

Conservation et restauration de la petite massette dans le cadre des travaux d'aménagement de l'Isère

Stage SYMBHI co-encadré par l'IRSTEA

Barrand Chloé

26/09/2014



Conservation et restauration de la petite massette dans le cadre des travaux
d'aménagement de l'Isère

26 septembre 2014

26 septembre 2014

Résumé

La petite massette est une espèce protégée en Europe et est impactée par les aménagements de l'Isère réalisés par le SYMBHI. Dans ce cadre des mesures compensatoires liées à cette espèce sont demandées à ce dernier. La présente étude a pour objectif de donner les premiers éléments d'un protocole de réintroduction de la petite massette sur ce territoire, en se basant sur des données bibliographiques et de suivis déjà récoltées ainsi que des analyses statistiques réalisées sur ces données.

Abstract

The dwarf bulrush (*Typha minima*) is a protected species in Europe and is affected by the arrangement of the Isere River directed by the SYMBHI. In this context, environmental measures should be implemented. This study aims to give the first elements of a protocol for reintroduction of this species in that territory, based on bibliographic data and tracking data already collected, with statistical analysis of these data.

Table des matières

Liste des tableaux et figures	5
Glossaire	6
Introduction	7
I. Le projet Isère Amont	8
1. Présentation du projet.....	8
2. Rappel du cadre réglementaire dans lequel s'inscrit cette étude.....	9
3. Mesures de compensations mises en place.....	10
4. Problématique de l'étude	11
II. Synthèse des connaissances bibliographiques sur la petite massette	11
1. Nomenclature et description	11
2. Ecologie.....	12
III. Etat de l'art de la littérature, des bases pour la réintroduction	14
1. Facteurs de choix du site de transplantation, menaces.....	14
2. Exemple d'essais de réintroductions.....	16
3. Recommandations pour la réintroduction.....	17
4. Récapitulatif.....	19
IV. Analyses des données terrain.....	20
1. Problématique et hypothèses.....	20
2. Matériel et méthodes	20
3. Résultats.....	23
4. Discussion	26
V. Synthèse et préconisations	28
Conclusion	30
Liste des références bibliographiques	31
Annexes	33

Liste des tableaux et figures

TABLEAU 1: RECAPITULATIF DES PRECONISATIONS ISSUES DE LA LITTERATURE GRISE ...	19
TABLEAU 2: JEUX DE DONNEES ANALYSES ET LEURS CARACTERISTIQUES	21
TABLEAU 3: RESULTAT MODELES (MODELES LINEAIRES GENERALISES) DONNEES 2012, SEULS LES FACTEURS COMPRIS DANS LES MEILLEURS MODELES SONT CONSERVES DANS CE TABLEAU.	23
TABLEAU 4 : COMPARAISON DES TESTS AVEC LES DONNEES DE PRECONISATIONS ISSUES DE LA LITTERATURE GRISE.	27
FIGURE 1: LOCALISATION DES AMENAGEMENTS SUR L'ISERE DE GRENOBLE A PONTCHARRA.....	9
FIGURE 2 : LOCALISATION DES ZONES DE RECOLTE ET DE CULTURE DE PETITE MASSETTE.	10
FIGURE 3: <i>TYPHA MINIMA</i> HOPPE (HESS & AL., 1976-1980).....	11
FIGURE 4: <i>TYPHA MINIMA</i> DANS SON MILIEU. MEYLAN (PHOTO SYMBHI).....	12
FIGURE 5: ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE SUR LES DONNEES ENVIRONNEMENTALES DES STATIONS DE <i>TYPHA MINIMA</i> SUR 43 STATIONS ET 6 VARIABLES : LUMINOSITE (LUMINOSITE), RECOUVREMENT VEGETAL (RECVEG), INVASIVES (INVASIVES), PENTE (PENTE), DISTANCE PAR RAPPORT A L'AMONT (DISTANCEAMONT) ET DYNAMIQUE FLUVIALE (DYNFLUV). LES AXES 1 ET 2 REPRESENTENT RESPECTIVEMENT 30.5 ET 24.7% DE LA VARIABILITE.....	24
FIGURE 6 : DIFFERENCES DE RECOUVREMENT EN <i>TYPHA MINIMA</i> ENTRE 2008 ET 2012 PAR RAPPORT AUX DIFFERENCES DE DYNAMIQUE FLUVIALE, LUMINOSITE ET VEGETATION. TESTS DE CORRELATION.....	25

Glossaire

AFLP : (Amplified Fragment Length Polymorphism) méthode d'analyse hautement sensible utilisée fréquemment dans l'analyse de la diversité génétique.

Anémogame : mode de pollinisation par lequel le pollen est transporté par le vent vers la fleur à féconder.

Diploïde : état diploïde d'une espèce végétale est celui qui correspond à la présence d'un lot double de chromosomes dans le noyau de chaque cellule de l'individu. Se retrouve dans la reproduction sexuée.

Espèces invasives : espèce s'étant établie et se reproduisant naturellement dans un domaine géographique dont elle n'est pas originaire, elle devient un agent de perturbation et nuit à la diversité biologique.

Géophyte : plante dont les organes de renouvellement sont situés dans le sol (ex : rhizomes).

Héliophile : plante qui apprécie l'exposition au soleil et à ses rayonnements (lumière, ultra-violet, chaleur).

Hypogé : qui reste ou se développe sous terre ; opposé à épigé.

Phytosociologie : étude des associations végétales.

Rhizome : base rampante de la tige, le plus souvent horizontale et souterrain, ou situé à la surface du sol qui possède une capacité végétative.

Succession écologique : processus d'évolution libre d'un milieu naturel au cours du temps. Cela consiste en une série d'étapes devant se succéder dans un ordre adéquat : différentes communautés végétales et animales se remplacent.

Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre de ma troisième année d'école d'ingénieur en Agriculture et Environnement à l'établissement Lasalle Beauvais. Un stage de 4 mois au SYMBHI dans les locaux du Conseil général de l'Isère, avec un co-encadrement par l'IRSTEA, m'a permis d'étudier la petite massette, espèce protégée au niveau national.

Le SYMBHI (Syndicat Mixte des bassins hydrauliques de l'Isère), créé par le Conseil général de l'Isère a entamé des travaux de grande ampleur sur les berges de l'Isère dans le but principal de protéger la plaine contre les inondations. Afin de compenser les dégâts résiduels causés par les aménagements sur les rives de l'Isère, des mesures compensatoires ont été mises en place pour compenser les impacts du projet sur les milieux naturels.

La petite massette (*Typha minima* Funck) fait partie des espèces bénéficiant de ces mesures. C'est en effet une plante caractéristique des zones alluviales naturelles, nécessitant une dynamique des cours d'eau non perturbée par des aménagements anthropiques. Elle est actuellement en régression en Europe et répertoriée comme espèce en danger par l'UICN.

Cette étude a pour objectif de proposer un protocole scientifique de réintroduction de cette plante. Elle s'appuie sur la bibliographie (publications scientifiques, littérature grise) et sur les données de suivis déjà récoltées sur les populations de petite massette présentes le long de l'Isère.

Une première partie présentera dans sa globalité le projet Isère Amont, le cadre réglementaire et les mesures compensatoires mises en place.

Dans une seconde partie, un récapitulatif des connaissances recueillies sur la petite massette permettra de mieux comprendre les besoins de cette espèce.

Puis une troisième partie résumera les principaux résultats bibliographiques et ce que l'on peut en conclure en termes de réintroduction.

La quatrième partie reprendra les données déjà récoltées sur les stations de petite massette présentes le long de la rivière, et les analysera pour en ressortir les facteurs influençant le développement de cette dernière.

La dernière phase consistera en la synthèse des deux précédentes parties pour constituer des préconisations pour la réintroduction de *Typha minima* à l'issue des travaux effectués sur le cours d'eau.

I. Le projet Isère Amont

1. Présentation du projet

De Pontcharra à Grenoble (cf. figure 1) des travaux de grande envergure ont été mis en œuvre afin de protéger les zones urbaines contre les crues, et valoriser le territoire. 29 communes sont concernées et près de 300 000 habitants, ce qui constitue environ 50km de linéaire de rivière, soit approximativement 100km de digues.

Cela fait 150 ans que l'endiguement de l'Isère a commencé, cependant les digues se fragilisent et laissent apparaître des zones de fragilité à certains endroits. De plus elles ne résisteraient pas à une crue bicentennale de même ampleur que celle qui ravagea toute la plaine du Grésivaudan en 1859, si cela devait arriver, les dommages atteindraient entre 500 millions et 1 milliard d'euros.

Le Symbhi (Syndicat Mixte des Bassins Hydrauliques de l'Isère) a donc été créé en 2004 par arrêté préfectoral pour gérer les aménagements des berges. Les travaux ont débuté en 2012, ils sont prévus en 3 phases. Le coût global de ce projet est de 112 millions d'euros HT.

Le projet répond à trois objectifs principaux :

- Le premier, est la protection contre les crues des zones urbanisées et urbanisables. Les mesures prises pour y répondre sont l'amélioration des conditions d'écoulement en arasant des bancs et plages de dépôt, le confortement des digues et la création de champs d'inondation contrôlée.
- Un autre but important à atteindre est la restauration des milieux naturels associés à la rivière. C'est-à-dire la renaturation de gravières, la remise en eau de mares, bras morts et autres annexes hydrauliques, la restauration de zones humides, la création de franchissement des axes routiers pour la faune terrestre, la mise en place de dispositifs de franchissement sur les ouvrages hydrauliques, la préservation des espèces protégées, la surveillance des espèces invasives, et finalement la restauration dans une certaine mesure de la mobilité hydraulique de la rivière.
- Le dernier objectif est la mise en valeurs des berges pour le paysage et les loisirs.

