

Rapport de stage individuel

4^{ème} année



Etude et conservation de
la Littorelle à une fleur
(*Littorella uniflora* L.)



Tuteur académique :

Sabine Greulich, Maître de Conférences, équipe "Dynamique et Action Territoriales et Environnementales » (DATE), UMR CNRS 7324 CITERES

Ecole Polytechnique Universitaire de Tours, Département Génie de l'Aménagement et Environnement

Tuteur entreprise :

Sophie Vallée, Chargée de mission Conservation Conservatoire Botanique National alpin (CBNA)
84 route du Viéran – 74370 Pringy

Olivier Billant, Chargé de mission Connaissance Flore & Habitats Conservatoire d'espaces naturels Haute-Savoie (Asters/CEN74)
84 route du Viéran – 74370 Pringy

Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1.	Présentation structures d'accueil.....	1
1.2.	Contexte du stage.....	2
1.3.	Matériels et méthodes pour la bibliographie.....	3
2.	Présentation de la Littorelle à une fleur (<i>Littorella uniflora</i> L.).....	4
2.1.	Descriptions de l'espèce.....	4
2.2.	Confusions possibles.....	5
2.3.	Systématique.....	6
2.4.	Taxonomie et synonymie.....	6
2.5.	Biologie et cycle de vie.....	2
2.6.	Ecologie.....	3
2.7.	Chorologie de l'espèce.....	4
2.8.	Statuts de protection.....	9
2.9.	Menaces répertoriées.....	10
2.10.	Mesures de conservation.....	11
3.	Etat des populations lémaniques.....	12
3.1.	Caractéristiques du lac Léman.....	12
3.2.	Populations naturelles.....	14
3.3.	Populations réintroduites.....	15
3.4.	Menaces sur la Littorelle observées au terrain.....	17
3.5.	Préconisation de gestion.....	18
4.	Conservation de l'espèce.....	19
4.1.	Conservation <i>ex situ</i>	19
4.2.	Conservation <i>in situ</i>	21
5.	Projet de réintroduction.....	26
6.	Discussion.....	29
7.	Conclusion et perspectives.....	29

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement mes tuteurs de stage, **Sophie Vallée** et **Olivier Billant**, pour avoir retenu ma candidature au sein du CBNA et d'ASTERS. Merci d'avoir été disponible et à l'écoute durant ces 3 mois, tout particulièrement à Sophie d'avoir été et de m'avoir grandement aidé pour traduire ces textes allemands ! Merci à vous deux d'avoir coordonné ce stage.

Je remercie vivement les personnes sans lesquels ce stage n'aurait pas pu avoir lieu, **Bertrand Lienard** et **Christian Schwoehrer**, directeurs respectivement du CBNA et Asters. Merci d'avoir accepté une stagiaire au sein de vos bureaux, ce stage a été enrichissant du point de vu professionnel et personnel. Sans oublier ma responsable de stage **Pascaline Robin** et ma tutrice encadrante de stage, **Sabine Greulich**, d'avoir été réactives pour accepter ce stage en ces courts délais et d'avoir répondu présentes lors de mes questionnements.

Je tiens à remercier toute l'équipe d'ASTERS pour son accueil et sa gentillesse à mon égard. En particulier **Pascale Tranchant**, assistante de direction, pour avoir été ma guide dans ces locaux, ainsi que **Guillaume Costes**, chargé de mission système d'information, pour sa gentillesse et sa disponibilité lorsque j'avais des soucis techniques. Un grand merci à **Anne Auriere** pour m'avoir accompagné sur le terrain et d'avoir pris le temps de m'expliquer la phytosociologie avec passion ! On se recroisera peut-être, je l'espère. Merci également à **Lisa Wirtz**, chargé d'études flore et habitat, pour m'avoir épargné des retours en vélo sous la pluie. Également à **Rémy Dolques**, pour m'avoir toujours bien reçu au parc de la Dranse.

Je suis également reconnaissante au CBNA de m'avoir permis d'effectuer différentes journées de terrain qui ont été que bénéfiques pour mon avenir professionnel, que ce soit le stage sur la flore aquatique, la journée Characées avec le CBN Massif Central, le terrain des îles Malourdiées.

Je remercie également les différents partenaires avec qui les échanges étaient toujours bienveillants notamment avec **Amélie Sahuc**, de Thonon Agglomération, pour l'historique des projets concernant *Littorella uniflora* (L.). Le Jardin et Conservatoire Botanique de la ville de Genève notamment **Frédéric Bieri** qui nous a transmis sa passion pour ce petit plantain, ainsi que **Frédéric Ensslin**. Merci également à **Alain Demierre** d'avoir pris de son temps pour nous expliquer le projet des Eaux Vives.

Durant ce stage j'ai pu également avoir de nombreux échanges toujours agréables avec le CBN Sud Atlantique, Nord, Bailleul, Brest. Merci particulièrement à **Benjamin Blondel** du syndicat mixte de la Baie de Somme du Grand Littoral Picard pour sa patience et sa gentillesse. Merci **Aurélié Boissezon** pour tes explications et ta grande aide pour les contacts à grande échelle. Merci à **Jean Marcel Dorioz**, pour son aide sur le terrain et **Jean Claude Raymond** sans qui je n'aurais pas pu faire mes mesures topographiques. Et **Florent Arthaud** qui m'a permis de faire ces analyses.

Ce stage m'a également permis d'apprécier la sympathie et la bienveillance de professionnels passionnés par leur travail comme **Agnès Shaerer** qui nous a, avec Sophie Vallée, reçu au lac de Zürich. Le temps était trop court pour vous rencontrer mais merci d'avoir été si réactif à mes mails **Michael Dienst**, **Kaspar Spoerri**, **Brigitte Marazzi** et **Nicola**.

Ces échanges ont été très enrichissants, en espérant que la collaboration sur cette plante se maintienne et s'élargisse.

Table d'illustration

Figures

Figure 1: Carte de France des CBN (cbnfc-ori.org) (cbn-alpin.fr).....	1
Figure 2: Territoire d'intervention du CBNA.....	1
Figure 3: Carte des CEN en France. (reseau-cen.org).....	2
Figure 4: Espèces morphologiquement semblables (a. Littorella uniflora, b. Isoetes duriei, c. Isoetes lacustris, d. Ranunculus reptans).	5
Figure 5: Reproduction végétative par stolon de Littorella uniflora. (© F.Verhaeghe, CJBG 06/2021) .	2
Figure 6: Stades de germination de la Littorelle (ARTS & VAN DER HEIJDEN, 1989).	2
Figure 7: Répartition mondiale de Littorella uniflora entre 2000 et 2020. (Gbif.org)	5
Figure 8: Répartition de Littorella uniflora en Grande Bretagne (BSBI,2021).....	5
Figure 9: Répartition de Littorella uniflora en Suisse, année pivot : 2010. (infoflora.ch)	5
Figure 10: Localisation des Littorella uniflora à Zürich (Ansiendung = Implantée) (map.geo.admin.ch, 09.07.21).....	6
Figure 11: Station de L. uniflora (L.) sur le lac de Constance (CH) (map.geo.admin.ch, 09.07.21)	6
Figure 12: Présence de Littorella uniflora sur le canton de Ticino. (Brigitte Marazzi)	6
Figure 13: Répartition Littorella uniflora en Allemagne, 2013. (floraweb.de).....	7
Figure 14: Etat des pelouses de plage du Lac de Constance, Jauch & Rutishauser, 2006	7
Figure 15: Répartition de Littorella uniflora en Italie. (dryades.units.it)	7
Figure 16: Répartition de Littorella uniflora en France, 2016. (siflore.fcbn.fr).....	8
Figure 17: Répartition de Littorella uniflora régions Sud-Est. (SI.CBNMed.fr) et Figure 18: Répartition Littorella uniflora AURA (PIFH.fr)	9
Figure 19: Répartition Littorella uniflora dans le Bassin Parisien, 2021. (CBNBP-MNHN) et figure 20: Répartition Littorella uniflora Sud Atlantique, 2021. (obv-na.fr).....	9
Figure 21: Régionalisation de la Suisse pour la Liste Rouge régionale des plantes vasculaires 2019. Modifié en fonction des statuts de L.uniflora (L.), Orange = EN, violet = RE (infoflora.ch)	10
Figure 22: Les principaux affluents du Léman et son exutoire, le Rhône (CIPEL, 2020)	12
Figure 23: Evolution de la moyenne annuelle en phosphore total du Léman de 1957 à 2005. Lazzarotto, 2005	13
Figure 25: Stations historiques de Littorella uniflora (C.Lambelet & al., 2009)	14
Figure 26: Identification probable de Littorella uniflora par orthophotographies sur le Lac Léman (CH). (map.geo.admin.ch, Juillerat, 2021).....	14
Figure 27: Test de McNemar sous R pour le suivi 2020-2021	15
Figure 29: îlots de L. uniflora (L.) colonisés par des Schoenoplectus tabernaemontani et Phragmites australis à Chens-sur-Léman. (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)	16
Figure 30: îlot de L. uniflora (L.) recouverts de débris. Figure 31: îlot de L. uniflora en très bon état. (© F.Verhaeghe, 28.04.2021).....	16
Figure 32: Visualisation du site d'aménagement des Eaux Vives. (© F.Verhaeghe, 11.06.2021).....	16
Figure 33: Photographies de la microtopographie à Messery. En rouge les "failles". (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)	17
Figure 34: Débris sur le site de Messery (à gauche) et à Chens-sur-Léman (à droite). (© F.Verhaeghe, 18.06.21).....	18
Figure 35: Effets de la topographie sur le gazon de Littorelle. (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)	18
Figure 36: Etat de la roselière fauchée (à gauche) et deux mois plus tard (à droite). (© F.Verhaeghe, 28.04.21 et 17.06.21)	19
Figure 37: Bac d'exposition de la Littorelle à une fleur au jardin botanique de Genève (F.Verhaeghe, 06/2021 CJBG)	20
Figure 38: Bacs de Littorella uniflora provenant de la culture de Millet. (F.Verhaeghe, 06/2021 CJBG)	20

Figure 39: Culture en bac de <i>Littorella uniflora</i> en population mélangée (F.Verhaeghe, 06/2021 CJBG)	21
Figure 40: Développement des pieds prélevés effectué sur un substrat prélevé au bord du Léman, conditionné dans des bacs en béton (CJBG) à gauche, conditionnement en pot après multiplication (CJBG) à droite.....	22
Figure 41: Plantation sur le site de Messery en 2004 à gauche et repérage des pieds réimplantés (2008 et 2021) (CJBG).....	23
Figure 42: Evolution de la population de Messery (Lambelet et al., 2009) et Figure 43: Exemple de placette délimiter par des piquets en fluo jaune ici (F.Verhaeghe, 28 avril 2021)	23
Figure 44: Plan du projet de renaturation des Eaux-Vives côté berge (GREN).....	26
Figure 45: Dispositions de 4 placettes de <i>L.uniflora</i> parmi les neufs sur les Eaux Vives (CH) (F.Verhaeghe, 11.06.21).....	26

Tableaux

Tableau 1: Critères de différenciation de l'Isoète de Bory (D'après DUFAY et al. 2014, modifié).....	5
Tableau 2: Différents noms de <i>L. uniflora</i> (L.) à l'échelle mondiale.....	2
Tableau 3: Récapitulatif de la biologie et du cycle de vie de <i>Littorella uniflora</i>	2
Tableau 4: Phytosociologie et référentiels d'habitats.....	4
Tableau 5: Récapitulatif de mesures de conservation face aux menaces sur <i>L.uniflora</i>	12
Tableau 6: Evaluation de la pénétration racinaire suivant quatre paramètres (Traduit de Schneider & Achnich, 2020).....	21

1. Introduction

1.1. Présentation structures d'accueil

Durant ce stage, deux structures d'accueil m'ont encadrée: Le Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA) et le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie (Asters / CEN74).

1.1.1. Conservatoire Botanique National Alpin

Les Conservatoires Botaniques Nationaux sont des organismes publics dont les territoires d'agrément recouvrent la France par domaine biogéographique. Il existe 10 Conservatoires botaniques nationaux en métropole et deux en outre-mer (Figure 1).

Le CBNA couvre en partie la région Rhône-Alpes et PACA en englobant sept départements (Figure 2). Le territoire du CBNA se situe sur trois bassins versants (le Rhône, la côte méditerranéenne, le Pô), ainsi que sur trois domaines biogéographique (alpin, méditerranéen, continental) ou d'après un zonage du CNRS, quatre régions phytoécologiques de niveau 1 (Alpes, Jura, Bassin du Rhône et de la Saône, région méditerranéenne). Ces territoires ont ainsi des habitats naturels et des flores très diversifiés dont le Conservatoire botanique national alpin en est l'expert (cbn-alpin.fr).



Figure 1: Carte de France des CBN (cbnfc-ori.org)



Figure 2: Territoire d'intervention du CBNA (cbn-alpin.fr)

Le CBNA est un syndicat mixte, dédié à la connaissance et la préservation de la flore et des végétations des Alpes françaises et de leurs piémonts. Quatre missions dirigent l'action de cet organisme définies par l'agrément du Ministère en charge de l'environnement, dont la durée de validité est de 5 ans, qui sont :

- La **connaissance** de l'état et de l'évaluation de la flore sauvage
- L'**identification** et la conservation *in situ* et *ex situ* des éléments rares et menacés de la flore et des habitats ;
- L'**expertise** par fourniture à l'État, à ses établissements publics et aux collectivités territoriales, d'un concours technique et scientifique ;
- L'**information** et l'éducation du public.

Ce syndicat mixte s'appuie sur un Comité syndical (Ville de Gap, Conseil départemental, et la DREAL) et un Conseil scientifique (experts et chercheurs).

Le CBNA est composé d'une équipe pluridisciplinaire de trente-deux personnes réparties dans trois structures : le siège social à Gap (Hautes-Alpes) et deux antennes, une à Chambéry (Savoie) et une à Pringy (Haute-Savoie).

1.1.2. Asters – Conservatoire d’Espaces Naturels de Haute-Savoie

Les Conservatoires d’espaces naturels (CEN) sont regroupés en réseau au sein de la Fédération nationale et adhèrent à la Charte des Conservatoires. Ce réseau est membre du comité français de l’Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), du Collectif français pour l’éducation à l’environnement vers un développement durable (CFEEDD) et du comité national Trame verte et bleue (TVB). Il a adhéré à la Stratégie nationale pour la biodiversité.

Ainsi on retrouve vingt-trois Conservatoires sur le territoire (Figure 3). Asters est le conservatoire d’espaces naturels de Haute-Savoie, il gère quarante-et-un sites comprenant neuf réserves naturelles (dont six en montagne et trois en bordure de grands lacs alpins d’Annecy et du Léman).

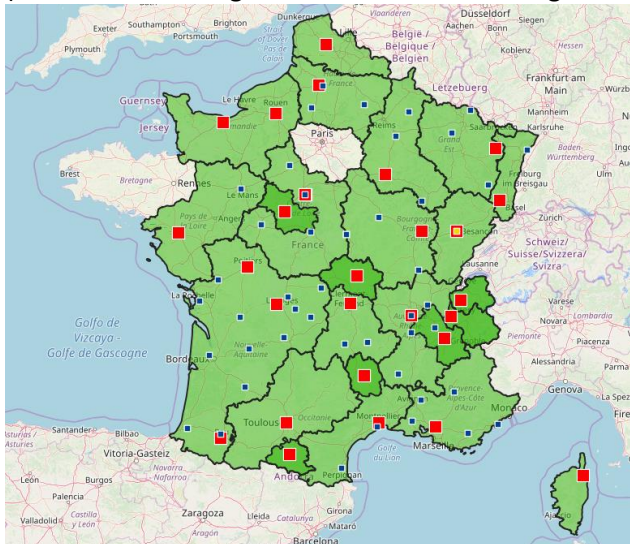


Figure 3: Carte des CEN en France. (reseau-cen.org)

Asters est une structure associative, dont les quatre missions principales sont les suivantes (Conservatoire agréé, 2017):

- **Préserver** et améliorer leur connaissance sur les espaces naturels ainsi qu’assurer leur **gestion**.
- **Accompagner et collaborer** les collectivités qui veulent s’engager dans une démarche de préservation des espaces naturels.
- **Expertiser et protéger** la valeur patrimoniale des espaces et des espèces
- **Sensibiliser et valoriser** en développant des lieux d’accueil pour tous les publics.

L’équipe d’Asters, pour répondre à ces missions est composée d’une quarantaine de personnes. Une partie est basée au siège à Pringy et une autre dans les bureaux de Sallanches. Des annexes accueillent également du personnel, notamment à la Maison de la Dranse, la Maison de village d’Argentières, la Maison de la réserve naturelle de Sixt et la Maison de la réserve de Passy.

1.1.3. Diversité écologique du département de la Haute-Savoie

Située dans le quart sud-est de la France, la Haute-Savoie est l’un des douze départements de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Elle est bordée au nord par le Lac Léman, frontalier avec la Suisse, à l’est par le val d’Aoste italien, au sud par la Savoie et à l’ouest par l’Ain (JORDAN, 2015).

La Haute-Savoie possède, sur un petit territoire, une grande diversité de milieux naturels, en raison d’une diversité des facteurs géologiques, pédologique, topographiques et climatiques (JORDAN, 2015).

1.2. Contexte du stage

Ce projet sur la littorale à une fleur a été établi en début d’année. Le plan de relance dû à la pandémie de 2021 par Emmanuel Macron, a permis de financer ce projet. Ces financements ont servi à rédiger

l'appel à projet de 2021 en répartissant le budget suivant différentes actions de création d'habitat favorable à la littorelle et pour la production et le renforcement de l'espèce.
Ce stage s'inscrit donc dans la première année du plan d'action Littorelle 2021, qui prendra fin en 2023.

Le présent sujet de stage conventionné est l'étude et la conservation de la Littorelle à une fleur.

Objectif

L'objectif défini est de faire le point sur les populations de Littorelle à une fleur et faire une étude bibliographique afin d'identifier les facteurs de réussite des réintroductions et renforcements de l'espèce par le biais de retours d'expérience des travaux de restauration et réintroduction existants. Afin de répondre aux attentes de l'université, seuls les travaux dans la région lémanique seront présentés.

Missions

Les missions qui ont été attribuées durant ce stage sont les suivantes :

- Effectuer une revue bibliographique sur l'espèce (biologie, génétique, conservation) et sur les retours d'expérience des travaux de restauration et de réintroduction menés en France et à l'étranger
- Participer au suivi des stations
- Recherche de nouveaux sites de réintroduction
- Rédiger un rapport.

Le stage se fera en lien étroit avec Thonon Agglo ainsi que les autres partenaires impliqués dans cette étude : Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève, Département de la Haute-Savoie, DDT74, Conservatoire du Littoral, Cantons de Genève, Vaud et Valais, Conservatoire d'Espaces Naturels Rhône-Alpes et Isère, etc.

1.3. Matériels et méthodes pour la bibliographie

Recherche documentaire

Pour mener à bien ces missions, différentes bases de données ont été utilisées afin de constituer une bibliographie adéquate pour ce sujet.

La réintroduction de la Littorelle à une fleur a déjà fait l'objet d'un projet dans les années antérieures. En effet un projet transfrontalier Interreg III a débuté en 2007 à Asters. De ce fait, une base d'information sur les méthodes ainsi que les résultats ont été constitués dans les **archives d'Asters**, disponible sur les serveurs. Tous les rapports et données disponibles regroupés dans un dossier « Littorelle » ont été lus afin de retracer un historique des différentes étapes du lancement du projet.

Le **portail bibliographique du CBNA** a également été utilisé. Cette plateforme numérique rassemble les articles, présentations et autres ressources documentaires collectés par le CBNA. Des mots clés ont été employés sur cet outil comme le nom latin, universel : *Littorella uniflora*, mais également en français : *Littorelle à une fleur*, au total 13 documents ont été trouvés à la suite de ces recherches dans trois langues différentes, majoritairement en français mais également en anglais et en allemand.

Pour compléter ces recherches, les outils **Google et Google Scholar** ont été utilisés avec les mêmes mots clés. Des sites fiables ont été sélectionnés comme *inpn.mnhn.fr* et *tela-botanica.org*. Peu d'articles complémentaires déjà existants sur la base documentaire du CBNA ont été trouvés.

D'autre part, il s'est avéré que plusieurs articles en allemand traitent de la littorelle (davantage qu'en français). Une vingtaine d'articles, trouvés par le biais du moteur de recherche mais également d'un portail documentaire (*vifabio.de*, 2016), ont été pris en compte. De même pour les articles en anglais.

Pour s'intéresser à l'environnement de la littorelle, différents articles ont été lu sur les paramètres physicochimiques du lac Léman et sur différentes études environnementales. Le CIPEL est un organisme vérifiant la qualité de baignade du lac et effectue différentes analyses pour constituer une banque de données. Le CBNA recense également de la bibliographie sur le comportement du lac Léman.

Afin de pouvoir comparer ces données avec d'autres lacs où est présent la littorelle à une fleur, une bibliographie a été construite sur les différents paramètres du lac de Constance, de Zurich et de Neuchâtel. Une dizaine d'articles ont été sélectionnés parmi les différentes études de ces quatre lacs.

A la suite de cette bibliographie sur les paramètres du lacs, des recherches ont été effectuées sur l'analyse des sédiments des plages du lac Léman, cependant peu d'articles ont été trouvés traitant de ce sujet hormis le travail de master de Krause de 2004. Différentes recherches se sont tournées sur l'analyse des sédiments. Pour le protocole à adopter, les discussions avec divers scientifiques ont été plus fortuite.

Contacts

Au cours de ce stage, différents partenaires et scientifiques ont été contactés afin de remplir au mieux l'objectif de ce stage, à savoir, recenser ce qui a été fait et dans quelles conditions se trouve la littorelle. Des échanges ont eu lieu que ce soit par téléphone, mail ou en présentiel (Annexe 1). En France, sur plus d'une vingtaine de contacté, environ quinze personnes ont répondu (parmi les Hauts de France, le CBN de Brest, du massif central et du sud atlantique). Dans la région française du Léman une dizaine de personnes ont été contactés par mail ou téléphone mais également lors de la visite de sites. En Suisse, des échanges ont eu lieu avec le CJB qui est partenaire du projet, ainsi qu'avec Zurich. L'Allemagne et l'Italie ont également fait l'objet de partage de connaissance.

Les contacts venant du CBN ont été trouvés grâce à l'annuaire en ligne de ce réseau. Beaucoup de contacts ont été échangé par le biais de redirection au sein d'enseigne ou de laboratoire mais également par connaissance, c'est le cas pour Zurich et l'Italie. D'autres comme l'Allemagne ont été trouvés grâce à la bibliographie et à des recherches sur internet.

Ces échanges ont été encourageant dans l'avancés de la collecte de données. La majorité ont suscité un intérêt pour ce projet et la volonté d'aider au mieux son déroulé malgré la courte période de ce stage (3 mois).

2. Présentation de la Littorelle à une fleur (*Littorella uniflora* L.)

2.1. Descriptions de l'espèce

La littorelle à une fleur est une petite plante herbacée amphibie de la famille des Plantaginacées, à souche stolonifère¹. Cette plante vivace produit des touffes de feuilles dressées de 3 à 10 cm, linéaires, plus ou moins charnues disposées en rosette (Duhamel, 2005). *Littorella uniflora* est dimorphe suivant son état de submersion : émergées, ces feuilles sont vertes, semi-cylindriques et creusées en gouttière ; submergées, les feuilles intra-aquatiques sont cylindriques et plutôt jaunâtres. (*Conservatoire botanique national du Bassin parisien, CBNBP*).

Sa floraison est exceptionnelle sur quelques pieds de la colonie, ces fleurs blanchâtres sont unisexuées et très petites, les fleurs mâles solitaires (environ 5 mm de long) sont portées au sommet de pédoncules filiformes plus courts que les feuilles à 4 sépales obtus, 4 pétales soudés en tube, et 4 étamines à filet très long (1 à 2 cm) et grêle. (*Consultation fiche #280*). Les fleurs femelles sessiles sont groupées par 1 à 3 au pied des fleurs mâles et mesurent moins de 5 mm de long. Elles sont composées de 4 sépales et 4 pétales soudés en une corolle en forme de bouteille et un ovaire prolongé par un style long (1 cm) terminé par un stigmate poilu.

¹ Multiplication végétative

Son fruit est un akène ovoïde, osseux, monosperme et indéhiscent qui ne contient qu'une seule graine. (« eFlore »)

2.2. Confusions possibles

Les espèces amphibies dans un environnement avec marnage comme la littorelle sont appelées isoétides. Plusieurs confusions sont possibles avec cette espèce (Figure 4) (Tableau 1).

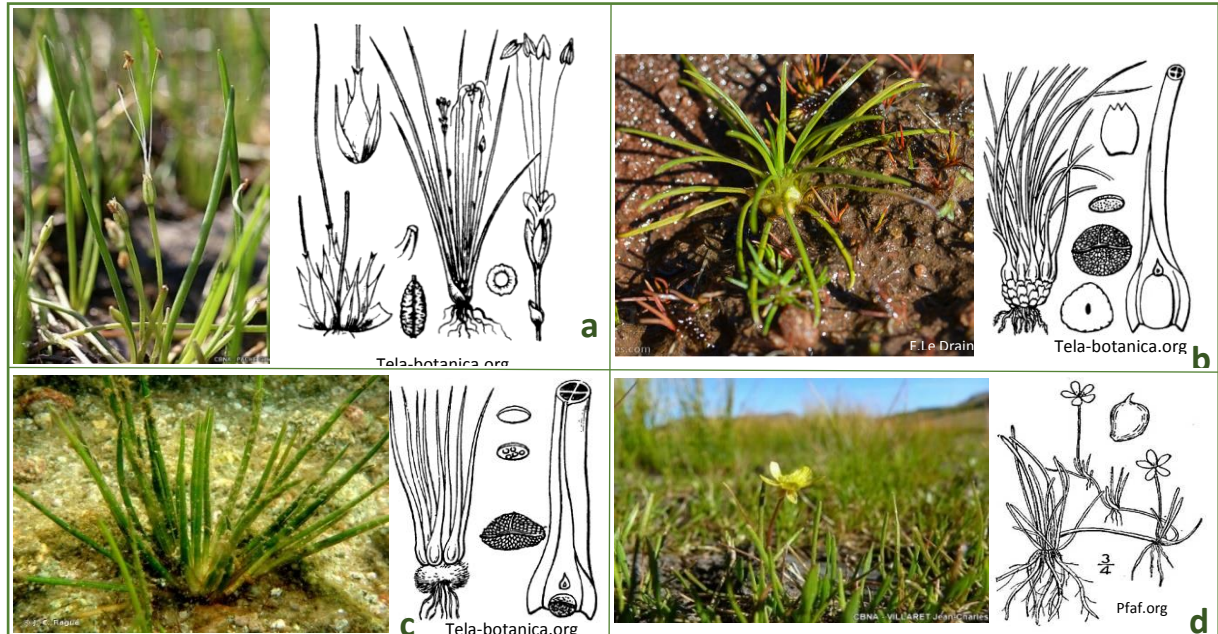


Figure 4: Espèces morphologiquement semblables (a. *Littorella uniflora*, b. *Isoetes duriei*, c. *Isoetes lacustris*, d. *Ranunculus reptans*).


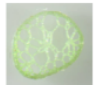

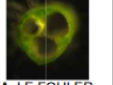
Taxon	<i>Isoetes boryana</i>	<i>Littorella uniflora</i>	<i>Lobelia dortmanna</i>	<i>Baldella repens</i> subsp. <i>cavanillesii</i>	<i>Eleocharis multicaulis</i>	<i>Eleocharis acicularis</i>
Section transversale d'une feuille	 (M. MADY, CBNMC)	 (M. MADY, CBNMC)	 (A. LE FOULER, CBNSA)	-	 (A. LE FOULER, CBNSA)	-
Nb canaux aërières	4	> 10	2	>5	3	A déterminer
Base des feuilles	Élargie	Non élargie	Non élargie	Non élargie	Non élargie	Non élargie
Partie souterraine	Bulbeuse à racines de couleur noire	Stolonifère à racines de couleur blanche	Fasciculée à racines de couleur blanche	Rhizome court	Souche cespiteuse Sans stolons	Longs stolons filiformes traçants
Cloisons transversales	oui	non	non	non	oui	non
Apex feuille	Aigu à acuminé	Obtus à Aigu	Obtus	Aigu	Aigu	Aigu
Section feuille	Circulaire	Circulaire	Aplatie dorso-ventralement	plate	Circulaire	Tri ou tétragone
Autres critères	4 stries vertes opposées longeant la feuille correspondant aux cloisons	Feuilles parfois teintées de rouge	Latex blanc à la cassure des feuilles	Forte odeur désagréable de rouille, essence, au froissement de la feuille	Tige munie d'une gaine supérieure obliquement tronquée	Tige munie d'une gaine tronquée perpendiculairement

Tableau 1: Critères de différenciation de l'Isoète de Bory (D'après DUFAY et al. 2014, modifié)

La littorelle à une fleur peut être confondue avec *Isoetes duriei* à l'état végétatif. Cependant sa floraison reste exceptionnelle et la distingue des autres plantaginacées amphibies comme les *Isoètes* notamment par l'absence de sporange à la base et des feuilles charnues, sans les 4 canaux aërières (Consultation fiche #280).

