

## **Conservation de *Subularia aquatica* L. dans la Réserve naturelle nationale du Néouvielle (France)**

**Sophie Gonzalez<sup>1</sup>, Hervé Gryta<sup>1</sup>, Nathalie Escaravage<sup>1</sup>, Monique Burrus<sup>1</sup>, Jocelyne Cambecèdes<sup>2</sup>,  
Laurence Manhès<sup>3</sup>, Florence Ardorino<sup>4</sup>, Anne Probst<sup>5</sup>, Olivier Jupille<sup>3</sup>**

*1. Évolution et Diversité biologique, CNRS, ENFA, UMR5174, Université Toulouse 3 Paul-Sabatier  
Bât. 4R1, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse*

*2. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Vallon de Salut,  
BP 70315, F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex*

*3. Parc national des Pyrénées, 2 rue du IV-Septembre, BP 736, F-65007 Tarbes cedex*

*4. EDF – DPIH, 8 rue Claude Marie Perroud, F-31096 Toulouse Cedex 1*

*5. Laboratoire Lefe ENSAT, avenue de l'Agrobiopole, BP 32607, Auzerville Tolosane, F-31326 Castanet Tolosan cedex  
Auteur contact : E-mail : olivier.jupille@pyrenees-parcnational.fr*

### RÉSUMÉ

La Subulaire aquatique (*Subularia aquatica* L.) est une espèce circumboréale, amphibie, se développant dans des eaux peu profondes et oligotrophes. En France, elle semble ne subsister que dans les Pyrénées. L'unique station des Hautes-Pyrénées est située dans la Laquette inférieure d'Orédon, au sein de la Réserve naturelle nationale du Néouvielle. Suivie depuis 1999 dans ce site, elle montre un fort déclin depuis 2006. Une étude bibliographique des données existantes sur l'espèce a été entreprise et des axes prioritaires de recherche mis en place pour approfondir les causes de ce déclin. Ces éléments serviront à l'établissement de mesures de restauration de l'habitat et de conservation de l'espèce *in situ* et *ex situ*. Ces divers éléments seront présentés et discutés ici.

Mots-clés : Brassicaceae, hydrophyte, qualité des eaux, restauration d'habitat, Pyrénées, diversité génétique.

### **Conservation of *Subularia aquatica* L. in the Réserve naturelle nationale du Néouvielle (France)**

#### ABSTRACT

Awlwort (*Subularia aquatica* L.) is a circumboreal aquatic plant that grows in shallow oligotrophic mountainous lakes. In France, it is restricted to the Pyrenees only. The unique station of the Hautes-Pyrenees department is located in the "Laquette inférieure d'Orédon", within the national natural protected area of Néouvielle (France). This population is being monitored since 1999 and, since 2006, a steep decline in the population size has been recorded. We undertook a large survey of its status worldwide, and of its biological and ecological characteristics, and started several new research axes in order to understand the threats on the Neouvielle population of *S. aquatica*. These will help establishing both *in situ* and *ex situ* conservation protocols, as well as habitat restoration procedures. All these points will be presented and discussed here.

Key words: Brassicaceae, hydrophyte, water quality, habitat restoration, Pyrenees, genetic diversity.

### **Conservación de *Subularia aquatica* L. en la Reserva Natural del Néouvielle (Francia)**

#### RESUMEN

La *Subularia aquatica* L. es una planta de distribución circumboreal que se desarrolla en aguas poco profundas y oligotróficas. Es una especie con una distribución muy reducida en Francia, solo está presente en los Pirineos, en una estación del departamento francés, Hautes-Pyrénées. Esta estación está situada en el laguillo inferior de Orédon dentro de la Reserva Natural del Néouvielle. Estudiada desde 1999, esta población manifiesta un fuerte descenso desde el año 2006. Para entender las causas de este descenso y elaborar un proyecto de conservación, se ha comenzado con el estudio bibliográfico y el análisis de los datos existentes sobre la calidad de las aguas del laguillo para la restauración del hábitat.

Palabras clave: Brassicaceae, hidrófitos, calidad del agua, restauración del hábitat, Pirineos, diversidad genética.

