

# > Liste rouge Characées

*Espèces menacées en Suisse, état 2010*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES  
Laboratoire d'écologie  
et de biologie aquatique



# > Liste rouge Characées

*Espèces menacées en Suisse, état 2010*

*With summary in English*

### Valeur juridique de cette publication

Liste rouge de l'OFEV au sens de l'art. 14, al. 3, de l'ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage (OPN; RS 451.1), [www.admin.ch/ch/f/rs/45.html](http://www.admin.ch/ch/f/rs/45.html).

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées jusqu'à présent aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

### Impressum

#### Editeurs

Office fédéral de l'environnement (OFEV) du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC);

Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA) de l'Université de Genève

#### Auteurs

Dominique Auderset Joye, Université de Genève

Arno Schwarzer, ecole-gis, Lüsslingen

avec la collaboration de Jean-Bernard Lachavanne, Raphaëlle Juge, Anthony Lehmann, Université de Genève

#### Accompagnement à l'OFEV

Francis Cordillot, division Espèces, écosystèmes, paysages

#### Référence bibliographique

Auderset Joye D., Schwarzer A. 2012: Liste rouge caractérisées. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique de l'Université de Genève. L'environnement pratique n° 1213: 72 p.

#### Graphisme, mise en page

Ursula Nöthiger-Koch, Uerkheim

#### Photo de couverture

*Chara tomentosa* dans le Lac des Quatre-Cantons, Arno Schwarzer

#### Commande de la version imprimée et téléchargement au format PDF

OFCL, Diffusion des publications fédérales, CH-3003 Berne

Tél. +41 (0)31 325 50 50, fax +41 (0)31 325 50 58

[verkauf.zivil@bbl.admin.ch](mailto:verkauf.zivil@bbl.admin.ch)

Numéro de commande: 810.100.092f, gratuit

[www.bafu.admin.ch/uv-1213-f](http://www.bafu.admin.ch/uv-1213-f)

Cette publication est également disponible en allemand et italien.

© OFEV/UniGE 2012

# > Table des matières

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>7</b>
<b>Résumé</b>	<b>8</b>
<b>Summary</b>	<b>9</b>

---

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>10</b>
----------	---------------------	-----------

---

<b>2</b>	<b>Recommandations de mesures</b>	<b>12</b>
----------	-----------------------------------	-----------

---

<b>3</b>	<b>Classement des espèces</b>	<b>14</b>
3.1	Aperçu	14
3.2	Eteint en Suisse (RE)	15
3.3	Au bord de l'extinction (CR)	19
3.4	En danger (EN)	22
3.5	Vulnérable (VU)	28
3.6	Potentiellement menacé (NT)	35
3.7	Non menacé (LC)	36
3.8	Données insuffisantes (DD)	38
3.9	Catégories de menaces selon le milieu	40
3.10	Comparaison avec les listes rouges de l'étranger	42

---

<b>4</b>	<b>Liste des espèces et catégories de menace</b>	<b>43</b>
----------	--	-----------

---

<b>5</b>	<b>Interprétation de la liste rouge et discussion</b>	<b>45</b>
5.1	Particularités des characées	45
5.2	Source d'information	46
5.3	Méthode d'évaluation	47
5.4	Principales menaces	47
5.5	Evolution des occurrences ( <i>trend</i> )	49

---

<b>Annexes</b>	<b>51</b>	
A1	Nomenclature et taxinomie	51
A2	Procédé utilisé pour établir la liste rouge	52
A3	Les listes rouges de l'UICN	58
A4	Remerciements	66

---

<b>Bibliographie</b>	<b>68</b>
Etudes spécifiques	70



## > Abstracts

The red list of threatened Characeae 2010 is the first list of endangered macroalgues published in Switzerland. It contains a list of all Characeae identified on Swiss territory, classified by category of threat according to the IUCN criteria. Out of 25 species identified in Switzerland to date, four species are regionally extinct (RE), four are critically endangered (CR), six are endangered (EN), and six are vulnerable (VU). More than 87 % of Switzerland's stonewort species with sufficient data were included on the red list, 17 % are extinct in Switzerland, and 70 % are species at extinction risk and listed in categories CR to VU.

Keywords:  
Red List,  
threatened species,  
species conservation,  
macroalgae,  
stoneworts

Es ist die Erstausgabe der Roten Liste der gefährdeten Armeleuchteralgen (Characeae) in der Schweiz. Darin sind alle bisher in der Schweiz festgestellten Characeenarten mit dem entsprechenden Gefährdungsgrad aufgrund der IUCN-Kriterien aufgeführt. Von den bekannten 25 einheimischen Arten sind 4 verschollen oder ausgestorben, 4 vom Aussterben bedroht, 6 stark gefährdet und 6 gefährdet. Somit stehen von den Schweizer Vertretern dieser Grossalgenfamilie mit ausreichender Datengrundlage 87 % auf der Roten Liste, wobei 17 % verschwunden (RE) und 70 % der vorkommenden Arten den Gefährdungskategorien «vom Aussterben bedroht» (CR) bis «gefährdet» (VU) zugeordnet sind.

Stichwörter:  
Rote Liste,  
gefährdete Arten,  
Artenschutz,  
Makroalgen,  
Armeleuchteralgen

La liste rouge 2011 des characées (Characeae) est la première liste de macroalgues menacées publiée en Suisse. Sur les 25 espèces recensées à ce jour sur le territoire helvétique, 23 ont été classées par catégorie selon les critères de menace de l'IUCN. Il en résulte que 4 espèces indigènes sont considérées comme éteintes en Suisse (RE), 4 au bord de l'extinction (CR), 6 en danger (EN) et 6 vulnérables (VU). Ainsi, 87 % des représentants de cette famille de macroalgues à données suffisantes sont inscrits sur la liste rouge, dont 17 % portées disparues en Suisse (RE) et 70 % répertoriées dans les catégories «au bord de l'extinction» (CR) à «vulnérable» (VU).

Mots-clés:  
liste rouge,  
espèces menacées,  
conservation des espèces,  
macroalgues,  
characées

La Lista Rossa delle caracee a rischio in Svizzera è alla sua prima edizione. Vi figurano tutte le specie di caracee censite sul territorio elvetico fino ad oggi, classificate in diverse categorie di minaccia secondo i criteri dell'IUCN. Delle 25 specie indigene censite, 4 sono estinte, 4 in pericolo d'estinzione, 6 fortemente minacciate e 6 vulnerabili. Pertanto ben l'87 % delle specie svizzere, con dati sufficienti, appartenenti a questa famiglia di macroalghe figura nella Lista Rossa, il 17 % è stato classificato come estinto (RE) e il 70 % di quelle esistenti è stato assegnato alle categorie di minaccia da «in pericolo d'estinzione» (CR) a «vulnerabile» (VU).

Parole chiave:  
Lista Rossa,  
specie minacciate,  
conservazione delle specie,  
macroalghe,  
caracee



---

## > Avant-propos

Contrairement aux habitats terrestres, le monde aquatique demeure peu connu du grand public qui ignore généralement la richesse biologique qu'il héberge. Les baigneurs ont parfois l'occasion d'entrer en contact avec des plantes aquatiques et des algues, mais leur présence est rarement perçue positivement. Bien que peu charismatiques, les macroalgues, les characées en particulier, jouent un rôle important, notamment en tant qu'habitat pour un grand nombre d'invertébrés et de poissons. Sensibles aux modifications de leur milieu, elles constituent d'excellents indicateurs de la qualité des eaux de surface.

L'évaluation du degré de menace qui pèse sur les espèces a déjà été appliquée à différents groupes d'organismes. Cette nouvelle édition est la première qui analyse le risque d'extinction des characées en Suisse. Elle documente les espèces sur la base des critères et catégories de l'UICN et la méthodologie développée pose les bases scientifiques pour les révisions futures, la prochaine étant prévue dans dix ans.

Les mesures de protection des eaux adoptées depuis les années soixante n'ont pas écarté le danger qui pèse sur les characées. Elles sont sensibles aux pollutions nutritives, à la destruction et à la détérioration de la structure des habitats, à l'absence de dynamique des milieux aquatiques, des zones alluviales en particulier et tout comme les autres organismes vivants à l'évolution du paysage. De ce fait, la proportion d'espèces menacées est très élevée dans ce petit groupe des characées (87 %), comme elle l'est pour d'autres groupes qui dépendent du milieu aquatique. En effet, 78 % des espèces d'amphibiens sont menacées, 58 % des poissons et cyclostomes figurent sur la liste rouge et les oiseaux nicheurs les plus menacés de Suisse sont ceux qui vivent dans les zones humides et aquatiques (68 %).

Le message est à prendre au sérieux et la diminution des effectifs de nombreuses espèces des milieux aquatiques doit nous inciter à réaliser des efforts supplémentaires afin de réduire à long terme les nombreuses menaces qui pèsent sur elles. Le constat souligne aussi la nécessité d'entretenir et d'élargir nos connaissances sur les espèces de characées comme patrimoine national, non seulement au travers de la recherche mais aussi par la promotion des connaissances taxonomiques. La prochaine évaluation nous dira si les besoins vitaux des organismes aquatiques ont bénéficié de suffisamment d'attention.

Willy Geiger  
Sous-directeur  
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

## > Résumé

Les algues vertes des characées colonisent en Suisse des milieux aquatiques diversifiés: grands lacs, plans d'eau des plaines alluviales, bas-marais, mares temporaires et parfois ruisseaux à courant lent. Certaines espèces montrent une préférence pour les zones peu profondes, d'autres colonisent plutôt les lacs profonds, actuellement jusqu'à 12 m environ. Présentes de l'étage collinéen à alpin, les espèces montrent toutefois une richesse maximale dans les milieux situés à basse altitude, pauvres à moyennement riches en nutriments.

La liste rouge des characées de Suisse a été établie en utilisant les critères et catégories proposés par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (2001, 2003). L'évaluation du degré de menace des espèces s'appuie sur toutes les données disponibles, du 18<sup>e</sup> siècle à l'an 2005, et sur des observations nouvelles, acquises spécialement en vue d'élaborer la liste rouge (2006–2009).

Sur les 25 espèces de characées potentiellement présentes sur le territoire, 23 ont été évaluées. Actuellement, la majorité d'entre elles (87 %) figure avec 20 espèces sur la liste rouge, dont quatre n'ont plus été observées dans le pays depuis au moins 70 ans et sont assignées à la catégorie «éteint en Suisse» (RE). Quatre espèces sont classées «au bord de l'extinction» (CR) dont trois ont été observées récemment dans une seule station et une dont la dernière observation date de 1992 (*Nitella tenuissima*). Parmi les autres espèces de la liste, six sont classées «en danger» (EN) et six sont «vulnérables» (VU). Une espèce est «potentiellement menacée» (NT) et deux autres sont considérées comme «non menacées» (LC). Enfin, deux espèces n'ont pu être évaluées par manque d'informations et sont classées DD.

Les facteurs majeurs de la raréfaction des characées sont l'eutrophisation des eaux, la perte et la dégradation des habitats ainsi que le manque de dynamisme des cours d'eau (endiguement, modification du régime hydrologique, etc.) et des plans d'eau (régulation du niveau de l'eau réduisant la zone littorale). Les résultats montrent que le risque de diminution des peuplements est d'autant plus grand que l'espèce est spécialisée. Les espèces les plus menacées en Suisse appartiennent au genre *Nitella* dont plusieurs sont des plantes annuelles qui se reproduisent dans des milieux temporaires d'eau douce de faible superficie, souvent peu calcaires ou neutres à légèrement acides, pour lesquelles on ne dispose que de peu d'informations.

---

## > Summary

The green algae of Characeae colonise in Switzerland different aquatic environments: large lakes, stretches of water on alluvial plains, fens, vernal pools and, sometimes, slow-flowing streams. While certain species display a preference for shallow waters, others are more likely to colonise deep lakes, currently up to around 12 m in depth. The species, which are found in habitats ranging from the colline to Alpine zones, display maximum diversity in low-altitude habitats with a low to average nutrient content.

The Liste Rouge des Characées de Suisse (Red List of Swiss Characeae) was compiled using the criteria and categories proposed by the International Union for Conservation of Nature (2001, 2003). The evaluation of the scale of the threat to the species was carried out on the basis of all of the data available from the 18<sup>th</sup> century to 2005 and new data collected specifically with a view to the creation of the red list (2006–2009).

Of the 25 species likely to be found in the country, 23 could be evaluated. The assessment shows that the majority (87 %) of 20 species is currently included in the red list, are, four of them have not been seen in the country for 70 years at least (category «regionally extinct» (RE)). Among the four species classified as «critically endangered» (CR), three were recently observed in a single site; the last sighting of *Nitella tenuissima* dates from 1992. Among the other species on the list, six are classified as «endangered» (EN) and six as «vulnerable» (VU). One species is «near threatened» (NT) and two others are considered as «least concern» (LC). Finally, it was not possible to evaluate two of the species due to a lack of sufficient information; these are classified, therefore, as «data deficient» (DD).

The factors that threaten the survival of the Characeae are eutrophication, habitat loss and degradation and low dynamics in watercourses (damming, modification of the hydrological regime etc.) and water bodies (regulation of the water level which reduces the eulittoral zone). The results of the survey show that the risk of the decline in populations is greater in specialist species. The most threatened species of Characeae in Switzerland belong to the genus *Nitella*, several of which are annual plants that reproduce in shallow temporary freshwater habitats which are weakly calcareous or neutral to slightly acidic. Very little data are available on these species.

# 1 > Introduction

---

L'établissement de listes rouges en Suisse trouve ses bases légales dans la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1<sup>er</sup> juillet 1966, dans l'art. 14 «Protection des biotopes» (notamment al. 3 et 5) de l'ordonnance fédérale du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage (OPN; RS 451.1) et sert entre autres à désigner les milieux dignes de protection selon l'art. 17 de la loi du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire (LAT; RS 700).

Les listes rouges publiées ou reconnues par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) constituent un instrument important de la politique de protection de la nature et du paysage en Suisse. Elles servent de référence et permettent d'identifier les biotopes dignes de protection (art. 14, al. 3, de l'ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage, RS 451.1, [www.admin.ch/ch/f/sr/451\\_1.html](http://www.admin.ch/ch/f/sr/451_1.html)).

Elles permettent notamment:

- > de contrôler l'efficacité des mesures prises en matière de protection de la nature;
- > d'évaluer l'impact sur l'environnement de mesures d'aménagement du territoire;
- > d'identifier les espèces prioritaires qui nécessitent le développement de plans d'action particuliers;
- > de sensibiliser la population aux besoins de protection des espèces et de leurs habitats;
- > de contribuer à l'estimation du statut de menace européen et international des espèces et définir des objectifs prioritaires de conservation à l'échelle européenne;
- > de surveiller la qualité des eaux de surface à l'aide d'indices biotiques et de leur évolution à moyen et long terme au moyen d'outils comme le système modulaire gradué pour les cours d'eau (MSG) et celui envisagé pour les lacs.

Le présent document constitue la première liste rouge relative aux characées de Suisse. L'évaluation du degré de menace est fondée sur les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN 2001, 2003). Elle est basée sur une analyse statistique des données de distribution des espèces. Le degré de menace est ainsi attribué à chaque espèce avec la plus grande objectivité possible, compte tenu des données disponibles actuellement.

La stratégie et le protocole d'échantillonnage appliqués ainsi que les analyses statistiques pour réaliser cette liste rouge ont été définis par A. Lehmann et D. Auderset Joye. Le travail de terrain a été effectué par D. Auderset Joye (coordinatrice des opérations), A. Schwarzer, J. Détraz-Méroz, R. Juge et J.B. Lachavanne avec l'aide de collaborateurs. La détermination des espèces, l'attribution des statuts de menace et la rédaction ont été réalisées par D. Auderset Joye et A. Schwarzer. J.-B. Lachavanne a pris en charge la gestion administrative du projet ainsi que la finalisation du document avec R. Juge.

---

Le document présente tout d'abord les recommandations destinées à assurer la conservation des characées. Suivent ensuite les résultats de l'évaluation, très détaillée pour les espèces de la liste rouge. La procédure adoptée pour l'attribution du statut de menace aux espèces ainsi que les décisions qui ont eu une influence sur son contenu sont présentées à l'annexe A2.

## 2 > Recommandations de mesures

Les characées sont des macroalgues colonisant une grande diversité de milieux aquatiques: lacs, étangs, gravières, marais, fossés, mares de tourbières et parfois ruisseaux et canaux à courant très lent, de l'étage collinéen à alpin (cf. 5.1). Selon l'évaluation du risque d'extinction, la grande majorité des espèces présentes en Suisse est actuellement menacée.