L'espèce *Littorella uniflora* est également associée à *Isoetes lacustris* L. appelée aussi *Isoetes macrospora*, par rapport à son écologie et sa morphologie. Elle reste facilement distinguishable par ses sporanges. (KRAUSE, 2004)

Elle est également semblable à *Ranunculus reptans* L. en absence de fleurs, cependant elle a des feuilles plus minces, non canaliculées, nettement lancéolées dans les formes terrestres et la tige ascendante est arquée. (*litt_unif_f.pdf*).

2.3. Systématique

Ci-dessous la classification phylogénétique de la Littorelle à une fleur d'après l'APG IV (Angiosperm Phylogeny Group) (Cole et al., 2019) :

Règne : *Plantae*

Clade : *Plasmodesmophytes* (Végétaux verts : algues et plantes terrestres)

Clade : *Embryophytes* (Plantes terrestres)

Clade : *Stomatophytes* (Plantes à stomates)

Clade : *Hemitracheophytes* (Bryophytes et plantes vasculaires)

Clade : *Tracheophytes* (Plantes vasculaire)

Clade : *Euphyllophytes* (Plante à tiges/feuilles/racines)

Clade : *Spermatophytes* (Plantes produisant des graines)

Clade : Angiospermes (Plantes à fleurs)

Clade : Dicotylédones Vraies

Clade : Dicotylédones Vraies Supérieures (Plantes à deux cotylédons)

Clade : Asteridées

Clade : Lamiidées (sympétale tardif)

Ordre : *Lamiales*

Famille : *Plantaginaceae*

Genre : *Littorella*

Espèce : *Littorella uniflora* (L.) Asch.

La littorelle à une fleur appartient à la famille des plantaginacées. C'est une famille très grande d'angiospermes comportant trois genres et entre 213 à 275 espèces (RAHN, 1996; ROSATTI, 1984).

Le genre littorelle (HOGGARD et al., 2003) ou sous genre de *Plantago* (RAHN, 1996) , regroupe trois espèces : *Plantago uniflora* (L.) ou *Littorella uniflora* (L.) ASCHERS, *Plantago americana* (FERNALD) ou *Littorella americana* FERNALD, *Plantago araucana* ou *Littorella australis* (L.) GRISEB.. Ces espèces sont assez semblables mais différenciables par leur taille, l'arrangement et la position des fleurs femelles et la longueur du pédicelle des fleurs mâles (FERNALD, 1918; RAHN, 1996).

2.4. Taxonomie et synonymie

L'espèce étudiée dans ce rapport à plusieurs appellations scientifiques mais celle qui a été retenue est *Littorella uniflora* (L.) Asch dont le basionyme² est *Plantago uniflora* L.

Elle possède également des synonymes dont le basionyme est inconnu (eFlore), c'est le cas pour :

- | | |
|--------------------------------------|--|
| - <i>Littorella germana</i> Gand. | - <i>Littorella lortetiae</i> Gand. |
| - <i>Littorella juncea</i> Bergius | - <i>Littorella palustris</i> Latourr. |
| - <i>Littorella lacustris</i> L. | - <i>Littorella permixta</i> Gand. |
| - <i>Littorella longifolia</i> Gand. | - <i>Littorella tardans</i> Gand. |

Littorella uniflora a plusieurs noms vernaculaires en France, notamment la « Littorelle à une fleur », la « Littorelle des étangs », la « Littorelle des lacs », la « Littorelle uniflore », ou encore « plantain d'eau ». Cette plante amphibie est présente à l'échelle mondiale sous des noms différents (eFlore) (KRAUSE, 2004) (Tableau 2).

² Lorsqu'on crée une nouvelle combinaison pour nommer un taxon ou lorsqu'on nomme un taxon dont le rang a été modifié, le basionyme est le nom plus ancien qui fournit l'épithète et dont on conserve le type nomenclatural et le protologue. (eFlore)

Tableau 2: Différents noms de *L. uniflora* (L.) à l'échelle mondiale

Langues	Noms
Anglais	American Shoreweed, Shoreweed, grass-leaved-plantain
Italien	Littorella, budellina-aquatica
Allemand	Standling, Strändling, Sumpfstrandling, Uferkrauft
Néerlandais	Oeverkruid, Overgrass

2.5. Biologie et cycle de vie

Les caractères biologiques et le cycle de vie de la littorelle à une fleur sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Récapitulatif de la biologie et du cycle de vie de *Littorella uniflora*

Type biologique	Hémicryptophyte vivace
Individus	Monoïque
Inflorescence	Fleurs solitaire terminale (blanche) après exondation
Floraison	Mai à août
Sexualité	Hermaphrodite
Pollinisation	Anémogame
Fruit	Akène
Reproduction	Végétative par stolons (Figure 5) et sexuée avec formation de graines
Mode de dispersion	Hydrochorie ou Zoochorie (KÄSERMANN C., MOSER D.M. (1999)
Germination	Figure 6. Au stade (A) la graine germe, elle atteint le stade (B) après 4 jours, les deux cotylédons sont libérés, et ils se développent progressivement selon les stades (C), du 14 au 20ème jours, (D) et (E).

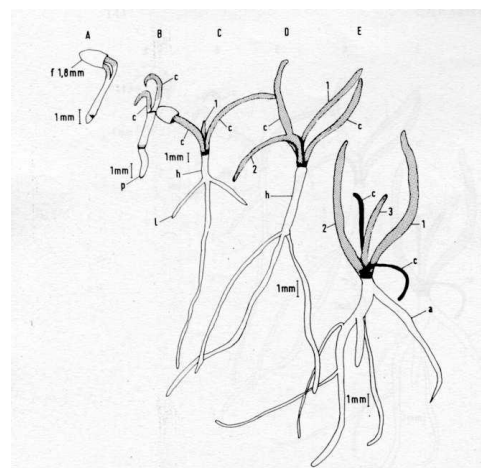


Feuille
Début de racine
Stolon

Figure 5: Reproduction végétative par stolon de *Littorella uniflora*. (© F.Verhaeghe, CJBG 06/2021)

Figure 6: Stades de germination de la Littorelle (ARTS & VAN DER HEIJDEN, 1989).

Légende : (f)=graine, (c)=cotylédon, (h)=hypocotylédon, (p)=racine latérale, (1, 2,3) =premières feuilles



2.6. Ecologie

D'après (LAUBER, 2000) les valeurs indicatrices de *Littorella uniflora* correspondent à une humidité de 5hv, soit un sol mouillé, détrempé avec une humidité variable. Son pH est compris entre 4,5 et 7,5 et est présente sur des sols avec de faibles substances nutritives et est capable de croître sur des sols salés. Elle pousse en pleine lumière mais supporte temporairement des périodes d'ombre. Sa température (indice 4) correspond à l'étage collinéen où elle se trouve en Suisse dans une fourchette altitudinale allant de 429 à 1995 m (KRAUSE, 2004). C'est une plante des régions à climat subatlantique (continentalité = 2).

La littorelle est un taxon amphibie, inféodé à des milieux pauvres, sur un substrat limono-sablonneux à gravelo-caillouteux ou un peu vaseux (*Consultation fiche #280*). DIENST & STRANG (1998a, 1998b) ont caractérisé une pente comprise entre 1 :8 et 1 :34 avec une inclinaison moyenne de 1 :20 à Constance où se trouve le gazon.

Elle est présente majoritairement sur des grèves périodiquement submergées (5 à 21 semaines par an) (LANG, 1967). Sa localisation sur les plages varie rapidement selon le régime hydrique et la présence d'une concurrence (DIENST, 1999, KRAUSE, 2004).

Littorella uniflora est plus ou moins indifférente au pH et au taux de salinité, elle a été observée dans des lacs, lacs acides, étangs, cours d'eau et dans des eaux saumâtres (Käsermann & Moser, 1999) mais a une préférence pour les lacs oligotrophes avec une faible concentration de CO₂ (Casper & Krausch, 1981)

Phytosociologie

L'association végétale est l'unité de description utilisée pour décrire les habitats naturels. (L'association végétale est nommée à partir du ou des noms de genre d'une ou de deux espèces caractéristiques présentes, auxquelles on ajoute un suffixe indiquant le niveau hiérarchique du syntaxon dans la classification. Pour le taxon *Littorella uniflora* la classification est la suivante : (*Eleocharition acicularis* Pietsch 1965)

- **Classe** (suffixe *-etea*) : *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946 (*parvogéophytaies amphibies exondables, oligotrophiles, laurasiennes*) ;
 - **Ordre** (suffixe *-etalia*) : *Littorelletalia uniflorae* Koch 1926 (*parvogéophytaies amphibies à subaquatiques, oligotrophiles, psychrophiles, boréocontinentales à montagnardes*) ;
 - **Alliance** (suffixe *-ion*) : *Eleocharition acicularis* Pietsch 1965
 - **Association végétale** (suffixe *-etum*) : *Deschampsietum rhenanae* Oberdorfer 1957

La littorelle à une fleur est une espèce collinéenne qui va de 195 à 429m d'altitude en Suisse (Käsermann & Moser, 1999). Elle fait partie d'une association située dans la zone eulittorale³ appelé le *Littorellion* W. Koch. Constituée par des gazons ras, cette formation amphibie est peu compétitive et les confine dans des milieux sablonneux ou graveleux pauvres en nutriments. Ce gazon se dispose en ceintures au niveau des grèves en pente douce et peu profondes des étangs ou des mares saisonnièrement immergées qui forme les gazons amphibies acidophiles vivaces des grèves de basse altitude à scirpe en épingle (*Eleocharis acicularis*) (Villaret et al., 2019).

L'habitat des littorelles fait partie des habitats d'intérêt communautaire de la directive « Habitats » pour Natura 2000. Pour la région Rhône-Alpes il y est hiérarchisé ainsi (Gaudillat et al., 2002) :

- 3 – Habitats d'eaux douces
 - 31 – Eaux dormantes

³ Zone de battement des plans d'eau

- 3130 – Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea*
 - 3130-1 – Eaux stagnantes à végétation vivace oligotrophique à mésotrophique montagnarde à subalpine des régions alpines, des *Littorelletea uniflorae*

Pour EUNIS (inpn.mnhn.fr) :

- C – Eaux de surface continentales
 - C3 – Zones littorales des eaux de surface continentales
 - C3.4 – Végétations à croissance lente, pauvres en espèces du bord des eaux ou amphibies
 - C3.41 – Communautés amphibies vivaces eurosibériennes
 - C3.411 – Pelouses à Littorelle, étangs à Lobélie, gazons à Isoète
 - C3.4111 – Pelouses à Littorelle

Cet habitat est classé comme suit (Tableau 4) suivant les différents cahiers d’habitat (Villaret et al., 2019) :

Tableau 4: Phytosociologie et référentiels d’habitats

PVF	38.0.1.0.4	<i>Eleocharition acicularis</i>
Natura 2000	3130	Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>
EUNIS	C3.41	Communautés amphibies vivaces eurosibériennes
CB	22.11 x 22.31	Communautés amphibies pérennes septentrionales des eaux oligotrophes pauvres en calcaire

D’après le guide des milieux naturels des Alpes et de l’Ain (Villaret et al., 2019), les *Eleocharition acicularis* (PVF) ont pour espèces caractéristiques: *Alisma gramineum*, *Alisma lanceolatum*, *Carex viridula*, *Elatine alsinastrum*, *Eleocharis acidularis*, *Eleocharis palustris*, *Juncus bulbosus*, *Littorella uniflora*, *Ludwigia palustris*, *Luronium natans*, *Lythrum portula*, *Marsilea quadrifolia*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Pilularia globulifera*, *Ranunculus flammula*, *Veronica scutellata*.

Cet habitat des grèves humides est de très grand intérêt biologique car ils abritent de nombreuses espèces végétales menacées, rare et/ou protégées (Villaret et al., 2019). Ils sont pour la plupart adaptés aux fluctuations des niveaux d’eau notamment *Marsilea quadrifolia*, *Pilularia globulifera* ou *Alisma gramineum*. Cet habitat permet également la nidification de petits échassiers (rare sur la dition) et le stationnement de limicoles lors de leur migration post-nuptiale (Villaret et al., 2019).

D’après les fiches (de Foucault, 2010), l’alliance concernant *L. uniflora* (L.) au lac Léman serait *Eleocharition acicularis* Pietsch 1965 avec végétation ouverte rase, occupant les interstices des galets des rives de lacs. Il décrit la synécologie comme un gazon amphibie de niveau topographique moyen, sur substrat minéral souvent grossier, sous climat continental.

Dans ces fiches, il classe l’alliance *Littorellion uniflorae* Koch 1926 comme communautés des lacs oligotrophes montagnards à alpins et boréaux mais avec une synchorologie connu des étages subalpin et alpin des Pyrénées centrales (Lazare & Riba, 2010).

2.7. Chorologie de l’espèce

La littorelle à une fleur est une espèce amphibie des bords des plans d’eau. Elle va se trouver essentiellement proche des lacs, étangs ou marais qui subissent une variation du niveau de l’eau afin qu’elle puisse s’y développer.

2.7.1. Répartition à l'échelle mondiale

Littorella uniflora est surtout présente en Grande Bretagne et en Europe (Figure 7) mais quelques observations (2016) l'ont répertoriée aux Etats-Unis d'Amérique.

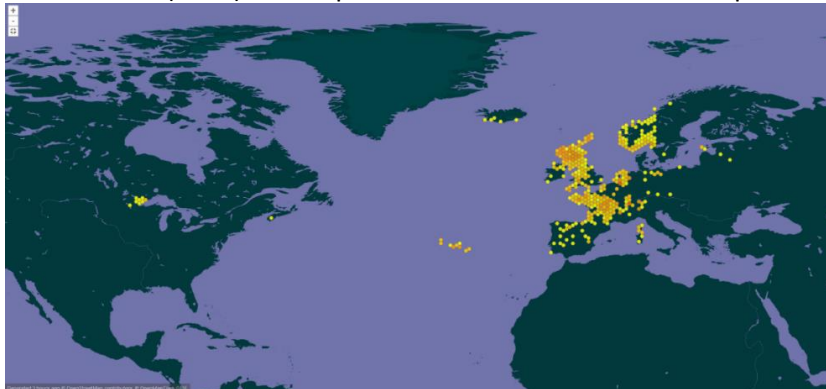


Figure 7: Répartition mondiale de *Littorella uniflora* entre 2000 et 2020. (Gbif.org)

En Grande Bretagne (Figure 8) l'espèce est présente essentiellement en Ecosse et en Irlande où les étendues d'eau sont plus nombreuses.

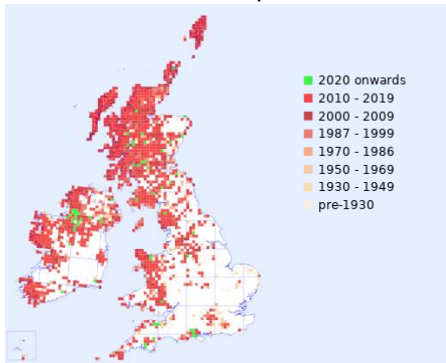


Figure 8: Répartition de *Littorella uniflora* en Grande Bretagne (BSBI, 2021)

2.7.2. Répartition à l'échelle européenne

Durant ce stage, différentes données ont permis de connaître davantage la localisation de la littorelle et la nature de sa présence (naturelle, introduite, en culture...). Sa répartition et son environnement ont permis de connaître les paramètres favorables à son développement et comprendre les facteurs qui peuvent l'influencer.

Suisse

La Suisse possède différentes grandes étendues d'eau dont une partie du lac naturel de Constance et le Lac Léman qui est régulée. La Figure 9 montre également que la Littorelle est présente sur le lac de Zurich et Neuchâtel. Du fait de sa régularisation, ils pourraient faire l'objet d'une comparaison avec le Lac Léman. Il reste le principal concerné par le projet.

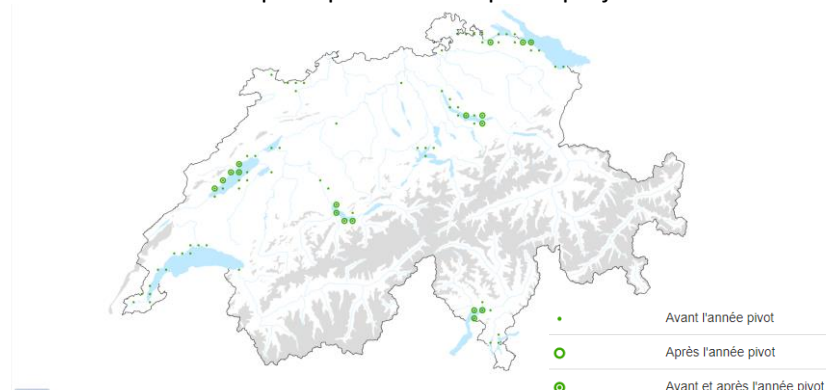


Figure 9: Répartition de *Littorella uniflora* en Suisse, année pivot : 2010. (infoflora.ch)

Agnès Shärer, qui travaille à Sieber Liechti (CH) a communiqué quelques sites où l'on peut trouver *L. uniflora* (L.) sur le territoire suisse du lac de Zürich à Richterswil (Figure 10) et sur la partie suisse du lac de Constance (Figure 11).

Avec Sophie Vallée, nous avons pu observer un des deux sites naturels. La mention la plus ancienne des sites de Richterswil date de 1920 (Walter Höhn-Ochsner) « Kiesstrand Seeufer b. Mühleneu Richterswil », avec *Ranunculus reptans* et *Eleocharis acicularis*, Eugen Baumann l'a mentionné 1933. Et en 1993, Peter Voser a compté 200-500 rosettes au bord et dans le lac. Toutes ces mentions font référence au site à l'est avec des phragmites et une clôture que nous n'avons pas pu atteindre dû à la profondeur.

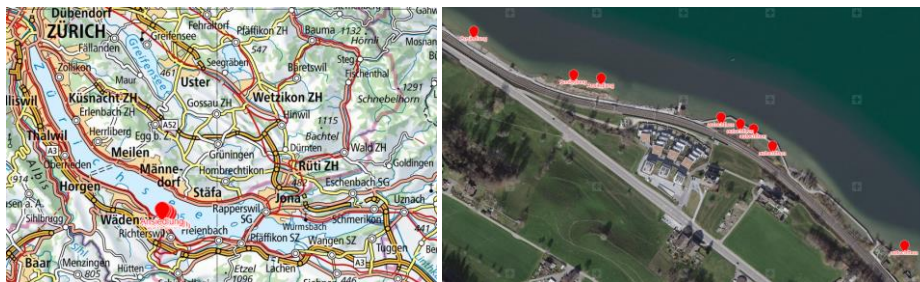


Figure 10: Localisation des *Littorella uniflora* à Zürich (Ansielung = Implantée) (map.geo.admin.ch, 09.07.21)



Figure 11: Station de *L. uniflora* (L.) sur le lac de Constance (CH) (map.geo.admin.ch, 09.07.21)

Une autre population autochtone est située au bord du Rhin près d'Ellikon. Les premières mentions datent de 1912 (Eugen Baumann) ; avec *Myosotis rehsteineri*, *Ranunculus reptans* et *Eleocharis acicularis*. Cette localisation, Ellikon am Rhein, est un chenal qui relie le lac de Constance au lac de Zürich. C'est un habitat différent (cours d'eau) de celui habituellement rencontré (plan d'eau).

Sur le canton du Tessin, la Littorelle à une fleur est présente sur les rives des îles de Brissago (Marazzi & Mangili, 2017). Elle y pousse de manière unique entre les fissures des roches littorales.

En fin d'été, (eaux basse) elle est visible au Delta de la Maggia, et le long des rives à Ascona en face du Golf. Son environnement y est composé de cailloux on y trouve également des Phragmites (Figure 12).



Figure 12: Présence de *Littorella uniflora* sur le canton de Ticino. (Brigitte Marazzi)

Allemagne

D'après les notes de la Liste Rouge Bavière 2003 (*BIB - Steckbriefe Gefäßpflanzen*), la Littorelle à une fleur est présente dans le nord de la Bavière, dans le district d'Erlangen-Höchststadt (K) et près de Neubäu (O), à l'Aischgrund (RFA, après que Franke et Marabini l'ont réintroduit en 2014) et à Neubäu près de Roding (RLBay). Dans le sud de la Bavière, récemment sur le Chiemsee (Mitt. Ch. Niederbichler) et le lac de Constance, quatre stations avec un total de 22 m² sont présente. Après la crue du siècle en 1999, M. Dienst n'a confirmé que 3 occurrences en 2000 (communication de M. Berg).

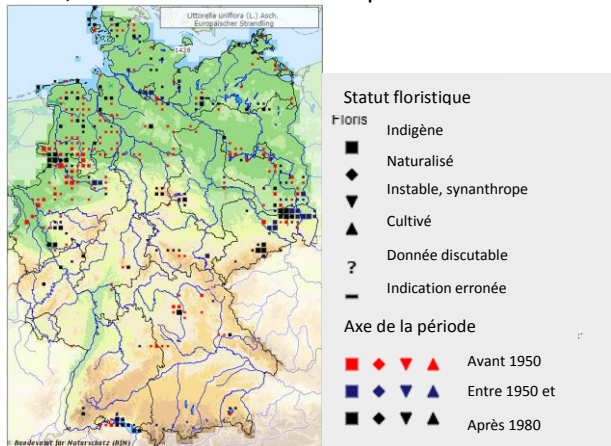


Figure 13: Répartition *Littorella uniflora* en Allemagne, 2013. (floraweb.de)

La littorelle à une fleur est connu sur les rives du lac de Constance pour être toujours avec sa communauté de végétation appelé le Littorellion (*Myosotis rehsteineri*, *Deschampsia littoralis* et *Ranunculus reptans*) (Annexe 2). Le lac de Constance est intéressant a étudié pour connaître les conditions "originelles" de *Littorella uniflora*.

Cependant cet habitat est aussi menacé et décline sur le lac de Constance (Jauch & Rutishauser, 2006) (Figure 14)

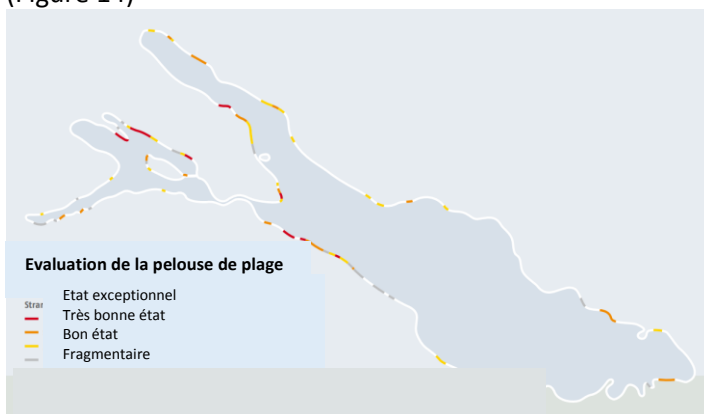


Figure 14: Etat des pelouses de plage du Lac de Constance, Jauch & Rutishauser, 2006

Italie

La littorelle est présente en Italie essentiellement sur le lac Majeur (Figure 15).

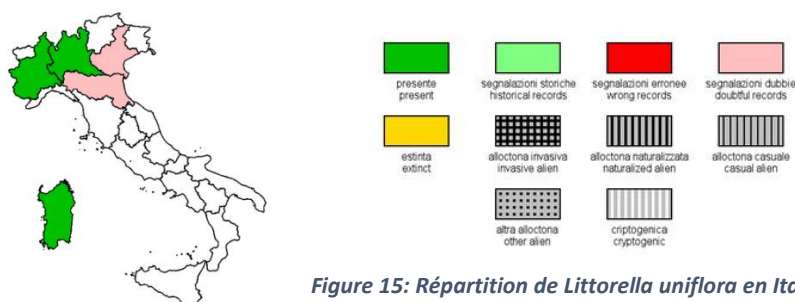


Figure 15: Répartition de *Littorella uniflora* en Italie. (dryades.units.it)

2.7.3. Répartition à l'échelle nationale

Plateforme de données

Le système français du CBN ne répertorie pas les données pour la flore sur l'ensemble du territoire mais par région ou réunion de région. Pour réunir les données de répartition de *Littorella uniflora* plusieurs sites ont été consultés.

- **SI Flore FCBN** : la Fédération des conservatoires botaniques alpins (FCBN) a rassemblé des données dans un système d'information de la flore (SI Flore) pour toute la France (Figure 16). Malgré que ces informations soient à l'échelle du territoire, elles ne sont pas mises à jour régulièrement.
- **OpenObs** : permet de visualiser et de télécharger les données d'observation sur les espèces disponibles dans l'Inventaire national du patrimoine naturel (Inpn) (*OpenObs - Requêteur national des données biodiversité*). Cette ressource a pour but de rassembler toutes les données sur le territoire français, cependant elle sera complètement opérationnelle fin 2022 car toutes les données ne sont pas répertoriées.
- **SI Flore CBN** : les CBN présents dans le sud-est de la France (CBN Alpin, CBN Méditerranéen et CBN Corse) ont réuni leur relevé de la flore sur le portail si.cbnmed.fr. La répartition est identifiée entre les anciennes régions (Figure 17), c'est-à-dire le Rhône-Alpes et une partie de la région PACA (CBNA), l'autre partie de la région PACA et le Languedoc-Roussillon (CBNMed) et la Corse.
- **SINP** : le Système d'Information sur la Nature et les Paysages collecte et valide les données scientifiques sur l'ensemble du territoire (*SINP*). Le Pôle d'Information Flore Habitat Fonge (PIFH) est une déclinaison du SINP pour l'Auvergne-Rhône-Alpes alimenté par le CBNA et le CBNMC (Massif central). La précision pour la littorelle à une fleur est par commune ou maille (Figure 18). Le CBNA alimente également le Système d'Information et de Localisation des Espèces Natives et Envahissantes (SILENE) avec le CBNMed pour la région PACA. Cependant une seule observation de *Littorella uniflora* a été recensée à Istres.

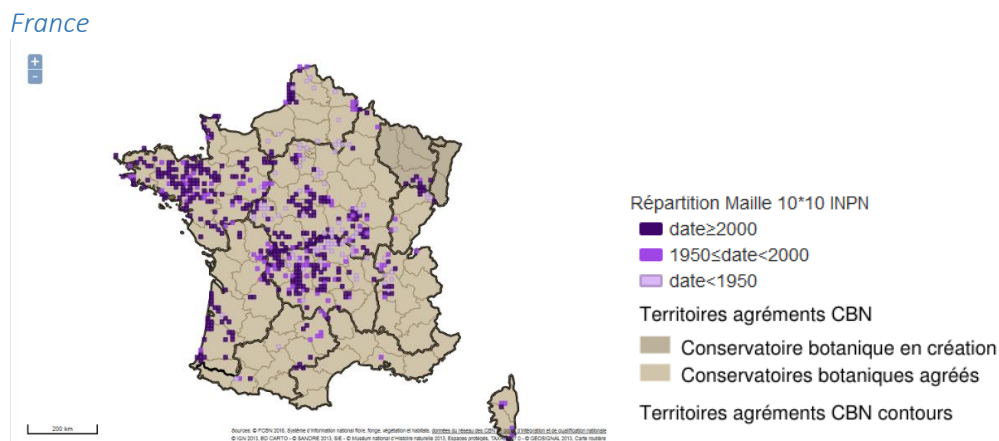


Figure 16: Répartition de *Littorella uniflora* en France, 2016. (siflore.fcbn.fr)

2.7.4. Répartition à l'échelle régionale

Comme précisé précédemment, plusieurs cartes ont été utilisées afin de rassembler les données sur la littorelle à une fleur dans différentes régions. D'autre part, le réseau CBN a été sollicité pour obtenir des données plus précises dans certaines régions. Ces données servent de complément d'information quant à son écologie.

Cette espèce amphibie est présente au bord des marais et étangs du Bassin parisien (Figure 19) mais également dans des zones arrière littorales dans le sud atlantique (Figure 20).

