis obtusa*,
- *Najas marina*,
- *Elodea canadensis*
- *Myriophyllum spicatum*,

Les relevés floristiques ainsi que l'hétérogénéité des valeurs observées traduisent **une importante mosaïque de formations d'hélophytes typique à ce secteur (confirmée par la cartographie réalisée)**. De nombreuses trouées vierges d'hélophytes sont également observées.

Les formations composées d'un mélange de roseaux et de scirpes ayant pour origines des plantations anciennes sont maintenant bien installées en front de roselière, face au large. On remarque également que la dynamique de colonisation des scirpes semblent se faire au détriment des formations de roseaux strictes. La roselière dans sa partie centrale semble toujours être contenue en arrière des fascines implantées en 1999 et 2001.

La roselière n'est pas directement adossée contre la berge. Un chenal de 2 mètres de large est présent et permet un accès à la roselière en hiver pour faucher les roseaux. Ce chenal qui reste ouvert l'été en contrebas d'un secteur très fréquenté (zone piétonne / piste cyclable / route) accumule de nombreux déchets de petite taille.

EN COMPARAISON AVEC LES RELEVÉS EFFECTUÉS EN 2007, ON CONSTATE :

- DE GRANDS MOUVEMENTS DE FORMATIONS EN INTERNE (SURTOUT AU NIVEAU DE LA PARTIE CENTRAL T4 ; ANCIENNES PLANTATIONS) ;
- UNE LÉGÈRE AUGMENTATION DE LA SUPERFICIE (SURTOUT AU NIVEAU DE LA PARTIE OUEST T5) ;
- UN MAINTIEN DES ÎLOTS DE RÉGRESSION.

L'état général de la roselière est globalement stationnaire.



Illustration 32: Densité de tiges élevée et enchevêtrement

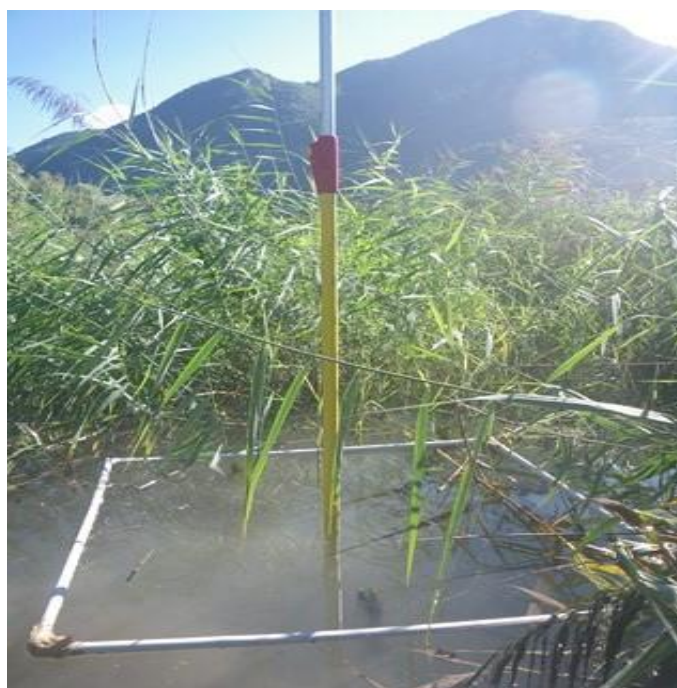


Illustration 33: Trouée le long de T5



Illustration 34: Vue aquatique le long de T5



Illustration 35: Densité de tiges élevée le long de T4



Illustration 36: Périphyton au niveau de la zone d'érosion de T3



Illustration 37: Bourgeon colonisateur à proximité du front de T3



Illustration 38: Tiges couchées en zone d'accumulation de T3



Illustration 39: Secteur T3-4-5 vue vers l'Ouest



Illustration 40: Secteur T3-4-5 vue vers l'Est

SECTEUR DES AVOLLIONS : TRANSECTS T6-T7-T8 (SÉVRIER)

Cette roselière de superficie moyenne (une longueur de 170 m pour une largeur de 30 m) est située dans un contexte fortement urbanisé et fréquenté. Elle jouxte une zone résidentielle et plusieurs pontons d'amarrage pour la navigation de plaisance. Une ceinture de pieux la protège de l'impact direct des embarcations mais en aucun cas de la houle générée par le vent et le batillage. Le substrat est très majoritairement composé d'une couche de vase pouvant être très épaisse à proximité de la rive.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 9 quadrats présents révèle une grande hétérogénéité des différents paramètres étudiés.

On peut cependant distinguer des comportements différents si on les traite transect par transect :

- Le transect T6 présente une faible densité de tiges de l'année (de 4 à 23 tiges/m²) avec une faible proportion de tiges fertiles (0-25 %). Les hauteurs de tiges restent également relativement faible ;
- Le transect T7 présente des résultats qui semblent meilleurs que d'autres secteurs avec une densité de tiges importante (de 30 à 70 tiges/m²), une hauteur moyenne élevée (de 244 à 286 cm) et une classe d'inflorescence très élevée (75 à 100 %). Les quadrats réalisés sont situés en partie ou intégralement au sein d'îlot de régression. Ces formations en touradon sont bien caractéristiques du secteur des Avollions mais les statistiques obtenues en leur sein sont moins significatives du secteur (elles augmentent les valeurs moyennes de ce transect) ;
- Le transect T8 présente une formation de roseaux plus homogène avec de faibles densités de tiges de l'année (de 13 à 26 tiges/m²), une proportion médiocre de tiges fertiles (25-50 %). La hauteur moyenne de tige reste assez variable (77 à 133 cm).

Le *Phragmites australis* de la roselière *sensu stricto* est accompagnée des espèces *Schoenoplectus lacustris*, *Chara aspera*, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris* et *Najas marina*. La biodiversité, ainsi que les abondances observées, sont relativement faibles dans le secteur des Avollions.

Les observations effectuées concluent à un état dégradé de la roselière puisque l'on peut noter la présence de nombreuses trouées et îlots de régression, associée à une transparence importante de la roselière (faible densité de tiges en dehors des îlots de régression). Globalement le parasitisme et la prédation avicole sont importants sur ce secteur. Seule la partie Sud de cette roselière, représentée par le transect T8, présente des signes de reconquête ou de régénérescence.

LA COMPARAISON AVEC LES RELEVÉS EFFECTUÉS EN 2007 PERMET DE CONSTATER UNE BAISSSE DE LA DENSITÉ MOYENNE DE TIGES ET DE LA HAUTEUR MOYENNE DE CES DERNIÈRES TANT AU NIVEAU DE LA ZONE D'ÉROSION QUE DE LA ZONE D'ACCUMULATION. LA BAISSSE DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES EN DEHORS DE CELLES COMPRISES DANS DES ÎLOTS DE RÉGRESSION EST ILLUSTRÉE LORS DE NOTRE PROSPECTION PAR LA PRÉSENCE DE TIGES MORTES DRESSÉES BIEN PLUS HAUT QUE LES TIGES DE L'ANNÉE EN COURS.

On constate également que la suppression d'un ponton entre la roselière étudiée ici et celle directement au Nord a permis la jonction de ces dernières. La présence des espèces *Schoenoplectus lacustris* et *Najas marina* a été constatée en 2013.



Été 2011 : avant la suppression du ponton



Automne 2013 : après suppression du ponton, constat d'une progression de la roselière.



Illustration 41: Transparence de la roselière au sein de T8



Illustration 42: Vue aquatique le long de T8



Illustration 43: Zone riveraine au niveau de T6-T7-T8



Illustration 44: îlot de régression



Illustration 45: Le secteur des Avollions

SECTEUR T9 (SÉVRIER)

Cette roselière de taille moyenne est située à proximité du port de Sevrier, dans une zone légèrement abritée du vent et de la houle par les pontons et jetées. Le substrat y est donc peu remanié et présente ainsi une belle épaisseur de vase. La zone d'accumulation est dominée à proximité de la rive par une roselière dense et haute accompagnée de *Typha latifolia* et par une roselière plus dégradée marquée par des îlots de régression à l'image de celle du secteur des Avollions. La zone d'érosion et la partie plus au large sont couvertes par une large nupharaie.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 3 quadrats présents révèle un très fort gradient décroissant depuis la rive vers le large pour les différents paramètres étudiés.

La zone d'accumulation dans sa partie proche de la rive présente une hauteur moyenne élevée (207 cm), une densité de tiges importante (105 tiges/m²) et un pourcentage de fertilité de ses tiges plus élevée (75-100%) que les valeurs moyennes observées à l'échelle du lac.

La zone d'accumulation dans la partie centrale de la roselière, plus dégradée, présente des valeurs moyennes conformes aux moyennes observées sur l'ensemble du lac (hauteur moyenne de 130 cm, densité de tiges de 22 tiges/m² et pourcentage de fertilité de tiges compris dans la classe 50-75%). Il faut toutefois nuancer ce constat car le quadrat représentatif de cette zone est réalisé en partie au sein d'un îlot de régression.

La zone d'érosion présente des valeurs faibles pour ces différents paramètres.

5 espèces accompagnent le *Phragmites australis* dont deux espèces de characées (*Chara globularis* et *Chara denudata*), *Typha latifolia*, *Zannichellia palustris* et *Nuphar lutea*. Plus au large et au sein de la nupharaie, on retrouve *Nymphaea alba*, *Potamogeton pectinatus*, *Chara contraria* et *Nitellopsis obtusa*.

La roselière est située à proximité immédiate d'une base nautique. Cette proximité pourrait expliquer la présence de nombreuses blessures sur les nénuphars.

Une bâche a été disposée sur une partie de la roselière (principalement aquatique) par le propriétaire présent directement au Sud du transect réalisé. Cette bâche est solidement fixée et a clairement pour but d'éliminer une partie des roseaux situés en vis à vis du jardin.

EN COMPARAISON AVEC LES RELEVÉS EFFECTUÉS EN 2007, ON CONSTATE UNE RÉGRESSION NETTE DE LA SUPERFICIE OCCUPÉE PAR LE ROSEAU COMMUN (AVEC DÉCONNEXION DES DEUX PETITES ROSELIÈRES SITUÉES DIRECTEMENT AU NORD) ET À L'INVERSE UNE AUGMENTATION DE LA SUPERFICIE OCCUPÉE PAR LE NÉNUPHAR JAUNE. SON ÉTAT GÉNÉRAL SEMBLE RESTER PASSABLE EN LIEN AVEC LES PRESSIONS ANTHROPIQUES QU'ELLE SUBIT.

Grâce à une comparaison des données photographiques 2007-2013 nous pouvons constater la mise en place d'un atterrissement le long du muret de berge au Nord de ce secteur. La cote du lac d'Annecy était rigoureusement la même lors de la prise des deux photographies.



Été 2007 : quelques tiges de Roseau commun sont visibles ; absence d'atterrissement (cote lac 0,83).



Été 2013 : fauche de la roselière à proximité de la rive ; atterrissement visible contre la berge (cote lac 0,83).

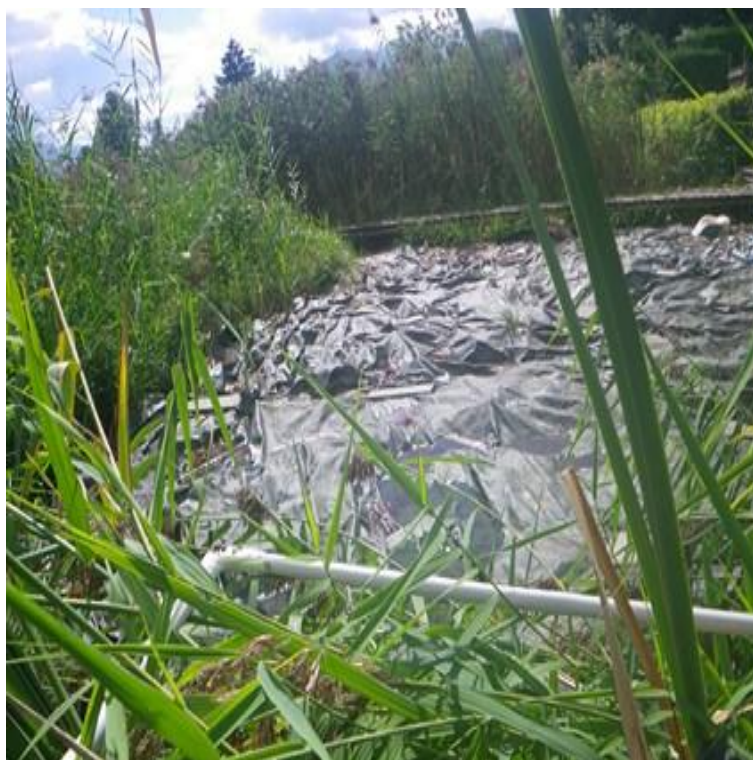


Illustration 46: Bâche à proximité de la rive



Illustration 47: Présence de Typha latifolia



Illustration 48: Fauche de la roselière à proximité de la rive



Illustration 49: Le secteur T9

SECTEUR T10 (SÉVRIER)

Cette roselière est située dans un contexte résidentielle (jardins privés) à proximité de pontons de plaisance. Aucun ouvrage de protection n'est présent (contre la houle ou contre la navigation des bateaux). Cette configuration est typique des roselières présentes depuis le Sud du port de Sevrier jusqu'au Nord du Marais de l'Enfer. Sa largeur est moyenne (27 mètres au niveau du transect T10). La zone d'accumulation est fine (quelques mètres de largeur) et présente de fortes variations de profondeurs (0 à 70 cm). La zone d'érosion est bien plus importante.

Cette roselière est surtout marquée par une déconnexion artificielle de la roselière terrestre avec la rive. Un chenal, déjà mentionné en 2007 est toujours présent.

AUCUN SIGNE DE RÉGÉNÉRESCENCE N'EST CONSTATÉ AU SEIN DE CE DERNIER. LA FINE BANDE DE ROSELIÈRE TERRESTRE (AUJOURD'HUI EN PLEINE EAU) SUR LAQUELLE S'APPUIE LA ROSELIÈRE ICI ÉTUDIÉE EST FRAGILE ET PRÉSENTE UN FRONT NET FACE AUX HABITATIONS. LA PENTE TRÈS RAIDE DE LA BERGE ET SOUS L'EAU INTERDIT TOUTE RECOLONISATION VERS LA RIVE.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 3 quadrats présents révèle un très fort déséquilibre entre la zone d'accumulation et la zone d'érosion pour les paramètres densité, diamètre et hauteur de tiges. Le taux de tiges fertiles reste très faible ou nul pour l'ensemble de la roselière.

La zone d'accumulation présente une densité de tiges qui correspond à la moyenne des densités du secteur de Sevrier. Par contre, les paramètres hauteur et fertilité présentent des valeurs bien plus faibles. Le même constat est fait pour la zone d'érosion.

La zone d'érosion présente une dégénérescence marquée. On a pu observer une transparence importante de la roselière, la présence de nombreux rhizomes anciens pouvant aller jusqu'à former de véritable tapis et une prédation de l'avifaune très forte. Des algues vertes filamenteuses renforcent cette impression de dégradation.

La biodiversité au sein de cette roselière est très faible. On note la présence de *Chara contraria*, d'algues vertes (*Chaetophora*, *Spirogyra*), et de *Potamogeton pectinatus*.

LA SURFACE DE LA ROSELIÈRE A PEU ÉVOLUÉ DEPUIS 2007 MÊME SI ON CONSTATE UNE TRÈS LÉGÈRE PROGRESSION DANS SA PARTIE EST. LA COMPARAISON AVEC LES DONNÉES « QUADRATS » ACQUISES EN 2007 CONFIRME L'ÉTAT DE DÉGÉNÉRESCENCE DE CETTE ROSELIÈRE.



Illustration 50: Aperçu du secteur T10



Illustration 51: Traces d'anciens rhizomes et algues vertes filamenteuses



Illustration 52: Chenal entre la rive et le secteur T10

SECTEUR T11 (SÉVRIER)

Cette roselière est située dans un contexte urbanisé (parc, jardins) à proximité immédiate d'un ponton de plaisance, à l'instar des autres roselières du secteur. Sa largeur est relativement faible (13 mètres au niveau du transect T11).

La fine zone d'accumulation semble souffrir de la présence du houblon (*Humulus lupulus*) qui est présent de manière envahissante et qui parvient à coucher les tiges de roseaux situées à proximité de la rive. Ce phénomène, typique de l'atterrissement de la zone d'accumulation, conduit en général à la disparition de la roselière.

Cependant et dans ce cas, les valeurs moyennes constatées indiquent que la roselière se pérennise. La densité de tiges est moyenne mais le taux de tiges fertiles est bon et la hauteur des tiges est importante.

La zone d'érosion plus large présente des valeurs moyennes moins importantes que celles observées au sein de la zone d'accumulation. On note également un fort taux d'inflorescence au sein de cette zone.

Au niveau du transect T11, des indices d'érosion à proximité de la rive et des traces de jaunissement des limbes foliaires de roseaux sont constatées.

La biodiversité au sein de cette roselière est très faible puisque seules deux espèces de Characées sont présentes.

La délimitation entre roselière terrestre et aquatique n'a pas été aisée en raison de l'enchevêtrement et de la hauteur des tiges à proximité de la rive. De plus, de nombreux déchets organiques (tiges, litière,...) rendent cette délimitation peu précise.

LA ROSELIÈRE A LÉGÈREMENT PROGRESSÉ VERS LE LARGE (1 À 2 MÈTRES) MAIS CETTE PROGRESSION POURRAIT ÊTRE GÊNÉE PAR LA CIRCULATION DES BATEAUX ET PAR L'IMPACT DE LA HOULE.



Illustration 53: état sanitaire dégradé



Illustration 54: T11 depuis le centre de la roselière

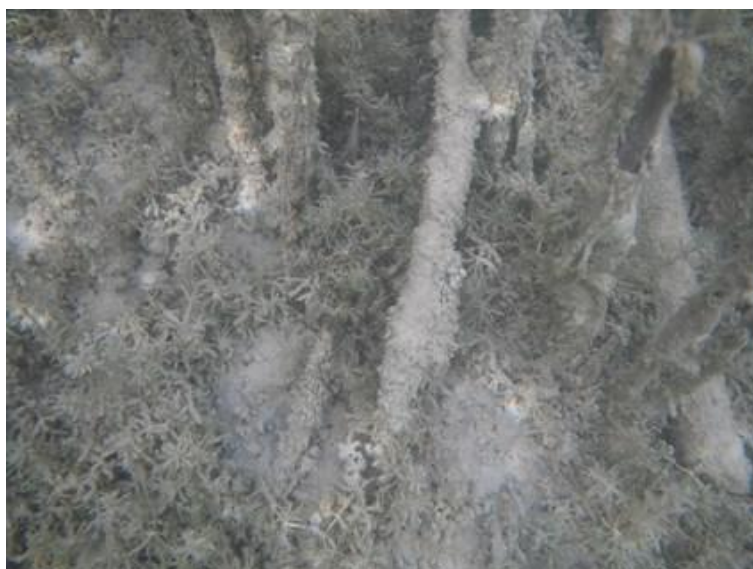


Illustration 55: Vue aquatique sur les rhizomes et tapis de Characées



Illustration 56: *Humulus lupulus* envahissant la roselière à proximité de la rive

SECTEUR T12 (SÉVRIER)

Cette roselière est située directement au Nord du secteur du Marais de l'Enfer. Une ceinture de pieux en bois au large empêche la présence de bateaux mais ne diminue pas l'impact de la houle. La superficie de cette roselière est importante (35 m de large au niveau du transect T12 pour plus de 200 m de long). La zone d'accumulation est très large et représente la majorité de la surface de cette roselière. La zone d'érosion est plus mince et présente souvent un mélange de *Phragmites australis* et de *Schoenoplectus lacustris*.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 3 quadrats présents révèle une certaine homogénéité au sein de la zone d'accumulation :

- une densité de tige moyenne (24 tiges/m²) ;
- une classe d'inflorescence élevée (75-100 %).

Toujours au sein de la zone d'accumulation, le paramètre hauteur de tiges présente un gradient décroissant depuis la rive vers le large.

La zone d'érosion plus mince n'est pas couverte par un quadrat, mais les observations font apparaître clairement une densité et une hauteur de tige plus importantes pour le *Phragmites australis*.

La biodiversité au sein de cette roselière est très faible. On note la présence de *Schoenoplectus lacustris*, de *Chara denudata* et de *Potamogeton pectinatus*.

EN COMPARAISON AVEC LES DONNÉES ACQUISES EN 2007, IL SEMBLE QUE LA PARTIE CENTRALE ET VERS LE LARGE DE LA ZONE D'ACCUMULATION SOIT PLUS FRAGILE, AVEC UNE IMPRESSION DE TRANSPARENCE DE LA ROSELIÈRES (TIGES PLUS GRÊLES ET MOINS NOMBREUSES). CE CONSTAT EST ÉGALEMENT CONFIRMÉ POUR L'ENSEMBLE DE CETTE ROSELIÈRE ET PLUS PARTICULIÈREMENT DANS SA PARTIE OUEST LORS DE LA RÉALISATION DE LA CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS VÉGÉTALES. CES ZONES MOINS DENSES SONT SOUVENT COLONISÉES PAR LE SCHOENOPLECTUS LACUSTRIS.

LA SUPERFICIE DES FORMATIONS PHRAGMITES AUSTRALIS + SCHOENOPLECTUS LACUSTRIS A LARGEMENT AUGMENTÉ DANS CE SECTEUR, GAGNANT DU TERRAIN SUR LES FORMATIONS À ROSEAU COMMUN STRICTE. LA SUPERFICIE TOTALE DE L'ENSEMBLE DE CETTE ROSELIÈRE N'A QUE TRÈS LÉGÈREMENT AUGMENTÉ.

L'état global de cette roselière est difficile à fixer. Le scirpe a tendance, avec une dynamique rapide, à coloniser des secteurs au détriment du roseau mais l'ensemble de la roselière semble être stationnaire. Les oiseaux colonisent largement cette roselière puisque la présence de nombreux nids est constatée.