## I. Introduction

Bien que l'évolution des milieux et la modification des écosystèmes soient naturelles, l'accumulation des impacts de l'activité humaine sur l'environnement depuis les 150 dernières années induit une accélération de ces phénomènes. Les conséquences des activités humaines sur l'environnement s'observent notamment sur la dynamique paysagère par la fragmentation et la destruction d'habitats et sur l'augmentation des températures entraînant le déplacement des espèces arctiques vers le nord ou en altitude. Elles impactent très fortement la structure et la dynamique de tous les écosystèmes, la dynamique des populations et accélèrent les rythmes d'extinction. Les hydrophytes en particulier sont l'objet de régressions importantes pour des raisons aussi diverses que l'eutrophisation des eaux, le drainage, la création de barrages perturbant, voire détruisant, certains biotopes ou la régression quasi généralisée des eaux oligotrophes au profit d'eaux mésotrophes à eutrophes (SMOLDERS *et al.* 2002, CHAPPUIS *et al.* 2011).

À partir de 2003, le Plan stratégique national pour la diversité biologique a incité à la création d'un réseau d'espaces protégés comprenant 17 % de la surface terrestre et 10 % de la surface océanique. Un des objectifs majeurs de cette stratégie en France était que, d'ici à 2020, l'état de conservation des espèces menacées soit amélioré et/ou maintenu. Or, lutter contre la régression ou la disparition des espèces passe par une meilleure connaissance de leur biologie et leur écologie, l'identification des menaces ainsi que la mise en place de plans de gestion appropriés. Commencé en 2013, le programme intitulé *Plan de restauration de la subulaire aquatique de Néouvielle*, qui associait le Parc national des Pyrénées, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et Midi-Pyrénées, l'Université Paul-Sabatier (laboratoires EDB, Ecolab/INP) et l'Université du Mirail (laboratoire Geode) avec les soutiens d'EDF et du Réseau national des réserves naturelles de France, vise à préserver et restaurer la subulaire aquatique (*Subularia aquatica* L.) et son habitat, au sein de la Réserve naturelle nationale du Néouvielle. Cette population relictuelle montre un déclin important et très rapide dont l'origine est inconnue à ce jour. Seront présentées ici les connaissances acquises à ce jour sur l'espèce (biologie, écologie, répartition) et les hypothèses retenues quant à l'origine possible du déclin, ainsi que les propositions de gestion conservatoire.

## II. La subulaire aquatique, une plante mal connue

### 1. Biologie et écologie de *Subularia aquatica*

La subulaire aquatique (Fig. 1) est une herbacée aquatique de la famille des Brassicaceae, l'une des deux espèces du genre. Trois variétés sont connues à ce jour, *S. aquatica* L. var. *aquatica* en Eurasie, *S. aquatica* var. *mexicana* G.A. Mulligan & Calder au Mexique et *S. aquatica* var. *americana* (G. Mulligan & Calder) B. Boivin en Amérique du Nord, toutes les trois annuelles ou bisannuelles.

*S. aquatica* est de petite taille, avec une tige glabre courte et épaisse. Les feuilles, étroites et d'une longueur de 1 à 5 cm, sont insérées à la base de la tige en une rosette. Elles sont



Fig. 1. *Subularia aquatica* L., étang de Comte (Ariège, août 2013)  
© CBNPMP/Jérôme Garcia

cylindriques, subulées et entières, avec des caractéristiques anatomiques de phyllodes (NOWAK *et al.* 2010). L'inflorescence, d'une taille comprise entre 2 et 10 cm, est une grappe avec deux à huit fleurs blanches, d'environ 1 mm de diamètre, actinomorphes et hermaphrodites. La floraison est estivale (selon les régions, juin à août, voire juillet à octobre). Les individus sembleraient être en fonction des conditions soit autogames strictes (cléistogamie) quand ils sont totalement submergés, soit autogames et/ou allogames, probablement entomogames, lorsqu'ils sont exondés (WOODHEAD, 1951) mais aucun pollinisateur n'a été identifié à ce jour. Le fruit, gonflé et oblong, est de type silicule (longueur : 2-3 mm), avec en moyenne quatre à huit graines, chaque plant pouvant produire entre 8 à 125 graines hydrochores, de très petite taille (WOODHEAD 1951). Cette plante serait aussi capable de se reproduire végétativement par stolons (RAGUÉ 2006). Les racines sont blanches et adventives. KOHOUT *et al.* (2012) ont montré l'existence de plusieurs espèces de champignons dans les racines de plants submergés, *Tetracladium furcatum*, *Tricladium* sp., *Helotiales* sp., *Spirosphaera* sp. et *Pleosporales* sp.

