

# Projet de renforcement et de réintroduction de populations de saxifrage œil-de-bouc *Saxifraga hirculus* L. dans le Jura français

Version 3, validée par le COPIL PNA en séance du 14/06/16 puis  
consultation du 04/11/2016, validé par le conseil scientifique CBNFC/  
Pôle lorrain en séance du 09/11/2016

Document diffusable



Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)



# SOMMAIRE



INTRODUCTION	5
--------------	---

## **I PRÉSENTATION DE *saxifraga hirculus* L. ET DES POPULATIONS EXISTANTES** 6

### **II AVANCÉES DES CONNAISSANCES** 8

Action 1 : suivi des populations et recherche de stations favorables	8
Action 2 : diagnostic hydrologique	10
Action 3 : diagnostic écologique et qualification des besoins optimaux	10
Action 4 : restaurer et préserver les stations	11
Action 6 : réaliser des études génétiques	12
Action 7 : maîtrise, définition et application d'un plan d'action <i>ex situ</i> .	12

### **III PROJET DE RENFORCEMENT ET INTRODUCTION DE POPULATION (ACTION 8)** 16

Objectif	16
Stratégie	16
<b>III.1 Origine des individus à introduire</b>	<b>16</b>
<b>III.2 Matériel réintroduit</b>	<b>17</b>
<b>III.3 Auto-renforcement de Bannans</b>	<b>17</b>
<b>III.4 Introductions nouvelles et réintroductions</b>	<b>18</b>
<b>III.5 Durée et calendrier du projet</b>	<b>23</b>
<b>III.6 Opérations prévues</b>	<b>24</b>
<b>III.7 Suivi des populations</b>	<b>27</b>
<b>III.8 Suivi de projet</b>	<b>28</b>
<b>III.9 Intervenants</b>	<b>28</b>
<b>III.10 Évaluation budgétaire de l'ensemble de l'opération</b>	<b>29</b>
<b>III.11 Évaluation budgétaire pour 2017</b>	<b>31</b>
<b>III.12 Préalables administratifs au projet</b>	<b>32</b>

### **BIBLIOGRAPHIE ET ANNEXES** 35



# Introduction

La conservation de la saxifrage œil-de-bouc, espèce emblématique de la flore du Jura franc-comtois, est une priorité dans le cadre de la sauvegarde de la flore de France. Cette priorité résulte de son statut de menace « en danger critique d'extinction » en France (Roux *et al.*, 1995 et UICN France, FCBN et MNHN, 2012) et en Franche-Comté (Ferrez, 2014a). Le plan national d'action (PNA, Guyonneau, 2011) en cours pour cette espèce avait contribué à juger l'état de conservation de la dernière population de France comme étant « défavorable inadéquat ». L'action 8 du PNA a pour objectif le renforcement de la population et favoriser la dispersion de l'espèce. Cette action comprend :

- ★ le renforcement de la population de Bannans ;
- ★ la réintroduction de populations dans les anciennes stations connues ;
- ★ l'introduction dans des sites identifiés comme favorables.

Cette action ne peut s'engager qu'après la validation d'hypothèses et de préalables, dont la réflexion est intégrée au plan d'actions, en particulier sur les plans écologiques (actions 2 et 3), génétique (action 6) et sur les aspects de technique culturale (action 7).

Par ailleurs, ce projet se construit en parallèle avec celui des cantons de Suisse romande. À l'initiative du Canton de Vaud dans le cadre de la Coordination romande pour la flore, Pascal Vittoz (Maître d'enseignement et de recherche en Faculté de géosciences et de l'environnement à l'Université de Lausanne) s'est vu confiée la définition d'un projet de réintroduction dans trois marais du Jura suisse (Vittoz, 2014).

Après une présentation succincte de l'espèce et de ses populations, ce document expose dans une seconde partie une vue d'ensemble de l'avancée des actions, de leurs résultats et leur

implication pour la conservation (conformément à l'action 8 du plan). Le projet de renforcement est ensuite détaillé sur la base des connaissances acquises dans la troisième partie.



# I Présentation de *Saxifraga hirculus* L. et des populations existantes

*Saxifraga hirculus* L. est une plante herbacée vivace de 20 à 30 centimètres de hauteur, à tige souterraine sans rosette. Les feuilles alternes sont lancéolées, entières, de un à trois centimètres, sessiles ou atténuées en pétiole très court, glabres mais bordées d'une ligne de cils sur leur bordure basilaire et sans pores calcaires. Les fleurs sont terminales, solitaires ou regroupées par deux ou trois (rarement cinq) au sommet. Les pétales sont de couleur jaune doré, finement ponctués d'orange, de 10 à 15 millimètres.



Figure 1 : femelle d'*Eristalis tenax* visitant une inflorescence de *Saxifraga hirculus*.

Photo CBNFC-ORI / Y. Ferrez, 2005.

La floraison a lieu de mi-juillet à mi-septembre. La pollinisation est entomophile et assurée principalement par des diptères (figure 1). Les fleurs étant protandres, l'autofécondation est limitée.

Le fruit est une capsule issue de deux carpelles. D'après les récoltes effectuées par le CBNFC-ORI, le nombre de graines est de 20 à 60 graines par capsule (en moyenne 20 à 30). Leur dispersion est limitée car elle se réalise par barochorie. La dissémination par le transport par les animaux ou par flottaison n'est pas démontrée mais pourrait être occasionnellement possible.

Cette espèce se reproduit également de manière végétative : une plante mère produit au printemps des stolons feuillés courts pouvant être florifères ou stériles. Alors que les rejets stériles s'enracinent pour produire de nouvelles rosettes, la plante mère disparaît durant l'hiver suivant. Il arrive donc que les individus ne puissent être différenciés et que les regroupements d'individus correspondent à des colonies clonales.

L'habitat naturel de l'espèce en France et en Suisse est constitué par des marais de transition mésotrophes relevant de deux associations phytosociologiques : *Caricetum diandrae* Osvald 1923 et *Sphagno warnstorffii* - *Caricetum dioicae* Gillet 1982. Ce type de marais est caractéristique du massif jurassien et a été favorisé par l'exploitation traditionnelle de la tourbe par le passé. Ces habitats sont caractéristiques de la cicatrization des anciennes fosses d'exploitation. En condition primaire, ces marais se forment autour de sources d'eau froide, à débit et niveau constants et calcaires, à la condition qu'il n'y ait pas formation de tuf.

La saxifrage œil-de-bouc est une espèce boréoarctique à distribution circumboréale relativement continue en Europe du Nord, mais très fragmentée en Europe dans les régions plus méridionales (France, Suisse, Pologne, Roumanie). Elle présente partout en Europe une diminution de ses populations (Pologne, Ecosse, Irlande, Danemark) et a disparu d'Allemagne, d'Autriche et des Pays-Bas.

En France, parmi une vingtaine de localités connues historiquement du massif jurassien et parmi trois



localités récentes dans le département du Doubs, il ne subsiste plus qu'une seule population viable à Bannans (figure 2). Pour rappel, la population de Frasne s'est éteinte après 2007 suite à une pollution, trois petites populations existantes autour du site H des Pontets n'ont pas été revues depuis 2005 et les populations de la tourbière du Bélieu n'ont jamais été revues depuis la fin des années 1980. En Suisse, la saxifrage œil-de-bouc était connue au XIX<sup>e</sup> siècle dans 26 stations, dont seize situées dans le Jura suisse. Les dix autres stations étaient connues des Préalpes. Il ne reste aujourd'hui plus qu'une seule station au Col du Marchairuz (Canton de Vaud, commune du Chenit) dans la combe des Amburnex, précisément dans la tourbière de la Sèche de Gimel.

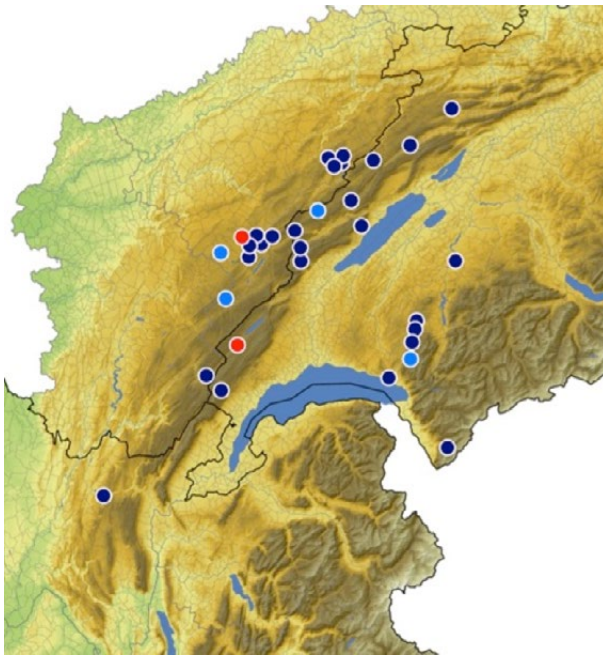


Figure 2 : répartition de *Saxifraga hirculus* L. en France et en Suisse : en rouge les localités actuelles, en bleu clair les localités récentes présumées disparues (>2000), en bleu foncé les localités anciennes disparues (<2000).



## II Avancées des connaissances

### ACTION 1 : suivi des populations et recherche de stations favorables

Afin de suivre l'état des populations, les suivis existants (André *et al.*, 2002 ; Guyonneau, 2009) ont été reconduits de manière simplifiée (Guyonneau, 2011). Ils s'appliquent aux quatre stations récemment connues des communes du Bélieu, des Pontets, de Frasne et Bannans. Ils consistent à :

- ★ rechercher des individus avec une à deux prospections par an (stations des communes de Frasne, du Bélieu et des Pontets) ;
- ★ compter le nombre d'inflorescences et le nombre de fleur par inflorescence, à deux moments espacés de deux à trois semaines pendant la floraison (commune de Bannans);
- ★ localiser les individus ou les groupes d'individus au GPS (commune de Bannans);
- ★ suivre l'évolution de l'état de la végétation environnante (communes de Bannans et Frasne).

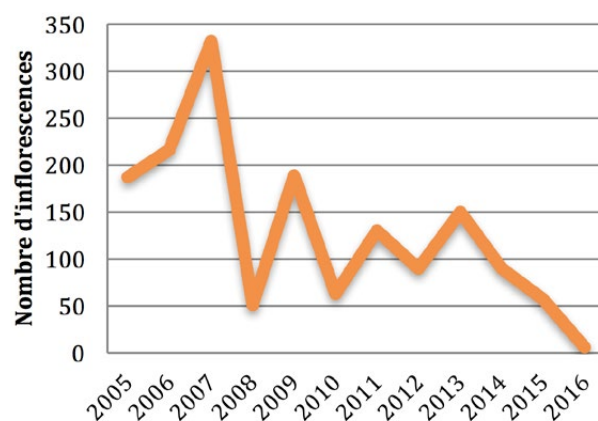
Ces suivis ont été complétés par une recherche spécifique sur les stations anciennement connues et par la prospection d'habitats favorables connus d'après les cartographies de végétations réalisées sur les sites Natura 2000.

Les résultats du suivi de la population de Bannans sont présentés dans Guyonneau (2014). Le dénombrement de 2015, montre une régression significative du nombre d'inflorescences, engagée depuis 2013 (figure 3). Les conditions météorologiques particulièrement chaudes et sèches à partir de la troisième décade de juin 2015 peuvent expliquer un mauvais taux de floraison.

La situation ne s'améliore pas en 2016 et ce

sont seulement six inflorescences qui ont été dénombrées. Elles présentaient au total dix capsules fécondes. Malheureusement, cinq inflorescences ont été consommées et seulement deux capsules étaient encore présentes le 30 août 2016.

Figure 3 : suivi du nombre d'inflorescences de la population de Bannans (25)



Les stations connues depuis vingt ans (stations des communes de Frasne, du Bélieu et des Pontets), qui ont été régulièrement prospectées, n'ont pas montré d'indice de présence (recherche de rosettes ou d'inflorescences). La prospection de sites favorables a permis d'identifier quatorze sites potentiels. Le tableau 1 présente ces sites, leur appartenance à un site Natura 2000 et quelques renseignements sur le type de végétation.





Tableau 1 : inventaire des douze sites les plus favorables pour *Saxifraga hirculus* (hors des stations existantes)

Lieu	Site Natura 2000	Qualité de l'habitat	Type de végétation
Site M - Tourbières du Bélieu (25)	-	favorable	<i>Caricetum diandrae</i> et <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> , milieu enrichi, tapis de mousses denses et épais, microtopographie adéquate
Site D - Dompierre Les Tilleuls (25)	Bassin du Drugeon	très favorable	Le biotope est fortement semblable à celui de l'Écouland. <i>Caricetum diandrae</i> évolué, moussu, légèrement sec et mésotrophe ( <i>Holcus lanatus</i> , <i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Juncus articulatus</i> , <i>Carex diandra</i> . Belle surface attenante de <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> pionnier plus hygrophile et oligotrophe.
Site C - Chaffois (25)	Bassin du Drugeon	favorable	<i>Caricetum diandrae</i> et <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> vers la limite communale. Diversité micro-topographique, tapis de mousse épais formé de <i>Climacium dendroides</i> , <i>Homalothecium nitens</i> et <i>Sphagnum warnstorffii</i> . La strate herbacée est quelquefois un peu dense mais des zones dénudées existent
Site E - Sainte Colombe (25)	Bassin du Drugeon	favorable	<i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> à <i>Carex lasiocarpa</i> . <i>Homalothecium nitens</i> et <i>Sphagnum warnstorffii</i> : enrichissement
Site N - Bannans (25)	Bassin du Drugeon	très favorable	<i>Caricetum diandrae</i> avec microtopographie variée, pâturage
Site B - Bannans (25)	Bassin du Drugeon	très favorable	<i>Caricetum diandrae</i> avec microtopographie variée, mésotrophe, tendance séchante
Site I - Prénoval (39)	Combe du Nanchez	très favorable	Variété de faciès en évolution du <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> (dont <i>paludetosum</i> : station pionnière, hygrophile et alcaline)
Site H - Pontets (25)	Combes Derniers	très favorable	Forte diversité des faciès du <i>Caricetum diandrae</i>
Site O - Fort-du-Plasne (39)	Grandvaux	favorable	<i>Caricetum diandrae</i> , tapis de bryophytes épais et constitué de grandes buttes de <i>Climacium dendroides</i> . Secteur défriché, fort recouvrement de <i>C. appropinquata</i>
Site F - La Planée (25)	Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin	très favorable	Très beau marais de transition tremblant malgré une surface réduite, épaisseur des mousses, milieu un peu mésotrophe
Site G - Malpas (25)	Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin	favorable	Marais de transition occupant 0,25 hectare. Complexe formé de <i>Caricetum diandrae</i> , <i>Eriophoro</i> – <i>Caricetum lasiocarpae</i> et <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> . Microtopographie diversifiée et favorable, épaisseur de mousse en particulier sur la bordure
Site K - Les Rousses (39)	Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe	favorable	Variété de faciès en évolution du <i>Caricetum diandrae</i> et <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> , humide, manque de micro-topographie, mais tapis épais de bryophytes favorables
Site J - Les Rousses (39)	Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe	très favorable	Variété de faciès en évolution du <i>Caricetum diandrae</i> , <i>Caricetum heleonastae</i> et <i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> , humide, pionnier en banquettes basses tapis épais de bryophytes favorables
Site L - Les Rousses (39)	Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe	favorable	<i>Sphagno warnstorffii</i> – <i>Caricetum dioicae</i> , tapis de <i>Climacium dendroides</i> et <i>Homalothecium nitens</i> , strate herbacée dense, éventuellement à faucher

## II

## ACTION 2 : diagnostic hydrologique

Les diagnostics hydrologiques ont concerné deux sites :

- ★ Bannans : études pilotées par le Syndicat mixte des milieux aquatiques du Haut-Doubs et réalisées par Johan Benoist (2013) puis interprétée par Philippe Grosvernier (2015) ;
- ★ Les Pontets : étude pilotée par le Parc naturel régional du Haut-Jura et réalisée par le Cabinet Reilé (Girardot, 2014).