26 septembre 2014

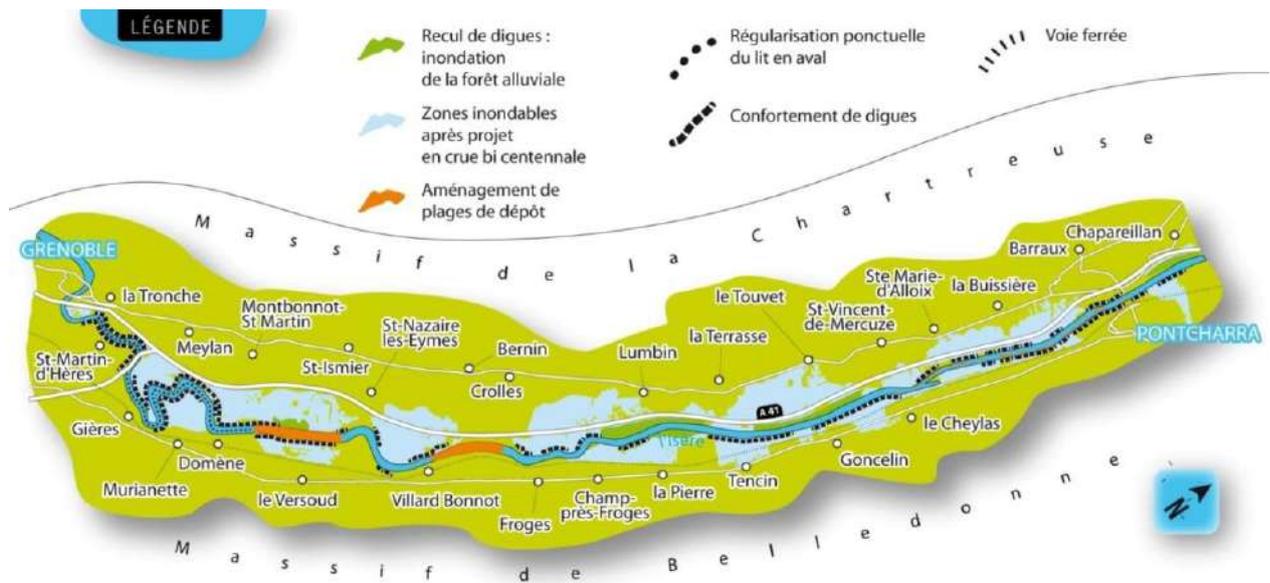


Figure 1: Localisation des aménagements sur l'Isère de Grenoble à Pontcharra

2. Rappel du cadre réglementaire dans lequel s'inscrit cette étude

La petite massette est une espèce protégée au niveau national et inscrite aux Listes Rouges nationales et régionales. La seule présence de la petite massette suffit à caractériser un type d'habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire (annexe I de la directive Habitats) : « formations riveraines à petite massette de l'étage collinéen des régions alpine et péri-alpine et d'Alsace ». Code Corine Biotope : 54.33 ; code Natura 2000 : 7240*.

Il a été estimé que les travaux menés par le Symbhi impacteraient environ 40% du linéaire de petite massette inventorié en 2008, soit 1300 ml. Une demande de dérogation a été faite pour le déplacement ou la destruction d'espèces protégées, en proposant des compensations en contrepartie pour cette espèce.

A l'issue des travaux l'objectif est d'atteindre un linéaire de 14 000 ml d'habitat potentiel pour cette espèce sur l'ensemble de la vallée.

Pour cela différentes mesures ont été mises en place pour limiter les potentiels dommages causés à la petite massette.

- Des mesures de réductions d'impacts, qui portent sur la conservation des stations de petite massette dans les secteurs d'arasement des bancs.
- Des mesures de conservation, qui consistent dans un premier temps à prélever les stations de petite massette qui seraient impactées par les travaux, et leur mise en culture dans des pépinières en partenariat avec le CBNA (Conservatoire Botanique National Alpin). Puis la réalisation d'essais de réimplantations au niveau des bras secondaires et des bancs arasés, ainsi que la gestion des stations existantes à l'amont du projet et qui ne sont pas concernées par les travaux.

3. Zoom sur les mesures de compensations mises en place

Le 3 août 2009 un arrêté préfectoral, délivré sur demande du Symbhi, a autorisé le prélèvement, la destruction ainsi que la capture de certaines espèces (dont la petite massette et le castor), sous réserve que des mesures de compensations soient mises en place.

Ces mesures consistent non seulement à réintroduire les espèces prélevées, mais aussi pour la petite massette, à créer des milieux pionniers favorables à l'espèce. Les travaux ont permis la recréation de pentes favorables pour cette espèce, l'aménagement de gravières, ainsi que des mesures compensatoires spécifiques afin de compenser l'arasement de nombreux bancs ayant un impact fort sur l'espèce.

Un comité scientifique a été établi auquel sont soumises, pour avis, toutes les interventions projetées par le Symbhi.

C'est dans ce cadre qu'une pépinière a été créée à partir de plants de petites massettes récoltés sur les berges de l'Isère avant les travaux. Sur la carte ci-dessous on peut voir les sites où ont été extraites les plantes, ainsi que le site de mise en pépinière (Figure 2).

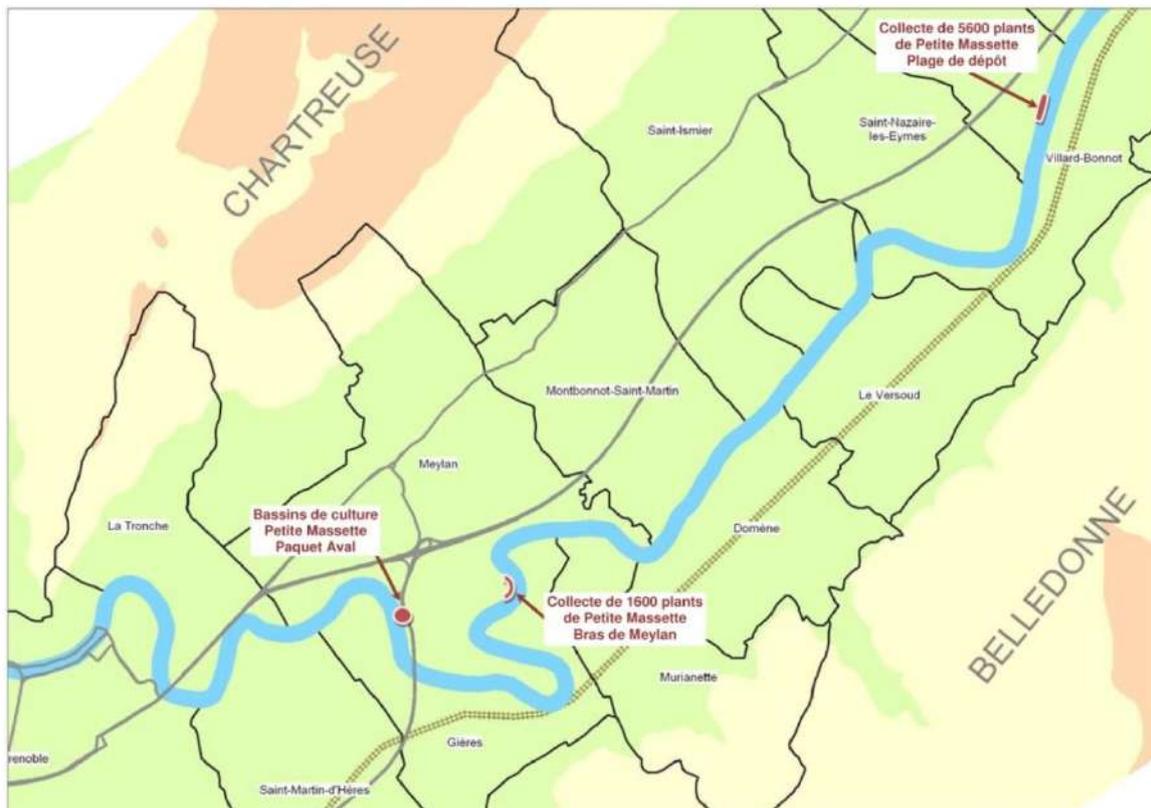


Figure 2 : Localisation des zones de récolte et de culture de petite massette.

De même, des premiers essais de transplantations in situ ont vu le jour sur la première phase de travaux. Ces travaux ont en effet permis l'aménagement de bancs sablo-limoneux adaptés aux besoins de l'espèce. Des plants de *T. minima* issus de la pépinière ont été

26 septembre 2014

réintroduits dans ces zones adaptées. Le détail de ces transplantations est disponible en annexe 1.

4. Problématique de l'étude

Un protocole de transplantation a déjà été utilisé (cf annexe 1), et des stations de petites massettes ont ainsi été mises en places sur les berges de l'Isère. Ces travaux ont fourni de premiers éléments de réponse sur les techniques de transplantation à mettre en œuvre. Des plants de petites massettes ont ainsi été prélevés avant les travaux sur les zones impactées par les travaux, la plante devrait donc se ré-acclimater au mieux dans les zones de transplantation. De plus, des tests sur le développement en pépinière de la petite massette ont été réalisés ainsi que trois types de transplantations différents (racines nues, godets, conteneurs).

Dans le but de valoriser et de développer le travail fait sur la restauration des populations de *Typha minima*, le SYMBHI a décidé de s'associer à l'IRSTEA. Sur la base des premiers résultats de réimplantation, de nouveaux travaux doivent ainsi être menés pour mieux comprendre les causes de succès et d'échec des opérations de restauration. Il s'agira notamment d'étudier plus finement les facteurs de milieux favorables à la petite massette sur les berges de l'Isère, et de mettre en place de nouvelles expérimentations de transplantation prenant en compte de nouveaux facteurs avec des plans d'échantillonnage adaptés.

Dans ce cadre, la présente étude a pour but de poser des bases pour un futur travail de réintroduction permettant de tenir compte des facteurs intrinsèques et extrinsèques influençant le développement de cette espèce.

II. Synthèse des connaissances bibliographiques sur la petite massette

1. Nomenclature et description

Systématique (selon Angiosperm Phylogeny Group II, 2003).

Division : Magnoliophyta
Clade : Monocotylédones
Ordre : Poales
Famille : Typhaceae
Genre : *Typha*

Nom scientifique : *Typha minima* Funck

Nom vernaculaire : petite massette

La petite massette est une plante herbacée vivace de 0,2 à 0,8 m de hauteur avec de longs rhizomes hypogés. Ses inflorescences ont une forme ovoïde (Figure 3). Les épis mâles et femelles mesurent 5 cm de longueur et sont séparés par un intervalle de 0,5 à 3 cm (Ansemet, 2009 ; Csencsics, 2008 ; Kohler, 2006). L'épi mâle de forme allongée se trouve au-dessus de l'épi femelle qui est de forme ovoïde. Les feuilles, trigones, glauques grisâtres et groupées par quatre ou six ne sont présentes que sur les tiges stériles.