*Subularia aquatica* vit dans des eaux claires, froides (moyenne en juillet : 12,6°C) et peu profondes (< 1 m généralement), à faible courant, sur les rives des lacs oligotrophes, rarement eutrophes (TOIVONEN & HUTTUNEN 1995). On la trouve dans les régions boréales et circumboréales et au niveau des lacs de montagne, généralement en régions tempérées à haute altitude mais aussi dans les mares, étangs et tourbières. Espèce héliophile, principalement nitrofuge, elle ne semble pas supporter la salinité (DALTON 2005). Elle est ancrée sur des substrats d'origine granitique, pauvres en calcaires, acides, minéraux, grossiers ou fins. D'après WOODHEAD (1951), cette espèce semble mal tolérer les pollutions.

Elle est souvent associée à des espèces végétales comme *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. & Schult. (MULLIGAN & CALDER 1964) et à des Isoetides comme *Lobelia dortmanna* L., *Littorella uniflora* (L.) Aschers, 1864 (WOODHEAD 1951) et *Isoetes* spp. (FARMER & SPENCER, 1986). *S. aquatica* relève de l'habitat « Eaux stagnantes oligotrophes

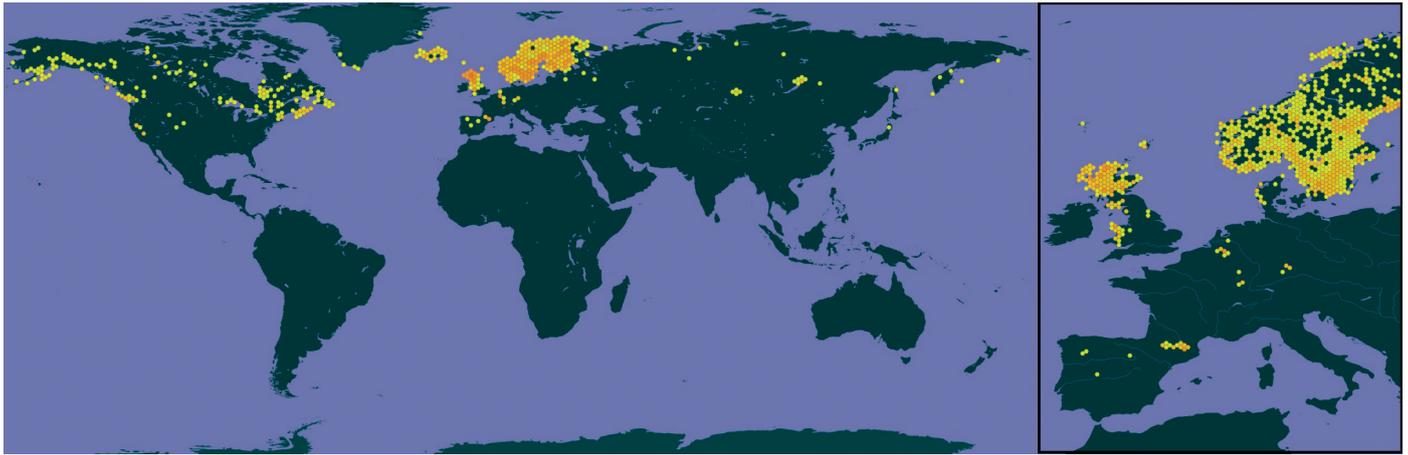


Fig. 2. Répartition géographique mondiale de *Subularia aquatica*, de 1800 à 2013. Zoom sur l'Europe à droite.

Source : © Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/species/5373421>), © OpenStreetMap contributors, © OpenMapTiles

à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* », habitat d'intérêt communautaire non prioritaire au titre de la directive européenne 91/43/CEE dite « habitats, faune, flore » (code EUR 3130).

## 2. Répartition et statut de *Subularia aquatica*

*S. aquatica* est relativement mal connue et échappe aisément aux efforts de prospections en raison de sa petite taille, de sa floraison peu spectaculaire et de ses habitats relativement inaccessibles.