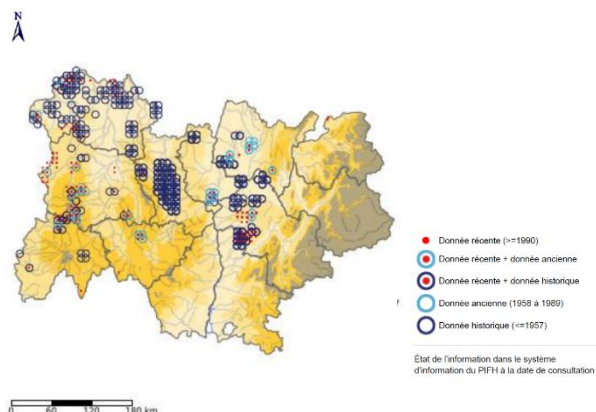
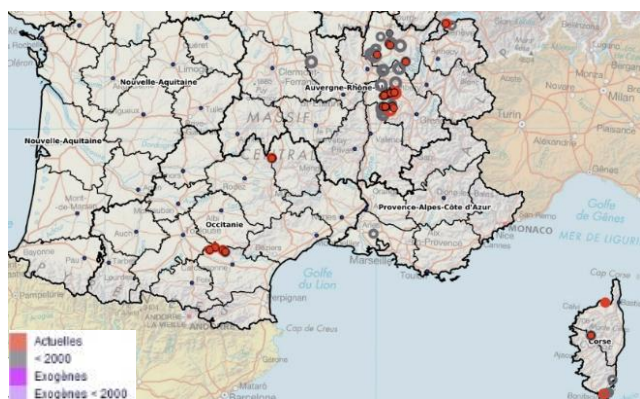


Figure 17: Répartition de *Littorella uniflora* régions Sud-Est. (SI.CBNMed.fr) et Figure 18: Répartition *Littorella uniflora* AURA (PIFH.fr)

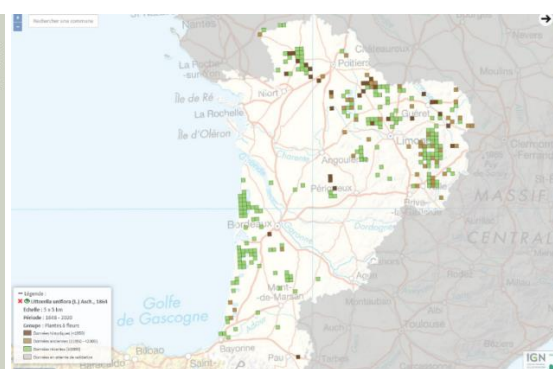
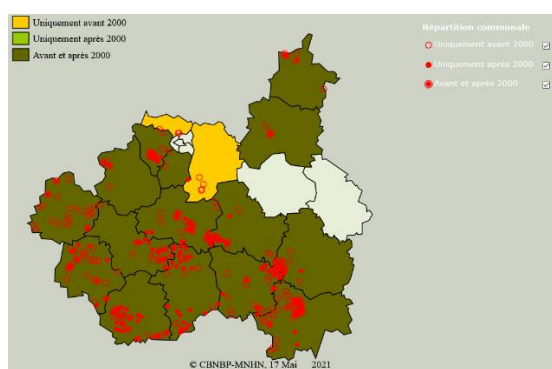


Figure 19: Répartition *Littorella uniflora* dans le Bassin Parisien, 2021. (CBNBP-MNHN) et figure 20: Répartition *Littorella uniflora* Sud Atlantique, 2021. (obv-na.fr)

Le périmètre d'étude de ce stage concerne en premier lieu le Lac Léman. Dorénavant régulé, la littorelle à une fleur a beaucoup régressé (KRAUSE, 2004; LAMBELET-HAUETER, C & NACIRI, Y., 2010).

2.8. Statuts de protection

Suivant un « Guide pratique pour la réalisation de Listes rouges régionales des espèces menacées » (*The IUCN Red List of Threatened Species*, s. d.) en 2001, l'Union Internationale de Conservation de la Nature (IUCN) a évalué les risques d'extinction des espèces et les a classées en neuf catégories. (Rabinowitz, 1981)

Suivant ce classement scientifique, une réglementation a été établie afin de protéger ces espèces menacées à différents niveaux (*La réglementation de la protection de la flore - DREAL Pays de la Loire*) L'espèce étudiée dans ce rapport est concernée par une protection intégrale au niveau national parmi les 402 espèces y figurant. Une protection intégrale suivant l'article L411-1 et L411-2 du Code de l'environnement a pour but d'interdire les activités menaçant l'espèce. Seuls des prélèvements exceptionnels peuvent être autorisés pour ces espèces. L'article spécifie également une protection partielle pour laquelle les activités, comme la production, détention, l'utilisation sont soumises à autorisation du Ministère de l'Environnement.

2.8.1. Statut réglementaire en France

D'après l'arrêté du 20 janvier 1982, fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire et l'arrêté du 4 décembre 1990, relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Rhône-Alpes complétant la liste nationale ainsi que dans le Centre, Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Ile-de-France, Franche-Comté, Lorraine, Bourgogne, l'espèce amphibie est considérée comme **protégée** sur le territoire français. (Arrêté du 31 août 1995 portant modifications de l'arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire)

2.8.2. Statuts non réglementaires

France

Littorella uniflora est reconnu comme préoccupation mineure (*Littorella uniflora* (L.) Asch., 1864 - *Littorelle à une fleur*, *Littorelle des étangs*). Cependant, à l'échelle régionale, différents degrés de menaces sont attribués à la Littorelle (*inpn.mnhn.fr*) :

- En préoccupation mineure (LC) dans le Limousin
- Quasi menacé (NT) en Aquitaine, Auvergne, Basse-Normandie, Corse, Franche-Comté, Lorraine, Pays de la Loire, Poitou-Charentes
- Vulnérable (VU) en Bourgogne, Centre, Champagne-Ardenne, Ile de France, Picardie
- En danger (EN) dans le Midi-Pyrénées, Nord-Pas-De-Calais, Rhône-Alpes
- En danger critique (CR) en Haute-Normandie
- Disparue au niveau régional (RE) Provence-Alpes-Côte-D'azur

Suisse

Les gazons littoraux sont également extrêmement rares et menacés en Suisse (LAMBELET-HAUETER, C & NACIRI, Y., 2010). En effet, la littorelle caractéristique de ces gazons est reconnue sur les listes nationales comme « en danger », régionale « en danger critique d'extinction » et « éteinte régionalement » suivant les régions. (BAL, 2007)

D'après la Liste Rouge régionale des plantes vasculaires de Suisse (Bornand et al., 2019), l'espèce *Littorella uniflora* est En danger (EN) et disparue (RE) s'après la régionalisation suivante (Figure 21).

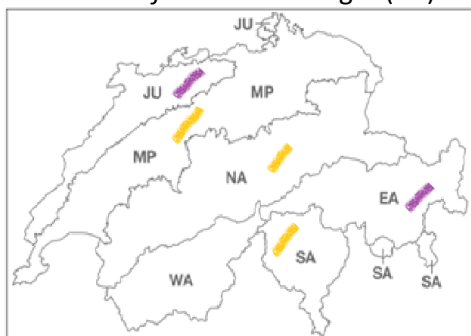


Figure 21: Régionalisation de la Suisse pour la Liste Rouge régionale des plantes vasculaires 2019. Modifié en fonction des statuts de *L.uniflora* (L.), Orange = EN, violet = RE (*infoflora.ch*)

Italie

L'Italie, d'après la liste des espèces prioritaires au niveau national (Nöthiger-Koch, 2010), a défini la littorelle à une fleur suivant quatre catégories : la priorité (3), la menace (EN), la responsabilité (0) et la nécessité d'intervention (1) conformément à l'IUCN.

Allemagne

D'après la liste rouge d'Allemagne (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2005), *Littorella uniflora*, appelé Europäischer Standling, est classé au niveau 2, c'est-à-dire en danger, à l'échelle du pays et en Bavière.

Dans divers pays, la littorelle à une fleur subit différentes pressions dû à des menaces qui ont été répertoriées ci-dessous.

2.9. Menaces répertoriées

La littorelle à une fleur est une espèce étudiée depuis plusieurs années surtout en Allemagne. Des études (Strang et al., 2012) ont montré une forte régression de la littorelle en 100 ans Annexe 2 Figure 1.

Variation du niveau d'eau et concurrence

Différentes menaces lui pèsent, dont les plus importantes sont dues à la modification du niveau d'eau et de la concurrence. La littorelle est une espèce pionnière et peu compétitive, elle s'épanouit dans une niche écologique débarrassée de la concurrence par les fluctuations du niveau d'eau. Cependant, ce dernier paramètre est de plus en plus rare dû à la mise en place de nombreux barrages. Ces retenues d'eau qui diminuent l'amplitude des fluctuations induit une concurrence qui se manifeste de trois façons (KRAUSE, 2004) :

- Des espèces qui poussent dans le même milieu, c'est le cas des *Phalaris arundinacea* L., *Phragmites australis* CAV. présents sur le site de Messery. D'après (Strang & Dienst, 1995) et (Thomas et al., 1987) d'autres espèces représentées une menace pour lesquelles la fauche est inefficace c'est le cas de *Agrotis stolonifera* L., *Carex acuta* L., *C. elata* ALL.
- Par l'ombrage dû à l'embroussaillage du rivage
- Cet embroussaillage produit de la litière, en quantité suffisante qui peut étouffer ou endommager mécaniquement la littorelle avec l'action des vagues (Käsermann & Moser, 1999).

Apport de matériaux flottants

Cette menace est principalement rencontrée au lac de Constance (Zehm, 2008). Des débris, végétaux morts entre autres, sont apportés par le lac (vagues, vents, courants) et recouvrent les populations de Littorelle. Ce phénomène naturel empêche donc le développement des individus.

Eutrophisation

L'eutrophisation est la prolifération d'algues due à un apport excessif de nutriment (azote, phosphore). Cette prolifération va affecter la littorelle à une fleur en la recouvrant et en diminuant l'intensité lumineuse (KRAUSE, 2004).

D'autre part ces éléments chimiques apportés par les engrais ou les lessives, vont eutrophiser le lac. Pendant la période 1970 à 1990, le lac Léman était complètement asphyxié avec un taux de phosphore d'environ 90µg/L (cipel.org).

La prolifération d'algues (faisant chuter le taux d'oxygène la nuit) avec l'apport de matière organique (permettant l'installation de plantes plus concurrentielles) empêchent la plante d'oxyder entièrement le sédiment, et nuisent fortement au maintien des bonnes conditions pour *Littorella uniflora*. (KRAUSE, 2004)

Selon plusieurs auteurs (KRAUSE, 2004; Roelofs, 1983), différentes algues (*Chara vulgaris* et *Mougeotica gracillina*) sont la cause de ces apports de matières organiques. Différentes végétations profitent de cet enrichissement du sédiment en phosphore (*Myriophyllum alternifolium* par exemple).

Constructions

Les aménagements des rives et les consolidations de toutes sortes (passerelles, épandage de graviers, corrections de courants, quais etc.) ont provoqué la quasi-extinction de *Littorella uniflora* (L.) et l'extinction de *Myosotis rehsteineri*, *Ranunculus reptans*, *Deschampsia litoralis* (Becherer, 1972).

Activités touristiques intenses

Les activités récréatives comme la baignade, la voile, le surf, camping ou toutes autres activités qui provoquent un piétinement intense de la zone ou sa destruction (feux) est nuisible au gazon de littorelles. (Strang & Dienst, 1995; Thomas et al., 1987) Cependant un piétinement modéré peut être favorable à *L.uniflora* en nuisant aux espèces concurrentes. (KRAUSE, 2004)

2.10. Mesures de conservation

Pour toute ces menaces, des mesures peuvent être envisageables. (Tableau 5)

Tableau 5: Récapitulatif de mesures de conservation face aux menaces sur *L.uniflora*

Menaces	Mesures
Niveau d'eau	Supprimer la régulation ou favoriser les fluctuations pour laisser une période de basses eaux suffisamment longue qui permet la floraison (Käsermann & Moser, 1999)
Qualité des eaux	Améliorer les mesures de protection des eaux (Thomas et al., 1987)
Dépôts	Enlever les éventuels feutrages à la main et les objets flottants (Thomas et al., 1987)
Concurrence	Faucher/ arracher les phragmites et autres concurrents 2 à 3 fois par an. Débarrasser les produits de la fauche (Thomas et al., 1987)
Facteurs anthropiques	Interdire l'accès et les feux (Thomas et al., 1987)
Embroussaillage	Débroussailler/ couper les arbres qui font de l'ombre (Käsermann & Moser, 1999)
Populations restreintes et isolées	Multiplication <i>ex situ</i> pour réintroduction et renforcement, suivi des mesures et efficacité (Käsermann & Moser, 1999)

Ces menaces sont répertoriées à travers différents pays. Ce stage cible essentiellement les populations du Lac Léman dont l'état va être mentionné ci-dessous.

3. Etat des populations lémaniques

Cette section se concentre sur les populations de *L. uniflora* (L.) sur les rives du lac Léman afin de faire un bilan sur le territoire du plan d'action 2021. En effet, la littorale à une fleur est présente sur d'autres lacs préalpins en Suisse et en Europe cependant leurs caractéristiques diffèrent de par leur morphologie, leur anthropisation et leur utilisation. L'état de la population de la littorale à une fleur est, de ce fait, spécifique à chaque lac.

3.1. Caractéristiques du lac Léman

Dans les zones préalpines, le cycle d'eau diffère des plaines. A partir du printemps, lorsque les températures augmentent, les glaciers fondent et apportent une source d'eau importante pour alimenter les nappes souterraines, cours d'eau et lac. La Figure 22 montre les principaux affluents du Lac Léman qui permettent de renouveler l'eau et de mieux gérer sa qualité. (Loizeau)

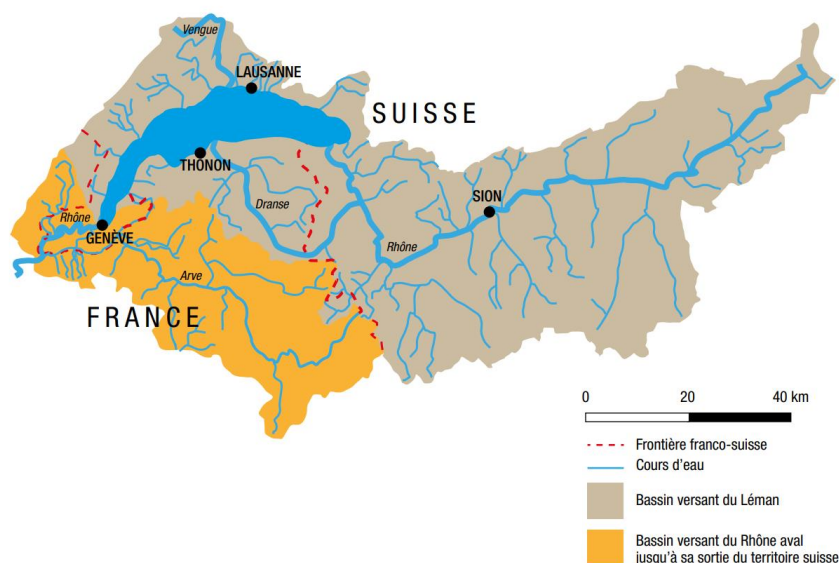


Figure 22: Les principaux affluents du Léman et son exutoire, le Rhône (CIPEL, 2020)

Le Lac Léman, comme beaucoup d'autres lacs, est régulé pour maîtriser les inondations, favoriser les activités nautiques, entretenir les infrastructures et nettoyer les rives lors de vidanges périodiques (tous les 4 ans). De ce fait son hydrologie est modifiée et les fluctuations sont moins importantes (KRAUSE, 2004), avec un abaissement de 50 cm entre le 15 mars et le 15 avril et de 75cm en années bissextiles (Règlement sur la manœuvre de l'ouvrage de régularisation du niveau du lac Léman à Genève, 1997). Le barrage du "Seujet" à l'aval du pont du Mont-Blanc à Genève régule depuis 1884 le niveau des eaux du Léman entre les cotes 371,60 et 372,30. (Acte_intercantonal_regularisation_Leman.pdf, s. d.) (Plaqueette_info_regularisation.pdf, s. d.)

Selon le CIPEL (CIPEL, 2007) les rives du Léman sont majoritairement artificielles (40% de murs et d'enrochements, 34 % de quais, ports et voies de communication), 23% sont semi-naturelles (prés, cultures) et 3% entièrement naturelles (marais côtiers).

Le lac Léman a fait l'objet de plusieurs analyses physico-chimiques. Une étude sur l'évolution de ces paramètres entre 1957 et 2005 montre de nombreux changements (Lazzarotto, 2005). Le lac Léman est un lac monomictique chaud (une période de brassage en hiver) de ce fait il est très sensible aux conditions climatiques hivernales. Le réchauffement climatique, qui est plus important dans les Alpes qu'à l'échelle planétaire (Anneville, 2013), allonge la durée de stratification des colonnes d'eau. Ce brassage joue un rôle dans la qualité de l'eau notamment dans l'eutrophisation. D'après cette étude « Le Léman présentait tous les indices d'un lac oligotrophe avant les années 1950 mais depuis, les apports du bassin versant augmentent, [...] la concentration en phosphore total augmentent de façon spectaculaire et irrégulières [...] dans les années 1960 et les communautés algales changèrent au profit d'espèces telles que les chlorophycées du genre Mougeotia et les Oscillatoria rubescens. Dans les années 1970, les volumes de plancton devinrent très importants et la transparence diminua. La concentration moyenne annuelle en phosphore total atteignit des extrêmes de l'ordre de 90 µgP/L. » (Figure 23). D'après plusieurs critères, le lac a ainsi évolué d'un état oligotrophe vers un état mésotrophe puis eutrophe en un temps très court, entre 1965 et 1975. (CIPEL 1984; Pelletier et al. 1991; Anneville et al. 2001). L'objectif en 2005 était d'atteindre un taux de phosphore égal à 20µg/L afin d'atteindre l'oligotrophie.

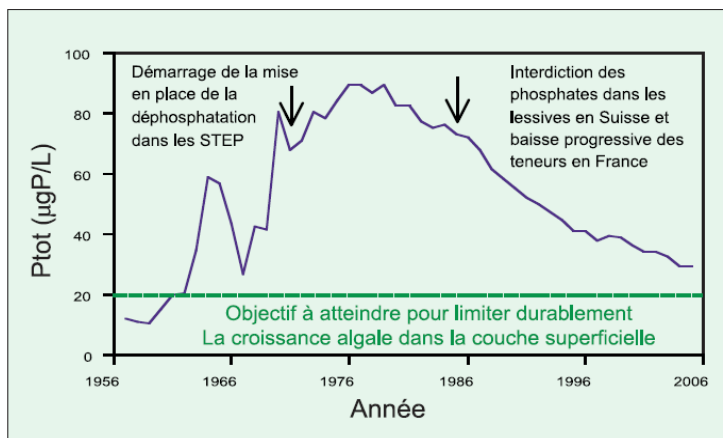


Figure 23: Evolution de la moyenne annuelle en phosphore total du Léman de 1957 à 2005. Lazzarotto, 2005

En 2012 (BAFU, 2016), le lac Léman est de nouveau oligotrophe suivant l'apparition de plante aquatique typique de ces milieux (Characées). En 2016, le phosphore était de 19.1µg/L (Barbier et al., 2017) et en 2019, le phosphore avait baissé de 3.20µg/L par rapport à 2018 avec une valeur de 16.20µg/L (Tran Khac et al., 2020).

Ces données peuvent être comparées avec les autres lac Suisse dont la teneur en phosphore a été suivi sur plus de 60 ans (Annexe 3). La majorité des lacs semblent oligotrophe de nos jours.

Ces changements d'états impactent également l'écosystème aquatique avec l'apparition de macrophyte et de moules invasives (Labat, 2020). C'est le cas des herbiers *Myriophyllum pectina* qui sont remplacés par des herbiers de *Potamogeton perfoliatus* et *Myriophyllum spicatum*. La moule invasive *Dreissena* est apparue dans le lac Léman. On retrouve sa coquille sur les plages du lac et sur le site de Messery où elle recouvre la Littorelle. Elle peut représenter une menace en grande quantité (cette menace reste à vérifier cependant lorsque ces coquilles sont présentes, les rosettes de littorelle ne colonisent pas le milieu

Annexe 4).

3.2. Populations naturelles

L'état de la population historique sur les rives du lac Léman a été étudié et cartographié par Catherine Lambelet en 2009 (Figure 24). Cette carte permet d'observer que plusieurs stations sont présentes du côté suisse en 1951. Cependant, les gazons de littorelle ont connu une forte diminution et la dernière station naturelle connue est à Messery (Haute-Savoie, France) (JORDAN, 2015; KRAUSE, 2004; LAMBELET-HAUETER, C & NACIRI, Y., 2010). Cette population découverte en 1992 à Messery a décliné jusqu'à ne compter que 37 rosettes en 2004.

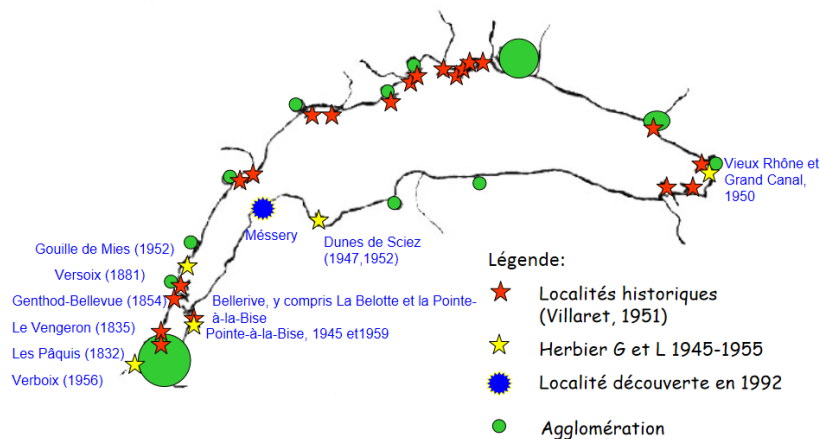


Figure 24: Stations historiques de *Littorella uniflora* (C.Lambelet & al., 2009)

En Suisse, les orthophotographies étant de haute qualité, la présence de la littorelle à une fleur est probable à différents endroits (Annexe 5) et identifiable par des structures circulaires caractéristiques (Figure 25) (Juillerat, 2021). Un contrôle de ces différents sites est nécessaire afin de valider ou non sa présence.

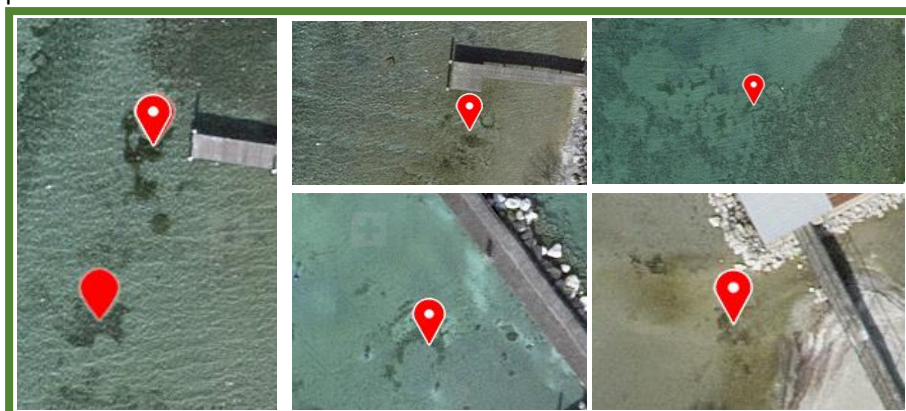


Figure 25: Identification probable de *Littorella uniflora* par orthophotographies sur le Lac Léman (CH). (map.geo.admin.ch, Juillerat, 2021)

Légende : **a.** Site le plus probable point GPS : 2'503'869.000, 1'122'550.000 et 2'503'873.000, 1'122'563.000 ; **b.** Point GPS 2'503'921.000, 1'122'640.000 ; **c.** doute, point GPS : 2'504'204.000, 1'123'980.000 ; **d.** Characées ou Littorelle, point GPS 2'504'395.000, 1'124'365.000 ; **d.** France, point GPS : 2'508'014.000, 1'128'895.000

3.3. Populations réintroduites

Renforcement à Messery (74140 FR)

Au vu de l'état de la population de *Littorella uniflora* à Messery, une action de renforcement a été menée en 2004 et 2008 par les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG) et Asters/CEN74. Ce renforcement a permis de réintroduire 721 pieds provenant de Messery et multipliés par le CJBG en 2004. Des explications quant à la méthodologie de conservation de l'espèce et multiplications seront expliquées dans le point suivant.

Un suivi est mené chaque année sur ce site. Le dernier en date a été effectué le 28 avril 2021, peu de temps après la fauche qui a eu lieu début avril. Pour ce suivi, la méthode des transects a été employé comme expliqué sur le schéma en Annexe 6. Ces transects et quadrats ont été élaboré suivant des anciens points matérialisés par des piquets en bois.

L'état semble se dégrader, les rosettes sont moins nombreuses et plus dispersées face au développement de la roselière. Pour vérifier l'évolution du site, une analyse des données de suivi a été effectué avec le test de McNemar. Ce test permet de comparer deux échantillons appariés avec des valeurs binaire. Ainsi pour adapter le jeu de donné à ce test il a fallu marquer l'absence ou la présence des littorelles sur les transects en binaire (0 = absence, 1 = présence). La p-value est supérieur à $\alpha = 0.005$ (Figure 26).

```
McNemar's Chi-squared test with continuity correction
data: table
McNemar's chi-squared = 0.071429, df = 1, p-value = 0.7893
```

Figure 26: Test de McNemar sous R pour le suivi 2020-2021

Le résultat est peu significatif dû au faible changement entre deux années consécutives. Ce test serait intéressant pour évaluer l'évolution avec une plus grande échelle de temps. Pour se faire, le même protocole doit être appliqué en gardant le plus fidèlement possible les mêmes transects.

Renaturation à Chens-sur-Léman (74070 FR)

Des projets de réintroductions de la Littorelle à une fleur sur le bord du Léman ont également été menés notamment à Chens-sur-Léman.

Le projet de renaturation sur Chens-sur-Léman a eu lieu en 2016 avec les plantations sur cinq placettes localisées sur deux secteurs distincts (Annexe 7).

Ce projet, mené par Thonon Agglomération en collaboration avec le bureau d'étude GREN, a pour but de revitaliser les berges du Léman en aménageant des berges favorables pour le développement de phragmitaie (*Phragmites australis*), et de la littorelle à une fleur (*Littorella uniflora*). Des îlots à sternes ont également été créés servant également de protection contre la bise, effet « brise-vague » (vagues et vents endommageant la flore).

En effet, le fetch, est un phénomène courant du lac Léman qui provient de la puissance du vent s'engouffrant sur le lac pouvant provoquer des vagues assez fortes.

Ainsi les berges ont été entièrement aménagées. Une granulométrie spécifique a été amenée s'appuyant sur les travaux de Krause afin de créer un habitat favorable pour la littorelle à une fleur. Ce plantain a été réintroduit en placette sur une topographie adaptée toujours en suivant les travaux de Krause. Ces placettes ont été matérialisé par du grillage servant également de barrière contre les débris pouvant être amené par les courants et de protection contre le piétinement.

En 2021, l'état des populations a pu être fait fin avril lors d'une visite des sites organisés par Thonon agglomération et Asters/CEN74. Les îlots étaient alors à sec, quelques rosettes étaient en fleur. Cependant les différents îlots sur les deux stations évoluent différemment.

Sur le 1^{er} site, deux des trois îlots ont été colonisés. Le premier par des scirpes et le deuxième par des phragmites (Figure 27). Cette colonisation provient probablement de la pépinière qui s'est occupé de la culture de *Littorella uniflora* (plant provenant de la station de Messery et cultivé de manière ex situ au CJBG). Elles étaient déjà recensées en 2019 par GREN mais éliminée. Le troisième îlot est un gazon plus dense, dont certains individus ont été observés à l'extérieur du grillage.

Sur le 2^e site, l'îlot le plus proche de la berge a été recouvert sur la moitié de débris (Figure 28) mais le deuxième était fleuri et des expansions de littorelle étaient visibles au-delà de la placette initiale matérialisée par des piquets. Quelques rosettes étaient également en dehors du grillage.



Figure 27: îlots de *L. uniflora* (L.) colonisés par des *Schoenoplectus tabernaemontani* et *Phragmites australis* à Chens-sur-Léman. (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)



Figure 28: Îlot de *L. uniflora* (L.) recouverts de débris. (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)



Figure 29: îlot de *L. uniflora* en très bon état.

Introduction aux Eaux Vives à Genève (1207 CH)

Un projet d'aménagement des rives des Eaux Vives a débuté en avril 2019 par le bureau d'étude GREN. La rive a été aménagée en plage artificielle laissant un triangle entre la plage et la berge (Figure 30).



Figure 30: Visualisation du site d'aménagement des Eaux Vives. (© F.Verhaeghe, 11.06.2021)

Par mesure compensatoire, une roselière a été implantée sur la rive côté plage et des placettes de littorelle à une fleur côté berge. Ces plants ont été cultivés par le CJBG (originaire de Messery).

Ainsi ces neufs îlots de littorelle servent uniquement à la sauvegarde car il n'y a pas de potentiel d'extension (présence de bloc ou topographie trop profonde de part et d'autre). Aucun suivi n'est prévu sur ce site cependant la surface occupée de chaque îlot est connue (Annexe 8). Un suivi de la faune est également effectué par un stagiaire.

Les rectangles de littorelle ont été plus ou moins espacés pour tester le potentiel de développement. La granulométrie a de nouveau été choisie en référence avec les travaux de Jan Krause à Messery (appliqué à Chens-sur-Léman), c'est-à-dire des graviers compris entre 0 et 30 cm et une altitude entre 371.80 et 372. Les clôtures vont être supprimés et les grillages ont été refaits car rouillés dès la 1ère année.

La littorelle a été trouvée en fleur sur ce site à la fin des travaux en 2020 et en avril 2021.

Trois sites sur les plages du lac Léman font l'office d'une réintroduction de *Littorella uniflora* (L.) actuellement. Différentes visites ont permis de cibler les menaces sur l'espèce.

3.4. Menaces sur la Littorelle observées au terrain

Des menaces visibles sur le terrain ont pu être observées.