Illustration 57: Front de la roselière secteur T12



Illustration 58: Aperçu de la roselière le long de T12



Illustration 59: Nidification

SECTEUR DU « MARAIS DE L'ENFER » T13-T14-T15-NT1-NT2-T16 (SAINT-JORIOZ)

Cette ensemble de roselière est compris au sein de la zone réglementée par l'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB Marais de l'Enfer). Les transects investigués permettent d'étudier la partie roselière aquatique de cet APPB. Cette roselière est encore en partie connectée à la roselière terrestre en bon état écologique. Aux extrémités Nord et Sud, une forêt hygrophile remplace la roselière terrestre. Une ceinture de pieux est disposée au large pour empêcher la navigation. Des ouvrages de protection contre la houle sont disposés à proximité de certaines parties de cette roselière (transects T15 et NT2, cf annexes cartographiques).

Si l'on considère les moyennes des paramètres étudiés pour l'ensemble des 19 quadrats du secteur du « Marais de l'Enfer », on constate qu'elles se rapprochent de celles de l'ensemble du lac d'Annecy :

- une densité de tige/m² de 27,7 (contre 28,5) ;
- un taux d'inflorescence de 52 % (contre 51) ;
- une hauteur moyenne de tige de 150 cm (contre 138) ;
- un diamètre moyen des tiges à 1 m de hauteur de 5,6 mm (contre 5,7).

Une observation dans le détail des informations relevées au sein des 19 quadrats présents révèle une grande hétérogénéité des différents paramètres étudiés. On effectue ici une analyse par grands sous ensembles géographiques.

La zone d'érosion présente de nombreux indices de fragilité. Le front de cette roselière est très dentelé et présente de faibles densités de tiges si l'on ne considère que l'espèce *Phragmites australis* et des densités plus importantes si l'on considère le mélange *Phragmites australis* et *Schoenoplectus lacustris*. Par ailleurs, on constate une hauteur moyenne de tiges peu importante mais surtout des classes d'inflorescence très faibles. L'association *Phragmites australis* + *Schoenoplectus lacustris*

gagne du terrain sur le large mais se développe également en direction de la rive au détriment de la roselière de *Phragmites australis* qui est ainsi fragilisée.

La morphologie de la zone d'accumulation est variable :

- on peut observer qu'au sein de cette zone, la connexion entre la roselière terrestre et la roselière aquatique est continue dans la partie Nord du Marais de l'Enfer. En effet, les quadrats placés à proximité de la rive présentent des hauteurs de tige importantes (supérieures à 230 cm) et une classe d'inflorescence de 75-100 %. La densité reste cependant très moyenne. La zone d'accumulation dans la partie Nord de la roselière est globalement considérée comme stationnaire. On constate également que l'espèce *Typha latifolia* n'est présente que dans cette zone pour le secteur du Marais de l'Enfer ;
- cette connexion est bien moins marquée dans la partie Sud où la transparence de la roselière est évidente. Les classes d'inflorescence (0-25 %) et la hauteur moyenne des tiges (au maximum 150 cm) des quadrats situés au Sud de la roselière sont plus faibles. La zone d'accumulation dans la partie Sud de la roselière est globalement considérée en dégénérescence ;
- la présence de bois coulé et flottant et de nombreuses tiges mortes à proximité immédiate de la berge est constatée tout au long de la rive du Marais de l'Enfer.

Une roselière déconnectée de l'ensemble de la formation du Marais de l'Enfer est située au niveau du transect T16. L'analyse des données des quadrats contenus au sein de cette îlot au large montre que cette formation présente un bon taux de fertilité et une hauteur de tige importante. Sa superficie a augmenté depuis 2007 et sa densité moyenne reste faible. On peut cependant considérer son état comme étant stationnaire, voir légèrement régénérissant.

LA COMPARAISON AVEC LES DONNÉES 2007 ET NOTAMMENT L'ÉTUDE DES PLANCHES CARTOGRAPHIQUES MONTRE QUE L'ESPACE ENTRE CET ÎLOT ET LA SCIRPO-PHRAGMITAIE QUI LUI FAIT FACE EST EN COURS DE COLONISATION. ON OBSERVE ÉGALEMENT DANS CETTE PARTIE DU MARAIS DE L'ENFER DES RHIZOMES COLONISATEURS ET DES TIGES TRAÇANTES, SIGNES D'UN ÉTAT RÉGÉNÉRESCENT.

Les espèces végétales compagnes sont relativement nombreuses, une dizaine, mais présentent un taux de recouvrement faible en général. Ces espèces sont :

- * *Typha latifolia* ;
- * *Schoenoplectus lacustris* ;
- * *Zannichellia palustris* ;
- * *Chara contraria* ;
- * *Chara denudata* ;
- * *Chara aspera* ;
- * *Potamogeton pectinatus* ;
- * et des algues vertes (*Spirogyra* sp., *Chaetophora* sp., *Batrachospermum* sp.).

L'ensemble de ce secteur peut être considéré comme étant légèrement dégénérissant, avec quelques secteurs très localisés en régénérescence.

Illustration 60: recolonisation entre deux phragmitaies le long de T16 (2007-2011-2013)



Illustration 61: parasitisme



Illustration 62: Parasitisme sur Schoenoplectus lacustris



Illustration 63: Vue aquatique sur le substrat à proximité de la rive T15



Illustration 64: Présence de Typha latifolia au début de T13

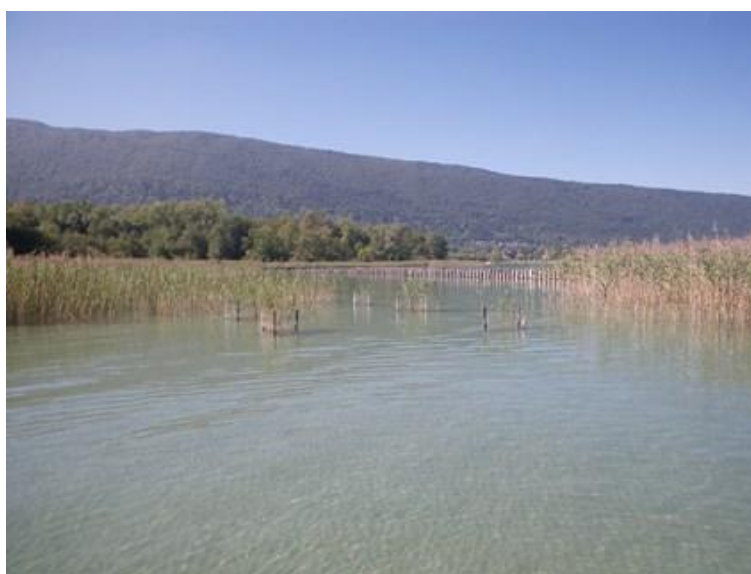


Illustration 65: espace de recolonisation le long de T16

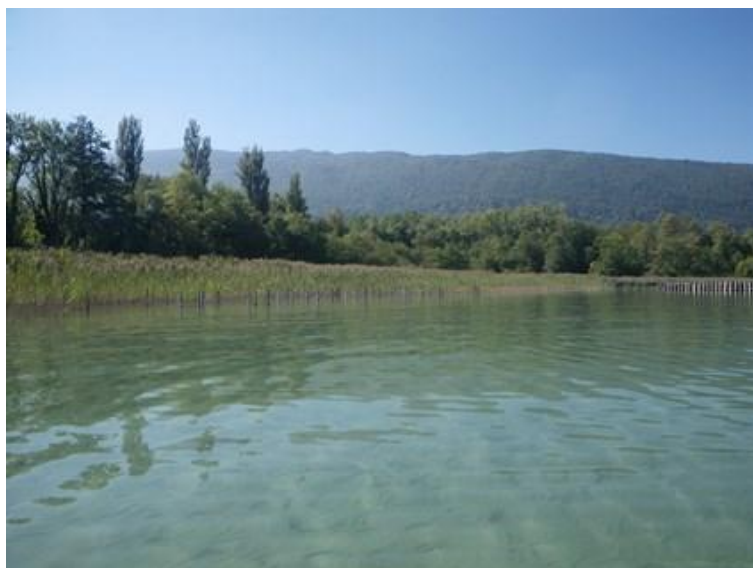


Illustration 66: Vue sur la partie Nord du secteur



Illustration 67: Zone de plantations entre T14 et T15



Illustration 68: Terrier de Castor (supposé)

SECTEUR NT3 (SAINT-JORIOZ)

Cette roselière de superficie moyenne est adossée en rive contre une forêt à caractère hygrophile et une cariçaie. Elle est protégée de la houle par des ouvrages implantés à une cinquantaine de mètres de la rive mais aussi par une jetée bétonnée (la digue à Cailles) servant de point de départ pour de nombreux baigneurs. Des travaux de restaurations (plantations) ont également été effectués en arrière des ouvrages de protection contre la houle. Deux scirpaies sont présentes à proximité de l'ouvrage de protection, côté large et côté rive.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 3 quadrats présents révèle une forte hétérogénéité au sein de cette roselière, surtout pour les paramètres densité (24, 9 et 5 tiges/m²) et hauteur de tiges (130, 102 et 97cm). Le taux d'inflorescence pour l'ensemble de cette roselière est très faible (0-25 %). Les moyennes observées au sein de cette roselière sont bien inférieures à celles de l'ensemble du lac d'Annecy.

La biodiversité au sein de cette roselière est très faible. On note la présence de *Schoenoplectus lacustris*, *Chara aspera*, *Chara cf globularis*, *Nymphaea alba* et de *Nuphar lutea* (plantée).

Il n'est pas observé de zone d'accumulation marquée ni de connexion franche avec le milieu riverain. Une frange très peu dense en roseaux de quelques mètres de large peut surtout s'expliquer par l'important ombrage procuré par la forêt.

Une transparence importante de la roselière dans sa partie donnant vers le large est constatée. Au contraire, le scirpe colonise les bases arrières de cette roselière au détriment du roseau et développe ainsi des scirpo-phragmitaies. L'impression de transparence dans la partie située à proximité de la rive est moins marquée.

LA SURFACE DE LA ROSELIÈRE A PEU ÉVOLUÉ DEPUIS 2007 MÊME SI ON CONSTATE UNE NOUVELLE CONNEXION AVEC LA ROSELIÈRE SITUÉE DIRECTEMENT AU SUD ET UNE LÉGÈRE PROGRESSION VERS LE LARGE. CE SONT SURTOUT LES CHANGEMENTS DE TYPES DE FORMATIONS AU SEIN DE CETTE ROSELIÈRE QUI SONT MARQUANTS.

La fragilisation de cette roselière (transparence et changement de types de formation) conduit à classer le statut de ce secteur en dégénérant.



Illustration 69: Aperçu de la roselière le long de NT3



Illustration 70: NT3 à proximité du front de la roselière



Illustration 71: Vue sur le secteur NT3

SECTEUR T17-T18 (SAINT-JORIOZ)

A l'instar des roselières du secteur NT3, cette roselière de taille moyenne est adossée contre une cariçaie sous couvert d'une forêt à caractère hygrophile. Aucun ouvrage de protection contre la houle n'est implanté au large. Une ceinture de pieux en bois limite la navigation mais ne l'empêche nullement. De nombreuses observations de canotage et de baignade sont remarquées à proximité et dans la roselière. Il s'agit la plupart du temps des vacanciers qui trouvent non loin de ce secteur un point de mise à l'eau facilement accessible (camping à proximité).

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 6 quadrats présents révèle une forte hétérogénéité au sein de cette roselière surtout si l'on distingue la partie Ouest (parcourue par le transect T17) de la partie Est (parcourue par le transect T18).

La partie Est présente de forts signes de dégradation :

- une hauteur moyenne de tiges faible ;
- un taux d'inflorescence faible à nul ;
- la présence de bois coulé ou flottant à proximité de la rive ;
- la présence d'algues vertes filamenteuses.

La partie Ouest présente quelques signes de bon état :

- une hauteur moyenne de tiges importante ;
- un taux d'inflorescence moyen à très élevé.

La biodiversité au sein et au large de cette roselière est moyenne avec sept espèces au total :

- *Schoenoplectus lacustris* ;
- *Chara aspera* ;
- *Spyrogira sp.* ;
- *Fontinalis antipyretica* ;
- *Potamogeton pusillus* ;
- *Potamogeton pectinatus* (au large) ;
- *Potamogeton lucens* (au large).

COMME SUR LA PLUPART DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE DE LA RIVE OUEST DU LAC D'ANNECY, ON CONSTATE LA MISE EN PLACE SINON UNE PROGRESSION DES FORMATIONS EN MÉLANGES DE PHRAGMITES AUSTRALIS ET DE SCHOENOPLECTUS LACUSTRIS FRAGILISANT LES FORMATIONS DE PHRAGMITES AUSTRALIS STRICTE.

Des herbiers de *Schoenoplectus lacustris* parfois conséquents (forme immergée et émergée) sont constatés au large de la roselière.

Les observations réalisées sur l'ensemble de cette roselière permettent de classer son état global comme dégénérescent même si une légère progression vers le large est constatée dans la partie Ouest. Il est notamment remarqué la présence de bois coulé ou flottant à proximité de la rive ainsi que la présence d'algues vertes filamenteuses renforçant ainsi ce constat.



Illustration 72: Périphyton et algues vertes filamenteuses le long de T18



Illustration 73: Aperçu de la roselière le long de T18



Illustration 74: Déconnexion de la roselière avec la rive au niveau de T18



Illustration 75: Trace d'érosion et formation végétale en touradon

SECTEUR T19-T20 (SAINT-JORIOZ)

Cette roselière de taille importante est située dans la partie centrale de l'APPB « Roselières de Saint-Jorioz ». A l'image de l'ensemble des roselières comprises dans cet APPB, cette roselière est déconnectée des roselières voisines par des pontons. La rive est occupée par une forêt à caractère hygrophile au niveau du transect T19 et par une roselière terrestre au niveau du transect T20. La connexion entre roselière terrestre et roselière aquatique est effective. Une ceinture de pieux en bois protège cette roselière des embarcations les plus importantes mais elle n'empêche pas la transmission de l'énergie de la houle.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 6 quadrats présents révèle une forte hétérogénéité au sein de cette roselière. On constate cependant que les valeurs moyennes pour les paramètres étudiés sont plus élevées au sein de la zone d'accumulation que dans la zone d'érosion même si pour l'ensemble de la formation, elles restent faibles par rapport aux moyennes observées sur l'ensemble du lac.

Il est important de remarquer que les quadrats T19QA (régression) et T20QA (trouée) ne présentaient plus aucune tige de *Phragmites australis*.

La biodiversité au sein et au large de cette roselière est très faible avec cinq espèces au total :

- *Chara aspera* ;
- *Chara globularis* ;
- *Potamogeton pectinatus* ;
- *Potamogeton pusilus* ;
- *Schoenoplectus lacustris* (au large).

LA COMPARAISON AVEC LES DONNÉES ACQUISES EN 2007 INDIQUE UNE BAISSÉ IMPORTANTE DES VALEURS MOYENNES POUR LES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS AU NIVEAU DE CE SECTEUR. AU CONTRAIRE, LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE EST MEILLEURE EN 2013. ON REMARQUE ÉGALEMENT UNE CONNEXION AVEC UNE AUTRE ROSELIÈRE DIRECTEMENT AU SUD.

L'état globale de cette roselière est considéré comme dégénérescent.



Illustration 76: Trouée au sein de T20



Illustration 77: Zone d'érosion au niveau de T20



Illustration 78: Traces d'érosion T19



Illustration 79: Déconnexion partielle de la roselière au début de T19



Illustration 80: Amas de déchets organiques

SECTEUR DU SENTIER DES ROSELIÈRES : TRANSECTS NT4-NT5-NT6-NT7 (SAINT-JORIOZ)

Ce secteur comprend des roselières de tailles importantes situées dans la partie Sud de l'APPB « Roselières de Saint-Jorioz ». Ce secteur est en partie protégé de la houle par des ouvrages de protection implantés au large et à proximité immédiate des roselières. Une ceinture de pieux en bois est également présente pour empêcher la navigation à proximité immédiate des roselières. De nombreuses plantations ont également été effectuées en arrière de certains de ces ouvrages de protection contre la houle.

La rive est occupée par un parc urbain (avec enrochement au niveau de la berge) dans la partie centrale de ce secteur, c'est à dire au niveau des transects NT4 et NT5. Les rives plus au Nord et plus au Sud sont couvertes d'une roselière terrestre.

L'analyse des statistiques issues des informations relevées au sein des 8 quadrats présents révèle une forte hétérogénéité au sein de ces formations de type roselière. On peut cependant remarquer que :

- le paramètre densité de tiges présente un gradient décroissant depuis la rive vers le large pour l'ensemble des transects considérés ;
- les taux d'inflorescence et les hauteurs moyennes des tiges sont globalement faibles pour l'ensemble de ce secteur (plus faibles que pour le lac dans sa globalité).

Le transect NT5 est réalisé au sein d'une zone de plantations par ailleurs vierge de roseau naturellement présent. Aucun quadrat n'est effectué au sein de cette zone mais un suivi régulier effectué par le S.I.L.A. permet de constater que les espèces implantées ne restent pas cantonnées dans leur grillage de protection mais au contraire commencent à se développer vers l'extérieur, malgré la forte prédation de l'avifaune.

La biodiversité est très faible sur l'ensemble du secteur avec seulement 4 espèces observées :

- *Chara aspera* ;
- *Chara contraria* ;
- *Fontinalis antipyretica* ;
- *Schoenoplectus lacustris* (en front de roselière ou plus au large).

L'ÉTUDE DE LA CARTOGRAPHIE PERMET DE METTRE EN AVANT UNE LÉGÈRE AUGMENTATION DE LA SURFACE DES FORMATIONS VÉGÉTALES MAIS AUSSI D'IMPORTANTS CHANGEMENTS DE TYPE DE FORMATIONS DE ROSELIÈRE (SURTOUT AU NIVEAU DES ROSELIÈRES SITUÉES AU NORD DU TRANSECT NT4 AVEC LE DÉVELOPPEMENT DE SCIRPAIES STRICTES ET EN MÉLANGE AVEC DU ROSEAU COMMUN).
--

Des formations de scirpaies strictes mais avec des densités très faibles sont également présentes et cartographiées au large.

L'état général des roselières de ce secteur est considéré comme dégénèrescent au Nord du transect NT4 et comme stationnaire pour la formation au Sud comprenant NT6 et NT7.



Illustration 81: Vue sur NT4 depuis la rive



Illustration 82 : Aperçu de la roselière au sein du transect NT7

SECTEUR DU SENTIER DES ROSELIÈRES : TRANSECTS T21-T22 (SAINT-JORIOZ)

Ce secteur comprend une roselière de superficie importante située au niveau de l'extrémité Sud de l'APPB « Roselières de Saint-Jorioz ». Ce secteur n'est pas protégé de la houle par des ouvrages de protection. Seule une ceinture de pieux en bois est présente pour empêcher la navigation à proximité immédiate des roselières. La roselière est ici connectée à une roselière terrestre large d'une dizaine de mètres.

L'analyse globale des statistiques issues des informations relevées au sein des 6 quadrats présents révèle des moyennes pour les paramètres mesurées nettement supérieures aux moyennes de l'ensemble du lac. Il faut bien distinguer les valeurs très hautes obtenues au sein des 4 quadrats situés en zone d'accumulation de celles bien plus basses des quadrats situés en zone d'érosion.

Au sein de la zone d'accumulation, nous observons les valeurs suivantes :

- densité moyenne de tiges : 39,4 tiges/m² ;
- taux d'inflorescence : 75-100 % ;
- hauteur moyenne des tiges : 251 cm ;
- diamètre moyen à 1 m au-dessus de la surface de l'eau : 7,75 mm.

Au sein de la zone d'érosion nous observons les valeurs suivantes:

- densité moyenne de tiges : 36,0 tiges/m² ;
- taux d'inflorescence : 0-25 % ;
- hauteur moyenne des tiges : 85 cm ;
- diamètre moyen à 0,5 m au dessus de la surface : 4,3 mm ; les diamètres à 1 m ne sont pas mesurés.

Comme sur une grande partie de l'APPB « Roselières de Saint Jorioz », la biodiversité est ici très faible avec seulement 3 espèces observées :

- *Chara cf globularis* ;
- Algues vertes filamenteuses ;
- *Fontinalis antipyretica*.

LA COMPARAISON AVEC LES DONNÉES ACQUISES EN 2007 NE MET EN ÉVIDENCE NI UNE ÉVOLUTION DE LA SURFACE DES FORMATIONS VÉGÉTALES DE TYPES ROSELIÈRES, NI DE CHANGEMENTS DE TYPE DE FORMATION.

L'état de ce secteur peut être considéré comme globalement stationnaire bien que la zone d'érosion présente quelques signes de dégradations.



Illustration 83 : Vue sur le secteur T21-T22 depuis la rive



Illustration 84 : Vue sur le front de la roselière au niveau de T21

SECTEUR T23 (DUINGT)

Située à l'Ouest de la plage de Duingt, cette roselière est découpée par plusieurs pontons et ne possède pas de protection spécifique.

L'analyse globale des statistiques issues des informations relevées au sein des 3 quadrats présents révèle une zone d'accumulation présentant des valeurs moyennes assez élevées au contraire de la zone d'érosion d'aspect beaucoup plus frêle.

La diversité de ce secteur est faible, les *Phragmites australis* sont en mélange à part égale avec les *Schoenoplectus lacustris* sur les 15 premiers mètres. Au delà, seules quelques tiges de roseaux sont présentes. *Chara globularis* et *Spirogyra sp* sont également présentes avec des abondances relativement limitées.

On constate du bois flottant buttant contre la berge mais aussi des traces de rouilles et d'abroutissement très fort dans la zone d'érosion.

AUCUNE ÉVOLUTION SIGNIFICATIVE DEPUIS 2007 N'EST CLAIREMENT VISIBLE, À L'EXCEPTION D'UNE LARGE AVANCÉE SUR LE FRONT EST CRÉANT UNE RECONNEXION AVEC UNE FORMATION RELICTUELLE.



Illustration 85 : Mélange *Phragmites australis* + *Schoenoplectus lacustris* au sein de T23

SECTEUR T24 (DUINGT)

Cette roselière de taille très réduite est située à l'Ouest immédiat d'une petite plage attenante à un hôtel. Le substrat est essentiellement composé de sable.