De fait, il apparaît de la littérature que cette espèce est généralement rare mais possiblement abondante en certaines localisations. Elle est présente dans toute la partie de l'hémisphère nord (Fig. 2), de l'Alaska jusqu'au Japon, avec une distribution disjointe (WOODHEAD 1951, MULLIGAN & CALDER 1964). En Amérique du Nord, cette espèce circumboréale est présente dans les régions néarctiques (Groenland, états du nord et de l'ouest des USA, Canada hormis Alberta). On la retrouve aussi dans l'ouest et le nord de l'Europe, en Islande, Grande-Bretagne, Irlande, Scandinavie jusqu'au nord de la Russie, en Sibirie, en Bulgarie et en Espagne.

En France (Fig. 2), elle semble avoir disparu de la Lorraine et des Vosges (lacs de Gérardmer et de Longemer), mais est encore présente dans la chaîne pyrénéenne sur des matériaux acides des ceintures alpines et subalpines (NINOT *et al.* 2000 ; [http://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/125264/tab/sources](http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/125264/tab/sources)). Réputée relativement abondante en Ariège et dans les Pyrénées-Orientales (lacs du Carlit), elle est restreinte à une seule population dans les Hautes-Pyrénées, celle de la Laquette inférieure d'Orédon.

La subulaire aquatique est classée LC (préoccupation mineure) sur la liste rouge européenne (BILZ *et al.* 2011), mais est éteinte en Belgique et régionalement éteinte en Suisse. En régression constante au Canada et aux États-Unis, elle bénéficie d'un statut d'espèce en danger ou menacée. En Espagne, elle bénéficie d'un statut de protection en Catalogne, mais également d'un statut d'intérêt spécial en Aragon et

d'une attention particulière dans la région de Castilla y León. Elle est classée EN (en danger) sur la liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées (CORRIOL 2013)<sup>1</sup>. En Lorraine et en Midi-Pyrénées, elle possède un statut de protection par arrêtés ministériels du 3 janvier 1994 (Lorraine) et du 30 décembre 2004 (Midi-Pyrénées). Ces diverses classifications traduisent un risque réel d'extinction en conditions naturelles, tant au niveau régional que mondial.

## 3. La population de la subulaire aquatique de la Laquette inférieure d'Orédon

La Laquette inférieure d'Orédon, incluse dans la Réserve naturelle nationale du Néouvielle, se situe à une altitude de 2069 m. C'est un lac naturel de petite taille (surface : 2,7 ha), d'une profondeur maximale de 3 m et caractérisé par des pentes douces, un substrat granitique recouvert de sédiments fins et une microtopographie du fond relativement plane. Les entrées d'eaux de ce lac sont directement dépendantes du barrage d'Aubert situé en amont.

La première mention de subulaire au Néouvielle date de 1949 (CHOUARD 1949, CORILLION 1949-1950). Depuis 1999,

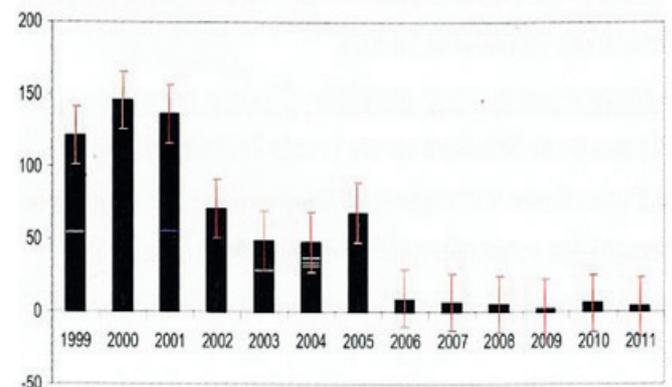


Fig. 3. Évolution des effectifs de subulaire sur un site de la Laquette inférieure d'Orédon. Source : Parc national des Pyrénées.

[1] Elle a été classée depuis VU pour la France métropolitaine (UICN France *et al.*, 2019) et NT (quasi-menacée) pour les Pyrénées (Espagne, France, Andorre ; CBNPMP *et al.*, 2019).

le Parc national des Pyrénées a initié un suivi afin de mesurer précisément la dynamique de cette population de subulaire. Une station localisée sur une berge de la Laquette inférieure a fait l'objet d'observations annuelles. Les treize années de suivis menés de 1999 à 2012 montrent une forte décroissance à partir de 2006 (Fig. 3). Le dernier recensement de la période (2012) faisait état d'un effectif total compris entre 150 et 200 individus sur la Laquette, montrant l'urgence de la mise en place d'un programme de conservation de l'espèce et de son habitat.