Les autres sites (stations anciennement connues et stations favorables), n'ont pas fait l'objet d'étude hydrologique particulière. La station de la sèche de Gimel n'a pas fait l'objet d'autres études que celles, descriptives, de Pascal Vittoz (Vittoz (1997), Vittoz et Gobat (2006) et Vittoz *et al.* (2006)).

La synthèse de Philippe Grosvernier (2015) propose des hypothèses de fonctionnement établies sur la base de l'analyse de la topographie de surface et du sous-sol minéral. Elles seraient à vérifier et certaines analyses ont été mises en place en 2015 pour cela par le SMMAH.

L'hypothèse proposée est que le fonctionnement hydraulique favorable à *S. hirculus* repose principalement sur un phénomène de décharge hydraulique, dans le corps de tourbe, au niveau de la station. Les eaux de surface alimentées par des sources au pied des collines morainiques apportent un supplément d'eau minéral au niveau de la tourbière. En ruisselant à la surface et en percolant à travers la tourbe, l'eau s'enrichit en phosphore, un nutriment favorable à *S. hirculus* (Arnet, 2012). Par ailleurs, les éventuels apports d'azote par ruissellement sur des surfaces agricoles à partir des collines morainiques sont détournés des stations à *S. hirculus* par des fossés et tamponnés en ceinture du marais.

Les conditions sont ainsi réunies pour permettre un développement optimal de *S. hirculus*, tant du point de vue de la stabilité des niveaux de nappe que de celui de la qualité chimique des eaux.

Une étude complémentaire est en cours de réalisation afin de confirmer cette hypothèse de fonctionnement, dans le cadre du programme Life tourbières.

L'étude de Julien Girardot (2014) sur le fonctionnement hydrogéologique du site des Pontets a permis de caractériser le fonctionnement karstique du système, en relation avec un aquifère indépendant, lié au val synclinal et aux dépôts fluvio-lacustres glaciaires qui ont permis l'existence d'un lac et le développement de la tourbière. Le niveau du lac est réglé par une cote de surverse à 1004,6 mètres. A partir de l'instant où le système entre en conditions sèches, les alimentations karstiques et son exutoire s'arrêtent et le système lac-tourbière devient isolé. Il est alors dépendant d'une alimentation pluviale et dépendant de fuites par évaporation/évapotranspiration, ainsi que par le captage d'alimentation en eau potable.

L'incidence du prélèvement d'eau sur le milieu naturel pourrait être évitée s'il était arrêté lorsque le niveau du lac passe sous la cote 1004,6 mètres. Pour cela, il faudrait que le syndicat dispose d'une ressource alternative ; il est proposé de puiser dans la zone saturée de l'aquifère karstique en aval du lac-tourbière.

## ACTION 3 : diagnostic écologique et qualification des besoins optimaux

L'étude de Thierry Arnet (2012) constitue la réalisation principale relevant de cette action. Cette étude a porté sur la recherche de marais suisses favorables à la réintroduction de *Saxifraga hirculus* par l'étude de bioindicateurs, en particulier les amibes à thèque. Des stations françaises ont également été analysées.

Les sites de Frasné, des Pontets et de Bannans présentent d'après les descripteurs des conditions globalement favorables à l'espèce en comparaison d'indicateurs physico-chimique et biologiques du site de la sèche de Gimel (VD) principalement et à d'autres sites suisses : communautés thécamobiennes, bryologiques et vasculaires idéales, humidité élevée et taux de fibre important de la tourbe,

hauteur de nappe suffisante en été, microtopographie accentuée, phosphore relativement élevé, conductivité relativement élevée, pH neutro-basique.

Sur le site des Pontets a été réalisée par le CBNFC-ORI (Guyonneau, 2014), à la demande du PNR du Haut-Jura, une cartographie précise de la végétation de la tourbière. Cette cartographie a permis également d'expliquer les liens entre fonctionnement hydrologique et végétation.

La station étudiée par Thierry Arnet se situait à l'endroit où la dernière population a été régulièrement observée jusqu'en 2005, dans une ancienne fosse d'exploitation de tourbe. Selon son expertise, elle ne correspond plus à l'exigence de l'espèce (assèchement marqué par l'évolution de la communauté thécamobienne). Par contre, la diversité de l'habitat sur l'ensemble du site de la tourbière est telle qu'une réintroduction est tout de même envisageable sur d'autres stations très favorables. En effet, le site offre des conjonctions remarquées sur le fonctionnement hydrologique de l'ensemble du site (nombreuses sources karstiques), la bonne représentation de l'habitat (bon état de conservation et diversification des stades du *Sphagno warnstorffii - Caricetum dioicae*) et la présence d'espèce rares (entre autres *Paludella squarrosa*, *Hamatocaulis vernicosus* et encore récemment *S. hirculus*).

Sur le site de Bannans, l'étude de Johan Benoist (2012) a aussi permis d'étudier les cortèges floristiques anciens par l'étude carpologique des macrorestes d'une carotte de tourbe à proximité de la population.

Malgré le fait qu'aucune graine de *Saxifraga hirculus* n'ait été retrouvée dans l'accumulation de tourbe, y compris récente, la dernière tranche homogène d'une hauteur de 40 centimètres environ montre un cortège floristique lié à un bas-marais de transition dominé par *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata* et *C. appropinquata*, tout comme la situation présente.

## ACTION 4 : restaurer et préserver les stations

La conservation *in situ* étant une priorité avant d'envisager la réintroduction, cette action doit permettre en priorité d'améliorer, par la gestion, l'état de conservation des populations sauvages afin de garantir un milieu ouvert et les meilleures conditions hydrologiques.

Le site de Frasné bénéficie d'un pâturage extensif par des génisses dans le cadre communal et d'une fauche manuelle de la station dans le cadre du contrat Natura 2000 porté par le SMMAHD.

La population de Bannans bénéficie d'une suppression des ligneux tous les trois ans environ dans le cadre du contrat Natura 2000 porté par le SMMAHD.

La station des Pontets ne bénéficie globalement d'aucune mesure de gestion particulière, si ce n'est un pâturage à la marge et qui concerne directement l'une des trois populations ayant existé. Cela en raison de l'existence d'un périmètre immédiat de protection de captage.

Dans le cadre de cette action et en parallèle des projets de renforcement et de réintroduction :

- ★ sont prévus des travaux de fermeture du fossé de drainage sur la station de Bannans dans le cadre du programme Life Tourbières du Jura (programme de réhabilitation fonctionnelle des tourbières du massif jurassien franc-comtois), dans l'objectif de limiter la vitesse d'écoulement superficiel en restaurant un écoulement laminaire superficiel (cf. annexe 1). Dans l'attente de la définition d'un projet détaillé, le SMMAHD souhaite s'assurer de l'acquisition de toutes les données permettant d'établir un diagnostic sûr du fonctionnement hydrologique. Il se donne donc un an et demi pour finaliser ce diagnostic et formuler les opérations de restauration ;

- ★ les études récentes conduites autour du site des Pontets ont permis de dégager deux enjeux particuliers en proposant deux mesures que sont la limitation du prélèvement d'alimentation en eau potable lorsque le lac n'est plus alimenté par des sources karstiques à la cote 1004,60 mètres et l'inter-



## II

diction d'apports de fertilisants minéraux ou organiques liquides dans les prairies situées à l'amont hydrologique des sources karstiques.

## ACTION 6 : réaliser des études génétiques

Les études en génétique des populations de *Saxifraga hirculus* avaient pour objectif à court terme d'améliorer la connaissance des structures et flux génétiques au sein de et entre les populations locales, de définir la place des populations jurassiennes au sein de la métapopulation européenne et de proposer des actions de conservation. Il s'agit d'une attente forte pour l'application technique de la conservation vis-à-vis de la diversité génétique et les problèmes de dépression génétique liés à la consanguinité ou le croisement de populations trop éloignées (détails en annexe 2).

Ces études ont été confiées à Arnaud Mouly (Laboratoire de Chrono-environnement de l'Université de Franche-Comté), afin de réaliser dans une première phase une analyse de polymorphisme génétique de *Saxifraga hirculus* selon une méthodologie établie par Olivier *et al.* (2006).

Mouly (2013) n'a obtenu aucune amplification des échantillons prélevée en 2010 par le CBNFC-ORI sur les populations de la Sèche de Gimel et de Bannans et également aucune sur les échantillons d'herbiers. Des essais pour affiner le protocole ont été réalisés avec plus de succès avec des échantillons des plantes vivantes du jardin botanique de Besançon.

Des tests complémentaires effectués en 2015 par Arnaud Mouly (*comm. pers.*) et leurs résultats très récents montrent que la population de Bannans présente les mêmes marqueurs que l'haplotype Sèche de Gimel - Rosborg (Danemark) défini par Olivier *et al.* (2006).

Par ailleurs, grâce à un séquençage direct d'autres marqueurs (méthode d'étude du polymorphisme de mutations nucléotidiques simples, SNPs), qu'Arnaud Mouly a pu faire sur quelques individus de Bannans, il indique que

le polymorphisme intra-populationnel est très faible.

Ceci implique que, pour la réintroduction, la piste d'utilisation des banques culturelles issues de graines de Bannans ou de la Sèche de Gimel n'est pas problématique, car il n'y aurait qu'une seule grande unité génétique du massif jurassien pour l'espèce.

Par contre, toujours d'après Arnaud Mouly, pour un renforcement de population à Bannans, il vaut peut-être mieux prévoir un apport de fondateurs depuis la population de la Sèche de Gimel qui doivent être un peu plus diversifiés, ou à défaut d'ailleurs (notamment du Danemark).

Les études d'Arnaud Mouly n'étant pas terminées, il subsiste des incertitudes et, par principe de précaution, aucun renforcement avec du matériel extérieur n'est prévu pour le site de Bannans. Dans le cas d'absence de résultat positif, l'apport de fondateurs de la Sèche de Gimel sera à envisager.

Il est donc proposé, pour la population existante de Bannans, de réaliser un auto-renforcement. Il permettra de conserver la différenciation génétique, si elle existe, et d'être certain de ne pas introduire de maladaptation.

## ACTION 7 : maîtrise, définition et application d'un plan d'action *ex situ*

Cette action concerne la conservation d'une banque de graines et la maîtrise de la culture. Cette action est encore en cours.

Les récoltes de graines ont été réalisées depuis 2005 et chaque année depuis 2009 sur la population de Bannans. Le protocole de récolte repose sur deux récoltes à un mois d'intervalle, en général vers la fin septembre et la fin octobre. Les capsules sont prélevées de manière diversifiée, au hasard, sans distinction de rang dans l'inflorescence, ni relativement au nombre de fleurs de l'inflorescence, ni à la taille de l'inflorescence. La quantité prélevée correspond à environ un dixième du nombre de fleur de chaque micro-populations. La

conservation était faite par deux lots suivant la date de récolte. Depuis 2013, la conservation des lots est différenciée aussi suivant l'origine de chaque micro-population.

Des tests de germination sont réalisés pour chaque lot entrant (Ferrez, 2013 et Ferrez, 2014b). La conservation est réalisée par dessiccation, puis congélation.

L'état du stock de graines est présenté dans le tableau 2. Certains tests de germination n'ayant pas été réalisés en raison du faible nombre de graines de l'accession ou en raison d'une accession récente, les taux de germination sont estimés à 50%.



Tableau 2 : état franco-suisse du stock de graines de *Saxifraga hirculus* (début 2016)

Accession	Organisme stockage	Année récolte	Date récolte	Commune	Nb fruits ou capsules récoltés	Nb de graines prélevées	Nb de graines stockées	Taux de germination	Estimatif graines viables
(2005.9013)	CJB Nancy	2005	2005	Frasne		238	93	0%	0
(2005.9014)	CJB Nancy	2005	2005	Bannans		303	243	70%	170
NS 09-001	CJB Nancy	2009	24/09/09	Bannans		312	282	70%	197
NS 09-002	CJB Nancy	2009	28/08/09	Bannans		205	175	60%	105
NS 10-003	CBNFC-ORI	2010	28/09/10	Bannans	28	455	258	56%	144
NS 11-007	CBNFC-ORI	2011	31/08/11	Bannans	11 capsules	190	169	65%	110
NS 11-008	CBNFC-ORI	2011	28/09/11	Bannans	27 capsules	433	173	45 à 58%	87
NS 12-013	CBNFC-ORI	2012	07/09/12	Bannans	17 capsules	674	314	55%	173
NS 13-001	CBNFC-ORI	2013	12/09/13	Bannans	18 capsules	368	368	30%	110
NS 13-002	CBNFC-ORI	2013	12/09/13	Bannans	1 capsule	7	7	50	4
NS 13-003	CBNFC-ORI	2013	30/09/13	Bannans	5 capsules	68	68	50	34
NS 13-004	CBNFC-ORI	2013	30/09/13	Bannans	9 capsules	370	370	67%	248
NS 13-005	CBNFC-ORI	2013	30/09/13	Bannans	1 capsule	30	30	50%	15
NS 14-002	CBNFC-ORI	2014	22/09/14	Bannans	1 capsule	60	60	50%	30
NS 14-003	CBNFC-ORI	2014	22/09/14	Bannans	1 capsule	31	31	50%	16
NS 14-004	CBNFC-ORI	2014	22/09/14	Bannans	13 capsules	503	503	50%	252
NS 14-005	CBNFC-ORI	2014	22/09/14	Bannans	4 capsules	137	137	50%	69
NS 15-001	CBNFC-ORI	2015	17/09/15	Bannans	8 capsules	6	6	50%	3
AS 10-004	CBNFC-ORI	2010	12/10/10	Le Chenit		5657	4562	56%	2555
SA 20140496S	CJBVG	2013	01/10/13	Le Chenit		7800	7600	95%	7220
en cours	CJBVG	2013	01/10/13	Le Chenit		8129	8129	95%	7723
SA 20151181S	CJBVG	2015	16/09/15	Le Chenit		400	305	50%	153
En gris : valeurs estimées en l'attente de TG					SOUS-TOTAL	FRASNE	238	93	0
					SOUS-TOTAL	BANNANS	4152	3194	1765
					SOUS-TOTAL	SÈCHE DE GIMEL	21986	20596	17650
					TOTAL		26376	23883	19415

## II

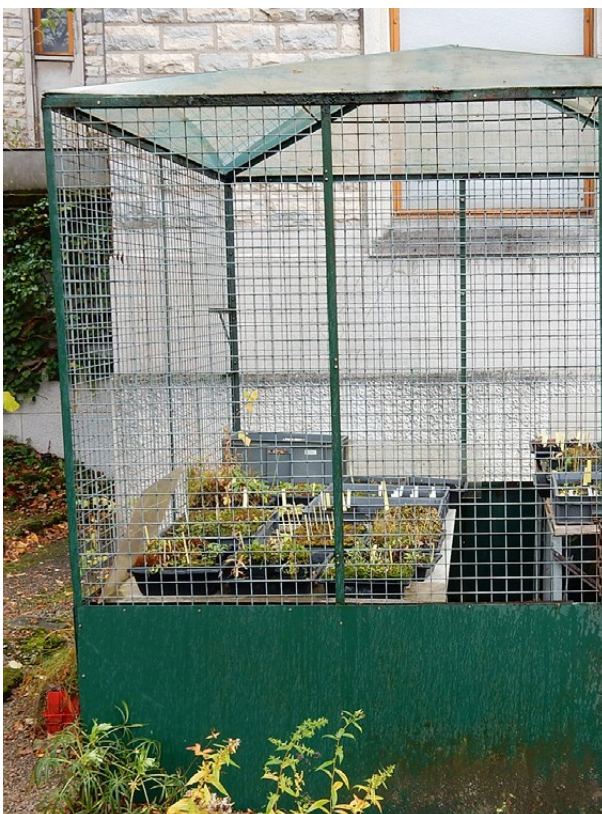


Figure 2 : collection de conservation de *Saxifraga hirculus* sous serre grillagée. Photo Jardin botanique de Besançon / C. Bouvier, 2016.