Figure 3: *Typha minima* Hoppe
(Hess & al., 1976-1980)

2. Ecologie

Multiplifications végétatives et sexuées

Typha minima est un géophyte diploïde dont la pollinisation est anémogame, c'est-à-dire que ses grains de pollen sont transportés par le vent. Contrairement aux autres *Typha* dont les graines coulent au fond de l'eau, celles de la *T. minima* flottent grâce au péricarpe qui entoure la graine. Celle-ci peut rester viable jusqu'à 1 an après sa dissémination, cependant sa capacité de germination passe de 90,4% à 5 mois, à 43,6% après 8 mois d'après Galeuchet (2002). Ainsi, les fruits de petite massette peuvent se déplacer jusqu'à 1 kilomètre de leur station d'origine (Lambelet-Haueter, 2008). Lambelet-Haueter indique que la floraison est étalée de mai à septembre selon les régions, avec un maximum en juin. Des conditions aérobies sont nécessaires à la germination. La petite massette peut aussi se reproduire par voie végétative, grâce à des fragments de rhizomes ou de mottes, déplacés par l'eau (Ansemet, 2009 ; Csencsics, 2008 ; Kohler, 2006), et par ce moyen atteindre de plus grandes distances par rapport à son point d'origine, grâce à la résistance des rhizomes et sa facilité à se développer même en petite quantité. De plus, « les fragments de rhizomes ont la faculté de percer une couche de plusieurs centimètres de sédiments laissés après le passage d'une crue, permettant à de nouveaux individus de se développer. Ainsi, ils supportent facilement une immersion prolongée lors de crues importantes » (Lambelet-Haueter, 2008).

Habitat



C'est une plante alluviale, héliophile, on la retrouve donc sur les rives des cours d'eau, le long des bras morts ou des bras secondaires des rivières à proximités de montagnes en climat tempéré (Csencsics, 2008). La petite massette est une espèce pionnière, vouée à être remplacée par des espèces plus durables, si le milieu n'est pas perturbé. Elle doit donc régulièrement trouver de nouveaux sites à coloniser. Elle est faiblement concurrentielle et supporte donc peu d'être en présence d'autres espèces herbacées. Elle a de ce fait besoin de sols dépourvus de végétation pour pouvoir se développer (Csencsics, 2008).

C'est une espèce dépendante des crues, car elle se développe dans des sols sablo-limoneux humides présents après les montées d'eau. Ces mêmes crues, peuvent empêcher la succession végétale sans détruire la petite massette si elles ne sont pas trop importantes. C'est une espèce qui dépend donc d'une forte dynamique alluviale (Ansemet, 2009 ; Csencsics, 2008 ; Kohler, 2006).

Figure 4: *Typha minima* dans son milieu. Meylan (photo Symbhi)

26 septembre 2014

Phytosociologie

La petite massette fait partie d'une association végétale particulière, l'*Equiseto-Typhetum minima*, qui comprend comme espèces caractéristiques, en plus de la *T. minima*, le saule à trois étamines (*Salix triandra* L.), le jonc articulé (*Juncus articulatus* L.) et le saule noircissant (*Salix nigricans* Smith) (Ansemet, 2009 ; Kohler, 2006). Cette association est caractérisée par un sol composé d'épais dépôts de sédiments fins continuellement mouillés ou humides et qui se trouve généralement située 10 à 15 cm en dessus des hautes eaux estivales (Kohler, 2006).

Répartition

On la retrouve en Europe et en Asie. Etant une espèce spécifique d'un milieu particulier, sa disparition est corrélée à celle de son milieu.

D'après Prunier(2010), le taux de régression des populations de petite massette était de 85% en 100 ans dans les Alpes. Ceci est dû aux modifications apportées aux cours d'eau (endiguements, chenalisation...). Si elle a quasiment disparue en Suisse et en Allemagne, elle reste présente à l'état naturel dans les Alpes françaises sous le statut de plante menacée. En effet, en France la régression est de 50%, ce qui s'explique par une gestion des cours d'eau différente, moins défavorable à la petite massette (Prunier, 2010). En effet quelques rivières en tresse restent encore présentes sur le territoire. Les ingénieurs hydrauliciens en France ont en effet plus souvent qu'ailleurs choisi de laisser s'écouler la crue centennale en construisant un large chenal d'écoulement qui permet le développement d'îlots adaptés à la petite massette (Prunier, 2010). On peut aussi citer le cas de la Durance, où le régime hydraulique méditerranéen qui génère de grosses crues en automne nécessite le maintien large des rivières pour évacuer le débit de pointe.

Génétique

Dans leur étude, David et al. (2002) ont démontré que les populations de *Typha minima* présentes le long du Rhin possèdent peu de différenciation génétique entre les populations. De ce fait, il est possible de transplanter des graines de populations de petites massettes ne provenant pas spécifiquement du site de réintroduction mais d'un autre site proche, sans modifier notablement la structure génétique des populations. De plus, cette faible diversité génétique serait le témoin d'une perte génétique due à la raréfaction de l'espèce. En effet, d'après Csencsics (2010), les outils génétiques, et plus particulièrement l'utilisation de microsatellites, sont des bons outils pour témoigner du statut de rareté des espèces. Grâce à ces outils il est aussi possible de sélectionner de manière précise les populations les plus aptes à être réintroduites.

Les études génétiques conduites par Till-Bottraud (2010) sur les populations de *Typha minima* présentes sur les berges de l'Isère ont montré une diversité plus importante que dans les populations Suisses, grâce à des marqueurs AFLP. Cependant, les flux de gènes restent limités, ce qui indique que la petite massette est aussi menacée dans cette région.

III. Etat de l'art de la littérature, des bases pour la réintroduction

1. Facteurs de choix du site de transplantation, menaces

Dans cette partie, les facteurs influençant le développement de la petite massette, ont été identifiés dans la littérature scientifique.

Choix du site

Les perturbations causées par l'homme ont entraîné des diminutions de l'habitat des différentes espèces alluviales ainsi qu'un appauvrissement de la végétation (Ansemet, 2010). Sur la rivière Isère en Savoie, les espèces des cours d'eau alpins en tresses, adaptées aux perturbations fréquentes des crues (érosion et dépôt de matériaux alluvionnaires) ont vu la superficie de leurs habitats réduite de 90 % avec les travaux d'endiguement (Girel, 2010). Il devient donc très difficile de trouver des habitats naturels pour réintroduire la petite massette. Il est cependant possible de recréer ces habitats en tenant compte de certains facteurs importants dans le développement de ces plantes.

Dans son étude, Ansemet (2009) tient compte d'un certain nombre de facteurs pour sélectionner les sites appropriés à la réintroduction de la *Typha minima*. Il analyse ainsi la topographie, les paramètres hydrologiques, la végétation, les paramètres pédologiques ainsi que la pression du public.

Selon Ansemet (2009), la petite massette a donc besoin de berges en pentes douces afin que les sédiments puissent s'y déposer, de plus le courant doit être faible lors des crues (10/20 cm/s) (Kohler, 2006)). Le niveau d'eau, lui doit être variable sans provoquer d'inondations prolongées de plus de quelques mois (Werner, 1998), mais garantissant un bon niveau d'humidité dans le sol. Il tient aussi compte du taux de luminosité des sites, qui doit être élevé, comme facteur de choix d'importance.

Pour choisir un bon lieu d'implantation on peut se baser sur la végétation déjà présente, qui donne des informations sur le milieu dans lequel elle évolue. Ainsi, la présence de calamagrostide faux roseau (*Calamagrostis pseudophragmites* (Haller f.) Koeler) ou de saule à trois étamines (*Salix triandra* L.) indique que le milieu est régulièrement soumis aux passages des crues (Kohler, 2006). De même, la présence de roseau (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) est un bon témoin de la présence d'eau dans les sédiments sur lesquels elle pousse. Cependant cette végétation peut aussi être néfaste, les plantes de ces sites peuvent constituer des concurrentes potentielles de *Typha minima*. On peut citer la calamagrostide commune (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) ainsi que les buissons denses de différentes espèces végétales pouvant être présents et qui empêchent le développement de la plante en limitant l'accès aux ressources qui lui sont nécessaires (ensoleillement, nutriments, etc.) (Werner, 1998).

Au niveau pédologique, Kohler (2006) indique que la petite massette se développe sur un sol gris alluvial, profond de 30 à 40 cm afin que les rhizomes puissent se développer, et composé de sédiments fins. La nappe phréatique ne doit pas être trop profonde (entre 15 et 60 cm de profondeur) pour que le milieu reste humide. Enfin, sur les stations naturelles que

26 septembre 2014

Kohler a analysé, la matière organique était assez faible et le pH basique. Ces observations sont appuyées par Prunier (2010) qui affirme que les deux facteurs clés du bon développement de la petite massette sont la nature sablo-limoneuse du sol et la saturation en eau durant la saison de végétation.

Kohler (2006) écarte de plus d'emblée certains types d'habitats, non adaptés pour accueillir la petite massette. Ce sont les falaises, les berges boisées, les tronçons canalisés et les roselières. Il ajoute que les petites massettes peuvent néanmoins évoluer dans des milieux avec des conditions écologiques moins favorables (ombre, substrat grossier...), mais il note que la vitalité des populations se développant dans ces milieux est plus faible que celle des populations présentes sur des stations naturelles. La survie à long terme dans ces stations semble donc compromise.

La pression du public doit être la plus faible possible. En effet *T. minima* est sensible au piétinement (Ansemet, 2010 ; Werner, 1998). Les sites potentiels de réintroduction doivent donc limiter au maximum la présence du public par des mesures de limitation d'accès aux stations de petite massette.

Enfin, sur la rivière Isère, Till-Bottraud (2010) a mis en avant le fait que la situation géographique des stations semble avoir une certaine importance dans le développement de populations de grande taille. De plus, la diversité serait plus élevée dans les sites situés à l'amont, et déclinerait en allant vers l'aval.

Menaces

Till-Bottraud (2010) met en avant la forte diversité intrapopulationnelle existant chez les petites massettes présentes le long de l'Isère, ce qui indique, en dépit d'une croissance clonale potentiellement importante, que les populations sont jeunes. Ces résultats sont en accord avec la dynamique de l'espèce dépendante de la dynamique alluviale (crues). Mais les flux de gènes restent limités, ce qui indique que la dynamique métapopulationnelle est perturbée et l'espèce menacée.

En effet, l'espèce est classée en danger de disparition par l'UICN dans toute l'Europe, notamment en Suisse où des efforts de réintroduction sont entrepris, et fait partie des espèces prioritaires de la flore menacée en France (Lambelet-Haueter, 2008). La petite massette est principalement menacée par des perturbations humaines sur les cours d'eau. En effet, les travaux réalisés dans le cadre de l'industrie hydroélectrique et de protection contre les crues rendent les rives des cours d'eau peu favorables au développement de cette plante.