### III. Causes de régression de la subulaire à Néouvielle : plusieurs axes de recherche

Les observations menées sur la Laquette inférieure suggèrent une disparition probable de la population de subulaire à court terme. Les raisons de ce déclin ne sont pas clairement établies et divers facteurs, probablement concomitants, doivent être analysés : parmi les plus probables, une modification de la qualité physico-chimique des eaux d'origine anthropique, directe ou indirecte, une modification des régimes hydriques et sédimentaires par le barrage d'Aubert incompatible avec la biologie de l'espèce (GACIA & BALLESTROS 1998) ou encore un appauvrissement génétique.

#### 1. Étude de la qualité, chimique et écologique, des eaux et des sédiments de la Laquette

L'évaluation de la qualité des eaux d'un plan d'eau selon la Directive cadre Eau (DCE, arrêté du 25 janvier 2010) doit prendre en compte à la fois l'état écologique et chimique des eaux, ainsi que la qualité chimique du sédiment. Doivent notamment être mesurés dans l'eau les éléments physico-chimiques généraux (transparence, nutriments, azote, phosphore, température, oxygène et pH) et les polluants spécifiques parmi lesquels les polluants non synthétiques (chlore, arsenic, cuivre, zinc) ([www.eau-adour-garonne.fr](http://www.eau-adour-garonne.fr)).

Plusieurs lacs des Pyrénées ont ainsi fait l'objet de suivis entre 2009 et 2011 par l'Agence de l'eau Adour-Garonne. Ils ont montré un bon état général avec une bonne qualité biologique et physico-chimique associée à de très bonnes conditions hydro-morphologiques. En particulier, le lac d'Orédon voisin (1 850 m) est caractérisé par un très bon état physico-chimique en termes de nutriments et de transparence, un bon état chimique en l'absence de polluant spécifique et d'un très bon état biologique. Cette étude confirme une situation équilibrée de type oligotrophe à Orédon. En revanche, des micropolluants ont été mesurés dans les sédiments, probablement d'origine naturelle (arsenic, nickel).

À la lumière de ces observations, il paraît nécessaire de vérifier la qualité de l'environnement aquatique de la subulaire à la Laquette inférieure en raison des exigences écologiques particulières de l'espèce et de son extrême sensibilité aux ions. Une étude géochimique spatialisée a été initiée. Elle a pour but d'évaluer, en fonction de l'éloignement des berges, de la profondeur, de la position dans le lac par rapport aux entrées des écoulements et au piétinement par le bétail, les paramètres suivants : qualité des eaux (concentration en ions tels C, N, Ca, Mg, Na, K, P ; conductivité qui mesure la quantité de solutés dans l'eau ; pH qui affecte la disponibilité

en nutriments et en carbone ; transparence de l'eau affectant les processus photosynthétiques, d'après SILK & CIRUNA 2004), niveau d'eutrophisation, pouvoir tampon, présence de micro-contaminants, ainsi que la nature et l'origine, allochtone ou autochtone, des sédiments qui s'accumulent au fond de la Laquette, la nature et l'origine du flocculat floconneux qui recouvre la végétation. Ces données seront ensuite comparées à celles d'autres lacs choisis pour leur effectif élevé de subulaire. De tels lacs ont été observés en Ariège lors de l'été 2013.

#### 2. Étude de l'appauvrissement génétique

L'appauvrissement génétique doit être considéré comme un facteur de risque d'extinction locale chez la subulaire aquatique, comme c'est généralement le cas pour des populations de taille réduite, à distribution fragmentée. Or, la diversité génétique intra- et inter-populations est un élément crucial pour la survie à long terme de toute espèce en permettant son adaptation aux changements environnementaux. En outre, connaître la distribution de la diversité à grande échelle entre différentes populations permet d'apprécier le degré d'isolement d'une population relictuelle ou potentiellement en danger. Aux échelles locales, elles aident aussi à déterminer les stratégies de colonisation et de maintien des populations. Enfin, plus particulièrement pour les espèces rares ou en danger, une estimation précise de cette variation génétique inter- et intra-populations s'avère utile pour appréhender son état de conservation, les causes de son déclin, et fournit des informations fondamentales dans la conception d'une stratégie de conservation des populations d'une espèce (GE *et al.* 2003, ZHENG *et al.* 2012, FRANKHAM *et al.* 2002, DING *et al.* 2013).