La maîtrise de la culture de *Saxifraga hirculus* est encore en cours d'acquisition. Les partenaires engagés par convention avec le Conservatoire botanique de Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés sont :

- ★ le Jardin botanique de Besançon ;
- ★ les Conservatoire et jardins botaniques de Nancy ;
- ★ le Conservatoire botanique d'Alsace / les Conservatoire, Jardins publics et Espaces verts de la Ville de Mulhouse ;
- ★ les Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève.

Trois séminaires techniques ont été organisés avec les partenaires les 17 février 2014, 10 décembre 2015 et 15 juin 2016. Les deux derniers incluaient également les organismes de culture et de conservation de Suisse : les Musées et Jardins botaniques du Canton de Vaud (Lausanne, Pont-de-Nans), le Jardin botanique de Neuchâtel et le Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève. Ces structures sont engagées dans le cadre d'un

projet de réintroduction dans le Jura Suisse (Vittoz, 2014), joint en annexe 3.

Les séminaires visaient à définir un protocole de culture commun après une période de tests et d'expérimentations sur les opérations de semis, repiquage, culture, multiplication et conservation de plantes vivantes.

Du point de vue de la réintroduction, le séminaire de décembre 2015 concluait qu'il semblait encore trop prématuré de lancer une production de plantes en grand nombre et qu'il s'agit à court terme de continuer l'acquisition de méthode et de savoir-faire. Un premier cadre de conditions favorables ou défavorables a tout de même été défini et sera précisé dans le courant 2016.

Par ailleurs, le stock de graines viable issu de la population de Bannans est encore en nombre trop limité pour espérer fournir les semences de plusieurs populations. Le stock effectivement viable de cette population ne pourra tout juste fournir que les plantes nécessaires à un auto-renforcement.



Figure 3 : culture en bac à gâcher pour conservation à long terme. Photo CBNFC-ORI / G. Bailly, 2011.





# III Projet de renforcement et introduction de population (Action 8)

## Objectif

Ce projet s'inscrit dans le cadre de l'action 8 du PNA. Il présente deux objectifs :

- ★ contrer l'isolement des populations jurassiennes par la restauration d'une méta-population conservant la spécialisation de l'haplotype jurassien ;
- ★ renforcer la population de Bannans :
  - ▲ en densifiant la population et en augmentant l'aire de présence actuelle, car le biotope favorable n'est actuellement pas saturé ;
  - ▲ en améliorant le succès de la reproduction, afin d'augmenter le nombre de graines produites ;
  - ▲ en augmentant le semis naturel, le taux de recrutement (indétectable dans les conditions actuelles) et le taux de survie des plantules en améliorant l'habitat et en diminuant les croisements potentiellement consanguins.

## Stratégie

Le projet consiste à transplanter dans les sites favorables, des plantes produites *ex situ*, à partir de semences récoltées des deux populations sources. S'agissant d'individus fondateurs de première génération et non croisés, cette stratégie n'introduit pas de sélection par génération.

La stratégie générale de ce projet intègre globalement les conclusions de Godefroid *et al.* (2010) relatives aux conditions de réussite des projets de réintroduction de plantes :

- ★ l'introduction de plantes plutôt que des semences ;
- ★ la diversité des fondateurs : chaque plante fondatrice est issue d'une graine. Les

graines sont issues de toutes les accessions disponibles ;

- ★ le mélange des fondateurs de populations différentes pour les introductions (sauf pour le renforcement de Bannans en raison de l'objectif de conservation de la différenciation génétique probable) ;
- ★ l'introduction de fondateurs issus de la population non décroissante de la Sèche de Gimel ;
- ★ le besoin d'un grand nombre d'individus fondateurs (au minimum 500 à 1000 individus voir plus suivant les auteurs d'après Godefroid (2010)) ;
- ★ des espaces garantissant juridiquement la protection et la gestion des stations (APPB, Natura 2000).

Le protocole de culture étant en cours de définition (*cf.* compte rendu séminaire de culture du 10/12/15), il n'est pas possible de définir dans le présent document le protocole de culture le plus approprié. Cependant, le besoin est de produire des plants par contenants indépendants qui seront directement installés *in situ*.

## III.1 Origine des individus à introduire

Compte tenu de l'état actuel de la population de Bannans et aussi dans un souci d'acceptation locale (naturalistes, gestionnaires, habitants), il est proposé de réaliser un auto-renforcement permettant de conserver la différenciation génétique locale. Tous les individus qui seront introduits à Bannans seront issus de graines récoltées sur cette même population. Sur les autres stations, il est proposé de procéder à l'introduction de mélanges de fondateurs en provenance de Bannans et de la Sèche de Gimel.





Pour les populations introduites ou réintroduites, le mélange de fondateurs devrait permettre de pallier la diminution de polymorphisme des descendants, que pourrait présenter des fondateurs hyperspécialisés issus de la population de Bannans. En considérant que les deux populations jurassiennes appartiennent à la même unité évolutive (elles ont échangé des gènes, elles vivent dans les mêmes conditions écologiques, elles ne montrent pas de trop grande différenciation génétique), le risque d'apport de gènes maladaptés et celui d'obtenir une descendance stérile en raison de divergence génétique des fondateurs sont écartés. L'effet recherché est de permettre une meilleure adaptation à la variation écologique des habitats que présente la population de la Sèche de Gimel par rapport à celle de Bannans. L'effet du croisement des populations pourra par la suite être suivi en nature, puisqu'il aura lieu *in situ* sur plusieurs générations.



Figure 4 : production par marcottage.  
Photo Jardin botanique de Besançon / C. Bouvier, 2016.

## III.2 Matériel réintroduit

**Les plants utilisés auront trois origines possibles. Il s'agit :**

- ★ de plants conservés en jardins botaniques produits dans le cadre des tests de culture. Actuellement dans des bacs, ils devront au préalable être divisés puis acclimatés en altitude ;

- ★ de nouveaux semis réalisés en poquets de cinq graines par godet 10 x 10 cm. Les graines seront issues de toutes les accessions disponibles. Les semis conduisent à l'obtention de 1 à 5 individus par godet (la moyenne obtenue jusqu'à présent avec des lots de semence ancienne étant de 1,7 individus par godet). ;

- ★ de boutures : au vu des difficultés qui s'annoncent quant à la disponibilité de graines viables en raison du vieillissement des lots de conservation, il apparaît nécessaire d'utiliser la multiplication végétative possible par bouturage et marcottage. Les plants obtenus par multiplication végétative devront être au maximum répartis sur plusieurs sites.

## III.3 Auto-renforcement de Bannans

Le but de l'auto-renforcement de la population de Bannans, outre l'augmentation de la taille de la population, est d'espérer favoriser le succès de la reproduction par l'accroissement de la densité de plantes reproductrices.

La reproduction étant allogame entomophile, les plants introduits pourront être assez espacés.

La surface de la population actuelle étant de 20 ares et la surface du site de 160 ares, plusieurs



# III

scénarios d'implantation ont été envisagés en fonction :

- ★ de la densité de plantation ;
- ★ du nombre d'individus nécessaires au renforcement ;
- ★ de la surface augmentée de l'aire de présence autour des individus natifs.

**Il est proposé d'auto-renforcer la population par 1000 individus obtenus par 200 à 1000 plants (1 à 5 individus par godet), occupant une surface nouvelle d'environ 100 ares maximum, et correspondant à une distance des plantes natives de 20 m maximum.**

Une cartographie de ce projet propose un espacement régulier de 3 mètres. Cette distance est indicative et tout à fait théorique. Elle sera adaptée sur le terrain en raison de la diversité de la microtopographie, en raison du nombre de plants disponibles et en raison du nombre d'individus par godet. **L'implantation sera réalisée de manière agrégative** sur les lieux les plus favorables, afin de densifier de plus petites surfaces et favoriser la fécondation croisée.

L'obtention des plants par semis est privilégiée afin de favoriser la diversité génétique des individus. Toutefois, le stock de graines présentant une diminution du taux de germination au cours du temps, il n'est pas aisé de prévoir le nombre effectif de plantules qui pourront être produites. Au vu de la réussite des essais, une multiplication végétative sera réalisée en parallèle par bouturage et marcottage afin d'augmenter le nombre de plants. Ce type de plant sera limité à deux clones par plante mère.

## III.4 Introductions nouvelles et réintroductions

Une cinquantaine de sites, dont des sites historiquement connus pour avoir abrité l'espèce, a été prospectée. Parmi eux, quatorze présentent une qualité écologique semblant très favorable à l'accueil de l'espèce (tableau 3).

Les quatorze sites ont été hiérarchisés en fonction des critères suivant :

- ★ la surface de l'habitat favorable supérieure à 25 ares;
- ★ l'altitude la plus haute possible : les sites supérieurs à 900 mètres sont privilégiés en raison des effets du réchauffement climatique ;
- ★ la proximité d'habitats potentiels permettant la dissémination possible et/ou la création d'une métapopulation rapprochée ;
- ★ la proximité avec les populations existantes de Bannans ou de la Sèche de Gimel ;
- ★ la présence d'un partenaire technique assurant la gestion du site ;
- ★ la maîtrise du foncier ;
- ★ l'objectif et l'impact des travaux de restauration prévus dans le programme Life Tourbières du Jura doivent être compatibles avec la conservation et/ou la restauration de l'habitat à *Saxifraga hirculus*.

Une grille d'analyse est réalisée sur le tableau 3 et mérite d'être encore travaillée par la pondération de certains critères, le statut foncier par exemple (une animation d'acquisition foncière sur les Rousses est en cours dans le cadre du programme Life Tourbières du Jura).

L'accord des propriétaires sera obligatoirement recherché et formalisé sous forme d'un outil de maîtrise foncière d'usage. Ces accords seront formalisés en cours de projet lorsque les sites seront définitivement arrêtés. Pour les sites de la phase 1 en 2017 (site J des Rousses et Bannans), ils seront formalisés dès que possible.

Tableau 3 : grille d'analyse de choix des sites les plus favorables. En vert les aspects favorables au projet, en rouge les aspects défavorables

Lieu	Site Natura 2000	Qualité de l'habitat (+1 si favorable, +2 si très favorable)	Satut foncier/convention	Alt.	Complexe d'habitats potentiels	Distance pop. de Bannans ou Amburnex	Gestionnaire	hydrologie	concordance conservation travaux Life Tourbières	Surface habitat potentiel (ares)	Problématique influence Bassin versant	Nb points négatifs	Nb points positifs
<b>Site J - Les Rousses (39)</b>	"Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe"	très favorable	Commune +privé ; procédures biens sans maîtres : Animation foncière PNR + proposition convention à venir	1050					Travaux à prévoir	50	site isolé de l'influence agricole. Captage AEP : amélioration à venir en ce qui concerne les intrants	0	11
<b>Site K - Les Rousses (39)</b>	"Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe"	favorable	Centre d'actions sociales	1050					Travaux automne 2017	55	prairie de fauche, 1 parcelle. MAEC Prairie fleurie. Changement exploite 50% lisiers. Captage AEP : amélioration à venir en ce qui concerne les intrants	1	10
<b>Site N - Bannans (25)</b>	"Bassin du Drugeon"	très favorable	Commune / SMMAHD	810					Risque diminution d'apports d'eau Etude préalable en cours	73	2 parcelles pâturées, un exploitant, deux parcelles, totalement incluses dans APPB. MAEC2015/2016 FC_MAHZ_ZH3 (ajustement pâturage)	2	9
<b>Site B - Bannans (25)</b>	"Bassin du Drugeon"	très favorable	Commune / SMMAHD	810				Situation asséchante en aval du bassin, drainage modéré, données fonctionnelles incomplètes	Travaux automne 2018	110	prairie de fauche eutrophisée, 8 parcelles, 1 exploitant MAEC 2015/2016 : rien (FC_MAHZ_ZH03 éloignée) -> la grande taille du site et sa configuration permet de relativiser l'impact	2	8
<b>Site C - Châtifois (25)</b>	"Bassin du Drugeon"	favorable	Commune / SMMAHD	810						100	prairie de fauche eutrophisée, 10 parcelles. MAEC 2015/2016 : rien -> la grande taille du site et sa configuration permet de relativiser l'impact	1	7
<b>Site D - Dompiere Les Tilleuls (25)</b>	"Bassin du Drugeon"	très favorable	Commune / SMMAHD	840				Situation asséchante, drainage modéré par étang,	-	50	prairie de fauche eutrophisée, environ 15 parcelles. 1 parcelle MAEC2015/2016 : FC_MAHZ_ZH1 (retard de fauche)	2	7



Lieu	Site Natura 2000	Qualité de l'habitat (+1 si favorable, +2 si très favorable)	Satut foncier/convention	Alt.	Complexe d'habitats potentiels	Distance pop. de Bannans ou Amburnex	Gestionnaire	hydrologie	concordance conservation travaux LIFE Tourbières	Surface habitat potentiel (ares)	Problématique influence Bassin versant	Nb points négatifs	Nb points positifs
Site E - Sainte Colombe (25)	"Bassin du Drugeon"	favorable	Commune/ACCA	810				Situation asséchante	Travaux défrichement 2016 avant travaux hydrologiques	150	prairie de fauche eutrophisée et pâturage. MAEC2015/2016 FC_MAHHD_PS02 (pâturage extensif)	2	7
Site G - Malpas (25)	"Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin"	favorable	Privé + Communal	925						10	11 parcelles, 1 exploitant, prairie de fauche moyennement eutrophisée, pas de MAEC, exploitant à revoir	3	6
Site I - Prénovel (39)	"Combe du Nanchez"	très favorable	privé	880						25	Prénovel, prairie de fauche mésotrophe, 19 parcelles. Agri extensif bio	4	7
Site H - Pontets (25)	"Combes Derniers"	très favorable	Privé	1000						27	prairie de fauche eutrophisée, 7 parcelles. FC_MAHHD_PS01 (pâturage pelouse, 0 ferti). Reste travail à faire avec Syndicat des eaux pour périmètre captage	4	6
Site F - La Planée (25)	"Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin"	très favorable	Commune	910				Situation asséchante		8	La Planée : prairie de fauche eutrophisée 2 parcelles. Hors site Natura 2000, bientôt extension : proposition pour fauche tardive au 1er juillet et absence de fertilisation	4	6
Site L - Les Rousses (39)	"Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe"	favorable	Privé ; animation foncière PNR + proposition convention à venir	1050				Fonctionnement non évalué	Travaux de fermeture des fossés lancés dès l'acquisition foncière	26	prairies de fauche eutrophes et pâturages, 24 parcelles. Semble isolée découlements directs. Captage AEP : amélioration à venir en ce qui concerne les intrants	4	6
Site O - Fort-du-Plasne (39)	"Grandvaux"	favorable	SVVS Châtellet / PNRIJ	830						10	site isolé de l'influence agricole. Fosse septique école	4	6
Site M - Chenalotte (25)	-	favorable	Commune. Intervention ONF dans l'aménagement forestier	890				Fonctionnement non évalué		3	La Chenalotte, 1 parcelle	5	3





### Les sites suivants sont retenus comme prioritaires :

- ★ site B, commune de Bannans ;
- ★ site C, commune de Chaffois ;
- ★ site D, commune de Dompierre-Les-Tilleuls ;
- ★ site E, commune de Sainte Colombe ;
- ★ site F, commune de la Planée ;
- ★ site G, commune de Malpas ;
- ★ site H, commune des Pontets ;
- ★ site I, commune de Prénovel ;
- ★ sites J et K, commune des Rousses.

**La surface cumulée de l'aire de présence potentielle maximum de ces sites représente 6,8 hectares. La surface d'habitat favorable à l'implantation de *Saxifraga hirculus* est estimée à 4,3 hectares.**

Pour les sites en relation fonctionnelle avec les espaces agricoles, du fait du même bassin versant topographique, le drainage et la maîtrise d'une bonne gestion des fertilisations doivent être évoqués avec la profession agricole (plafonnement des apports, proscription des amendements minéraux, instauration de zones tampons non fertilisées), en s'appuyant sur les opérateurs Natura 2000 et/ou la Chambre d'Agriculture.