- Concurrence (surface) : principalement visible à Messery et Chens-sur-Léman, les espèces concurrentes (*Phragmites australis* et *Schoenoplectus tabernaemontani*), empêchent la multiplication végétative. Ces grandes végétations augmentent les zones d'ombres non favorable à son développement
- Concurrence (microtopographie) : la microtopographie est visiblement modifiée à cause de la présence des roseaux sur le site de Messery (Figure 31). En effet, dû à l'enracinement plus conséquent et à la surface de cette espèce, le sol se soulève et de légères « bosses » sont observables à la surface. L'hypothèse est que ces petites variations augmentent la vitesse du courant, ce qui ne favorise pas son enracinement (O. Billant, *comm pers*). Cette menace est associée aux types de substrat granuleux présent plus « modulable ».



Figure 31: Photographies de la microtopographie à Messery. En rouge les "failles". (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)

- Débris : l'emplacement de la littorelle, sur les grèves en bordure de l'eau, l'expose aux débris qui s'échouent. Ces débris peuvent être de différentes origines mais des végétaux flottants morts ont principalement été retrouvés sur le site de Messery et Chens-sur-Léman (Figure 32). Ces débris peuvent recouvrir les gazons de littorelle l'empêchant de capter la lumière et de croître.



Figure 32: Débris sur le site de Messery (à gauche) et à Chens-sur-Léman (à droite). (© F.Verhaeghe, 18.06.21)

- Topographie et altitude : la littorelle à une fleur est sensible à la topographie et est comprise dans une échelle restreinte d'altitude sur le Lac Léman. Cette altitude correspond au marnage dont elle dépend. Les différentes placettes de littorelle implantées à Chens-sur-Léman rendent compte de la localisation favorable. Une placette montre un trou dans le gazon de littorelle correspondant à une variation dans la topographie effectuée lors de la mise en place de placette (Figure 33). Sur le deuxième site de renaturation, un îlot disposé proche de la berge s'est retrouvé colonisé sur la moitié par de la végétation de berge. Cette colonisation est donc due à une altitude qui permettait l'installation de végétation qui n'est pas immergée. La topographie dans cet îlot a également été modifiée par l'apport de gravier provenant de la berge. (Figure 33)



Figure 33: Effets de la topographie sur le gazon de Littorelle. (© F.Verhaeghe, 28.04.2021)

- Berge emmurée, ce problème est surtout rencontré au lac de Zürich cependant le Lac Léman présente également des plages avec des berges solide. En effet : les vagues arrivent sur ces murs et sont projetées en arrière ce qui crée un phénomène d'érosion des sédiments et empêche la littorelle de persister.
- Les vagues créent aussi un problème d'érosion des sédiments (également sur le lac de Constance). Les vents forts (le Fetch) et le passage de gros bateaux créent des vagues qui déchaussent les rosettes de littorelle.

Ces menaces sont majoritairement d'origines naturelles, cependant ce sont des sites renaturés et bien protégés donc les menaces anthropiques sont ici difficiles à évaluer.

3.5. Préconisation de gestion

Une gestion pour le site de Messery est déjà en cours afin de conserver la littorelle présente sur ce site. Il s'agit d'une fauche annuelle d'une partie de la phragmitaie avant la montée des eaux.

Cependant, cette fauche est insuffisante à la vue du temps de repousse des phragmites. En effet en allant de nouveau sur le terrain mi-juin, les phragmites ont repoussé (Figure 34).

Envisager le déracinement de ces roseaux est une mesure à prendre en considération même si le risque de déracinement de la littorelle est élevé. La colonisation du phragmite est trop importante pour le

maintien de la littorelle. Dans un premier temps, le déracinement des phragmites les plus frêles pourrait avoir lieu car leurs racines seront moins épaisses.



Figure 34: Etat de la roselière fauchée (à gauche) et deux mois plus tard (à droite). (© F.Verhaeghe, 28.04.21 et 17.06.21)

Sur le site de Chens-sur-Léman, les quelques débris qui passent à travers le grillage pourraient être enlevé à la montée et la descente des eaux pour favoriser la croissance de la littorelle à une fleur. La colonisation par les scirpes ou les phragmites pourraient également être éliminé ou contenu (enlever le grillage et réduire la multiplication vers les littorelles).

Aux Eaux-Vives, le site est trop récent pour faire état des menaces et y adapter une correction. Cependant l'arrachage des jeunes végétations concurrentes qui pourraient coloniser la rive serait à mettre en place si jamais le même phénomène qu'à Messery et Chens-sur-Léman apparaissait.

La mise en place de « brise vague » comme à Chens-sur-Léman pourrait servir sur les sites exposés au Fetch. Le même procédé a été élaboré au Lac Majeur (Käsermann & Moser, 1999).

La Littorelle à une fleur (*Littorella uniflora* L.) est menacée sur le lac Léman malgré les réintroductions. Des mesures de conservation ont été prises afin de préserver l'espèce.

4. Conservation de l'espèce

La conservation d'une espèce peut se faire *ex situ* (en conditions contrôlées) ou *in-situ* (dans son milieu naturel).

4.1. Conservation *ex situ*

La conservation *ex situ* regroupe différents types de conservation :

- En banque de semence, on parle alors de graine orthodoxe (conserver en chambre froide et au sec) ou récalcitrante pour les graines qui contiennent trop d'eau.
- En culture en jardins conservatoires.

Cette méthode permet le contrôle de nombreuses variables mais une faible représentativité de son cycle de vie en milieu naturel.

En **France**, la littorelle à une fleur de la région n'est pas conservée cependant d'autres régions l'ont en banque de semence et en culture. C'est le cas pour le Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBL) qui ont pu faire un essai de germination en 2003 sur 10 graines (9 ont germés). Ils ont, d'après un mail datant du 5 juillet 2021 (Bertille Asset), fait qu'un seul test de germination qui ont germé au bout de trois semaines (5 sur les 9) avec 12h/12h de luminosité/obscurité, et 21°/16°C. De plus, en 1998 l'espèce avait germé lors d'expérience de banque de semences du sol : des carottes de sol (sable tourbeux) avaient été prélevées dans des pannes dunaires. L'espèce n'y était plus vue depuis plusieurs années.

(Valentin et al., 1998). Actuellement le CBNBL possède deux lots de 2003 de deux provenances différentes : la commune de Merlimont (une panne dunaire) et Marck (mares de chasse) dans le Pas de Calais (62). L'un de 18 graines et l'autre de 151 graines (testées). (Annexe 1)

En **Suisse**, avec Sophie Vallée nous avons eu l'occasion de nous rendre au jardin botanique de Genève le 11 juin 2021. Nous avons pu voir les cultures en compagnie du jardinier Frédéric Bieri et d'échanger sur les conditions de cultures. Puis, nous avons rencontré Andreas Ensslin, Conservateur responsable de la banque de semences.

La banque de semence du jardin botanique de Genève est très faible (environ une centaine de graines) et provient des fleurs en culture au jardin botanique. Le faible nombre et leur provenance n'assure par la fiabilité de ces graines.

On dénombre environ 400 rosettes de *Littorella uniflora* en culture.

Trois modes de cultures ont été observés :

Cultures du "bac d'exposition" (Figure 35), avec comme conditions : substrat minéral d'une épaisseur de 15 à 20 cm composé de gravier sable, maximum 2 cm de diamètre), installé sur une bâche étanche, avec arrosage 2 à 3 fois par semaine. Peu ou pas de floraison a été observée depuis avec absence de fruits. Les graviers en surface sont d'une assez grosse granulométrie et la littorelle est présente avec le glaïeul des marais (*Gladiolus palustris*) dans le coin à droite sur la photo.



Figure 35: Bac d'exposition de la Littorelle à une fleur au jardin botanique de Genève (F.Verhaeghe, 06/2021 CJBG)

Culture dans six bacs, provenant de la pépinière de Millet (Aix-les-Bains), (Figure 36) avec les conditions suivantes : bac en béton avec bâche étanche et 10 cm d'eau qui permet d'éliminer la concurrence toute l'année pour éviter l'apparition de graminées. Bacs renouvelés tous les 4/5 ans pour augmenter la surface de culture. Substrat fin (sable) du lac. Reproduction par voie végétative, pas de fructification observée. Une grille en bois repose dessus contre les oiseaux.



Figure 36: Bacs de Littorella uniflora provenant de la culture de Millet. (F.Verhaeghe, 06/2021 CJBG)

Culture (Figure 37) "Provenance différente" (la Littorelle présente dans ce bac provient de différentes origines). La culture est conditionnée dans un bac unique, toujours avec une bâche étanche, entre 15 et 20 cm de sédiments fin (sable) et 10 cm d'eau. Un grillage en plus de la planche en bois y est disposé.



Figure 37: Culture en bac de *Littorella uniflora* en population mélangée (F.Verhaeghe, 06/2021 CJBG)

Sur le canton de **Zürich** il existe deux cultures de sauvegarde ainsi qu'un plan d'action (*Fiche espèce, infoflora*).

Le groupe de recherche d'écologie urbaine de l'université des sciences appliquées de Zürich ont également effectué des tests pour l'enracinement sur différents substrats en culture de la Littorelle à une fleur (Schneider & Achtnich, 2020). Cinq matériaux ont pu être testés comme couches de base : en laine de mouton, en fibre de coco, avec un sac de jute, en graine de chanvre, et en molleton de jute. Sept méthodes ont été testées pour vérifier la pénétration racinaire dans des bacs de 45*25cm contenant dix jeunes plantes arrosés à l'eau de pluie. Ces essais sont décrits ci-dessous en Annexe 9. L'évolution de la pénétration racinaire est évaluée 5 mois après le début de l'expérience (4 décembre 2019 jusqu'au 5 mai 2020). Les différences sont visibles dès le mois suivant la plantation.

L'évaluation s'est faite sur quatre critères résumés dans le tableau ci-dessous (Tableau 6). L'examen de la pénétration des racines s'est fait en tirant sur les plantes mères afin de mesurer leur tenue sur la couche.

Tableau 6: Evaluation de la pénétration racinaire suivant quatre paramètres (Traduit de Schneider & Achtnich, 2020).

ID	Variante	Vitalité des plantes mères	Nombre de boutures	Stabilité de l'enracinement	Couche de base	Recommandation
2	Substrat / Coco / Gravier	++	++	++	++	Très appropriée
3	Substrat / Laine / Gravier	++	++	++	0	Très appropriée
6	Coco / Substrat	0	+	+	++	Appropriée
1	Laine / Substrat	+	+	+	+	Appropriée
7	Laine / Substrat / Sac de jute	+	+	+	+	Appropriée
4	Chanvre / Substrat	-	-	++	--	Inappropriée
5	Molleton de jute / Substrat	-	-	+	++	Peu claire

Le bilan de cette expérience est que la littorelle à une fleur est une espèce simple à cultiver avec de faible exigence et un désherbage occasionnel. La pénétration racinaire est bonne quand la couche de base est positionnée entre le substrat et la plante. Pour une meilleure stabilité, la laine de coco est à privilégier. Pour une suite en culture *In situ*, Rafael Schneider et Lorenz Achtnich (année de l'étude) indiquent qu'une culture de *Littorella uniflora* sur des nattes de laine de 1m² apparaît comme une méthode praticable et prometteuse. Ils notent également que la meilleure méthode pour ancrer la couche de base dans le gravier de la berge devraient être élaborées parallèlement à la préculture.

4.2. Conservation *in situ*

Cette méthode permet de se rapprocher au mieux de son environnement naturel mais peut être plus contraignante et s'accompagne la plupart du temps de gestions adaptées.

4.2.1. Messery

Un premier plan d'action avait été rédigé en 2007 dans le cadre du projet transfrontalier Interreg II. Les objectifs principaux étaient de : (BAL, 2007)

- Compléter les données sur la situation de l'espèce dans la région genevoise
- Poursuivre la surveillance de la population et de l'habitat
- Préserver le dernier site connu
- Pratiquer une gestion du milieu propice à *L.uniflora*
- Restaurer la population de *L.uniflora* dans son état le plus favorable
- Identifier les sites potentiels et recréer des habitats favorables

Pour ce faire différents protocoles pour la multiplication, la plantation, le suivi et la gestion ont été suivis (Loicq & LOPEZ-PINOT, 2013) :

- Protocoles de multiplication

En 2001, suite à l'avis favorable du Conseil National de Protection de la Nature, des prélèvements ont été effectués sur le site de Messery pour une mise en culture au jardin botanique de Genève. Des expériences de mise en culture au Lac Majeur (CH) ont montré l'efficacité d'une multiplication de *L. uniflora* par voie végétative. La multiplication par voie sexuée est également mentionnée dans (Asters et al., s. d.).

Le développement s'est effectué dans des bacs en béton avec un substrat prélevé du lac Léman. Les cultures sont maintenues inondées pour éviter un broutage et développement d'algues.

D'après le rapport du CNPN, en avril 2004, 2410 individus ont été obtenus à partir des 71 individus initialement prélevés (Taux de multiplication moyen $R = 322\%$, 3.22% de plantes en plus chaque année).

Le conditionnement après la culture s'effectuait en deux temps (repiquage au printemps pour une moitié, la seconde à l'automne), les individus sont alors conditionnés dans des pots de diamètre 12cm sur un mélange du substrat initial avec la moitié de terreau (Figure 38).



Figure 38: Développement des pieds prélevés effectués sur un substrat prélevé au bord du Léman, conditionné dans des bacs en béton (CJBG) à gauche, conditionnement en pot après multiplication (CJBG) à droite.

- Protocole de plantation

Le procédé retenu dans le dossier de juillet 2013 est une plantation par petites mottes de la culture au CBG dont la provenance génétique originelle est celle du site.

En 2004 deux plantations ont eu lieu :

- 1 132 rosettes à Pointe à la Bise dans le cadre d'une réintroduction mais sans indication précise sur la situation historique de l'espèce dû à des travaux de reprofilage des berges.

Cette réintroduction fût un échec, un an plus tard, aucun individu n'a été retrouvé. Plusieurs facteurs ont été cités : l'altitude, les dépôts d'algues, l'instabilité de la grève et l'intensité du battement des vagues. Ce site est maintenant géré par ProNatura en tant que réserve. L'accès est donc restreint.

- 721 rosettes à Messery dans le but d'un renforcement de la dernière station connue sur le Lac Léman. Les plants ont été réintroduits suivant une côte altitudinale précise par rapport au niveau des eaux suivant l'étude de J.Krause (2004) (Figure 39). Les individus ont été réimplantés durant les années bissextiles où le niveau du lac est bas, en 2004 et 2008 (LOPEZ-PINOT, 2014). Des clous

inoxydables jaunes ont été plantés à proximité des taches de gazon de réintroduction afin d'évaluer la réimplantation et la recolonisation (Figure 39). Ces clous sont toujours visibles en 2021 (Figure 39).



Figure 39: Plantation sur le site de Messery en 2004 à gauche et repérage des pieds réimplantés (2008 et 2021) (CIBG)

- Protocole de suivi

Le suivi prévoyait un dénombrement complet de sous-populations réintroduites au vu du faible effectif en 2008. Le repérage de ces sous-population s'effectuait par triangulation à partir d'un point permanent sur la rive avant exondation. Le dénombrement s'effectue avant le retour de l'eau sur la station (mi-avril) où le gazon de littorale est à son développement maximum (Loicq & LOPEZ-PINOT, 2013).

A partir de 2009 ce comptage n'a pu être poursuivi dû à la plus grande densité de la population, une estimation de cette densité a alors été choisie.

Ce recensement a été effectué chaque année en raison des risques de grande variabilité des effectifs (Loicq & LOPEZ-PINOT, 2013). (Figure 40)

Dès 2013, un gazon s'est formé, le suivi se résume alors à évaluer les contours des sous-populations par rapport au contour initial des placettes de réintroduction (Catherine Lambelet, 2017; LOPEZ-PINOT, 2014) (Annexe 10).

Les individus en dehors de ces placettes sont notés et repérés par triangulation. Les figures 40 et 41 montre une placette lors du suivi 2021 pour mesurer le taux de recouvrement.

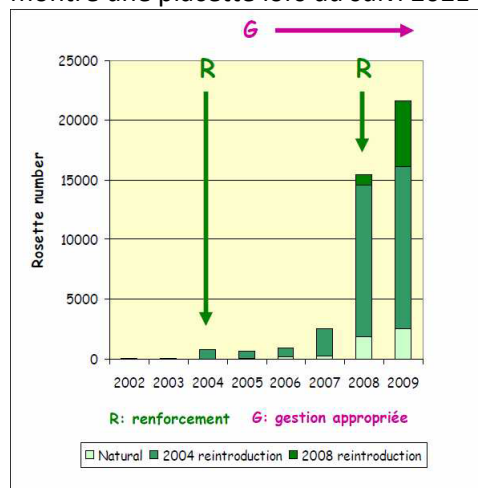


Figure 40: Evolution de la population de Messery (Lambelet et al., 2009) et Figure 41: Exemple de placette délimiter par des piquets en fluo jaune ici (F.Verhaeghe, 28 avril 2021)

- Protocole de gestion

Suite au suivi, il a été décidé (en collaboration avec les botanistes suisses et français) d'effectuer une gestion du site face à la concurrence des roseaux.

Ces roseaux étaient précédemment fauchés annuellement par le propriétaire jusqu'au début des années 90.

La Direction départementale de l'Équipement en charge du domaine public lacustre a délivré l'autorisation d'intervention sur le domaine public chaque année.

D'après le dossier CNPN (Loicq & LOPEZ-PINOT, 2013) relatif à la réintroduction de *Littorella uniflora*, « ces chantiers annuels sont consacrés à la fauche et l'exportation des roseaux, la suppression des dépôts de branchages, feuilles et autres apports par les vagues, en particulier certaines années, le feutrage d'algues ou des dépôts de coquilles de moules zébrées. Mais la compétition avec le roseau a été identifiée comme étant le principal facteur de l'effondrement des effectifs de la population »

Pour le chantier effectué en 2009 (Dossier Asters, 2009), il a été noté qu'une fauche mécanisée de la roselière sur la station de Littorelle (*Littorella uniflora*) a été effectuée à deux débroussailleuses et a duré environ une heure. Un nettoyage au sécateur des placettes de littorelle (4 réintroduites en 2004, 4 réintroduites en 2008), un ratissage du roseau, un ratissage localisé des dépôts, importants cette année, de moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et une extraction d'une partie des rhizomes des roseaux à proximité et dans certaines stations de littorelle a été effectué.

Pour le chantier en 2013 la fauche a également été menée avec deux débroussailleuses. Un ratissage ensuite et deux aux sécateurs ont nettoyé les placettes. (Asters, 2013)

Catherine Lambelet, 2017, a identifié trois problèmes et gestion pour la conservation des littorelles à une fleur sur le site de Messery :

1. *Phragmites australis* : créent de l'ombre, de la compétition et du feutrage → Exportation, fauchage et arrachage avant la submersion fin avril (LAMBELET-HAUETER,C & NACIRI,Y., 2010)
2. Ombre des arbres → Taille des arbres
3. Décroissance de la population → Renforcement avec les plants cultivés au CJ

D'après la demande d'autorisation pour le chantier 2018 (Asters, 2018), « un essai pour ôter précautionneusement les rhizomes a été effectué, mais cela peut avoir ponctuellement un impact sur le gazon de Littorelle. Ce gazon devrait pouvoir se reconstituer par recolonisation, le but de la manœuvre est donc d'affaiblir au préalable le roseau et ses rhizomes par de la fauche « répétée » avant de les arracher ». Aucune suite de cette demande n'a été trouvée.

- Historique et résultats du projet

L'historique et les résultats du projet de réintroduction à Messery ont pu être résumés sur le schéma (Annexe 11) d'après les différentes ressources à disposition. A noter qu'en 2014 « les premiers pieds éloignés de plusieurs mètres ont été repérés certains à plus de 5 mètres des quadrats de réintroduction et des taches naturelles. Issus de la germination des graines produites lors des années favorables où l'espèce a pu fleurir et produire des graines parce que le niveau du lac remontait plus tardivement » (Asters et al., s.d.) (LOPEZ-PINOT, 2014) (Catherine Lambelet, 2017) (LAMBELET-HAUETER,C & NACIRI,Y., 2010) (Collectif, 2014) (Dossier de réintroduction final).

Grâce à ce suivi et cette gestion, l'évolution du projet est visible à travers des photos qui permettent de se rendre compte de l'importance de ces mesures (Annexe 12).

En 2021, un nouveau plan d'action a été mis en place afin de favoriser les populations de Littorelle à une fleur en partenariat avec Thonon Agglomération et le Conservatoire du Littoral. Deux directions y sont données : la création d'habitat favorable et le renforcement et l'introduction d'individus. Le conservatoire national alpin participe également à ce projet notamment en finançant les stages relatifs et en apportant également sa vision scientifique.

4.2.2. Echec Pointe à la Bise

Un essai de réintroduction a été mené à Pointe à la Bise en 2004, aucune rosette n'a été recensée en 2005. Plusieurs hypothèses sur cet échec ont été énoncées précédemment (vagues trop fortes dû à la bise

qui a pu déracinée les rosettes et/ou éroder le sédiment le rendant instable, altitude, dépôt d'algues...).

Le site est maintenant géré par ProNatura. Cette partie est a priori quasi submergée l'année sans avoir trop de roseau. Des photos du site actuelle vont être envoyées (Annexe 1).

Cet échec est important à prendre en compte pour les réintroductions futures, l'expérimentation à Zürich pourrait être élaborer sur des plages comme Pointe à la Bie où la bise érode les sédiments.

4.2.3. Chens-sur-Léman

Le projet de revitalisation du littoral de Chens-sur-Léman s'est fini en septembre 2015 avec la plantation des roseaux et des schoenoplectus, puis des littorelles au début septembre 2016 (GREN & Thonon Agglomération, 2020).

Un suivi biologique global a été effectué en 2016 et un suivi en 2019 des aménagements et des surfaces de roselières et littorelles à une fleur a également été mis en œuvre par exploitation de photographies aériennes géoréférencées à haute résolution.

Résultats : Le suivi des quadrats de Littorelles a été réalisé lors de deux campagnes 2019 : le 13 mars (niveau du lac = 371.74 msm) et le 27 mai (niveau du lac = 371.96 msm). Le niveau du lac a été pris à la station Genève-Sécheron, à l'altitude suisse (= système français -32cm)

Pour rappel la côte d'implantation de la littorelle est optimum autour de 372 msm.

Cinq quadrats ont donc été décrit et suivis. Dans l'ensemble les îlots présentaient un état général optimal ou bon. Pas de déchets étaient présent grâce aux grillages. Quelques hélophytes ont été recensés et éliminés. Le gazon de littorelle a augmenté entre 46% et 96% entre 2016 et 2019. Le tableau en Annexe 13 résume les résultats sur le site en 2019.

4.2.4. Eaux Vives

Un projet de renaturation afin de compenser des travaux effectués sur la plage des Eaux Vives a débuté en avril 2019. Ces travaux ont été menés par le GREN, bureau d'études spécialisé dans le domaine de l'environnement, et dirigé par Alain Demierre qui nous a fait sa présentation le 11 juin 2021.

La renaturation concerne la plantation d'îlots à Littorelles du côté de la berge, et de roselière du côté de la plage.

Cette renaturation sert uniquement à la sauvegarde car il n'y a pas de potentiel d'extension dû à la présence de bloc et d'une topographie trop profonde (Figure 42).

Les placettes de Littorelles ont été placées sur des graviers d'une granulométrie entre 0 et 30 cm, et une altitude entre 371.80 et 372.0 (retenues comme favorable pour la littorelle d'après J.Krause, la même côte a été appliqué à Chens-sur-Léman). Neuf carrés de littorelles ont donc été plantés avec des superficies différentes mais connues afin de calculer la surface d'occupation (Annexe 8). Aucun suivi va être effectué car trop coûteux pour une mesure compensatoire. Un stagiaire réalise cependant un suivi de la faune.

Les plants de Littorelles viennent du CJB (originaire de Messery, cultivé à Genève puis multiplié à Jardin des Millet pour le projet de Chens-sur-Léman puis revenue au CJB). Les phragmites ont été cultivés au Millet deux ans auparavant. Les placettes de *L. uniflora* ont été plantées entre le 9 et 18 avril 2019 quand le niveau de l'eau était entre 371,65 et 371,70. Des fleurs ont été observées en avril 2021 cependant aucun test de germination n'a été mené.

Les clôtures vont être enlevées à l'avenir et les grillages ont été refaits car rouillés dès la 1ere année.

Les rectangles de littorelle ont été placés différemment (espacés ou non) pour tester le potentiel de développement (Figure 43).

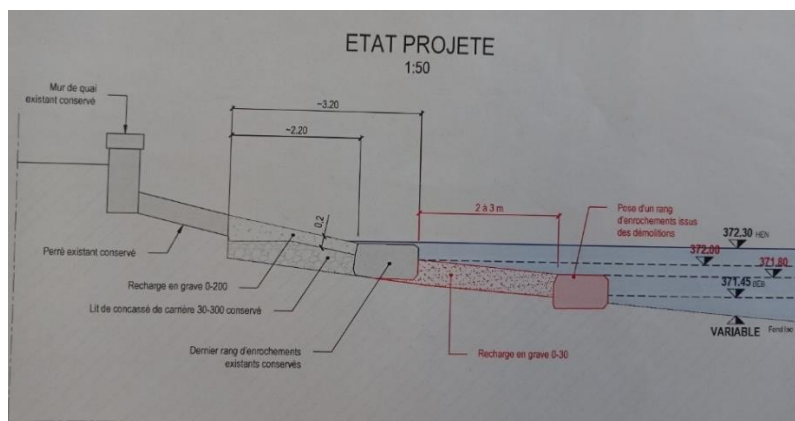


Figure 42: Plan du projet de renaturation des Eaux-Vives côté berge (GREN)

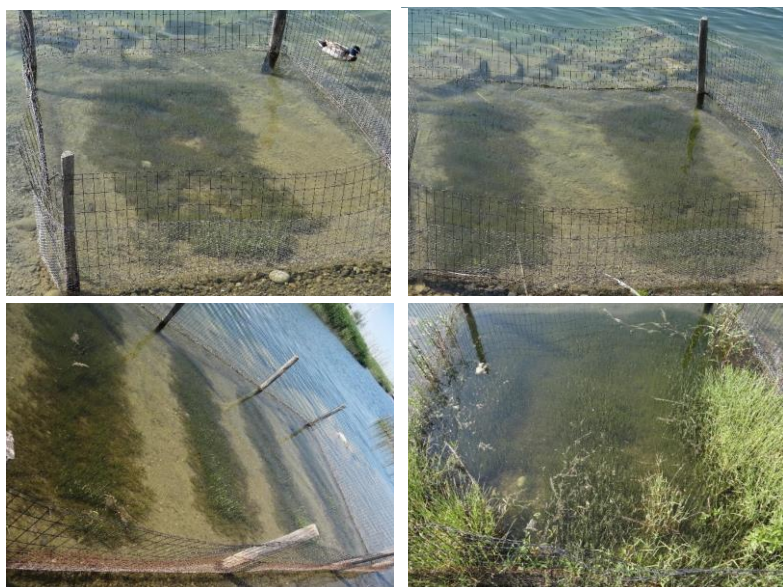


Figure 43: Dispositions de 4 placettes de *L.uniflora* parmi les neufs sur les Eaux Vives (CH) (F.Verhaeghe, 11.06.21)

5. Projet de réintroduction

Dans le cadre du plan d'action, différents projets peuvent être élaborés. Dans les paragraphes suivants, les projets sont imaginés suivant les retours d'expériences récoltés le long de ce stage et les paramètres favorables à l'espèce.

Paramètre à évaluer

Dans ce rapport différents paramètres favorables à l'espèce ont été identifiés. Pour tout projet de réintroduction il est donc important d'évaluer ces paramètres sur chaque site. Des critères comme la pente/topographie peut-être évalué à l'aide d'un théodolite pour plus de précision, la granulométrie ainsi que l'analyse physicochimique des sédiments demandent l'accès à un laboratoire afin de pouvoir avoir des résultats rigoureux cependant une analyse à l'œil nu avec des notions de bases peuvent suffire (oxydation/réduction du sol, approximation de la granulométrie). Pour accompagner ces analyses un suivi de l'eau peut être nécessaire afin de connaître l'état trophique. Pour optimiser l'occupation de la littorale à une fleur, la phytosociologie est l'une des études qui pourrait prédire l'évolution du site notamment face à la concurrence qui menace le gazon de littorale.

Ces paramètres à évaluer sont donc nécessaires aux projets potentiels. C'est le cas pour la mare de la Dranse, le Vion et Pointe à la Bise. Cependant, aucune prospection poussée n'a été menée durant ce stage, les sites énoncés sont que quelques exemples de ce qui pourrait être mis en place.

Mare de la Dranse

La mare de la Dranse se situe dans un parc sur les rives du lac Léman, entre Publier (Fr) et la réserve naturelle du Delta de la Dranse. Ce parc de 4.8 ha est géré par ASTER à présent et a été renaturé en 2013. En effet il a précédemment été le lieu d'activités comme un centre de colonie de vacances (jusqu'en 2010) ou des terrains de foot pour l'équipe de Thonon. Le rachat de ce parc par le Conservatoire du Littoral a donné lieu à ce projet de renaturation. Ainsi une création de prairie de part et d'autre d'une allée piétonne, une plage et une mare a été créé afin de favoriser la faune avicole du delta de la Dranse (Gannaz, 2014).