Aucune donnée sur la diversité génétique des populations de *Subularia aquatica* n'existe à ce jour, que ce soit à grande échelle où à l'échelle locale des Laquettes du Néouvielle. Le genre *Subularia* n'est pas ou très peu étudié d'un point de vue génétique. Aussi, pour l'analyse des caractéristiques génétiques de la population de Néouvielle comparativement aux autres populations pyrénéennes de subulaire aquatique, il a été choisi de s'orienter en premier lieu vers des marqueurs généralistes dominants de type ISSR (*inter-simple sequence repeats*) qui présentent l'avantage de produire un grand nombre de marqueurs polymorphes (TRINDADE *et al.* 2012). Aucune connaissance préalable du génome n'est nécessaire et les ISSR sont plus fiables et reproductibles que les RAPD dans la mesure où la température d'hybridation de leurs amorces est plus haute et leurs séquences plus longues. En parallèle, une étude de la diversité génotypique sera initiée au niveau de la population de la Laquette afin de déterminer le degré de clonalité et, le cas échéant, le mode de croissance clonale de la subulaire.

### IV. Conservation *ex situ* et restauration de l'habitat

#### 1. Conservation *ex situ*

Le volet *ex situ* du programme a pour objectif d'étudier les possibilités de préservation en laboratoire de la souche « Néouvielle » de l'espèce. Il s'agit : **i**) de rechercher des graines dans les sédiments, **ii**) d'évaluer les possibilités de récolte de

graines sur des plants exondés, **iii**) de les traiter et conditionner pour une conservation optimale, **iv**) d'étudier les possibilités de mises en culture de graines en laboratoire dans l'hypothèse d'un renforcement ultérieur. Ce travail sera complété par un bilan de l'état de conservation des populations de subulaire à l'échelle des Pyrénées *via* des prospections de terrain en plongée. Il vise à disposer de connaissances actualisées sur l'espèce dans les Pyrénées, tant en termes de répartition que d'effectifs, et à identifier des sources de matériel biologique (graines et plants) pour les mises en cultures *ex situ*.

Les conditions de germination des graines de subulaire aquatique, dont la taille est généralement inférieure à 1 mm, sont inconnues à ce jour, mais leur mise au point constitue une priorité dans le cadre de ce projet. Les Brassicaceae produisent des graines plutôt exalbuminées, l'embryon occupant l'essentiel de la graine (ATWATER 1980), alors que l'albumen est réduit à une fine couche autour de celui-ci. Le mince tégument de la graine contient une couche mucilagineuse qui, lors de l'imbibition, devient imperméable à divers gaz, dont l'oxygène. En outre, elle peut contenir des inhibiteurs de la germination. Selon ATWATER (1980), les graines du type Brassicaceae répondent à des traitements à l'acide gibbéréllique, à la lumière, au  $\text{KNO}_3$  et à des alternances de température bien marquées. ELLIS *et al.* (1985) préconisent d'utiliser du  $\text{KNO}_3$  à 0,2 % ou de l'acide gibbéréllique (100-400 ppm). Au contraire, les graines des plantes aquatiques ont un tégument perméable. L'acide gibbéréllique stimule la germination des graines des plantes aquatiques qui présentent une dormance physiologique peu profonde. Selon BASKIN & BASKIN (1998), une scarification permettrait d'augmenter le taux de germination des graines des hydrophytes.

Plusieurs conditions de germination seront donc testées sur les lots de graines de subulaire aquatique récoltées dans les Pyrénées : stratification au froid, traitements chimiques ( $\text{KNO}_3$ , acide gibbéréllique), conditions thermiques et lumineuses de germination. Les plants seront ensuite cultivés *ex situ* en aquarium en vue de la production de graines.

## 2. Restauration de l'habitat

Ce volet concerne deux objectifs distincts et complémentaires : la protection physique des stations de subulaire de la Laquette contre le piétinement et la création d'un habitat favorable à l'espèce.

La Réserve du Néouvielle est le siège d'une forte activité touristique (pêcheurs de loisirs, randonneurs, visiteurs) et pastorale (jusqu'à 270 bovins et 1400 ovins). La pêche est autorisée dans les Laquettes qui connaissent des pics de fréquentation à certaines périodes. Par ailleurs, la Réserve fait l'objet d'un plan de gestion piscicole. Pour limiter l'impact du piétinement sur les stations de subulaire émergées, une mise en défend des stations de la Laquette inférieure par une barrière partiellement immergée a été réalisée en 2006.