Malgré l'amélioration de la qualité physico-chimique globale des eaux des lacs et des rivières en Suisse, en particulier sur le Plateau, certaines espèces de characées ne sont plus observées. D'autres espèces peinent à se maintenir ou à trouver des habitats de substitution. Des mesures supplémentaires devraient être prises localement pour améliorer la qualité de l'eau, particulièrement en zone littorale, où les espèces colonisant des zones peu profondes sont particulièrement soumises aux pollutions dues à des rejets diffus ou ponctuels. En outre, la restauration de conditions favorables au développement de la végétation riveraine (renaturation et aplanissement des berges), l'augmentation de la sinuosité des rives, la création de zones de faible profondeur abritées du vent et des vagues, de lagunes côtières et de zones tampons, ainsi que le retour à des variations naturelles du niveau des eaux lacustres font partie des mesures susceptibles de favoriser la diversification de la flore des characées en milieu lacustre, et notamment de *Chara tomentosa*, *Chara hispida*, *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata* et *Nitella opaca*.

Milieux lacustres

Selon nos observations et les données de la littérature, les espèces les plus menacées coloniseraient préférentiellement des milieux de petites dimensions qui s'assèchent plus ou moins longtemps pendant la période estivale (annuellement ou moins fréquemment), caractérisés par des pH neutres à acides (*Nitella gracilis*) ou plus alcalins (*N. capillaris* et *N. mucronata*, *Tolypella intricata* et *T. glomerata*). Les espèces caractéristiques des mares temporaires ont la capacité de se développer après être restées plusieurs années sans apparaître, pour autant que des phanérogames n'aient pas entièrement envahi le milieu dans l'intervalle. Le décapage périodique de petites mares peu profondes dans les zones inondables, de préférence dans des sites protégés, est favorable à la conservation de ces espèces. Les perturbations partielles de zones de faible superficie au sein de milieux aquatiques peu profonds, sont favorables à la réapparition et au développement des characées et sont donc à encourager. Dans les marais, la création de petites zones dénuées de végétation, d'ornières peu profondes par décapage périodique est également propice à la conservation des espèces, les pionnières en particulier.

Mares temporaires

Parmi les espèces les plus menacées, certaines, telles que *Nitella batrachosperma*, *N. tenuissima*, *Tolypella glomerata* et *T. intricata* notamment, peuvent être observées en zone alluviale. Avec son régime de crues accompagnées de remaniement du substrat, la dynamique fluviale est favorable à la création de milieux plus ou moins stagnants et diversifiés, propices à ces espèces. Dans les plans d'eau des marges de zones alluviales, l'alimentation en eau peut s'opérer par la nappe d'accompagnement du cours

Milieux pionniers  
en zone alluviale

d'eau, des crues, des inondations ou des ruissellements latéraux. Les apports en eau souterraine en connexion avec les nappes sont particulièrement favorables aux espèces qui affectionnent les eaux minéralisées et les substrats sablonneux et limoneux comme *Chara hispida*, *C. intermedia* et *C. polyacantha* (Bornette et al. 1996). Selon l'âge et les caractéristiques du milieu, ces espèces peuvent se maintenir ou à défaut, coloniser des milieux nouveaux générés par la dynamique naturelle. En l'absence de cette dynamique, la création de plans d'eau dans d'anciennes plaines alluviales où la nappe affleure est une mesure de substitution favorable aux characées. Il est important, dans tous les cas, de prévoir une zone tampon et d'empêcher des apports d'eau de ruissellement riches en nutriments (phosphore et azote) en aménageant par exemple un talus.

Les étangs formés lors de l'extraction de graviers constituent de précieux réservoirs pour plusieurs espèces de characées telles que *Chara hispida*, *C. intermedia* et *Nitella syncarpa*. En fin d'exploitation, il serait intéressant dans certains cas de laisser évoluer naturellement le milieu au lieu de le restituer à l'agriculture, ou tout au moins de conserver des zones en eau pour favoriser les plantes aquatiques. Dans cette alternative, il peut être en outre opportun d'intervenir en rajeunissant périodiquement une partie de ces milieux et en aménageant des zones de profondeur variée afin de favoriser la diversité biologique en général et la flore des charophytes en particulier.

Anciennes carrières  
et gravières

La plupart des espèces – dites pionnières – affectionnent les habitats perturbés avec une intensité et une fréquence plus ou moins importante, générant un rajeunissement des milieux: perturbations naturelles (crues, assèchements, brassage de la zone littorale lacustre) et d'origine anthropique (exploitation des matériaux dans les zones alluviales, création de nouveaux plans d'eau, etc.). Au cours de la succession végétale, les characées, plantes pionnières et peu compétitives, ont tendance à régresser au profit des plantes aquatiques supérieures et sont perturbées dans leur développement, notamment par l'augmentation du niveau trophique des eaux. Dans les lacs et les plans d'eau profonds, dont l'évolution physico-chimique est plus lente, les characées peuvent se maintenir plus longtemps.

Maintien d'habitats pionniers

Enfin, pour assurer la conservation des characées, il paraît fondamental de promouvoir les connaissances scientifiques sur la systématique et l'écologie des espèces. Force est de constater que celles-ci sont actuellement limitées et maîtrisées par un nombre insuffisant de spécialistes en Suisse pour assurer la validation des observations et des déterminations indispensables pour la révision de la liste rouge. Les connaissances sur les exigences des espèces demandent à être améliorées, notamment en vue de proposer des mesures de conservation ciblées. Les connaissances relatives aux espèces les plus rares et les plus menacées sont particulièrement limitées. Comblar ces lacunes nécessite d'entreprendre des études *in situ*. Certaines espèces demandent en outre à être mieux décrites et une clé de détermination pour les characées connues en Suisse manque encore.

Connaissances taxinomiques et  
écologiques

## 3 > Classement des espèces

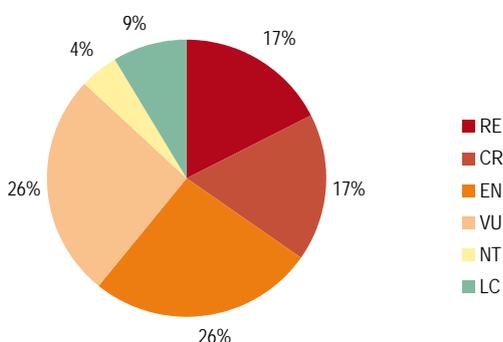
### 3.1 Aperçu

Au total, 25 espèces de characées ont été considérées dans le cadre de l'élaboration de la première liste rouge des charophytes de Suisse. 23 d'entre elles bénéficient de données suffisantes pour permettre une évaluation de leur risque d'extinction. Une menace pèse sur la survie de la grande majorité des espèces (87 %) qui figurent ainsi sur la liste rouge (tab. 1 et fig. 1). Les définitions attribuées par l'IUCN aux différentes catégories de menace sont données dans l'annexe A3.

**Tab. 1 > Nombre d'espèces de characées par catégorie de menace**

Catégorie	Nombre d'espèces	Proportion (%) de la liste rouge	Proportion (%) des espèces évaluées	Proportion (%) des espèces considérées
RE Eteint en Suisse	4	20,0	17,4	16,0
CR Au bord de l'extinction	4	20,0	17,4	16,0
EN En danger	6	30,0	26,1	24,0
VU Vulnérable	6	30,0	26,1	24,0
<b>Total des espèces de la liste rouge</b>	<b>20</b>	<b>100 %</b>	<b>87,0 %</b>	<b>80,0 %</b>
NT Potentiellement menacé	1		4,3	4,0
LC Non menacé	2		8,7	8,0
DD Données insuffisantes	2			8,0
<b>Total des espèces</b>	<b>25</b>		<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Fig. 1 > Répartition des espèces de characées évaluées par catégorie de menace**



### 3.2 Eteint en Suisse (RE)

Quatre espèces de characées sont supposées éteintes en Suisse dans la mesure où elles n'ont pas été observées depuis au moins 80 ans et que les recherches menées pour les retrouver sont restées vaines à ce jour; il s'agit de *Nitella batrachosperma*, *N. capillaris*, *N. hyalina* et *Tolypella intricata*.

#### 3.2.1 *Nitella batrachosperma* (Reich.) A. Braun

Les deux dernières observations de *Nitella batrachosperma* remontent à 1916 et à 1920. Observée dans la plaine alluviale du vieux Rhin près de Rheineck (SG) et dans un fossé du marais de Kaltbrunn (SG), elle n'a pas été retrouvée après 2005, ni dans ces secteurs ni ailleurs en Suisse.

De très petite taille et plus ou moins enrobée de limon, elle peut facilement passer inaperçue. Nous avons découvert une station dans un étang peu profond de la vallée de l'Arve lors de nos recherches sur les milieux aquatiques proches de Genève (F-74 Haute-Savoie). Il n'est donc pas exclu qu'elle puisse coloniser des milieux en Suisse. En Allemagne, l'espèce a été recensée après 1990 dans la vallée du Rhin, entre Kehl et Mainz. *Nitella batrachosperma* est considérée «au bord de l'extinction» (CR) dans le Brandebourg et en République tchèque, comme «vulnérable» (VU) dans les Balkans et les pays scandinaves (Finlande, Norvège) à l'exception de la Suède où, suite à la révision de la liste rouge, le statut de l'espèce est passé de «vulnérable» à «potentiellement menacé» (NT).

**Fig. 2** > Distribution de *Nitella batrachosperma*, espèce supposée éteinte en Suisse (RE)

N'a plus été observée dans les 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0 %).



○ avant 1970: ● 1970-2005: ● après 2005

### 3.2.2 *Nitella capillaris* (Krock.) J. Groves et Bull.-Webst.

Deux échantillons de *Nitella capillaris* ont été retrouvés dans les herbiers: l'un provient du canton de Berne (Roggwil 1869) et l'autre du lac de Zurich (1853) mais l'espèce n'a plus été observée depuis cette époque. Son écologie est mal connue; elle est considérée comme pionnière et caractéristique des petits plans d'eau temporaires (Blindow 2009a).

En Allemagne, cette espèce était présente autrefois dans les environs du lac de Constance. Actuellement, la station connue la plus proche de la Suisse est située dans la vallée du Rhin à la hauteur de Karlsruhe. Dans la Saxe et la Hesse, elle obtient le statut «éteint» (RE) et en Rhénanie du Nord-Westphalie, Schleswig Holstein, Brandebourg et Thuringe, celui d'espèce «au bord de l'extinction» (CR). En Grande Bretagne, elle est considérée comme «éteinte». En Suède, elle s'est vue attribuer le statut «données insuffisantes» (DD) lors de la révision de la liste rouge (2010). Dans les Balkans, elle est considérée comme «vulnérable» (VU).

**Fig. 3** > Distribution de *Nitella capillaris*, espèce supposée éteinte en Suisse (RE)

Plus observée dans les 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

### 3.2.3 *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh

*Nitella hyalina* était autrefois présente dans plusieurs stations en Suisse, probablement sur les rivages plats des lacs de Constance, de Zurich et Léman ainsi que dans le Voralberg, à proximité de la frontière autrichienne. La dernière observation attestée date de 1922 à Yverdon-les-Bains, au bord du lac de Neuchâtel. Cette espèce a donc certainement disparu de Suisse. Son extinction est à mettre en relation avec la destruction des stations qui l'hébergeaient. Par exemple, une des stations lémaniques (baie de Vidy, Lausanne) est vraisemblablement un étang côtier peu profond, visible sur les cartes Siegfried de la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Elle aurait été observée dans le Léman entre Rolle et Allaman (VD) en 1992 (van Raam, comm. pers.) mais il n'existe ni photo ni échantillon pour confirmer l'observation.

*Nitella hyalina* est très rare en Europe. Elle a été observée en Allemagne après 1990 dans deux contrées: une station de la vallée du Rhin à la hauteur de Kehl et une autre dans le nord ouest de la Basse-Saxe (Korsch et al. 2008). Elle est considérée «au bord de l'extinction» (CR) dans les Balkans et «éteinte» en Grande Bretagne. En Finlande, elle n'est que «potentiellement menacée» (NT). Enfin, elle a été récoltée en 2009 dans un étang de l'Hérault en France. Cette espèce, facile à cultiver, fructifie beaucoup et pourrait éventuellement être réintroduite en Suisse.

**Fig. 4** > Distribution de *Nitella hyalina*, espèce supposée éteinte en Suisse (RE)

Plus observée dans les 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0 %).



○ avant 1970; ● 1970–2005; ● après 2005

### 3.2.4 *Tolypella intricata* (Roth.) Leonh.

Les données historiques relatives à la présence de *Tolypella intricata* en Suisse sont limitées à des étangs de la région genevoise et remontent au 19<sup>e</sup> siècle (entre 1850 et 1880). Sa disparition serait essentiellement due à la destruction des stations par l'urbanisation des sites. Cette espèce printanière est fugace et disparaît rapidement après avoir fructifié. Peu compétitive, elle est favorisée par les perturbations qui limitent le développement des autres plantes, notamment l'assèchement du milieu.

Elle a été observée après 1990 en Allemagne dans les environs du lac de Constance et dans la vallée du Rhin entre Karlsruhe et Mayence. *Tolypella intricata* est considérée comme «éteinte» (RE) en Rhénanie du Nord-Westphalie et «au bord de l'extinction» (CR) en Saxe et dans le Brandebourg. Elle est également «en danger» (EN) en Suède et dans les Balkans, et «vulnérable» (VU) en Grande-Bretagne et en Irlande.

**Fig. 5** > Distribution de *Tolypella intricata*, espèce supposée éteinte en Suisse (RE)

Plus observée dans les 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0 %).



○ avant 1970; ● 1970–2005; ● après 2005

### 3.3 Au bord de l'extinction (CR)

La catégorie «au bord de l'extinction» (CR) de la liste rouge regroupe des espèces actuellement présentes dans un seul site-objet ou bien celles dont la fréquence a diminué de plus de 80 % dans les sites-objets historiques à nouveau prospectés entre 2006 et 2009 ou encore dont l'aire d'occupation est très restreinte ( $\leq 100 \text{ m}^2$ ).

#### 3.3.1 *Chara polyacantha* A. Braun

Autrefois, *Chara polyacantha* colonisait plusieurs lacs et étangs situés dans les cantons du Valais, de Fribourg, de Schaffhouse, de Thurgovie et des Grisons. L'espèce a fortement régressé et sa zone d'occupation est aujourd'hui très faible ( $\leq 100 \text{ m}^2$ ). Elle a récemment été relevée dans deux étangs seulement: au Bois de Finges (VS) et à Arth-Goldau (SZ). Cette espèce, proche de *Chara intermedia*, s'en distingue surtout par ses acicules plus longues et plus denses.

*Chara polyacantha* a été répertoriée après 1990 dans le Tyrol, en Bavière et dans la vallée du Rhin autour de Mannheim. Son statut régional en Allemagne varie entre «éteint» (RE) et «en danger» (EN). En France, le nombre de localités répertoriées était faible autrefois et la répartition actuelle n'est pas connue. En Norvège et dans les Balkans, *Chara polyacantha* est «en danger» (EN) et elle est actuellement considérée comme «potentiellement menacée» (NT) en Suède.

**Fig. 6** > Distribution de *Chara polyacantha* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

Actuellement présente dans un seul des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,1 %)



○ avant 1970; ● 1970-2005; ● après 2005

### 3.3.2 *Chara tenuispina* A. Braun

D'après les échantillons d'herbier, la distribution connue de *Chara tenuispina* en Suisse était limitée à deux lacs alpins situés à 1800 m d'altitude en Haute-Engadine, les lacs Ovis-chel, où l'espèce a été retrouvée entre 2005 et 2006, et Champfèr dans lequel les recherches ont été vaines. Cette espèce s'apparente à *Chara globularis* dont elle se distingue par de longues acicules. Elle est considérée comme l'une des espèces les plus rares et menacées en Europe.

En Allemagne, l'espèce n'avait pas été observée depuis 1898 mais elle a été retrouvée récemment dans un petit marais à proximité du lac de Constance. Elle est considérée comme «éteinte» (RE) sur la liste rouge du Schleswig Holstein, «au bord de l'extinction» (CR) sur celle du Brandebourg et «en danger» (EN) dans les Balkans. Le nombre de stations connues est très faible; son aire de distribution est européenne et englobe l'Allemagne, la Pologne, la Hongrie, les Balkans, la Roumanie, l'Ukraine et Chypre (Krause & Krüttner 1990, Langangen & Pavlides 1999, Gabka 2007).

**Fig. 7** > Distribution de *Chara tenuispina* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

Actuellement présente dans un seul des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,1 %).



○ avant 1970; ◐ 1970-2005; ● après 2005

### 3.3.3 *Nitella flexilis* (L.) C. Agardh

Les échantillons de *Nitella flexilis* datant du début du 20<sup>e</sup> siècle (1904) proviennent uniquement du lac de St Moritz en Engadine. Dans les années 1980, l'espèce a été répertoriée dans les lacs de Lugano et Majeur. De nombreux échantillons d'herbiers anciens notés *N. flexilis* étaient des individus stériles. En l'absence d'organes reproducteurs, il n'est pas possible de séparer *Nitella flexilis* (monoïque) de *Nitella opaca* (dioïque). En conséquence, les échantillons stériles ont été réunis sous l'appellation *N. anarthrodactylée* et il se peut fort bien que parmi ceux-ci se trouve *Nitella flexilis*. Les seuls individus clairement monoïques récemment récoltés en Suisse colonisent un étang proche de Murgenthal (AG).