Il existe cependant d'autres menaces, telles que les activités de loisirs qui provoquent le piétinement des sites par des touristes, la dynamique progressive des populations (succession écologique) ainsi que l'arrivée d'espèces invasives comme la Renouée du Japon. En effet, *Typha minima* supporte peu la concurrence avec d'autres espèces telles que le *C. epigeios*, ou le piétinement qu'il soit humain ou animal. En effet, Werner (1998) met en avant les dommages causés par la faune locale, à savoir les castors (même si ce dernier peut freiner la succession en recépant les salicacées) et les sangliers. Des dégâts causés par le ragondin ont par ailleurs été observés sur l'Isère (Symbhi, 2013).

2. Exemple d'essais de réintroductions

Des réintroductions ont déjà été réalisées et sont riches d'enseignements pour de futures transplantations.

Des essais de réintroductions sur cette espèce ont déjà été menés dans le canton de Genève, les résultats sont mentionnés dans l'étude de Kohler (2006) et celle d'Ansemet (2010). Ainsi, la plupart de ces essais ont échoué, mais pour des raisons différentes : dans certains sites la concurrence avec d'autres espèces était trop rude, la sécheresse a eu raison d'une autre station, certaines zones avaient un substrat trop grossier non adapté au développement de la plante, un site avait un marnage important causant une érosion trop forte des berges et dans certaines des mottes ont été arrachées par le courant ou recouvertes de limon. On le voit donc, de nombreux facteurs peuvent causer l'échec d'une transplantation.

Ansemet (2010) et Csencsics (2008) citent de manière plus prodigue, d'autres essais de réintroduction ayant eu lieu en Suisse. Ainsi dans le canton des Grisons des transplantations à partir de matériel végétal du Jardin botanique de Zürich ont été tentées. Une seule transplantation a réussi, les autres n'ayant pas résisté à une dynamique fluviale trop forte ou des crues trop importantes. Pour lutter contre ces effets, des opérations appropriées sur le cours d'eau ont permis de ralentir son débit, ce qui a eu un effet bénéfique sur les populations de *Typha minima*.

Ces deux études mentionnent aussi un autre essai dans le canton du Valais en 1995. Avant la disparition de l'espèce dans cette zone, du matériel avait été prélevé dans le but de réaliser une future réimplantation sur 6 différents sites. Sur le long terme cette réintroduction semble avoir été un succès puisqu'en 2007, sept populations de petite massette ont été comptabilisées, soit une de plus que prévu, et ce malgré une crue importante trois ans auparavant qui semblait avoir emporté la plupart des stations, mais qui a pu disséminer des rhizomes et des graines de petite massette à d'autres endroits. Csencsics (2008) en conclut que le nombre d'essais réalisés permet d'augmenter les chances de succès d'une transplantation, même dans des milieux moins favorables. De plus, les crues ont permis la dispersion végétative, avec la création non prévue d'une nouvelle station et l'apparition de nouveaux espaces favorables.

Enfin, suite au projet de conservation dans le Parc naturel du Lech tyrolien en Autriche, Csencsics (2008) a pu définir que le succès de la réintroduction de jeunes plants dépend fortement du substrat qui doit être sablo-limoneux et de la présence d'eau en quantité suffisante, indispensable à leur développement. Il ajoute que pour que *Typha minima* s'établisse à long terme, il faut des zones alluviales étendues pour réduire le risque de disparition en cas de crue majeure.

Les essais de réintroductions menés par Werner (1998) sur le Rhône de Finges, lui ont permis de définir des facteurs défavorables à la petite massette. Il met ainsi en garde contre les sols trop graveleux impropres au développement correct des rhizomes, un sol sec au printemps peut ralentir la croissance à un moment crucial du développement de la petite massette, inversement, une inondation prolongée empêche la plante de se développer. Elle

26 septembre 2014

peut cependant supporter une immersion sous 10 à 40 cm d'eau si celle-ci ne dépasse pas quelques mois. Les crues, si elles permettent de déplacer des colonies et remodelent le milieu, peuvent, si elles sont trop fortes, arracher des colonies entières ou les enfouir sous des couches épaisses de sédiments et de gravier. La présence d'un léger couvert de saules est positif, ils ne font pas trop d'ombre et semblent réduire la concurrence des autres herbes. Pour ce chercheur, la revitalisation des cours est indispensable pour recréer des habitats favorables à la petite massette.

3. Recommandations pour la réintroduction

Afin d'avoir une implantation durable, la transplantation doit se faire dans des zones alluviales dynamiques avec des habitats suffisants en surface ou dans des bras latéraux par exemple (Csencsics, 2008). Il vaut mieux réintroduire sur de grandes zones avec une taille de population assez élevée, afin d'augmenter les chances de reprises après des crues de grande ampleur. Toujours selon Csencsics, les zones sans dynamique des cours d'eau comme des étangs ne peuvent être utilisées que pour la multiplication de futurs transplants, car *T. minima* ne peut pas y survivre de manière durable, elle est remplacée par sa succession écologique naturelle. Le hasard a une part importante dans la réussite ou l'échec d'une réintroduction. On peut cependant améliorer les chances de succès à long terme de la réintroduction par la préservation ou le rétablissement d'un habitat approprié et de taille suffisante.

Prunier (2010), préconise de se fier à la présence de végétation particulière (*Calamagrostis pseudophragmites*, *Juncus articulatus* ou *Salix triandra*) pour choisir un site de réintroduction, car elles constituent des révélateurs de conditions stationnelles favorables à la petite massette.

Si on envisage la réintroduction par graines de *Typha minima*, Galeuchet (2002) recommande de les semer rapidement après les avoir collectées. Il a en effet démontré dans ces travaux que la capacité de germination est inversement proportionnelle au temps de stockage des graines, dans son étude il établit qu'après 16 mois la germination est impossible. De plus, la réintroduction par semis ne fonctionne pas aussi bien que la transplantation de jeunes plants (Ansemet, 2010 ; Csencsics, 2008). En effet, il faut un nombre très important de semences dans le cadre de la reproduction sexuée, et du temps. C'est donc un mode de réintroduction nettement moins sûr que la reproduction végétative dans des conditions naturelles. Cependant, très peu d'études ont été réalisées sur la germination des graines de petite massette en milieu naturel, elle reste donc mal connue.

Une autre recommandation est d'introduire un grand nombre de plants de *Typha minima* sur la station avec une grande diversité génétique (Noël 2010 ; Werner 1998). En effet, une diversité génétique limitée est souvent corrélée à une vitalité réduite ce qui peut mener à l'extinction de la population. Ansemet (2010) donne comme indicateur de réussite d'une transplantation une surface totale des colonies de 2 000 à 5 000 m²/km. Sur le long terme, plus les populations sont importantes, plus les conséquences de crues très importantes seront amoindries et les chances de conservation de l'espèce élevées.

26 septembre 2014

Dans son étude, Noël (2010) démontre que le facteur de succès le plus important est la proximité écologique entre le site d'origine de la plante prélevée et son site de réinsertion. C'est-à-dire que plus le site source ressemble au site de transplantation, meilleures seront les chances de réussites. Pour calculer la distance écologique entre deux sites, leur méthode a consisté en la collecte et la comparaison des valeurs écologiques de Landolt, c'est à dire l'humidité, le pH, les nutriments, la luminosité, la température et la continentalité.

Afin de sélectionner de manière plus fine les populations de *Typha minima* aptes à être réintroduire sur un site particulier, Csensics (2010) a testé l'utilisation de microsatellites. Cette méthode moins coûteuse et moins chronophage que d'autres techniques de catalogage génétique semble prometteuse pour de futures études sur la conservation des espèces.

Effectivement, une solution pour préserver les espèces est de gérer artificiellement les habitats en coupant régulièrement les arbres et les buissons (Till-Bottraud, 2010). Cependant des coupes nettes ne sont pas forcément favorables au développement d'une végétation diversifiée. Girel (2003) explique que ce genre de coupes permet à la végétation de repousser plus vite et plus dense, et augmente la sédimentation, ce qui entraîne une diminution de la diversité végétale. Afin d'améliorer cela, il propose de faire suivre les coupes franches d'autres perturbations telles que le brûlage de branches, le raclage du sol et le récurage de dépôts de sédiments. Ces opérations permettent la libération d'espaces disponibles pour des saules et des plantes pionnières.

26 septembre 2014

4. Récapitulatif

Tableau 1: Récapitulatif des préconisations issues de la littérature grise

Transplantation	Préconisation	Références
Choix du site	Zones alluviales dynamiques	Csencsics, 2008
	Grandes zones avec une taille de population assez élevée	Csencsics, 2008
	Berges en pentes douces	Ansemets (2009)
	Taux de luminosité élevé	Ansemets (2009)
	Taux d'humidité élevé	Ansemets (2009)
	Sol gris alluvial, profond de 30 à 40 cm	Kohler, 2006; Prunier (2010)
	Saturation en eau durant la saison de végétation	Prunier (2010)
	Protéger du piétinement par le public	Werner, 1998; Ansemets (2009)
	Présence de végétation indicatrice d'un habitat viable pour la petite massette	Prunier (2010); Kohler, 2006
	Réintroduction par graines	Semer rapidement après récolte
La réintroduction par semis ne fonctionne pas aussi bien que la transplantation de jeunes plants		Ansemets, 2010 ; Csencsics, 2008
Réintroduction de plants	Introduire un grand nombre de plantes sur la station avec une grande diversité génétique	Noël 2010 ; Werner 1998
	Surface totale des colonies de 2000 à 5000 m ² /km = augmenter la surface des colonies transplantées	Ansemets (2010)
Choix des plants ou graines à transplanter	La distance écologique entre le site d'origine de la plante prélevée et son site de réinsertion doit être la plus faible possible.	Noël 2010
	Utilisation de microsatellites pour choisir les plantes les plus adaptées	Csencsics (2010)
Facteurs de réussites/échecs de la réintroduction à long terme	Hasard à une part importante dans la réussite ou l'échec d'une réintroduction	Csencsics (2008)
	Préserver ou rétablir un habitat approprié et de taille suffisante	Csencsics (2008)
	Gérer artificiellement les habitats	Till-Bottraud, 2010; Girel (2003)
	Végétation (plantes concurrentes, invasives) peut avoir un effet négatif	Werner, 1998

IV. Analyses des données terrain

1. Problématique et hypothèses

L'objectif ici est de mettre en avant les facteurs déterminants qui influent sur le développement de la petite massette dans cette zone particulière que constituent les berges de l'Isère. Le but est de vérifier si nos résultats confirment les informations tirées des références bibliographiques, et si d'autres éléments interviennent dans le développement de *Typha minima* qui n'ont pas encore été mis en évidence dans la littérature grise.

Les facteurs qui devraient potentiellement avoir de l'influence sur le développement de la petite massette, tels que la luminosité, la pente, etc... ont ainsi été testés. De plus, des jeux de données de populations de petites massettes de la rivière Isère en Savoie et de la Durance ont permis de faire des comparatifs, et de confirmer de manière plus appuyée certaines hypothèses. Ces résultats sont cependant limités par la faible quantité de données récoltées.