L'obtention de l'accord des propriétaires privés et l'engagement des exploitants agricoles impactant au plus près les tourbières du même bassin versant topographique est une condition nécessaire à la pérennité du projet. Ces deux critères sont encore à affiner à ce stade de la définition du projet.

Dans le Bassin du Dugeon, l'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope du 2 février 2004 stipule que *l'apport de fertilisants est interdit à l'exception des secteurs agricoles cartographiés où il demeure toléré sous respect des différentes réglementations existantes*. Il demeure donc nécessaire d'effectuer au préalable une concertation avec les propriétaires et ayant droits en dehors du périmètre de l'Arrêté.

### Estimation du nombre de plants à introduire et de la densité de plantation

Dans l'objectif d'une meilleure réussite, **le nombre d'individus visé par site d'introduction est de mille individus**. Ils se présenteront sous forme de plants comprenant un à cinq individus par godets. Il est exclu les manipulations de repiquage permettant de séparer les plantules. Sans connaître actuellement le taux de germination et de survie des plantules, le nombre de plants sera compris entre 200 et 1000 pour chaque site.

L'estimation ainsi globalisée définit le besoin à 11 000 individus à des fins de réintroduction obtenus par 2200 à 11 000 plants.

Sur la base de l'estimation de l'aire d'habitat favorable et de la surface effectivement favorable à *Saxifraga hirculus* (les habitats favorables sont en fait intriqués en mosaïque avec des gouilles et des buttes de haut-marais au sein d'une aire potentielle de présence), les densités de plantation devront être précisées en fonction du nombre d'individus par plant (tableau 4). En réalité, l'implantation sera réalisée de manière agrégative sur les lieux les plus favorables, afin de densifier de plus petites surfaces et favoriser la fécondation croisée.

On peut estimer prévoir :

- ★ pour les sites inférieurs ou égal à 1000 m<sup>2</sup> d'habitat favorable, une densité globale de 1 à 2 m<sup>2</sup> pour un plant ;
- ★ pour les sites de 1000 à 2000 m<sup>2</sup> d'habitat favorable, une densité globale de 3 à 5 m<sup>2</sup> par plant ;
- ★ pour les sites supérieurs ou égal à 5000 m<sup>2</sup> d'habitat favorable, une densité globale de maximum 9 m<sup>2</sup> par plant. Dans ce cas toute la surface favorable ne sera pas utilisée.



# III

Tableau 4 : estimation de la densité de plantation théorique en fonction de la surface d'habitat favorable et du nombre de plants obtenus

Lieu	aire de présence (ares)	habitat favorable (ares)	Nb individus recherché	densité nb m2/ plant (500 plants)	densité nb m2/ plant (333plants)	densité nb m2/ plants (200 plants minimum)
site J - Les Rousses	50	15	1000	3,0	4,5	7,5
site K - Les Rousses	50	25	1000	5,0	7,5	12,5
site I - Prénovel	25	20	1000	4,0	6,0	10,0
site H - Les Pontets	27	18	1000	3,6	5,4	9,0
site G - Malpas	10	7	1000	1,4	2,1	3,5
site F - La Planée	8	5	1000	1,0	1,5	2,5
site E - Sainte Colombe	150	100	1000	20,0	30,0	50,0
site D - Dompierre Les Tilleuls	50	50	1000	10,0	15,0	25,0
site C - Chaffois	100	80	1000	16,0	24,0	40,0
site B - Bannans	110	50	1000	10,0	15,0	25,0
site A autorenforcement - Bannans	100	60	1000	12,0	18,0	30,0
<b>Totaux Introduction</b>	<b>680</b>	<b>430</b>	<b>11000</b>			

## Estimation de la quantité de plants à introduire suivant la population fondatrice

Comme évoqué précédemment, le renforcement de la population de Bannans se fera uniquement avec des fondateurs issus de cette même population. Les autres populations du Bassin du Dugeon seront fondées par des croisements, avec une proportion favorisant l'origine de Bannans autour du site de Bannans. La part de fondateurs issus de la population de la Sèche de Gimel sera privilégiée et exclusive en dehors du Bassin du Dugeon. Le tableau 5 présente l'estimation du nombre d'individus nécessaires par origine en fonction du besoin total de plants et de la part de chaque origine.

Tableau 5 : estimation du nombre de plants par origine

Lieu	Part fondateurs Bannans vs Sèche de Gimel	Nb individus maxi origine Bannans	Nb individus maxi origine Sèche de Gimel
site J - Les Rousses	0/3	0	1000
site K - Les Rousses N2000 Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe	0/3	0	1000
site I - Prénovel N2000 Combe du Nanchez	0/3	0	1000
site H - Les Pontets, Site Natura 2000 des Combes Derniers	0/3	0	1000
site G - Malpas N2000 Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin	0/3	0	1000



Lieu	Part fondateurs Bannans vs Sèche de Gimel	Nb individus maxi origine Bannans	Nb individus maxi origine Sèche de Gimel
site F - La Planée N2000 Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin	0/3	0	1000
site E - Sainte Colombe N2000 Bassin du Drugeon	1/3	333	667
site D - Dompierre Les Tilleuls N2000 Bassin du Drugeon	1/3	333	667
site C - Chaffois N2000 Bassin du Drugeon	2/3	667	333
site B - Bannans N2000 Bassin du Drugeon	2/3	667	333
site A, auto-renforcement - Bannans N2000 Bassin du Drugeon	3/3	1000	0
<b>Totaux Introduction</b>		<b>3000</b>	<b>8000</b>

Le nombre de sites proposé est encore trop important à l'heure actuelle, au vu de la quantité de graines viables issues de la population de Bannans disponibles en conservation et au vu des difficultés de production culturale ; **il est proposé de prioriser les sites les plus favorables et d'agir en plusieurs phases, afin d'initier le projet sur les sites prioritaires dans un premier temps et de poursuivre sur les autres sites en un second temps.**

### III.5 Durée et calendrier du projet

Par nécessité, au regard des capacités limitées de production et de la disponibilité des semences, la production de plantes sera étalée sur plusieurs années. Au vu des résultats obtenus jusqu'alors, le programme ne peut être prévu sur une période inférieure à cinq ans.

Les opérations de transplantation se feront en fonction du nombre de plants disponibles. La durée des répétitions des opérations permettra d'améliorer les chances de réussite des transplantations et également de poursuivre des campagnes de récolte de graines en cours de projet sur les populations historiques de Bannans et sur celle de la Sèche de Gimel.

#### Trois phases d'actions sont proposées (tableau 6) :

- ★ **phase 1, 2017** : test d'acclimatation et de transplantation des plants existants sur deux sites permettant d'initier l'auto-renforcement de la population de Bannans et tester les transplantations sur un autre site (site J - Les Rousses) ;
- ★ **phase 2, 2018 à 2022** : transplantation de jeunes plants sur cinq sites prioritaires pendant cinq ans : auto-renforcement de Bannans, réintroduction site H - les Pontets, réintroduction site j et K - Les Rousses et introduction dans le site G de Malpas ;
- ★ **phase 3** : transplantation de jeunes plants sur les sept sites restants au delà de 2023. Cette échéance permettant de poursuivre le choix des sites (en fonction du contexte parcellaire, agricole et travaux de restauration à réaliser).



## III

Tableau 6 : proposition d'un calendrier de renforcement et d'introduction en 3 phases de 2017 à 2027

Lieu	Type	Phase 1 : 2017	Phase 2 : 2018-2022	Phase 3 : 2023 - 2027
site A - Renforcement à Bannans N2000 Bassin du Drugeon	Auto-renforcement	x	x	
site J - Les Rousses N2000 Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe	Réintroduction	x	x	
site K - Les Rousses N2000 Lac et tourbière des Rousses, vallée de l'Orbe	Introduction		x	
site J - Les Pontets Site Natura 2000 des Combes Derniers	Réintroduction		x	
site G - Malpas N2000 Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin	Introduction		x	
site F - La Planée N2000 Lac et tourbière de Malpas, les Prés Partot et Bief Belin	Réintroduction			x
site I - Prénovel N2000 Combe du Nanchez	Introduction			x
site E - Sainte Colombe N2000 Bassin du Drugeon	Introduction			x
site D - Dompierre Les Tilleuls N2000 Bassin du Drugeon	Introduction			x
site C - Chaffois N2000 Bassin du Drugeon	Introduction			x
site B - Bannans N2000 Bassin du Drugeon	Introduction			x

## III.6 Opérations prévues

L'objectif d'une production de 1000 individus viables par an avec une seule période de semis est proposé. Y succèderont deux périodes de transplantation *in situ* par an.

Le tableau 7 présente par population la succession des opérations prévues.

### Transplantation du stock de plantes vivantes actuellement conservées dans les jardins botaniques

Les plants obtenus jusqu'alors grâce aux essais de culture dans les différents Jardins botaniques (de Besançon, Nancy, Mulhouse et éventuellement de Lausanne) seront centralisés au Jardin botanique de Besançon avec les plants semés en 2016. Il seront conditionnés, acclimatés et transplantés au printemps et en automne 2017.

Il s'agira d'une phase d'expérimentation, lors de laquelle l'âge et le développement des plants et différentes conditions de traitement ou type de manipulation seront étudiées (plantation directement par écartement de la strate muscinale, étrépage, niveau microtopographique, date de plantation, conditions météorologiques). Ces facteurs seront enregistrés et confrontés, lors des suivis, aux résultats du taux de survie.

La priorité est donnée à l'auto-renforcement de la population de Bannans. Les plants issus des semences de la Sèche de Gimel seront transplantés dans le site J des Rousses.

### Semis pour obtention de nouveaux plants

Les semis seront réalisés en fin d'hiver à partir de 2017. Les cultures devraient pouvoir être réparties sur trois Jardins botaniques partenaires du projet : à Besançon par Cédric Bouvier, à Nancy par Guy Sez nec et à Mulhouse par Mathieu Hildenbrand. La répartition du volume de production reste à définir.



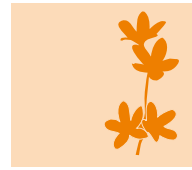
Les semis seront réalisés par paquets de 5 graines dans des godets de 10 x 10 cm, conduisant à l'obtention de 1 à 5 individus par godet (la moyenne obtenue jusqu'à présent avec des lots de semence ancienne étant de 1,7). Les modalités précises restent à ce jour à définir par l'ensemble des acteurs de la culture. L'utilisation de substrats tourbeux pour semis (type FloraGard TKS2 ou Klasmann TS3 fin) ont été testés avec succès lors des essais de culture, à défaut de pouvoir utiliser un substrat d'origine naturelle. Ces substrats sont garantis par les fabricants comme exempts d'éléments pathogènes. Il faudrait toutefois veiller à l'introduction d'agents pathogènes ou de diaspores tout au long de la chaîne de production.

Les stocks de graines récoltées à Bannans étant vieillissants, il a été proposé lors du COPIL de juin 2016 d'en accélérer la mise en semis. La mise en semis de tous les lots conservés pourrait être étalée sur les deux premières années du projet (2017 et 2018). Les semis suivants seront ensuite réalisés par des semences issues de récoltes à venir à partir de 2017, gageant qu'elles seront en nombre suffisant et que les taux de germination seront meilleurs. L'évolution prévisionnel du stock de graines (tableau 8) montre qu'il faudrait récolter au moins 300 graines viables par an pour assurer toutes les phases du projet et 500 graines par an afin de reconstituer en outre un stock de 2700 graines réservées à la conservation.

Pour les individus fondateurs issus de la population de la Sèche de Gimel, les semences utilisées seront celles des récoltes les plus récentes.

Tableau 7 : chronologie des opérations de semis, de transplantation et de mise en réserve en fonction des populations à réintroduire

Populations	Actions	Phase 1		Phase 2						Phase 3															
		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027			
		print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.	print.	aut.		
Production fondateurs Bannans	récolte de graines	x																							
	semis			x																					
	multiplication végétative	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	mise en réserve	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	acclimatation	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
Production fondateurs Sèche de Gimel	récolte de graines																								
	semis			x																					
	mise en réserve	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
Site A auto-renforcement - Bannans	acclimatation	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
	transplantation			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	





# III

## Transplantation des jeunes plants issus de semis

Il est possible de prévoir des transplantations *in situ* au printemps (avril à mai) et à l'automne (entre mi-août et mi-septembre). Les périodes les plus défavorables sont de mi-juin à mi-août et de novembre à avril.

La transplantation de printemps aura lieu au mois de mai. La transplantation d'automne aura lieu assez tôt pour laisser le temps aux stolons de s'enraciner (entre mi-août et mi-septembre). L'état pluviométrique et hydrologique sera à prendre en considération pour favoriser une bonne reprise.

Cette action sera initiée avec des plants issus des semis de 2016 au mois de mai 2017.

La distribution dans l'aire d'habitat favorable sera réalisée de manière agrégative sur les lieux les plus favorables afin de densifier de plus petites surfaces et favoriser la fécondation croisée.

Les plants devront être installés avec leur motte dans une ouverture faite dans les banquettes basses de mousses composées de *Homalothecium nitens*, *Climacium dendroides*, *Calliargonella cuspidata* et *Scorpidium cossonii*. En cas de microtopographie marquée, il faudra viser une installation dans une situation intermédiaire, ni trop basse et ni trop haute, et compter sur l'adaptation des plants à ces conditions par la production de stolons lors des premières années d'implantation.

Une phase de test de transplantation est nécessaire au préalable afin de tester le taux de survie suivant les conditions d'implantation (hauteurs d'implantation suivant la microtopographie, date de plantation, conditions météorologiques), le type de manipulation réalisée (écartement, étrépage) et suivant la robustesse et l'âge du plant. Elle aura lieu lors de la première phase en 2017. Il s'agira donc de ne pas sélectionner les plants en fonction de leur état de développement.

### Acclimatation

Les plants mis en réserve devront subir une période d'acclimatation afin d'être réhabités aux conditions climatiques de plus haute altitude

(température et ultra-violets notamment) et contrecarrer l'effet d'une mauvaise adaptation phénologique puisque les Jardins botaniques sont tous situés en plaine. Cette période est prévue pour une durée de un mois avant la plantation.

Les modalités techniques de cette étape restent à définir (informations aux bénévoles, mise en défend, plan de mise en lumière). Des tests, suivant des manipulations différentes, auront lieu durant la première phase du projet en 2017.

Les plants seront accueillis sur un site d'acclimatation de l'Association Culturelle de la Rivière-Drugeon (25). Ils seront surveillés par les bénévoles de l'association en appui des jardiniers-botanistes du Jardin botanique de Besançon, qui effectueront plusieurs suivis sur le site. Une visite préalable permettant d'organiser sur place cette étape de culture et valider le projet avec les bénévoles de l'association a été réalisée en octobre 2016.

### Prélèvement de graines

Les actions de prélèvement de graines se poursuivront régulièrement durant le projet. La mise en culture de plants issus de la population de Bannans en phase 3 dépend des récoltes possibles en phase 2.

Lors du COPIL de juin 2016, il a été préconisé d'augmenter le prélèvement de graines. Cet objectif n'a pas pu être atteint en 2016, car seules deux capsules sont arrivées à maturité. Ces capsules ont été prélevées.

Une estimation de l'évolution de la banque de semences et des prélèvements à réaliser est présentée au tableau 8. Cette estimation est basée sur la récolte de 500 graines par an, permettant d'une part d'assurer la quantité de semis et d'autre part, d'assurer la reconstitution de la banque de conservation. Un prélèvement de 500 graines correspond au minimum prélevé annuellement sur la période 2005 à 2014 (cela représentait 10% des capsules fécondes de l'ensemble de la population).

Si le prélèvement de 300 graines n'est pas atteint lors du déroulement du programme de renforcement, cela pourra compromettre la faculté de production par semis de plantes



fondatrices de Bannans. Dans ce cas, il faudra revoir les propositions de taux de mélange des fondateurs sur les quatre sites du Bassin du Dugeon et favoriser la multiplication végétative des plantes mises en réserve.