*Nitella flexilis* est aussi présente dans les pays limitrophes de la Suisse. En France, elle a été récoltée en 2008 dans le lac Fourchu près de Grenoble à 2050 m d'altitude, fructifiée avec organes femelles et mâles sur le même individu (monoïque). Dans la vallée du Rhin, la station la plus proche est située à proximité de Kehl, en Allemagne. En Europe, à l'exception de la Hesse, de la République Tchèque, de la Suède et de la Grande Bretagne, *Nitella flexilis* est aussi considérée comme menacée (statut EN ou VU).

**Fig. 8** > Distribution de *Nitella flexilis* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

Actuellement présente dans un seul des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,1 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

### 3.3.4 *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz.

*Nitella tenuissima* a toujours présenté une distribution extrêmement limitée en Suisse. Elle colonisait jadis des localités de la région du Greifensee (ZH) et du Nussbaumersee (TG) ainsi que le pied du Salève dans la région franco-genevoise (F-74). La dernière mention de cette espèce date de 1987 sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Sa présence sur ce site a été confirmée en 1992 mais elle n'a plus été recensée depuis lors. L'espèce a été récoltée récemment dans la vallée de l'Arve en Haute-Savoie (F-74) et dans la vallée du Rhône dans le département de l'Ain (F-01), juste après la frontière de Chancy (GE). Ces diverses observations conduisent à lui conférer le statut «au bord de l'extinction» (CR) en Suisse.

En Allemagne, elle est considérée comme «éteinte» (RE) ou «au bord de l'extinction» (CR) selon les régions. Sa présence est attestée après 1990 le long de la vallée du Rhin entre Kehl et Francfort. En France, elle a récemment été récoltée dans le pays de Loire. En Grande-Bretagne, elle est classée dans la catégorie «en danger» (EN). En Suède, les recherches récentes pour retrouver l'espèce ont été vaines et elle est considérée comme «éteinte» (RE). Elle est considérée comme rare en Europe centrale et méridionale (Urbaniak et al. 2008).

**Fig. 9** > Distribution de *Nitella tenuissima* en Suisse, espèce au bord de l'extinction (CR)

Plus observée dans les 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0 %).



○ avant 1970; ◐ 1970-2005; ● après 2005

## 3.4 En danger (EN)

Dans la catégorie «en danger» (EN) figurent six espèces qui présentent une aire de distribution restreinte et fragmentée (5 sites et moins) ou bien un territoire colonisé de faible superficie ( $\leq 1000 \text{ m}^2$ ), associés à une forte régression, de l'ordre de 50 à 80 % de leurs populations.

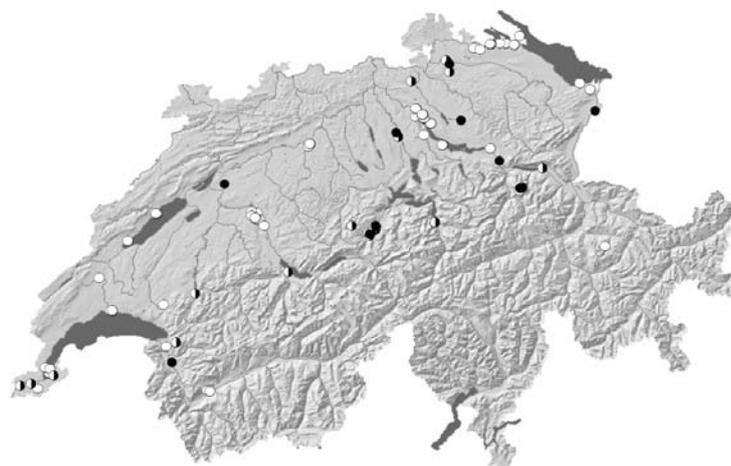
### 3.4.1 *Nitella syncarpa* (Thuill.) Chevall.

Les échantillons de *Nitella syncarpa* collectés au 19<sup>e</sup> siècle et conservés dans les herbiers provenaient du Léman, des lacs de Neuchâtel, Zurich, Constance, Sarnen, Walenstadt et du Murgsee ou de petits plans d'eau situés à proximité de ces lacs. Dans la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle, l'eutrophisation serait à l'origine de la disparition de cette espèce dans la plupart des grands lacs situés sur le Plateau. Depuis, elle n'a pratiquement plus été observée dans ces milieux, bien que leur niveau trophique ait fortement diminué depuis le début des années 1980. Cette espèce colonise actuellement le lac de Sarnen (469 m) et le Murgsee (1820 m). Elle a également été récoltée dans les marais qui borde le lac de Pfäffikon au sud-est et dans des étangs creusés dans les zones alluviales de la Vieille Aar, du Rhône, du Rhin, de la Linth et de la Reuss. La tendance évolutive fait apparaître une très forte régression de l'espèce dans les sites-objets ré-échantillonnés entre 2006 à 2009 (> 80 %). Pourtant, cette espèce semble pouvoir adopter des stratégies différentes selon les conditions du milieu. Dans les grands lacs où la température au plus chaud de l'année reste relativement basse, elle parviendrait à maintenir des populations stables. En revanche, dans les milieux peu profonds dont l'eau se réchauffe rapidement au printemps, elle se montre très fugace, fructifiant et disparaissant précocement. Le mode de vie de *Nitella syncarpa* suggère de la classer dans la catégorie «en danger» (EN) plutôt qu'«au bord de l'extinction» (CR), statut que lui assignerait l'évaluation basée sur la régression des populations (cf. annexe A3-3).

*Nitella syncarpa* est présente en Allemagne tout au long de la vallée du Rhin où, selon les régions, elle est considérée comme «éteinte» (RE) ou «au bord de l'extinction» (CR). Dans les Balkans et en République tchèque, elle s'est vue attribuer un statut «en danger» (EN), de même qu'en Suède, où la révision de la liste rouge 2010 a permis de rétrograder son statut d'une catégorie.

**Fig. 10** > Distribution de *Nitella syncarpa* en Suisse, espèce en danger (EN)

Actuellement présente dans un 11 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,8 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

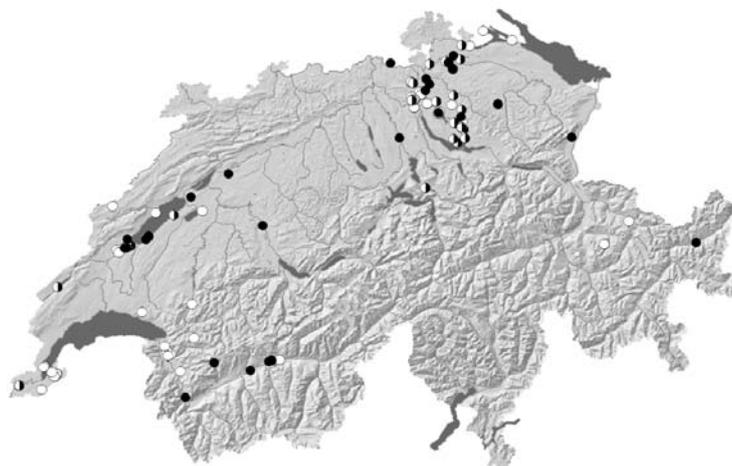
### 3.4.2 *Chara intermedia* A. Braun

*Chara intermedia* est associée aux eaux très minéralisées, souvent d'origine souterraine. Présente de l'étage collinéen à la limite du subalpin (1400 m), cette espèce, quoique proche de *Chara hispida*, est moins fréquente et sa régression plus marquée. Elle serait moins liée aux zones alluviales que ne l'est *Chara hispida*. Avant 1930, les herbiers indiquent qu'elle colonisait des étangs du Chablais vaudois, le canal de la Glatt, les lacs de Bret et de Joux ainsi que les marais attenants aux lacs du Plateau: Katzenssee, lacs de Pfäffikon, de Neuchâtel et de Constance, lac Léman. Sa régression serait surtout liée à la forte réduction des marais et des étangs et à l'aménagement intensif des rives lacustres.

*Chara intermedia* est aussi considérée comme menacée dans la plupart des régions d'Allemagne (RE à EN) et dans les Balkans (EN) mais dans le Nord de l'Europe, elle est classée dans les catégories «potentiellement menacée» (NT) en Finlande et en Norvège et «non menacée» (LC) en Suède.

**Fig. 11** > Distribution de *Chara intermedia* en Suisse, espèce en danger (EN)

Actuellement présente dans 28 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 2,0 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

### 3.4.3 *Chara strigosa* A. Braun

*Chara strigosa* est une espèce rare dont les peuplements sont répartis sur de petites aires très disjointes. Considérée comme une relictte glaciaire, elle se développe dans les lacs préalpins et alpins aux eaux oligotrophes et très alcalines d'Europe centrale. En Suisse, la distribution de cette espèce est limitée au Jura et aux Alpes grisonnes. Elle présente une forme endémique dans le Jura suisse. Ses populations actuelles sont stables mais, compte tenu de son aire d'occurrence très restreinte, elle est considérée comme étant «en danger» (EN). Son statut de menace et sa distribution limitée incite à lui conférer le statut d'espèce prioritaire vis-à-vis de laquelle la Suisse se voit confier une certaine responsabilité à l'échelle internationale.

Cette espèce est présente en Europe du Nord (Finlande, Suède et Norvège), pays dans lesquels elle est classée dans la catégorie «potentiellement menacée» (NT) ainsi que dans un lac du nord-ouest de la Pologne. En Europe centrale, elle ne semble coloniser que les lacs calcaires des Alpes.

**Fig. 12** > Distribution de *Chara strigosa* en Suisse, espèce en danger (EN)

Actuellement présente dans 21 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 1,5 %).



○ avant 1970; ● 1970–2005; ● après 2005

3.4.4 *Nitella gracilis* (Sm.) C. Agardh

La preuve tangible de la présence de *Nitella gracilis* en Suisse date du début du 20<sup>e</sup> siècle. Elle a été découverte en 1904 et 1915 dans deux petits lacs au sommet du col de la Bernina qui relie le val Poschiavo à la vallée de l'Engadine. Dans les années 1970, lors d'une étude ciblée sur les plantes aquatiques du canton de Zurich, l'espèce a été recensée dans trois plans d'eau. Tous les sites qui ont autrefois hébergé l'espèce ont été revisités et un seul héberge encore *Nitella gracilis* (col de la Bernina). L'espèce a en revanche été nouvellement recensée entre 2006 et 2009 dans deux sites de plaine (GE et ZH) et dans deux autres à plus de 2400 m d'altitude, à la frontière entre les Grisons et l'Italie. Les populations des stations alpines sont stériles ou fructifient peu mais semblent bien ancrées. Depuis sa découverte en 2007, la population établie dans un marais forestier du canton de Zurich s'est maintenue tout au long l'année, y compris sous la glace. En revanche, dans le canton de Genève, l'espèce observée pour la première fois en 2007 s'est montrée très éphémère puisqu'elle n'a plus été observée l'année suivante. Elle s'est néanmoins manifestée à nouveau au printemps 2010. Les mesures physico-chimiques effectuées dans une fraction des sites qui hébergent l'espèce ont en commun une eau faiblement minéralisée, pauvre en calcium. Cette espèce est classée dans la catégorie «en danger» (EN) à cause du nombre limité de sites associé à une aire de distribution fragmentée et à une aire colonisée restreinte.

En Allemagne, cette espèce est menacée dans toutes les régions et son statut varie de «éteinte» (RE) à «en danger» (EN). Elle est également considérée comme «en danger» (EN) en République tchèque et dans les Balkans. En Suède, des prospections récentes ont été fructueuses puisqu'elles ont permis de diminuer le statut de l'espèce de «en danger» (EN) à «potentiellement menacée» (NT). En Norvège et en Finlande, elle est considérée comme «vulnérable» (VU).

**Fig. 13** > Distribution de *Nitella gracilis* en Suisse, espèce en danger (EN)

Actuellement présente dans 5 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,4 %).



○ avant 1970; ● 1970-2005; ● après 2005

### 3.4.5 *Nitella mucronata* (A. Braun) Miquel

*Nitella mucronata* était autrefois connue dans un petit nombre de stations situées principalement au nord-est de la Suisse, mais aussi près de Berne et dans le Chablais vaudois. Les populations de cette espèce mentionnées dans les stations anciennes n'ont pas été retrouvées; celles récemment recensées sont présentes dans deux stations nouvelles: un canal récemment revitalisé dans le canton de Genève et un bas-marais forestier à proximité de la Thur (ZH). Le nombre limité de plans d'eau colonisés, une aire de distribution restreinte, fragmentée et une faible surface colonisée justifient de placer cette espèce dans la catégorie «en danger» (EN).

*Nitella mucronata* a été recensée dans plusieurs bras morts le long de l'Ain en France et observée récemment dans une ancienne gravière de Pougny à proximité de la frontière franco-suisse (F-01 Ain). Elle est menacée dans presque toute l'Europe: en Allemagne, un statut variant selon les régions de «éteint» (RE) à «en danger» (EN) lui est attribué; en République tchèque, elle est «au bord de l'extinction» (CR) et dans les Balkans, «vulnérable» (VU). En Norvège, elle est considérée comme «vulnérable» (VU). En Suède, de nouvelles observations effectuées en vue de la révision de la liste rouge 2010 a fait passer son statut de «en danger» (EN) à «potentiellement menacée» (NT).

**Fig. 14** > Distribution de *Nitella mucronata* en Suisse, espèce en danger (EN)

Actuellement présente dans 2 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,1 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

### 3.4.6 *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonh.

En Suisse, *Tolypella glomerata* est une espèce essentiellement lacustre que l'on observe en populations pures ou mélangées à d'autres espèces de characées. Les populations présentes à la fin du 19<sup>e</sup> et au début du 20<sup>e</sup> siècle dans le lac Léman et le lac de Constance n'y ont plus été observées depuis cette époque. Dans les années allant de 1970 à 1980, l'espèce a été inventoriée dans des lacs du Jura et des Alpes du Nord uniquement. Actuellement, sa présence a été confirmée dans plusieurs secteurs des lacs des Quatre-Cantons, de Joux, de Brienz, de Thoune et de Sarnen où les populations paraissent stables. Dans le lac des Quatre-Cantons, l'espèce est largement répandue et pousse entre 3 et 6 m de profondeur. Elle a également été observée en 2009 dans le Walensee. Globalement, l'espèce a beaucoup régressé puisque seules neuf des dix-neuf stations ré-échantillonnées l'hébergent actuellement. La forte régression du nombre de stations, son aire de distribution restreinte alliée à un territoire colonisé de faible superficie font de *Tolypella glomerata* une espèce «en danger» (EN).

En Allemagne, son statut varie selon les régions de «éteint» (RE) à «vulnérable» (VU). En République tchèque, elle est considérée comme étant «au bord de l'extinction» (CR). En Suède, son statut a baissé d'une catégorie lors de la révision de la liste rouge (2010) et elle est actuellement classée «en danger» (EN).

**Fig. 15** > Distribution de *Tolypella glomerata* en Suisse, espèce en danger (EN)

Actuellement présente dans 12 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,9 %).



○ avant 1970; ◐ 1970-2005; ● après 2005

### 3.5 Vulnérable (VU)

Six espèces de characées recensées en Suisse sont classées dans la catégorie de menace «vulnérable» (VU). Il s'agit de taxons qui présentent une régression moyenne du nombre de localités colonisées (entre 30 et 50 %) associée soit à une zone d'occurrence relativement faible, soit à des peuplements de taille restreinte (cf. annexe A3-3).

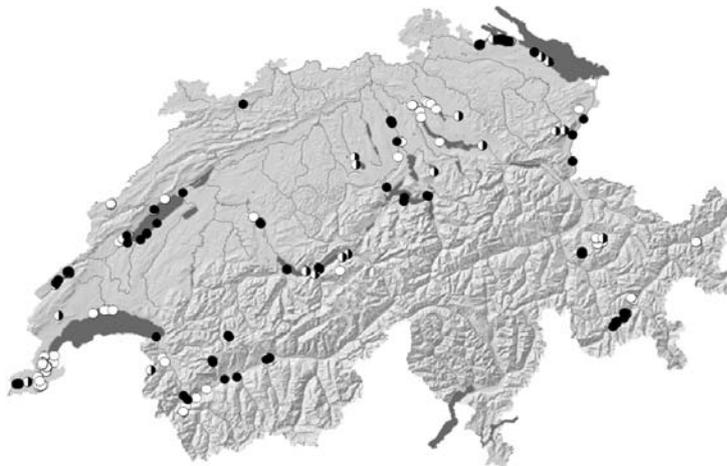
### 3.5.1 *Chara aspera* Willd.