Parallèlement, des travaux de génie écologique consisteront à construire sur les berges de la Laquette des îlots de sédiments favorables à la subulaire, d'environ 1 m<sup>2</sup> chacun,

suffisamment proches les uns des autres pour qu'un cordon de substrat granitique reliant ces stations puisse être créé pour les connecter. Ce cordon, d'une hauteur de 10 cm, constituera l'extension de l'habitat favorable à la subulaire. Il se fera par apport de pierres et blocs trouvés sur place et dépassera le tapis de sédiments fins environnants. L'apport de vases et de sédiments avec des graines de la banque de semences locale se fera ensuite depuis une zone d'extraction immergée voisine, directement sur ces blocs. Un suivi pluri-annuel de la végétalisation de ce cordon sera ensuite réalisé. L'expérience acquise et le mode opératoire proposé pourront être mobilisés dans le cadre d'un éventuel renforcement de la population de la Laquette. Ces éléments pourront également être valorisés dans le cadre de la restauration d'autres stations à l'échelle des Pyrénées et au-delà.

## V. Conclusion

Le but ultime d'un programme de conservation d'une espèce menacée est d'établir ou maintenir des populations naturelles qui soient génétiquement diversifiées et démographiquement stables. Plusieurs axes doivent être étudiés en parallèle (NISHIHIRO *et al.* 2009) : évaluer le statut des diverses populations tant démographique que génétique, connaître les spécificités biologiques, génétiques et écologiques de l'espèce, comprendre les causes du déclin des populations et y remédier en mettant en place un plan de conservation adapté qui implique les réseaux locaux d'acteurs. C'est cette démarche intégrative que nous proposons de développer pour la subulaire aquatique<sup>2</sup>.

## BIBLIOGRAPHIE

- ATWATER, B. R. 1980. – Germination, dormancy and morphology of the seeds of herbaceous ornamental plants. *Seed Science and Technology*, 8: 549.
- BASKIN, C.C. & J.M. BASKIN. 1998. – *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego, 666 pp.
- BILZ, M., S.P. KELL, N. MAXTED & R.V. LANSDOWN. 2011. – *European Red List of vascular plants*. Publications Office of the European Communities, Luxembourg, x-130 pp.
- CBNPMP (coord.), Aranzadi, CBNMED, CMCNB, IBB-CSIC, IEA-CENMA, IPE-CSIC & UB, 2019. – *Liste rouge de la flore vasculaire des Pyrénées*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Sociedad de ciencias Aranzadi/ Aranzadi Zientzia Elkarte, Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Consorci del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Instituto Botánico de Barcelona, Institut d'Estudis Andorrans, Instituto Pirenaico de Ecología, Universitat de Barcelona, Bagnères-de-Bigorre (France), 28 pp.
- CHAPPUIS, E., E. GACIA & E. BALLESTEROS. 2011. – Changes in aquatic macrophyte flora over the last century in Catalan waterbodies (NE Spain). *Aquatic Botany*, 95 : 268-277.
- CHOUARD, P. 1949. – Les éléments géobotaniques constituant la flore du massif de Néouvielle et des vallées qui l'encadrent : étude

[2] Cette démarche, avec l'ensemble des travaux présentés dans cet article, ont été menés jusqu'en 2018. Les résultats n'ont pas été encore publiés et sont disponibles uniquement sous forme de rapports.