Tableau 8 : simulation de l'évolution du stock de graines, suivant la proposition d'un calendrier de semis des anciens lots et de nouvelles récoltes de semences pour couvrir les besoins en production de plants de la population de Bannans

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Report stock année n-1	3194	2094	994	1294	1594	1894	2194	2194	2194	2194	2194
Récolte année n minimum	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Semis nécessaire de semences anciennes (A: Taux de Germination + Taux de survie estimé à 25%)	1600	1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semis nécessaire de semences récentes (B: Taux de Germination + Taux de survie estimé à 80%)	0	0	200	200	200	200	500	500	500	500	0
Total stock restant année n	2094	994	1294	1594	1894	2194	2194	2194	2194	2194	2694
Nb d'individus obtenus en culture avec les taux théoriques de germination et de survie (25%A+80%B) des lots de semences	400	400	160	160	160	160	400	400	400	400	0

Par ailleurs, il s'agira également de diversifier le stock de semences de la population de la Sèche de Gimel. Un échange franco-suisse de graines de la Sèche de Gimel suivant plusieurs accessions est donc à prévoir entre les récoltes du CBNFC-ORI de 2010 et celle du jardin botanique de Lausanne de 2013. Une nouvelle récolte a été réalisée en septembre 2016.

### Multiplication végétative

A l'aune des essais réalisés en 2016 et vu le manque probable de semences viables tout au long du projet, il est possible d'envisager la multiplication végétative des plantes produites en Jardin botanique. Les méthodes sont celle du marcottage et du bouturage des stolons produits durant l'été. Il s'agira dès le début du programme de conserver un maximum de plantes en réserve (plantes mères) et d'effectuer ces opérations durant les deux années suivant le semis. L'étiquetage de ces clones devra absolument être rigoureux pour permettre une transplantation sur des sites différents. Il conviendra de ne pas dépasser plus de deux clones par site de réintroduction et d'éloigner leur emplacement de transplantation.

## III.7 Suivi des populations

### Suivi à court terme de l'opération de transplantation

Chaque campagne de transplantation fera l'objet de trois suivis permettant d'évaluer le taux de survie :

- ★ une suivi de plantation effectué par un jardinier dans le mois suivant la plantation, permettant de veiller aux bonnes conditions de reprise ;
- ★ un suivi par un botaniste après six mois de transplantation ;
- ★ un suivi après un an dans la limite d'un échantillonnage de 100 plants.

Le taux de mortalité et le taux de survie seront évalués lors de ces suivis.

Pour ce faire, chaque campagne fera l'objet d'un projet d'implantation, puis chaque plantation sera cartographiée au tachéomètre.

A chaque suivi, chaque plant sera évalué viable ou mort, ce qui permettra de suivre le taux de survie. La part relative de l'origine des plants fondateurs vivants sera calculée. Un taux important de mortalité pourrait permettre si besoin un remplacement



# III

des individus morts en cours de projet.

Le taux de survie sera confronté aux différents indicateurs relevés durant les opérations de transplantation et pendant les opérations de culture :

- ★ origine du lot de semences ;
- ★ âge et développement des plants (au moment de la transplantation) ;
- ★ conditions météorologiques ;
- ★ conditions hydrologiques ;
- ★ conditions d'implantation (écartement de la strate muscinale, étrépage) ;
- ★ position microtopographique ;
- ★ conditions de manipulation (à définir si besoin).

L'analyse de ces indicateurs servira à évaluer les conditions les plus idéales en cours de projet.

## Suivi à long terme des populations

Un suivi devra par la suite être défini, permettant d'évaluer la mortalité à plus long terme et la capacité d'expansion de la population. Ce suivi démographique pourra reposer sur un échantillonnage par placette de chaque population proposant la cartographie des rosettes, la longueur des inflorescences, l'évaluation du taux de floraison, du taux de fructification et du taux de germination. En outre, il pourra comprendre une recherche d'individus autour du secteur d'implantation.

Ce suivi pourrait envisager une étude génétique des microsatellites pour suivre l'effet du mélange des populations sur le plan génétique en comparaison aux populations d'origine.

Il devra enfin prendre en compte l'évolution du milieu d'accueil, par la réalisation d'un relevé phytosociologique et le levé des facteurs impactant (pratiques, enfrichement, piézométrie, hydrochimie...).

## III.8 Suivi de projet

Les résultats des opérations de renforcement seront synthétisés annuellement dans un rapport d'activité. Il présentera l'état d'avancement au cours du

projet et décrira l'état du stock de semences, l'état des productions, l'état des transplantations et les résultats des suivis *in situ*.

Un comité de pilotage du programme sera mis en place et se réunira au moins une fois par an : il veillera au suivi de l'avancement du projet et réfléchira, en fonction des bilans et de la réussite des actions, à orienter les choix techniques. Il réunira les opérants du projet ainsi que les gestionnaires locaux, des membres des conseils scientifiques et les maîtres d'ouvrage).

Si le plan national d'action est reconduit à l'avenir, les comités de pilotages seront communs.

## III.9 Intervenants

Le CBNFC-ORI, qui a défini le projet sous l'égide du comité de pilotage du plan national d'action, pourra mettre en œuvre le projet et rechercher les financements. Il suivra les actions et coordonnera les intervenants (tableau 9).

Par ailleurs, il effectuera les récoltes de semences et confiera les différents lots nécessaires à la production. Il effectuera les opérations de transport entre les intervenants.

Le Jardin botanique de Besançon, les Conservatoire et Jardins botaniques de Nancy et le Conservatoire botanique d'Alsace (Service des espaces verts de Mulhouse) participeront à la production des plants. La production sera principalement assurée par le Jardin botanique de Besançon. Les jardins botaniques de Nancy et Mulhouse assureront une partie de la production en appui, dans la limite de leurs possibilités. Le jardin botanique de Lausanne pourra faire don de plants de culture selon ses capacités de production.

Le jardin botanique de Besançon centralisera les productions prêtes à la transplantation. Il veillera à l'acclimatation des plants en altitude sur le site d'acclimatation de la Rivière-Drueon, en concertation avec les bénévoles de l'Association culturelle de la Rivière-Drueon.

Le CBNFC-ORI définira les plans d'implantation et guidera les opérations de plantation. Avec le Jardin botanique de Besançon, il mettra en œuvre les

transplantations et effectuera le suivi de plantation.

Le CBNFC-ORI effectuera les suivis de populations et fera état des réalisations en organisant des réunions et en rédigeant des bilans d'activité annuels.



Tableau 9 : synthèse des intervenants suivant les actions prévues

Opérations						
Intervenants	Suivi projet	Récoltes	Production de plants	Acclimatation	Transplantation	suivis
CBNFC-ORI	x	x			x	x
JB Besançon			x	x	x	x
CJB Nancy			x			
CB Alsace			x			
JB Lausanne			x			
Association culturelle de La Rivière-Drugeon				x		

## III.10 Évaluation budgétaire de l'ensemble de l'opération

Une estimation des coûts de l'ensemble du projet est réalisée avec le concours du Jardin botanique de Besançon notamment pour la mise en œuvre de la première phase du projet en 2017. Le tableau 10 présente une estimation du coût annuel estimé. Les coûts détaillés par tâche et par phase du projet sont présentés au tableau 11.

Tableau 10 : estimation du coût général et du besoin annuel suivant la succession des opérations prévues (12/10/2016)

Besoin de financement annuel	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	TOTAL
Récolte de graines	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	3 860 €	-	38 600 €
Culture/semis/entretien	36 454 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	5 367 €	90 122 €
Acclimatation	380 €	761 €	761 €	761 €	761 €	761 €	761 €	761 €	761 €	761 €	761 €	7 987 €
Transplantation	2 747 €	6 868 €	6 868 €	6 868 €	6 868 €	6 868 €	8 241 €	8 241 €	8 241 €	8 241 €	8 241 €	78 292 €
Suivi de populations	14 050 €	12 166 €	15 226 €	15 226 €	15 226 €	15 226 €	17 251 €	18 271 €	18 271 €	18 271 €	18 271 €	177 454 €
Suivi de projet	9 638 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	11 779 €	127 424 €
<b>Total</b>	<b>67 129 €</b>	<b>40 800 €</b>	<b>43 860 €</b>	<b>43 860 €</b>	<b>43 860 €</b>	<b>43 860 €</b>	<b>47 258 €</b>	<b>48 278 €</b>	<b>48 278 €</b>	<b>48 278 €</b>	<b>44 418 €</b>	<b>519 878 €</b>

III

Tableau 11 : détail de l'estimation des coûts par opération et par phase du projet (12/10/2016)

Besoin financement par opération	Coût unitaire	Q φ1	Coût φ1	Q φ2	Coût φ2	Q φ3	Coût φ3
<b>Récoltes complémentaires et tri de graines en cours de projet</b>							
2 récoltes Bannans + frais	980 €	1	980 €	5	4 900 €	4	3 920 €
2 récoltes Sèche de Gimel + frais	1 040 €	1	1 040 €	5	5 200 €	4	4 160 €
traitement des graines	1 840 €	1	1 840 €	5	9 200 €	4	7 360 €
<b>Total</b>			<b>3 860 €</b>		<b>19 300 €</b>		<b>15 440 €</b>
<b>Culture/semis/multi/entretien</b>							
Temps salarié : semis, étiquetage : 48h pour 700 godets	887 €	1	887 €	5	4 437 €	5	4 437 €
Temps salarié : entretien, suivis, comptage, 208h	3 676 €	1	3 676 €	5	18 382 €	5	18 382 €
Consommable (substrat, bacs, pots, étiquettes)	803 €	1	803 €	5	4 016 €	5	4 016 €
Petit matériel technique (Phmètre, conductimètre)	654 €	1	654 €	0	- €		
Infrastructure : aménagements abris de culture 2017	10 273 €	1	10 273 €	0	- €	0	- €
Chambre de culture	20 160 €	1	20 160 €	0	- €		
<b>Total</b>			<b>36 454 €</b>		<b>26 834 €</b>		<b>26 834 €</b>
<b>Acclimatation sur 4 semaines, suivi 1 demi journées par semaines</b>							
Suivi jardinier-botaniste : 5 demi-journées par opération d'acclimatation	380 €	1	380 €	10	3 803 €	10	3 803 €
Suivi jardinier sur place : 4h/semaines (restant à évaluer)	- €	-	- €	0	- €	0	- €
Frais éventuels sur site d'acclimatation (restant à évaluer)	- €		- €		- €		- €
<b>Total</b>			<b>380 €</b>		<b>3 803 €</b>		<b>3 803 €</b>
<b>Transplantation</b>							
Jardinier-botaniste	127 €	4	507 €	50	6 339 €	60	7 606 €
botaniste	460 €	4	1 840 €	50	23 000 €	60	27 600 €
frais	100 €	4	400 €	50	5 000 €	60	6 000 €
<b>total</b>			<b>2 747 €</b>		<b>34 339 €</b>		<b>41 206 €</b>
<b>Suivis des populations</b>							
Mise en place : acquisition tachéomètre station totale	10 000 €	1	10 000 €	0	- €	0	- €
Mise en place : cartographie à l'implantation par population : 0,5 jour par campagne + frais	280 €	4	1 120 €	50	14 000 €	60	16 800 €
Suivi de plantation (+1mois) par jardinier et botaniste + frais	478 €	4	1 910 €	50	23 879 €	60	28 655 €
Suivi à court terme des transplantations (+6 mois) par botaniste (1 jour par site, par campagne de transplantation) + frais	510 €	2	1 020 €	47	23 970 €	59	30 090 €
Suivi global à long terme de transplantation (+1 an) par botaniste (1 jour par population dans la limite d'une échantillonnage de 100 transplantation) + frais	510 €	-	- €	22	11 220 €	29	14 790 €
<b>Total</b>			<b>14 050 €</b>		<b>73 069 €</b>		<b>90 335 €</b>
<b>Suivis de projet</b>							
Coordination projet : botaniste. 3 jours/an	460 €	3	1 380 €	25	11 500 €	25	11 500 €
Coordination projet : technicien jardinier-botaniste. 16 jours/an	244 €	11	2 686 €	80	19 534 €	80	19 534 €
Réunions techniques jardiniers, jardiniers botanistes et botanistes (2 jours/an)	831 €	2	1 662 €	10	8 309 €	10	8 309 €
Rapport annuel de toutes les opérations (botaniste 4 jours/an + technicien jardinier botaniste 3 jours/an)	2 573 €	1	2 573 €	5	12 863 €	5	12 863 €
Frais de gestion et d'infrastructure SAIC (UFC)	1 338 €	1	1 338 €	5	6 688 €	5	6 688 €
<b>Total</b>			<b>9 638 €</b>		<b>58 893 €</b>		<b>58 893 €</b>
<b>Total Général</b>			<b>67 129 €</b>		<b>216 238 €</b>		<b>236 511 €</b>



## III.11 Évaluation budgétaire pour 2017

L'estimation budgétaire du projet en 2017 est évaluée à 67 129 euros. Le tableau 12 présente le financement de la phase 1 en 2017.

La mise en œuvre nécessite l'implication du CBNFC-ORI pour 44 070 € et du Jardin botanique de Besançon pour 23 059 €.

Le CBNFC-ORI intervient dans le cadre des actions financées par la convention Etat/CBNFC-ORI 2017, avec participation de la Région BFC (PPA 2017 - actions 221 et 242 *pro parte*) et met à disposition une chambre de culture acquise avec l'appui financier de la DREAL (Décision attributive de subvention du 21 octobre 2016).

Il reste à ce jour à financer l'acquisition d'un tachéomètre pour réaliser l'implantation et les suivis.

Le jardin botanique intervient par la mobilisation de jardiniers, avec l'appui financier de l'Université de Franche-Comté et par l'achat de matériel nécessaire à la mise en culture. A cet effet, une sollicitation d'aide financière à hauteur de 19 152 € est actuellement en cours de traitement à la DREAL BFC. Le tableau 13 présente l'origine des financements.