L'analyse globale des statistiques issues des informations relevées au sein des 3 quadrats présents révèle que les roseaux présents sont vigoureux et en bon état sanitaire. La densité moyenne est de 30 tiges par m², les hauteurs observées proches de 2,0 m, et le pourcentage de tiges fertiles est bon (75 %).

La biodiversité végétale est très faible, on ne relève que 2 espèces aquatiques au large (*Chara globularis* et *Potamogeton pectinatus*).

LA COMPARAISON AVEC LES DONNÉES ACQUISES EN 2007 DÉMONTRE QUE L'ÉTAT DE CETTE ROSELIÈRE A NETTEMENT PROGRESSÉ, TANT AU NIVEAU DE LA STRUCTURE DE LA ROSELIÈRE QUE SUR SA SUPERFICIE ET SA BIODIVERSITÉ. DE PLUS, L'EMPREINTE D'UN PONTON A ÉTÉ COMBLÉE.



Illustration 86 : Aperçu de la roselière le long de T24

SECTEUR BOUT DU LAC (RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE) : TRANSECTS T25-T26 (DOUSSARD)

Cette roselière est située à l'Ouest de la partie "rive gauche de l'Eau Morte" du Bout du Lac. Cette roselière s'étend sur toute la façade littorale de la réserve naturelle du Bout du Lac avec, par

conséquence, un caractère sauvage marqué. Un ouvrage de protection contre la houle à été construit au large du transect T26.

L'analyse globale des statistiques issues des informations relevées au sein des 6 quadrats présents révèle une forte disparité dans la morphologie de ce secteur entre la zone d'accumulation et la zone d'érosion :

- la zone d'accumulation se porte relativement bien, avec en moyenne 37 tiges vivantes au m², 25 à 50% d'inflorescences, 131 cm de hauteur et 4,5 mm de diamètre ;
- en revanche, la zone d'érosion est très fortement dégradée (disparition de *Phragmites australis* le long du transect T25 et une très nette diminution le long du transect T26).

Une altération mécanique forte est également observée entre la roselière terrestre et la roselière aquatique. Elle est causée par les nombreux bois et déchets flottants qui sont rabattus par le vent sur ce secteur.

La végétation compagne des formations de type roselière est ici assez diversifiée (9 espèces), avec la présence de :

- *Filipendula ulmaria* ;
- *Najas marina* ;
- *Nitellopsis obtusa* ;
- *Chara aspera* ;
- *Chara tomentosa* ;
- *Schoenoplectus lacustris* ;
- *Elodea canadensis* ;
- *Myriophyllum spicatum* ;
- *Hippuris vulgaris*.

Les observations montrent une forte pression sur la roselière du fait de la grande quantité de bois flotté rabattue par le vent. Enfin, on constate un fort abrouissement ainsi que des traces de rouilles sur la façade littorale. On pressent que dans ce contexte fragile, toute agression entraîne de lourdes conséquences.

EN COMPARAISON AVEC 2007, ON NOTE UNE DIMINUTION DE LA BANDE VIERGE D'HÉLOPHYTES SÉPARANT LA ROSELIÈRE TERRESTRE DE LA ROSELIÈRE AQUATIQUE AINSI QU'UNE RECONQUÊTE DES TROUÉES DERRIÈRE LA PROTECTION. LES PARTIES LITTORALES NON PROTÉGÉES ONT PAR CONTRE SUBI DE NOUVELLES DÉGRADATIONS AVEC LA MISE EN PLACE DE NOUVELLES TROUÉES. LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE A AUGMENTÉ.
--



Illustration 87 : Zone d'érosion au niveau de T25



Illustration 88 : Transition entre roselière terrestre et roselière aquatique

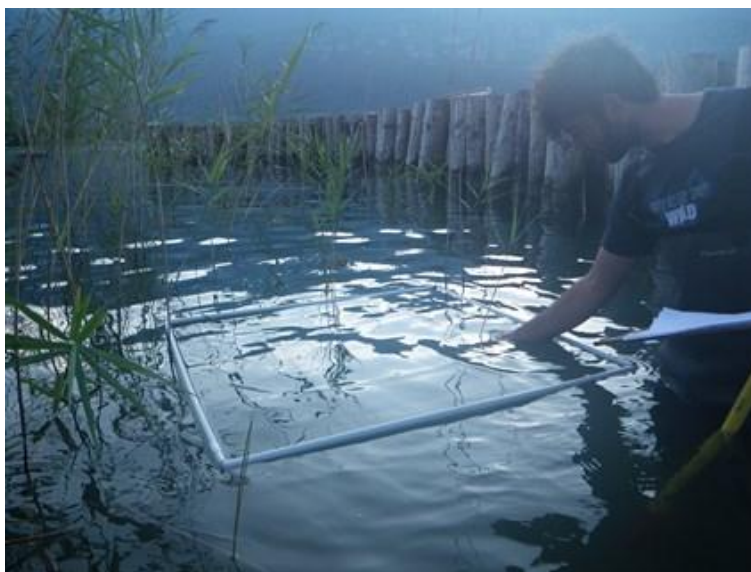


Illustration 89 : Vue sur le front de la roselière directement à l'arrière des ouvrages de protection contre la houle

SECTEUR BOUT DU LAC (RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE) : TRANSECTS NT8-NT9 (DOUSSARD)

Cette roselière est située directement à l'Ouest de l'embouchure de l'Eau Morte. Le substrat se compose de terre et de débris organiques grossiers sur les 20 premiers mètres, puis de vase au large. Un géotextile a été posé en berge après un reprofilage mécanique au niveau de la rive du transect NT8.

L'analyse globale des statistiques issues des informations relevées au sein des 4 quadrats présents révèle une densité très faible (1 possède 18 tiges vivantes, 2 comptent moins de 5 tiges vivantes au m² et 1 est vide). La hauteur avoisine les 30 cm et une unique tige inflorescente par quadrat a été observée.

La biodiversité est relativement bonne avec 14 espèces observées, dont les suivantes qui accompagnent directement le *Phragmites australis* :

- *Hippuris vulgaris* ;
- *Zannichellia palustris* ;
- et deux bryophytes dont *Fontinalis antipyretica*.

Au large, la diversité est également forte avec une douzaine d'espèces représentées dans des abondances équilibrées (hormis pour *Nitellopsis obtusa* qui tend, avec la profondeur, à dominer). On note la présence de *Potamogeton lucens*, *Chara tomentosa* et *Najas marina*. *Elodea canadensis* est présente en mélange à de faibles abondances.

Au vu des observations de terrain, ce secteur est fortement endommagé. Une déconnexion nette large de quelques mètres est présente entre la roselière terrestre et aquatique. Les roseaux ne semblent pas encore avoir reconquis l'espace libre laissé vacant par le reprofilage de la berge. En effet, une large empreinte reste visible au niveau de ces deux transects. Par ailleurs, la largeur de

la roselière aquatique est faible, d'autant plus que la densité chute rapidement en s'éloignant de la rive. Ce secteur est également sujet à l'abrouissement.

EN COMPARAISON AVEC LES DONNÉES QUADRAS ISSUES DES INVESTIGATIONS 2009 (COMPLÉMENTAIRES AU DIAGNOSTIC 2007) ON CONSTATE QUE LES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS SUR CES MÊMES QUADRATS ONT NETTEMENT DIMINUÉ EN L'ESPACE DE 4 ANNÉES (HAUTEUR DE TIGE, DENSITÉ, ABSENCE DE ROSEAUX SUR LE QUADRAT NT9A). LES PRESSIONS SONT FORTES SUR CE SECTEUR ET LES DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LA HOULE NE LE COUVRENT PAS TOTALEMENT, CEPENDANT LA ROSELIÈRE AQUATIQUE S'EST LÉGÈREMENT ÉTENDUE.



Illustration 90 : Vue sur la roselière terrestre



Illustration 91 : Vue sur le secteur NT8-NT9



Illustration 92 : Déconnexion entre la roselière terrestre et la roselière aquatique

SECTEUR BOUT DU LAC (RIVE DROITE DE L'EAU MORTE) : TRANSECTS NT10-NT11-T27-T28-NT12-NT13 (DOUSSARD)

Cette roselière s'étend à l'Est de l'embouchure de l'Eau Morte. Son éloignement des accès publics renforce son caractère sauvage, déjà marqué en raison du statut de Réserve Naturelle Nationale qui s'applique à la quasi-totalité de la roselière terrestre du bout du lac. Une grande superficie de ce secteur (partie Ouest) est protégée par un ouvrage de protection contre la houle.

De même que pour NT8 et NT9, les substrats relevés le long de ces transects sont composés de débris organiques au niveau de la roselière et de vase sur la zone littorale.

La densité moyenne de la formation est similaire à la moyenne du lac, avec cependant une valeur moyenne plus élevée au niveau des transects NT10 et NT11 pour lesquels la moyenne s'élève à 44 tiges vivantes par m². Les hauteurs moyennes sont par contre très hétérogènes au sein de ce secteur. Enfin, on constate que moins de 25 % des tiges vivantes sont fertiles. La comparaison des données quadras acquises en 2007 et 2009 fait apparaître une augmentation globale du paramètre densité mais à l'inverse une baisse nette de la hauteur moyenne des tiges. Le taux d'inflorescence reste très faible.

La biodiversité de ce secteur est très bonne avec un mélange de 13 espèces. Cette flore est répartie de manière assez homogène.

Tout comme l'ensemble de la roselière du Bout du Lac, ce secteur présente une grande quantité de bois coulés et dans une moindre mesure de bois flottants. Des traces de rouille et d'abrouissement ont aussi été observées.

CETTE ZONE SUBIT UNE NETTE ÉROSION MÉCANIQUE (FAIBLE ÉPAISSEUR ET TRANSPARENCE DE LA FORMATION). EN COMPARAISON AVEC 2007, UNE RECONQUÊTE EST OBSERVABLE PARTICULIÈREMENT DERRIÈRE LES PROTECTIONS. LES SECTEURS NON PROTÉGÉS SEMBLANT STABLES.



Illustration 93 : Présence de bois flottant et de nombreux déchets



Illustration 94 : Déconnexion de la roselière aquatique avec la rive



Illustration 95 : Faible hauteur de tige et transparence de la roselière



Illustration 96 : Présence de bois flottant et érosion de la rive

SYNTHÈSE DE L'ÉTAT 2013 DES ROSELIÈRES AQUATIQUES DU LAC D'ANNECY

A part de rares exceptions (secteurs T16, T24, ...), on peut considérer que les secteurs étudiés sont répartis à part égal soit comme étant stationnaire soit comme étant dégénérescent. Il convient donc à minima de maintenir et de pérenniser les actions de protection et de restauration des roselières aquatiques appliquées sur le lac d'Annecy.

On synthétise ci-dessous les principales observations du diagnostic 2013.

A l'instar des conclusions du diagnostic 2007 (et 2009), on constate :

- des zones de régression en raison de pressions anthropiques (souvent dans les secteurs ne bénéficiant pas de mesures de protection) ;
- des zones dont la surface est en expansion ;
- un envasement important dans certains secteurs (Albigny, Avollions, Sevrier, Marais de l'Enfer partie Nord,...) ;
- des dégâts liés aux objets flottants (Bout du Lac).

Les faits observés inédits au diagnostic 2013 sont :

- des changements importants de type de formations avec notamment un remplacement de certaines phragmitaies par des scirpo-phragmitaies (Albigny, Marais de l'Enfer,...);
- une baisse quasi généralisée des paramètres hauteur et densité.

EN CONCLUSION, LA SITUATION A GLOBALEMENT PEU ÉVOLUÉ EN 6 ANS MÊME SI CERTAINS SECTEURS VOIENT LA QUALITÉ DE LEURS ROSELIÈRES AQUATIQUES S'AMÉLIORER. IL S'AGIT SOUVENT DE SECTEURS AYANT BÉNÉFICIÉ D'ACTIONS DE RESTAURATION. CE CONSTAT EST L'OBJET DU CHAPITRE SUIVANT.
--

**- CHAPITRE 3 : ANALYSE FINE À L'ÉCHELLE DES
SECTEURS RESTAURÉS – ÉVALUATION DES
ACTIONS DE RESTAURATION -**

5 ÉVALUATION DE L'EFFET CONTRE LA HOULE DES OUVRAGES DE PROTECTIONS

Lors du printemps 2013, une étude est réalisée sous la direction du SILA portant sur la mesure de l'atténuation de la houle à l'arrière des ouvrages de protection des roselières du lac d'Annecy.

LES CONCLUSIONS APPORTÉES PAR CETTE ÉTUDE MONTRENT QUE LES OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LA HOULE DIMINUENT EFFICACEMENT LA TRANSMISSION DE CETTE ÉNERGIE. DES DIFFÉRENCES D'EFFICACITÉ EN FONCTION DU TYPE D'OUVRAGE DE PROTECTION SONT ÉGALEMENT CONSTATÉES. LES FASCINES IMPUTRESCIBLES PERMETTENT UN ABATTEMENT SUPÉRIEUR DE LA HOULE EN COMPARAISON DES OUVRAGES EN PIEUX JOINTIFS.

6 RÉSULTATS DES ANALYSES QUADRATS À L'ÉCHELLE DE L'ENSEMBLE DES SECTEURS RESTAURÉS

Quadrats influencés par un ouvrage en 2013	non (46 quadrats)		oui (36 quadrats)	
Étude	2007 et 2009	2013	2007 et 2009	2013
Hauteur des tiges (cm)	177,9	139,1	132,0	135,9
Densité de tige au m ²	26,2	24,3	22,2	36,9
Diamètre moyen des tiges (mm)	5,7	4,2	4,3	3,4
Classe d'inflorescences	2,1	2,1	1,0	1,8

Tableau 2: Moyennes des principaux paramètres étudiés sur les quadrats situés au sein d'un secteur restauré

On constate à l'échelle des 4 secteurs restaurés que la mise en place d'actions de restauration et de protection a permis une évolution significativement différente des moyennes pour les 4 principaux paramètres étudiés au sein des quadrats présents entre 2007-2009 et 2013. Ce constat est détaillé secteur par secteur dans la suite de ce chapitre.

7 RÉSULTATS DES ANALYSES SÉDIMENTOLOGIQUES À L'ÉCHELLE DE L'ENSEMBLE DES SECTEURS RESTAURÉS

A l'échelle du lac d'Annecy		
Influence d'un ouvrage de protection	non (13 prélèvements)	oui (12 prélèvements)
Sables 2009 (%)	81,0%	83,3%
Sables 2013 (%)	84,6%	79,7%
Argiles : 2009 (%)	4,6%	4,1%
Argiles : 2013 (%)	2,5%	4,0%
Limons : 2009 (%)	14,4%	12,7%
Limons : 2013 (%)	12,9%	16,3%
Pot. Redox (mV) : 2009	-112,15	-38,9
Pot. Redox (mV) : 2013	71,75	79,25
Carbone organique (g/kg) 2009	8,29	9,93
Carbone organique (g/kg) 2013	18,28	19,73
Z pénétrée: 2013	9,08	7,50

LE TABLEAU CI-DESSUS APPORTE LES PRINCIPALES INFORMATIONS SUIVANTES :

- L'ANALYSE DES RÉSULTATS PORTANT SUR LA STRUCTURE DU SÉDIMENT, EN DISTINGUANT LES 12 PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS DANS LES SECTEURS PROTÉGÉS CONTRE LA HOULE DES 13 PRÉLÈVEMENTS SITUÉS DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS, NE MET PAS EN ÉVIDENCE DES DIFFÉRENCES SIGNIFICATIVES ;
- LA CONCENTRATION EN CARBONE ORGANIQUE SEMBLE CEPENDANT AVOIR DOUBLÉ EN L'ESPACE DE 4 ANS ;
- LE POTENTIEL D'OXYDORÉDUCTION MOYEN SEMBLE ÉGALEMENT FORTEMENT AVOIR AUGMENTÉ MAIS IL FAUT PEUT ÊTRE VOIR DANS CE RÉSULTAT ÉTONNANT UN BIAIS EXPÉRIMENTAL.

Les faibles effectifs et l'importance des écart-types ne permettent cependant pas de conclure de manière certaine.

8 SECTEUR D'ALBIGNY

RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE

Les roselières du secteur d'Albigny particulièrement dégradées lors de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, ont bénéficié dès le début des années 2000 d'actions de restauration *cf illustrations 9.4 et 9.6* :

- travaux de fascinage en novembre 1999 et février 2001 ;
- travaux de plantations (*Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Nuphar lutea* et *Nymphaea alba*) en juin 2000 et septembre 2001.

Le réaménagement du port d'Albigny contribue également à limiter l'impact de la houle sur le secteur Ouest des roselières d'Albigny. Ces roselières bénéficient également d'un statut de protection environnementale grâce à un arrêté de protection du biotope, mesure compensatrice de l'extension du port.

COMPARAISON DES TRANSECTS

On rapporte dans les illustrations suivantes les principales informations extraites des fiches transects des études 2007, 2009 et 2013. Ces illustrations permettent alors de comparer au « premier coup d'œil » l'évolution des paramètres densité, biodiversité et emprise surfacique.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	...n
T XX	Année	Groupement présent sur la rive et abondance	Groupement végétal aquatique (code couleur) et Abondance em : groupement végétal émergée im : groupement végétal immergé	

Illustration 97: Notice de lecture des tableaux récapitulatifs des fiches transects

	<i>Phragmites australis</i>
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>
	<i>Nymphaea alba</i> / <i>Nuphar lutea</i>
	<i>Typha</i> sp.
	<i>Elodea canadensis</i>
	<i>Hippuris vulgaris</i>
	<i>Potamogeton</i> / <i>Zannichellia</i> sp.
	<i>Algues vertes filamenteuses</i>
	<i>Myriophyllum</i> sp.
	<i>Najas marina</i>
	<i>Lemna</i> sp.
	<i>Characées</i>

Illustration 98: Code couleur des formations végétales observées

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	...	88									
T2	2007	2	4												3	2	3	2	1	3	2	1			2																											
2013	2	3	5																			3																														
																						4 (em)															51-76m															
																						2 (im)																														

Lors de la période 2007-2013, le transect T2 (Annecy-le-Vieux) a subi les évolutions suivantes (en présence d'un ouvrage de protection contre la houle type fascine mais largement dégradée) :

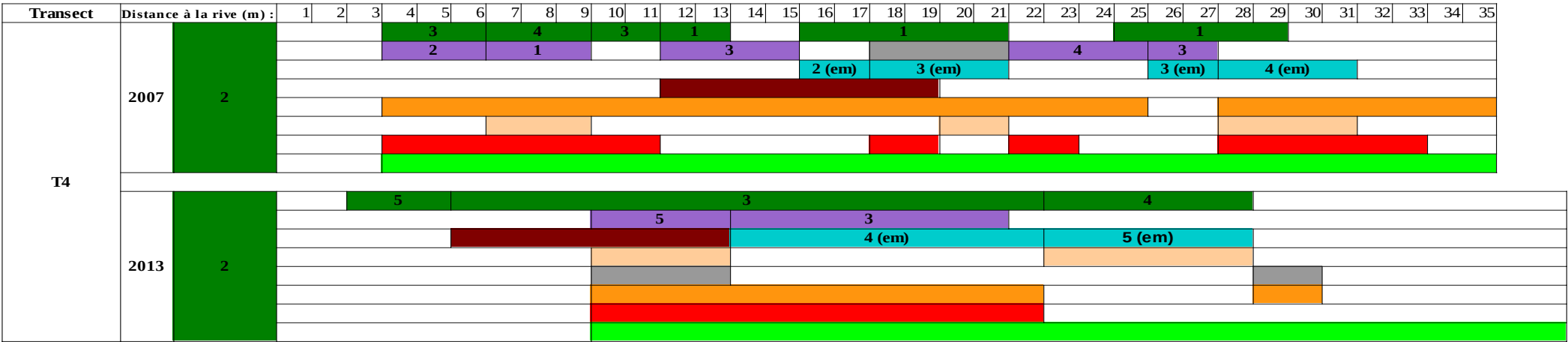
- une densification de la roselière mais une légère diminution de sa surface ;
- une reconnexion à la roselière terrestre ;
- l'apparition d'herbiers de *Schoenoplectus lacustris* ;
- une augmentation du recouvrement mais une diminution de la biodiversité en espèces végétales accompagnatrices ;

Les algues vertes filamenteuses n'ont pas été observées lors de notre prospection.

[illegible]

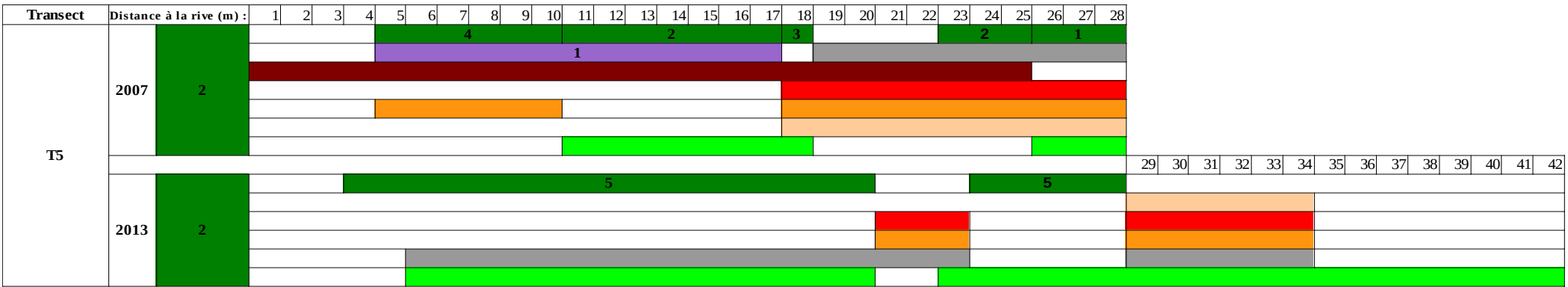
Lors de la période 2007-2013, le transect T3 (Annecy-le-Vieux) a subi les évolutions suivantes (en présence d'un ouvrage de protection contre la houle type fascine mais largement dégradée)) :

- une densification de la roselière ;
- l'apparition (à proximité du front de la rive) ou la disparition (à proximité de la rive) d'herbiers de nénuphars ;
- un déplacement des herbiers de *Schoenoplectus lacustris* ;
- une régression de la surface en *Typha latifolia* ;
- un appauvrissement en espèces végétales accompagnatrices à proximité de la rive.