- servant de « catalogue raisonné des principales plantes vasculaires du massif ». *Bulletin de la Société botanique de France*, session extraordinaire, 96 : 84-121.
- CORILLION, R. 1949. – Sur la présence du *Nitella capillaris* (Krocker) Groves & Bullock-Webster dans le massif de Néouvielle (Hautes-Pyrénées). *Bulletin de la Société botanique de France*, 96 : 240-241.
- CORILLION R. 1950. – *Subularia aquatica* L. dans les Hautes-Pyrénées. *Le Monde des Plantes*, 27 : 267-268.
- CORRIOL, G. (Coord.). 2013. – Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 16 pp.
- DALTON, A. 2005. – Preliminary survey of the macrophyte flora of Loch Skeen, Dumfriesshire. *Transactions of the Dumfriesshire and Galloway Natural History and Antiquarian Society*, LXXIX: 21-24.
- DING, G., D. ZHANG, Y. YU, L. ZHAO & B. ZHANG. 2013. – Analysis of genetic variability and population structure of the endemic medicinal *Limonium sinense* using molecular markers. *Gene*, 520: 189-193.
- ELLIS, R.H., T.D. HONG & E.H. ROBERTS. 1985. – *Handbook of seed technology for Genebanks, 2 - Compendium of specific germination information and test recommendation*. International Board for plant genetic resources, Rome, XVII, 456 pp.
- FARMER, A.M. & D.H.N. SPENCER. 1986. – The growth strategies and distribution of isoetids in Scottish freshwater lochs. *Aquatic Botany*, 26: 247-258.
- FRANKHAM, R., D.A. BRISCOE & J.D. BALLOU. 2002. – *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge (UK), 617 pp.
- GACIA, E. & E. BALLESTEROS. 1998. – Effects of building up a dam in a shallow mountain lake (Baciver, Central Pyrenees). *Oecologia Aquatica*, 11: 55-66.
- GE, X.J., Y. YU, N.X. ZHAO, H.S. CHEN & W.Q. QI. 2003. – Genetic variation in the endangered Inner Mongolia endemic shrub *Tetraena mongolica* Maxim. (Zygophyllaceae). *Biological Conservation*, 111: 427-434.
- KOHOUT, P., Z. SYKOROVA, M. ČTVRŤLÍKOVÁ, J. RYDLOVA, J. SUDA, M. VOHNÍK & R. SUDOVA. 2012. – Surprising spectra of root-associated fungi in submerged aquatic plants. *FEMS Microbial Ecology*, 80: 216-235.
- MULLIGAN, G.A. & J.A. CALDER. 1964. – The genus *Subularia*. *Rhodora*, 66: 127-135.
- NINOT, J.M., J. CARRERAS, E. CARRILLO & J. VIGO. 2000. – Syntaxonomic conspectus of the vegetation of Catalonia and Andorra. I - Hydrophilous herbaceous communities. *Acta Botanica Barcinonencia*, 46: 191-237.
- NISHIHIRO, J., R. UESUGI, S. TAKAGAWA & I. WASHITANI. 2009. – Toward the restoration of a sustainable population of a threatened aquatic plant, *Nymphoides peltata*: integrated genetic/demographic studies and practices. *Biological Conservation*, 142: 1906-1912.
- NOWAK, J.S., J. ONO, & Q.C.B. CRONK. 2010. – Anatomical study of an aquatic mustard: *Subularia aquatica* (Brassicaceae). *Aquatic Botany*, 93: 55-58.
- RAGUÉ, J.C. 2006. – *Suivi des lacs vosgiens. Gérardmer, Longemer et Retourenmer*. Conservatoire des sites lorrains, Nancy, 12-VI p.
- SILK, N. & K. CIRUNA. 2004. – *A Practitioner's Guide to Freshwater Biodiversity Conservation*. Island Press, Washington (DC), X, 393 pp.
- SMOLDERS, A.J.P., E.C.H.E.T. LUCASSEN & J.G.M. ROELOFS. 2002. – The isoetid environment: biogeochemistry and threats. *Aquatic Botany*, 73: 325-350.
- TOIVONEN, H., & P. HUTTUNEN. 1995. – Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in Southern Finland. *Aquatic Botany*, 51: 197-221.
- TRINDADE, H. I., SENA, S. GONÇALVES & A. ROMANO. 2012. – Genetic diversity of wild populations of *Tuberaria major* (Cistaceae), an endangered species endemic to the Algarve region (Portugal), using ISSR markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 45: 49-56.
- UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018). – *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine*. Comité français de l'UICN, Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Agence française pour la biodiversité & Muséum national d'histoire naturelle, Paris (France), 32 pp.
- WOODHEAD, N. 1951. – Biological Flora of the British Isles: *Subularia* L. *Journal of Ecology*, 39: 465-469.
- ZHENG, D.J., L.S. XIE, J.H. ZHU & Z.L. ZHANG. 2012. – Low genetic diversity and local adaptive divergence of *Dracaena cambodiana* (Liliaceae) populations associated with historical population bottlenecks and natural selection: an endangered long-lived tree endemic to Hainan Island, China. *Plant Biology*, 14: 828-838.