Tableau 12 : plan de financement de l'action en 2017, détaillé suivant les opérations (12/10/2016)

Besoin financement par opération	Coût unitaire	Q φ1	Coût φ1	CBNFC	UFC	SUBV JBB DREAL 2016
<b>Récoltes complémentaires et tri de graines en cours de projet</b>						
2 récoltes Bannans + frais	980 €	1	980 €	980 €		
2 récoltes Sèche de Gimel + frais	1 040 €	1	1 040 €	1 040 €		
traitement des graines	1 840 €	1	1 840 €	1 840 €		
<b>Total</b>	<b>3 860 €</b>		<b>3 860 €</b>	<b>3 860 €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>
<b>Culture/semis/multi/entretien</b>						
Temps salarié : semis, étiquetage : 48h pour 700 godets	887 €	1	887 €			887 €
Temps salarié : entretien, suivis, comptage, 208h	3 676 €	1	3 676 €			3 676 €
Consommable (substrat, bacs, pots, étiquettes)	803 €	1	803 €			803 €
Petit matériel technique (Phmètre, conductimètre)	654 €	1	654 €			654 €
Infrastructure : aménagements abris de culture 2017	10 273 €	1	10 273 €			10 273 €
Chambre de culture	20 160 €	1	20 160 €	20 160 €		
<b>Total</b>	<b>36 454 €</b>		<b>36 454 €</b>	<b>20 160 €</b>	<b>- €</b>	<b>16 294 €</b>
<b>Acclimatation sur 4 semaines, suivi 1 demi journées par semaines</b>						
Suivi jardinier-botaniste : 5 demi-journées par opération d'acclimatation	380 €	1	380 €			380 €
Suivi jardinier sur place : 4h/semaines (restant à évaluer)	- €	-	- €			
Frais éventuels sur site d'acclimatation (restant à évaluer)	- €		- €			
<b>Total</b>	<b>380 €</b>		<b>380 €</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>	<b>380 €</b>

# III

Transplantation	Coût unitaire	Q φ1	Coût φ1	CBNFC	UFC	SUBV JBB DREAL 2016
Jardinier-botaniste	127 €	4	507 €			507 €
botaniste	460 €	4	1 840 €	1 840 €		
frais	100 €	4	400 €	400 €		
<b>total</b>	<b>687 €</b>		<b>2 747 €</b>	<b>2 240 €</b>	<b>- €</b>	<b>507 €</b>
Suivis des populations	Coût unitaire	Q φ1	Coût φ1	CBNFC	UFC	SUBV JBB DREAL 2016
Mise en place : acquisition tachéomètre station totale	10 000 €	1	10 000 €	10 000 €		
Mise en place : cartographie à l'implantation par population : 0,5 jour par campagne + frais	280 €	4	1 120 €	1 120 €		
Suivi de plantation (+1mois) par jardinier et botaniste + frais	478 €	4	1 910 €	1 530 €		380 €
Suivi à court terme des transplantations (+6 mois) par botaniste (1 jour par site, par campagne de transplantation) + frais	510 €	2	1 020 €	1 020 €		
Suivi global à long terme de transplantation (+1 an) par botaniste (1 jour par population dans la limite d'une échantillonnage de 100 transplantation) + frais	510 €	-	- €	- €		
<b>Total</b>	<b>11 778 €</b>		<b>14 050 €</b>	<b>13 670 €</b>	<b>- €</b>	<b>380 €</b>
Suivis de projet	Coût unitaire	Q φ1	Coût φ1	CBNFC	UFC	SUBV JBB DREAL 2016
Coordination projet : botaniste. 3 jours/an	460 €	3	1 380 €	1 380 €		
Coordination projet : technicien jardinier-botaniste. 16 jours/an	244 €	11	2 686 €		2 686 €	
Réunions techniques jardiniers, jardiniers botanistes et botanistes (2 jours/an)	831 €	2	1 662 €	920 €	488 €	254 €
Rapport annuel de toutes les opérations (botaniste 4 jours/an + technicien jardinier botaniste 3 jours/an)	2 573 €	1	2 573 €	1 840 €	733 €	
Frais de gestion et d'infrastructure SAIC (UFC)	1 338 €	1	1 338 €			1 338 €
<b>Total</b>	<b>4 108 €</b>		<b>9 638 €</b>	<b>4 140 €</b>	<b>3 907 €</b>	<b>1 591 €</b>
<b>Total Général</b>			<b>67 129,30 €</b>	<b>44 070 €</b>	<b>3 906,72 €</b>	<b>19 152,58 €</b>

Tableau 13 : plan de cofinancement de l'action en 2017, détaillé suivant les bénéficiaires et les financeurs (12/10/2016)

Structure bénéficiaire	Programme de financement	DREAL BFC	Région BFC	UFC	Recherche en cours	Total	Part relative
CBNFC-ORI	PPA 2017 : action 2.2.1 (Actions 7 et 8 du PNA : 20 jours + frais)	3 015,00 €	7 035,00 €			10 050 €	66 %
	PPA 2017 : action 2.4.2 (8 jours + frais)	1 158,00 €	2 702,00 €			3 860 €	
	Avenant convention 2016 pour acquisition de la chambre de culture	20 160,00 €				20 160 €	
					10 000,00 €	10 000 €	
Jardin botanique	demande de subvention en cours	19 152,58 €		3 906,72 €		23 059 €	34 %
	<b>Total</b>	<b>43 486 €</b>	<b>9 737 €</b>	<b>3 907 €</b>	<b>10 000 €</b>	<b>67 129 €</b>	
	Part relative	64,8%	14,5%	5,8%	14,9%		

## III.12 Préalables administratifs au projet

- ★ Validation par le COPIL PNA, présentation 14 juin 2016, validation définitive (4 novembre 2016).
- ★ Validation par le conseil scientifique commun au CBNFC-ORI et au pôle Lorrain du futur conservatoire Nord-Est, le 9 novembre 2016.

- ★ Accord des propriétaires qu'ils soient publics ou privés pour le projet de 2017 (Bannans et Les Rousses).
- ★ Accord des gestionnaires (Bannans et Les Rousses).
- ★ Dépôt d'une demande de dérogation, au nom des six intervenants, instruite par la DREAL et visée par le CNPN. Elle concerne l'utilisation et le transport de spécimens d'une



espèce végétale protégée (articles L. 411-1 et L. 411-2 du Code de l'environnement par arrêté du 19 février 2007), ayant pour finalité l'auto-renforcement et l'introduction de populations. Elle est complétée par une demande d'autorisation d'importation et de production (Arrêté du 12 octobre 1987).

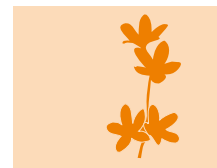
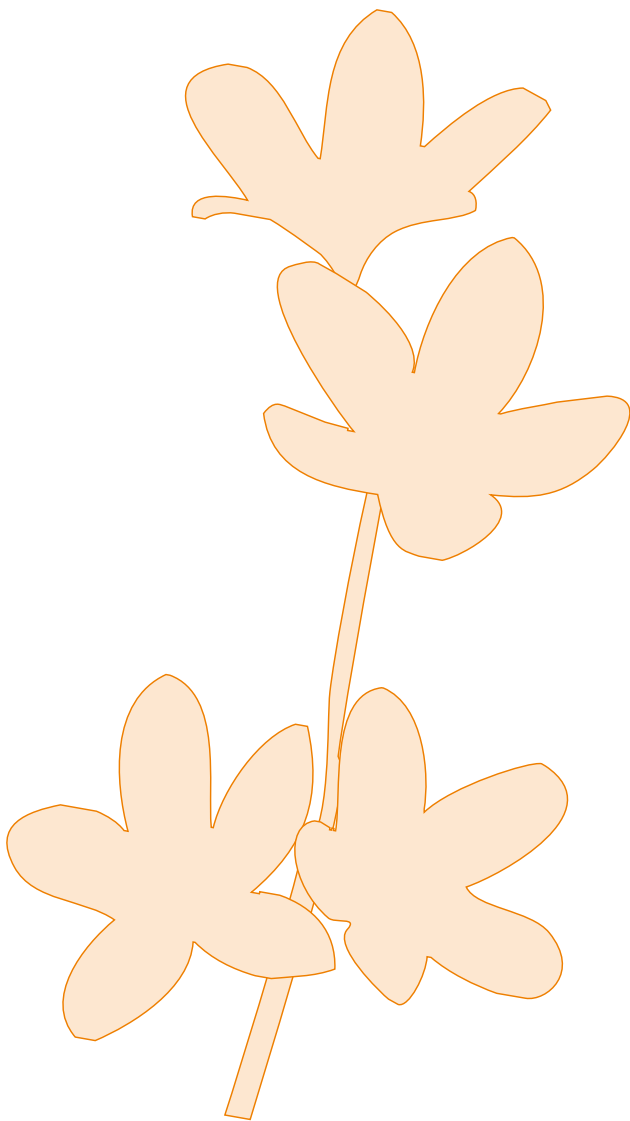


Tableau 14 : synthèse des demandes de dérogation et d'autorisation par les intervenants

Intervenants	CERFA 11633*02			CERFA 11632*02	
	Récolte	Transport	Utilisation	Import	Production
CBNFC-ORI	∅	x	x	x	
JB Besançon			x		x
CJB Nancy					x
CB Alsace					x
Association culturelle de La Rivière Dugeon			x		



# BIBLIOGRAPHIE ET ANNEXES





## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ M., FERREZ Y. et MORCLETTE Ph., 2002. *Suivi botanique et cartographie floristique de la zone Natura 2000 Bassin du Drugeon*. Syndicat mixte de la vallée du Drugeon et du plateau de Frasne, SBFC, rapport d'étude. 81p + annexes.
- ARNET T., 2012. *Etude de marais favorables et défavorables à la réintroduction de Saxifraga hirculus*. Volume I - Texte. Mémoire de Master Universités de Neuchatel et Lausanne. 83p.
- BEATTY G.E., REID N. & PROVAN J., 2013. Retrospective genetic monitoring of the threatened Yellow marsh saxifrage (*Saxifraga hirculus*) reveals genetic erosion but provides valuable insights for conservation strategies. *Diversity and Distributions*. DOI: 10.1111/ddi.12158. 1-9.
- BENOIST J., 2012. *Étude du fonctionnement hydro-écologique de la station de Saxifrage œil de bouc de Bannans (25) - site Nature 20000 : Bassin du Drugeon, dans le cadre du Plan national d'Action en faveur de la Saxifrage œil de bouc*. Rapport de licence. Université de Franche-Comté, Besançon. 36 p.
- FERREZ Y., 2013. *Résultats du test de germination concernant la population de Saxifraga hirculus L., 1753 de la commune de Bannans*. CBNFC-ORI. 4p.
- FERREZ, Y., 2014a. *Liste rouge régionale de la flore vasculaire de Franche-Comté. Évaluation du risque de disparition selon la méthodologie et la démarche de l'UICN*. Conservatoire botanique de Franche-Comté Observatoire régional des invertébrés. 13 p.
- FERREZY, 2014b. *Résultats des tests de germination concernant la population de Saxifraga hirculus L., 1753 de la commune de Bannans (récoltes du 12/09/2013 et du 30/09/2013)*. CBNFC-ORI. 3p.
- FREYMOND, H., 1999. *Spatial genetic structure in two populations of a rare species: Saxifraga hirculus L. in Switzerland and Denmark*. Diploma thesis. University of Lausanne, Switzerland. 52p.
- GIRARDOT J., 2014. *Site Natura 2000 Combe Derniers, étude hydrogéologique et hydrologique du site. Rapport d'étude suivi hydrologique année 2013*. Évaluation de l'incidence des prélèvements AEP. Cabinet Reilé. PNR Haut-Jura. 34p.
- GODEFROID S., PIAZZA C., ROSSI G., BUORD S., STEVENS A-D., AGURAIUJA R., COWELL C, WEEKLEY C., VOGG G., IRIONDO J. M., JOHNSON I., DIXON B., GORDON D., MAGNANON S., VALENTIN B., BJUREKE K, KOOPMAN R., VICENS M., VIREVAIRE M. ET VANDERBORGHT T., 2011. How successful are plant species reintroductions ? *Biological Conservation* 144. P. 672-682.
- GUYONNEAU J. ANDRÉ M., FERREZ Y. et MORCLETTE Ph., 2009. Suivis botaniques et de végétation du site Natura 2000 Bassin du Drugeon, bilan des suivis 2002-2008 et perspectives. Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, Communauté de communes du plateau de Frasne et du val du Drugeon, 100 p. + annexes.
- GUYONNEAU J., 2011. *Plan national d'action en faveur de la Saxifrage œil-de-bouc Saxifraga hirculus L., 2012-2016*. Conservatoire Botanique National de Franche-Comté. MEDDTL. 119 p.
- GUYONNEAU J., 2014. *Rapport d'activité, Programme d'action 2014, Site Natura 2000 Bassin du Drugeon*. CBNFC-ORI, SMMMAHD. 41p.



- GUYONNEAU J., 2014. *Cartographie des habitats naturels et semi-naturels du site Natura 2000 des Combes Derniers*. Conservatoire botanique national de Franche-Comté, Parc naturel régional du Haut-Jura, 87 p. + annexes.
- GUYONNEAU J., BRUGEL E., TRIVAUDEY M.-J., 2014. *Séminaire PNA Saxifraga hirculus, Conservation ex situ et projet de renforcement, 17/02/2014 Frasne*. CBNFC-ORI. Présentation 15p. / compte-rendu 6p.
- GUYONNEAU J., 2016. *Conservation ex situ Saxifraga hirculus, Séminaire 2 : réunion technique culture, 10/12/15 Besançon*. CBNFC-ORI. Présentation / compte-rendu 24p.
- GROSVERNIER Ph., 2015. *Synthèse des éléments de diagnostic fonctionnel concernant la zone tourbeuse à Saxifrage Œil de Bouc de Bannans (25)*. LIN'eco. SMMAHD. 12 p.
- MOULY A., 2013. *Rapport d'étude génétique de Saxifraga hirculus dans le Doubs (France) et en Suisse*. Laboratoire Chrono-Environnement, CNRS - UFC. 4p. + annexes.
- OLIVER C., PM. HOLLINGSWORTH & RJ. GORNALL. 2006. Chloroplast DNA phylogeography of the arctic-montane species *Saxifraga hirculus* (Saxifragaceae). *Heredity* 96, 222-231.
- ROUX J.-P., OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France - Tome I : espèces prioritaires*, Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages, 486 p. + annexes.
- UICN France, FCBN & MNHN, 2012. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés*. Dossier électronique.
- VITTOZ, P., 1997. *Sèche de Gimel. Bas-marais d'importance nationale n° 1486 (Commune du Chenit). Plan de protection et de gestion*. Conservation de la nature, 25 p.
- VITTOZ, P. & GOBAT, J.-M., 2006. Saxifrage bouc et veaux: une histoire d'amour. *Bulletin du Cercle Vaudois de Botanique*, 35. 85-98.
- VITTOZ, P., WYSS, T. & GOBAT, J.-M., 2006. Ecological conditions for *Saxifraga hirculus* in Central Europe: A better understanding for a good protection. *Biological Conservation*, 131. 594-608.
- VITTOZ P., 2014. *Projet de réintroduction de Saxifraga hirculus dans le Jura*. Note de projet pour le Canton de Vaud. 8p.



## A

# ANNEXE 1 : LIFE «RÉHABILITATION FONCTIONNELLE DES TOURBIÈRES DU MASSIF JURASSIEN FRANC-COMTOIS»

Débuté en 2014 pour une durée de 6 ans (de juin 2014 à novembre 2020). Ce programme présente un budget d'environ 8 millions d'euros et permet d'intervenir sur 60 tourbières réparties sur 16 sites Natura 2000 du massif jurassien franc-comtois.



## OBJECTIFS :

- 1/ Conduire des opérations de réhabilitation du fonctionnement hydrologique des tourbières situées dans le réseau Natura 2000 du Jura franc-comtois, afin de maintenir ou d'améliorer les états de conservation d'habitats et d'habitats d'espèces d'intérêt communautaire ; Cette réhabilitation aura lieu sur le long terme : dans la mesure où les opérations seront optimisées au maximum des possibilités techniques, elles ne nécessiteront pas ou peu d'actions récurrentes après le Life.
- 2/ Acquérir certaines parcelles pour garantir leur préservation ;
- 3/ Sensibiliser la population et les acteurs à la protection de ces écosystèmes afin d'assurer leur préservation sur le long terme.

**Bénéficiaire coordinateur :** Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté

**Bénéficiaires associés :** Syndicat mixte des milieux aquatiques du Haut-Doubs, Parc naturel régional du Haut-Jura, Association des amis de la Réserve naturelle du lac de Remoray, Syndicat mixte d'aménagement du Dessoubre et de valorisation du bassin versant et DREAL BFC

**Partenaires financiers :** Union européenne, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Conseil régional de Franche-Comté, Départements du Doubs et du Jura.

**Plus de précisions :** <http://www.life-tourbieres-jura.fr>

## ANNEXE 2 : BILAN DÉTAILLÉ DES ÉTUDES EN GÉNÉTIQUE DE *Saxifraga hirculus*



Les études en génétique ont été confiées à Arnaud Mouly, Laboratoire de Chrono-environnement de l'Université de Franche-Comté, afin de réaliser dans une première phase, une analyse de polymorphisme génétique de *Saxifraga hirculus* selon une méthodologie établie par Olivier *et al.* (2006).

L'étude d'Olivier *et al.* (2006) est basée sur une approche phylogéographique. La méthode repose sur la méthode de polymorphisme de longueur de fragments de restriction (RFLP) de l'ADN chloroplastique. L'échantillonnage avait pris en compte seulement huit individus de la population de la sèche de Gimel (aucun ne provenait de France). Une très forte fragmentation génétique a été mise en évidence, augmentée par la raréfaction de populations. Les plantes de Suisse partagent un haplotype avec celles d'un site du Danemark. Cet exemple illustre une conclusion de l'étude : il n'y a pas chez *S. hirculus* de relation entre l'origine géographique et la similitude génétique des haplotypes chloroplastique. Il existe ainsi un paradoxe entre le manque de structure géographique dans les lignées des chloroplastes à une échelle régionale et la différenciation locale des populations en Europe. Cela s'explique par le modèle caractéristique des lignées anciennes : la dispersion de l'espèce a eu lieu après la différenciation des haplotypes, après la glaciation du Pléistocène, dans un contexte d'habitat naturel idéal pour la reproduction, la dispersion et l'établissement. C'est dans une période plus récente et à une échelle locale, notamment au sud de sa répartition, que l'espèce est devenue plus rare et sa répartition fragmentée. Cet isolement, conjugué parfois à la pression du pâturage, a réduit ses possibilités de dispersion et donc favorisé une différenciation des populations locales.