2. Matériel et méthodes

Obtention des jeux de données

Les données ont été collectées par le bureau d'étude Latitude Biodiversité, sur demande du SYMBHI depuis 2008 sur l'Isère. D'autres inventaires ont aussi été réalisés selon le même protocole et par la même entreprise sur la Durance et l'Isère en Savoie.

Les données ont été prélevées selon un suivi en plusieurs étapes. Il consiste dans un premier temps à délimiter la station à l'aide d'un GPS de précision de un mètre. Le protocole de suivi du Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA) est ensuite mis en place afin de définir les aires de présence et de prospection des stations observées (cf. annexe 2). Enfin, une fiche descriptive (cf. annexe 3) est complétée pour chaque station.

Les données recueillies analysables au premier abord (i.e. dans notre cas, des données quantitatives ou catégorielles pouvant être statistiquement testées) sont les données géographiques (coordonnées GPS), la longueur (m), la surface (m²), le nombre d'inflorescences, la fréquence de la petite massette, le substrat, la luminosité, la pente, la densité, la hauteur moyenne, le recouvrement végétal, le recouvrement de la petite massette, la phénologie, la dynamique de la petite massette, la dynamique fluviale et les invasives (cf. annexe 3).

26 septembre 2014

Tableau 2: Jeux de données analysés et leurs caractéristiques

Localisation	Année	Nombre de stations	Méthode de suivi	Opérateur
Isère (Grésivaudan)	2008	31	CBNA	Marie-Laure Geslin, Latitude Biodiversité
Isère (Grésivaudan)	2012	53	CBNA	Marie-Laure Geslin, Latitude Biodiversité
Isère (Combe de Savoie)	2013	66	CBNA	Marie-Laure Geslin, Latitude Biodiversité
Durance (site Sainte-Anne)	2013	17	CBNA	Marie-Laure Geslin, Latitude Biodiversité

Données

Les données qui ont été conservées, car suffisamment complètes pour être analysées sont :

- Les données géographiques : la latitude et la longitude de chaque station, ainsi que la distance en mètre par rapport à l'amont (première station) de chacune d'elles.
- Surface en m² de la station.
- La longueur en m de la station.
- La luminosité : donnée qualitative, évaluée à vue, trois modalités ; ombre, mi-ombre et lumière.
- La pente : donnée qualitative, évaluée à vue, quatre modalités ; faible, moyenne, forte et très forte.
- La densité en *Typha minima* : donnée qualitative, évaluée à vue, cinq modalités ; faible, moyen faible, moyenne, moyen fort et fort.
- La hauteur moyenne des *Typha minima* en m.
- Le taux de recouvrement végétal (%) : permet d'évaluer la concurrence végétale potentielle.
- Le taux de recouvrement de la petite massette (%) : estimation à vue de la représentativité de la petite massette dans la station.
- La dynamique de la Petite massette : donnée qualitative, évaluée à vue, qui renseigne sur le stade de développement des populations de *Typha*, trois modalités ; stade pionnier/colonisation, intermédiaire et régressif/embroussaillage.
- La dynamique fluviale : donnée qualitative, évaluée à vue, trois modalités ; érosion, autre et dépôts.
- Les invasives : présence ou non d'invasives. Donnée disponible uniquement pour l'Isère.

Tests statistiques

Ces données, une fois formalisées dans un dossier Excel, ont pu être analysées par l'intermédiaire du logiciel de statistique R (version 3.1.0 (20 – 04 – 10), R Core Team, 2014), et ses packages « ade4 » (Chessel et al., 2004) et « MuMIn » (Barton, 2014). Ainsi, des **analyses multi-variées** (ACP) ont été réalisées afin de pouvoir observer les comportements des différentes variables entre elles. Ces ACP constituent des résumés de l'information qui sera confirmée par des tests statistiques plus poussés. Des **modèles** (Modèles Linéaires Généralisés) ont aussi été utilisés sur les données de 2012, dans le but d'identifier les

26 septembre 2014

facteurs les plus importants et de tester leurs effets sur la variable d'intérêt. Les facteurs ayant été identifiés comme importants sont ceux inclus dans les meilleurs modèles, c'est-à-dire ceux ayant l'AIC (Critère d'Information d'Aïkaike) le plus faible et ayant une différence d'au moins 2 avec les autres modèles. En d'autres termes, les modèles vont permettre de déterminer quelles variables (luminosité, pente...) ont un effet qui n'est pas dû au hasard sur une variable à expliquer (recouvrement en Typha, surface des stations...).

En parallèle et pour appuyer ces résultats, d'autres tests ont été appliqués. Les données ne respectant pas les conditions des tests paramétriques, des tests de **Kruskal-Wallis** et **Wilcoxon** ont été réalisés sur tous les jeux de données afin de pouvoir comparer les résultats trouvés entre les différentes années et les différents lieux d'observation.

Sur le Grésivaudan, une comparaison des inventaires 2008 et 2012 a été réalisée grâce à des **tests de corrélations** qui ont permis de déterminer comment deux variables évoluent entre elle.

Dans les tableaux et graphiques présentés dans les résultats, * indique le degré de signification du résultat du test (* significatif à *** très significatif) et NS indique que le résultat du test est non significatif.

3. Résultats

Modèle

Le tableau 1 présente les résultats obtenus pour les modèles pratiqués sur les données de l'Isère de 2012. Les facteurs qui paraissent avoir une influence significative, c'est-à-dire que leur effet sur la variable à expliquer n'est pas dû au hasard, sont la luminosité, la pente, le recouvrement végétal, la dynamique fluviale et la présence d'invasives. Il est à noter que ces paramètres n'agissent pas de la même façon sur les différents marqueurs de développement de la petite massette. Ainsi, la taille des stations (surface) est affectée principalement par la luminosité, la pente, le recouvrement végétal, la dynamique fluviale et les invasives, tandis que la hauteur moyenne des *Typha* est impactée par le recouvrement végétal essentiellement de manière négative, c'est-à-dire qu'avec un fort recouvrement végétal la hauteur moyenne a tendance à être moins élevée.

Tableau 3: Résultat modèles (Modèles Linéaires Généralisés) données 2012, seuls les facteurs compris dans les meilleurs modèles sont conservés dans ce tableau.

Variable à expliquer	Variables influentes ou explicatives	t-value	p-value	Effet
Hauteur moyenne <i>Typha</i>	Recouvrement végétal	-2.462	0.01890 *	Négatif
Surface <i>Typha</i>	Luminosité	49.806	<2e-16 ***	Positif
	Pente	-67.605	<2e-16 ***	Négatif
	Recouvrement végétal	-103.250	<2e-16 ***	Négatif
	Dynamique fluviale	-8.492	<2e-16 ***	Négatif
	Invasives	102.999	<2e-16 ***	Positif
Recouvrement <i>Typha</i>	Luminosité	12.514	<2e-16 ***	Positif
	Recouvrement végétal	18.651	<2e-16 ***	Positif
	Dynamique fluviale	3.467	0.000527 ***	Positif
	Invasives	5.419	6.00e-08 ***	Positif

ACP

L'ACP, Analyse en Composante Principale (figure 4) ci-dessous permet d'observer comment les facteurs d'influence interagissent entre eux. La distance par rapport à l'amont a été rajoutée car même si les tests ne l'ont pas confirmé elle semble avoir une certaine influence

26 septembre 2014

sur les populations de *Typha* (Till-Bottraud, 2010). Ainsi, il semble que plus la distance par rapport à l'amont est faible, plus le recouvrement végétal est dense et les invasives sont nombreuses. La pente, quant à elle, apparaît opposée aux variables luminosité et dynamique fluviale. Autrement dit, quand il y a beaucoup de pente, la luminosité est réduite et on constate plus d'érosion sur les berges.

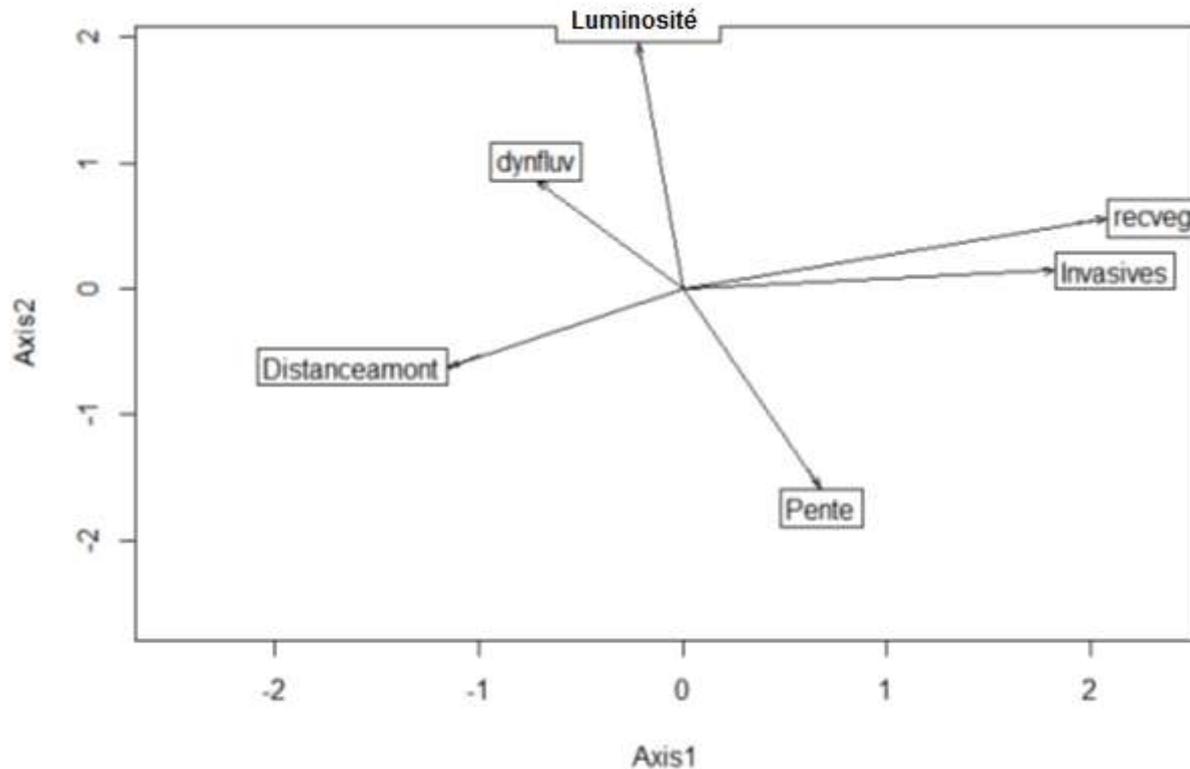


Figure 5 : Analyse en Composante Principale sur les données environnementales des stations de *Typha minima* sur 43 stations et 6 variables : luminosité (Luminosité), recouvrement végétal (recveg), invasives (Invasives), pente (Pente), distance par rapport à l'amont (Distanceamont) et dynamique fluviale (dynfluv). Les axes 1 et 2 représentent respectivement 30.5 et 24.7% de la variabilité.