Lors de la période 2007-2013, le transect T4 (Annecy-le-Vieux) a subi les évolutions suivantes (en présence d'un ouvrage de protection contre la houle type fascine mais largement dégradée)) :

- une densification de la roselière et disparition des trouées observées en 2007 ;
- un regroupement au centre de la roselière des herbiers de nénuphars ;
- une densification des herbiers de *Schoenoplectus lacustris* ;
- des déplacements parmi les espèces végétales accompagnatrices.



Lors de la période 2007-2013, le transect T5 (Annecy-le-Vieux) a subi les évolutions suivantes (en présence d'un ouvrage de protection contre la houle type fascine mais largement dégradée) :

- une densification de la roselière ;
- une disparition des herbiers de nénuphars ;
- une diminution de la biodiversité en espèces végétales accompagnatrices au sein de la roselière (et notamment la disparition de *Lemna minor* et des *nénuphars*);
- une colonisation plus massive par les algues vertes filamenteuses.

COMPARAISON DES QUADRATS

Afin de pouvoir effectuer des comparaisons pour le paramètre classes d'inflorescence, nous avons attribué les valeurs suivantes à ces dernières :

- absence de tiges : 0 ;
- 0-25% : 1 ;
- 25-50% : 2 ;
- 50-75% : 3 ;
- 75-100% : 4.

Étude	Moyennes	Influence d'une plantation	
		non	oui
2007	Hauteur moyenne des tiges (cm)	230,0	188,0
	Densité de tige au m ²	28,0	38,4
	Diamètre moyen des tiges (mm)	7,3	6,6
	Classe d'inflorescences	2,0	1,8
2013	Hauteur moyenne des tiges (cm)	210,7	140,2
	Densité de tige au m ²	30,7	51,0
	Diamètre moyen des tiges (mm)	6,2	5,2
	Classe d'inflorescences	3,7	1,8

L'ANALYSE DES MOYENNES OBSERVÉES LORS DES ÉTUDES 2007 ET 2013 POUR LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES ÉTUDIÉS FAIT APPARAÎTRE :

- UNE DIMINUTION MARQUÉE DANS LES DEUX TYPES DE SECTEURS (INFLUENCE D'UNE PLANTATION OU NON) DU PARAMÈTRE HAUTEUR MOYENNE DES TIGES ;
- UNE AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DANS LES SECTEURS PLANTÉS CONTRE UNE STABILISATION DE CETTE VALEUR MOYENNE DANS LES SECTEURS NON RESTAURÉS ;
- UNE STABILISATION DU PARAMÈTRE DIAMÈTRE DANS LES DEUX TYPES DE SECTEURS ;
- UNE STABILISATION DE LA FERTILITÉ AU SEIN DES SECTEURS RESTAURÉS CONTRE UNE AUGMENTATION DANS LES SECTEURS NON RESTAURÉS.

On rappelle que l'hétérogénéité entre les différentes formations végétales rencontrées est spécifique à ce secteur.

En complément on présente également la comparaison des moyennes observées pour T1 et 2 (non influence du port) avec les résultats obtenus en 2013 au niveau de T3-4-5 (influence du port) pour estimer l'effet du port sur les roselières en temps que ouvrage de protection contre la houle.

Étude	Moyennes	Influence du port	
		non	oui
2013	Hauteur moyenne des tiges (cm)	190,0	155,0
	Densité de tige au m ²	25,0	50,3
	Diamètre moyen des tiges (mm)	5,7	5,9
	Classe d'inflorescences	3,5	2,2

COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE

Secteur d'Albigny	
Influence d'un ouvrage de protection	fascines + effet port (2 prélèvements)
Sables 2009 (%)	88,4%
Sables 2013 (%)	96,0%
Argiles : 2009 (%)	3,3%
Argiles : 2013 (%)	2,0%
Limons : 2009 (%)	8,3%
Limons : 2013 (%)	2,0%
pot. Redox (mV) : 2009	-245
pot. Redox (mV) : 2013	96
Carbone organique (g/kg) 2009	7,35
Carbone organique (g/kg) 2013	7,55
Z pénétrée: 2013	6

En présence d'ouvrages de protection contre la houle (même largement dégradés en 2013), la proportion de sable (particules grossières) semble avoir augmenté au détriment des limons (particules fines) au sein de ce secteur. On rappelle que les deux points sédiments ont été réalisés au sein de la zone d'érosion. La concentration en carbone organique reste la même.

CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE



Illustration 99: Cartographie des formations de type roselière ; secteur d'Albigny

ÉVOLUTION DES FORMATIONS VÉGÉTALES DEPUIS LES ACTIONS DE RESTAURATIONS DES ANNÉES 2000-2001

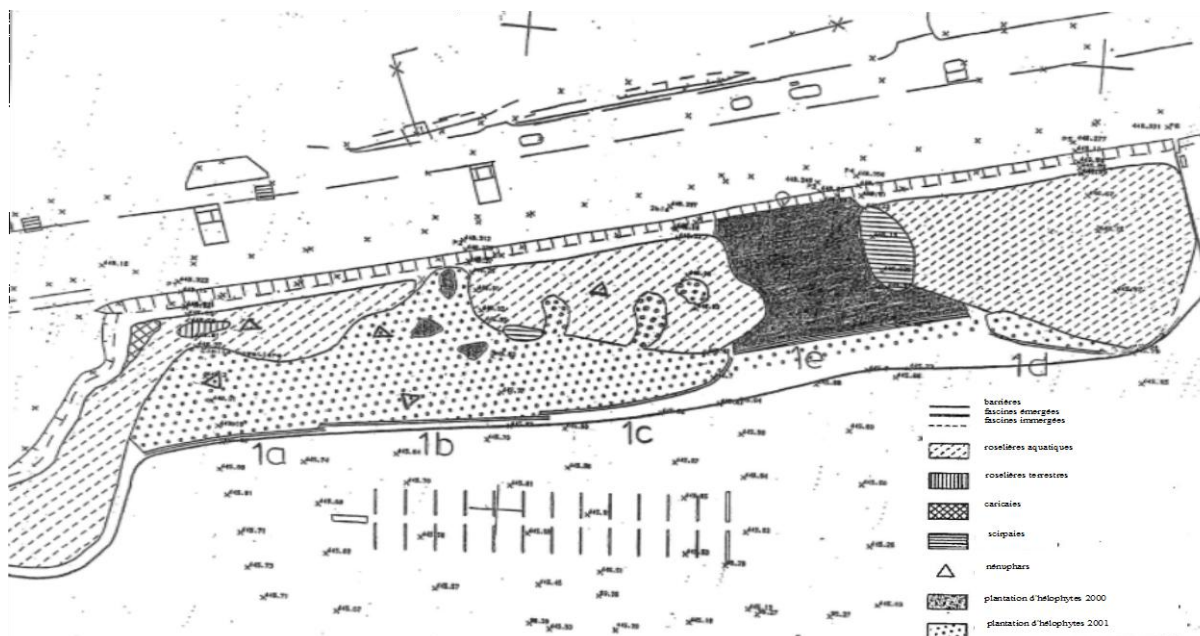


Illustration 100: Cartographie végétale et plan de recollement des travaux de restauration 2000-2001 Albigny secteur Ouest (source : CNR, 2002. Restauration de la roselière de la baie d'Albigny - Phase II. Municipalité d'Annecy-le-Vieux).



Illustration 101: Cartographie des formations végétales du secteur Ouest d'Albigny : diagnostic 2013

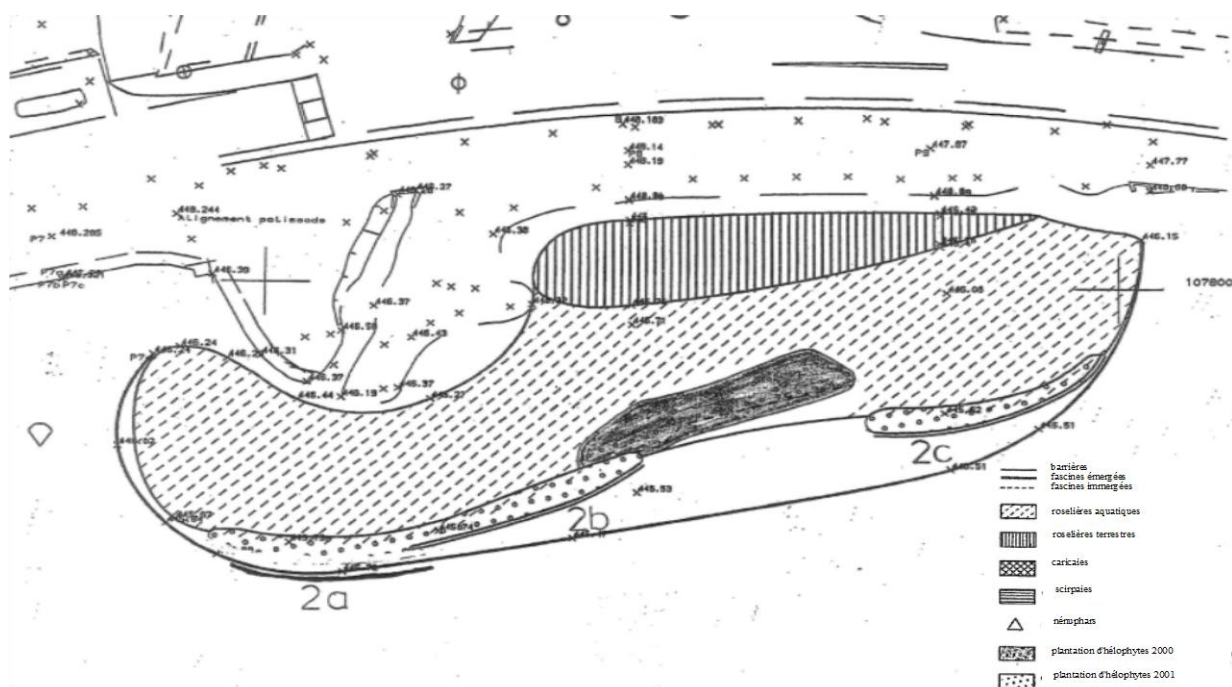


Illustration 102: Cartographie végétale et plan de recollement des travaux de restauration 2000-2001 Albigny secteur Est (source : CNR, 2002. Restauration de la roselière de la baie d'Albigny - Phase II. Municipalité d'Annecy-le-Vieux).

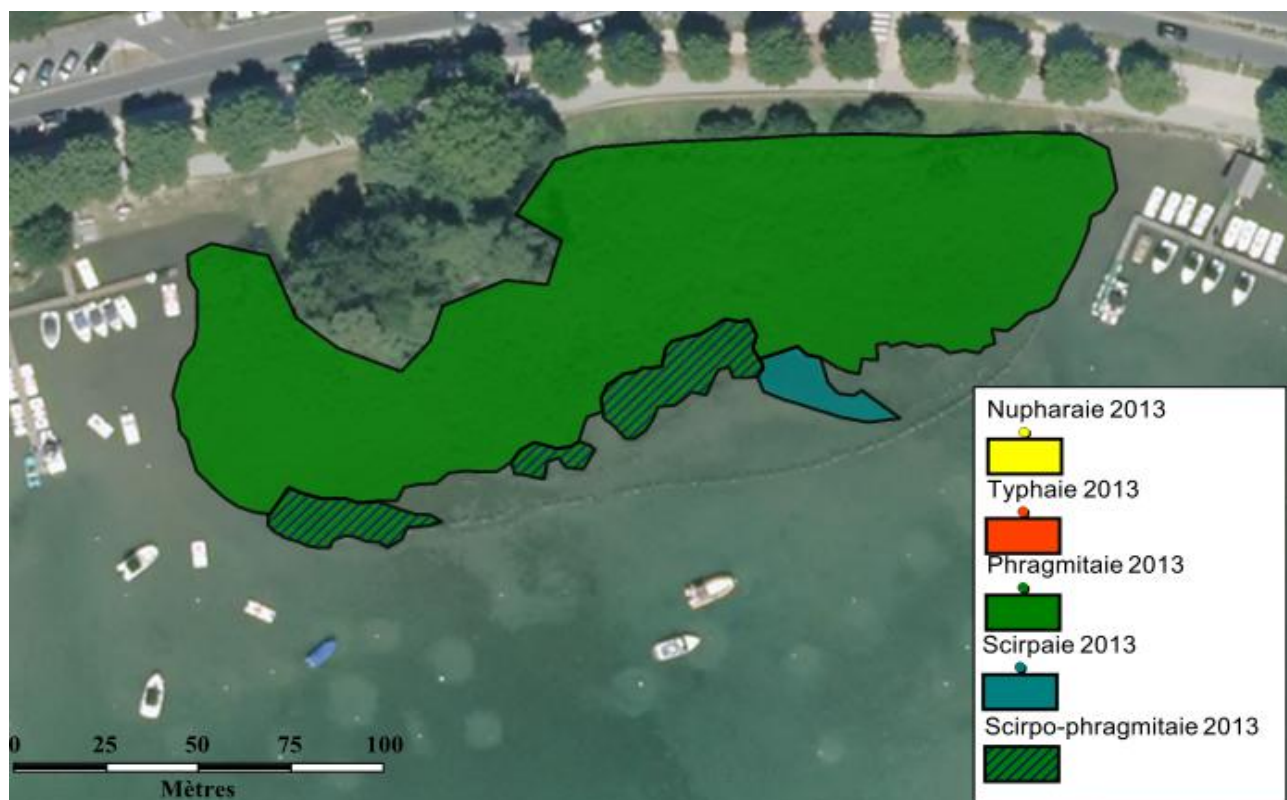


Illustration 103: Cartographie des formations végétales du secteur Est d'Albigny : diagnostic 2013

ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION

L'ÉVOLUTION DES FORMATIONS VÉGÉTALES DEPUIS LES ANNÉES 2000-2001 (CARTES CHAPITRE 8.6) ET 2007 (CF ILLUSTRATION 14.1) FAIT APPARAÎTRE LES POINTS SUIVANTS :

- UNE EXPANSION DE LA ROSELIÈRE NATURELLE. CE PHÉNOMÈNE EST CLAIREMENT VISIBLE DEPUIS LA ROSELIÈRE DU SECTEUR OUEST VERS LES PONTONS D'UN LOUEUR D'EMBARCATIONS NAUTIQUES ;
- UNE MOSAÏQUE DE FORMATIONS VÉGÉTALES EST TOUJOURS BIEN PRÉSENTE DANS LA PARTIE CENTRALE DE LA ROSELIÈRE DU SECTEUR OUEST. ON CONSTATE CEPENDANT QUE CES FORMATIONS VÉGÉTALES PLANTÉES NE SONT PAS FIXÉES ET QU'UNE DYNAMIQUE EST TOUJOURS EN COURS ;
- LES SCIRPAIES IMPLANTÉES EN 2000 ET 2001 SONT TOUJOURS PRÉSENTES, BIEN QUE CERTAINS SECTEURS SEMBLENT ÊTRE FRAGMENTÉS OU BIEN PRÉSENTER DES MÉLANGES AVEC PHRAGMITES AUSTRALIS ;
- À L'INSTAR DU DIAGNOSTIC 2007, ON CONSTATE UNE DISPARITION QUASI COMPLÈTE DES FASCINES MISES EN PLACE EN 2000-2001. IL NE SUBSISTE QUE CERTAINS PIEUX D'ANCRAGE RELIÉS ENTRE EUX PAR DES FILS MÉTALLIQUES ;
- UN ENVASEMENT CONSÉQUENT, AVEC UNE ÉPAISSEUR GRADUELLEMENT PLUS IMPORTANTE DEPUIS LE LARGE VERS LA RIVE (AVEC FORTE ACCUMULATION DE MATÉRIEL ORGANIQUE D'ORIGINE VÉGÉTALE EN DÉCOMPOSITION).

ENFIN IL RESSORT UN CARACTÈRE NATUREL AU SEIN DE L'ENSEMBLE DES FORMATIONS DE CE SECTEUR (BONNE DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET ANIMALE)



Extension de la roselière du secteur Ouest d'Albigny – été 2008



Extension de la roselière du secteur Ouest d'Albigny – été 2010



Extension de la roselière du secteur Ouest d'Albigny – 2013

9 SECTEUR DU MARAIS DE L'ENFER

RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE

3 secteurs sont concernés par des actions de restauration. Ils comprennent :

- l'ouvrage **1MDEnf tr1** dans la partie Ouest de la roselière, un ouvrage en fascine imputrescible pour une longueur avoisinant cinquante mètres. Il protège 52 plantations de Roseaux commun et 4 plantations de nénuphars (également 5 ensembles de Roseaux commun implantés à l'Est des fascines mais non couvert par l'ouvrage) ;
- les ouvrages **2MDEnf tr1a** et **2MDEnf tr1b** dans la partie centrale de la roselière, deux palissades mixtes plantées en chicane protégeant 30 plantations de Roseaux communs ;
- l'ouvrage **3MDEnf tr1** dans la partie Est, une palissade de pieux jointifs double rangée protégeant 20 plantations de Roseaux communs et 5 plantations de nénuphars.

Un éclaircissement de la strate arborée imposant un couvert végétal important sur les formations de type roselière au niveau du secteur T18 a lieu en 2012

COMPARAISON DES TRANSECTS

On rapporte dans les illustrations suivantes les principales informations extraites des fiches transects des études 2007, 2009 et 2013. Ces illustrations permettent alors de comparer au « premier coup d'œil » l'évolution des paramètres densité, biodiversité et emprise surfacique.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	...n
T XX	Année	Groupement présent sur la rive et abondance	Groupement végétal aquatique (code couleur) et Abondance em : groupement végétal émergée im : groupement végétal immergé	

Illustration 104: Notice de lecture des tableaux récapitulatifs des fiches transects

	<i>Phragmites australis</i>
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>
	<i>Nymphaea alba</i> / <i>Nuphar lutea</i>
	<i>Typha</i> sp.
	<i>Elodea canadensis</i>
	<i>Hippuris vulgaris</i>
	<i>Potamogeton</i> / <i>Zannichellia</i> sp.
	Algues vertes filamenteuses
	<i>Myriophyllum</i> sp.
	<i>Najas marina</i>
	<i>Lemna</i> sp.
	Characées

Illustration 105: Code couleur des formations végétales observées

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
T13	2007	5	1	2								3								2										1				
				1				2 (em)				3					1 (em)						2 (em)											
	2013	5	5			2			5								4										3					2		
				2		2 (em)					4 (em)										5 (em)													

Lors de la période 2007-2013, le transect T13 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une densification de la roselière, plus particulièrement à proximité de la rive ;
- une augmentation de la densité de *Schoenoplectus lacustris* au large ;
- la disparition de l'herbier de nénuphars à proximité de la rive ;
- l'apparition de *Typha sp.* à ce même endroit ;
- l'apparition d'espèces végétales accompagnatrices (characées).

Transect	Distance à la rive (m) :		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
T14	2007	5	2		3		2																															
			1			2									1 (em)				1 (em)		2 (em)																	
	2013	5	5		2			4									2 (plantations)									4												
					2															4 (em)																		
																					(plantations)																	

Lors de la période 2007-2013, le transect T14 a subi les évolutions suivantes (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type « fascines imputrescibles ») :

- une densification de la roselière ;
- une diminution de la surface des autres formations de type roselière (*Typha sp.* et *Schoenoplectus lacustris*) ;
- une augmentation de la densité de *Schoenoplectus lacustris* entre 24 et 28 m de la rive ;

- une augmentation du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices (characées et potamots) à l'arrière de l'ouvrage de protection contre la houle ;
- la présence de quelques plantations de *Phragmites australis* entre 17 et 24 m de la rive. Les potamots rencontrés sur ce tronçon sont cantonnés à ces plantations (protection contre la prédation aviaire).

Transect	Distance à la rive (m) :		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	...	35				
T15	2007	5	2												1	2																			
																4 (em)																			
	2013	5	5										4							3										2 (plant.)					
													5 (em)							4 (em)					3 (em)										
										1 (im)							2 (im)																		

Lors de la période 2007-2013, le transect T15 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type « fascines imputrescibles ») :

- une augmentation de la surface et de la densité des formations de type roselière (*Phragmites australis* et *Schoenoplectus lacustris* formes immergée et émergée) à l'arrière de l'ouvrage de protection contre la houle ;
- une augmentation du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	...	140							
NT1	2009	5	4		2																				1	2																
																							1 (em)		4 (em)										51-91m							
	2013	5	5					4										3					4																			
								4 (em)															5(em)													72-102m						
								2 (im)										5 (im)																								

Lors de la période 2009-2013, le transect NT1 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une densification de *Phragmites australis* ;

- | Transect | Distance à la rive (m) : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | ... | 49 | ... | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|-----|----|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| NT2 | 2009 | 5 | 2 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 44-65m | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NT2 | 2013 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- une augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- une colonisation par les algues vertes filamenteuses ;
- la disparition des espèces végétales accompagnatrices à l'arrière de l'ouvrage de protection contre la houle.

[illegible]

- une augmentation de la surface et de la densité des formations de type roselière (*Phragmites australis* et *Schoenoplectus lacustris*) ;
- une augmentation du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices (characées) ;
- une plantation de *Phragmites australis* entre 15 et 35 m de la rive.

Transect	Distance à la rive (m) :																																																		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	...	71
T18	2007					3										4															3										2																																																												
						1 (em)																									1 (em)																																																																						
	2013						1	5										3					5																												60 m																																																		
																	1 (im)																																																																																				

Lors de la période 2007-2013, le transect T18 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes (avec un éclaircissement de la strate arborée en 2012) :

- une augmentation de la densité des formations de type roselière ;
- un recul du front de la roselière ;
- une augmentation du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices (characées, potamots) ;
- une apparition de *Phragmites australis* sous le couvert forestier.