Un préambule d'étude de cette mare a été mené cette année afin de pouvoir potentiellement y cultiver ou introduire la littorelle à une fleur. En effet cette mare a fait l'objet d'une mesure des niveaux de l'eau sur l'année 2018 qui a conclu sur une variation de l'eau suivant celle du lac Léman.

Avant toute décision pour la culture/introduction de littorelle, il est important d'évaluer le potentiel de cette mare, ainsi une étude sédimentaire, topographique, phytosociologique (Annexe 14) et physico-chimique de l'eau a été menée. Les résultats sont toujours en attente à l'heure actuelle (15 août 2021). Cependant, des premières conclusions peuvent être menées quant au devenir de cette mare :

- Un atterrissement de la mare est visible dû à la présence des joncs et roselière. La mare pourra donc entièrement se reboucher si aucune action n'est effectuée.
- Grâce au curage les pentes pourront être redessinées afin d'optimiser les conditions pour la littorelle à une fleur.
- La présence de plante terrestre pourra être repoussé afin d'étendre le potentiel de multiplication des rosettes.
- La présence de biofilm sur les sédiments pourra également faire l'objet d'un suivi et d'une gestion suivant la décision prise pour cette mare (si curage : est-ce que le biofilm revient, si oui est-il un frein au développement, faut-il broser les galets ou créer un système d'enclos imperméable pour minimiser la colonisation).
- Un suivi plus précis de la qualité de l'eau peut être mener afin de connaître au mieux les paramètres de cette mare (qui n'a fait l'objet d'aucune analyse depuis sa création).
- Suivant les mesures prises pour son aménagement, il serait important de mettre en place un arrachage des roseaux et joncs afin d'éviter l'atterrissement de la mare. Les pentes et les berges seront ainsi maîtrisées et stabilisées au possible. L'état pionnier favorable à *L. uniflora* pourra être maintenu.

A première vue, deux alternatives à l'exploitation de cette mare pourraient être établis :

- Culture

Soit une imperméabilisation du sol pour une culture ex-situ en reprenant les conditions de la culture au Jardin botanique de Genève avec une bâche étanche en dessous des sédiments (si les sédiments de la mare sont repris, les laver permettrait d'éviter toute colonisation de microorganisme). Il n'y aura alors peu ou pas de variation du niveau de l'eau. Une grille au-dessus est préférable pour éviter tout prédation. Il faudra cependant penser à un système pour changer l'eau suivant la superficie de la culture.

Cette option pourrait être choisie dans le but d'effectuer une multiplication ou sauvegarde de la littorelle à une fleur dans un site de culture géré par ASTERS.

- Expérimentation

Sur le modèle des cultures de Genève et du bac d'exposition situé à Constance (Schmitz et al., s. d.), une culture en condition « semi-naturelle » pourrait être mise en place. La mare de la Dranse subissant également une variation du niveau de l'eau, elle pourrait être curer afin d'adapter une pente favorable à la littorelle (submergé en été et à sec en hiver). Le curage permettrait également de favoriser un « habitat 0 » c'est-à-dire sans concurrence où la littorelle serait pionnière.

Une gestion des plantes indésirables devra être mise en œuvre.

Ce projet demandera d'important travaux de reprofilage de la mare qui reste cependant une expérimentation. Il serait utile d'avoir plus de recul sur les restaurations qui ont été effectuées.

Sur le modèle de la réintroduction de Chens-sur-Léman adapté à la mare de la Dranse, une culture par îlot pourrait être mis en place. Du grillage (côté et au-dessus) pourrait être mis en place suivant les côtes altitudinales préférentielles de la littorelle sur le Léman (371.8 – 372.0). Les galets devront être nettoyés et les premières dizaines de centimètres de sédiments curés afin d'enlever la vase présentes et le biofilm. Ce curage pourra être localisé à l'emplacement des îlots. Sur ces emplacements, une bâche peut être disposé afin d'éviter toute colonisation d'autres espèces végétales.

Ce projet ne permettra donc pas la multiplication de la littorelle mais sa sauvegarde dans un espace protégé.

Vion

Sur la rive droite de l'embouchure du Vion, un projet de revitalisation de la roselière est prévu. Ce projet, tenu par Thonon Agglomération, a pour but de revitaliser un milieu avec une valeur patrimoniale en voie de banalisation et d'homogénéisation. En effet ce milieu tend à devenir une forêt de bois tendre avec une colonisation d'espèces invasives en strate herbacée (balsamines et solidages). Le site est actuellement caractérisé par une roselière réduite à 1 ou 2 mètres de large entre le lac et le bois en développement) qui va faire l'objet de cette revitalisation. D'autre part, le site abritait un littorellion historiquement (Amélie Sahuc, 2021) qui pourrait également être réimplanté d'un côté de la roselière protégée par des fascines (Annexe 15). Un plan des aménagements a donc été créé par SAFEGE que l'on retrouve à l'Annexe 16.

Il est mentionné dans ce projet que la plantation de littorelle reste une « intervention complémentaire potentielle sur 2022 ». Cette réintroduction pourrait être intéressante à suivre car les conditions sont encore différentes de ce qui est observé sur le Lac Léman. Bien que la côte altimétrique reste la même pour avoir le même marnage que sur le site référence (Messery), la granulométrie est différente. En effet c'est sur un substrat entièrement sableux (redéployé) que sera potentiellement planté les rosettes. La Littorelle à une fleur a été observée dans le sud atlantique (Annexe 1) dans un milieu sableux et en présence de roseaux. Le projet du Vion pourra donc vérifier si *L. uniflora* est favorable en milieu sableux d'une part. Puis, si les fascines sont enlevées, comment l'espèce se comporte avec les roseaux. Hypothétiquement, les racines de roseaux endommageaient la microtopographie à Messery, dans un substrat graveleux. On pourrait supposer qu'elles n'ont pas d'influence dans un substrat plus mobile comme le sable. L'autre facteur qui pourrait nuire à *L. uniflora* si les roseaux se développaient au travers serait l'ombre. Sur ce site le sable est assez mouvant en fonction du courant, la topographie peut être également assez variable au fil des années.

Ce projet est une occasion d'expérimenter l'implantation de *L. uniflora* sur une granulométrie différente au bord du Léman en mettant en place un suivi régulier.

6. Discussion

D'après la plupart des jardins botaniques, l'espèce *Littorella uniflora* est une espèce très facile à développer en culture. Cependant, dans des conditions *in situ* cette espèce peine à se maintenir.

Seulement un site historique est connu sur le lac Léman : celui de Messery. Toutes les mesures pour les projets de réintroduction font référence à ce seul site. Les mesures de conservation de l'espèce sont discutables vis-à-vis de la représentativité du site de Messery sur l'ensemble du lac.

Le fauchage des roseaux ou l'arrachage est à discuter et à mettre en perspective car les roselières sont un habitat d'intérêt communautaire autour du Lac Léman. Le roseau fait l'objet de différents projets de renaturation sur le Lac Léman (Chens-sur-Léman (FR), Cologny (CH), Le Vion (FR)...).

Le déclin de la Littorelle est essentiellement lié aux conditions climatiques et aux activités anthropiques (urbanisation des bords de lac, régulation du niveau d'eau des lacs), menaces contre lesquelles il est difficile d'agir directement. Nous ne disposons pas encore d'assez de recul pour évaluer si les opérations de restauration écologique sont suffisantes pour contrer le déclin de l'espèce. Une solution utopique serait de réparer le problème à la source (**arrêt de la régulation du niveau d'eau des lacs**).

La plus grande difficulté rencontrée durant ce stage a été la mise à disposition des données. Dans un premier temps la majorité de la bibliographie était disponible en allemand, seulement peu était traduite en anglais. Toutefois, la bienveillance des professionnels, avec un engouement pour ce sujet, a été d'une grande aide pour la communication et le partage de données. Une **base de données internationale** pourrait être utile afin de centraliser toutes les données sur cette espèce qui est en déclin dans la majorité des pays. Cela pourrait représenter un gain de temps pour la gestion et les suivis futurs.

Au niveau local, une méthodologie commune pourrait être instaurée entre les différents acteurs (CBNA, ASTERS, Thonon, CJBG) pour faciliter le partage de données et les méthodes mis en place. Un type de formulaire pourrait répondre à ce besoin avec la date, les contacts, l'objet (suivi, gestion, culture), et des photos pour suivre l'évolution.

7. Conclusion et perspectives

Malgré l'échec de l'introduction sur le site de Pointe à la Bise en 2005, l'introduction de *L. uniflora* à Chens-sur-Léman en 2016 rassure sur le potentiel de l'espèce autour du lac Léman. Les premiers retours d'expérience de ces réintroductions montrent que les rosettes ne supportent pas la **bise**, c'est-à-dire une exposition aux vagues importantes qui déchaussent et érodent les sédiments et les pieds de littorelle (observable également à Zürich). Un système de brise vague ou de substrat permettant l'enracinement plus tenace pourrait contrer ce problème. De plus, La littorelle à une fleur ne doit pas être réintroduite aux endroits avec des murets, qui ont tendance à renvoyer les vagues dans l'autre sens et donc à accentuer le phénomène de déchaussement des individus

La **concurrence de phragmites ou joncs** altère la microtopographie du sol et avec l'enracinement des littorelles. Ces espèces plus imposantes que les rosettes de littorelle occupent l'espace en surface mais également en hauteur ce qui empêche les rayons du soleil de passer. Le développement de la littorelle est ainsi réduit. A noter que la présence de phragmitaies peut lui être favorable dans certaines conditions (peu dense, en barrière contre les vagues liés aux activités nautiques (Anthony Le Fouléur, Annexe 1). Le fauchage sert alors à affaiblir les roseaux et supprimer l'ombre, le déracinement peut être opter si la fauche est inefficace (protocole à mettre en place sur Messery pour conclure sur la

gestion). Pour constater au mieux l'évolution des roseaux, il faudrait y retourner 1 ou 2 mois après la fauche.

Les **débris** de la fauche ou d'autres sources doivent également être retirés. Le gazon de littorelle a des difficultés à se développer en présence de débris qui le recouvre. C'est notamment le problème en Bavière (Zehm, 2008) où les débris végétaux qui se retrouvent dans le lac sont régulièrement amenés sur les plages. La mise en place de grillage (Chens-sur-Léman) ou fascine (Vion) diminue fortement cet effet à condition de choisir la bonne maille pour ne pas emprisonner les débris à l'intérieur de l'îlot.

Le piétinement occasionnel n'est pas forcément un problème, en effet dans la région des Hauts de France, la Littorelle à une fleur est présente dans des maris arrière littoral où il peut y avoir du pâturage. Benjamin Blondel mentionne même qu'il pourrait avoir un certain bienfait dans le développement du gazon (Annexe 1).

Une **sensibilisation du public** reste nécessaire à mettre en place afin d'éviter des piétinements trop importants et satisfaire la curiosité de chacun comme c'est le cas aux Eaux-Vives.

Pour la continuité de ce travail, une **prospection orthophotographique** pourrait être mise en place autour du lac Léman avec un relevé des différents paramètres cités précédemment. Ce travail de prospection pourra mettre à jour et compléter ce qui a déjà été fait (Asters, 2010; Loicq & LOPEZ-PINOT, 2013). Un travail de génie écologique pourra aussi être envisagé sur la mare de la Dranse. Une gestion plus adaptée sur Messery pourra être mis en place également. Les suivis déjà effectués sur Messery pourront être maintenu suivant le même protocole. Un suivi éventuel des populations à Chens-sur-Léman pourra être fait en mesurant le taux d'accroissement de la superficie des gazons. A l'avenir, les grillages pourront être retiré dans ce cas une gestion plus accrue devra être mis en place notamment pour les débris/ objets flottants et concurrence.

Une continuité avec la visite de Zürich et Neuchâtel pourra être effectuée afin de continuer à échanger sur la littorelle à une fleur et son habitat (pays/zones cibles : Lac de Constance, Lac Majeure...).

Dans son travail de diplôme, Krause est plutôt pessimiste quant au devenir de la littorelle à une fleur : « Il serait probablement inutile de mettre en œuvre une nouvelle réintroduction tant que la régularisation du Léman n'est pas adéquate. [...] le facteur limitant devrait être les fluctuations du niveau du lac ». Cette notion de marnage est donc importante à prendre en compte s'il y a de nouvelle réintroduction. Les populations de Chens-sur-Léman sont les dernières réintroductions effectuées en France depuis ce travail de master et leur développement est encourageant et prouve que dans des conditions aménagées pour elle, la littorelle se porte bien.

D'autre part, aux vues des conditions du lac Léman et de sa régularisation, la littorelle à une fleur pourrait évoluer morphologiquement comme celle de Neuchâtel et Zürich et s'adapter à des conditions de submersions tout au long de l'année. Si c'était le cas, la diversité génétique diminuerait alors fortement. Cette piste génétique a déjà été abordé par Krause cependant de nouvelles analyses pourraient montrer la perte de diversité lié à une émergence trop courte pour la floraison.

Enfin, si *Littorella uniflora* parvient à se maintenir, on pourrait envisager, comme l'a envisagé J. Krause, de réintroduire les trois espèces disparues du *Littorellion* à savoir, le Myosotis de Rehsteiner (*Myosotis rehsteineri*), la Canche des rives (*Deschampsia littoralis*) et la Renuncule radicante (*Ranunculus reptans*) (JORDAN, 2015). Cette réintroduction permettrait d'avoir une approche habitat phytosociologique qui est plus intéressante pour l'écosystème.

Bibliographie

- Acte_intercantonal_regularisation_Leman.pdf*. (s. d.). Consulté 3 août 2021, à l'adresse https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/DIRNA_EAU/Acte_intercantonal_regularisation_Leman.pdf
- Amélie Sahuc. (2021). *Revitalisation de la roselière au droit de l'embouchure du Vion—Commune de Sciez*.
- Anneville, O. (2013). L'empreinte du changement climatique sur le Léman. *Archive des Sciences*, 66, 157-172.
- Arrêté du 31 août 1995 portant modifications de l'arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire.
- Asters. (2010). *Prospections sur les berges du Léman à la recherche de stations favorables pour l'installation de la Littorelle*.
- Asters. (2013). *Compte-rendu du hanntier Littorelle 22 avril 2013*.
- Asters. (2018). *Demande autorisation 2e fauche*.
- Asters, Symasol, CJBG, & Natura 2000. (s. d.). *A la rencontre de la Littorelle sur les rives du lac Léman*. Consulté 5 mai 2021, à l'adresse <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=1&record=19200258124910284309>
- BAFU. (2016). *Le Léman, Qualité de l'eau du lac*.
- BAL, B. (2007). *Plan d'actions—Programme Interreg IIIa. Juin 2007. La littorelle—Littorella uniflora (L.) Ascherson (9615) [Contribution]. Agir pour la sauvegarde des territoires et des espèces remarquables ou sensibles (ASTERS), Conservatoire et jardin botaniques de Genève*. <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=11&record=19114434124919326169>
- Barbier, C., Quetin, P., & Anneville, O. (2017). *Evolution physico-chimique des eaux du Léman (Eléments majeurs) et données météorologiques. Campagne 2016*, 17-62.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. (2005). *Rote Liste der gefährdeten Tiere und Gefäßpflanzen Bayerns*.

Becherer, A. (1972). *Führer durch die Flora der Schweiz—Mit Berücksichtigung der Grenzgebiete*.

<https://www.zvab.com/erstaussgabe/F%C3%BChrer-Flora-Schweiz-Ber%C3%BCcksichtigung-Grenzgebiete-Becherer/22463097021/bd>

BIB - Steckbriefe Gefäßpflanzen. (s. d.). Consulté 2 juin 2021, à l'adresse

https://daten.bayernflora.de/de/info_pflanzen.php?taxnr=3478

Bornand, C., Eggenberg, S., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Marazzi, B., Möhl, A., Rometsch, S.,

Sager, L., & Santiago, H. (2019). *Regionale Rote Liste der Gefäßpflanzen der Schweiz*. Info Flora, Genf, Bern, Lugano. www.infoflora.ch/redlist

Casper, J., & Krausch, H.-D. (1981). Pteridophyta und Anthophyta. I. Teil.—Süßwasserflora von

Mitteleuropa, Bd. 23. Begründet von A. Pascher, herausgegeben von H. Ettl, J. Gerloff und H. Heynig. Jena, VEB G. Fischer Verlag, 1980, 403 S., 109 Taf., L 7 S., Plasteinband, 78,—M. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 9(6), 626-626. <https://doi.org/10.1002/aheh.19810090604>

Catherine Lambelet. (2017, juin 26). *Conserving the last population of Shoreweed (Littorella uniflora (L.) Asch.) on Geneva Lake's shores*. 6th BGCI Congress, Geneva.

CIPEL. (2007). *Synthèse de l'étude des rives du Léman et de leur potentiel de renaturation*.

CIPEL. (2020). *Rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique, campagne 2019*.

Cole, T., Hilger, H., & Stevens, P. (2019). *Angiosperm phylogeny poster (APP) – Flowering plant systematics, 2019*. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2320v6>

Collectif. (2014). *Plan d'action en faveur de la Littorelle (37916) [Diaporama]*. Conservatoire et jardin botaniques de Genève. <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=11&record=19200257124910284399>

Conservatoire botanique national du Bassin parisien, CBNBP. (s. d.). Consulté 27 avril 2021, à

l'adresse <https://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp/especeAction.do?action=fiche&cdNom=106419>

Consultation fiche #280. (s. d.). Consulté 29 avril 2021, à l'adresse

http://si.cbnmed.fr/src/module_flore/atlas/atlas-form.php?m=view&id=280

de Foucault, B. (2010). Contribution au prodrome des végétations de France :les Littorelletea

uniflorae Braun-Blanq. & Tüxen ex Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *J. Bot. Soc. Bot. France* 52, 43-78.

DIENST, M., & STRANG, I. (1998a). *Entwicklung eines Kontrollsystems für die Strandrasen im Kreis Konstanz. Landesamt Konstanz*. 94.

DIENST, M., & STRANG, I. (1998b). *Untersuchung und Pflege der Stradrasen-Bestände am Thurgauer Bodenseeufer, Endbericht für das 5-Jahresprojekt 1994-1998 inkl. Vergleich mit Erhebung aus den Jahren 1089 und 1990*. 90.

Dienst, M., Strang, I., & Strang, K. (1999). Zum Zustand des *Deschampsietum rhenanae* am Bodensee.

17(2):389-402. <http://www.cbn-alpin->

[biblio.fr/Record.htm?idlist=13&record=19212596124910307789](http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=13&record=19212596124910307789)

Dossier Asters. (2009). *Chantier gestion Littorelle du 23 avril 2009-04-30*.

Duhamel, F. (Éd.). (2005). *Plantes protégées & menacées de la Région Nord/Pas-de-Calais*. Centre Régional de Phytosociologie.

EFlore. (s. d.). *Tela Botanica*. Consulté 26 avril 2021, à l'adresse [https://www.tela-](https://www.tela-botanica.org/eflore/)

[botanica.org/eflore/](https://www.tela-botanica.org/eflore/)

FERNALD. (1918). The North American Littorella. *Rhodora*, 20, 232-233.

Fiche espèce. (s. d.). Consulté 5 juillet 2021, à l'adresse <https://www.infoflora.ch/fr/flore/littorella->

[uniflora.html#exsitu](https://www.infoflora.ch/fr/flore/littorella-uniflora.html#exsitu)

Gannaz, L. (2014). Le par de la Dranse à Publier. *parc et jardin, ESP14-paj008*, 2.

Gaudillat, V., Bardat, J., & Documentation Française (Éds.). (2002). *Habitats humides : La documentation française*. La Documentation française.

GREN, & Thonon Agglomération. (2020). *Revitalisation des milieux littoraux Chens-sur-Léman_Suivi 20189 année n+4 [Rapport de suivi]*.

- HOGGARD, R. K., KORES, P. J., MOLVRAI, G. D., & BROUGHTON, D. A. (2003). Molecular systematics and biogeography of the amphibious genus *Littorella* (Plantaginaceae). *American Journal of Botany*, 90(3), 429-435.
- Inpn.mnhn.fr. (s. d.). Inventaire National du Patrimoine Naturel. Consulté 26 avril 2021, à l'adresse https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/106419
- Jauch, W., & Rutishauser, R. (2006). *Strandrasen – Kostbarkeiten des Bodenseeuferes*. 2.
- JORDAN, D. (2015). *La flore rare ou menacée de Haute-Savoie* (Haute-Savoie). Ed. Naturalia Publications. <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=5&record=19170402124919986849>
- Käsermann, C., & Moser, D. M. (1999). *Plantes à fleurs et fougères. Fiches pratiques pour la conservation—Littorella uniflora (L.)*. 8.
- KRAUSE, J. (2004, mars). *Conservation de Littorella uniflora dans la région lémanique (34473)* [Thèse mémoire]. Université de Genève. <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=11&record=19201245124910294279>
- La réglementation de la protection de la flore—DREAL Pays de la Loire*. (s. d.). Consulté 17 mai 2021, à l'adresse <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/la-reglementation-de-la-protection-de-la-flore-r561.html>
- Labat, F. (2020). Macrophytes et moules invasives du Léman. *CIPEL, Campagne 2019*, 206-210.
- LAMBELET-HAUETER, C & NACIRI, Y. (2010). *La Littorelle à une fleur*.
- LANG, G. (1967). Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. *Arch. Hydrol., Suppl.* 32 : 437-574.
- LAUBER, K. (2000). *Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse* (Suisse) [Livre]. Ed. Paul Haupt Verlag, Ed. Belin. <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=9&record=441312426959>
- Lazzarotto, J. (2005). Evolution physico-chimique du Léman de 1957 à nos jours. *Archive des Sciences*, 58, 175-182.
- Litt_unif_f.pdf*. (s. d.). Consulté 24 mai 2021, à l'adresse https://www.infoflora.ch/fr/assets/content/documents/fiches_pratiques_fr/litt_unif_f.pdf

- Loicq, P., & LOPEZ-PINOT, D. (2013). *Dossier CNPN relatif au projet de réintroduction de la littorella à une fleur sur les rives du Léman français.*
- Loizeau, J.-L. (s. d.). Naissance et transformation des lacs : Du temps des mammouths à nos jours. *LE TOUR DES GRANDS LACS ALPINS NATURELS EN 80 QUESTIONS*, 18.
- LOPEZ-PINOT, D. (2014). La Littorelle à une fleur sur les bords du Lac Léman, histoire d'un sauvetage réussi. *43:23-25*. <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=11&record=19176119124919943919>
- Marazzi, B., & Mangili, S. (2017). Note floristiche ticinesi : Specie rare sulle rive esposte delle Isole di Brissago (Cantone Ticino, Svizzera) grazie a un livello del lago eccezionalmente basso. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 105, 23-30.
- Nöthiger-Koch, U. (2010). *Lista delle specie prioritarie a livello nazionale*. 134.
- OpenObs—Requêteur national des données biodiversité*. (s. d.). Consulté 3 juin 2021, à l'adresse <https://openobs.mnhn.fr/>
- Plaquette_info_regularisation.pdf*. (s. d.). Consulté 3 août 2021, à l'adresse https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/DIRNA_EAU/Plaquette_info_regularisation.pdf
- Rabinowitz_1981.pdf*. (s. d.). Consulté 14 mai 2021, à l'adresse https://www.esf.edu/efb/parry/Invert_Cons_14_Readings/Rabinowitz_1981.pdf
- RAHN, K. (1996). *A phylogenetic study of the Plantaginaceae*. 120, 145-198.
- Règlement sur la manoeuvre de l'ouvrage de régularisation du niveau du lac Léman à Genève, L 2 15.03.
- Roelofs, J. G. M. (1983). Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters in The Netherlands I. Field observations. *Aquatic Botany*, 17(2), 139-155. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(83\)90110-9](https://doi.org/10.1016/0304-3770(83)90110-9)
- ROSATTI, T. J. (1984). *The Plantaginaceae in the southern United States*. 65, 533-562.

- Schneider, R., & Achtnich, L. (2020). Tastversuch zur durchwurzelung von verschichten durch *littorella uniflora*. *Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften*.
- SINP. (s. d.). Consulté 2 juin 2021, à l'adresse https://www.cbn-alpin.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=140&Itemid=404
- Strang, I., & Dienst, M. (1995). Zur ökologie und aktuellen verbreitung der strandschmielengesellschaft (*Deschampsietum rhenanae*) am bodensee. *Schr. Ver. Gesch. Bodensee*, 113, 175-196.
- Strang, I., Dienst, M., & Peintinger, M. (2012). *Die Entwicklung der Strandrasen am Unterseeufer in den letzten 100 Jahren*. 21.
- The IUCN Red List of Threatened Species*. (s. d.). IUCN Red List of Threatened Species. Consulté 14 mai 2021, à l'adresse <https://www.iucnredlist.org/en>
- Thomas, P., Dienst, M., Peintinger, M., & Buchwald, R. (1987). Die strandschmielengesellschaft des bodensees (*Deschampsietum rhenanae* und *Littorello-Eleocharitetum acicularis*). Verbreitung, ökologie, gefahrung und schutzmassnahmen. *Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ.*, 62, 325-346.
- Tran Khac, V., Quetin, P., & Anneville, O. (2020). Evolution physico-chimique des eaux du Léman et données météorologiques. *CIPEL, Campagne 2019*, 17-63.
- Valentin, B., Destiné, B., & Boulet, V. (1998). Etude du patrimoine séminal des sols des pannes dunaires du marquenterre sous conditions de germination contrôlées. *Centre régional de phytosociologie conservatoire botanique national de Bailleul*.
- vifabio.de. (2016, septembre 29). *Virtueller Katalog—Virtuelle Fachbibliothek Biologie (vifabio)* [Text]. Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main. <http://www.vifabio.de/cat/?q=Littorella%20uniflora>
- Villaret, J.-C., Van Es, J., Sanz, T., Pache, G., Legland, T., Mikolajczak, A., Abdulhak, S., Garraud, L., & Lambey, B. (2019). *Guide des habitats naturels et semi-naturels des Alpes* (Naturalia

Publications et Conservatoire botanique national alpin). <https://www.naturalia-publications.com/guide-habitats-naturels-alpes>

Zehm, V. A. (2008). Hochgradig bedrohte Strandrasenarten. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 9.

Contacts

s.vallee@cbn-alpin.fr
olivier.billant@cen-haute-savoie.org
verhaegheflorine@gmail.com
jean-claude.raymond@ofb.gouv.fr
delarze.Raymond@bluewin.ch
a-sahuc@thononagglo.fr
benjaminblondel@baiedesomme.fr
Nicolas.Freyre@ville-ge.ch
Frederic.Bieri@ville-ge.ch
jean-Luc.Loizeau@unige.ch
t.bousquet@cbnbrest.com
a.desse@cbnbl.org
stephan.jacquet@inrae.fr

jm.dorioz@free.fr
remi.dupre@mnhn.fr
carole.birck@cen-haute-savoie.org
aurelie.boissezon@hesge.ch
g.caze@cbnsa.fr
a.lefouler@cbnsa.fr
kaspar.spoerri@bd.zh.ch
jerome.poulenard@univ-smb.fr
florent.arthaud@univ-smb.fr
jerome.poulenard@univ-smb.fr
andras.zehm@lfu.bayern.de
agnes.schaerer@sieberliechti.ch
MichaelDienst@ds-konstanz.de

Annexes

Annexe 1 Echanges.....	2
Annexe 2: Répartition de <i>Littorella uniflora</i> (L.), <i>Myosotis rehsteineri</i> , <i>Deschampsia littoralis</i> et <i>Ranunculus reptans</i> il y a 100 ans ((carte originale de Baumann 1911) et aujourd’hui sur le Lac de Constance(2009/2011, triangles rouges = données propres).(Strang et al., 2012)	12
Annexe 3: Teneur en phosphore des lacs Suisse (OFEV).....	14
Annexe 4 : <i>Gazon de littorelle à une fleur avec présence abondante de coquilles indéterminées</i> (@F.Verhaeghe, Neuchâtel, 9.07.21)	14
Annexe 5 : Localisations potentielles de <i>L.uniflora</i> (L.) sur le Léman Suisse.....	15
Annexe 6: Schéma des transects sur Messery (avril 2021)	15
Annexe 7 : Travaux de renaturation de Chens-sur-Léman (Thonon Agglomération, 2017)	16
Annexe 8 Plan des îlots de littorelles aux Eaux Vives par le GREN, annotations de fin de chantier (GREN, mai 2019)	16
Annexe 9 : Schéma du dispositif pour l'expérimentation de la pénétration racinaire avec différents substrats. (Traduit de Schneider & Achnich, 2020).....	17
Annexe 10: Suivi des placettes 2009,2014,2015,2016,2017) (CJBG, Asters)	17
Annexe 11: Frise chronologique du projet de réintroduction à Messery pour <i>L.uniflora</i> (F.Verhaeghe, 2021).....	18
Annexe 12 Evolution en image du site de Messery depuis le début du projet <i>Littorella uniflora</i>	19
Annexe 13 : Résultats 2019 des quadrats de <i>L.uniflora</i> à Chens-sur-Léman (GREN,2019).....	20
Annexe 14 Comptes rendus terrain	20
Annexe 15 : Coupe en travers de principe pour la technique de génie végétal "fascine" (SAFEGE, 2021).....	27
Annexe 16 : Plan des aménagements du Vion (SAFEGE 2021)	27

Annexe 1 Echanges

Téléphonique :

06/05/21 BENJAMIN BLONDEL

Fait partie du syndicat Mixte de la Baie de Somme du Grand Littoral Picard

Il est dans la gestion des milieux naturels

Il n'y a pas eu de suivi car pas de gestion sur le site des marais (plus de l'animation Natura 2000)

C'est une mare avec assec en été (Juin à Août)

Regardé au niveau de Lanchères, peut être état des lieux sous contrat Natura 2000

Au niveau de la Baie de l'Authie, Fort Mahon, grande superficie de Littorelle, grosse pelouse

90% sont des mares de chasse, eau douce, oligotrophe, sableux à sablo argileux

La qualité de l'eau joue un rôle majeur

Contexte des stations connu :

Depuis 10 ans, Fort Mahon → oligohaline (-2g/L) donc douce et pas ou peu de pâturage, juste le propriétaire qui enlève des characées (eau calcaire)

Dune de l'Authie depuis 2 ans pâturé, pas de régression, parc inclut plusieurs mares. Dispersion grâce au pâturage (cheval + vache)

St-Quentin en Tourmont → dune avec de nombreuses mares = panne dunaire. Nappe phréatique affleure (panne naturel ou chasse = gibier d'eau). Pas de gestion particulière mais grande superficie de Littorelle

Crotoy : bord de mer, marais de chasse ou naturel. Pâturage Bovin et Équin favorise la dispersion.