Tests statistiques

Comparaison avec la Durance et la Savoie

Les tests réalisés sur les données de la Durance et de Savoie n'ont pas donné des résultats très significatifs, notamment pour la Durance à cause d'un manque de données. Certains résultats sont néanmoins exploitables, ainsi sur la Savoie, la luminosité (chi-squared = 6.6891, df = 2, p-value = 0.03) et la dynamique fluviale (chi-squared = 5.7458, df = 2, p-value = 0.056) sont les facteurs qui impactent le plus la densité en petite massette des stations observées. Autrement dit quand la luminosité est forte, la densité en *Typha minima* est plus élevée, de même avec une dynamique fluviale élevée (présence de dépôts de limon) la densité est plus forte. La luminosité semble aussi avoir un effet sur la dynamique de la petite massette (chi-squared = 17.657, df = 2, p-value = 0.0001 ***), dans les lieux avec une luminosité forte les populations de *Typha* sont le plus souvent dans un stade pionnier de

26 septembre 2014

colonisation, tandis qu'à l'ombre les populations de *Typha* sont à des stades plus avancés de type régressif.

Différences 2008 - 2012

Pour comparer les années 2008 et 2012, les facteurs qui ont été gardés sont la dynamique fluviale, la luminosité et le recouvrement végétal pour des raisons pratiques, ces données étant suffisamment complètes entre les deux jeux de données pour être analysées.

En ce qui concerne les différences entre 2008 et 2012 sur l'Isère, les populations de *Typha* semblent suivre la même dynamique que le reste de la végétation. Il y a en effet, comme on peut le voir sur la figure 5, une corrélation positive entre les différences de recouvrement de végétation et celles de petite massette. De même le recouvrement en *Typha minima* apparaît corrélé de manière significative avec la luminosité. En revanche il n'y a pas d'influence significative détectée entre la dynamique fluviale et le recouvrement en *Typha* pour la durée qui sépare les observations de 2008 et de 2012.

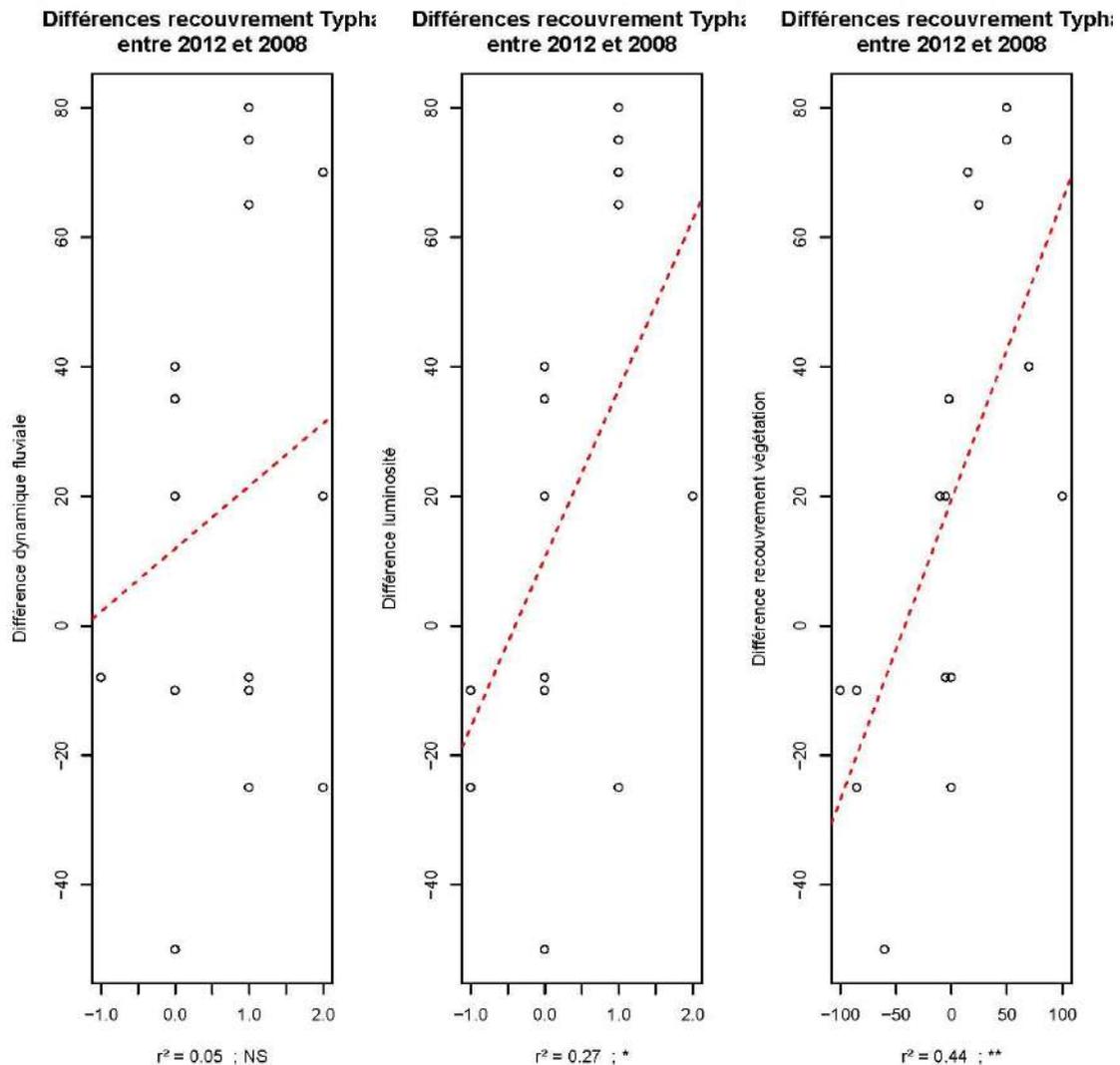


Figure 6 : Différences de recouvrement en *Typha minima* entre 2008 et 2012 par rapport aux différences de dynamique fluviale, luminosité et végétation. Tests de corrélation.

26 septembre 2014

4. Discussion

Certains points vus dans les articles scientifiques analysés ont été confirmés par les données récoltées sur l'Isère, la Durance et la Savoie (Tableau 3). Ainsi, la dynamique fluviale semble avoir un impact certain sur les colonies de petites massettes le long de l'Isère comme mis en valeur dans l'article de Csencsics, 2008. En effet, dans les zones où les sédiments forment des dépôts, les populations de petite massette se développent bien, contrairement aux zones en érosion où la pente est plus abrupte et le milieu moins à même d'accueillir cette plante pionnière. Dans cette même logique, le choix de la zone de réimplantation est importante (Ansemet, 2009 ; Csencsics, 2008 ; Kohler, 2006 ; Prunier, 2010), il faut préférer des zones en pentes douces, avec une luminosité élevée, et si possible peu de végétation concurrente, afin d'optimiser au mieux la réintroduction en *Typha minima*.

En revanche, les résultats sont difficilement comparables entre les différentes années, car il y a eu une évolution de la méthode de suivi, ce qui entraîne certains biais dans l'interprétation des résultats. Par exemple, les jeux de données sont de tailles différentes, et il est difficile de savoir si c'est à cause de l'apparition de nouvelles populations de *Typha* ou parce que certaines n'avaient pas été recensées en 2008. De même il est difficile de faire des comparaisons valables entre les différentes régions de présence de *Typha minima*, les données n'ayant pas été relevées au même moment sur la Durance, l'Isère et la Savoie, et certaines variables recueillies n'étant pas les mêmes entre ces lieux (densité au lieu de surface par exemple). Cependant, malgré ces biais, les tests réalisés sur la Durance et la Savoie viennent appuyer les résultats des tests faits sur l'Isère par leur adéquation avec les résultats déjà obtenus sur les populations de petite massette présentes entre Pontcharra et Grenoble. De plus certaines variables considérées comme importantes dans la littérature scientifique comme le type de substrat n'ont pas été pris en compte car celui-ci était toujours le même le long de l'Isère.

De façon assez inattendue, il a été observé des corrélations positives entre certaines caractéristiques des stations de *Typha* et la couverture végétale d'une part et la présence d'espèces invasives d'autre part. Cette corrélation n'exprime pas forcément un effet positif sur *Typha minima*, ce qui irait à l'encontre de la littérature (Werner, 1998). Cependant ces résultats sont relativement logiques puisque les milieux qu'affectionne *T. minima* sont les mêmes qu'affectionnent d'autres espèces telles que *Calamagrostis pseudophragmites*, le jonc, la prêle, les saules...mais aussi certaines invasives (pente douce, luminosité importante (Ansemet, 2009 ; Csencsics, 2008 ; Kohler, 2006 ; Prunier, 2010)). A terme, la compétition avec ce voisinage pourrait avoir des effets délétères sur ces stations de *T. minima*, d'où l'intérêt de poursuivre des recherches sur l'importance de la compétition dans l'établissement et le maintien des stations de *T. minima*. Cette affirmation peut cependant être relativisée d'après les observations terrains concernant les invasives, notamment pour le buddleia et la renouée du Japon qui ne se développent pas sur les parties les plus basses des berges où les conditions sont plus humides (pieds immergés).

Conservation et restauration de la petite massette dans le cadre des travaux
d'aménagement de l'Isère

26 septembre 2014

Pour aller plus avant dans de prochaines analyses, il pourrait être pertinent de recueillir des données plus précises et systématiques sur les invasives (quantité, surface...), ou des données sur la présence ou non de piétinement par du public (pêcheurs, marcheurs...).

Enfin, en ce qui concerne la part de hasard dans le développement des stations, il semble qu'il joue un grand rôle ici. Cela est mis en évidence par la variabilité des résultats qui sont observés.

Ainsi, malgré le fait que tous les facteurs mis en évidence dans la bibliographie n'ont pas pu être analysés et démontrés ici, le jeu de données disponibles ne contenant pas toutes les informations nécessaires pour ce type de travail, des résultats intéressants ont néanmoins pu être mis en évidence.

Tableau 4 : Comparaison des tests avec les données de préconisations issues de la littérature grise.

Préconisations bibliographiques	Vérification ou non par les tests
Zones alluviales dynamiques	La dynamique fluviale semble avoir un effet sur le recouvrement végétal de petites massettes, la surface des stations et la hauteur moyenne des petites massettes
Grandes zones avec une taille de population assez élevée	Pas testé
Berges en pentes douces	Effet sur la surface des stations et recouvrement en <i>Typha</i>
Taux de luminosité	Oui
Taux d'humidité	Pas testé
Sol gris alluvial, profond de 30 à 40 cm	Pas testé (ici la quasi-totalité des sols sont de même nature, ce qui rend la comparaison plus difficile)
Saturation en eau durant la saison de végétation	Pas testé
Piétinement par le public	Pas testé
Présence de végétation indicatrice d'un habitat viable pour la petite massette	Pas testé
Semer rapidement après récolte	Pas testé
La réintroduction par semis ne fonctionne pas aussi bien que la transplantation de jeunes plants	Pas testé
Introduire un grand nombre de plantes sur la station avec une grande diversité génétique	Pas testé
Surface totale des colonies de 2000 à 5000 m ² /km	Pas testé
La distance écologique entre le site d'origine de la plante prélevée et son site de réinsertion doit être la plus faible possible.	Pas testé
Utilisation de microsatellites pour choisir les plantes les plus adaptées	Pas testé
Hasard à une part importante dans la réussite ou l'échec d'une réintroduction	Oui
Préservation ou le rétablissement d'un habitat approprié et de taille suffisante	Pas testé
Gérer artificiellement les habitats	Pas testé
Végétation (plantes concurrentes, invasives) peut avoir un effet négatif	Non (sous réserve de tests plus approfondis)

V. Synthèse et préconisations

Suite aux tests réalisés et aux informations issues de la littérature grise, il est possible de faire des préconisations afin d'optimiser au mieux la réintroduction de *Typha minima* sur les berges de l'Isère.

Le choix du site de réintroduction est déterminant pour la réussite d'une transplantation. Il est donc très important de faire des inventaires et des reconnaissances au préalable. Ainsi les tests ont démontré que pour un développement optimal des populations de petites massettes, il est recommandé de choisir des stations avec une luminosité élevée et une pente faible. La dynamique fluviale joue un rôle important aussi. Ainsi il vaut mieux choisir des lieux avec une dynamique importante qui permet de renouveler l'habitat. Un suivi plus précis de la dynamique fluviale lors des inventaires (photos, situation hydrologique...) permettrait de faire des préconisations plus précises (vitesse, intrados, extrados...). La littérature grise recommande de plus de sélectionner des sites avec un substrat de type limono-argileux.

Pour pouvoir compléter ces résultats il serait également intéressant de regarder quelles peuvent être les effets des invasives et d'un recouvrement végétal dense sur le long terme, et si cela constitue un point de vigilance à surveiller et à éventuellement contrôler artificiellement par des coupes ou des fauchages.

Pour optimiser au mieux la réintroduction il est recommandé de prévoir des grandes populations de petite massette dès la transplantation pour augmenter les chances de survies au long terme de celle-ci. Limiter l'accès au public est aussi une condition logique et fortement réalisable à mettre en œuvre pour éviter le piétinement. Enfin la gestion artificielle des habitats transplantés peut aussi être testée. Par la réalisation de fauches et de brûlages (Till-Bottraud, 2010), et de voir si ces stations se développent mieux que celles laissées à la merci de la nature. A noter que, cette méthode d'entretien à un coût et n'est pas viable sur le long terme. Il est en effet plus pérenne de restaurer une dynamique alluviale de la rivière caractéristique de cette espèce.

En ce qui concerne la transplantation par plants et celles par graines, les préconisations sont les suivantes : A première vue la transplantation par graines semblerait moins efficace notamment à cause de la dynamique alluviale élevée qui a tendance à disséminer les graines. Envisager des tests plus approfondis sur cette méthode pourrait se révéler à terme moins coûteux et moins chronophage car elles nécessiteraient moins de main-d'œuvre pour la mise en pépinière de plants de *Typha minima*. Sous réserve de trouver une méthode de suivi scientifique qui permettrait de mesurer son rendement par rapport à la réintroduction par plants.

Pour aller plus loin, même si les castors peuvent aussi avoir un impact négatif par le piétinement des stations. Ces derniers pourraient cependant constituer des régulateurs naturels de la végétation concurrente à la petite massette, notamment en saules. Il serait donc intéressant de vérifier si cette faune n'est pas plus bénéfique que nuisible sur les stations de *Typha minima*.

26 septembre 2014

A propos des saules, s'ils peuvent entrer en compétition avec la petite massette, ils stabilisent aussi les bancs de limons sur lesquels se trouvent les placettes de Typha face aux crues et rendraient ainsi les stations plus pérennes dans le temps même si ces dernières seraient plus recouvertes.

Enfin, il a été mis en évidence que le recouvrement végétal n'était pas nécessairement négatif pour le développement des petites massettes. Sur les stations déjà réimplantées, il pourrait être intéressant de regarder si la petite massette peut se développer dans des lieux où il y a déjà un certain degré de végétation en place (saules, jonc articulé, prêle...) et jusqu'à quel niveau de recouvrement végétal il lui est encore possible de s'implanter.

26 septembre 2014

Conclusion

Le développement de cette plante étant dépendant d'une multitude de facteurs, la protection et la réintroduction de la petite massette est un sujet complet. A travers cette étude, il a été possible de définir plus précisément quels sont ces facteurs qui influencent son développement, et quels en sont leurs impacts.

Ce travail est le prélude à des travaux plus approfondis entre le Symbhi, porteur du projet Isère amont, et le centre de recherche de l'IRSTEA qui apportera son expertise scientifique par l'optimisation d'un protocole de réintroduction, afin de répondre aux objectifs de l'arrêté préfectoral en terme de linéaire à atteindre à l'issue des travaux de la restauration.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que la petite massette est une espèce pionnière, et qu'en tant que telle, elle constitue un excellent bio-indicateur d'une rivière possédant une dynamique alluviale spécifique. Les opérations de transplantations ne sont donc qu'un moyen de conservation de cette espèce. Si, au terme des travaux cette espèce arrive à se développer et à perdurer sans l'aide d'entretiens et d'opérations anthropiques, cela signifiera que l'objectif principal de restauration du fonctionnement naturelle de la rivière Isère est atteint.

Liste des références bibliographiques

Ansemet L., 2009. Projet de restauration des berges de l'Arve (GE) en vue d'une réintroduction de la petite massette (*Typha minima* Hoppe). Thèse de Bachelor : Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève. 62p +annexes.

Chessel, D. and Dufour, A.B. and Thioulouse, J., 2004. The ade4 package-I- One-table methods [logiciel]. R News. 4: 5-10.

Csencics D., Galeuchet D., Holderegger R., Keel A., Lambelet C., Müller N., Werner P., 2008. La petite massette, habitant menacé d'un biotope rare. Notice pour le praticien. Birmensdorf: WSL. 8p. ISBN 1012-6554.

Csencics D., Brodbeck S., Holderegger R., 2010. Cost-Effective, Species-Specific Microsatellite Development for the Endangered Dwarf Bulrush (*Typha minima*) Using Next Generation Sequencing Technology. Journal of heredity, volume 101, n°6. p.789-793.

Galeuchet D. J., Holderegger R., Rutishauser R., Schneller J.J., 2002. Isozyme diversity and reproduction of *Typha minima* population on the River Rhine. Aquatic Botany volume 74. p.19-32.

Girel J., Vautier F., Peiry J.-L., 2003. Biodiversity and land use history of the alpine riparian landscapes (the example of the Isère river valley, France). In: Mander & M. Antrop. Multifunctional Landscapes, Volume 3: Continuity and Change. Southampton: WIT-Press, International series on Advances in Ecological Sciences. p.167-200.

Kamil Barton, 2014. MuMIn: Multi-model inference [logiciel]. R package version 1.10.0. <http://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>

Köhler C., 2006. Recherche de sites favorable pour la réimplantation de *Typha Minima Hoppe* dans le canton de Genève. Thèse de Bachelor : Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève. 53p + annexes.

Lambelet-Haueter, C., C. Köhler et P. Prunier, 2010. Eléments biologiques et taxonomiques pour la conservation de la petite massette (*Typha minima* Hoppe) dans l'arc alpin. *Saussurea*, volume 40. p.123-134.

Noël F. et al., 2010. Establishment success of 25 rare wetland species introduced into restored habitats is best predicted by ecological distance to source habitats. Biological Conservation, volume 144. p.602-609.

Plan d'actions – Programme Interreg IIIa, 2007. La petite massette – *Typha minima* Funck [En ligne]. Consulté le 4/06/2014. Disponible sur : <http://www.tela-botanica.org>

Prunier P., Garraud L., Köhler C., Lambelet-Haueter C., Selvaggi A., Werner P., 2010. Distribution et régression de la petite massette (*Typha minima*) dans les Alpes. Botanica Helvetica, volume 120. p.43-52.

Prunier P., Köhler C., Lambelet C., Frossard P.A., 2010. Espèces caractéristiques et positionnement syntaxonomique des communautés à petite massette (*Typha minima*) : une contribution au choix des sites de réintroduction d'une espèce alluviale menacée. Botanica Helvetica, volume 120. p.95-103.

26 septembre 2014

Till-Bottraud I., Poncet B.N., Rioux D., Girel J., 2010. Spatial structure and clonal distribution of genotypes in the rare *Typha minima* Hoppe (Typhaceae) along a river system. *Botanica Helvetica*, volume 120. p.53–62.

R Core Team, 2014. R: A language and environment for statistical computing [logical]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Vautier F., Peiry J.-L., Girel J., 2002. Développement végétal dans le lit endigué de l'Isère en amont de Grenoble : du diagnostic à l'évaluation de pratiques de gestion. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, supplément 9. p.65-79.

Werner P, 1998. Essais de réintroduction de la petite massette *Typha minima* sur le Rhône de Finges, VS et recommandations pour la revitalisation des grandes rivières alpines. *Bulletin de la Murithienne*, no. 116. p. 57-68.

Sites internet :

CBNA, 2014. Conservatoire botanique national alpin [en ligne]. Date de consultation : 15/07/2014. Disponible sur : <<http://www.cbn-alpin.fr/>>

IUCN, 2014. IUCN, International Union for Conservation of Nature, helps the world find pragmatic solutions to our most pressing environment and development challenges [en ligne]. Date de consultation: 10/07/2014. Disponible sur : <<http://www.iucn.org>>

Symbhi, 2014. Le Symbhi [en ligne]. Date de consultation : 3/07/2014. Disponible sur : <<https://www.isere.fr/symbhi/>>

26 septembre 2014

Annexes

Annexe 1 : Synthèse du protocole de réintroduction de la petite massette déjà mis en place sur les berges de l'Isère par le SYMBHI.

Annexe 2 : Fiche de relevés Petite massette

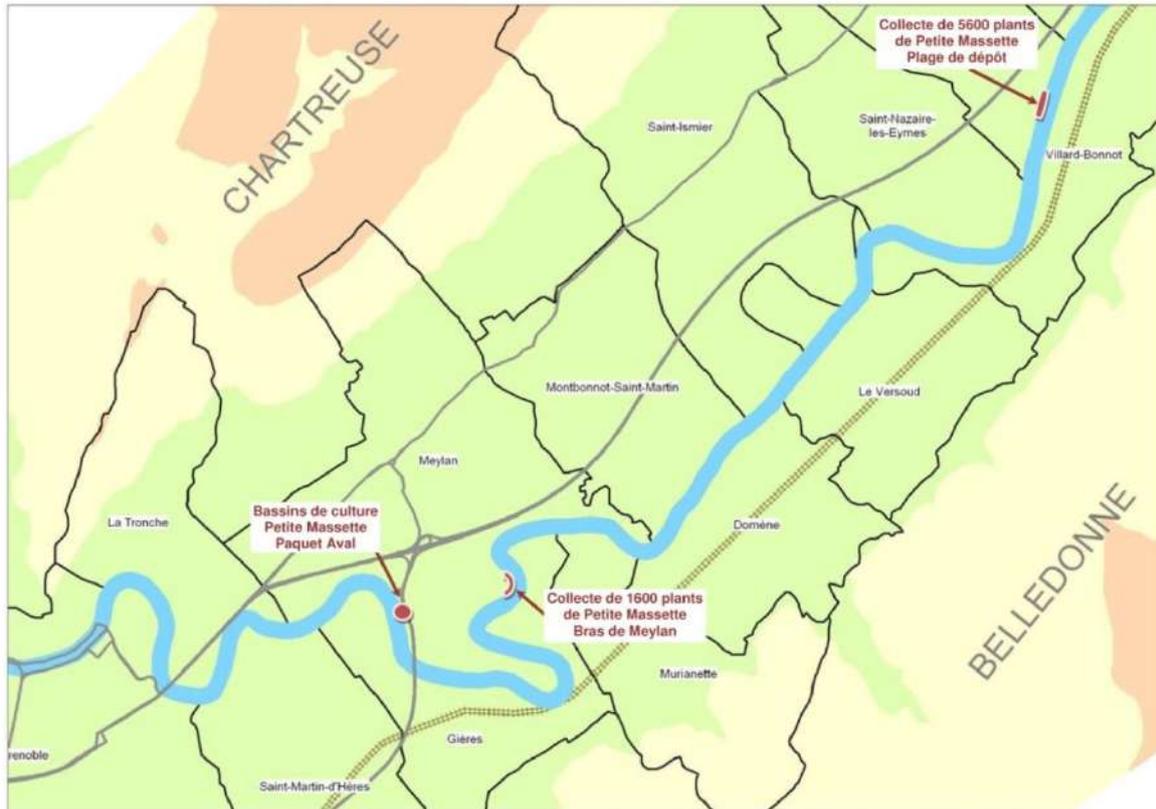
Annexe 3 : Protocole CBNA

26 septembre 2014

Annexe 1 : Synthèse du protocole de réintroduction de la petite massette déjà mis en place sur les berges de l'Isère par le SYMBHI.

- **Avant travaux** (Automne – Hiver 2012-2013)

Prélèvement de 7200 plants de petite massette sur 2 sites concernés par les travaux.



- **Mise en pépinière** (Automne – Hiver 2012-2013)

Sur le site Paquet Aval, mise en place de deux bassins :

- Plantation en plein à 10-15 plants/m²
- Containers (en eau) à 10 plants/conteneurs/m²

Des tests ont aussi été réalisés avec des pourcentages variables d'engrais verts ou de corne broyée apportés aux cultures.



- **Réimplantation** (2013)

26 septembre 2014

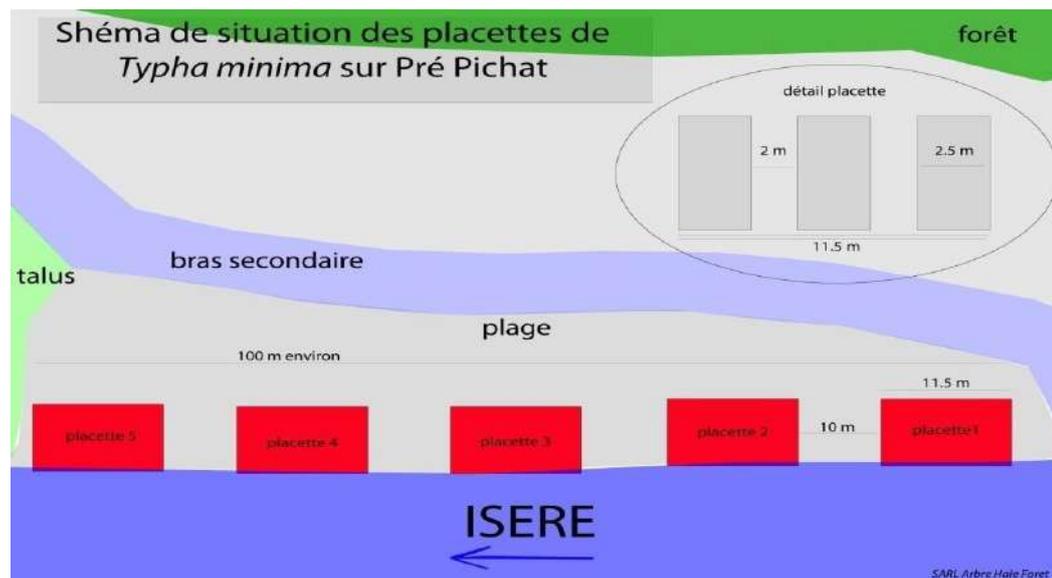
⇒ Bras de Meylan (septembre)

Des boutures prélevées dans la pépinière ont été replantées dans un bras de l'Isère à Meylan. Plantations manuelle de plants conditionnés en godets, racines nues ou conteneurs. Supervision par le Comité scientifique des Espèces Protégées.

⇒ Pré Pichat (octobre)

5 placettes avec :

- 5 pots
- 1300 racines nues
- 151 conteneurs comprenant 20 plants à minima



▪ **Prévu pour l'été 2014**

⇒ Domène

3 placettes présentant des séquences de 3 réimplantations répétées 5 fois.

- 1 placette = 15 bandes de racines nues
15 bandes de godets 9x9 cm
15 bandes de conteneurs
Soit 11850 plants

⇒ Bras connecté de Pré Pichat

20 conteneurs

20 tâches de 4 m² en racines nues à fortes densités (8 et 12 u/m²)

Soit environ 1400 plants

Intervenants :

Arbre Haie Forêt et la Compagnie des Forestiers, sous l'expertise du Conservatoire national botanique alpin.

- **Autres données de la fiche descriptive**

Plusieurs informations sont relevées sur le terrain afin d'obtenir une description précise de chaque station :

Contexte stationnel :

- le **substrat** : la Petite massette se développe sur un substrat sablo-limoneux, cependant quelques fois elle peut se développer sur des galets (avec toutefois la présence de limons dans les espaces interstitiels) ou dans des secteurs présentant d'importantes laisses de crues ;

- la **luminosité** : la Petite massette est une plante pionnière qui se développe principalement en pleine lumière, cependant certaines stations se développent à mi-ombre ou même sous couvert arbustif dense. Il est important de noter que certaines stations présentent différents faciès et que la majorité d'entre elles se développent en pleine lumière ;

- la **pente** : les milieux pionniers favorables à la Petite massette sont principalement des plages limoneuses à faible pente, dans certains cas, la Petite massette se développe sur des banquettes le long des cours d'eau ;

- la **dynamique fluviale** : cette notion n'est pas toujours évidente à appréhender, c'est pourquoi ce paramètre n'est pas toujours renseigné ;

Description de la population de Petite massette :

- la **densité de Petite massette** : cette notion est une estimation à vue de la densité de Petite massette sur l'ensemble de la station ;

- le **taux recouvrement de la végétation (%)** : ce paramètre permet d'évaluer la concurrence végétale potentielle, en milieu pionnier cette valeur est basse ;

- le **taux de recouvrement de la Petite massette (%)** : cette estimation à vue permet d'estimer la représentativité de la Petite massette dans la station (cette notion ne tient donc pas compte de la végétation présente) ;

- la **phénologie** : ce paramètre permet de connaître le stade de développement de la Petite massette au moment du passage ;

- la **dynamique de la Petite massette** : cette notion permet de préciser s'il s'agit d'une station en situation pionnière qui devrait pouvoir s'étendre et se densifier, ou au contraire d'une station qui est en cours de colonisation par les formations arbustives et pour laquelle la succession végétale est à un stade défavorable pour la Petite massette ;

- le **nombre d'inflorescences** : Il est obtenu par un comptage exhaustif des tiges fleuries de la station en pleine floraison. Les niveaux d'eau en période de floraison ont été une contrainte forte pour les inventaires.

26 septembre 2014

- **Annexe 3** : Protocole CBNA

Le Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA) a mis en place des protocoles communs de suivis d'espèces patrimoniales. Ce protocole comprend plusieurs niveaux d'approche, de la station au territoire.

Le protocole définit plusieurs aires :

- **l'aire de présence (AP)** qui est la surface réelle occupée par l'espèce et délimitée par les points extérieurs de présence de l'espèce ;

- **l'aire de prospection** correspond à la zone prospectée incluant donc les aires de présence de la Petite massette et les secteurs où elle n'est pas présente mais a été recherchée.

La définition de l'aire de présence consiste en une délimitation précise de la station à l'aide d'un GPS dont le niveau de précision est supérieur au mètre. La délimitation de la station nécessite la prise d'un nombre de points GPS important de manière à obtenir des données précises. Le nombre de points dépend de la taille de la station.

L'aire de prospection correspond ici à la zone d'étude, puisque l'ensemble du site est prospecté.

Dans chaque station, la fréquence de la Petite massette est évaluée en utilisant la méthode des points contacts. Il faut mettre en place deux transects perpendiculaires dans les plus grandes dimensions à l'intérieur de la station. Ensuite l'intervalle entre les points contacts est évalué de manière à réaliser au moins 100 points contacts sur les deux transects cumulés.