COMPARAISON DES QUADRATS

Quadrats influencés par un ouvrage en 2013	non (10 quadrats)		oui (12 quadrats)	
Étude	2007 et 2009	2013	2007 et 2009	2013
Hauteur des tiges (cm)	164,0	140,1	156,3	149,5
Densité de tige au m ²	21,1	20,1	12,8	30,4
Diamètre moyen des tiges (mm)	5,9	5,0	5,2	4,7
Classe d'inflorescence	1,8	1,8	1,4	2,0

L'ANALYSE DES MOYENNES OBSERVÉES LORS DES ÉTUDES 2007-2009 ET 2013 POUR LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES ÉTUDIÉS FAIT APPARAÎTRE :

- UNE BAISSSE QUATRE FOIS PLUS IMPORTANTE DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS PAR RAPPORT AUX SECTEURS PROTÉGÉS (-24 CM CONTRE -6 CM) ;
- UNE AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DANS LES SECTEURS PROTÉGÉS (PLUS DU DOUBLE DE LA VALEUR DES ÉTUDES PRÉCÉDENTES) ;
- UNE LÉGÈRE AUGMENTATION DU TAUX D'INFLORESCENCE DANS LES SECTEURS PROTÉGÉS.

COMPARAISON DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES

On présente ci-dessous les profils bathymétriques représentatifs du secteur du Marais de l'Enfer.

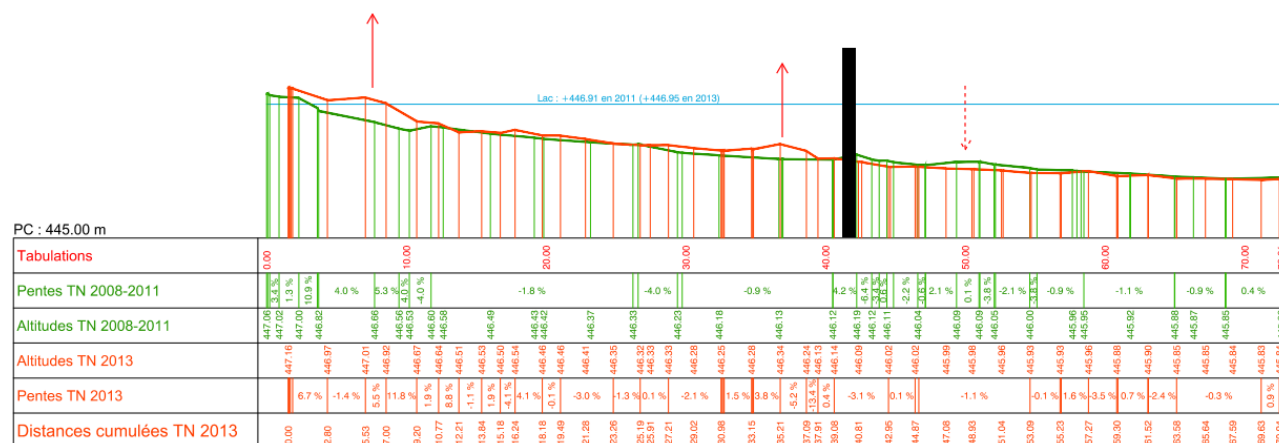


Illustration 106: Profil bathymétrique P8

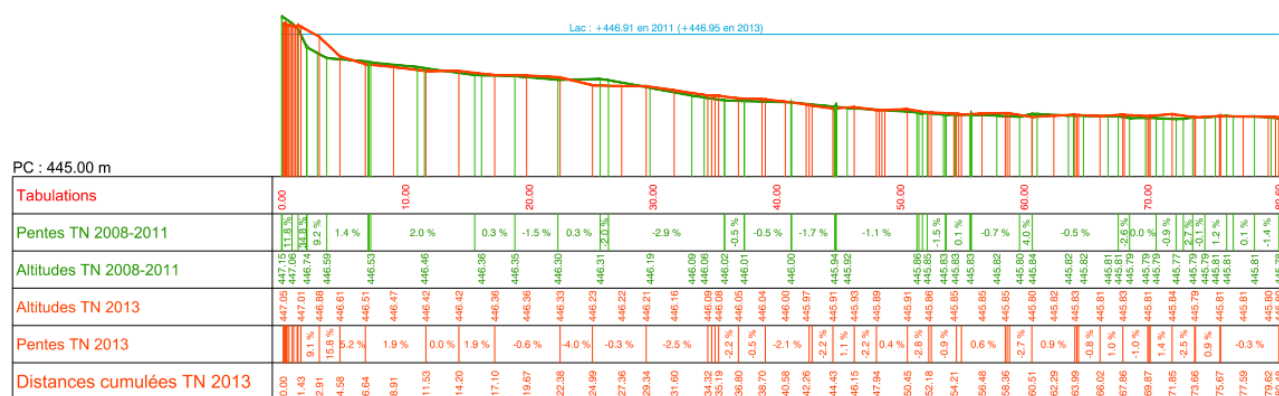


Illustration 107: Profil bathymétrique P9

Dans le secteur du Marais de l'Enfer, on observe généralement une diminution de la profondeur traduisant un dépôt de sédiment (supérieur à 10 cm) à l'arrière des ouvrages de protection contre la houle ainsi qu'un léger export (augmentation de la profondeur) immédiatement à l'avant de l'ouvrage, comme on peut le voir sur le profil P8 ci-dessus. En l'absence d'ouvrage de protection contre la houle, les profils bathymétriques demeurent relativement inchangés entre la période 2008-2011 et l'été 2013, comme on peut le voir sur le profil P9 ci-dessus.

Le profil P13 constitue quant à lui une anomalie sur le secteur du Marais de l'Enfer. En effet, on observe une augmentation de la profondeur (export de sédiment) sur l'ensemble du profil bathymétrique, sans influence particulière de l'ouvrage de protection contre la houle.

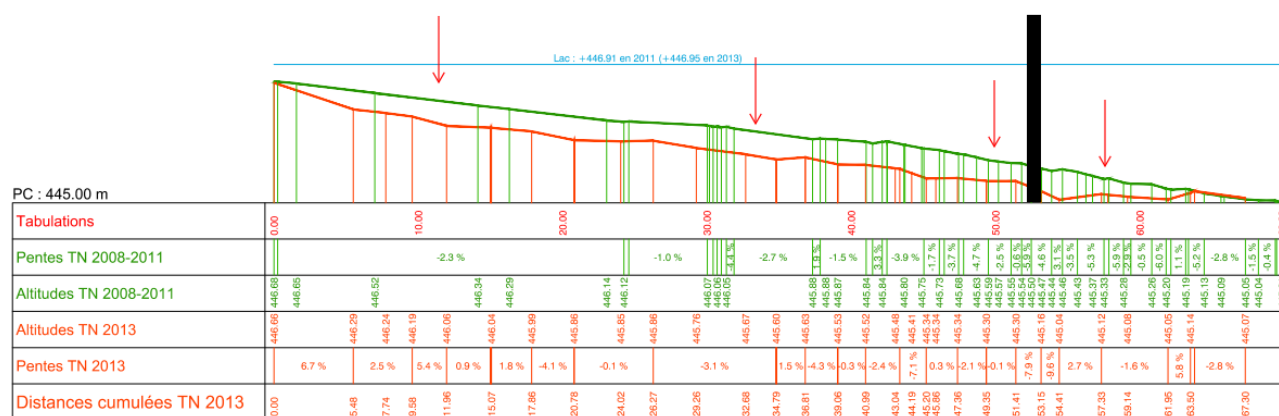


Illustration 108: Profil bathymétrique P13

COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE

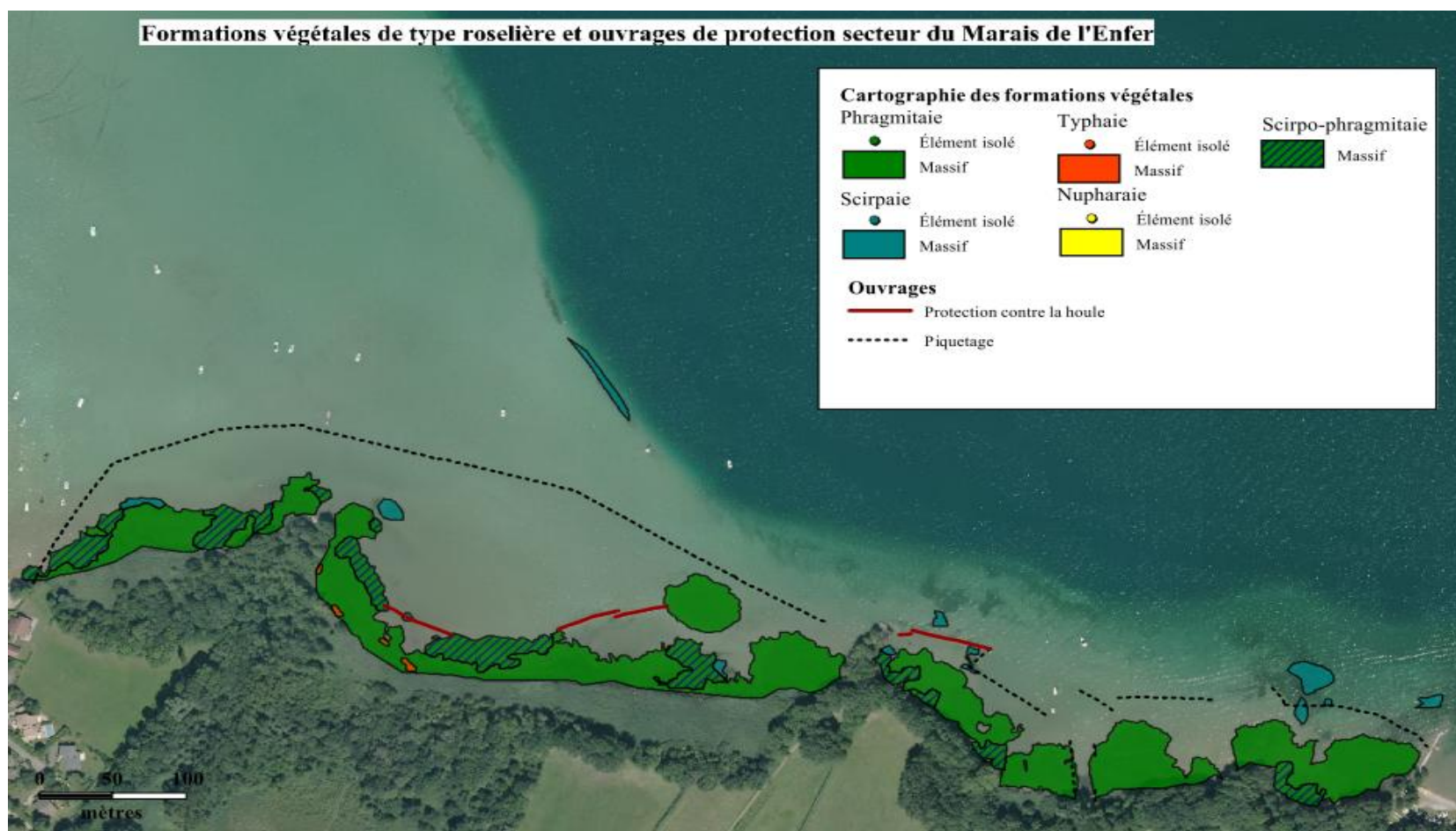
Secteur Marais de l'Enfer		
Influence d'un ouvrage de protection	non (6 prélèvements)	oui (5 prélèvements)
Sables 2009 (%)	84,9%	91,2%
Sables 2013 (%)	89,8%	75,7%
Argiles : 2009 (%)	3,5 %	2,5%
Argiles : 2013 (%)	1,8%	3,6%
Limons : 2009 (%)	11,6%	6,3%
Limons : 2013 (%)	8,3%	20,7%
pot. Redox (mV) : 2009	-43,5	-30,25
pot. Redox (mV) : 2013	26,33	-25,20
Carbone organique (g/kg) 2009	6,70	9,43
Carbone organique (g/kg) 2013	17,07	23,92
Z pénétrée: 2013	7,67	8,20

L'évolution des moyennes observées laisse apparaître une diminution de la proportion en particules grossières (sable) au profit de la proportion de particules fines (limons) à l'abri des ouvrages de protection contre la houle. Au sein des secteurs non influencés par un ouvrage, il n'est pas constaté d'évolution nette.

La concentration en carbone organique augmente dans les deux secteurs de manière similaire.

La résistance du substrat est du même ordre que ce soit au sein des secteurs influencés ou non.

CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE



ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION

AU SEIN DU COMPARTIMENT VÉGÉTAL ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRE TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION ONT PERMIS UNE EXTENSION DE LA SURFACE DES ROSELIÈRES, UNE AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DE TIGES, UN MAINTIEN DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES ET DE LA FERTILITÉ. CES ACTIONS N'ONT PAS EU D'IMPACT SIGNIFICATIFS SUR LES AUTRES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS.

AU SEIN DU COMPARTIMENT SÉDIMENTS ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRE TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION N'ONT PERMIS D'AMÉLIORATION MARQUÉ DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS À L'EXCEPTION D'UNE LÉGÈRE RETENUE DE PARTICULE FINE À L'ARRIÈRE DES OUVRAGES 1MDENfTr1 ET 2MDENfTr1A ET B.

		Secteur « Marais de l'Enfer »			
		Protection contre la houle			
Ouvrage		1MDENf tr1	2MDENf tr1a et tr1b	3MDENf tr1	Aucun
Type		Type « fascines imputrescibles »	Type « palissades mixtes »	Type « pieux jointifs double rangée »	Témoin
Transects et quadrats concernés		T14-T15	NT2	NT3	T16
Profils bathymétriques concernés		P7-P8	P10-P11	P13	P12
Compartiment végétal	Superficie	+	+	+	=
	Abondance	++	++	+	++
	Biodiversité	+	=	=	=
	Densité	+			=
	Hauteur	++			--
	Diamètre	=			--
	Fertilité	+			=
Compartiment sédiment	Sédimentation	+	+	-	=
	Potentiel d'oxydo-réduction	+			
	Granulométrie	+			

Tableau 3: Synthèse des évolutions 2007-2009 à 2013 des résultats pour les paramètres étudiés en fonction des actions de restauration entreprises; secteur du Marais de l'Enfer

++	Amélioration marquée
+	Amélioration légère
=	Stabilisation
-	Légère dégradation
--	Dégradation marquée

On rappelle que l'attribution d'un statut « amélioration », « stabilisation » ou « dégradation » est fondée sur des comparaisons de moyenne. Pour la plupart des paramètres, au moins à l'échelle des analyses fines (par secteurs restaurés), les effectifs comparés sont très faibles.

De plus, la période entre la réalisation des opérations de restauration et l'acquisition post opératoire des données étudiées est très courte à l'échelle de l'évolution des milieux naturels tels que les formations de type roselière. Ces deux constats amènent à nuancer les conclusions tirées dans le tableau ci-dessus.

10 SECTEUR DU SENTIER DES ROSELIÈRES

RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE

2 secteurs sont concernés par des actions de restauration. Ils comprennent :

- les ouvrages **3SDR tr1a** et **3SDR tr1b** dans la partie Ouest de la roselière, une fascine imputrescible disposée en chicane avec une palissade de pieux (double rangée) longue de 40 mètres. Elle protège 80 plantations de Roseaux commun et 5 plantations de nénuphars ;
- les ouvrages **4SDR tr1a** et **4SDR tr1b** dans la partie centrale de la roselière, deux ouvrages de pieux double rangée, longue de 40 mètres chacun protégeant 10 plantations de Roseaux communs et 5 plantations de nénuphars.

COMPARAISON DES TRANSECTS

On rapporte dans les illustrations suivantes les principales informations extraites des fiches transects des études 2007, 2009 et 2013. Ces illustrations permettent alors de comparer au « premier coup d'œil » l'évolution des paramètres densité, biodiversité et emprise surfacique.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	...n
T XX	Année	Groupement présent sur la rive et abondance Groupement végétal aquatique (code couleur) et Abondance em : groupement végétal émergée im : groupement végétal immergé		

Illustration 109: Notice de lecture des tableaux récapitulatifs des fiches transects

	<i>Phragmites australis</i>
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>
	<i>Nymphaea alba</i> / <i>Nuphar lutea</i>
	<i>Typha</i> sp.
	<i>Elodea canadensis</i>
	<i>Hippuris vulgaris</i>
	<i>Potamogeton</i> / <i>Zannichellia</i> sp.
	Algues vertes filamenteuses
	<i>Myriophyllum</i> sp.
	<i>Najas marina</i>
	<i>Lemna</i> sp.
	Characées

Illustration 110: Code couleur des formations végétales observées

[illegible]

Lors de la période 2007-2013, le transect T19 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une diminution de la densité de la roselière à proximité de la rive ;
- l'apparition d'espèces végétales accompagnatrices.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	...	82																																															
T20	2007	3	3						3										3										2 (em)					4 (im)										40-80m																																																	
					40-80m																																																																																								
	2013	4	5			2		5										1					5										4 (em)					41-47m		4 (em)					51-82m																																																
						5 (im)																																																																															41-47m		5 (im)					51-82m	
													37-51m																																																																																

Lors de la période 2007-2013, le transect T20 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une légère diminution de la surface de la roselière ;
- une augmentation de la densité des formations de type roselière (*Phragmites australis* et *Schoenoplectus lacustris*) ;
- une augmentation du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices.

[illegible]

Lors de la période 2009-2013, le transect NT4 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une augmentation de la surface et de la densité de la roselière (*Phragmites australis*) ;

- une augmentation du recouvrement de *Schoenoplectus lacustris* forme immergée.

Transect		Distance à la rive (m) :		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	...	60																														
NT5	2009																																													2 (em) 48-54m																																			
																																														2 (im)																		3 (im) 48-54m																	
	2013																		2 (plantations)																				4 (em)				4 (em) 47-52m																																						
																															2 (im)				5 (im) 47-52m																																														

Lors de la période 2009-2013, le transect NT5 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type « fascine imputrescible + pieux jointifs ») :

- une légère augmentation de la surface et de la densité des formations de *Schoenoplectus lacustris* immergées et émergées à l'arrière de l'ouvrage de protection contre la houle ;
- une plantation de *Phragmites australis* ;
- une diminution du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices au droit de la plantation de *Phragmites australis*.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	...	64																				
NT6	2009	4	3				2												1																																																		
	2013	4	5				4												3												2																																						

Lors de la période 2009-2013, le transect NT6 (Saint-Jorioz) a subi l'évolution suivante (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type « pieux jointifs double rangée ») :

- une augmentation de la densité et dans une moindre mesure de la surface de la roselière à l'arrière de l'ouvrage de protection contre la houle.

Transect		Distance à la rive (m) :		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	...	56							
NT7			4				3			2														1																																		
	2009	5															1 (im)														1 (im)																											
	2013	4	5														3																																									

Lors de la période 2009-2013, le transect NT7 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type

« pieux jointifs double rangée ») :

- une légère diminution de la surface mais une augmentation de la densité de la roselière à l'arrière de l'ouvrage de protection ;
- la disparition des herbiers de *Schoenoplectus lacustris* immergés à l'arrière de l'ouvrage de protection ;
- la disparition des espèces végétales accompagnatrices au large de l'ouvrage de protection.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
T21	2007	5											3													2		1
	2013	5											5															

Lors de la période 2007-2013, le transect T21 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une diminution de la surface mais une augmentation de la densité de la roselière ;
- l'apparition d'espèces végétales accompagnatrices.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
T22	2007	5		2									3					2					1												
	2013	5											5						3					3											

Lors de la période 2007-2013, le transect T22 (Saint-Jorioz) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'ouvrage de protection contre la houle :

- une augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- une modification des espèces végétales accompagnatrices (disparition des algues vertes filamenteuses et de *Potamogeton sp.* ; mise en place de characées).

COMPARAISON DES QUADRATS

Quadrats influencés par un ouvrage en 2013	non (12 quadrats)		oui (8 quadrats)	
Étude	2007 et 2009	2013	2007 et 2009	2013
Hauteur des tiges (cm)	199,2	129,2	116,3	107,9
Densité de tige au m ²	38,8	27,5	24,4	24,6
Diamètre moyen des tiges (mm)	6,1	4,9	2,9	3,8
Classe d'inflorescences	2,8	2,1	1,0	1,8

L'ANALYSE DES MOYENNES OBSERVÉES LORS DES ÉTUDES 2007-2009 ET 2013 POUR LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES ÉTUDIÉS FAIT APPARAÎTRE :

- UNE BAISSSE HUIT FOIS PLUS IMPORTANTE DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS PAR RAPPORT AUX SECTEURS PROTÉGÉS (-70 CM CONTRE -8 CM) ;
- UNE STABILISATION DE LA DENSITÉ DANS LES SECTEURS PROTÉGÉS CONTRE UNE DIMINUTION DE CETTE VALEUR MOYENNE DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS ;
- UNE BAISSSE DU DIAMÈTRE MOYEN DES TIGES AU SEIN DES SECTEURS NON PROTÉGÉS ET A CONTRARIO UNE AUGMENTATION AU SEIN DES SECTEUR PROTÉGÉS ;
- UNE LÉGÈRE DIMINUTION DU TAUX D'INFLORESCENCE DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS CONTRE UNE LÉGÈRE AUGMENTATION AU SEIN DES SECTEUR PROTÉGÉS.

COMPARAISON DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES

On présente ci-dessous les profils bathymétriques représentatifs du secteur du Sentier des Roselières.