*Chara aspera* était autrefois présente dans de nombreux types de plans d'eau (lacs, étangs et mares). Depuis quelques décennies, elle n'a plus été observée dans les grands lacs du Plateau suisse (Léman, Sempach et Zurich), probablement à cause de l'eutrophisation des eaux. En revanche, les populations des lacs du Jura (Neuchâtel et Joux) et des Alpes du Nord (Thoune et Brienz) ont résisté, de même que celles des lacs de Constance et des Quatre-Cantons. Récemment, cette espèce a aussi été recensée dans le Heidsee (Lenzerheide), en Engadine (lacs de Sils, Champfèr et Silvaplana) et dans les Alpes bernoises (lac de Lauenen), dans les plaines alluviales du Rhin (SG), de l'Aar (Belp BE) et de la Reuss (AG), dans les marais de la région des Trois Lacs et sur la rive sud du lac de Neuchâtel (Grande Cariçaie). Elle colonise également de nombreux milieux le long de la plaine du Rhône valaisan et est présente dans des étangs genevois, à l'aval du barrage de Verbois. *Chara aspera* affectionne particulièrement les milieux pionniers générés par les activités humaines (carrières, gravières, étangs de compensation) et bénéficie des mesures de protection prises pour les batraciens. Elle est cependant peu compétitive et rapidement étouffée par le développement d'autres types de végétation (plantes aquatiques supérieures). Le manque de dynamique naturelle de certains milieux aquatiques pourrait entraîner à l'avenir une diminution rapide des populations, du moins dans les milieux non lacustres.

En Allemagne, *Chara aspera* est classée dans les catégories «au bord de l'extinction» (CR) à «vulnérable» (VU) selon les régions. Elle est classée «potentiellement menacée» (NT) en Norvège mais «non menacée» (LC) dans les Balkans.

**Fig. 16** > Distribution de *Chara aspera* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

Actuellement présente dans 75 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 5,3%).



○ avant 1970; ◐ 1970-2005; ● après 2005

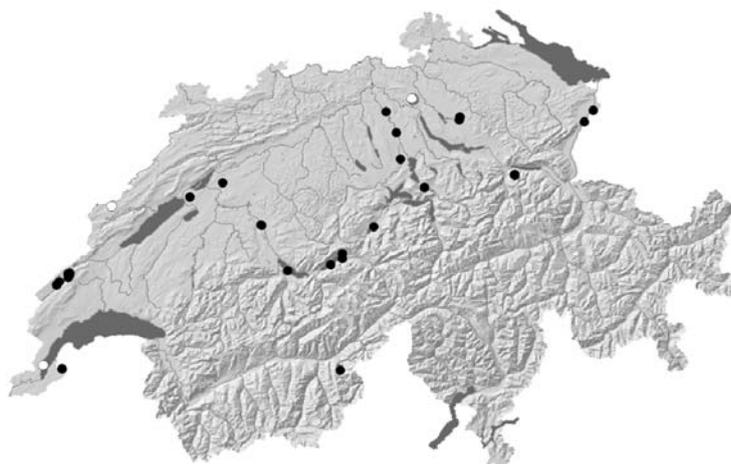
### 3.5.2 *Chara delicatula* C. Agardh

*Chara delicatula* est présente dans les lacs de Thoune (BE), Brienz (BE), Joux (VD), Brenet (VD) Sarnen (OW), et le Talsee (GL), ainsi que dans les étangs d'anciens méandres de l'Aar (BE), de la Reuss (AG) et du Rhin. En comparaison avec les données anciennes, cette espèce semble avoir augmenté son aire de distribution. Elle pourrait avoir été confondue avec *Chara globularis* en raison de la similitude de leur morphologie. Cependant, elle colonise préférentiellement des eaux plus oligotrophes, moins minéralisées et est beaucoup moins fréquente que *C. globularis*. Elle entre ainsi dans la catégorie «vulnérable» (VU), principalement à cause d'une aire de distribution restreinte et fragmentée.

En Europe, *Chara delicatula* est répandue en France et en Allemagne avec une distribution plutôt nordique et alpine. Selon les régions, les catégories de menace «au bord de l'extinction» (CR) à «vulnérable» (VU) sont attribuées à cette espèce en Allemagne; elle est même «non menacée» (LC) dans le Schleswig-Holstein. Elle est assez fréquente en Irlande et en Ecosse où elle n'est pas menacée; elle est plus sporadique en Norvège, Suède, Russie (région de Carélie) et dans la péninsule ibérique.

**Fig. 17** > Distribution de *Chara delicatula* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

Actuellement présente dans 28 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 2,0%).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

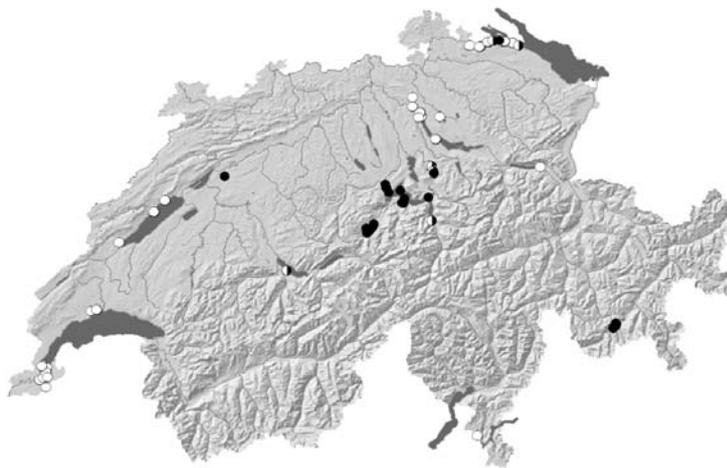
### 3.5.3 *Chara tomentosa* L.

Espèce essentiellement lacustre, *Chara tomentosa* était jadis présente dans le Léman ainsi que dans les lacs de Neuchâtel, Zurich, Greifensee, Katzensee, Constance, Lugano, Thoune, Sarnen, Quatre-Cantons, Aegeri, Walenstadt et Sils. Actuellement, elle colonise un secteur du lac de Constance, des milieux lacustres des Alpes du Nord (Quatre-Cantons, Sarnen), de l'Engadine (Sils), ainsi qu'un étang profond de la zone alluviale de la Vieille Aar. Ces lacs ont été moins touchés que ceux du Plateau par le phénomène d'eutrophisation des eaux dans les années 1970 à 1980 et l'espèce a ainsi pu s'y maintenir. *Chara tomentosa* est vulnérable (VU) en raison de la régression du nombre de ses populations et de son aire de répartition restreinte et fragmentée.

En Allemagne, cette espèce n'a plus été observée ces dernières années dans certaines régions et est fortement menacée dans d'autres. Elle est «au bord de l'extinction» (CR) en Norvège mais est considérée comme «non menacée» (LC) en Suède. Elle se voit attribuer le statut «au bord de l'extinction» en République tchèque et «vulnérable» dans les Balkans.

**Fig. 18** > Distribution de *Chara tomentosa* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

Actuellement présente dans 20 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 1,4 %).



○ avant 1970; ● 1970-2005; ● après 2005

3.5.4 *Chara vulgaris* L.

*Chara vulgaris* est actuellement présente dans un grand nombre de petits plans d'eau répartis sur l'ensemble du territoire suisse, bien qu'elle soit plus rare dans les Alpes du Nord. Espèce pionnière, cosmopolite et répandue, *Chara vulgaris* semble *a priori* échapper au risque d'extinction. Pourtant, sur la base du ré-échantillonnage de sites connus, elle a fortement régressé (plus de 79 %) et serait donc en danger (EN). A l'exception des lacs de Constance et de Sarnen, elle n'a plus été observée récemment dans un grand nombre de lacs qu'elle colonisait autrefois tels que le Léman, les lacs de Joux, Brenet, Zurich, Katzenssee, Quatre-Cantons, Sempach, Neuchâtel, Taillères (NE), Lac Noir (FR), Thoune, Aegeri, et Heidsee (Lenzerheide). Elle semble également avoir abandonné de nombreux petits plans d'eau mais en a colonisé de nouveaux. En raison de son caractère pionnier, la catégorie «vulnérable» (VU) paraît plus appropriée à cette espèce que la catégorie «en danger» (EN). Sa capacité de survie est toutefois dépendante de nouveaux milieux générés par les activités humaines, à défaut d'être assurée par la dynamique naturelle.

En Norvège, elle se trouve dans la catégorie «en danger» (EN). Dans les Balkans, en Suède et en République tchèque, elle est considérée comme une espèce à faible risque d'extinction, alors qu'en Allemagne, son statut varie selon les régions de «vulnérable» (VU) à «non menacée» (LC).

**Fig. 19** > Distribution de *Chara vulgaris* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

Actuellement présente dans 124 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 8,8 %).



○ avant 1970; ◐ 1970-2005; ● après 2005

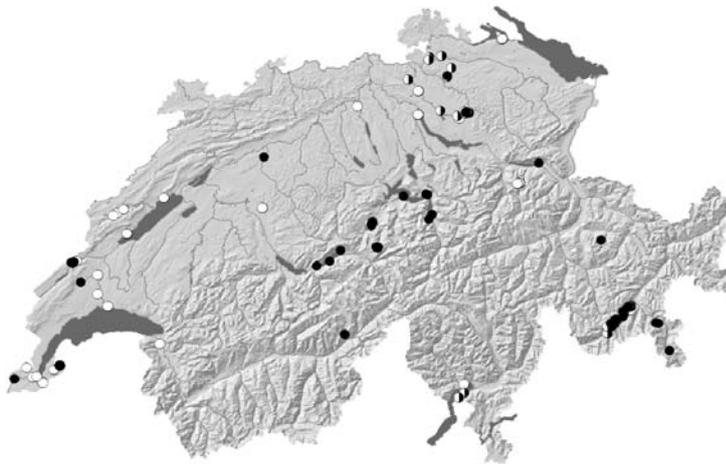
### 3.5.5 *Nitella opaca* (Bruzelius) C. Agardh

La distribution de *Nitella opaca* est surtout centrée dans les lacs des Alpes du Nord (Brienzi, Sarnen, Melchsee, Quatre-Cantons, Walenstadt), des Alpes centrales orientales (Arosa, Sils, Champfèr, Silvaplana, St-Moritz, Lej Nair, Lagh da la Crusetta, Poschiavo (GR) et dans des étangs froids situés en plaine (Winterthur et Hittnau (ZH), Gy et Russin (GE), Vallorbe (VD)). Le Bettmersee est actuellement la seule station valaisanne connue. Elle est classée dans la catégorie «vulnérable» (VU) en raison d'une aire de distribution restreinte.

En Allemagne, *Nitella opaca* est considérée comme étant «au bord de l'extinction» (CR) ou «en danger» (EN), sauf dans la Hesse où elle est «potentiellement menacée» (NT). Elle est qualifiée de «non menacée» (LC) dans les Balkans et en Scandinavie.

**Fig. 20** > Distribution de *Nitella opaca* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

Actuellement présente dans 39 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 2,8 %).



○ avant 1970; ◐ 1970-2005; ● après 2005

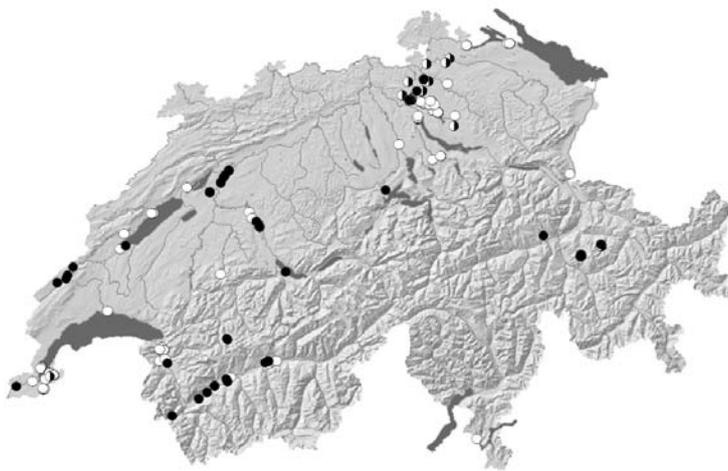
3.5.6 *Chara hispida* L.

*Chara hispida* est associée à des eaux fortement minéralisées, souvent d'origine souterraine. Elle est présente dans les lacs de Joux, de Thoune et des Quatre-Cantons, dans le Heidsee, l'Arosa Obersee ainsi que dans les étangs formés par d'anciennes gravières ou bras morts des plaines alluviales du Rhône en amont et en aval du Léman, de la vieille Aar, de l'Aar entre Thoune et Berne et de la Glatt. Ces milieux sont actuellement toujours colonisés par cette espèce. En revanche, celle-ci semble avoir disparu de certains lacs du Plateau: Constance, Neuchâtel, Biemme, Léman, Katzensee et Lac Noir (FR) ainsi que de certains cours d'eau (Rhin, Arve) et marais (Sionnet, Roche, Pfäffikon (SZ), Belp). A la limite du statut «en danger» (EN) d'après l'importance de sa régression dans les sites-objets rééchantillonnés, elle entre plutôt dans la catégorie «vulnérable» (VU) en raison de son aire de répartition en Suisse. Le nombre de plans d'eau où elle a été recensée a augmenté par rapport au passé et elle est capable de former des populations importantes. Par ailleurs, pérenne, elle a la capacité de passer l'hiver sous la glace et de former de nouvelles boutures au printemps à partir de fragments de plantes.

Cette espèce est également classée comme «vulnérable» (VU) dans la majorité des régions d'Allemagne, en République tchèque et dans les Balkans. Elle ne paraît pas être menacée en Norvège, Suède et Finlande (statut NT ou LC).

**Fig. 21** > Distribution de *Chara hispida* en Suisse, espèce vulnérable (VU)

Actuellement présente dans 42 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 3,0 %).



○ avant 1970; ● 1970–2005; ● après 2005

### 3.6 Potentiellement menacé (NT)

Une seule characée se voit attribuer le statut d'espèce «potentiellement menacée» (NT).

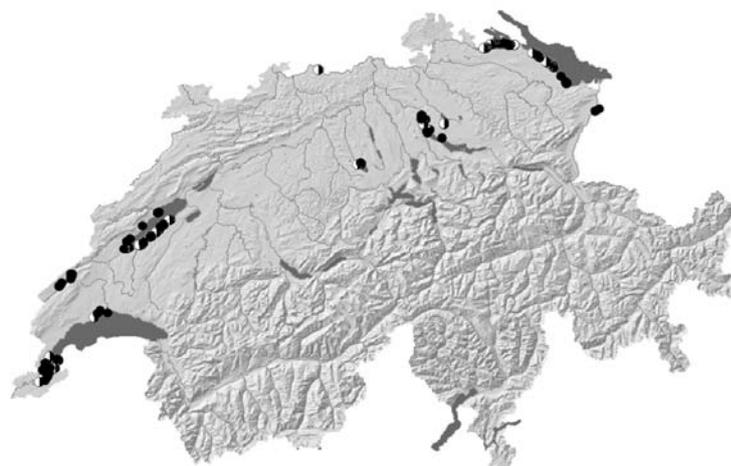
#### 3.6.1 *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves

*Nitellopsis obtusa* n'a pas été recensée en Suisse au 19<sup>e</sup> siècle et elle est observée pour la première fois en 1911 dans le lac de Constance (Untersee). Espèce typiquement lacustre en Suisse, on la trouve en abondance dans le Léman et les lacs de Constance, Neuchâtel et Zurich. Elle colonise également les lacs de Joux, Brenet et Sempach. Le Vieux Rhin (Diepoldsau), quoique milieu non lacustre, héberge également quelques petites zones de cette espèce. Il semble que son expansion se soit accélérée dans les lacs du Plateau suisse durant la période d'eutrophisation des eaux, comme dans d'autres lacs européens (Krause 1985).

Selon les critères de l'IUCN, dont l'usage a été adapté aux besoins de l'élaboration de la liste rouge des characées de Suisse (cf. annexe A2), l'espèce serait «vulnérable» (VU) en raison de son aire de distribution disjointe. Cependant, étant donné que les populations observées sont en majorité abondantes et que l'espèce semble en expansion, le risque d'extinction de *Nitellopsis obtusa* a été revu à la baisse. Elle est ainsi intégrée dans la catégorie «potentiellement menacée» (NT). Elle serait en outre tolérante à des conditions trophiques élevées et semble en expansion dans d'autres régions d'Europe (Krause 1985). En Allemagne, elle est tout de même classée sur les listes rouges régionales avec des statuts variant de «au bord de l'extinction» (CR) à «vulnérable» (VU) selon les régions. Dans les pays scandinaves, elle est évaluée comme «en danger» (EN) et «vulnérable» (VU) dans les Balkans et en Grande Bretagne.

**Fig. 22** > Distribution de *Nitellopsis obtusa* en suisse, espèce potentiellement menacée (NT)

Actuellement présente dans 46 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 3,3 %).



○ avant 1970: ● 1970–2005: ● après 2005

### 3.7 Non menacé (LC)

Deux espèces sont considérées comme «non menacées» (LC) car largement distribuées en Suisse; leurs populations sont en outre stables ou en progression.