Mouly (2013) n'a obtenu aucune amplification des échantillons prélevée en 2010 par le CBNFC-ORI sur les populations de la Sèche de Gimel et de Bannans et également aucune sur les échantillons d'herbiers. Des essais pour affiner le protocole ont été réalisés avec des échantillons des plantes vivantes du jardin botanique de Besançon, ils montrent aujourd'hui :

- ★ que l'extraction d'ADN fonctionne (pas besoin de nouvelle récolte) ;
- ★ que l'extrait comporte des perturbateurs de l'amplification des marqueurs génétiques par PCR, ce qui nécessite de diluer les extraits d'ADN afin d'avoir une chance que l'amplification fonctionne.

Dans le cadre du projet de réintroduction suisse, Pascal Vittoz (*comm. pers.*) a étayé l'argumentaire de ne pas conduire d'étude génétique, sur la base de l'avis de Lucas Fumagalli (*comm. pers.*), spécialiste de la génétique des populations et de la conservation à l'Université de Lausanne. Il ne paraît pas judicieux de compléter des analyses par les mêmes méthodes que les deux études antérieurement réalisées sur la population de la Sèche de Gimel :

- ★ le travail de Hervé Freymond (1999), avait montré un niveau élevé de diversité génétique (variation allozymic) de la population de la Sèche de Gimel (comparée à la population de Rosborg au Danemark) et également une différenciation génétique locale due à son isolement géographique. Basée sur des AFLP, la technique est difficile, coûteuse et peu reproductible. Elle n'est d'ailleurs plus guère utilisée et remplacée par d'autres plus efficaces ;
- ★ le travail d'Olivier *et al.* (2006) est basé sur l'ADN chloroplastique, très peu variable chez les plantes. Il est donc préférable pour une étude inter-populations, en particulier à l'échelle mondiale comme Olivier *et al.* (2006), mais inutile à une étude intra-population comme visé pour les populations jurassiennes. Le risque est grand de ne trouver aucune variabilité à l'échelle d'un marais



# A

et ainsi qu'une très faible variabilité entre populations jurassiennes.

Ainsi, d'après Lucas Fumagalli, il serait plus adapté d'utiliser la méthode par microsatellites. Il serait nécessaire de reprendre une analyse complète de la diversité de la Sèche de Gimel comme point de comparaison. Un travail récent de Beatty *et al.* (2013) utilisant cette méthode a permis de comparer la diversité entre populations et au sein de populations en Irlande. Cette méthode est utilisable avec du matériel d'herbier et les microsatellites ont déjà été développés pour *Saxifraga hirculus*. Idéalement, il faudrait aussi analyser d'autres populations plus grandes pour savoir si la population de la Sèche de Gimel peut vraiment être considérée comme diversifiée.

Toujours d'après Lucas Fumagalli, la méthode étant coûteuse (estimation d'environ 20 000€ pour 170 échantillons des marais de Bannans, de la sèche de Gimel et d'une autre grande population en comparaison) et l'investissement jugé peu pertinent pour répondre à la question de la conservation de la diversité génétique, il n'est pas garanti d'obtenir de bonnes solutions pour pallier au manque de diversité de nos populations isolées. Il suggère plutôt de maximiser les chances de maintenir cette diversité par les deux actions suivantes :

- ★ mélanger les deux sources jurassiennes ; ces deux populations ayant une histoire ancienne commune, elles devraient présenter un bagage génétique commun à la fin des glaciations. En posant l'hypothèse que leur bagage génétique n'ait rien ou que peu perdu, le mélange ne fera ni bien, ni mal. Dans l'hypothèse où elles ont toutes les deux perdu une part de leur diversité génétique en s'isolant, une remise en commun ne peut qu'améliorer la diversité génétique ;
- ★ récolter chaque année de nouvelles graines à la Sèche de Gimel pour limiter les risques d'une sélection à cette étape, à l'instar de ce qui est fait pour la population de Bannans. En effet, la date de récolte peut favoriser des lignées précoces ou tardives et les conditions météorologiques de l'été peuvent avoir favorisé la fructification de lignées plus ou moins thermophiles l'année de la récolte. Une récolte étalée sur plusieurs automnes permettrait donc de réduire ces risques.

Des tests complémentaires effectués en 2015 par Arnaud Mouly (*comm. pers.*) et leurs résultats très récents montrent que la population de Bannans présente les mêmes marqueurs que l'haplotype Sèche de Gimel - Rosborg défini par Olivier *et al.* (2006).

Par ailleurs, pour un séquençage direct d'autres marqueurs par la méthode d'étude du polymorphisme de mutations nucléotidiques simples (SNPs), qu'Arnaud Mouly a pu faire sur quelques individus de Bannans, le polymorphisme intra-populationnel est très faible.

Ceci implique que pour la réintroduction (Mouly, *comm. pers.*), la piste d'utilisation des banques culturales issues de graines de Bannans ou de la Sèche de Gimel n'est pas problématique car il n'y aurait qu'une seule grande unité génétique du massif jurassien pour l'espèce.

Par contre, toujours d'après Arnaud Mouly, pour un renforcement de population à Bannans, il vaut peut-être mieux prévoir un apport de fondateurs depuis la population de la Sèche de Gimel qui doivent être un peu plus diversifiés, sinon d'ailleurs (notamment Danemark).



# ANNEXE 3 : PROJET DE RÉINTRODUCTION DE *Saxifraga hirculus* DANS LE JURA SUISSE



## Projet de réintroduction de *Saxifraga hirculus* dans le Jura

Pascal Vittoz<sup>1</sup>

### Introduction

La Saxifrage dorée (*Saxifraga hirculus* L.) existait au 19<sup>e</sup> siècle dans 26 stations en Suisse (Käsermann and Moser, 1999), mais une seule s'est maintenue, dans la combe des Amburnex, près du col du Marchairuz (Marais d'importance nationale Sèche de Gimel, n°1486; Vittoz, 1997). La population est importante avec une estimation de 10'000 fleurs en 1992 (Warncke *et al.*, 1993), correspondant à environ 2000-3000 pieds. Rien ne semble indiquer une éventuelle baisse de cette population, avec au contraire quelques nouvelles petites populations trouvées dans le marais autour des années 2000. Un suivi de cette population est en place depuis 2011 (Delarze, 2012).

Dans le Jura français, la situation est pas également limitée à une seule station dans la tourbière de Bannans, comptant seulement 150 fleurs en 2013 (Guyonneau, com. pers.). Une autre station au marais de l'Ecoulant (Frasne) a disparu en 2008 suite à un déversement d'eaux usées dans le marais, alors que 12 stations étaient connues en Franche-Comté au 19<sup>e</sup> siècle, et une en Bourgogne (Guyonneau, 2012).

L'espèce semble très abondante dans certains pays de sa distribution circumpolaire, comme la Russie, l'Alaska ou le Canada, mais elle est considérée comme rare en Scandinavie et menacée dans plusieurs pays du Nord de l'Europe (voir synthèse dans Vittoz *et al.*, 2006). Elle a même disparu d'Autriche, des Pays-Bas et d'Allemagne, laissant les deux populations jurassiennes totalement isolées en Europe centrale (Vittoz *et al.*, 2006).

Plusieurs projets ont été lancés dans différents pays pour renforcer ces populations, comme en Ecosse avec des réintroductions (Welch, 2002) ou en France avec un Plan national d'actions (Guyonneau, 2012) prévoyant un suivi de la dernière population, la recherche des stations récemment disparues, une analyse génétique des individus subsistant et des parts d'herbier disponibles et un renforcement des populations avec réintroduction dans quelques marais. En Suisse, il est prévu d'adapter le plan d'action français à la situation du canton de Vaud et le présent plan vise à réintroduire la saxifrage dorée dans deux ou trois stations anciennement connues dans le Jura.

Le projet correspond à la réintroduction de *S. hirculus* dans trois marais du Jura suisse, comprenant la culture en jardins botaniques, l'introduction des plantes sur trois ou quatre étés, et le suivi des populations introduites jusqu'en 2019. Le budget est prévu sur cinq ans (2015-19).

### Ecologie de l'espèce

Suite à une étude complète des dernières stations du Jura et sur la base d'autres données provenant de différentes populations européennes de saxifrage dorée, Vittoz *et al.* (2006) ont fait une synthèse des conditions écologiques nécessaires au développement de l'espèce (version en français dans Vittoz et Gobat, 2006). Seuls les principaux points sont repris ici.

<sup>1</sup> Département d'écologie et d'évolution, Université de Lausanne, Biophore, 1015 Lausanne; 021 692 42 70; pascal.vittoz@unil.ch

## A

La saxifrage dorée est une petite espèce possédant l'essentiel de ses feuilles au niveau du sol. Elle est donc peu compétitive face aux autres espèces de marais, les laïches (*Carex*) en particulier. Elle pousse ainsi dans des marais constamment humides avec une nappe phréatique proche de la surface (8-14 cm en dessous de la surface) mais montrant peu de fluctuations. L'espèce semble en effet ne pas supporter la submersion prolongée des feuilles et un assèchement trop important favorise d'autres espèces de plus grande taille. Elle s'enracine toujours dans des tapis de bryophytes, formant des petites buttes au-dessus de l'eau (par ex. *Homalothecium nitens*, *Climacium dendroides*, *Aulacomnium palustre*, *Drepanocladus revolvens*), mais presque jamais dans *Sphagnum*, dont la croissance trop rapide, la capacité à s'accaparer les nutriments et/ou l'acidification semblent ne pas convenir à la saxifrage dorée. L'enracinement très superficiel, 2-3 cm en dessous de la surface, dans la couche supérieure des mousses mortes, montre une tendance à rechercher un environnement bien oxygéné. L'eau du marais doit être froide et couler en permanence, deux paramètres assurant une bonne oxygénation au niveau des racines. De plus, une tourbe fibrique permet une bonne circulation de l'eau. Au niveau européen, l'espèce semble peu sensible à la qualité chimique des sols et de l'eau, avec des conditions oligotrophiques à mésotrophiques, des teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$  très variables et un pH légèrement acide à neutre (5.8-7.5). Néanmoins, Olde Ventering et Vittoz (2008) ont montré qu'un écosystème limité par l'azote disponible, et non par le phosphore ou le potassium, semble une condition importante pour limiter la croissance des grandes espèces, les laïches en particulier.

Tout compris, les conditions idéales pour *S. hirculus* semblent être les marais de sources. Ceux-ci ont généralement un niveau d'eau assez constant, avec une circulation d'eau froide toute l'année. Mais ces marais ont fortement régressé à cause des captages pour l'alimentation des villages ou des abreuvoirs pour le bétail, ou alors sont régulièrement piétinés par le bétail (Vittoz *et al.*, 2006).

### Sélection de marais pour une réintroduction

Dans l'idée d'une éventuelle réintroduction, une étude a été lancée dans le cadre du master en biogéosciences (Universités de Neuchâtel et Lausanne). Thierry Arnet a effectué ce travail sous la direction d'Edward Mitchell, Pascal Vittoz et Jean-Michel Gobat (Arnet, 2012). Des marais ont été visités dans le Jura (cantons de Vaud, Neuchâtel, Jura et Berne, ainsi que quelques stations du Jura français) et 25 sites proches des conditions considérées comme idéales ont été étudiés, dans un premier temps par un inventaire floristique exhaustif (plantes vasculaires et bryophytes; Tab. 1). Dans un deuxième temps, une sélection de treize marais a été étudiée plus en détails à l'aide d'une description du sol, des analyses physico-chimiques du sol et de l'eau et des inventaires d'amibes à thèque dans les couches superficielles. Les plantes vasculaires, les bryophytes et les amibes à thèques ont été utilisés comme indicateurs des conditions écologiques. Les marais ont été considérés comme favorables à la saxifrage dorée lorsque les indicateurs convergeaient vers les mesures similaires faites dans les stations encore existantes (marais de la Sèche de Gimel et tourbière de Bannans).

L'analyse de ces données a permis de mettre en évidence quelques marais potentiellement favorables à une réintroduction:

- La Trélasse (496757/144755, 1158 m): très favorable selon tous les indicateurs utilisés;
- Frasnè, marais de l'Ecoulant (503023/190238, 844 m): favorable selon les indicateurs utilisés, mais ces indicateurs n'étaient vraisemblablement pas encore en équilibre avec la situation réelle actuelle;
- La Vraconnaz (525895/188512, 1085 m): relativement favorable sur la base des amibes à thèque;



- Les Verrières (528631/195396, 928 m): relativement favorable sur la base des amibes à thèque;
- La Chaux-d'Abel (563089/ 225318, 986 m): relativement favorable sur la base des amibes à thèque.

Code	Nom	Pays	<i>Saxifraga hirculus</i>
1	La Trélasse	Suisse	Eteint après 1957
2	La Trélasse	Suisse	Eteint après 1957
3	La Trélasse	Suisse	Eteint après 1957
4	Le Cachot	Suisse	Eteint après 1850
5	Le Cachot	Suisse	Eteint après 1850
6	La Châtagne	Suisse	Eteint après 1850
7	La Châtagne	Suisse	Eteint après 1850
8	Les Saignolies	Suisse	Jamais présent
9	Les Saignolies	Suisse	Jamais présent
10	Les Saignolies	Suisse	Jamais présent
11	Les Verrières	Suisse	Eteint après 1839
12	Les Verrières	Suisse	Eteint après 1839
13	La Vraconnaz	Suisse	Eteint après 1908
14	La Vraconnaz	Suisse	Eteint après 1908
15	Bellelay	Suisse	Eteint après 1928
16	Sèche de Gimel	Suisse	Abondant
17	Sèche de Gimel	Suisse	Abondant
18	Sèche de Gimel	Suisse	Abondant
19	La Chaux-d'Abel	Suisse	Eteint après 1887
20	La Chaux-d'Abel	Suisse	Eteint après 1888
21	Ecoulant	France	Eteint en 2008
22	Bannans	France	Belle population
23	La Châtagne	Suisse	Eteint après 1850
24	La Burtignière	Suisse	Jamais présent
25	Les Pontets	France	Eteint en 2004

**Tab. 1:** liste des marais investigués par Arnet (2012) dans le cadre de son étude des sites potentiellement favorables à la réintroduction de *Saxifraga hirculus*. Le code est le numéro utilisé dans cette même étude. La dernière colonne indique l'historique de l'espèce dans le marais considéré.

## Succession des opérations prévues

Jean-Louis Moret et François Bonnet sont allés chercher des graines le 1<sup>er</sup> octobre 2013 dans la population de la Sèche de Gimel. Les capsules récoltées sur l'ensemble de la surface du marais ont été regroupées et mélangées. Par la suite, elles ont été séchées, ouvertes et vidées de leurs graines. Celles-ci ont été divisées en 6 parts d'environ 1 g, contenant chacune entre 7000 et 8000 graines (poids moyen des graines: 0.126 mg par graine; mesures Edward Mitchell).

En 2014, Stéphane Cottet au Jardin botanique cantonal de Lausanne (JB Lausanne ci-dessous) et Catherine Lambelet au Jardin botanique de la ville de Genève (JB Genève ci-dessous) se sont engagés à tester le taux de germination des graines. Des graines seront également stockées pour une conservation à long terme dans la banque de semences du JB Genève.