Microtopographie, fauche car foin.

Découverte en 2010 mais a été déclaré comme disparu.

Présent au niveau du littoral mais à voir dans les terres.

Soumis à la pression de la quantité d'eau (pompage etc pour remplir les mares et irrigation.

Tous les tapis de Littorelle qui ont été déplacés, sont toujours là.

Bilan ⇒ Littorelle : oligotrophe (ne dépend pas de l'acidité car eaux calcaire)

Faible pente (quelques plants sur pente raide mais en mauvais état et seule)

Présente quand végétation rase (pas de stress = chétive)

N'aime pas l'ombrage ou peu, aperçu en milieu boisé mais rare

Tableau de donnée sur les mares

Alexis Desse au CBNBL peut nous donner des éléments comment des relevés phyto ou brut sur la Littorelle

19/05/21 JEAN MARCEL DORIOZ

Chercheur anciennement à l'INRAE de Thonon recommandé par Stéphan Jacquet.

Il m'a confirmé qu'il n'y a pas eu, à sa connaissance d'analyse physico-chimique sur les plages du Léman, cependant il m'a détaillé toutes les analyses possibles (en me précisant ce qui lui semblait utile ou non) :

- Analyse granulométrique de la fraction fine sur le terrain (2mm et 50µm si on trouve des tamis --> à voir avec INRAE ou l'université de Savoie) [un envoi au laboratoire pour une fraction de 2mm serait trop cher et n'aurait pas forcément de sens].

- Analyse granulométrique que la fraction grossière (sur 1m² compter les galets de 10cm par exemple)

Pour lui, il serait plus pertinent d'analyser les fractions correspondantes aux sables et limons grossier que limons et argiles.

-Analyse physico-chimique : regarder s'il y a la présence de plastique, analyser la capacité de charge nutritive dans la fraction fine, quantifier la présence de matière organique = PAF ou combustion mais difficile à interpréter et sa capacité d'échange, rapport C/N, analyse du phosphore total (méthode facile = phosphore Olsen).

AVANT de faire toutes ces analyses il m'a surtout recommandé de bien observer directement sur le terrain :

- la part de fraction fine, sable et grossière

- le pH et le calcaire (a-t-on des pH-mètres et de l'acide chlorhydrique ?)

- creuser pour observer l'allure des racines : macro photo (quel appareil ?), loupe bino (comment se répartissent les racines, qu'est ce qui s'y colle...)

- Il m'a également parlé d'une technique pour évaluer l'azote et le carbone dissous avec de l'eau.

Pour les contacts, INRAE Thonon aurait peut-être des tamis, sinon l'université pourrait aider pour l'échantillonnage. Pour les analyses, il y a le laboratoire de Savoie.

Il m'a également parlé de Carole Birck qui pourrait me mettre en contact avec un certain Jean Paulnard.

Et pour finir, monsieur Dorioz serait enchanté de venir sur le terrain avec moi pour voir la fameuse Littorelle.

21/05/2021 REMI DUPRE

Centre Val de Loire il y a beaucoup d'étang notamment celui de Sologne

Il y a des anciens mais également des nouveaux plans d'eau.

Les Littorelles sont en général émergées pendant la période estivale

Phase végétative importante car elle se multiplie par stolon (tapis) avec feuille tubulaire

Sous l'eau, la Littorelle est stérile, hors de l'eau elle forme des fleurs avec des feuilles différentes. Ces fleurs sont mâles ou femelle, il existe donc une multiplication sexuée. Leur étamine est un très long filet et engendre une floraison aérienne.

Pour son écologie : elle n'aime pas les milieux marécageux mais préfère les milieux avec un marnage important, un substrat minéral (et non tourbeux donc pas vaseux par exemple), plutôt caillouteux à argilo-limoneux (sable/graveleux). Mais pas d'étude particulière existe.

pH plutôt acide et eau douce

Dans les étangs elle est visible sur les berges (pas de visibilité à l'intérieur). Les étangs sont plutôt grands et pas trop profonds

Elle est sensible à la compétition

Existe un étang (Perche / Perret ?) qui a été rajeuni, ouvert (débourssaille, dévasement, limpidité) et on a observé une prolifération de la Littorelle plus au milieu de l'étang.

En eau Été à automne

Son habitat est en général de faible hauteur, trouvé dans roselière

Supporte le piétinement puisqu'elle est en forme de rosettes et présente en étang de pêche (donc passage). Pas de pâturage mais apparemment peu dérangent.

⇒ Contact Paris car projet réintroduction/conservation + phytosocio

26/05/2021 BOISSEZON AURELIE (HES)

Pour la Littorelle il faut de large bande mise en eau. Souvent accumulation de granulo fine associée.

Ce qui est important c'est le marnage sur bande large

Le problème actuel est que les variations sont très faibles

Étude de l'énergie cinétique avec le vent. Bise au Nord qui représente une contrainte = Fetch

La position par rapport au vent peut favoriser l'accumulation de la matière organique

La modification du niveau de l'eau est pour favoriser l'accessibilité au bateau.

Il y a également un apport de la Matière organique par la roselière si elle n'est pas entretenue

Analyse physico-chimique ne sont pas nécessaire car assez long et difficile, suffisant si juste analyse de la granulométrie.

En Italie, le Lac majeur à Locarno, au Tessin, la Littorelle est présente. En automne on aperçoit la Littorelle et quelques fleurs du Littorellion ⇒ Contact (Nicolas)

La qualité de l'eau y est moyenne car 2 affluents qui traversent des zones fortement urbanisées et agricoles.

Au lac Léman à Genève, ils ont fait une plage au parc des eaux vives. Ce projet est en forme de triangle avec la roselière d'un côté et des placettes de Littorelles de l'autre, séparé par de l'eau. Projet par le GREN ⇒ Contact (Demiere/Bouteliere)

Lors de ce projet le GREN a créé une pente douce (info dessus ?)

Le lac de Constance est un lac non régulé, donc la comparaison à ces limites mais peut servir d'état de référence pour la Littorelle.

Granulométrie plus vaseuse à Genève tandis que Nord et Sud Atlantiques sable

Pour la sédimentologie, le caractère oligotrophe ou eutrophe dépend des courants et du brassage (peu en bordure). Sur le terrain on peut l'évaluer superficiellement en quantifiant la matière organique en décomposition ou pas et par rapport à la couleur des sédiments fins (plus la fine est brune, plus il y a de matière organique). Il existe tout de même une variation étant donné que l'aération accélère la minéralisation

Pour ces analyses = INRAE ou Chambéry (contact = Florent Arthaud)

Pour la phytosociologie, bien regardé la végétation sur les berges et alentours afin de pouvoir cibler son écologie

Si pas le temps d'effectuer les analyses, faire un protocole pour étudier les différents paramètres. (Variation du niveau de l'eau, qualité de l'eau, impact des vagues).

Après avoir étudié différents sites, rassembler les différences et similitudes entre chaque.

Demander à Genève s'il étudie ces racines et s'il est possible d'en avoir pour tester différentes cultures ⇒ Rhizotron pour regarder croissance des racines

Contacts :

Tessin (Suisse italienne) :

- Nicola Patocchi resp. De la Fondazione di Bolle di Magadino / Réserve Naturelle :

https://bolledimagadino.com/bs_contatto.htmlv

- Brigitte Marazzi collab. À Infoflora : d'ailleurs tu peux consulter cette page sur le site (c'est moi qui l'ai rédigé) / ref phytosociologique pour la Suisse https://www.infoflora.ch/fr/milieux/phytosuisse/l.3.1.2.1-eleocharito-littorelletum_uniflorae_.html

Genève :

Alain Demierre (et Delphine Vacelet) <http://gren.ch/gren2/contact>

France :

- Florent Arthaud / Université de Savoie Mont Blanc – CARTEL INRA : https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/cartel_fre/Annuaire-People/annuaire-people

27/05/2021 ANTHONY LE FOULER

Pour trouver une répartition de la Littorelle à une fleur : OBV de Nouvelle Aquitaine

La Littorelle est plutôt présente dans des eaux acides, pauvre en nutriment ⇒ Disparition fortement dû à la mauvaise qualité des eaux

→ Réfléchir aux conditions défavorables avant de proposer une réimplantation

Dans la Région (Sud Atlantique), il a été observé une dérive trophique qui a été associée à une perte de la Littorelle (diminution) ⇒ Changement des paramètres = change la population

La Littorelle est bien présente avec de la roselière clairsemée. La Littorelle y est au pied et est protégé par les roseaux des activités nautiques

Pour le substrat : classe phytosociologique des Littorelletea (regroupe gazon amphibie oligotrophe, acide, vivace) ⇒ ne se retrouve pas sur de la vase

Dons plus sur un site minéral, galet/cailloux mais pas trop gros

Inondation/ marnage ~1m, avec le niveau le plus haut en milieu d'hiver et le plus bas en fin d'été. ⇒ Pente faible

Il y a quelques sites où le marnage est moins important = forme stérile de la Littorelle
Où il y a une gestion du niveau du lac (niveau eau pour activité) il y a déclin de la Littorelle ⇒ doit retrouver un cycle d'eau naturel
Reproduction par voie végétative par stolons mais aussi aime être émergé pour reproduction sexuée ⇒ Quel stratégie de reproduction est la meilleure ?
Dans le Limousin elle est présente en bord de cours d'eau mais c'est rare

Il est important de gérer la qualité et la quantité d'eau. Il existe un Plan D'action National qui concerne la conservation des Isoètes et sa végétation associé ⇒ Contact = Marie Caillaud

27/05/2021 FLORENT ARTHAUD

Pour les sédiments il n'y a pas de soucis de conservation
Mais il faut avant tout réfléchir au protocole et à la démarche de ces analyses.
Est-ce que c'est utile ? Sachant que les sédiments n'ont pas forcément énormément d'impact pour la littorelle (les sédiments différents ne sont pas forcément la cause du déclin)
Ces analyses vont permettre de définir le site d'étude mais pas son écologie
Elles serviront plus pour un apport d'information sur les plages du Lac Léman
Intéressant de comparer avec Constance

On peut dans un premier temps, caractériser les sédiments à l'œil et au touché pour un aspect global qui est suffisant

Protocole de la PAF (MO et Calcaire): Sécher ~40/60° peser la quantité brut puis brûler et peser pour calculer la MO puis brûler à 1000° pour calculer le carbonate (~2j)
P,N,C = analyse plus longue (+ délai) et coût (10/20€/ échantillon)

⇒ Description visuelle + PAF + pH sédiments

Mail :

18/05/2021 CHRISTOPHE BLONDEL CONSERVATOIRE BOTANIQUE BAILLEUL

Dans les Hauts-de-France la Littorelle ne s'observe plus que dans quelques dépressions humides dunaires. Elle est notamment présente dans les ceintures de bas niveaux topographiques, caractérisées par un faible recouvrement de la végétation et une exondation tardi-estivale.
A ma connaissance elle n'a pas fait l'objet de suivis spécifiques, mais au moins un site comportant cette espèce a fait l'objet de suivis de végétations après travaux de restauration (étrépage et reprofilage de pannes dunaires). Par ailleurs, elle doit être présente dans un certain nombre de relevés phytosociologiques dans notre base de données. Si cela vous intéresse il faudrait, dans ce cas, demander une extraction des données à Alexis DESSE.
Au niveau du substrat, c'est essentiellement du sable calcarifère avec parfois un peu de matière organique dans certaines pannes un peu plus évoluées.

21/05/2021 GREGORY CAZE CONSERVATOIRE BOTANIQUE SUD ATLANTIQUE

Elle est présente sur notre territoire dans des milieux qui ont fait l'objet de plusieurs études écologiques et phytosociologiques, notamment les berges des étangs arrière-littoraux et les « lagunes » (= petites mares aux eaux oligotrophes du plateau landais) des Landes de Gascogne.

26/05/2021 NICOLAS BIANCHIN CONSERVATOIRE BOTANIQUE MASSIF CENTRAL

Nous avons réalisé plusieurs suivis sur cette espèce (dans la Loire et en Auvergne).
J'ai l'impression qu'elle se reproduit beaucoup par voie végétative.

26/05/2021 + 06/07/2021 BRIGITTE MARAZZI

Déjà pour commencer, je vous laisse un petit article (hélas en Italien) sur les rives des Îles de Brissago où Littorella est aussi présente :-). En fin d'été, et avec la rive basse on la trouve aussi au Delta de la Maggia, e le long des rives à Ascona en face du Golf. Je n'ai pas de photos super, mais je vous envoie déjà ce que j'ai, qui montrent son environnement, par ex. entre cailloux ou aussi entre Phragmites.

Ma collègue, Sofia Mangili du Museo (qui nous lit en CC) pourrait avoir aussi plus d'infos et photos.
Proposition d'accompagner sur le terrain

Je ne suis pas au courant de projets in-situ ou ex-situ autour du Lac Majeur, mais le Canton TI prévoit de faire un plan d'action (PA) pour l'habitat du Nanocyperion y inclus probablement le Littorellion (si je me souviens bien). Je mets en CC ma collègue Laura Torriani qui coordine les informations sur les projets de conservation et promotion des espèces prioritaires pour le canton Tessin et qui est en train de préparer une récolte d'informations sur ces environnements des rives pour lancer les études du PA. Elle pourra me corriger si j'ai écrit des bêtises ;-). Et j'imagine qu'elle sera intéressée par ne copie de ton rapport du stage :-)

28/05/2021 VINCENT LE GLOANEC CONSERVATOIRE BOTANIQUE MASSIF CENTRAL

Le suivi côté Auvergne ne cible pas spécifiquement Littorella uniflora mais Isoètes lacustris. Il se trouve que sur l'un des lacs, la Littorelle est présente de manière assez importante sur une partie des rives du lac et forme également des herbiers aquatiques en mélange ou non avec l'Isoètes. Sur les rives de ce lac, on peut observer régulièrement des individus en fleurs.

Le protocole de suivi est réalisé par l'intermédiaire de transects avec des relevés des espèces présentes tous les 5 m, puis un quadrat mis en place à la profondeur maximale de développement de l'herbier aquatique à Littorelle et Isoètes.

En Auvergne, on l'observe dans les lacs de montagne. Toutefois, on peut la voir en plaine, sur des berges exondées des lacs et étangs. Les substrats peuvent être variés : sable avec un peu de matière organique, vases exondés. De fait, elle peut être dans des conditions oligotrophes, mais supporter des contextes mésotrophes (c'est le cas de certains étangs en Bretagne).

04/06/2021 MICHAEL DIENST

Wir haben das Glück, dass es von Littorella uniflora noch viele Vorkommen am Bodensee gibt. Daher haben wir bisher nur an zwei Stellen Pflanzprojekte durchgeführt und dort den Strandling (zusammen mit Myosotis rehsteineri, Deschampsia rhenana und Ranunculus reptans) erfolgreich angesiedelt.

Aktuell arbeiten wir im Kanton Schaffhausen ebenfalls an einem kleinen Pflanzprojekt, zu dem aber noch keine ausreichenden Daten zur Beurteilung vorliegen.

Zu der Ansiedlung bei Friedrichshafen haben wir einen Bericht verfasst, in dem über Auspflanzmethode und Monitoring berichtet wird.

Eine weitere Auspflanzung befindet sich auf dem Gelände der Landesgartenschau in Überlingen, wo das Ufer renaturiert wurde (siehe beiliegenden Pressebericht).

Diese Anpflanzungen sind Ausnahmen. In der Regel sollen sich die Strandrasen-Bestände selbst regenerieren bzw. neu ansiedeln.

Aktuell geht es Littorella uniflora von allen vier Strandrasen-Arten noch am besten. Die Art hat sich an mehreren Stellen neu angesiedelt und bestehende Bestände haben sich teilweise deutlich vergrößert. Allerdings gibt es auch Uferbereiche, wo die seenahen Populationen durch Erosion vernichtet wurden; das

heißt Erde und Pflanzen werden bei entsprechenden Wasserständen durch die Wellen einfach weggeschwemmt.

Littorella uniflora, *Myosotis rehsteineri*, *Deschampsia rhenana* und *Ranunculus reptans* werden seit vielen Jahren am Botanischen Garten der Universität Konstanz kultiviert (siehe hier) – mit verschiedenen Herkünften. Kontaktdaten hier.

Gerne können wir uns einmal zu einer Exkursion am Bodensee treffen. Der Wasserstand sollte dann ca. 30 cm tiefer liegen als jetzt – also vielleicht August/September. Dann könnten wir Ihnen auch mehr über Methode und Monitoring bei den Pflanzprojekten berichten.

Anlage: Presseartikel Überlingen

TRADUCTION

Nous avons la chance qu'il y ait encore beaucoup de réserves de Littorella uniflora au bord du lac de Constance. C'est pourquoi, jusqu'à présent, nous n'avons mené à bien des projets de plantation que sur deux sites, où nous avons installé avec succès le strandling (avec Myosotis rehsteineri, Deschampsia rhenana et Ranunculus reptans).

Actuellement, dans le canton de Schaffhouse, nous travaillons également sur un petit projet de plantation pour lequel nous ne disposons pas encore de données suffisantes pour l'évaluation. En ce qui concerne l'implantation à Friedrichshafen, nous avons rédigé un rapport sur la méthode de plantation et la surveillance.

Une autre plantation se trouve sur le site du Landesgartenschau à Überlingen, où la rive a été renaturée (voir le communiqué de presse ci-joint).

Ces plantations sont des exceptions et, en règle générale, les populations de strandras doivent se régénérer ou se réinstaller elles-mêmes.

Aujourd'hui, Littorella uniflora est encore la plus performante des quatre espèces de strandrases. L'espèce s'est reconstituée en plusieurs endroits et les stocks existants se sont en partie considérablement accrus. Mais il y a aussi des zones de la rive où les populations proches de la mer ont été détruites par l'érosion, c'est-à-dire que la terre et les plantes sont tout simplement submergées par les vagues à des niveaux d'eau appropriés.

Littorella uniflora, Myosotis rehsteineri, Deschampsia rhenana et Ranunculus reptans sont cultivés depuis de nombreuses années dans le jardin botanique de l'université de Constance (voir ici) - avec différentes origines. Coordonnées ici.

N'hésitez pas à nous rejoindre pour une excursion sur le lac de Constance. 30 cm plus bas que maintenant - donc peut-être en août/septembre. Nous pourrions alors vous informer davantage sur la méthode et le suivi des projets de plantation.

Annexe : Article de presse Überlingen

7/06/2021 KASPAR SPOERRI

En effet, *Littorella uniflora* est une espèce prioritaire dans le canton de Zurich pour laquelle des mesures de conservation et de propagation ont été/sont mises en place depuis plusieurs années (y inclus des mesures de réintroduction dans le lac de Zurich avec des plantes cultivées ex situ). Aussi, un monitoring a été établi qui permet d'en tirer des conclusions.

En 2021, il est prévu d'élaborer un plan d'action plus formalisé.

Agnes Schärer (en CC) est en charge de ces mesures. Elle sera bien sûr à votre disposition pour toute information supplémentaire. A mon avis, il serait très intéressant d'organiser un échange (éventuellement sur place) pour échanger des expériences et en profiter réciproquement.

21/06/2021 AGNES SCHÄRER

Bonjour Mesdames

First of all I apologize for the delayed answer and for my rather poor French, that's why I prefer to write in English. Please don't hesitate to use French for your E-Mails, reading is much easier for me than writing/speaking.

Thank you for your interest in the Littorella-situation in Lake Zurich, which is in fact quite a bit different than in Lake Constance because of waterlevel management (or rather stabilisation) and highly used shores.

Michael Dienst and I discussed a Littorella-meeting on the phone and we would suggest to plan a 2-day-meeting for visiting and discussing several sites and measures on Lake Constance, Rhine (z'Hose near Stein am Rhein and Schöni near Ellikon) as well as Lake Zurich (near Richterswil) because this would be very interesting for all of us.

Unfortunately both Lake Constance as well as Rhine water levels are a bit too high right now so that the Littorellions are flooded.

In Lake Constance water level should be about 360cm (Pegel Konstanz <https://hvz.baden-wuerttemberg.de/pegel.html?id=00007> [Michael Dienst: hope this link is correct, otherwise please tell us]), in Rhine we should wait for approximately 550 m³/s of discharge (Rhine near Rekingen <https://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2143.html> [recommended link on this page: données de l'année actuelle])

So usually these particular water levels are accomplished in autumn, therefore Michael Dienst and I would like to suggest a two-day-meeting for all of us in autumn. So we should schedule the appointment a bit later this summer. (But of course water levels are also highly affected by current weather and can change on short notice. So maybe we have to be a bit adaptive then, we will see.)

In Lake Zurich the Littorella population is submerged year-round (no emergent plants). So if a visit in early July is highly favorable to you I can still offer you a look to this site.

In the attachment you can find a short report from the 2018 monitoring in Richterswil (Lake Zurich) with photos for illustration.

Last year we (or rather zhaw Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften) have evaluated a new way of cultivating Littorella on non-woven fabrics. A promising way seems to be a sandwich-construction made of wool and gravel. The report is written in German, I hope it's still useful to you. We are evaluating this approach because erosion of newly planted Littorella by waves proved to be a severe problem in Lake Zurich in the past. Now we have to elaborate the anchor and implement a test-plantation in autumn.

Michael Dienst and I are also working on a factsheet for engineers on the creation of new Littorella-habitat in Lake Zurich. As soon as we have elaborated a good draft, we will send it to you as well of course.

Please let us know whether you prefer two visits (July and late summer/autumn) or a single one in summer/autumn. We are looking forward to meeting you and discussing Littorella, Littorellion, successful and less successful measures on our respective lakes.

TRADUCTION

Tout d'abord je m'excuse pour la réponse tardive et pour mon français plutôt médiocre, c'est pourquoi je préfère écrire en anglais. N'hésitez pas à utiliser le français pour vos e-mails, lire est beaucoup plus facile pour moi qu'écrire/parler.

Merci de votre intérêt pour la situation de Littorella au lac de Zurich, qui est en fait assez différente de celle du lac de Constance en raison de la gestion du niveau d'eau (ou plutôt de la stabilisation) et des rives très utilisées.

Michael Dienst et moi avons discuté d'une réunion Littorella au téléphone et nous suggérons de planifier une réunion de 2 jours pour visiter et discuter de plusieurs sites et mesures sur le lac de Constance, le Rhin (z'Hose près de Stein am Rhein et Schöni près d'Ellikon) ainsi que le lac de Zurich (près de Richterswil) car ce serait très intéressant pour nous tous.

Malheureusement, les niveaux d'eau du lac de Constance et du Rhin sont actuellement un peu trop élevés, de sorte que les Littorellions sont inondés.

Dans le lac de Constance, le niveau d'eau devrait être d'environ 360 cm (Pegel Konstanz <https://hvz.baden-wuerttemberg.de/pegel.html?id=00007> ://hvz.baden-wuerttemberg.de/pegel.html?id=00007 [@Michael Dienst: espérons que ce lien est correct, sinon dites-nous s'il vous plaît]), dans le Rhin il faut attendre environ 550 m³/s de rejet (Rhin près de Rekingen <https://www.hydrodaten.admin.ch/fr/2143.html> [lien recommandé sur cette page : données de l'année actuelle])

Donc, généralement, ces niveaux d'eau particuliers sont atteints en automne, c'est pourquoi Michael Dienst et moi aimerions proposer une réunion de deux jours pour nous tous en automne. Nous devrions donc programmer le rendez-vous un peu plus tard cet été. (Mais bien sûr, les niveaux d'eau sont également fortement affectés par les conditions météorologiques actuelles et peuvent changer à court terme. Nous devons donc peut-être nous adapter un peu, nous verrons.)

Dans le lac de Zurich, la population de Littorella est submergée toute l'année (pas de plantes émergentes). Alors si une visite début juillet vous est très favorable je peux tout de même vous proposer un coup d'oeil sur ce site.

Vous trouverez en pièce jointe un bref rapport de la surveillance 2018 à Richterswil (lac de Zurich) avec des photos à titre d'illustration.

L'année dernière, nous (ou plutôt zhaw Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften) avons évalué une nouvelle façon de cultiver Littorella sur des tissus non tissés. Une voie prometteuse semble être une construction sandwich faite de laine et de gravier. Le rapport est rédigé en allemand, j'espère qu'il vous sera toujours utile. Nous évaluons cette approche car l'érosion des Littorella nouvellement plantées par les vagues s'est avérée être un problème grave dans le passé dans le lac de Zurich. Maintenant, nous devons élaborer l'ancre et mettre en œuvre une plantation-test à l'automne.

Michael Dienst et moi travaillons également sur une fiche d'information pour les ingénieurs sur la création d'un nouvel habitat Littorella dans le lac de Zurich. Dès que nous aurons élaboré un bon brouillon, nous vous l'enverrons bien entendu également.

Veillez nous indiquer si vous préférez deux visites (juillet et fin d'été/automne) ou une seule en été/automne. Nous sommes impatients de vous rencontrer et de discuter de Littorella, Littorellion, des mesures réussies et moins réussies sur nos lacs respectifs.

Nous n'avons fait qu'un seul test de germination en 2003. Sur 10 graines, 9 ont germé dont 5 en 3 semaines. Les conditions étaient : 12/12h (lum/obs) et 21°/16°C (jour/nuit).

Je peux par contre ajouter que l'espèce avait germé lors d'expérience de banque de semences du sol. Des carottes de sol (sable tourbeux) avaient été prélevées dans des pannes dunaires. L'espèce n'y était plus vue depuis plusieurs années (10 ans je crois).

ref :

Titre original :

Étude du patrimoine séminal des sols des pannes dunaires du Marquenterre sous conditions de germination contrôlées

(CRP242)

Auteurs : VALENTIN, B., Auteur ; BOU, Editeur scientifique ; BOULLET, V., Auteur ; DESTINÉ, B., Auteur

Type de document : texte imprimé

Editeur : Bailleul : CENTRE RÉGIONAL DE PHYTOSOCIOLOGIE/CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL, 1998

Nous avons deux lots de 2003 (deux provenances différentes). L'un de 18 graines et l'autre de 151 graines (celui qui a été testé).

Provenances : Commune de Merlimont dans le 62 (une panne dunaire) et Marck dans le 62 également dans un secteur de mares de chasse

Les stations que j'ai citées ne sont pas visibles (celle de Merlimont est remplacée par une forêt d'argousiers depuis deux ans et de plus la panne est restée sous 30 cm d'eau cette année, donc pas de possibilité d'expression pour elle de toute façon). Celle de la mare de chasse a disparu depuis plusieurs années. Il y a d'autres stations dans le secteur mais il vaut mieux éviter les secteurs de mare de chasse sans autorisation. Toutes les autres sont situées en réserve naturelle à Berck et il faudrait contacter le gestionnaire Eden 62 (pas gagné en période de congés).

Je joins une photo de qualité médiocre qui montre un tapis de littorelle autour de pieds de liparis (panne dunaire de Merlimont en 2016).

06/07/2021 PHILIPPE JULLERAT

Vous trouverez ci-joint un fichier csv avec les données. A noter que jusqu'à l'année passée, seule 2 populations étaient connues du Lac de Neuchâtel. A partir du moment où nous avons compris que les populations pouvaient être détectées à partir d'orthophotos, un "grand" nombre de populations a pu être découvert en très peu de temps.