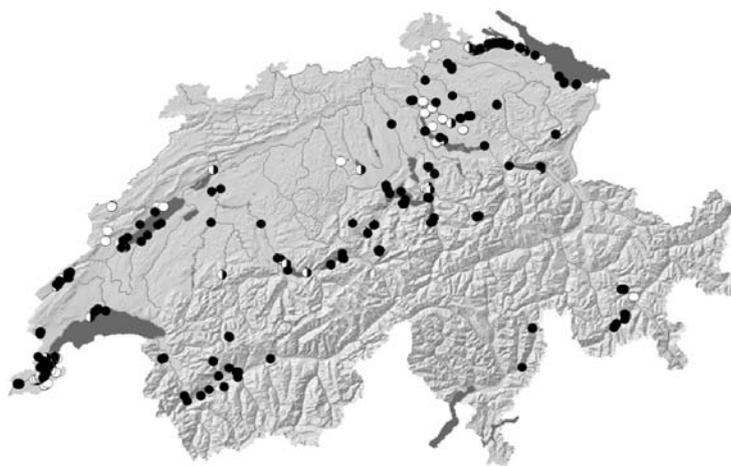
#### 3.7.1 *Chara contraria* A. Braun

Espèce la plus représentée dans les milieux aquatiques de Suisse après *Chara globularis*, *Chara contraria* colonise les plans d'eau des étages collinéen et montagnard, voire subalpin. Elle est particulièrement fréquente et abondante dans les lacs du Plateau et du Jura (Léman, Zurich, Neuchâtel, Joux, Brenet), mais aussi dans les étangs des bassins lémanique et du Rhin alpin, de l'arc jurassien, des Alpes du Nord et des Alpes centrales. Elle n'a plus été observée ces dernières années dans les lacs des Tailières, de Sempach et le Lauerz ni le Lac Noir (FR). Toutefois, l'espèce semble actuellement en expansion.

En Allemagne, elle est classée sur plusieurs listes rouges régionales avec le statut «vulnérable» (VU). Dans les pays scandinaves, elle a été évaluée comme «au bord de l'extinction» (CR) en Finlande, «vulnérable» (VU) en Norvège et «non menacée» en Suède.

**Fig. 23** > Distribution de *Chara contraria* en Suisse, espèce non menacée (LC)

Actuellement présente dans 133 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 9,5 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

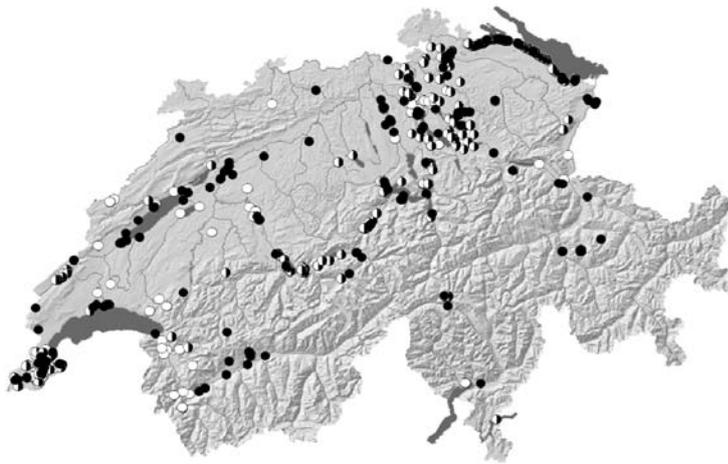
### 3.7.2 *Chara globularis* Thuill.

*Chara globularis* est la characée la plus fréquente en Suisse. Elle présente une large amplitude écologique, colonisant abondamment les grands lacs du Plateau suisse et du Jura, ainsi qu'une grande variété d'autres milieux aquatiques de l'étage collinéen à subalpin. Elle est ainsi largement distribuée et, selon les informations recueillies entre 2006 et 2009, elle montre même une légère tendance à l'expansion.

Dans les pays scandinaves, en République tchèque, dans les Balkans et dans plusieurs régions d'Allemagne, *Chara globularis* est considérée comme «non menacée» (LC). Dans d'autres régions (Sarre, Saxe et Thuringe), l'espèce est classée dans la catégorie «vulnérable» (VU) à «en danger» (EN).

**Fig. 24** > Distribution de *Chara globularis* en Suisse, espèce non menacée (LC)

Actuellement présente dans 152 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 10,8%).



○ avant 1970; ● 1970–2005; ● après 2005

### 3.8 Données insuffisantes (DD)

Les données actuellement disponibles sur la répartition et l'abondance de *Chara denudata* et *Chara filiformis* sont insuffisantes pour leur attribuer un statut de menace selon les critères de l'UICN.

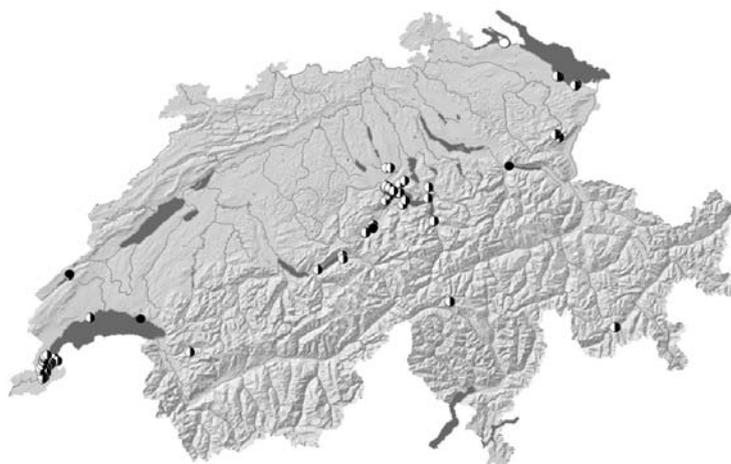
#### 3.8.1 *Chara denudata* A. Braun

*Chara denudata* a autrefois été recensée dans de nombreux lacs du Plateau et des Préalpes: Constance, Léman, Cadagno, Chavonnes, Sils, Fälensee, Seealpsee, Quatre-Cantons, Sarnen, Brienz, Lauerz et Joux. Elle a aujourd'hui fortement régressé. La campagne allant de 2006 à 2009 a révélé sa présence dans le Léman, le lac de Sarnen et le Walensee. Selon Corillion (1957), ce taxon pourrait dériver de *Chara contraria* par dégradation de la cortication et serait inféodé à des conditions écologiques inhabituelles. Les conditions prévalant à la suite de l'abaissement du niveau trophique des eaux lacustres («oligotrophisation») favoriseraient la forme non dégradée, c'est à dire *Chara contraria* qui est actuellement en expansion.

En France, *Chara denudata* est sporadique et a la même aire de répartition que *Chara contraria*. En Allemagne, les mentions récentes localisent l'espèce autour du lac de Constance et dans la vallée du Rhin près de Karlsruhe. Les données européennes actuelles sont probablement insuffisantes pour évaluer son statut de menace.

**Fig. 25 > Distribution de *Chara denudata* en Suisse, données insuffisantes (DD)**

Actuellement présente dans 3 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,2 %).



○ avant 1970; ◐ 1970–2005; ● après 2005

### 3.8.2 *Chara filiformis* Hertzch

*Chara filiformis* a été décrite par Hertzch en 1855 comme *Chara jubata* A. Braun (Migula 1890). D'après Wood R.D. (1962), elle fait partie des formes observées en Europe de l'Est, très étroitement liée à *Chara contraria* dont elle pourrait être une sous-espèce ou une variété (Corillion 1975). Actuellement, son statut d'espèce est peu contesté (Blindow 2009b, Blümel & Raabe 2004). Elle occupe la même niche que *Chara contraria* mais s'en distingue par le choix des stations. Ses exigences écologiques sont mal connues à l'exception du fait qu'elle forme des populations dominantes à environ 5 mètres de profondeur dans les lacs oligo-mésotrophes du Danemark à la Pologne (Krause 1997). En Suisse, *Chara filiformis* a été observée dans plusieurs lacs, récemment dans ceux de Sarnen et des Quatre-Cantons entre 1,5 et 4 m de profondeur. Les données actuelles sous-estiment l'étendue de sa répartition; elle est probablement présente dans d'autres lacs de Suisse.

*Chara filiformis* est mentionnée comme espèce «au bord de l'extinction» (CR) en Suède et «en danger» (EN) sur la liste rouge de la région du Brandebourg (Allemagne).

#### Fig. 26 > Distribution de *Chara filiformis* en Suisse, données insuffisantes (DD)

Actuellement présente dans 5 des 1402 sites-objets prospectés entre 2006 et 2009 (fréquence 0,4 %).



○ avant 1970; ● 1970–2005; ● après 2005

3.9

### Catégories de menaces selon le milieu

Les espèces menacées se trouvent dans tous les types de milieux aquatiques: lacs, étangs permanents et temporaires, anciennes gravières, plans d'eau connectés à un cours d'eau, marais, etc. Selon leur habitat préférentiel, le risque d'extinction des différentes espèces peut cependant être plus ou moins élevé. Certaines sont ubiquistes, d'autres semblent inféodées à des types d'habitats plus spécifiques.

Les espèces ubiquistes, qui colonisent indifféremment toutes sortes de milieux, sont les moins menacées (*Chara vulgaris* et *Chara globularis*). Les autres characées recensées en Suisse sont plus exigeantes vis-à-vis de leurs conditions de vie et colonisent préférentiellement un type d'habitat. Tous les types de milieux hébergent des espèces menacées, ce qui leur confère une valeur singulière. Cela semble être en particulier le cas des milieux temporaires de petites dimensions colonisés par les espèces les plus menacées comme *Nitella batrachosperma*, *N. gracilis*, *N. capillaris* et *Tolypella intricata* qui appartiennent toutes aux catégories de menace «éteintes» (RE) ou «en danger» (EN) au niveau national.

En Suisse, l'eutrophisation des eaux constitue probablement l'un des facteurs de menace les plus importants pour les espèces quasi exclusivement lacustres que sont *Chara filiformis*, *Chara strigosa*, *Chara tomentosa*, *Nitellopsis obtusa* et *Tolypella glomerata*. Les lacs à characées typiques, dans lesquels ces macroalgues forment des prairies denses, sont oligotrophes à mésotrophes.

Espèces lacustres

Les characées améliorent leur accès à la lumière, notamment en favorisant la sédimentation des particules en suspension, créant ainsi les conditions qui leur sont favorables (Scheffer et al.1993, Blindow et al.2002). Elles montrent une réponse non-linéaire aux impacts sur l'écosystème, comme un accroissement de la charge en nutriments. En effet, lors d'une eutrophisation progressive, les plantes ne semblent pas rapidement affectées par ce changement, mais passé un seuil critique, un déclin radical est observé (Blindow 2009b). Ce phénomène s'est produit en Suisse dans les années 1950 à 1980, lors de la phase d'eutrophisation des eaux, plus particulièrement dans les lacs du Plateau. Certaines espèces jadis présentes, voire abondantes dans les grands lacs de Suisse n'ont pas été retrouvées, indiquant que le déclin n'est pas forcément réversible. En effet, bien que de nombreux lacs aient retrouvé un niveau trophique relativement bas, voire inférieur à leur état antérieur, les sédiments de la zone littorale sont encore riches en nutriments, notamment phosphorés. En conditions anoxiques, ceux-ci peuvent être relargués du sédiment vers la colonne d'eau, rendant les conditions peu favorables au développement des characées. Elles deviennent moins fécondes, donc encore moins compétitives et s'éclipsent face à la concurrence exercée par les hydrophytes vasculaires. La survie des espèces est ainsi compromise, en particulier celle des plus menacées. L'urbanisation des rives qui prive les berges d'habitats naturels diversifiés est un autre facteur de régression ou de disparition des espèces lacustres (*Nitella hyalina*). Plus de 70 % des berges semi-naturelles des grands lacs du Plateau ont disparu depuis la moitié du 19<sup>e</sup> siècle (notamment Broggi & Schlegel 1989). Enfin, le trafic des bateaux dans la zone littorale serait potentiellement un facteur de menace des espèces de characées (UK biodiversity group 1999, Blindow 2009b).

Lorsque la dynamique naturelle des cours d'eau (eau et sédiments) est contrariée, les milieux aquatiques qui hébergent des espèces caractéristiques de zones alluviales s'assèchent ou vieillissent plus ou moins rapidement sous l'influence de la succession naturelle. En l'absence de crues périodiques, la colonisation par ces characées à caractère pionnier et le maintien de leurs populations est entravée car elles résistent mal à la concurrence exercée par d'autres hydrophytes. En provoquant une augmentation de la production primaire, l'eutrophisation des eaux accélère le processus de succession végétale et constitue une menace supplémentaire pour les characées. Les multiples habitats façonnés par l'eau dans les zones alluviales constituent des conditions de vie particulièrement favorables aux characées. Les milieux proches de la rivière, «rajeunis» régulièrement par les crues, et les plus éloignés, moins souvent perturbés, créent une mosaïque d'habitats de stades de succession variés. Cette dynamique favorise à la fois les espèces pionnières telles que *Chara vulgaris*, *Nitella capillaris* et *N. batrachosperma* par exemple et celles qui préfèrent un environnement plus stable comme *Chara hispida*, *C. intermedia*, *C. globularis* ou encore *Nitella tenuissima* (notamment Bornette & Arens 2002). Des populations d'espèces rares et menacées qui colonisent depuis plus de vingt ans des plaines alluviales sont connues (p. ex. *Nitella tenuissima*). En outre, si les milieux des plaines alluviales sont connectés à des aquifères pauvres en nutriments (nitrates), ils sont souvent riches de plusieurs espèces de characées. Par exemple, les gravières de la plaine du Rhin supérieur et du Main (Hesse) hébergent jusqu'à 10 espèces de characées parmi les plus menacées de cette région et de l'Allemagne (Korte et al. 2009).

Espèces des zones alluviales

Certaines espèces sont annuelles, se reproduisent très sporadiquement et sont limitées à des plans d'eau de petite taille comme par exemple *Nitella capillaris* et *Tolypella intricata*. Elles sont particulièrement adaptées aux habitats neufs ou temporaires qui s'assèchent pendant l'été. Elles produisent généralement un grand nombre d'oospores tolérants à la sécheresse et au gel, capables de survivre longtemps et de germer lorsque les conditions du milieu redeviennent propices. Ces espèces de milieux temporaires sont menacées par la perte d'habitats potentiels. Les principales causes en sont le drainage des sols pour la mise en culture, le comblement des petits plans d'eau et la canalisation des petits cours d'eau qui concourent à provoquer une diminution du nombre de sites naturels favorables. On admet que 82 % des marais et environ 70 % des zones alluviales ont disparu du territoire suisse depuis la moitié du 19<sup>e</sup> siècle (Lachat et al. 2010). Les plans d'eau artificiels comme les gravières et les étangs de compensation écologique créés à l'occasion de la construction d'infrastructures routières ou de zones de loisirs ainsi que les petites mares et les ornières de chemins constituent des habitats potentiels importants pour ces espèces de characées. Néanmoins, la création d'étangs n'est peut-être pas suffisante pour compenser la perte des habitats naturels et garantir le maintien de populations viables. L'eutrophisation des eaux est, avec l'anéantissement des milieux, le facteur de menace le plus important pour ces espèces. En accélérant la succession écologique dans les plans d'eau nouvellement créés, le phénomène favorise un remplacement rapide des espèces de milieux temporaires qui sont de très faibles compétiteurs face aux hélophytes (p. ex. Lambert-Servien et al. 2006).

Espèces des milieux temporaires

Certaines espèces ne sont pas strictement inféodées à un type de milieu particulier, comme *Nitella opaca* qui colonise avant tout les eaux froides, en l'occurrence des lacs de montagne ou des milieux de plaine souvent alimentés par des eaux d'origine souterraine dont la température reste relativement constante (8–12 °C) tout au long de l'année. Le réchauffement général des eaux de surface consécutif au changement climatique pourrait à l'avenir constituer une menace pour cette espèce.

Selon les observations des auteurs, *Chara tomentosa*, une espèce de grande taille qui affectionne elle aussi les milieux froids, colonise la berge littorale sous la thermocline des lacs de plaine, les milieux profonds en zone alluviale ou encore les milieux alpins. En ce qui concerne un réchauffement des eaux des lacs de plaine, le succès d'une colonisation vers des zones plus profondes ne sera possible que si les conditions lumineuses sont par ailleurs favorables.

*Nitella syncarpa* semble quant à elle avoir de l'affinité pour plusieurs types d'habitats, parfois riches en acides humiques.

Le petit nombre d'observations récentes et les lacunes dans la connaissance des exigences écologiques d'espèces comme *Nitella mucronata* et *Nitella flexilis*, ne permettent pas pour l'instant de cerner un type particulier d'habitat dont les caractéristiques leur seraient favorables.