La succession des opérations proposées est résumée dans le tableau 2. Il faudrait idéalement viser 1000 pieds par marais, mais répartis sur trois ans pour des réintroductions échelonnées. Le JB Lausanne (y compris Pont-de-Nant), le JB Genève et le Jardin botanique de Neuchâtel (JB Neuchâtel ci-dessous) se sont déjà engagés à faire des cultures. Un protocole des cultures sera proposé durant l'année 2014 sur la base des essais déjà effectués à Lausanne, en Ecosse (Welch, 2002) et à Besançon.

Chaque plante sera cultivée dans un contenant indépendant, idéalement d'environ 10 cm de diamètre (à voir en fonction du matériel disponible). Pour simplifier, si trois marais sont retenus pour une réintroduction en Suisse (la Trélasse, la Vraconnaz et les Verrières), une possibilité serait de faire cultiver les plantes de la Trélasse au JB Genève, les plantes de la Vraconnaz au JB Lausanne et les plants des Verrières au JB Neuchâtel. L'essentiel des

## A

plantules sera transplanté l'année même (juin-juillet) dans les marais. Une partie des cultures (~100 plantes) seront conservées 18 mois afin de pouvoir transplanter des plantes plus robustes si nécessaire, bien qu'il y aura alors un risque de sélection génétique d'individus adaptés aux conditions de plaine. Parallèlement, des semis pourraient être préparés au JB Pont-de-Nant à la sortie de l'hiver (mai-juin) pour obtenir des plantes de montagne. Mais ceux-ci ne seront pas prêts l'année même et doivent donc être gardés 13-14 mois avant transplantation. En fonction de leur croissance et quantité, ces plans pourraient être répartis entre les différents sites dans l'idée d'avoir dans chaque site une partie des individus germés et grandis en altitude.

Les premières graines seront semées en janvier 2015 en quantité suffisante pour avoir dans chaque jardin ~300 plantules prêtes à une transplantation en juin et une centaine à conserver sur 18 mois.

A la sortie de l'hiver (mai-juin) des semis seront préparés à Pont-de-Nant, en quantité suffisante pour obtenir environ 300 plantes prêtes à une transplantation l'été suivant.

En juin 2015, un premier lot d'environ 300 plantules sera réintroduit dans chaque marais retenu. L'introduction peut être différée à juillet si les plantes semblent trop chétives. Les plantes seront plantées avec leur motte de terre dans une ouverture faite dans la mousse. Les plantes seront introduites par petits groupes de 10-30 sur l'ensemble de la surface a priori favorable, mais en évitant des atteintes à d'éventuelles autres espèces menacées dans la station.

Simultanément à l'introduction, un système de monitoring sera mis en place basé sur 10 placettes de 1 m<sup>2</sup> contenant des *S. hirculus* introduits. Les surfaces seront marquées et repérées par rapport à des points fixes hors du marais de préférence. Une photographie de la surface sera réalisée et le nombre de plantes dans chaque surface sera compté.

En automne 2015, des graines seront à nouveau récoltées dans le marais de la Sèche de Gimel. Cette nouvelle récolte permettra de diversifier le patrimoine génétique au cas où une légère sélection intervient avec la saison et d'obtenir du matériel plus récent pour les semis suivants. Une partie sera également stockée dans la banque de semences du JB Genève.

En janvier 2016, un deuxième lot de graines sera semé et les plantes seront cultivées de la même manière que l'année précédente. A priori, 200 plantes conservées 6 mois devraient suffire, compte tenu des compléments déjà en culture, et une centaine préparées pour être conservées 18 mois. Des adaptations sont possibles en fonction des expériences faites en 2015. Similairement, des graines seront semées à Pont-de-Nant à la sortie de l'hiver.

En juin 2016, le monitoring sera répété.

Entre juin ou juillet 2016, une nouvelle transplantation d'environ 200 plantules par marais sera faite, complétées par environ 100 plantes de 13-14 mois du JB Pont-de-Nant. Ces nouveaux plants seront mélangés à ceux précédemment introduits. Si jugé nécessaire en fonction du monitoring, des plantes de 18 mois seront mélangées au lot.

En automne 2016, des graines seront à également récoltées dans le marais de la Sèche de Gimel.

Les mêmes opérations seront reconduites en 2017. Cependant, les semis seront répétés à Pont-de-Nant seulement si jugé nécessaire par les expériences précédentes.



Actions	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2022...		
	Avril	Janvier	Juin	Septembre	Janvier	Juin	Juillet	Septembre	Janvier	Juin	Juillet	Septembre	Janvier	Juin	Juillet	août	Juillet-août
Semis pour tests de germination	JB Lausanne JB Genève																
Stockage des graines pour conservation à long terme	JB Genève																
Semis; viser 300 plantules prêtes en juin, 100 plantules en plus conservées 18 mois	JB Genève JB Lausanne JB Neuchâtel																
Semis; viser 300 plantules prêtes 13-14 mois plus tard																	
Transplantations de 300 plantules (6 mois) par marais																	
Mise en place du monitoring des marais (10 carrés par marais)																	
Récolte de graines dans le marais de la Sèche de Gimel																	
Stockage des graines pour conservation à long terme																	
Semis; viser 200 plantules prêtes en juin, éventuellement 100 plantules en plus conservées 18 mois																	
Semis; viser 300 plantules prêtes 13-14 mois plus tard																	
Monitoring des premières transplantations																	
Transplantations de 200 plantules (6 mois) et 100 plantules (13-14 mois JB Pont-de-Nant) par marais																	
Transplantations de plantules de 18 mois																	
Récolte de graines dans le marais de la Sèche de Gimel																	
Semis; viser 200 plantules prêtes en juin, éventuellement 100 plantules en plus conservées 18 mois																	
Monitoring des populations																	
Transplantations de 200 plantules (6 mois) et 100 plantules (13-14 mois JB Pont-de-Nant) par marais																	
Transplantations de plantules de 18 mois (si nécessaire)																	
Monitoring des populations																	
Transplantations de plantules de 18 mois (si nécessaire)																	
Monitoring des populations																	

Tab. 2: résumé et chronologie des opérations pour la réintroduction de *Saxifraga hirculus*.



## A

En 2018, le monitoring sera effectué en juin.

Si estimé nécessaire par le monitoring, une dernière transplantation aura lieu avec des plantes de 18 mois et/ou des plantes de Pont-de-Nant.

Le monitoring sera répété en 2019 et 2020 puis de manière bisannuelle. Il sera effectué de préférence entre fin juillet et août, pour pouvoir dénombrer les pieds fleuris. La méthode de décompte suivra celle mise en place à la Sèche de Gimel par (Delarze, 2012).

## Budget

Les coûts unitaires (par marais et par année) suivants sont utilisés pour le budget (en francs suisses). Les prix de cultures sont ceux proposés par François Felber (JB Lausanne).

Culture d'environ 100 plantules (semis et 6 mois d'entretien)	1100.-
Culture de 100 plantes (semis et 18 mois d'entretien)	2130.-
Culture de 100 plantes à Pont-de-Nant (semis et 13-14 mois d'entretien)	1320.-
Transplantations	
Déplacement (200 km aller-retour)	140.-
Temps de transplantations pour 2 personnes (100.-/h)	1400.-
Monitoring	
Déplacement (200 km aller-retour)	140.-
Matériel marquage	50.-
Mise en place de 10 placettes la 1 <sup>ère</sup> année (100.-/h)	300.-
Temps de monitoring pour 1 personne (100.-/h)	600.-
Récolte des graines	
Déplacement (200 km aller-retour)	140.-
Temps de récolte pour 1 personne (100.-/h)	500.-
Temps de tri des graines (100.-/h)	1000.-

Sur cette base, le tableau 3 résume le coût de la réintroduction d'environ 1000 plantes sur trois ans, avec évaluation de la diversité génétique et suivi sur cinq ans pour chaque marais retenu.

Actions	Pour un marais				
	2015	2016	2017	2018	2019
Culture d'environ 200-300 plantules (semis et 6 mois d'entretien)	3'300	2'200	2'200		
Culture de 100 plantes (semis et 18 mois d'entretien)	1'100	2'130	2'130	1'030	
Cultures de 100 plantes à Pont-de-Nant (semis et 13-14 mois d'entretien)	920	1'320	400		
Transplantations	1'540	1'540	1'540		
Monitoring	1'090	740	740	740	740
<b>Total</b>	<b>7'950</b>	<b>7'930</b>	<b>7'010</b>	<b>1'770</b>	<b>740</b>

**Tab. 3:** coûts de la réintroduction de *Saxifraga hirculus* pour chaque marais retenu. Si les plantes de 6 mois reprennent bien, il peut être décidé d'abandonner des cultures de 18 mois en cours de route.

Le tableau 4 donne le budget complet du projet, en considérant la réintroduction de *S. hirculus* dans trois marais du Jura suisse, compte tenu des moyens déjà disponibles (finances, matériel, temps de travail) auprès des différents partenaires.



	Débit	Crédit
<b>Coûts de cultures, transplantations et suivis</b>		
Récolte et tri des graines de la Sèche de Gimel en 2016	1'640	
Récolte et tri des graines de la Sèche de Gimel en 2017	1'640	
Total pour la Trélasse	25'400	
Total pour la Vraconnaz	25'400	
Total pour les Verrières	25'400	
-----		
<b>Contributions financières ou en temps</b>		
Musée et jardins botaniques cantonaux, Lausanne (y compris Pont-de-Nant)		
Conservatoire et jardins botaniques de la ville de Genève		
Jardin botanique de Neuchâtel		
Université de Lausanne (temps de travail Pascal Vittoz)		5'000
Conservation de la nature, canton de Vaud		
Conservation de la nature, canton de Neuchâtel		
A chercher (Fondations et autres sources)		74'480
<b>Total pour trois marais</b>	<b>SFr. 79'480</b>	<b>SFr. 5'000</b>

**Tab. 4:** budget global de la réintroduction de *Saxifraga hirculus* dans trois marais du Jura suisse sur cinq ans. La somme totale correspond à l'ensemble des actions proposées ci-dessus. Néanmoins, si jugé non nécessaire en cours de route, les introductions de plantes de 18 mois peuvent être abandonnées.

## Suite après 2019

Le projet présenté ici est prévu pour cinq ans. Mais une telle réintroduction nécessite un suivi plus long pour s'assurer du succès. Une prolongation du projet devra donc être très vraisemblablement préparée en temps utile. Selon (Given, 1996), p. 162), 50-75% du matériel devrait être introduit sur les trois premières années, avec complément sur les années suivantes pour remplacer les plantes décédées. Une suite du projet pourrait donc être envisagée en fonction des résultats obtenus lors des suivis en 2018 et 19. Si tout se passe bien, avec une bonne survie des plantes introduites, seul le financement d'un suivi des nouvelles populations en 2020 puis tous les deux ans devra être recherché.

## A

**Bibliographie**

- Arnet, T. (2012) *Etude de marais favorables et défavorables à la réintroduction de Saxifraga hirculus dans le Jura*. Master, Université de Neuchâtel, Université de Lausanne, 84 p. + annexes
- Delarze, R. (2012) *Suivi de Saxifraga hirculus à la Sèche de Gimel*. BEB SA Bureau d'études biologiques, Aigle, 15 p.
- Given, D. R. (1996) *Principles and practice of plant conservation*. Timber Press, Portland, 292 p.
- Guyonneau, J. (2012) *Plan national d'actions en faveur de la Saxifrage œil-de-bouc Saxifraga hirculus L. 2012-2016*. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable, des Transports et du Logement, La Défence Cedex, 119 p.
- Käsermann, C. & Moser, D. M. (1999) *Fiches pratiques pour la conservation. Plantes à fleurs et fougères*. OFEFP, Berne, 344 p.
- Olde Ventering, H. & Vittoz, P. (2008) Biomass production of the last remaining fen with *Saxifraga hirculus* in Switzerland is controlled by nitrogen availability. *Botanica Helvetica*, **118**, 165-174.
- Vittoz, P. (1997) *Sèche de Gimel. Bas-marais d'importance nationale n° 1486 (Commune du Chenit). Plan de protection et de gestion*. Conservation de la nature, 25 p.
- Vittoz, P. & Gobat, J.-M. (2006) Saxifrage bouc et veaux: une histoire d'amour. *Bulletin du Cercle Vaudois de Botanique*, **35**, 85-98.
- Vittoz, P., Wyss, T. & Gobat, J.-M. (2006) Ecological conditions for *Saxifraga hirculus* in Central Europe: A better understanding for a good protection. *Biological Conservation*, **131**, 594-608.
- Warncke, E., Terndrup, U., Michelsen, V. & Erhardt, A. (1993) Flower visitors to *Saxifraga hirculus* in Switzerland and Denmark, a comparative study. *Botanica Helvetica*, **103**, 141-147.
- Welch, D. (2002) The establishment of recovery sites for *Saxifraga hirculus* L. in NE Scotland. *Botanical Journal of Scotland*, **54**, 75-88.





## Novembre 2016

**Rédacteurs :** Julien GUYONNEAU, Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés

**Rellecteurs :** François DEHONDT, Yorick FERREZ, Olivier BILLANT (CBNFC-ORI), Marie-José VERGON-TRIVAUDEY (DREAL-BFC)

**Validation comité de pilotage PNA :** Max ANDRÉ, Christophe AUBERT, Damien AUBET, Laurent BALESTRA, Vincent BENARD, Véronique BONNET, Anne-Laure BORDERELLE, Cédric BOUVIER, Lucile BRETIN, Marion BRUNEL, Corinna BUISSON, Michel CAILLET, Marie-France CATTIN-BLANDENIER, Emmanuel CHAPOULIE, Franco CIARDO, Agnès COMPAGNE, Stephan COTTET, Isabelle DIANA-MATHE, Guy DURAND, Pierre DURLET, François FELBER, Michel FROIDEVAUX, Fabrice GIBAUD, François GILLET, Johan Gourvil, Philippe GROSVERNIER, Aurélien HAGIMONT, Mathieu HILDENBRAND, Françoise Julliard, Marie KERDONCUFF, Marie KIENZ, Frédéric KOWALSKI, Benoît LAMARD, Catherine LAMBELET, Rebecca LEIMGRUBER, Geneviève MAGNON, Elodie MEHL, Sébastien MIESLIN, Pierre MILLET, Edward MITCHELL, Sylvain MONCORGE, Arnaud MOULY, Francis MULLER, Laurent OPPLIGER, Anne-Claude PLUMETTAZ-CLOT, Jean-François PROST, Christophe RANDIN, Emmanuel RENAUD, Denis ROUSSET, Serge ROUSSET, Jeanne-Marie ROUX-FOUILLET, Michel SAURET, Olivier SCHAR, Véronique SCIUS-TURLOT, Guy SEZNEC, Marilyn STAEHLI, Laurent TESSIER, Cyril THEVENET, Sébastien TSCHANZ, Jean-Claude VADAM, Françoise VAGNEUR, Marie-José VERGON-TRIVAUDEY, Anne-Sophie VINCENT, Pascal VITTOZ, Jean-Christophe WEIDMANN, Jean-Michel ZAMMITE

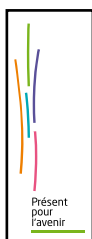
**Validation Conseil scientifique CBNFC/Pôle Lorrain :** Max ANDRÉ, Guy COLLING, Christophe COURTE, François GILLET, Frédéric HENDOUX, Pascal HOLVECK, Philippe JUILLERAT, Thierry MAHÉVAS, Serge MULLER, Sylvain PLANTUREUX, Jean-Pierre REDURON, Jean-Marie ROYER, Thomas SCHNEIDER, Claudia SCHNEIDER, Nicolas SIMLER, Daniel SUGNY, Jean-Marc TISON

**Conception graphique :** MEEDDAT/SG/DICOM/DIE/Aïna COLLIN

**Réalisation :** Justine Amiotte-Suchet (CBNFC-ORI)

**Photos :** Yorick Ferrez, Julien Guyonneau, Gilles Bailly, Cédric Bouvier

**Impression :** Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés



Ministère de l'Environnement, de l'Énergie  
et de la Mer

Direction générale de l'Aménagement,  
du Logement et de la Nature

92055 La Défense Cedex

Tél. 01 40 81 21 22



REGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTE