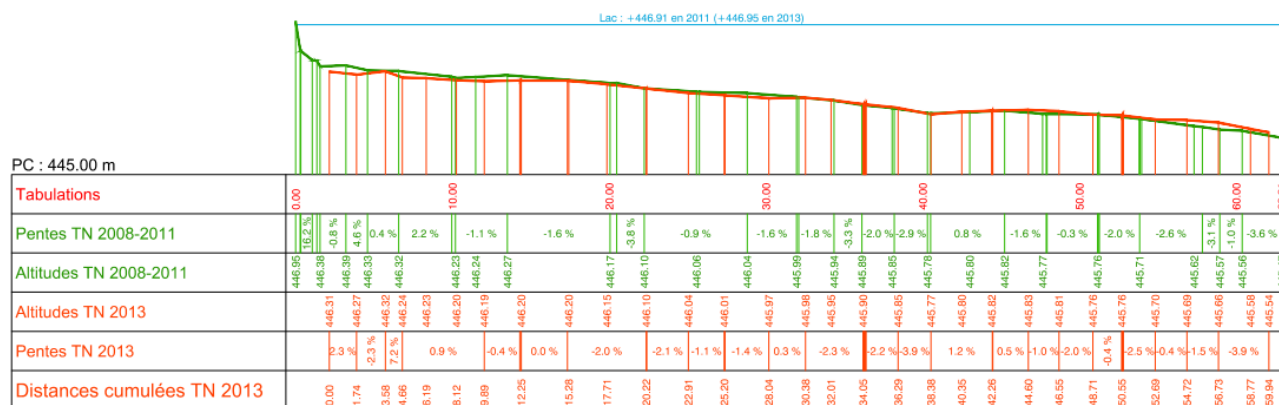


Illustration 111: Profil bathymétrique P15

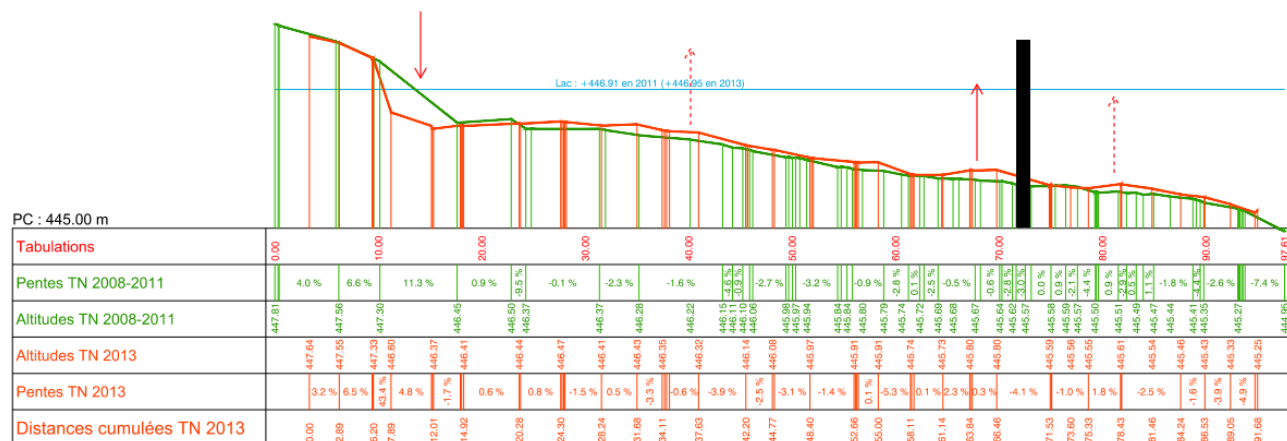


Illustration 112: Profil bathymétrique P16

Dans le secteur du sentier des roselières, en présence d'un ouvrage de protection, on observe globalement un dépôt plus ou moins marqué de sédiment, au moins égal à 10 cm (diminution de la profondeur) sur l'ensemble du profil bathymétrique, à l'arrière comme à l'avant de l'ouvrage. Notons toutefois que les dépôts sont généralement plus marqués immédiatement à l'arrière des ouvrages de protection contre la houle, comme on peut le voir sur le profil P16. Notons également le creusement du talus de berge sur certains profils bathymétriques influencés par un ouvrage.

En l'absence d'ouvrage de protection contre la houle, les profils bathymétriques demeurent relativement inchangés entre la période 2008-2011 et l'été 2013, comme on peut le voir sur le profil P15 ci-dessus.

COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE

Secteur Sentier des Roselières		
Influence d'un ouvrage de protection	non (1 prélèvement)	oui (3 prélèvements)
Sables 2009 (%)	92,7%	96,0%
Sables 2013 (%)	96,0%	95,4%
Argiles : 2009 (%)	2,1%	2,3%
Argiles : 2013 (%)	1,9%	2,2%
Limons : 2009 (%)	5,2%	1,8%
Limons : 2013 (%)	2,0%	2,4%
pot. Redox (mV) : 2009	-100	100,5
pot. Redox (mV) : 2013	144,00	171,67
Carbone organique (g/kg) 2009	6,50	< 5,00
Carbone organique (g/kg) 2013	6,50	5,63
Z pénétrée: 2013	3,00	7,33

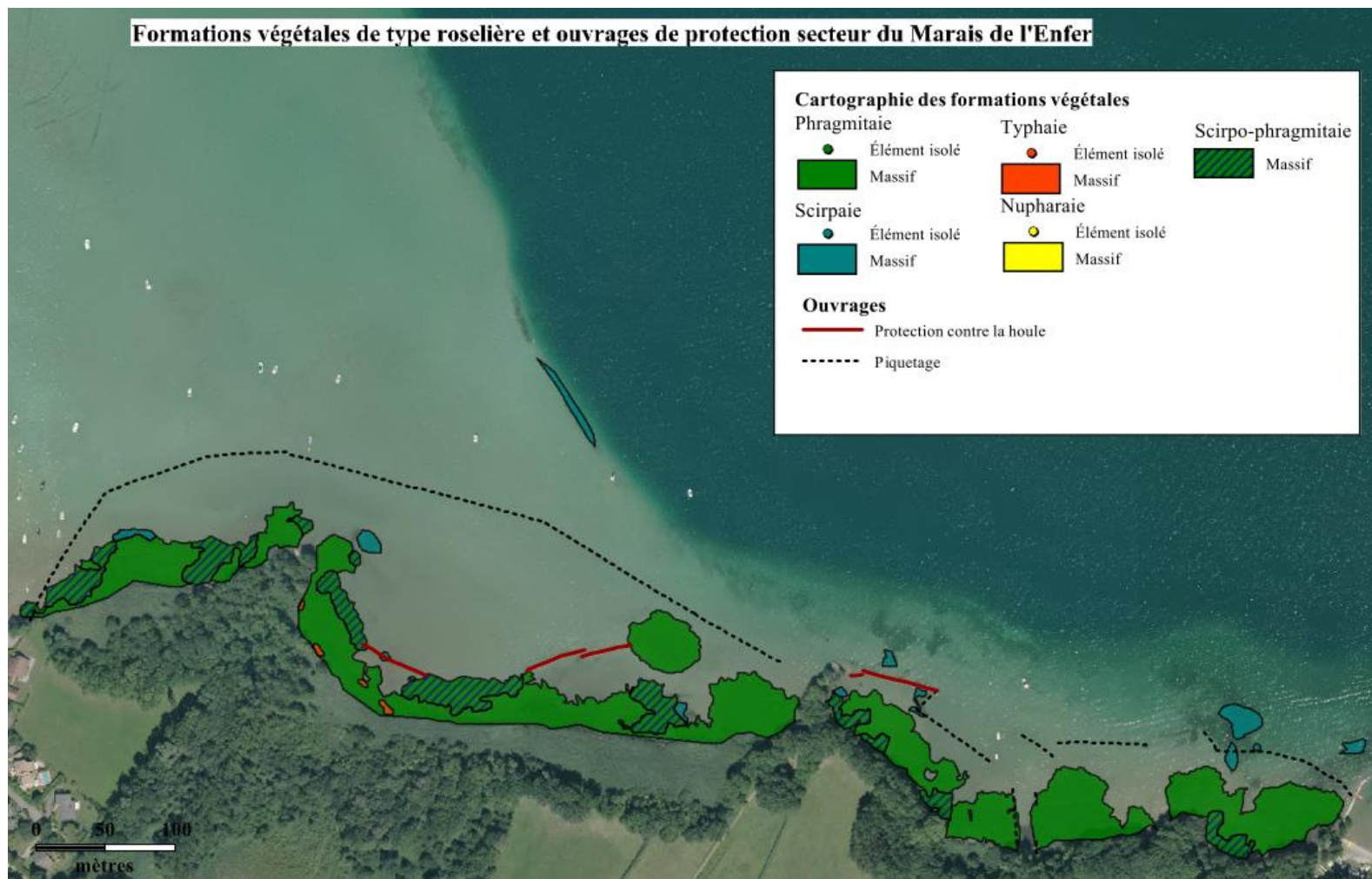
Il n'est pas constaté d'évolution nette des paramètres granulométrie au niveau du secteur du Sentier des Roselières.

Les concentrations en carbone organique restent similaires dans les deux secteurs.

La résistance du substrat est plus importante dans le secteur non influencé par un ouvrage de protection contre la houle.

Ces constats sont à nuancer en raison du très faible effectif de prélèvement dans ce secteur.

CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE



ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION

AU SEIN DU COMPARTIMENT VÉGÉTAL ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRES TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION ONT PERMIS UN MAINTIEN DE LA DENSITÉ DE TIGES, UNE BAISSSE MOINS MARQUÉE DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES AINSI QU'UNE AUGMENTATION DE LA FERTILITÉ. CES ACTIONS N'ONT PAS EU D'IMPACT SIGNIFICATIF SUR L'ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE DE LA ROSELIÈRE. ON CONSTATE CEPENDANT UNE LÉGÈRE BAISSSE DE LA BIODIVERSITÉ À L'ARRIÈRE DES OUVRAGES DE PROTECTION INSTALLÉS.

AU SEIN DU COMPARTIMENT SÉDIMENT ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRE TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION N'ONT PAS PERMIS UNE AMÉLIORATION MARQUÉE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS À L'EXCEPTION D'UNE LÉGÈRE RETENUE DE PARTICULES FINES À L'ARRIÈRE DES OUVRAGES INSTALLÉS.

		Secteur « Sentier des roselières »		
		Protection contre la houle		
	Ouvrage	3DSR tr1a et tr1b	4SDR tr1a et tr1b	Aucun
	Type	Type « fascine imputrescible + pieux jointifs double rangée »	Type « pieux jointifs double rangée »	Témoin
	Transects et quadrats concernés	NT4-NT5	NT6-NT7	T21-T22
	Profils bathymétriques concernés	P16-P17	P19-P20	P15-P21
Compartiment végétal	Superficie	++	=	+
	Abondance	++	+	++
	Biodiversité	=	=	+
	Densité	+		-
	Hauteur	=		--
	Diamètre	+		-
	Fertilité	+		-
Compartiment sédiment	Sédimentation	+	++	=
	Potentiel d'oxydo-réduction	+		
	Granulométrie	=		

Tableau 4: Synthèse des évolutions 2007-2009 à 2013 des résultats pour les paramètres étudiés en fonction des actions de restauration entreprises; secteur du Sentier des Roselières

++	Amélioration marquée
+	Amélioration légère
=	Stabilisation
-	Légère dégradation
--	Dégradation marquée

On rappelle que l'attribution d'un statut « amélioration », « stabilisation » ou « dégradation » est fondée sur des comparaisons de moyenne. Pour la plupart des paramètres, au moins à l'échelle des analyses fines (par secteurs restaurés), les effectifs comparés sont très faibles.

De plus la période entre la réalisation des opérations de restauration et l'acquisition post-opératoire des données étudiées est très courte à l'échelle de l'évolution des milieux naturels tels que les formations de type roselière. Ces deux constats amènent à nuancer les conclusions tirées dans le tableau ci-dessus.

11 SECTEUR DU BOUT DU LAC

RAPPEL DES ACTIONS DE RESTAURATION MISES EN PLACE

En rive gauche de l'eau Morte, deux ouvrages de protection contre la houle sont présents. un premier ouvrage (**3BDL tr1**) est composé de 2 palissades contiguës (ouvrage simple puis double) mesurant plus de 70 m cumulés. Le deuxième ouvrage (**2BDL tr1**) situé plus à l'Ouest est composé d'une palissade double de 47 m de long.

En rive droite de l'embouchure, parallèle à la roselière, 2 ouvrages de protection disposés en chicanes se succèdent, le premier (**4BDL tr1a**) étant composé d'une double rangée de protection (54 m) et le deuxième (**4BDL tr1b**) est composée d'une double rangée de protection puis d'une protection simple rangée (41 et 36 m). Enfin, une protection simple rangée (**5BDL tr1**) est implantée obliquement entre la roselière et la fin de l'ouvrage de 36 m.

Particularité de ces ouvrages de protections, les extrémités des palissades forment un léger angle vers le large afin de contenir les bois flottants.

30 plantations de Roseaux communs sont présentes en rive gauche répartis en 3 secteurs, toujours à l'abri des ouvrages de protection contre la houle et 38 plantations de Roseaux commun en rive droite).

A noter qu'un reprofilage de la berge a été effectué entre les 2 secteurs de protections rive gauche de l'Eau Morte (adoucissement de la berge avec pour objectif une reconnexion entre roselière terrestre et aquatique).

COMPARAISON DES TRANSECTS

On rapporte dans les illustrations suivantes les principales informations extraites des fiches transects des études 2007, 2009 et 2013. Ces illustrations permettent alors de comparer au « premier coup d'œil » l'évolution des paramètres densité, biodiversité et emprise surfacique.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	...n
T XX	Année	Groupement présent sur la rive et abondance	Groupement végétal aquatique (code couleur) et Abondance em : groupement végétal émergée im : groupement végétal immergé	

Illustration 113: Notice de lecture des tableaux récapitulatifs des fiches transects

	<i>Phragmites australis</i>
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>
	<i>Nymphaea alba</i> / <i>Nuphar lutea</i>
	<i>Typha</i> sp.
	<i>Elodea canadensis</i>
	<i>Hippuris vulgaris</i>
	<i>Potamogeton</i> / <i>Zannichellia</i> sp.
	Algues vertes filamenteuses
	<i>Myriophyllum</i> sp.
	<i>Najas marina</i>
	<i>Lemna</i> sp.
	Characées

Illustration 114: Code couleur des formations végétales observées

- une augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- une reconnexion à la roselière terrestre ;
- une augmentation du recouvrement des espèces végétales accompagnatrices ;
- la disparition de *Hippuris vulgaris* mais l'apparition de *Elodea canadensis*.

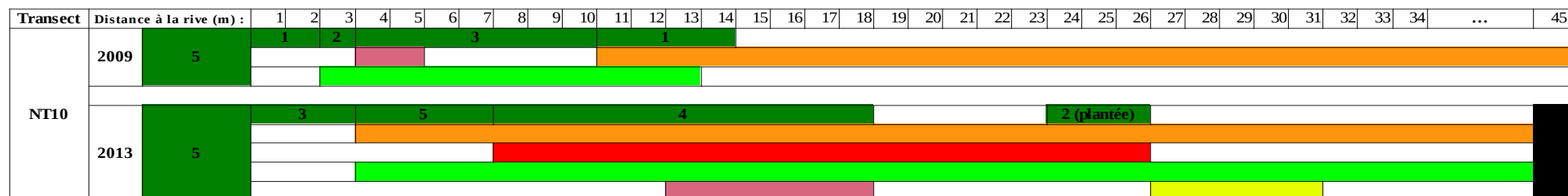
- une légère augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- une reconnexion à la roselière terrestre ;
- une légère augmentation de la biodiversité en espèces végétales accompagnatrices ;
- l'apparition de *Schoenoplectus lacustris* à l'arrière de l'ouvrage.

Lors de la période 2009-2013, le transect NT8 (Doussard) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'un ouvrage de protection contre la houle :

- une légère augmentation de la surface à proximité de la rive mais une modification de la roselière au large ;
- une reconnexion à la roselière terrestre ;
- une importante augmentation du recouvrement ainsi qu'une légère augmentation de la biodiversité en espèces végétales accompagnatrices ;

Lors de la période 2009-2013, le transect NT9 (Doussard) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'un ouvrage de protection contre la houle :

- une légère augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- une augmentation de la biodiversité mais également une régression de la surface en espèces végétales accompagnatrices ;
- l'apparition de *Najas marina* au large.



Lors de la période 2009-2013, le transect NT10 (Doussard) a subi les évolutions suivantes (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type « pieux jointifs double rangée ») :

- une augmentation de la surface et de la densité de la roselière (et mise en place de plantations) ;
- une augmentation de la biodiversité et du recouvrement en espèces végétales accompagnatrices ;
- l'apparition de *Elodea canadensis*.



Lors de la période 2009-2013, le transect NT11 (Doussard) a subi les évolutions suivantes (mise en place d'un ouvrage de protection contre la houle de type « pieux jointifs double rangée ») :

- une nette diminution de la surface de la roselière ainsi qu'une déconnexion de la rive ;
- une augmentation de la densité de la roselière ;
- une augmentation du recouvrement en espèces végétales accompagnatrices ;

- une nette augmentation de la surface et de la densité de la roselière ainsi qu'une reconnexion à la rive ;
- une augmentation du recouvrement en espèces végétales accompagnatrices ;
- une apparition de *Elodea canadensis*.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	...	99
T27	2007	5	2																	1																
																					76-99m															
	2013	5	3			4																														
																		30-44m											80-90m							

- une nette augmentation de la surface et de la densité de la roselière ainsi qu'une reconnexion à la rive ;
- une augmentation du recouvrement en espèces végétales accompagnatrices ;
- une apparition de *Elodea canadensis*.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	...	113							
T28	2007	5	2																	1																						
																				68-113m																						
																		68m																								
	2013	5	3	5										3	68 à 113m										37-51m										80-100m							
																														51-80m												

- une légère augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- une reconnexion de la roselière aquatique avec la roselière terrestre ;
- une augmentation de la biodiversité mais également une régression de la surface en espèces végétales accompagnatrices ;
- la régression de *Najas marina* au large mais une progression des *characées*.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	...	120					
NT12	2009	5			1		2										1																									
							2 (im)																																			
	2013	5				4																																				

Lors de la période 2009-2013, le transect NT12 (Doussard) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'un ouvrage de protection contre la houle :

- une augmentation de la surface et de la densité de la roselière ;
- la disparition des herbiers de *Schoenoplectus lacustris* au sein de la roselière mais la mise en place de *Najas marina* au large.

Transect	Distance à la rive (m) :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	...	140
NT13	2009	5																																			
	2013	5																																			

Lors de la période 2009-2013, le transect NT13 (Doussard) a subi les évolutions suivantes en l'absence d'un ouvrage de protection contre la houle :

- une fragilisation de la roselière (trouée) de la roselière ;
- l'apparition de *Najas marina* au large.

COMPARAISON DES QUADRATS

Quadrats influencés par un ouvrage en 2013	Rive gauche de l'Eau Morte			
	non (7 quadrats)		oui (3 quadrats)	
Étude	2007 et 2009	2013	2007 et 2009	2013
Hauteur des tiges (cm)	46,6	34,1	62,4	75,6
Densité de tige au m ²	9,6	10,9	16,5	34,0
Diamètre moyen des tiges (mm)	0,9	1,0	0,6	1,2
Classe d'inflorescences	0,5	0,7	0,6	1,0

L'ANALYSE DES MOYENNES OBSERVÉES LORS DES ÉTUDES 2007-2009 ET 2013 POUR LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES ÉTUDIÉS FAIT APPARAÎTRE POUR LA PARTIE OUEST DU BOUT DU LAC (RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE) :

- UNE LÉGÈRE AUGMENTATION DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES EN SECTEUR PROTÉGÉ CONTRE UNE LÉGÈRE BAISSÉ EN SECTEUR NON PROTÉGÉ ;
- UNE AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DANS LES SECTEURS PROTÉGÉS CONTRE UNE STABILISATION DE CETTE VALEUR MOYENNE DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS ;
- UNE STABILITÉ DES AUTRES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS, QUE LES SECTEURS SOIENT PROTÉGÉS OU NON.

Quadrats influencés par un ouvrage en 2013	Rive droite de l'Eau Morte			
	non (9 quadrats)		oui (9 quadrats)	
Étude	2007 et 2009	2013	2007 et 2009	2013
Hauteur des tiges (cm)	31,4	33,3	58,5	53,0
Densité de tige au m ²	6,4	8,6	8,6	19,1
Diamètre moyen des tiges (mm)	1,2	1,1	1,6	1,2
Classe d'inflorescences	1,2	0,5	0,5	0,0

L'ANALYSE DES MOYENNES OBSERVÉES LORS DES ÉTUDES 2007-2009 ET 2013 POUR LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES ÉTUDIÉS FAIT APPARAÎTRE POUR LA PARTIE OUEST DU BOUT DU LAC (RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE) :

- UNE STABILISATION DU PARAMÈTRE HAUTEUR MOYENNE DES TIGES DANS LES DEUX TYPES DE SECTEUR ;
- UNE LÉGÈRE AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DANS LES SECTEURS PROTÉGÉS CONTRE UNE STABILISATION DE CETTE VALEUR MOYENNE DANS LES SECTEURS NON PROTÉGÉS ;
- UNE LÉGÈRE DIMINUTION DES AUTRES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS (DIAMÈTRE ET FERTILITÉ), QUE LES SECTEURS SOIENT PROTÉGÉS OU NON.

COMPARAISON DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES

On présente ci-dessous les profils bathymétriques représentatifs du secteur du Bout du Lac.