### 3.10 Comparaison avec les listes rouges de l'étranger

La proportion des espèces de characées menacées en Suisse est élevée mais comparable à celle de nombreux autres pays européens qui ont évalué le risque d'extinction des espèces de ce groupe de macroalgues. La Grande Bretagne fut la première à publier une liste rouge des charophytes (*stoneworts*) et les auteurs ont considéré que 57 % des espèces étaient menacées (Stewart & Church 1992). En Suède, premier pays à publier une liste rouge des characées (*Kransalger*) basée sur les critères de l'UICN (Gärdenfors 2000, 2005, 2010), 58 % des espèces sont menacées selon la dernière révision. Également évaluées selon les critères de l'UICN, 88 % des espèces obtiennent, en Norvège, un statut de menace (Kålås et al. 2006). Dans les Balkans, région considérée comme le hotspot européen de diversité en characées, les experts ont estimé que plus de 80 % des espèces étaient menacées (Blazencic et al. 2006). Il en est de même en République tchèque (Caisova & Gabka 2009). En Allemagne, des cartes de distribution nationale des characées («Armelechteralgen») ont été publiées et le degré de menace des espèces évalué régionalement dans une partie du pays seulement. La proportion d'espèces menacées y est globalement d'environ 80 % (van de Weyer & Raabe (2004), Hamann & Garniel Kieler (2002), Gregor (2003, 2008), Täuscher (2004, 2009), Wolff (2008). Les autres pays frontaliers de la Suisse (France, Italie, Autriche, Liechtenstein) n'ont, à ce jour, pas publié de liste rouge des characées.

## 4 > Liste des espèces et catégories de menace

### Légende du tableau 2

Noms            Nom scientifique  
(pas de noms français, sauf pour le groupe: «charagne», c'est le nom qu'on donnait aux plantes du groupe des charophytes au 19<sup>e</sup> siècle)

Cat.            Catégorie de menace d'après l'UICN (2001)

RE    Eteint en Suisse  
CR    Au bord de l'extinction  
EN    En danger  
VU    Vulnérable  
NT    Potentiellement menacé  
LC    Non menacé  
DD    Données insuffisantes  
(NE    Non évalué – catégorie non utilisée)

Critères UICN pour l'évaluation (cf. annexe A3-3)

- A    Diminution des effectifs (passée, actuelle ou future)
- B    Répartition géographique associée à une fragmentation, des réductions ou des fluctuations
- C    Population de petite taille associée à une diminution des effectifs
- D    Population ou aire de distribution de très petite taille

### Abréviations

Milieu	Principaux types de milieu dans lesquels l'espèce a été observée dans le cadre de l'élaboration de la liste rouge des characées de Suisse (période de 2006 à 2009)		
Prof.	Profondeurs moyennes (minimum et maximum) mesurées lors des prospections pour la liste rouge des characées de Suisse (période de 2006 à 2009)		
Etage	Etage altitudinal	Région: Jura, Plateau, Alpes du Nord	Région: Alpes centrales occidentales, Alpes centrales orientales, versant sud des Alpes
C	Collinéen	≤ 600 m	≤ 800 m
M	Montagnard	601 à 1200 m	801 à 1500 m
S	Subalpin	1201 à 1900 m	1501 à 2100 m
A	Alpin	> 1900 m	> 2100 m

Tab. 2 &gt; Les espèces et leurs catégories de menace

Nom scientifique	Cat.	Critères UICN	Milieu	Prof. (m)	Etage	Observations
<i>Chara aspera</i> Willd.	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		1,9 (0,1 à 8)	C à S	
<i>Chara contraria</i> A. Braun	LC	B1ab(iv), B2ab(iv)	lacustre essentiellement	3,6 (0,1 à 12)	C à A	
<i>Chara delicatula</i> C. Agardh	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		3,3 (0,1 à 9)	C à S	
<i>Chara denudata</i> A. Braun	DD		lacustre	3,5 (0,5 à 7)	C à S	Statut incertain
<i>Chara filliformis</i> Hertzsch	DD		lacustre	3,7 (1 à 5)	C	Espèce probablement plus fréquente qu'elle n'a été observée
<i>Chara globularis</i> Thuill.	LC	B1ab(iv), B2ab(iv)	tous	3,3 (0,1 à 12)	C à S	
<i>Chara hispida</i> L.	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		2,7 (0,1 à 20)	C à S	
<i>Chara intermedia</i> A. Braun	EN	B1ab(iv), B2ab(iv)		1,3 (0,1 à 4)	C à S	
<i>Chara polyacantha</i> A. Braun	CR	B2ab(iv), D2		2,75 (0,2 à 4)	C à M	
<i>Chara strigosa</i> A. Braun	EN	B1ab(iv), B2ab(iv)		4,0 (0,1 à 7)	C à S	Relicte glaciaire
<i>Chara tenuispina</i> A. Braun	CR	B2ab(iv), D2		-	S	
<i>Chara tomentosa</i> L.	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)	lacustre essentiellement	4,0 (0,2 à 6)	C à S	
<i>Chara vulgaris</i> L.	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)	tous	1,3 (0,1 à 20)	C à A	
<i>Nitella capillaris</i> (Krock.) J. Groves & Bull.-Webst.	RE			-	C	Dernière mention en Suisse 1869
<i>Nitella batrachosperma</i> (Reich.) A. Braun	RE			-	C	Dernière mention en Suisse 1920; présente actuellement à la frontière franco-genevoise
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. Agardh	CR	B2ab(iv), D2		0,9	C à S	Une seule observation actuelle
<i>Nitella gracilis</i> (Sm.) C. Agardh	EN	B2ab(iv)		0,5 (0,2 à 1,0)	C à A	
<i>Nitella hyalina</i> (DC.) C. Agardh	RE		rivages lacustres	-	C	Dernière mention en Suisse 1922
<i>Nitella mucronata</i> (A. Braun) Miq.	EN	B2ab(iv), D2		0,5 (0,1 à 10)	C	
<i>Nitella opaca</i> (Bruzelius) C. Agardh	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		4,1 (0,1 à 15)	C à A	
<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chevall.	EN	B2ab(iv)		2,2 (0,1 à 10)	C à S	
<i>Nitella tenuissima</i> (Desv.) Kütz.	CR	B2ab(iv)		-	C	Dernière mention en Suisse 1992; espèce présente actuellement à la frontière franco-genevoise
<i>Nitelopsis obtusa</i> (Desv.) J. Groves	NT	B1ab(iv), B2ab(iv)	lacustre essentiellement	6,8 (0,6 à 12)	C à M	
<i>Tolypella glomerata</i> (Desv.) Leonh.	EN	B1ab(iv), B2ab(iv)	lacustre essentiellement	4,0 (0,2 à 6)	C à M	
<i>Tolypella intricata</i> (Roth.) Leonh.	RE		-	-	C	Dernière mention en Suisse 1880

## 5 > Interprétation de la liste rouge et discussion

---

### 5.1 Particularités des characées

D'après les études phylogénétiques récentes, les charophytes *sensu lato* sont constituées de six groupes distincts d'algues vertes, principalement d'eaux douces (Karol et al. 2001, McCourt, Delwiche & Karol 2004). Elles sont considérées comme les algues vertes connues les plus évoluées et les plus proches des plantes supérieures. Parmi ces six groupes, l'ordre des *charales* ou charophytes *sensu stricto* sont morphologiquement les plus complexes. Les fossiles retrouvés montrent que la diversité taxonomique de ce groupe était beaucoup plus grande au Silurien qu'elle ne l'est aujourd'hui. Actuellement les charophytes comprennent une seule famille, les characées, composée de six genres et quelques centaines d'espèces réparties dans le monde entier. En Suisse, quatre genres ont été recensés: *Chara*, *Nitellopsis*, *Nitella*, et *Tolypella*.

La distribution des characées dépend dans une grande mesure de la teneur des eaux en sels dissous, particulièrement en chlorures (salinité) et en calcium. La majorité des espèces de characées présentes en Suisse sont calciphiles (p. ex. huit taxons recensés dans le lac de Joux, milieu typiquement calcaire du Jura). Plus rares sont celles qui préfèrent les eaux à faible teneur en calcium et plus acides (genre *Nitella*).

Facteurs chimiques

Les fonds sablonneux et sablonneux-limoneux sont particulièrement favorables aux espèces à bulbilles (*Chara aspera*) et les limons conviennent à la plupart des espèces des genres *Chara* et *Nitella*. En raison de la faible pénétration des rhizoïdes dans le substrat, nombreuses sont les espèces qui peuvent croître sur une couche limoneuse de faible épaisseur, déposée sur la roche dure ou des supports variés. Les vases épaisses et les dépôts de matière organique sont moins propices.

Substrat

Certaines characées sont des héliophiles qui colonisent les zones de faible profondeur, d'autres peuvent atteindre 40 mètres. La transparence des eaux détermine la profondeur de colonisation maximale atteinte par les plantes aquatiques. Celle-ci est actuellement d'environ 12 mètres dans les lacs du Plateau et de 15 mètres dans les lacs d'Engadine.

Lumière et profondeur des eaux

L'intensité lumineuse constitue l'un des facteurs du polymorphisme de l'appareil végétatif (Schneider et al. 2006). Ainsi des phénotypes variés (à entre-nœuds, axes et phylloïdes allongés) apparaissent dans les biotopes à luminosité faible. Les individus qui croissent dans les zones bien éclairées présentent au contraire des entre-nœuds et des phylloïdes courts (Corillion 1975).

De nombreuses espèces de characées sont annuelles et se reproduisent par germination des oospores. La période d'apparition de la végétation et des fructifications dépend du climat et du régime thermique des plans d'eau. Selon les conditions, une espèce comme *Tolypella glomerata* peut apparaître en mars-avril dans des étangs peu profonds (60 cm), fructifier et disparaître rapidement. La même espèce peut également fructifier en été ou en automne lorsqu'elle colonise des lacs profonds. D'autres characées peuvent poursuivre leur développement durant toute l'année, en végétant au cours de l'hiver (par exemple *Chara globularis*, *Chara hispida* et *C. intermedia*), ce qui augmente les chances de les observer en toute saison.

Phénologie

Les characées colonisent pratiquement tous les types de milieux aquatiques, des étages collinéen à alpin (Auderset Joye et al. 2002). Les records d'altitude sont atteints par *Chara vulgaris*, récoltée à près de 2700 m ainsi que par *Nitella gracilis* et *N. opaca* recensées aux alentours de 2400 m. Les milieux de basse altitude situés sur le Plateau sont cependant beaucoup plus riches en espèces que les milieux alpins. Il est probable que ni la qualité de l'eau, ni sa température n'expliquent la faible distribution de certaines espèces en altitude (*Chara vulgaris*, *Nitella opaca*, *Nitella gracilis* et *Chara tomentosa*) mais plutôt l'absence ou la rareté des agents de dissémination, en particulier des oiseaux aquatiques. Ceux-ci constituent en effet les principaux et les meilleurs facteurs de dispersion d'oospores ou de fragments de plantes. Or, les oiseaux migrateurs utilisent les voies les plus faciles et évitent de traverser les Alpes. Selon la Station ornithologique de Sempach ([www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch)), seul un cinquième d'entre eux s'y risque en empruntant les cols mais la grande majorité longe l'arc alpin. Ainsi, l'itinéraire de migration des oiseaux aquatiques pourrait-il être l'un des facteurs explicatifs majeurs de la rareté des characées au sud des Alpes (Tessin).

Altitude et biogéographie

Les milieux aquatiques les plus favorables à la flore des characées peuvent se répartir grossièrement en trois groupes principaux:

Types d'habitats

- > les lacs, surtout de basse altitude avec des rives en pente douce, une zone littorale étendue, des substrats, conditions de lumière et température variés,
- > les milieux annexes aux cours d'eau générés par la dynamique hydrologique et présentant une grande variété de conditions propices aux espèces, notamment grâce à des alimentations en eaux souterraines et des fluctuations du niveau d'eau,
- > les milieux temporaires de petite taille, qui s'assèchent à des fréquences annuelles ou pluriannuelles et peuvent héberger des espèces adaptées à ces conditions particulières.

## 5.2

**Source d'information**

Les données floristiques utilisées pour l'élaboration de la liste rouge des charophytes de Suisse sont d'origine diverse. Aux données anciennes issues des collections d'échantillons de plantes stockées dans les herbiers des universités, musées et jardins botaniques de Suisse (1800–1970) se sont ajoutées les données plus récentes (1970–1995) issues des études exhaustives effectuées sur la flore aquatique des lacs suisses, celles réunies dans le cadre de recherches ou de projets nationaux, régionaux ou sectoriels (1995–2005, cf. travaux mentionnés en fin d'ouvrage) ainsi que les observations

toutes récentes (2006–2009), rassemblées dans le cadre du projet liste rouge (LR) proprement dit (fig. 28).

Cette base de données offre une bonne vue d'ensemble des données historiques et plus récentes et permet une première évaluation de l'état de la flore charophytique de Suisse. Néanmoins, il faut être conscient que les données relatives à certaines espèces sont lacunaires. Par exemple, plusieurs d'entre elles sont difficiles à détecter in situ; souvent enrobées de limon, elles passent facilement inaperçues. C'est notamment le cas de *Nitella batrachosperma*, parfois de *N. gracilis* et *N. tenuissima*. Il sera nécessaire d'accorder davantage d'attention à ces taxons lors d'une future révision de la liste rouge.

### 5.3 Méthode d'évaluation

Dans un premier temps, l'établissement de la liste rouge des characées a suivi les critères de la méthodologie de l'UICN (2001, 2003) reconnue au niveau international et théoriquement applicable à n'importe quelle espèce. Certains de ces critères se révélant inadéquats pour répondre aux particularités de la végétation aquatique, la méthode a dû être adaptée (cf. annexe A2). C'est ainsi qu'ont finalement été retenues ici pour l'analyse du degré de menace des espèces de characées en Suisse, la distribution géographique (*extent of occurrence and fragmentation*), la taille des populations de l'espèce (*area of occupancy*) ainsi que l'évolution temporelle (*trend*).

Dans un deuxième temps, le statut de certaines espèces évaluées selon les critères de l'UICN a été modifié suite à une analyse approfondie de la part des experts de cette liste rouge. Cinq espèces ont ainsi changé de catégorie de menace pour différentes raisons évoquées dans l'annexe A2-6.

### 5.4 Principales menaces

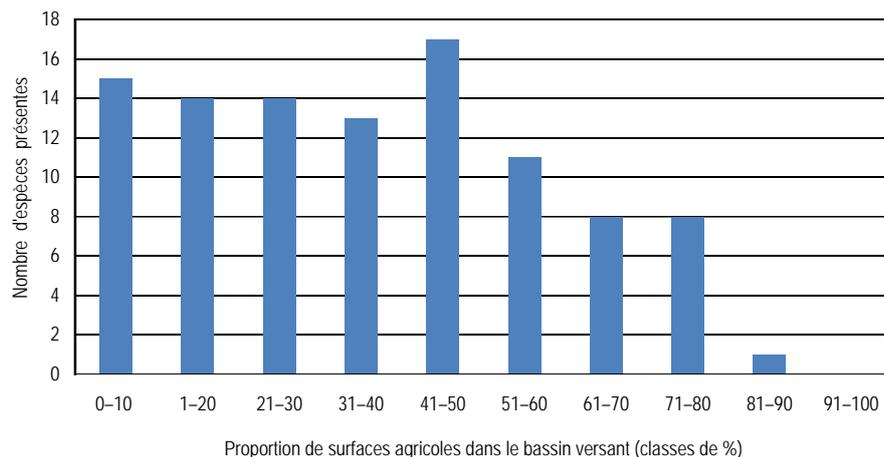
L'eutrophisation des eaux constitue l'une des principales menaces qui pèsent sur les characées. Cette pollution nutritionnelle leur est néfaste pour les raisons évoquées plus haut (chap. 3.9). La proportion de sol occupé par l'agriculture dans les bassins versants, utilisée comme variable indirecte du degré d'eutrophisation des eaux à l'échelle de la Suisse, montre que la diversité en characées diminue dans les plans d'eau situés dans les régions à forte densité agricole (fig. 27).

Eutrophisation  
(enrichissement en nutriments)

Jusque dans les années 1980, l'apport croissant de nutriments d'origine humaine dans les eaux superficielles a fait régresser puis disparaître de nombreuses espèces de characées des lacs suisses, voire toutes les espèces appartenant à ce groupe dans certains d'entre eux. Depuis, des moyens considérables ont été investis pour diminuer ces apports nutritionnels dans les eaux de surface: assainissement des eaux usées domestiques et industrielles, interdiction des phosphates dans les produits de lessive, mesures prises par l'agriculture pour une exploitation plus respectueuse de l'environnement (fumure raisonnée, utilisation limitée de produits chimiques, notamment d'engrais, meilleure gestion des déchets de ferme, mesures anti-érosion des sols, etc.).

**Fig. 27 > Nombre d'espèces de characées recensées en fonction de la proportion du sol occupé par l'agriculture dans le bassin versant**

Sites-objets sélectionnés.