Il faut se faire l'œil sur les orthophotos. Disons ce qui est très favorable, c'est la présence de sorte de "ronds de sorcière" nets et relativement foncés (trop clairs → Chara, trop foncés → Potamogeton). Ensuite avec masques et tubas tout se détecte très bien. Quelques exemples où l'espèce n'était pas connue et où le taxon a été détecté en quelques minutes sur le terrain, sur la base d'une pré-sélection à partir d'orthophotos:

- https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&lang=fr&E=2549151&N=1193502&zoom=13&crosshair=marker
- https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&lang=fr&E=2542691&N=1186778&zoom=13&crosshair=marker
- https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&lang=fr&E=2542691&N=1186778&zoom=13&crosshair=marker

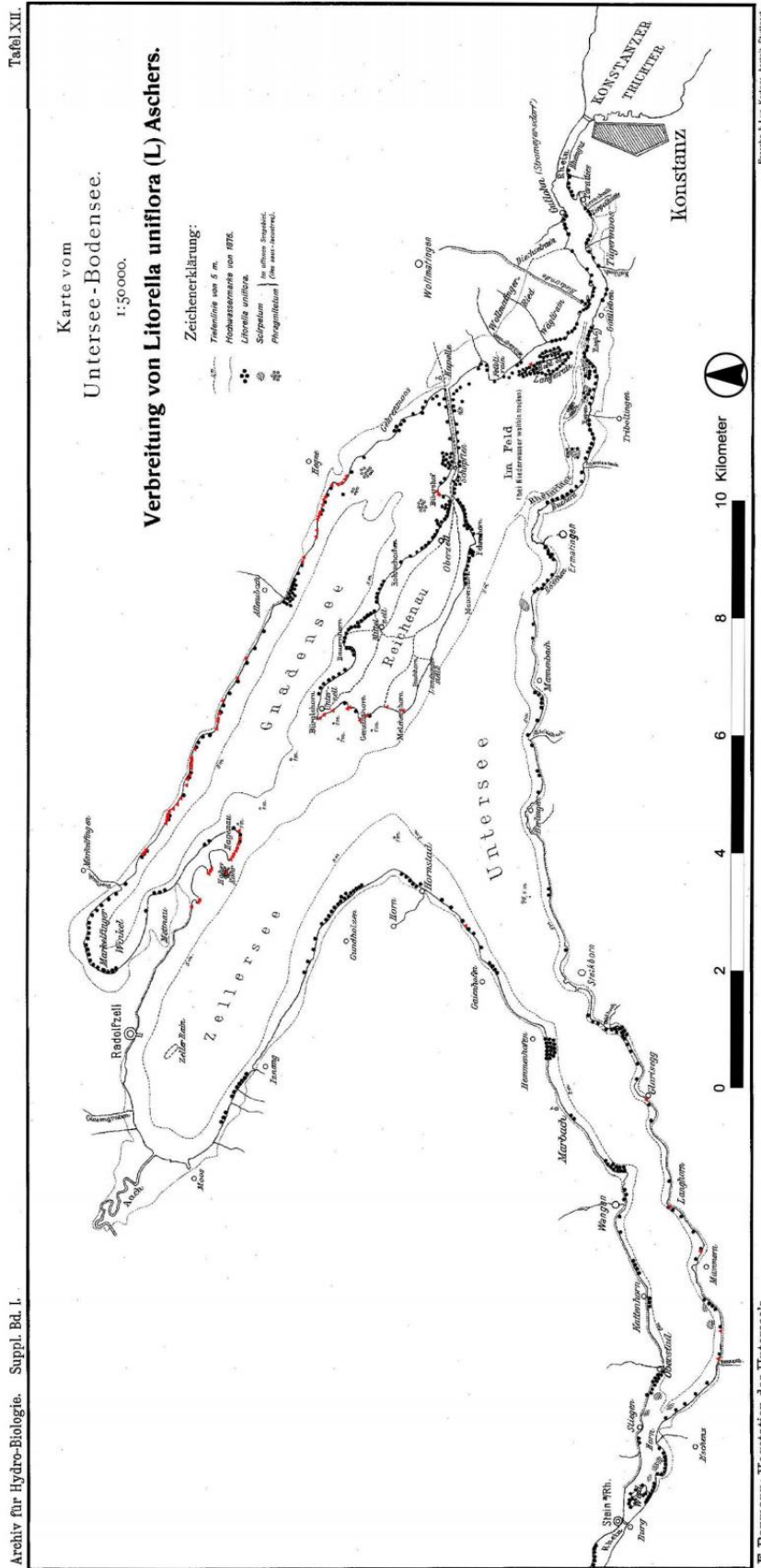
wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&lang=fr&E=2556917&N=1200364&zoom=13&crosshair=marker

Si vous n'avez pas beaucoup de temps, je vous conseil d'aller ici où l'espèce est fréquemment et partiellement exondée (avec cette période humide, probablement sous l'eau mais pas profond):
https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&lang=fr&E=2551859&N=1196351&zoom=13&crosshair=marker

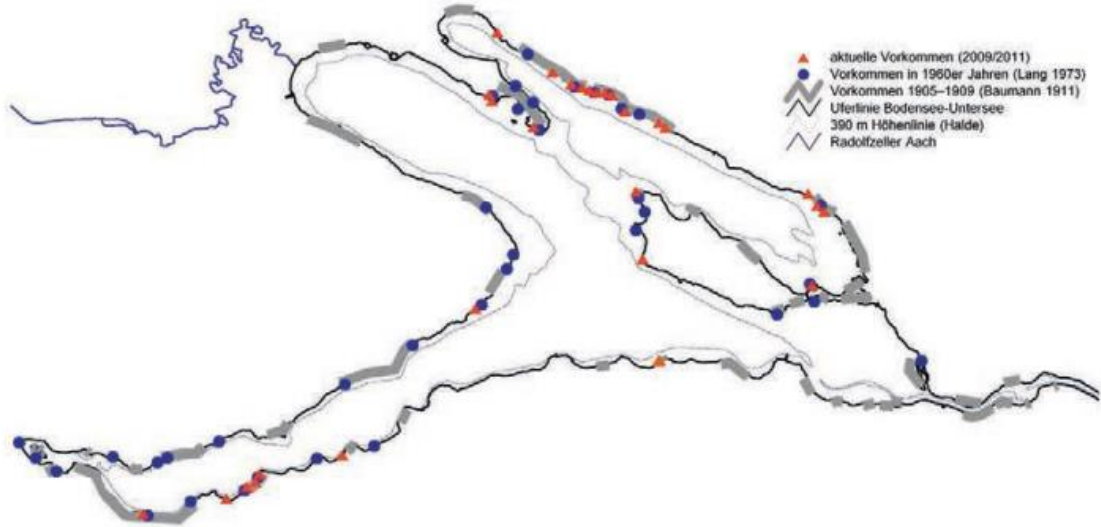
Il n'est pas exclu que de petites populations naturelles existent encore dans le Lac Léman (sous forme végétative). Quelques sites qu'il faudrait contrôler :

- https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&E=2503921&N=1122640&zoom=13&crosshair=marker
- Doute... https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&E=2504204&N=1123980&zoom=13&crosshair=marker
- Chara ? https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&E=2504395&N=1124365&zoom=13&crosshair=marker
- Le plus probable du lot: https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&E=2503869&N=1122550&zoom=13&crosshair=marker
- https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&E=2503873&N=1122563&zoom=13&crosshair=marker
- https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8&layers_visibility=false,false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,,&E=2508014&N=1128895&zoom=13&crosshair=marker

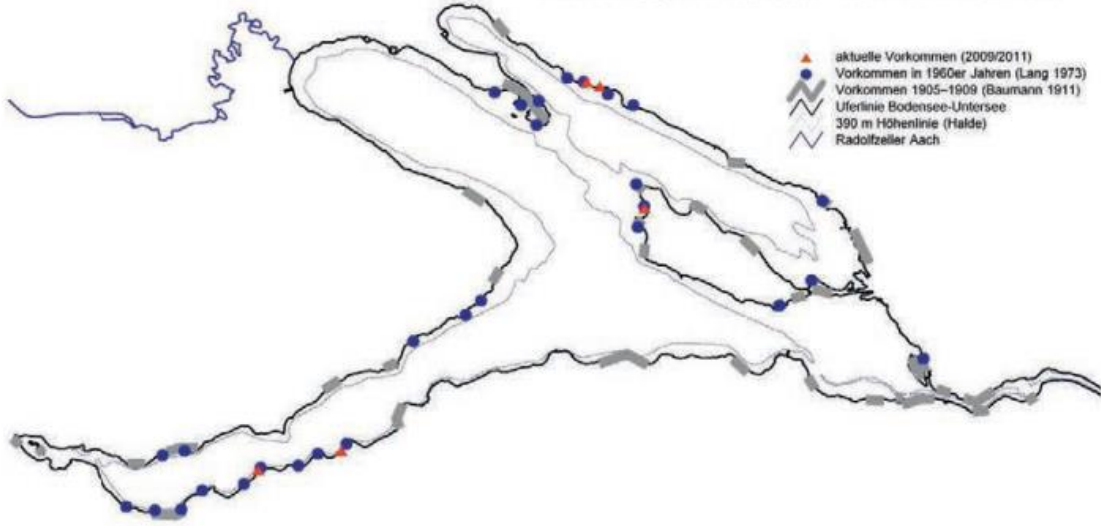
Annexe 2: Répartition de *Littorella uniflora* (L.), *Myosotis rehsteineri*, *Deschampsia littoralis* et *Ranunculus reptans* il y a 100 ans ((carte originale de Baumann 1911) et aujourd'hui sur le Lac de Constance(2009/2011, triangles rouges = données propres).(Strang et al., 2012)



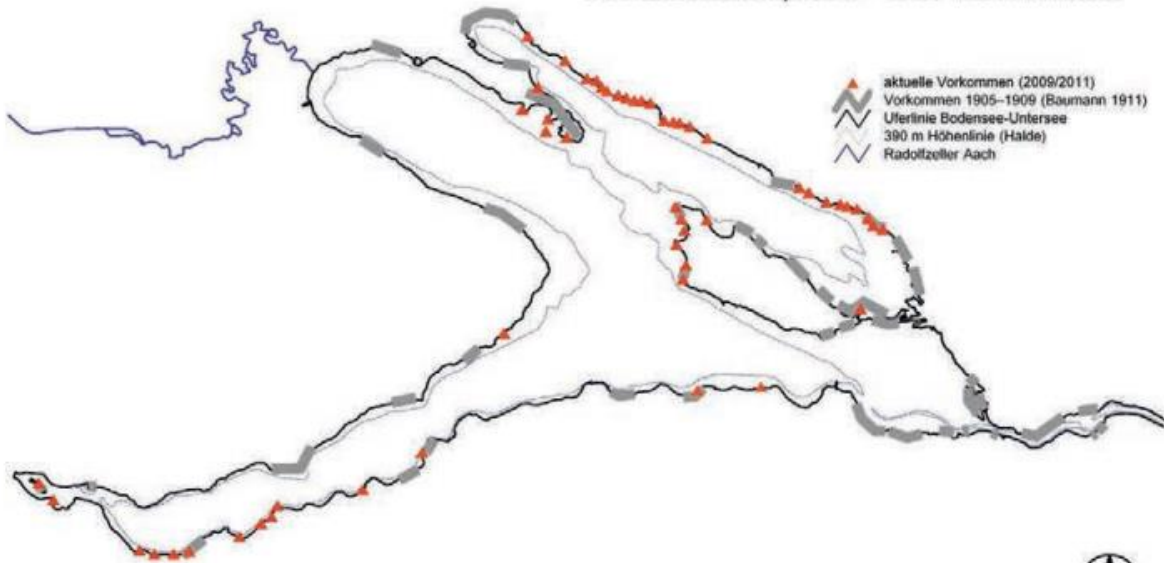
Myosotis rehsteineri - Bodensee-Vergissmeinnicht



Deschampsia littoralis - Strand-Schmiele



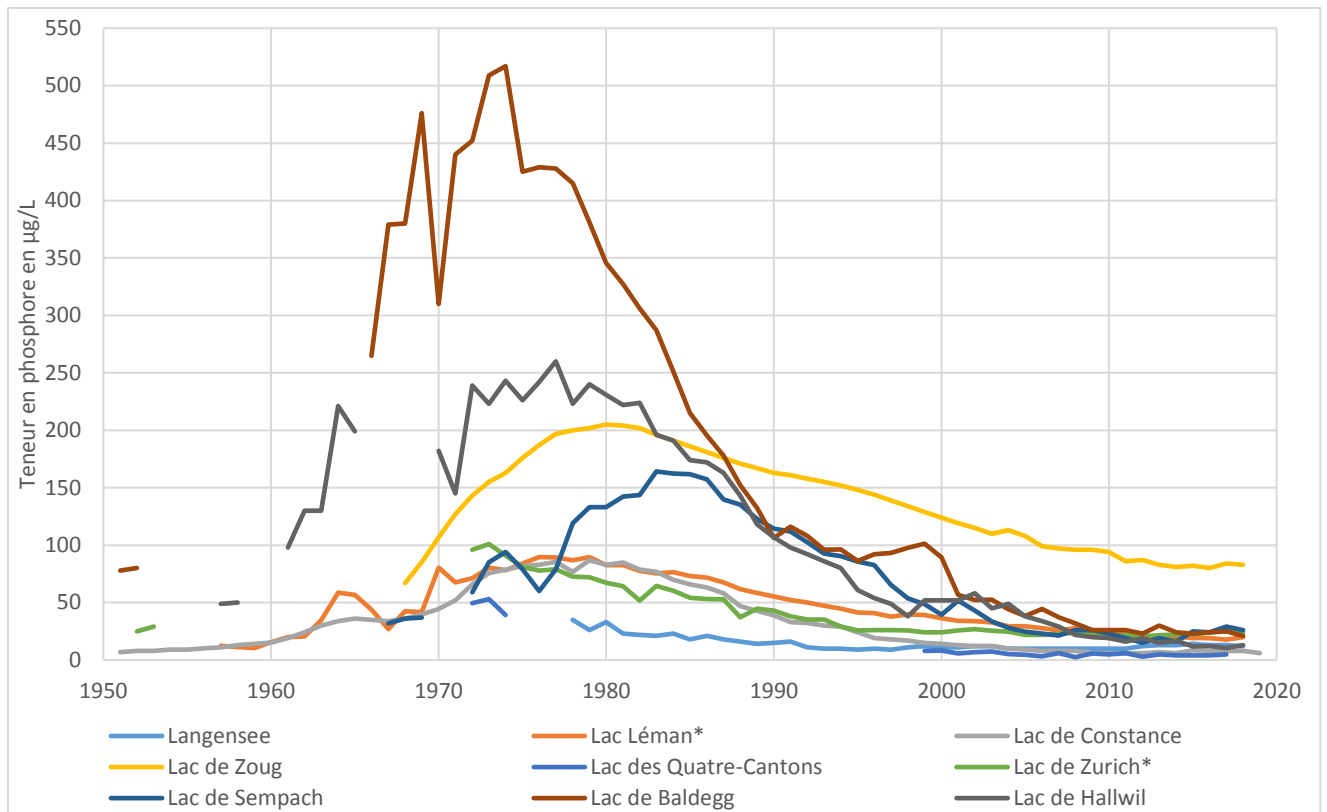
Ranunculus reptans - Ufer-Hahnenfuss



0 2 4 6 8 10 12 Kilometer



Annexe 3: Teneur en phosphore des lacs Suisse (OFEV)

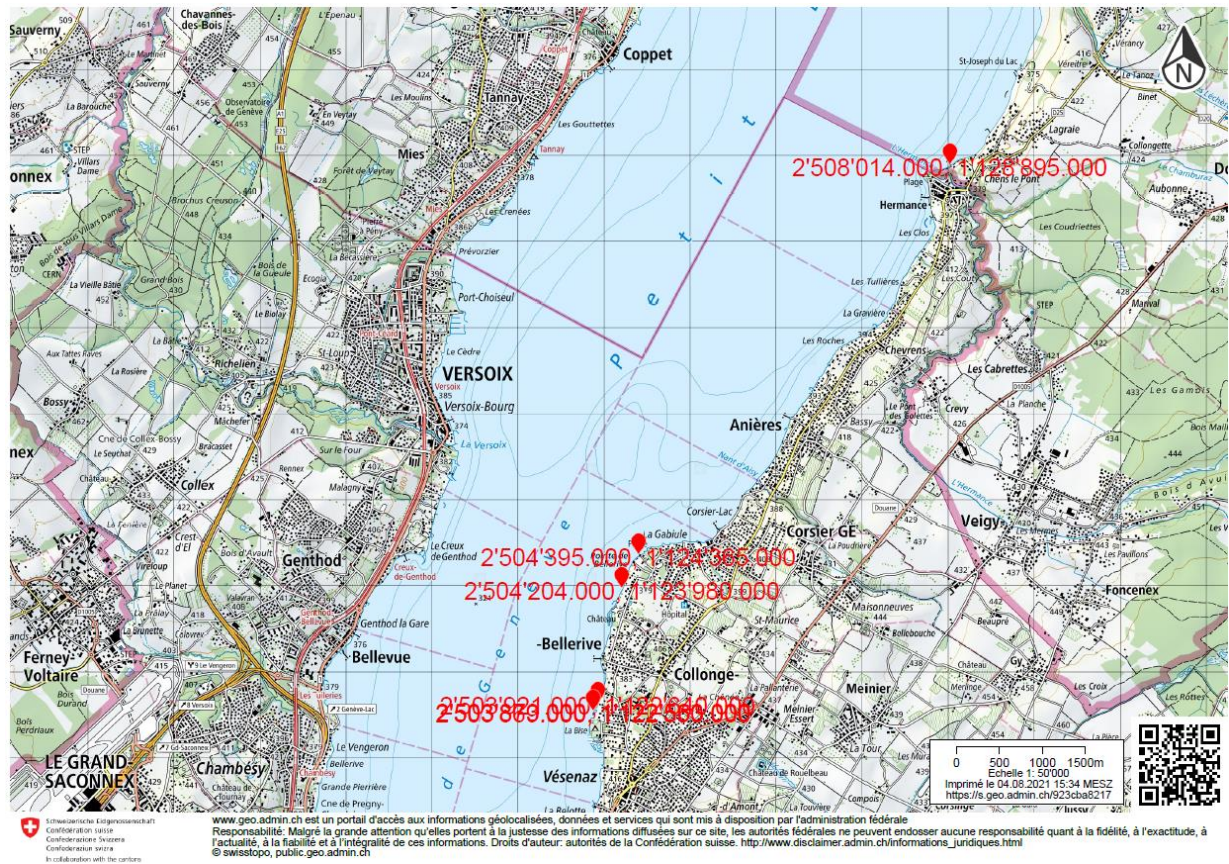


* Lac Léman et lac de Zürich : Moyenne annuelle pondérée par les volumes des couches. Autres lacs : valeurs mesurées lors du brassage printanier des eaux.

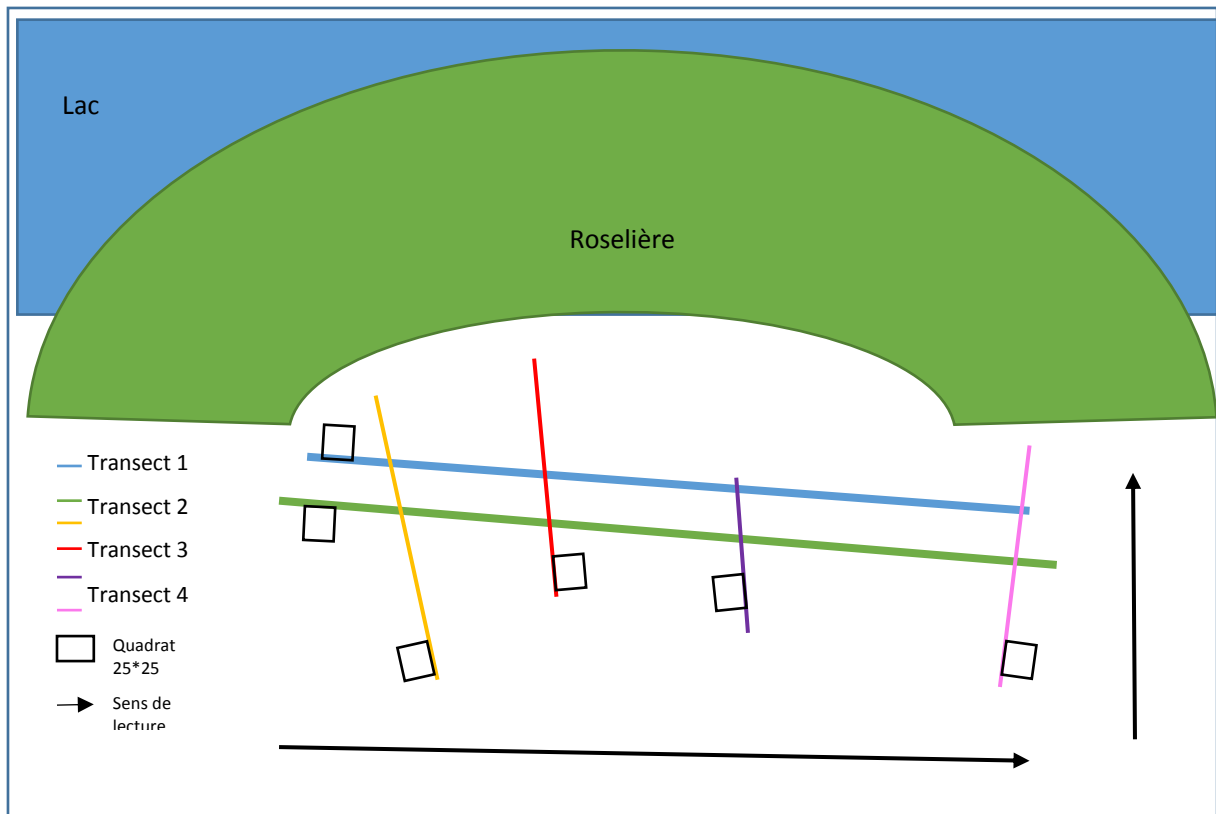
Annexe 4 : Gazon de littorale à une fleur avec présence abondante de coquilles indéterminées (@F.Verhaeghe, Neuchâtel, 9.07.21)



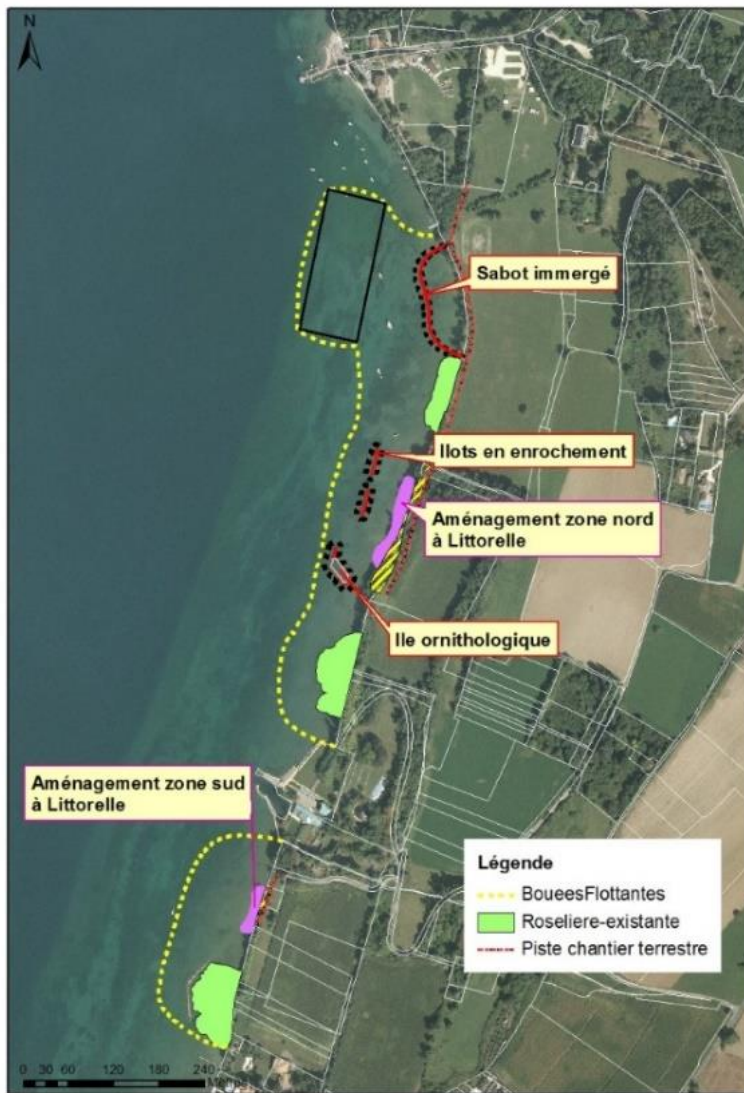
Annexe 5 : Localisations potentielles de *L.uniflora* (L.) sur le Léman Suisse



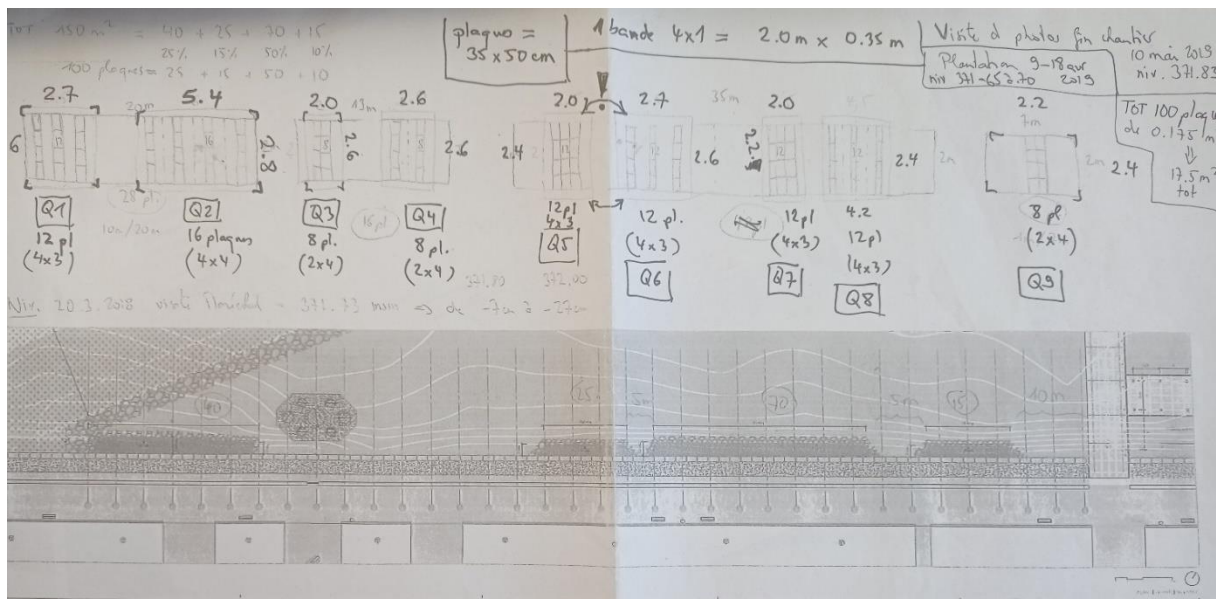
Annexe 6: Schéma des transects sur Messery (avril 2021)



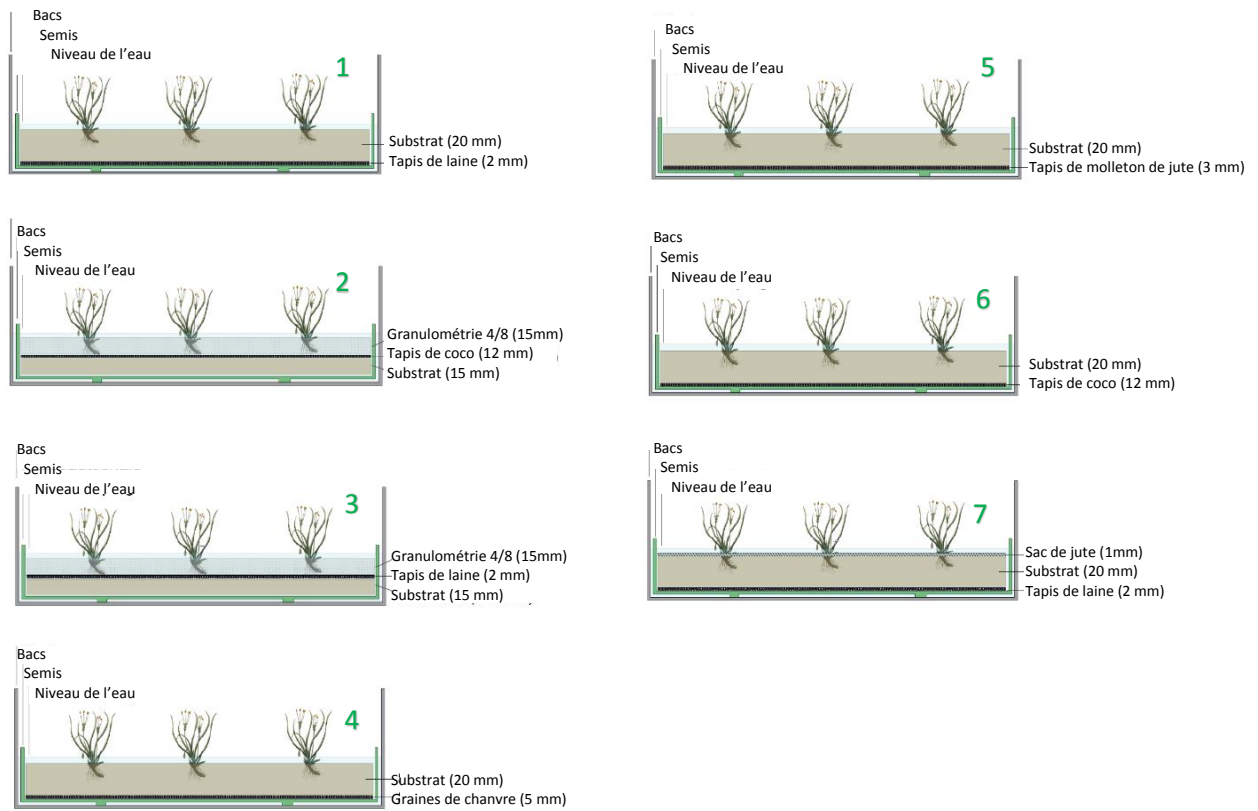
Annexe 7 : Travaux de renaturation de Chens-sur-Léman (Thonon Agglomération, 2017)