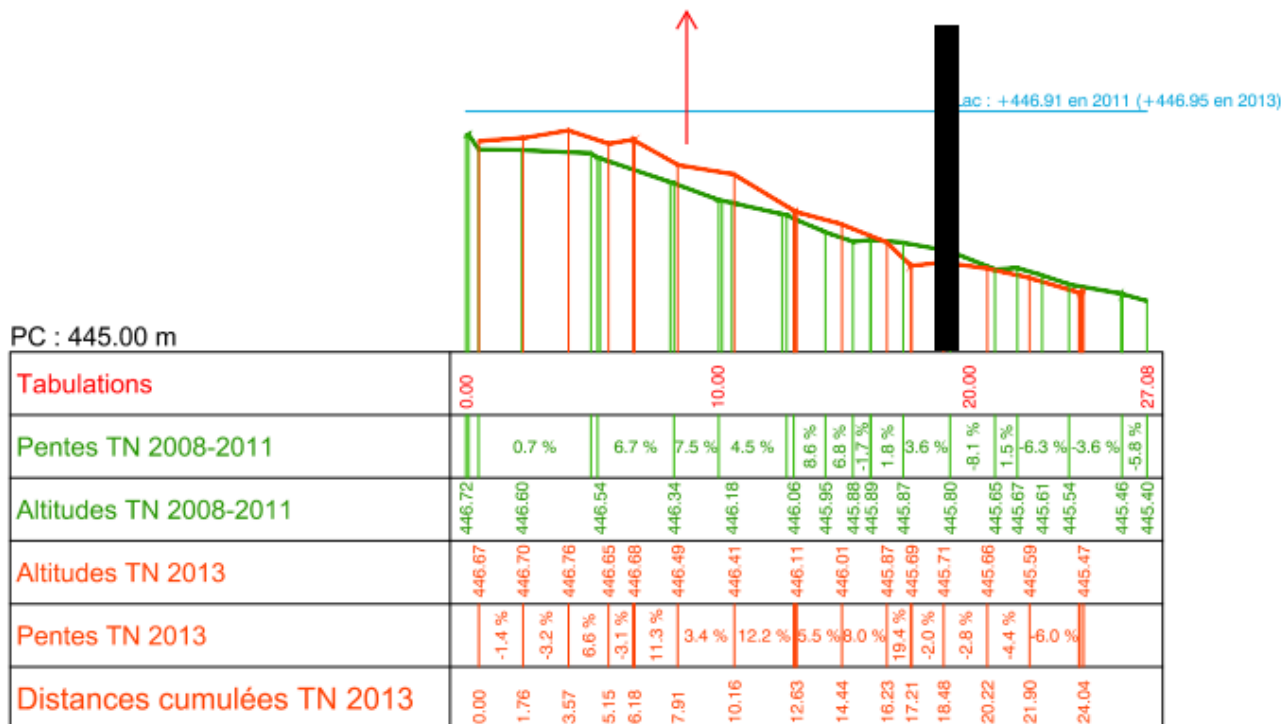
SECTEUR OUEST :

Illustration 115: Profil bathymétrique P23

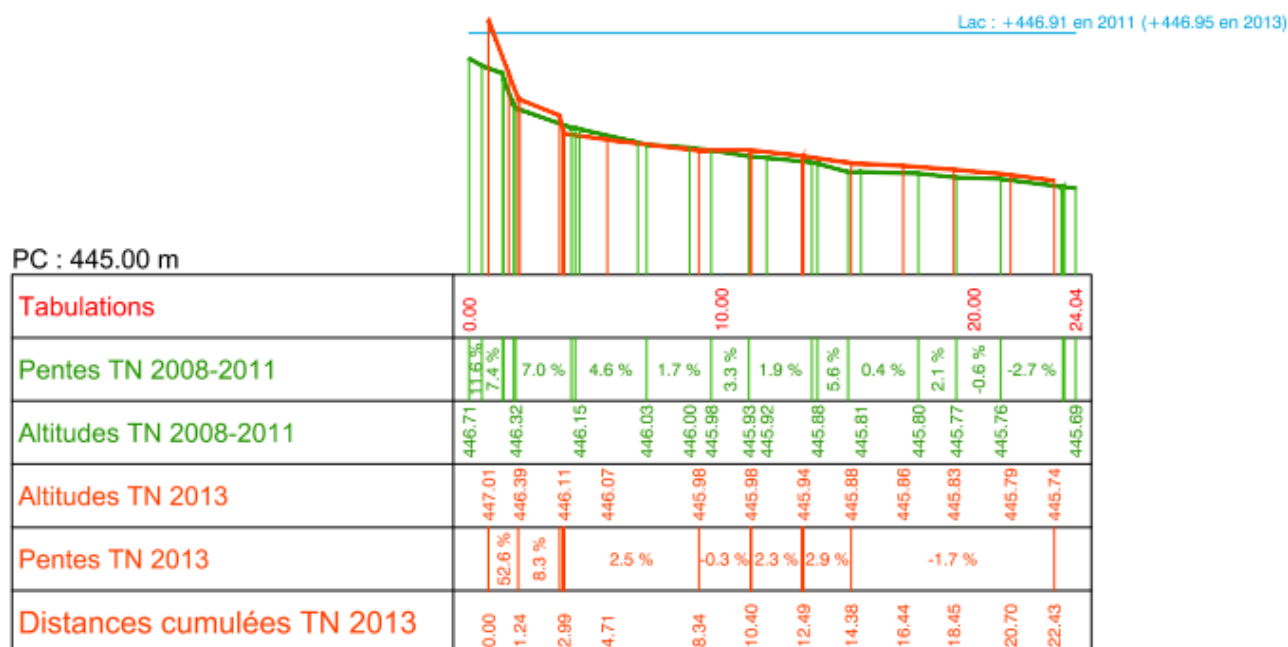


Illustration 116: Profil bathymétrique P24

Dans le secteur Ouest du bout du lac (rive gauche de l'Eau Morte), en présence d'un ouvrage de protection, on observe généralement un dépôt de sédiment (diminution de la profondeur) à l'arrière de l'ouvrage, comme on peut le voir sur le profil P23.

En l'absence d'ouvrage de protection contre la houle, les profils bathymétriques demeurent relativement inchangés entre la période 2008-2011 et l'été 2013, comme on peut le voir sur le profil

P24 ci-dessus.

SECTEUR EST :

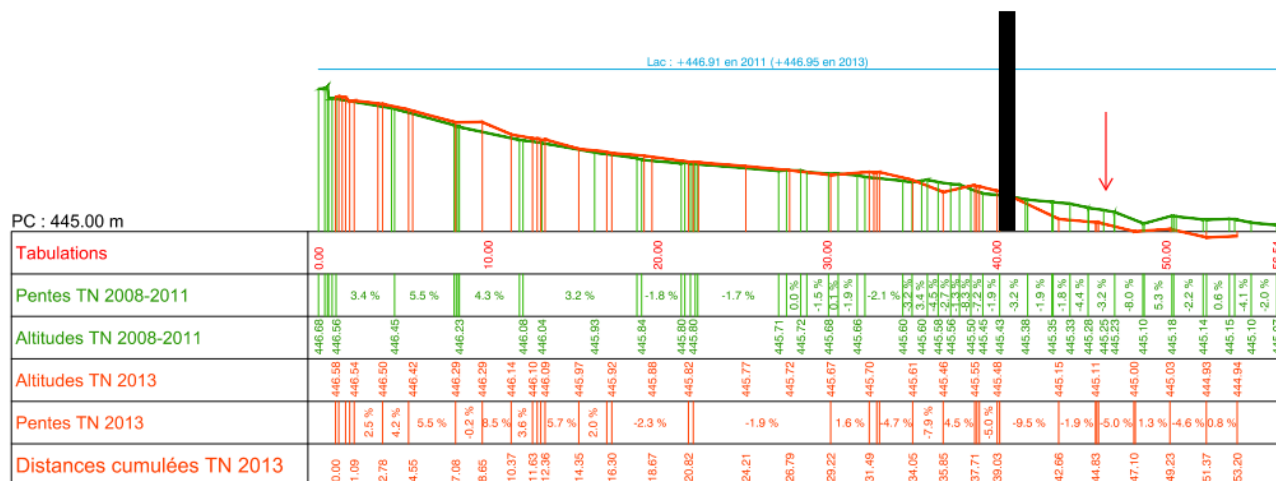


Illustration 117: Profil bathymétrique P30

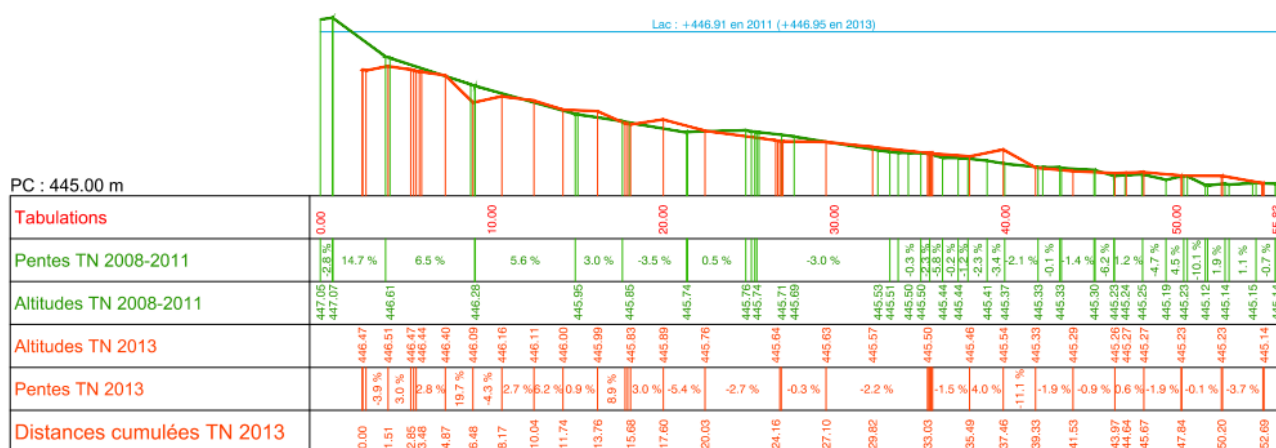


Illustration 118: Profil bathymétrique P31

Dans le secteur Est du bout du lac (rive droite de l'Eau Morte), en présence d'un ouvrage de protection, on observe généralement un export de sédiment (augmentation de la profondeur) à l'avant de l'ouvrage, comme on peut le voir sur le profil P30.

En l'absence d'ouvrage de protection contre la houle, les profils bathymétriques demeurent relativement inchangés entre la période 2008-2011 et l'été 2013, comme on peut le voir sur le profil P31 ci-dessus.

COMPARAISON SÉDIMENTOLOGIQUE

Secteur Est Bout du lac		
Influence d'un ouvrage de protection	non (1 prélèvements)	oui (2 prélèvements)
Sables 2009 (%)	82,5%	67,9%
Sables 2013 (%)	85,2%	65,7%
Argiles : 2009 (%)	3,2%	7,0%
Argiles : 2013 (%)	3,1%	7,3%
Limons : 2009 (%)	14,3%	25,2%
Limons : 2013 (%)	11,7%	27,1%
pot. Redox (mV) : 2009	-116	-134
pot. Redox (mV) : 2013	152,00	162,50
Carbone organique (g/kg) 2009	6,40	13,15
Carbone organique (g/kg) 2013	18,00	23,40
Z pénétrée: 2013	3,00	8,50

Il n'est pas constaté d'évolution nette des paramètres granulométriques au niveau du secteur Est du Bout du Lac.

La concentration en carbone organique augmente fortement dans les deux secteurs.

La résistance du substrat est plus importante dans le secteur non influencé par un ouvrage de protection contre la houle.

Ces constats sont à nuancer en raison du très faible effectif de prélèvement dans ce secteur.

Secteur Ouest Bout du lac		
Influence d'un ouvrage de protection	non (1 prélèvements)	oui (2 prélèvements)
Sables 2009 (%)	70,6%	70,1%
Sables 2013 (%)	86,8%	80,1%
Argiles : 2009 (%)	5,6%	6,3%
Argiles : 2013 (%)	3,2%	4,4%
Limons : 2009 (%)	23,8%	23,7%
Limons : 2013 (%)	10,0%	15,6%
pot. Redox (mV) : 2009	-146	-100,5
pot. Redox (mV) : 2013	135,00	118,50
Carbone organique (g/kg) 2009	13,30	12,65
Carbone organique (g/kg) 2013	10,80	26,70
Z pénétrée: 2013	12,00	5,00

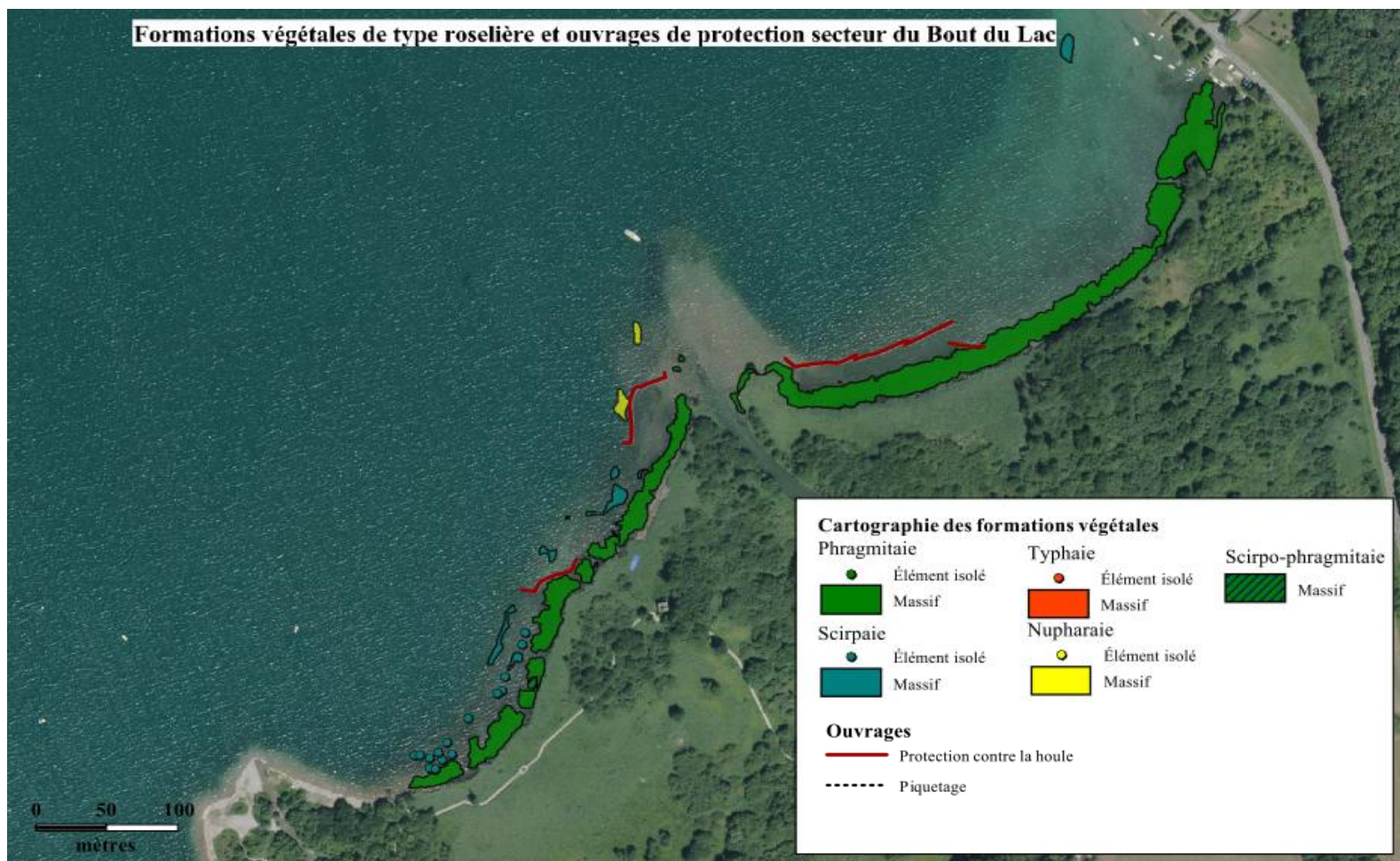
Les paramètres granulométriques évoluent de la même manière au niveau du secteur Ouest du Bout du Lac, que le prélèvement soit situé ou non à l'abri d'un ouvrage de protection contre la houle.

La concentration en carbone organique augmente fortement dans les secteurs protégés.

La résistance du substrat est plus importante dans le secteur protégé.

Ces constats sont à nuancer en raison du très faible effectif de prélèvement dans ce secteur.

CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE



ÉVALUATION DES ACTIONS DE RESTAURATION

RIVE GAUCHE DE L'EAU MORTE

AU SEIN DU COMPARTIMENT VÉGÉTAL ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRES TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION ONT PERMIS UNE AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DE TIGES ET DE LA HAUTEUR MOYENNE DES TIGES. CES ACTIONS N'ONT PAS EU D'IMPACT MARQUÉ SUR LES AUTRES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS.

AU SEIN DU COMPARTIMENT SÉDIMENT ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRES TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION N'ONT PAS PERMIS D'AMÉLIORATION MARQUÉE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS À L'EXCEPTION D'UNE LÉGÈRE RETENUE DE PARTICULES FINES À L'ARRIÈRE DES OUVRAGES INSTALLÉS.

LORS DE NOS PASSAGES SUCCESSIFS À PROXIMITÉ DU SECTEUR CONCERNÉ, IL A ÉTÉ CONSTATÉ QUE LE REPROFILAGE A EFFECTIVEMENT ADOUCI LA PENTE DE LA BERGE ET QUE LE GÉOTEXTILE ÉTAIT ENCORE EN PLACE. CEPENDANT, LE ROSEAU COMMUN N'A QUE TRÈS PEU COLONISÉ CETTE PORTION.

RIVE DROITE DE L'EAU MORTE

AU SEIN DU COMPARTIMENT VÉGÉTAL ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRES TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION ONT PERMIS UNE AUGMENTATION DE L'ABONDANCE AINSI QU'UNE BAISSÉ MOINS MARQUÉE DE LA FERTILITÉ. CES ACTIONS N'ONT PAS EU D'IMPACT MARQUÉ SUR LES AUTRES PARAMÈTRES ÉTUDIÉS.

AU SEIN DU COMPARTIMENT SÉDIMENT ET PAR COMPARAISON AVEC DES SECTEURS DE ROSELIÈRE TÉMOINS, ON CONSTATE QUE LES ACTIONS DE RESTAURATION N'ONT PAS PERMIS UNE AMÉLIORATION MARQUÉE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS. ON CONSTATE À L'INVERSE UNE LÉGÈRE PERTE DE PARTICULES FINES À L'ARRIÈRE DES OUVRAGES INSTALLÉS.

		Secteur « Bout du Lac »					
		Protection contre la houle					
		Rive Gauche de l'Eau Morte			Rive Droite de l'Eau Morte		
Ouvrage		2BDL tr1	3BDL tr1	Aucun	4BDL tr1a et tr1b	5BDL tr1	Aucun
Type		Type « pieux jointifs double rangée »	Type « pieux jointifs simple + double rangée »	Témoin	Type « pieux jointifs double rangée »	Type « pieux jointifs simple rangée »	Témoin
Transects et quadrats concernés		T26	-	NT8-NT9	NT10-NT11-T27	-	T28-NT12-NT13
Profils bathymétriques concernés		P23	P26-P27	P24-P25	P28-P29	P30	P31-P32
Compartment végétal	Superficie	=	++	+	+	+	+
	Abondance	+	X	+	++	X	+
	Biodiversité	=	X	=	+	X	=
	Densité		+	-		=	=
	Hauteur		++	=		+	=
	Diamètre		=	=		=	=
	Fertilité		=	=		=	-
Compartment sédiment	Sédimentation	+	+	=	-	-	=
	Potentiel d'oxydo-réduction		++			++	
	Granulométrie		=			=	

Tableau 5: Synthèse des évolutions 2007-2009 à 2013 des résultats pour les paramètres étudiés en fonction des actions de restauration entreprises; secteur du Bout du Lac

++	Amélioration marquée
+	Amélioration légère
=	Stabilisation
-	Légère dégradation
--	Dégradation marquée
X	Absence d'informations

On rappelle que l'attribution d'un statut « amélioration », « stabilisation » ou « dégradation » est fondée sur des comparaisons de moyenne. Pour la plupart des paramètres, au moins à l'échelle des analyses fines (par secteurs restaurés), les effectifs comparés sont très faible.

De plus la période entre la réalisation des opérations de restauration et l'acquisition post opératoire des données étudiées est très courte à l'échelle de l'évolution des milieux naturels tels que les formations de type roselière. Ces deux constats amènent à nuancer les conclusions tirées dans le tableau ci-dessus.

12 SYNTHÈSE GLOBALE DES EFFETS DES ACTIONS DE RESTAURATION

RAPPEL DES OBJECTIFS

Les objectifs des travaux de restauration sont multiples, à savoir :

- la protection physique contre la houle qui concerne les trois sites ;
- la gestion des embâcles sur les trois sites avec une attention particulière au Bout du Lac. A la demande du SILA, l'association ASTERS organise depuis 2009 2 à 3 journées par an consacrées au retrait des bois morts. ;
- la reconnexion de la roselière terrestre et aquatique par le modelage de la berge sur un petit linéaire du secteur du Bout du Lac ;

- la diminution des apports de matière organique et l'amélioration de la dynamique de la roselière par un fauchage partiel de la roselière terrestre sur les trois sites (avec évacuation de la matière fauchée) ;
- l'amélioration des conditions de luminosité en bordure de la roselière aquatique par un essai d'éclaircissement de la strate arborée sur une petite zone en berge des Marais de l'Enfer ;
- la végétalisation sur les surfaces dénudées des trois secteurs (sur le domaine lacustre).

LES PROTECTIONS CONTRE LA HOULE

Il est constaté au chapitre que les ouvrages de protection contre la houle diminuaient effectivement l'énergie de la houle à l'arrière de ces derniers sur les trois secteurs concernés.

LA GESTION DES EMBÂCLES

Le secteur du bout du lac présente encore actuellement un linéaire de rive non négligeable où la présence de bois flottants de diamètre et de longueur variable est constatée. Le phénomène d'érosion de la berge par battement des bois flottants est aussi présent. Cependant, ce constat n'est pas généralisé comme ce fut le cas lors du diagnostic 2007-2009, comme l'atteste par endroit la reconnexion entre la roselière terrestre et la roselière aquatique. Lors de nos différents passages au Bout du Lac, il n'est pas observé de bois flottants retenus par les ouvrages de protection contre la houle. Les secteurs du Sentier des roselières et du Marais de l'Enfer présente une quantité faible d'embâcles (bien que légèrement plus importante au niveau du marais de l'Enfer).

LE MODELAGE EN BERGE

L'objectif de cette proposition est de pouvoir adoucir les pentes de berge à l'interface terre/eau et de « corriger » la micro-topographie induite par des facteurs d'érosion (houle et abrasion due aux embâcles). A terme, le but recherché est de permettre à la roselière terrestre de se reconnecter physiquement à la roselière aquatique. Cette action a été mise en place uniquement sur le site du Bout du Lac qui présente une rupture importante entre la roselière terrestre et la roselière aquatique.

Lors de nos passages successifs à proximité du secteur concerné, il est constaté que le reprofilage a effectivement adouci la pente de la berge et que le géotextile était encore en place. Cependant, le Roseau commun n'a pas encore colonisé cette portion reprofilée (à l'exception de quelques rejets de tiges).