Source: Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique – Université de Genève

Ces mesures de protection des eaux contre la pollution anthropique des systèmes naturels dite nutritionnelle ont eu des effets bénéfiques sur la qualité des eaux des lacs, des étangs et des rivières en Suisse conduisant à un appauvrissement des écosystèmes en nutriments. Cette évolution est qualifiée d'«oligotrophisation» des eaux. Celle-ci a eu un impact positif sur la flore des charophytes en général. Cependant la richesse spécifique n'a pas été totalement rétablie dans plusieurs écosystèmes où certaines espèces ne sont pas réapparues. En revanche, celles qui supportent des conditions trophiques relativement élevées, telles que *Chara contraria*, *C. globularis* et *Nitellopsis obtusa*, sont à nouveau présentes, voire abondantes dans les lacs du Plateau. Si la qualité globale des eaux s'est améliorée, la menace de pollution n'a pas pour autant totalement disparu. Localement, des pollutions diffuses (ruissellement, érosion, drainage, etc.) atteignent encore souvent la zone littorale où se développent les herbiers, et les characées sont généralement les premiers des végétaux à disparaître.

A l'eutrophisation des eaux s'ajoutent d'autres facteurs qui, souvent combinés, menacent les characées. Le plus important est la perte des habitats propices à leur développement, en particulier des habitats pionniers. Depuis 1900, il est estimé que 60 à 70 % des zones humides ont disparu en Europe et, avec elles, une partie de la diversité floristique qui l'accompagne (Ravenga et al. 2000). En Suisse aussi, de nombreuses zones humides ont été drainées et asséchées pour permettre leur mise en culture (réduction de 82 % des marais et d'environ 70 % des zones alluviales depuis 1850 selon Lachat et al. 2010). En même temps, les cours d'eau ont été endigués et rectifiés, entraînant la disparition de leurs berges naturelles et de leurs milieux annexes. Si la renaturation progressive des cours d'eau permet de regagner des milieux potentiellement colonisables, le processus de raréfaction des zones humides semble en revanche se poursuivre. Il apparaît en effet que malgré l'adoption de l'initiative «Rothenthurm» en 1987 et la

Perte des habitats

mise sous protection des marais et des sites marécageux de Suisse, le bilan de l'évolution récente des hauts et bas-marais d'importance nationale montre qu'une partie d'entre eux a continué à s'assécher et à s'enrichir en éléments nutritifs (Klaus 2007).

Certaines espèces de characées ne se développent que dans des milieux pionniers. A cet égard, l'altération de la dynamique naturelle des écosystèmes régulés (limitation de l'amplitude des variations de niveau dans les lacs, régime hydrologique perturbé par la production hydroélectrique dans les cours d'eau) conduit à un manque de renouvellement de stades pionniers aquatiques. L'implantation d'espèces pionnières telles que les characées est alors compromise par la limitation ou la suppression des processus naturels de rajeunissement des milieux. Ce phénomène constitue l'une des causes majeures de la régression de certaines espèces de characées qui ne prospèrent bien que dans des plans d'eau légèrement perturbés ou récemment créés. Dans de tels milieux, elles n'entrent pas en compétition avec d'autres communautés de plantes (algues épiphytes, filamenteuses, phytoplanctoniques et hydrophytes vasculaires). L'endiguement et la rectification des cours d'eau ont eux aussi réduit la dynamique naturelle des cours d'eau, génératrice de milieux diversifiés, nouveaux ou rajeunis. Ces travaux ont ainsi engendré une perte de capacité d'accueil des characées.

Concurrence

Il est difficile de se prononcer sur les impacts du réchauffement climatique sur les characées car leur écologie n'est pas suffisamment connue. Certaines espèces ne se développent que dans des eaux plutôt froides, notamment celles observées en profondeur des grands lacs telles que *Chara tomentosa* et *Nitella opaca*. D'autres ne sont recensées que dans des eaux réchauffées pendant la période estivale. A ce titre, les espèces des milieux éphémères, telles que *Nitella capillaris* et *Tolypella intricata*, pourraient être favorisées par l'élévation des températures estivales qui provoque un assèchement périodique des milieux aquatiques peu profonds. Cet assèchement passager stimulerait la germination des oospores au moment de la remise en eau (Casanova & Brock 1990, Duarte et al. 1993).

Réchauffement climatique

## 5.5

**Evolution des occurrences (*trend*)**

L'estimation du degré de menace se fonde également sur le déclin ou la progression de la fréquence des espèces au cours du temps (*trend*), sur un lot de sites historiques ré-échantillonnés. En Suisse, cinq espèces (*Chara contraria*, *C. delicatula*, *C. filiformis*, *C. globularis* et *Nitellopsis obtusa*) semblent être en expansion, alors que les vingt autres régressent.

Entre les deux époques considérées, la fréquence de *Chara delicatula* a presque doublé dans les sites-objets ré-échantillonnés. La fréquence de *Nitellopsis obtusa* est passée de 15 % à 26 %, ce qui représente une augmentation de près de 70 %. L'expansion de cette espèce a aussi été observée en Allemagne et pourrait être liée à un réchauffement des eaux (Krause 1985). La fréquence de *Chara contraria* a doublé; celle de *Chara denudata* a en revanche régressé dans la même proportion. Selon Corillion (1957), *Chara denudata* pourrait être considérée comme une forme incomplète de *C. contraria*, en raison de conditions environnementales peu favorables à sa croissance. Le passage d'une forme à l'autre (*C. denudata* à *contraria*) pourrait s'expliquer par l'abaissement

Expansion

généralisé récent du niveau trophique des eaux. Actuellement, les données sont insuffisantes pour interpréter l'expansion de *Chara filiformis*. En fait, elle pourrait être plus fréquente qu'on ne le suppose, d'après de nouvelles observations faites en plongée dans des secteurs ne faisant pas partie des sites ré-échantillonnés. La progression de *Chara delicatula* est à interpréter avec prudence vu le nombre limité d'observations et devra sans doute être réévaluée, dès qu'on saura mieux la distinguer de *Chara globularis* qui lui ressemble énormément. Enfin, la faible augmentation (7 %) de la fréquence de *Chara globularis* (de 37 à 39 %) au cours du temps suggère que cette espèce tend à se stabiliser.

La majorité des espèces de characées recensées en Suisse régressent ou sont considérées comme éteintes. Cinq espèces (*Nitella capillaris*, *Nitella batrachosperma*, *Nitella hyalina*, *Nitella tenuissima* et *Tolypella glomerata*) n'ont pas été observées durant la période 2006–2009. Dans les stations historiques revisitées, la fréquence de *Chara polyacantha*, *Nitella flexilis*, *Chara denudata* et *Nitella syncarpa* a régressé de plus de 80 %. Entre les deux époques considérées, sept espèces ont vu leur fréquence reculer de 50 à 80 % (*Chara vulgaris*, *Chara intermedia*, *Nitella gracilis*, *Nitella mucronata*, *Tolypella glomerata*, *Chara hispida* et *Chara tenuispina*). La fréquence de *Chara tomentosa* et *Tolypella glomerata*, espèces observées en Suisse essentiellement dans les lacs des Alpes du Nord, a régressé de respectivement 30 % et 53 % dans les sites ré-échantillonnés. La baisse de fréquence observée pourrait être due à une dégradation des conditions trophiques. *Chara hispida* et *Chara intermedia*, qui colonisent habituellement des eaux très minéralisées, souvent connectées à une nappe phréatique en zone alluviale, montrent une régression encore plus marquée, de 52 % et 77 % respectivement, peut-être en raison d'une augmentation des nitrates dans les nappes (Jordi 2009). *Chara vulgaris*, pionnière dans les milieux peu profonds, a disparu de certains sites ré-échantillonnés pour en coloniser d'autres. Enfin, *Nitella opaca*, *Chara strigosa* et *Chara aspera* ont vu la fréquence de leurs populations régresser de moins de 20 % dans les stations historiques revisitées. Cette différence peut s'expliquer par les raisons suivantes: *Nitella opaca* et *Chara strigosa* sont des espèces d'eaux froides présentes surtout dans les lacs du Jura et des Alpes, souvent caractérisés en même temps par des eaux plus oligotrophes, que les lacs situés sur le Plateau.

Régression

---

## > Annexes

### A1 Nomenclature et taxinomie

Nous avons adopté la nomenclature utilisée dans la monographie de Krause (1997), ouvrage le plus complet et le plus utilisé en Europe par les spécialistes des characées.

D'autres clés de détermination ont pu être utilisées pour résoudre des problèmes de clarification; on peut citer Corillion (1957, 1975) pour la France, Bruinsma et al. (1998), Compère (1972), van Raam (2009) pour le Benelux, Moore (1986) pour la Grande-Bretagne, Blindow & Krause (1990), Blindow & Koistinen (2003) pour la Mer Baltique et Blindow et al. (2007) pour la Scandinavie.

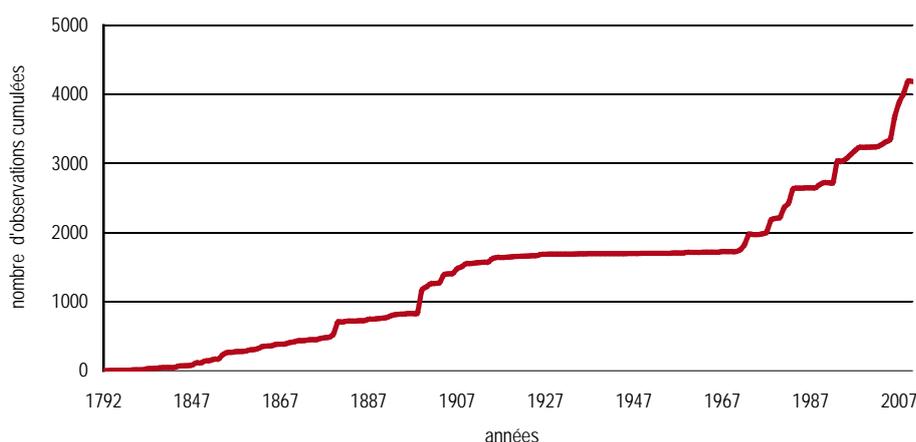
L'UICN n'a pas émis de directives particulières quant au choix des unités taxinomiques à considérer pour établir les listes rouges. Nous avons retenu tous les taxons décrits par Krause (1997) et les avons traités comme espèces, indépendamment du fait qu'ils soient considérés par les charophytologues européens comme des espèces, sous-espèces ou encore variétés. La délimitation entre les différentes espèces n'est pas toujours claire dans le groupe des characées. Des critères morphologiques, phytogéographiques et génétiques peuvent s'avérer importants à prendre en compte pour préciser une détermination (par exemple Wood & Imahori 1965, Proctor 1976, 1980).

## A2 Procédé utilisé pour établir la liste rouge

### A2-1 Données

L'évaluation du degré de menace des espèces présentes aujourd'hui dans les milieux aquatiques de Suisse s'appuie sur près de 3400 observations anciennes (19<sup>e</sup> siècle à l'an 2005, fig. 28) attestées par des échantillons d'herbier authentifiés et par plus de 800 observations nouvelles, recueillies entre 2006 et 2009, provenant de la prospection exhaustive de plus de 1400 sites-objets (secteurs de rive lacustre, étangs, sites de reproduction d'importance nationale pour les batraciens, «sites IBN»).

Fig. 28 > Evolution au cours du temps du nombre d'observations cumulées de characées en Suisse



Source: Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique – Université de Genève

### A2-2 Sélection des sites d'échantillonnage

La sélection de sites à prospector en vue d'élaborer la liste rouge des characées nécessite la mise en place d'une stratégie qui poursuit plusieurs objectifs. D'une part, le ré-échantillonnage de sites connus permet de quantifier le déclin ou la progression des espèces. D'autre part, la sélection d'un nombre de sites identique dans chaque type d'environnement défini (stratification) permet de déduire des inférences entre espèces et variables de l'environnement.

La procédure de sélection est basée sur l'ensemble des observations floristiques réunies de 1792 à 2005 (cf. Auderset Joye et al. 2002). Ces données sont, d'une part, représentatives de la diversité des types de milieux susceptibles d'être colonisés par les espèces de characées et, d'autre part, permettent de quantifier le déclin ou la progression des espèces dans ces milieux.

La première étape a consisté à établir une base de données comprenant tous les plans d'eau de Suisse. Compte tenu de la distribution discontinue des plans d'eau sur le

territoire, il s'avère inapproprié d'adopter la maille kilométrique pour la sélection des sites, comme il est procédé pour l'établissement des listes rouges d'espèces terrestres. La sélection a donc été opérée à l'échelle des plans d'eau de petites dimensions ou de secteurs d'un kilomètre le long des rives des grands lacs; chaque entité ainsi définie, étant appelée «site-objet». Sont considérés 9442 étangs identifiés sur les cartes topographiques au 1:25 000 (Vector25, Swisstopo: état 2005), 9351 sites de reproduction des amphibiens (base de données du KARCH) et 1932 secteurs de rives de plans d'eau dont le périmètre est supérieur à 2 km. La base de données contient donc environ 21 000 sites-objets.

La deuxième étape a consisté à stratifier les 21 000 sites-objets; ils ont été classés dans 108 strates sur la base de leur situation biogéographique (6 régions), de l'altitude (6 classes) et de la proportion de sol du bassin versant occupé par l'agriculture (3 classes). Ce dernier critère de sélection est utilisé ici comme variable explicative indirecte du niveau trophique de l'eau des sites-objets.

Lors de la troisième étape, les sites-objets à prospecter ont été sélectionnés de façon aléatoire parmi les sites remplissant les critères de contraintes. Cette étape a été réalisée à l'aide d'un algorithme (script rédigé par Anthony Lehmann) en considérant les contraintes suivantes: le ré-échantillonnage de 25 sites-objets historiques par espèce de characées et la sélection de 4 sites-objets par strate.

Grâce à cette procédure, tous les sites connus d'espèces rares ont été sélectionnés pour être contrôlés sur le terrain. Lorsque la base de données comportait moins de 25 sites-objets par espèce, des sites-objets complémentaires ont été tirés au sort parmi ceux pour lesquels il n'existait aucune donnée sur les characées, ce qui a permis de prospecter de nouveaux sites. La stratégie adoptée permet en outre de comparer les données d'un même site à deux époques différentes (avant 2005 et 2006–2009). Le choix de 4 sites-objets par strate vise à optimiser les résultats en tenant compte de l'objectif de qualité statistique et des moyens financiers et humains à disposition.

L'application de la procédure a permis de sélectionner un lot de 426 sites-objets qui ont été prospectés in situ entre 2006 et 2009. Pour compléter la base de données et tenter de repérer les espèces qui pourraient être présentes dans le voisinage des sites-objets sélectionnés, les milieux aquatiques géographiquement proches ont également été prospectés (mares, marais, fossés, etc.). Ce sont donc au total 1402 sites-objets qui ont fait l'objet d'un recensement des characées (fig. 29).

**Fig. 29 > Distribution des sites-objets prospectés***Sites sélectionnés et supplémentaires.*

En noir: sites sélectionnés par la stratégie d'échantillonnage; en blanc: sites supplémentaires

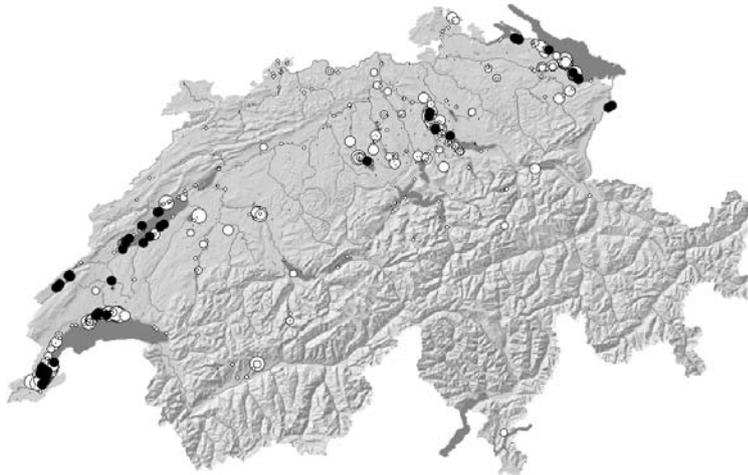
A2-3

**Aire de distribution**

Conformément aux recommandations de l'UICN, la zone d'occurrence (*Extent of Occurrence* EOO) correspond à une surface en km<sup>2</sup> contenant l'intégralité des sites recensés. Elle peut être définie comme le plus petit polygone possible contenant tous les sites d'occurrence. Ce critère nous paraît peu satisfaisant, en raison de la distribution discontinue des milieux aquatiques sur le territoire. C'est pourquoi, nous préférons prédire la distribution potentielle de chaque espèce en prenant en compte les observations de présence/absence issues de la prospection la plus récente (2006–2009) et de variables environnementales liées au climat (températures, précipitations), à la géologie (teneur des roches en CaCO<sub>3</sub>) et à l'occupation du sol (proportion de sol occupé par l'agriculture et la forêt dans le bassin versant et dans l'environnement proche du site-objet (Lehmann et al. 2003, Allenbach et al. 2008, Zimmermann & Kienast 1999)). Lorsqu'un modèle satisfaisant est obtenu, il permet de prédire la probabilité d'occurrence d'une espèce donnée dans chacun des sites-objets identifiés. La projection de cette information sur l'ensemble du territoire suisse permet de visualiser la distribution des sites potentiellement favorables à l'espèce considérée (fig. 30). Les espèces les plus fréquentes et les plus ubiquistes (*Chara vulgaris* et *Chara globularis*) n'ont pu être modélisées de manière satisfaisante avec les variables choisies; il en est de même des espèces dont l'occurrence est inférieure à onze occurrences. La limite des catégories de menace est dictée par le classement des espèces les unes par rapport aux autres selon leur occurrence prédite: CR: ≤50 occurrences prédites, EN: 51 à 250 occurrences prédites; VU: 251 à 1000 occurrences prédites; NT: 1001 à 2000 occurrences prédites; LC: > 2000 occurrences prédites (Auderset Joye 2010).