Annexe 8 Plan des îlots de littorales aux Eaux Vives par le GREN, annotations de fin de chantier (GREN, mai 2019)



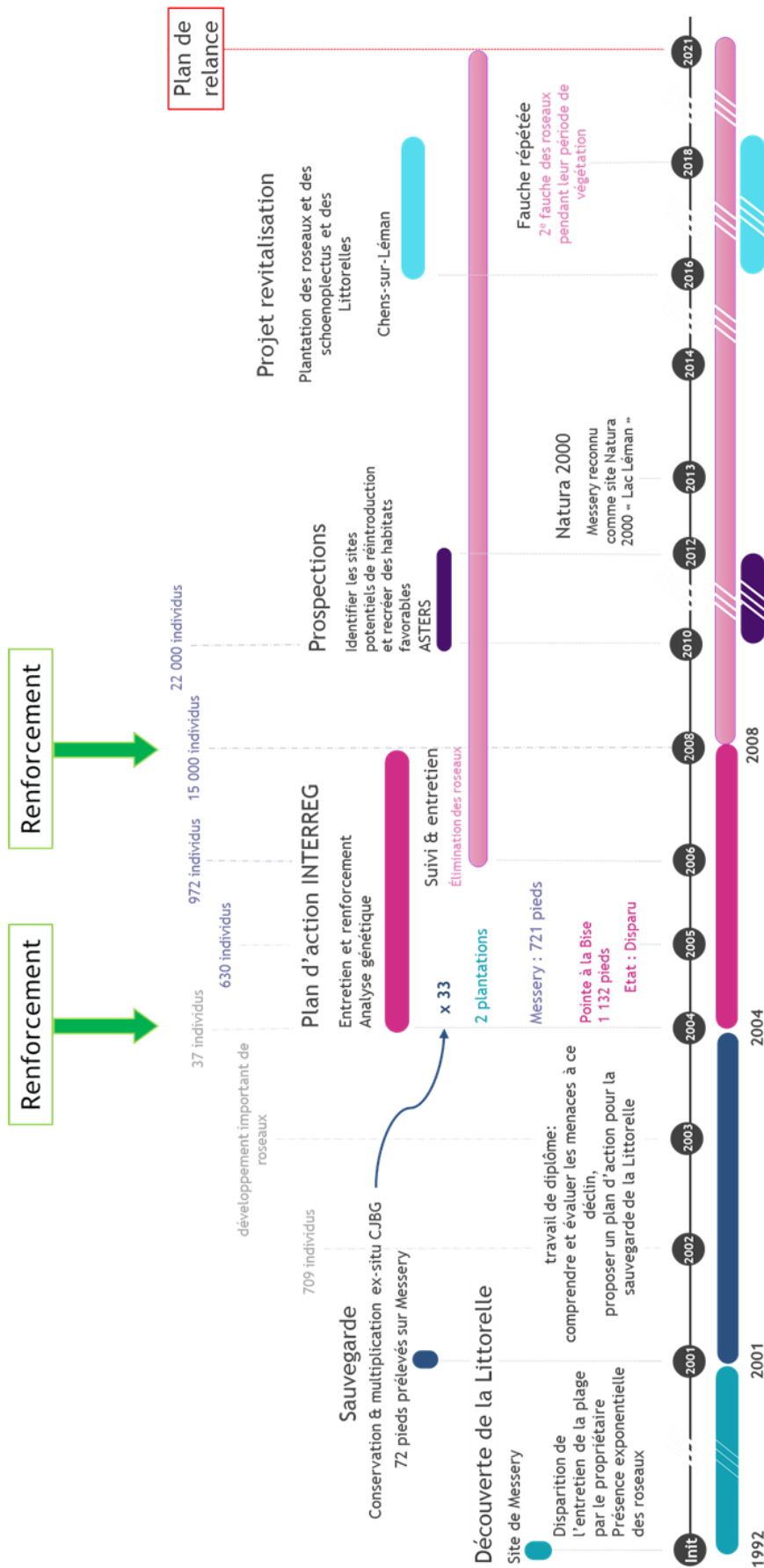
Annexe 9 : Schéma du dispositif pour l'expérimentation de la pénétration racinaire avec différents substrats. (Traduit de Schneider & Achnich, 2020)



Annexe 10: Suivi des placettes 2009,2014,2015,2016,2017) (CJBG, Asters)



Annexe 11: Frise chronologique du projet de réintroduction à Messery pour *L.uniflora* (F.Verhaeghe, 2021)



Annexe 12 Evolution en image du site de Messery depuis le début du projet Littorella uniflora

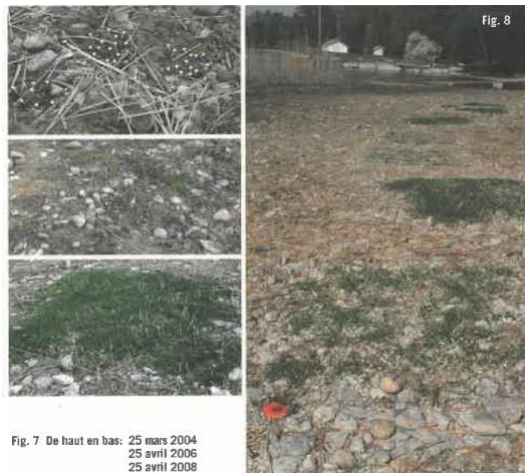


Fig. 7 De haut en bas: 25 mars 2004
25 avril 2006
25 avril 2008

(LAMBELET-HAUETER,C & NACIRI,Y., 2010)

2009

2011

2013



Collectif, 2014)



ASTERS 27/04/2015



ASTERS 26/07/2016

Annexe 13 : Résultats 2019 des quadrats de *L.uniflora* à Chens-sur-Léman (GREN,2019)

Quadrats (Aval vers amont)	Altitude (msm)	Etats de <i>L.uniflora</i> (mai)	Etats des quadrats	Surface colonisée (m ²)	Evolution (04.2016 – 05.2019)
Q1	371.95-372.00	Pleine floraison, totalement exondée	Pas de déchets, substrat propre, pas d'hélophytes recensés. Etat général optimal	13.58 (2.80 x 4.85 m)	+ 6.64 m ² (96%)
Q2	372.00	Pleine floraison, totalement exondée (eau à 3m)	Pas de déchets, substrat propre, quelques hélophytes recensés (et éliminés) : <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , graminée non déterminée. Etat général optimal	11.28 (2.35 x 4.80 m)	+ 4.65 m ² (70%)
Q3	372.00-372.10	Pleine floraison, totalement exondée	Pas de déchets, substrat propre, quelques hélophytes recensés (et éliminés) : <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Lythrum salicaria</i> . Etat général bon Plus à l'ombre que la zone aval. Portion aval côté lac de la surface colonisée, sans raison apparente	7.49 (1.85 x 4.05m)	+ 2.57 m ² (52%)
Q4	372.00-372.10	Pleine floraison, totalement exondée	Pas de déchets, substrat propre, 200 tiges de <i>Phragmites australis</i> et quelques petits <i>Lythrum salicaria</i> recensées (et éliminées). Etat général bon. Plus à l'ombre que la zone aval. Longueur du quadrat côté rive non colonisée sur env. 0.8m ² (présence de roseaux)	7.60 (2.00 x 3.80m)	+ 3.05 m ² (67%)
Q5	372.00-372.10	Pleine floraison, totalement exondée	Pas de déchets, substrat propre, 100 tiges de <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> et 10 tiges de <i>Phragmites australis</i> recensées (et éliminées). Etat général bon. Plus à l'ombre que la zone aval. Longueur du quadrat côté rive non colonisée sur env. 0.6m ² (présence d'hélophytes)	7.35 (1.75 x 4.20m)	+ 2.32 m ² (46%)

Annexe 14 Comptes rendus terrain

17/06/2021 PHYTOSOCIOLOGIE ET TOPOGRAPHIE

Présents : Anne Auriere & Florine Verhaeghe

Matériel de topographie emprunter à l'OFB de Thonon par l'intermédiaire de Jean Claude Raymond
2 décamètres (un de 60m et un de 20m)

Les mesures du niveau du lac ont été prise sur le site : vendredi soir

La mare de la Dranse



Photographie de la mare de la Dranse le 28/04 et 17/06 2021 ©F.Verhaeghe

La topographie a été mesurée sur la longueur de la mare et sur 6 transects

Un pont traverse la mare au $\frac{1}{3}$ ce qui a rendu les mesures plus difficiles. D'autre part, la longueur a été prise avec 2 mètres, les mesures sont donc approximatives.

La distance totale de la mare est de 97.2 m et 75.2m jusqu'au pont.

Les transects ont été créés à partir du haut des berges quand c'était accessible.

La distance entre chaque transect a été définie préalablement mais ajustée sur le terrain suivant les variations topographiques visibles.

La phytosociologie a été couplée aux mesures topographiques (transect et longitudinal) afin d'avoir une cartographie plus localisée des habitats.

Le niveau d'eau de la mare n'était pas à son maximum d'après Rémy DOLQUES cependant elle était environ à 80% de sa capacité. La partie gauche du pont était sèche.



Schéma des mesures topographiques (transversale en orange)

Rive Gauche (RG), Rive Droite (RD), Haut Berge (HB), X = Distance inter T, Y = Distance intra T, Z = Hauteur, SP = Sommet plage, BE (Bord Eau), Prof (Profondeur)

Niveau du lac =		372.24		msm							
Date et heure		17/06/2021 entre 10h et 13h									
L ~60m l~10m		Mare Dranse				Végétation					
Transversale	N	X (m)	Y (m)	Z (m)	Z Diff	Pente	Ligne d'eau	Y	Typologie		
1	HB	7		0.1	0.84	-0.72	-0.36		0.1	ROS 1	
	PB			2.1	1.56	-0.04	-0.0285714		2.1		
	Prof			3.5	1.6	0.05	0.0357143	0.38		[3.5 ; 7]	AQUA1
	Milieu			4.9	1.55	0.11	0.052381	0.32			
	Milieu 2			7	1.44	0.174	0.145	0.18			
	Pb			8.2	1.266	0.591	0.369375			8.3	Chemin
	Chemin			9.8	0.675					9.8	
2	HB	11.6		0.2	0.201	-1.369	-0.4278125		[0.2 ; 2.3]	SAUL1	
	PB			3.4	1.57	0	0	0.34	[2.3 ; 4.8]	ROS1	
	PROF			4.5	1.57	0.08	0.0235294	0.36	[8 ; 9.3]	JONC1	
	Milieu			7.9	1.49	0.025	0.0048077	0.26	[9.3 ; 13]	AQUA1	
	PB			13.1	1.465	0.274	0.3425	0.24	[13 ; 14]	CARI1	
	Chemin			13.9	1.191	0.149	0.0573077			14.1	PEL1
	HB			16.5	1.042					[14.1 ; 14.5]	Chemin
3 chang	HB	26.2		16.7	0.66	-0.83	0.51875		16.7	SAUL1	
	PB			15.1	1.49	-0.13	0.0764706	0.21	15.6	CARI2	
	PROF			13.4	1.62	0.085	-0.0151786	0.35	[13.4 ; 7.8]	AQUA2	
	Milieu			7.8	1.535	-0.06	0.012	0.26	[7.8 ; 10.]	JONC2	
	PB			2.8	1.595	0.31	-0.2818182	0.31	[1.7 ; 3]	JONC2	
	Chemin			1.7	1.285	0.53	-0.4076923			[1.3 ; 1.7]	Chemin
	HB			0.4	0.755					[0 ; 1.3]	PEL1
4	HB	46		0	1	-0.54	-0.45		[1 ; 1.54]	SAUL1	
	PB			1.2	1.54	-0.02	-0.0285714		[1.54 ; 2.35]	CARI2	
	PROF			1.9	1.56	0.02	0.0057143	0.26	[5.40 ; 6.60]	AQUA2	
	Milieu			5.4	1.54	0.03	0.0076923	0.26	[6.60 ; 8.40]	CAREX	
	PB			9.3	1.51	0.4	0.25	0.22	[9.3 ; 10.9]	ROS2	
	Chemin			10.9	1.11					[11 ; 11.9]	Chemin
	HB										PEL1
5 chang	HB	60 / 58.2		0	0.805	-0.678	-0.42375		[0 ; 1.40]	SAUL1	
	PB			1.6	1.483	-0.157	-0.1121429	0.21			
	PROF			3	1.64	0.032	0.032	0.37	[3 ; 4]	AQUA3	
	Milieu			4	1.608	0.054	0.027	0.34			
	PB			6	1.554	0.404	0.2885714	0.28	[6 ; 6.8]	AQUA3	
	Chemin			7.4	1.15					[7.40 ; 8.10]	Chemin
	HB										PEL1
6 (après pont)	HB	Après pont 6.2		0.1	2.17	-0.24	-0.2181818	Y		Typologie	
	PB			1.2	2.41	-0.12	-0.1333333				
	Milieu			2.1	2.53	0.01	0.0166667				
	PB			2.7	2.52	0.895	0.2632353			MIL1	
	HB			6.1	1.625						
Longueur	HB			0	0.28	-1.23		Y		Typologie	
	PB			4.76	1.51	-0.12	-0.037037	[0.80 ; 1.6]		Chemin	
				8	1.63	0.03	0.01	[1.6 ; 4.3]		BERG1	
				11	1.6	-0.03	-0.006	4.3		CAR1	
				16	1.63	0.05	0.00625	4.5		AQUA	
				24	1.58	-0.01	-0.002	[25.5 ; 27.6]		JONC2	
				29	1.59	-0.007	-0.0007	[26.4 ; 27.7]		JONC2	
				39	1.597	0.027	0.0027	[27.7 ; 38.2]		AQUA1 ET 2	
				49	1.57	-0.07	-0.007	[37.10 ; 51.2]		AQUA2	
				59	1.64	0.04	-0.000678	[51.2 ; 54.20]		ROS2	
	Avant jonc +pont				1.6			[54.20 ; 58.2]		AQUA3	
Longueur Chang	Avant Pont			75.2	2.945	0.122		Y		Typologie	
	Après pont			77.2	2.823	0.463	0.0926	7.5		AQUA3	
	Décamètre										
	pont			82.2	2.36	0.22	0.0733333	[7.5 ; 8.9]		ROS2 + SPARG1	
				85.2	2.14	0.535	-0.0891667	[8.9 ; 15.7]		ROS2	
				79.2	1.605	0.005	0.0003333	[15.7 ; 17]		CAR2	
			94.2	1.6					[18.6 ; 24.7]	MIL1	
									[24.7 ; 39.6]	PEL2	

Données topographique brute et code phytosociologique sur la mare de la Dranse.

Messery

4 transects étaient initialement prévus pour calculer la pente moyenne de la plage cependant la végétation était trop développée pour permettre la visibilité. La plage était entièrement submergée. Seulement un transect a été réalisé de la berge jusqu'à 1m de profondeur.



Photographie de Messery lors du relevé topographiques et phytosociologique (17/06/21) ©F.Verhaeghe

Les mesures ne seront pas représentatives mais pourraient servir de comparaison avec ce qui a déjà été réalisé.

Lors de la mesure, mis à part le fait que les phragmites est pris le dessus, des débris de végétation ont été retrouvés sur le bord et un nid a été retrouvé au milieu de la phragmitaie. Une gestion pourrait être adaptée en fonction (arrachage de roseau sur la partie où la littorelle est présente mais en gardant la barrière de roseaux pour la protection des rosettes contre les vagues et pour maintenir l'habitat d'intérêt.

Chens sur Léman

4 transects étaient également prévus sur les 2 sites de renaturation sur Chens sur Léman. Cependant à la vue du temps, nous n'avons pu mesurer qu'un site. Les îlots de littorelles étant entourés de grillage, les transects ont été pris de part et d'autre du grillage. La hauteur de la berge n'a pu être mesuré qu'une seule fois dû à la végétation trop développée. Ces mesures serviront essentiellement pour comparer la méthode sur ce site de renaturation.

18/06/2021 PRELEVEMENT SEDIMENTAIRE

Présents : Jean Marcel Dorioz & Florine Verhaeghe

Mare de la Dranse

3 échantillons ont été prélevés sur la mare

Une analyse à l'œil nu sur l'aspect des sédiments a été réalisée avec l'aide de M. Dorioz.

[Historique de la mare]

Deux zones sédimentaires sont bien distinctes.

1 zone correspondante au milieu de la mare avec de la végétation dense (Roseaux et Joncs) est plus vaseuse et à une couleur brun foncé. La 1ère couche est aérobie sur 1cm puis réduite sur environ 2 centimètres (la couleur noir dû au manque d'oxygène traduit un état anaérobique) et on retrouve en dessous un gravier oxygéné.

Une profonde zone d'argile est nettement représentative à 5cm avec un mélange de gravier à 8cm environ.

L'anaérobiose qui s'effectue libère du phosphore. Dû au confinement des sédiments dans la mare, ils se désoxygènent



Photo du profil sédimentaire

La 2e zone, plus à droite de la mare, dans la partie qui est plus longtemps en eau, est recouverte d'une sorte de biofilm orange (à déterminer). Les graviers sont plus oxygénés ici car ils ne sont pas colorés ou partiellement noirs sur certaine localité de la mare.

Pour une meilleure analyse il serait plus judicieux de récolter et d'analyser des sédiments lorsque la mare est sèche, en période de dessiccation. En effet, quand la mare est à sec, la réoxydation des sédiments s'opère.

Pour la mise en place d'une culture de littorelle il faudrait régulièrement nettoyer le biofilm présent qui peut entraver sa croissance (hypothèse).

Une analyse de l'eau serait aussi intéressante dans le cadre de la réintroduction de la littorelle et pour caractériser la mare de manière générale. Paramètre à analyser : NO_3 , NH_4^+ , PO_4 , Carbone organique, conductivité, pH, fond géochimique (calcium et potassium)

Source de la Dranse ? Doute entre nappe du lac Léman (car même variation) et écoulement de la Dranse (proximité et historique du delta ?)

→ Analyse du pH, de la conductivité, Température et hauteur du lac et débit de la Dranse pour valider ces hypothèses de sources.

Messery

Un relevé sédimentaire a été réalisé car le sédiment était homogène sur la plage. 3 observations à l'œil nu ont été faites pour confirmer. Quelques colorations noires (réduction) sur les plus gros cailloux a été observé mais minime en comparaison avec la mare.



Photographie d'un bloc venant de Messery

Chens sur Léman 2

Lors des mesures topographiques, le site 1 de renaturation sur Chens sur Léman a été visité à cette période. Devant l'îlot 2 un dépôt de débris et une accumulation de vases a été observé.

Lors de cette journée terrain sur les sédiments, une visite sur le site 2 de Chens sur Léman a été effectuée afin de comparer le site en haute eau par rapport à la première visite le 28 avril 2021.

L'îlot qui était déjà envahi sur la moitié par de la végétation de berge était à moitié immergé avec une végétation plus dense.

L'îlot qui se portait bien fin avril avait un bout de bois planté au milieu du gazon de littorale et quelques végétations aquatiques (3 espèces)

Cet îlot était en fleurs fin avril, mi-juin il est entièrement immergé, on peut distinguer le dimorphisme des feuilles de littorales (teinte brune/rouge) et une plus grande longueur qu'à Messery.

Au niveau des sédiments, 2 prélèvements ont été effectués, 1 sur l'avant de l'îlot (côté berge) qui était un peu plus envasé, et un sur le côté droit (face lac) où la littorale s'étendait le plus.

Une différence de granulométrie est visible à l'œil nu à l'intérieur et à l'extérieur de l'îlot

Analyse

Les sédiments ont été récoltés vendredi 18 juin dans des sacs de congélation à zip et ont été déposés dans un bureau à Pringy (bureau CBNA). Sous les conseils de Florent Arthaud, ils ont été mis à sécher dans des bacs au bureau (à défaut d'avoir des étuves) mercredi 23 juin au matin pour stopper l'activité biologique. Le bureau n'étant pas climatisé et soumis à une chaleur assez importante en été, les sédiments ont pu sécher (observation le jeudi 24 juin après-midi), hormis la part très argileuse de la mare (le surplus d'eau a été enlevé pour faciliter le séchage sur le week-end).

Numérotation des prélèvements pour l'analyse :

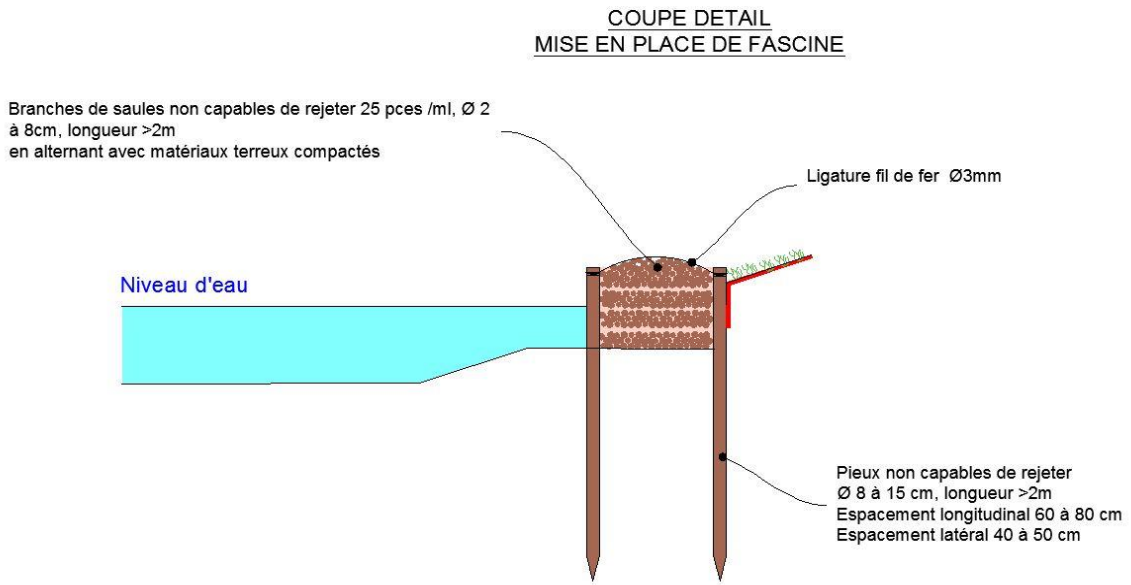
1. = 18/06/21 Dranse 1, sédiment fond (10cm)
2. = 18/06/21 Dranse 1, Vase / Argile
3. = 18/06/21 Dranse 2, gravier + biofilm
4. = 18/06/21 Messery, gravier + racine
5. 18/06/21 Chens 2, îlot 2 avant (berge), vase
6. 18/06/21 Chens 2, îlot 2 côté droit face lac, sédiment

Sous les conseils de Jean Marcel Dorioz, la conductivité a été relevée à la mare de la Dranse, dans la Dranse et dans le Lac Léman. La conductivité servirait à montrer la source de la mare de la Dranse. Les relevés ont été faits avec un multimètre (Conductivité, Température, le total des solides dissous et le pH). Cependant les mesures de pH n'ont pas été prises en compte car l'appareil dysfonctionnait. Ainsi nous avons obtenus les résultats suivants entre 12h et 13h30:

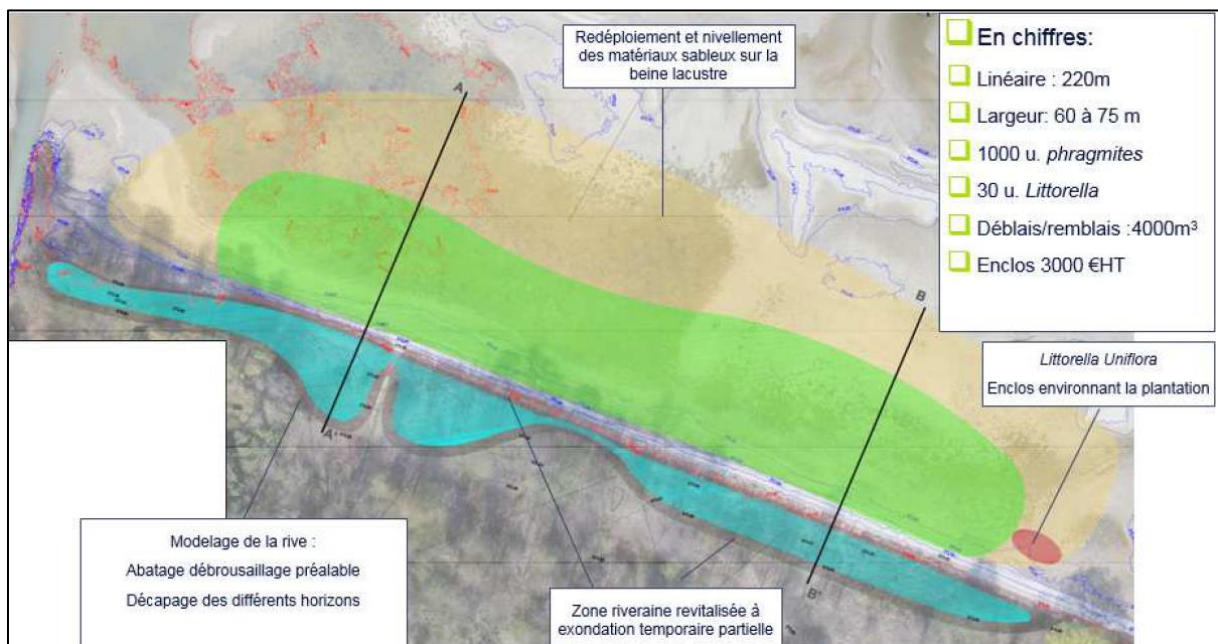
Paramètres	Mare du parc de la Dranse	Dranse 1 (petit bras)	Dranse 2 (Chenal)	Lac Léman
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	406	334	264	237
Température ($^{\circ}\text{C}$)	21.8	15.4	14.8	21.2
TDS (mg/L)	268	221	174	156.3

Cependant ces mesures ne sont pas significatives car elles ont été prises en bordure d'eau. Il faudrait faire un suivi sur plusieurs jours pour avoir une moyenne plus représentative afin de caractériser la mare.

Annexe 15 : Coupe en travers de principe pour la technique de génie végétal "fascine" (SAFEGE, 2021)



Annexe 16 : Plan des aménagements du Vion (SAFEGE 2021)



Rapport de stage : étude et conservation de la Littorelle à une fleur

Résumé : Mon stage a consisté à recenser les projets sur la Littorelle à une fleur (*Littorella uniflora* (L.)). Ce stage s'inscrit dans le plan d'action 2021 d'Asters. Le présent rapport se concentre sur la région Lémanique cependant un rapport plus complet est disponible au sein des deux organismes d'accueils. A la suite d'un travail bibliographique, des données de terrains (topographie et phytosociologie) ont été récoltées sur Messery, Chens-sur-Léman et la mare du Delta de la Dranse. Ces données serviront comme base de référence pour les futurs projets inclus dans le plan d'action (réintroduction ou culture *in-situ*). Au cours de ce stage, des partenariats avec Zürich, Constance et l'Italie se sont formés afin d'agir contre le déclin de *Littorella uniflora* (L.).

Abstract : My internship consisted in listing the projects on the American shoreweed (*Littorella uniflora* (L.)). This internship is part of Asters' 2021 action plan. This report focuses on the Lake Geneva, however a more comprehensive report is available within the two host organizations. Following a bibliographical work, field data (topography and phytosociology) were collected on Messery, Chens-sur-Léman and the pond of the Dranse Delta. This data will be used as a baseline for future projects included in the action plan (reintroduction or *in-situ* cultivation). During the internship, partnerships with Zürich, Constance and Italy were formed to act against the decline of *Littorella uniflora* (L.).

Mots Clés : *Littorella uniflora*, réintroduction, renforcement, Haute-Savoie, Lac Léman

Tuteur académique : Sabine Greulich

Conservatoire Botanique Nationale
alpin : 84 route du Viéran – 74370 Pringy

Conservatoire d'espaces naturels Haute-
Savoie : 84 route du Viéran – 74370 Pringy

Tuteur entreprise :
Sophie Vallée
Chargé de mission Conservation

Tuteur entreprise :
Olivier Billant
Chargé de mission Connaissance Flore & Habitats