LE FAUCHAGE PARTIEL DE LA ROSELIÈRE TERRESTRE

Les observations réalisées lors de nos passages successifs ne mettent pas en avant de différence significative sur la physionomie des premiers tronçons de chaque transect implanté à proximité immédiate d'une zone de fauchage de la roselière terrestre. Nous avons comparé la présence de tiges flottantes, l'abondance en roseaux des premiers tronçons ainsi que les caractéristiques des quadrats les plus proches (« quadrat A » de chaque transect) avec les données des transects et quadrats témoins (secteurs non fauchés à proximité) les plus proches.

L'ESSAI D'ÉCLAIRCISSEMENT DE LA STRATE ARBORÉE

L'objectif de cette action est de permettre un meilleur ensoleillement des zones situées directement à proximité de la rive dans une partie du secteur des Marais de l'Enfer. En effet, une déconnexion de la roselière avec la rive était constatée en raison certainement de l'important couvert forestier. Le diagnostic 2013 permet de constater une légère colonisation de la surface lacustre concernée.

LA VÉGÉTALISATION SUR LES SURFACES DÉNUDÉES DES TROIS SECTEURS

L'évaluation de cette action est plus particulièrement suivie par les services du S.I.L.A. L'objectif semble être partiellement atteint avec l'observation de colonisation à partir de plantations sur certains secteurs.

13 OUTILS CARTOGRAPHIQUES

PLANCHES COMPARATIVES DES SURFACES OCCUPÉES PAR DES FORMATIONS DE TYPE ROSELIÈRE ENTRE 2007 ET 2013



Illustration 119: Évolution des surfaces occupées par des formations de type roselière entre 2007 et 2013 ; secteur d'Albigny

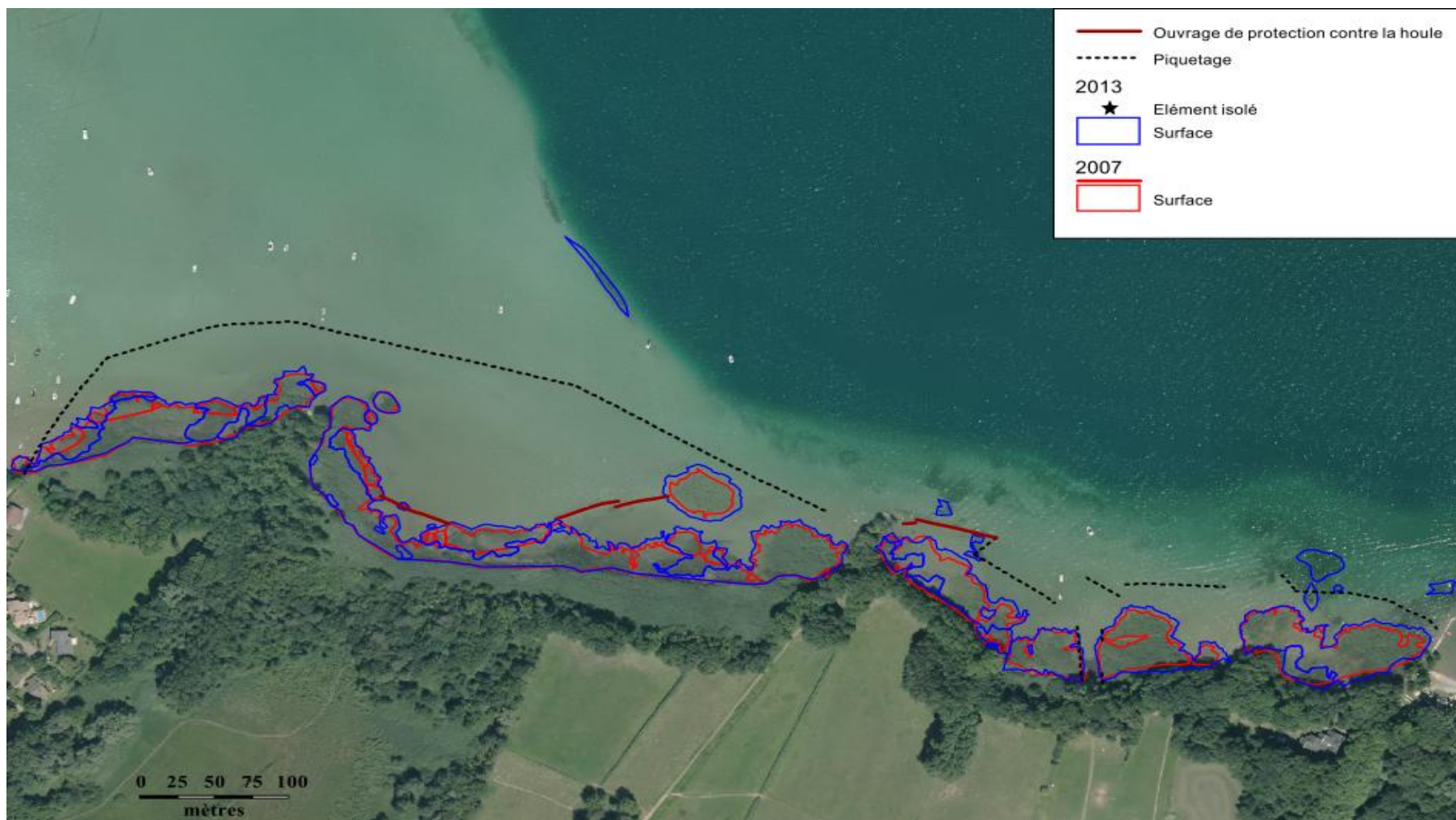


Illustration 120: Évolution des surfaces occupées par des formations de type roselière entre 2007 et 2013 ; secteur du Marais de l'Enfer

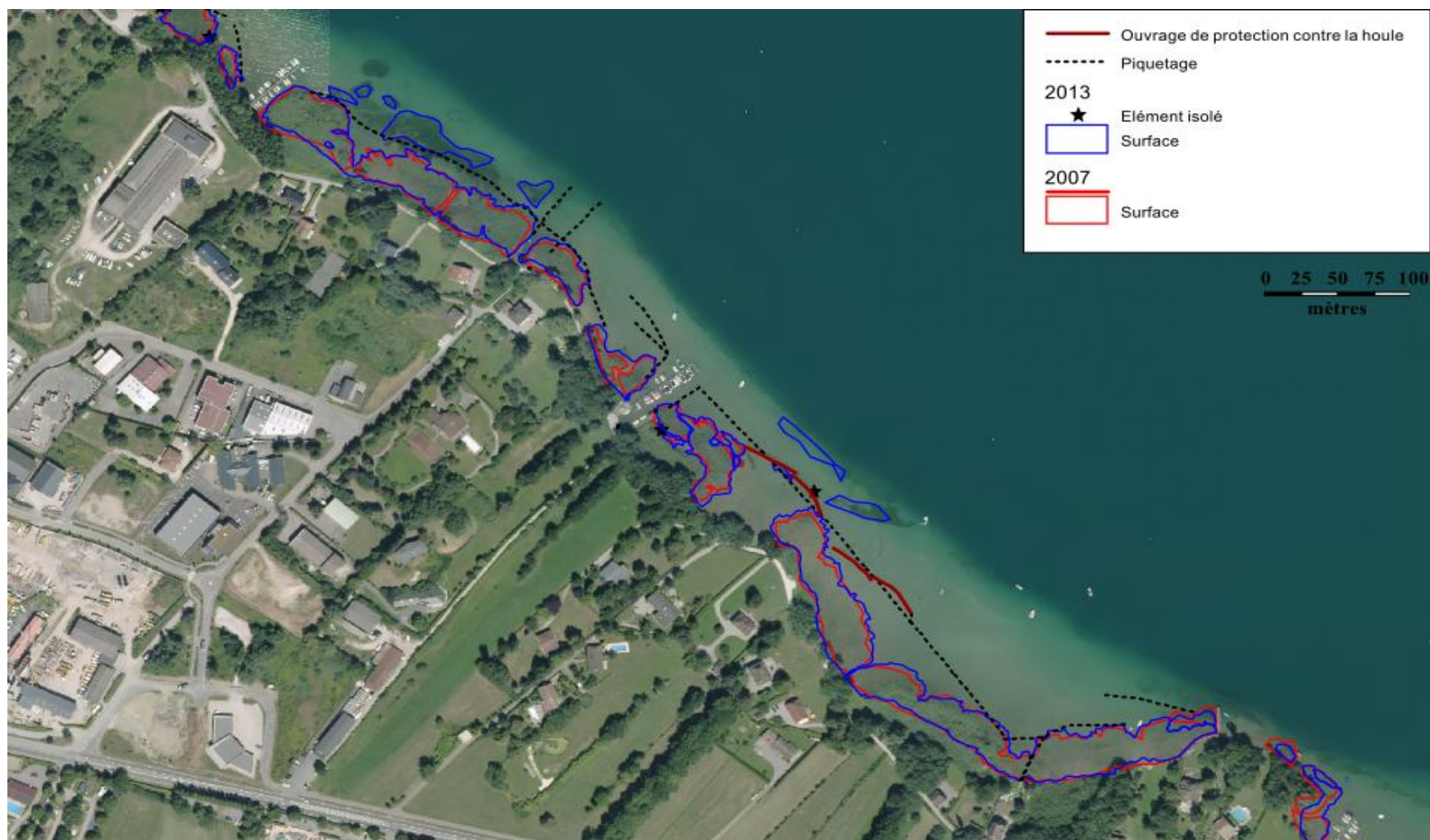


Illustration 121: Évolution des surfaces occupées par des formations de type roselière entre 2007 et 2013 ; secteur du Sentier des Roselières

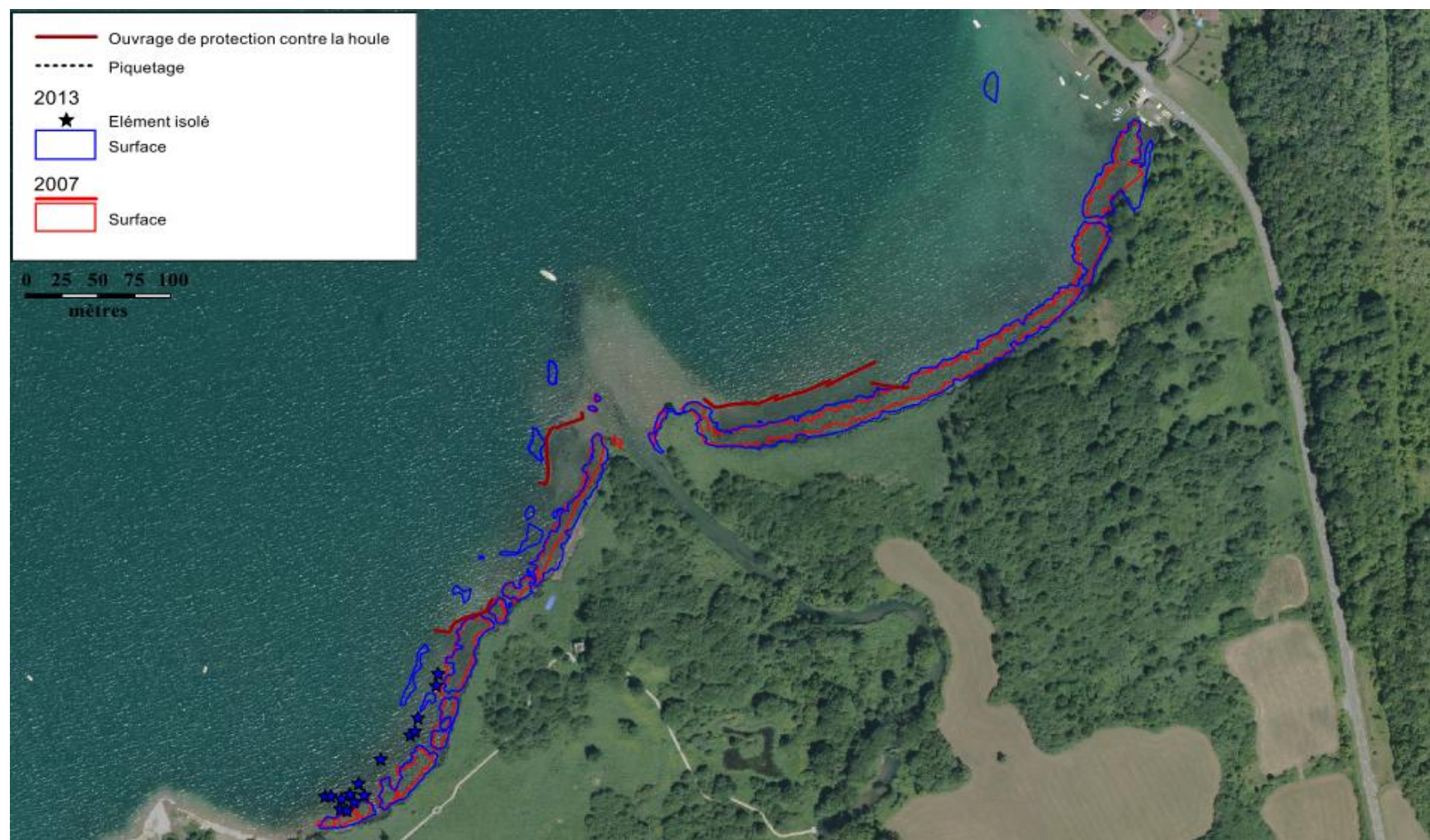


Illustration 122: Évolution des surfaces occupées par des formations de type roselière entre 2007 et 2013 ; secteur du Bout du lac



Illustration 123: Évolution des surfaces occupées par des formations de type roselière entre 2007 et 2013 ; secteur des Avollions

DISCUSSION CRITIQUE DE LA MÉTHODOLOGIE

INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Afin que les observations effectuées, qu'elles soient subjectives ou objectives, restent homogènes pour l'ensemble des investigations, nous nous sommes attachés à la présence d'un même expérimentateur sur l'intégralité de la prestation.

Compartiment sédiment :

- ✓ les résultats concernant le paramètre oxydo-réduction sont difficilement comparables entre les études 2009 et 2013 (cf §);
- ✓ le test de pénétrabilité peut facilement varier d'un secteur à l'autre, il est difficile de le réaliser dans une importante épaisseur d'eau et plus encore si le substrat est couvert d'herbiers aquatiques. Malgré le soin porté pour permettre une bonne répétabilité de ce test, des améliorations pourront être apportées. On peut penser à une version plus simple de ce protocole, comme par exemple l'utilisation d'une tige de diamètre plus fin, enfoncée à la main. Une échelle plus subjective de classe de pénétrabilité peut aussi être redéfinie avec par exemple : impénétrable, enfoncement difficile, enfoncement moyen, enfoncement sans effort,...
- ✓ le prélèvement de sédiment à la benne Ekman est également difficile à réaliser lorsque les fonds sont recouverts d'herbiers aquatiques, notamment de Characées. On pense plus particulièrement au secteur du Bout du Lac.

Compartiment végétal :

- ✓ un appareil de type GNSS combinant les informations satellites et réseaux terrestres permet d'atteindre une précision de l'ordre du centimètre (ici, la plupart du temps, précision de 15 mm) uniquement si le couvert végétal est nul ou très faible. Lors de la cartographie « côté rive » des roselières, le couvert végétal peut être assez important. La précision GNSS peut alors monter en général à 1 mètre (2 mètres directement sous un arbre). Il faut avoir conscience des différences de surfaces qui peuvent alors être induites (et qui restent à la marge) entre deux diagnostics, même si les prestataires passent exactement au même endroit ;
- ✓ la délimitation entre roselières terrestre et aquatique n'est pas toujours évidente (absence de talus de berges, présence de tapis de tiges de roseaux masquant la surface de l'eau). De plus, la progression peut parfois être pénible en raison d'enchevêtrements de tiges solides et d'une épaisseur de vase parfois très nauséabonde. Il est impératif d'être accompagné ou à vue de son équipier ;
- ✓ les diagnostics 2007-2009 et 2013 utilisent les termes « dégénèrescent », « stationnaire » et « régénèrescent » pour qualifier un état de la roselière. Pourtant ces termes évoquent un statut évolutif avec la notion de temporalité. D'autres termes comme « dégradé » ou « sain » seraient plus adaptés et éviteraient sûrement des confusions entre les parties « comparaison » et « diagnostic » ;

- ✓ la densité de tiges mortes mais toujours dressées est connue pour chaque quadrat réalisé en 2013. Il convient peut être de répéter ce comptage lors des investigations ultérieures. L'observation de ces tiges renseigne également sur la hauteur des tiges de l'année n-1 et aide par comparaison avec l'observation des tiges vivantes à estimer une évolution de la qualité de la roselière ;
- ✓ les conditions météorologiques du début de l'année 2013 ont mis en évidence une difficulté à différencier, sur la végétation, les impacts liés à cette météo de ceux liés aux pressions d'origine externe sur lesquelles on peut agir (anthropique, parasitisme, houle,...). L'analyse des réserves en amidon contenues dans les rhizomes des roseaux par un laboratoire spécialisé permettrait d'évaluer si les groupements de roseaux attaquent la période de croissance en pleine possession de leurs moyens nutritifs ou si les conditions météorologiques défavorables pour la photosynthèse ont diminué ces réserves en amidon, empêchant ainsi la plante de se développer de manière classique. La mise en place d'un protocole reproductible d'année en année est envisageable à condition de respecter les contraintes suivantes :
 - prélèvement d'un échantillon de masse fixe de rhizome (hors tout substrat) ;
 - prélèvement aux mêmes coordonnées et à la même profondeur ;
 - prélèvement de rhizomes de même diamètre ;
 - prélèvement d'un échantillon composite pour obtenir une meilleure représentativité d'un secteur.

SYNTHÈSE GÉNÉRALE

L'étude porte sur la réalisation d'un diagnostic de l'état des roselières aquatiques du lac d'Annecy lors de l'été 2013. Un bilan de l'évolution de l'état de ces roselières aquatiques depuis le diagnostic 2007-2009 est présenté. Il est aussi évalué les premiers résultats des actions de restauration menées en 2011-2012 sur 3 secteurs importants (Marais de l'Enfer, Sentier des Roselières et Bout du Lac). La restauration plus ancienne (2001) de la roselière d'Albigny est également étudiée.

Les investigations suivantes ont été réalisées :

- cartographie exhaustive des formations de type roselière ;
- relevés floristiques et environnementaux au sein de quadrats ;
- relevés floristiques et environnementaux le long de transects ;
- profils bathymétriques ;
- analyses et mesures in situ au sein du compartiment sédiment.

Les formations de *Phragmites australis* occupent une emprise légèrement plus importante en 2013, mais ce sont surtout les formations de *Schoenoplectus lacustris* ou bien de mélange *Phragmites australis* + *Schoenoplectus lacustris* qui présentent des expansions remarquables, notamment dans les secteurs d'Albigny et du Marais de l'Enfer.

L'état des roselières du lac en 2013 est très hétérogène si on considère une analyse statistique sur l'ensemble du lac. Cependant, les relevés floristiques et environnementaux ainsi que les observations réalisées lors de la cartographie des roselières concluent à un état globalement dégradé de ces formations végétales même si leurs surfaces augmentent légèrement. Le nombre de secteurs qualifiés de dégénèrescent est nettement supérieur au nombre de secteurs classés en régénérescence. Les paramètres densité de tige et hauteur moyenne ont baissé par comparaison avec les données 2007-2009. La fertilité des roselières étudiées reste globalement médiocre.

Les effets des travaux menés en 2011-2012 commencent à être visibles, même si une évaluation complète ne pourra être obtenue qu'après plusieurs années, compte tenu du délai de réponse des végétaux. Sur certains secteurs, on observe déjà des signes d'amélioration, en comparaison de l'évolution d'autres zones non protégées.

La protection physique contre la houle : objectif atteint avec la mesure d'une diminution de l'énergie de la houle et d'une retenue de particules fines en arrière des ouvrages de protection des secteurs Marais de l'Enfer, Sentier des roselières et dans une moindre mesure du Bout du Lac.

La gestion des embâcles avec une attention particulière au Bout du Lac : objectif en partie atteint avec l'observation d'une reconnexion partielle de la roselière à la berge mais par contre de nombreux bois flottants toujours présents.

Un fauchage partiel de la roselière terrestre : objectif non atteint ou pas encore avec l'absence d'effet significatif observé dans les secteurs concernés du Marais de l'Enfer, du Sentier des Roselières et du Bout du Lac.

Un essai d'éclaircissement de la strate arborée au Marais de l'Enfer : objectif en partie atteint avec l'observation d'une reconquête de la roselière vers la berge.

La végétalisation sur les surfaces dénudées : objectif en partie atteint avec l'observation d'une colonisation à partir des plantations effectuées sur l'ensemble des 4 secteurs étudiés.

- **BIBLIOGRAPHIE** -

LISTE NON EXHAUSTIVE

MOIROUD C., COLLILIEU G., BLAKE G., « RESTAURATION DE ROSELIÈRES DU LAC D'ANNECY PAR GÉNIE BIOLOGIQUE », 2003.

ALLIER GAËTAN POUR LE S.I.L.A , « MESURE DE LA HOULE », 2013.

COMPAGNIE NATIONALE DU RHÔNE, « RESTAURATION DE LA ROSELIÈRE D'ANNECY-LE-VIEUX », 2002

COMPAGNIE NATIONALE DU RHÔNE, « RESTAURATION DE LA ROSELIÈRE DE LA BAIE D'ALBIGNY PHASE II », 2002.

LARA REALE AND CO, « MORPHOLOGICAL AND HISTO-ANATOMICAL TRAITS REFLECT DIE-BACK IN PHRAGMITES AUSTRALIS », 2012.

NORME AFNOR XP T90-328 « ÉCHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTÉS DE MACROPHYTES EN PLAN D'EAU », DÉCEMBRE 2010

ECOLOGICAL STUDIES 28, « POND SYSTÈME LITTORAL ECOSYSTEMS, STRUCTURE AND FUNCTIONING », 1978

ROTHMALER « EXKURSIONSFLORA VON DEUTSCHLAND », 2009

RAYMOND DELARZE, YVES GONSETH, « GUIDE DES MILIEUX NATURELS SUISSE » 2008

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DES COMMUNES RIVERAINES DU LAC D'ANNECY, « 1957-1982 VINGT CINQ ANNÉES AU SERVICE DU LAC D'ANNECY », 1982