**Fig. 30** > Distribution des occurrences observée et prédite en Suisse de *Nitellopsis obtusa*

*Sites à occurrence confirmée et sites à occurrence prédite par le modèle.*



En noir: sites d'observation de l'espèce; en blanc: sites prédits par le modèle. La taille des cercles blancs est proportionnelle à la probabilité d'occurrence.

A2-4

### Zone d'occupation

La zone d'occupation (*Area of Occupancy* AOO) est définie par l'UICN (2001) comme la superficie réellement occupée par une espèce à l'intérieur de l'aire de distribution. La zone occupée par chaque espèce correspond au cumul des surfaces colonisées dans chaque site-objet prospecté. Elle est calculée en multipliant le taux de recouvrement de l'espèce (%) par la surface colonisable du plan d'eau ou du secteur de rive. En lac profond, la surface colonisable d'un secteur de rive d'un kilomètre de long est mesurée entre le rivage (interface eau/terre au niveau moyen des eaux) et la ligne bathymétrique figurant sur les cartes nationales au 1:25 000 qui correspond à la profondeur maximale de colonisation observée in situ.

D'après l'UICN (cf. annexe A3, critères B), une aire d'occupation inférieure à 10 km<sup>2</sup> classe une espèce dans la catégorie «Au bord de l'extinction» (CR). Si l'on appliquait directement ce critère, toutes les espèces de characées de Suisse seraient placées dans cette catégorie de menace. Pour adapter les normes UICN aux characées qui sont des organismes au taux de colonisation rarement exubérant (en moyenne 3 % de la surface colonisable des sites prospectés), les seuils de classement suivants ont été adoptés: CR < 100 m<sup>2</sup> (< 0,0001 km<sup>2</sup>); EN < 1000 m<sup>2</sup>; VU < 10 000 m<sup>2</sup>; NT < 100 000 m<sup>2</sup>; LC > 100 000 m<sup>2</sup> (> 0,1 km<sup>2</sup>). La zone d'occupation de toutes les espèces de characées dans les milieux étudiés est très faible (1,8 km<sup>2</sup>) par rapport à la superficie potentiellement colonisable des plans d'eau prospectés (65 km<sup>2</sup>).

A2-5 **Evaluation de l'évolution temporelle des espèces (*trend*)**

Le calcul de la fréquence des espèces est basé, pour les données anciennes, uniquement sur leur présence (776 sites-objets colonisés), alors que les fréquences calculées à partir des observations actuelles (2006 et 2009) sont basées sur leur présence-absence (387 observations d'espèces dans 1402 sites-objets prospectés). Les deux types de données étant de nature différente, elles ne sont pas comparables et ne peuvent être utilisées ensemble pour estimer le degré de menace fondé sur le déclin ou la progression des espèces au cours du temps (*trend*). Une telle façon de faire induirait un biais et aboutirait à un *trend* orienté vers le déclin de presque toutes les espèces. Pour effectuer l'analyse sur un jeu de données comparables, l'évaluation est basée uniquement sur les données des sites ré-échantillonnés: un lot de 155 sites-objets prospectés à deux époques, avant 2006 (t1) et après 2006 (t2). Elle donne une image partielle mais réaliste de l'évolution globale de la colonisation des milieux aquatiques par les characées sans pour autant forcément refléter les fluctuations relativement importantes, notamment celles subies pendant les phases d'eutrophisation excessive des lacs. Les seuils de classement adoptés sont ceux de l'UICN: CR  $\geq$  80 %; EN  $\geq$  50 %; VU  $\geq$  30 %. Pour les catégories «non menacée» les seuils sont: NT < 30 %; LC: fréquence stable ou en expansion.

*Chara contraria*, *C. delicatula*, *C. filiformis*, *C. globularis* et *Nitellopsis obtusa* semblent être en expansion en Suisse. La fréquence de *Nitellopsis obtusa* est passée de 15 % à 26 % dans les sites ré-échantillonnés, ce qui représente une franche augmentation (près de 70 %). La faible occurrence de *Chara filiformis* aux deux époques d'observation rend son évolution délicate à interpréter. Elle pourrait être plus fréquente que les résultats ne le montrent, si l'on en juge par des observations récentes en plongée sur des secteurs ne faisant pas partie de l'échantillonnage. L'expansion de *Chara delicatula* peut, quant à elle, être due à une identification plus consciencieuse de cette espèce proche de *Chara globularis* et au fait que le nombre d'observations restreint pèse lourd dans le calcul des tendances. La faible augmentation de la fréquence de *Chara globularis* (de 37 à 39 %) au cours du temps suggère que cette espèce tend à se stabiliser.

Expansion

Les 20 autres espèces de characées recensées en Suisse régressent ou sont considérées comme éteintes. Entre les deux périodes considérées, le recul de *Chara vulgaris*, *Chara intermedia*, *Nitella gracilis*, *Nitella mucronata*, *Tolypella glomerata*, *Chara hispida* et *Chara tenuispina* a varié de 50 à 80 % et celui de *Chara tomentosa* de près de 30 %. *Nitella opaca*, *Chara strigosa* et *Chara aspera* ont vu leurs populations régresser de moins de 20 %, une régression relativement modeste par rapport à celle des autres espèces.

Régression

Plusieurs espèces du genre *Nitella* n'ont plus été observées mais le fait qu'il y ait eu jadis très peu d'observations pèse lourd dans le calcul des pourcentages de régression. Certaines *Nitella* étant fugaces, elles ont pu passer inaperçues. Cela pourrait être notamment le cas de *Nitella syncarpa* qui a régressé de 84 % dans les sites ré-échantillonnés mais est présente dans 10 sites-objets nouvellement prospectés. Ce résultat enrichit les connaissances sur son comportement en tant qu'espèce pionnière et suscite une attention toute particulière.

A2-6 **Adaptation du statut de menace en fonction de critères supplémentaires**

Le statut de cinq espèces, dont le degré de menace a été évalué selon les critères de l’UICN, a été reconsidéré, ce qui nous a conduits à les classer différemment (tab. 3). Dans un deuxième temps, la prise en considération des données actuellement disponibles sur ces espèces nous a conduits à les déclasser. Par exemple, l’application stricte des critères de l’UICN place *Nitella syncarpa* dans la catégorie «au bord de l’extinction» (CR), justifiée par une régression de près de 80 % dans les sites-objets ré-échantillonnés. Toutefois, l’observation de cette espèce dans plusieurs nouveaux sites nous a incités à la considérer comme «en danger» (EN) plutôt que «au bord de l’extinction» (CR).

**Tab. 3 > Adaptation de statut de menace en deuxième étape d’évaluation**

*Sur la base de considérations supplémentaires aux critères de l’UICN, le statut attribué par comparaison avec les seuils quantitatifs a subi un changement de catégorie chez cinq espèces de characées.*

Taxa	Calculé	Expertise	Justification
<i>Chara contraria</i>	NT	LC	Expansion de l’aire de distribution
<i>Chara hispida</i>	EN	VU	Pérenne, reproduction sexuée et végétative
<i>Chara vulgaris</i>	EN	VU	Pionnière, forme de nombreuses fructifications
<i>Nitella syncarpa</i>	CR	EN	Pionnière, éphémère, occurrence probablement sous-estimée
<i>Nitellopsis obtusa</i>	VU	NT	Expansion de l’aire de distribution, propagules végétatifs (bulbilles)

Légende: RE: espèce éteinte en Suisse; CR: espèce au bord de l’extinction; EN: espèce en danger; VU: espèce vulnérable; NT: espèce potentiellement menacée; LC: espèce non menacée; DD: données insuffisantes

## A3 Les listes rouges de l'UICN

### A3-1 Principes

L'UICN établit des listes rouges d'espèces animales ou végétales menacées à l'échelle mondiale depuis 1963. Pour y parvenir, elle répartit les espèces dans diverses catégories de menace sur la base de critères préétablis. Choisis de manière assez subjective dans les années 1960, ces critères ont été révisés et précisés en 1994. Cette révision a été développée pour parvenir à un système de classification des espèces plus objectif, basé sur des directives claires et assurant une meilleure cohérence entre les listes dressées par des personnes différentes, de pays différents. La comparaison des listes rouges à grande échelle est ainsi facilitée. A l'usage, des difficultés d'utilisation ont surgi et ont donné lieu à une nouvelle révision, la version 3.1, qui est en vigueur aujourd'hui et qui a été utilisée ici pour élaborer la première liste rouge des characées de Suisse (UICN 2001: Catégories et Critères de l'UICN pour la liste rouge: Version 3.1, [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)). Des guides techniques d'utilisation des catégories et critères sont régulièrement publiés; le dernier date de 2010 (IUCN 2010).

Les listes rouges de l'UICN reposent uniquement sur l'estimation de la probabilité d'extinction d'un taxon dans un laps de temps déterminé. Reportées à l'échelle d'un pays, elles expriment donc la probabilité qu'une espèce disparaisse dans les limites territoriales. Si l'unité taxonomique la plus souvent utilisée est l'espèce, cette estimation peut s'appliquer à toute entité de niveau taxonomique inférieur.

La procédure d'estimation de la probabilité d'extinction ne doit pas être confondue avec l'échelle des priorités nationales en matière de conservation des espèces. Celle-ci est en effet tributaire de facteurs additionnels comme la responsabilité du pays concerné par la conservation d'une espèce donnée.

Les principaux critères adoptés par l'UICN pour répartir les espèces dans les différentes catégories de menace sont quantitatifs. Ils touchent à la taille ou aux fluctuations de taille des populations, à la surface ou à la variation de surface de l'aire de distribution (aire d'occurrence dans le périmètre étudié), au nombre ou à l'évolution du nombre d'unités géographiques qu'elles colonisent (aire d'occupation). D'autres considérations peuvent entrer en ligne de compte, tels que le degré d'isolement ou de fragmentation des populations, la qualité des habitats ou leur confinement sur de très petits territoires. L'idée sous-jacente est qu'à partir de certains seuils, les valeurs atteintes par ces différentes variables augmentent fortement les probabilités d'extinction des espèces considérées.

Critères de classification

Les critères de l'UICN ont été élaborés dans le but d'identifier le degré de menace des espèces à l'échelle mondiale. Pour les listes rouges à portée régionale, l'UICN a promulgué des directives spéciales d'application de ces critères (UICN 2003: Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels, Version 3.0, [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)), en s'appuyant sur les travaux de Gärdenfors et al. (2001).

A3-2 **Catégories de menace**

Les textes figurant dans ce chapitre et dans le chapitre suivant ont été traduits du texte original en langue anglaise (version 3.1, UICN 2001). Pour assurer l'homogénéité des listes rouges de Suisse, les traductions française, allemande et italienne des catégories UICN ont été maintenues depuis 2001 ([www.bafu.admin.ch/listesrouges](http://www.bafu.admin.ch/listesrouges)).

**EX (Extinct): éteint**

Un taxon est dit *éteint* lorsqu'il ne fait aucun doute que le dernier individu est mort. Un taxon est présumé éteint lorsque des études exhaustives menées dans son habitat connu et/ou présumé, à des périodes appropriées (rythme diurne, saisonnier, annuel), et dans l'ensemble de son aire de répartition historique n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Les études doivent être faites sur une durée adaptée au cycle et aux formes biologiques du taxon. Cette catégorie s'applique seulement aux listes mondiales et n'est pas transposable aux listes rouges nationales ou régionales.

**EW (Extinct in the Wild): éteint à l'état sauvage**

Un taxon est dit *éteint à l'état sauvage* lorsqu'il ne survit qu'en culture, en captivité ou dans le cadre d'une ou plusieurs populations naturalisées, nettement en dehors de son ancienne aire de répartition. Un taxon est présumé éteint à l'état sauvage lorsque des études détaillées menées dans ses habitats connus et/ou probables, à des périodes appropriées (rythme diurne, saisonnier, annuel), et dans l'ensemble de son aire de répartition historique n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Cette catégorie s'applique seulement aux listes mondiales et doit être remplacée par la catégorie **RE** (regionally extinct) dans les listes rouges nationales ou régionales.

**RE (Regionally Extinct): éteint en Suisse**

Un taxon est dit *éteint en Suisse*, lorsqu'il ne fait aucun doute que le dernier individu adulte a disparu du pays ou de la région concernés. Les études doivent être réalisées sur une durée adaptée au cycle et aux formes biologiques du taxon.

**CR (Critically Endangered): au bord de l'extinction**

Un taxon est dit *au bord de l'extinction* (synonymes: *en danger critique d'extinction* ou *menacé d'extinction*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie CR (cf. chap. A3-3) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.

**EN (Endangered): en danger**

Un taxon est dit *en danger* (synonymes: *très menacé* ou *fortement menacé*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie *en danger* (cf. chap. A3-3) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.

**VU (Vulnerable): vulnérable**

Un taxon est dit *vulnérable* (synonyme: *menacé*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie *vulnérable* (cf. chap. A3-3) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

**NT (Near Threatened): potentiellement menacé**

Un taxon est dit *potentiellement menacé* (synonyme: *quasi menacé*) lorsqu'il a été évalué d'après les critères A à E et ne remplit pas, pour l'instant, les critères correspondant aux catégories *au bord de l'extinction*, *en danger* ou *vulnérable*, mais qu'il est près de remplir les critères du groupe menacé ou qu'il les remplira probablement dans un proche avenir.

**LC (Least Concern): non menacé**

Un taxon est dit *non menacé* (synonyme: *de préoccupation mineure*) lorsqu'il a été évalué d'après les critères A à E et ne remplit pas, pour l'instant, les critères correspondant aux catégories *au bord de l'extinction*, *en danger*, *vulnérable* ou *potentiellement menacé*. Dans cette catégorie sont inclus les taxons largement répandus et abondants.

**DD (Data Deficient): données insuffisantes**

Un taxon entre dans la catégorie *données insuffisantes* lorsque l'on dispose de trop peu de données pour évaluer directement ou indirectement le risque d'extinction en fonction de sa distribution et/ou de l'état de sa population. Un taxon inscrit dans cette catégorie peut avoir fait l'objet d'études approfondies et sa biologie peut être bien connue, sans que l'on dispose pour autant de données pertinentes sur l'abondance et/ou la distribution. Il ne s'agit donc pas d'une catégorie de menace. L'inscription d'un taxon dans cette catégorie indique qu'il est nécessaire de rassembler davantage de données et n'exclut pas la possibilité de démontrer, grâce à de futures recherches, que le taxon aurait pu être classé dans une catégorie de menace. Il est impératif d'utiliser toutes les données disponibles. Dans de nombreux cas, le choix entre l'attribution d'un statut à données insuffisantes et d'une catégorie de menace doit faire l'objet d'un examen très attentif. Si l'on soupçonne que l'aire de répartition d'un taxon est relativement circonscrite, s'il s'est écoulé un laps de temps considérable depuis la dernière observation d'un taxon, le choix d'une catégorie de menace peut parfaitement se justifier. Il suffit d'ajouter les espèces classées sous «données insuffisantes» (DD) au total des espèces évaluées pour obtenir le nombre d'espèces autochtones (indigènes) connues (remarque de l'OFEV).

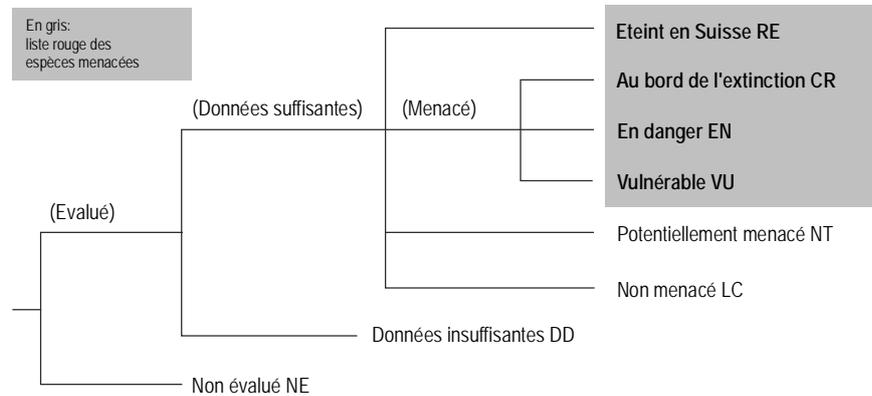
**NE (not evaluated): non évalué**

Un taxon est dit non évalué lorsqu'il n'a pas été confronté aux critères. Les espèces exotiques (néophytes) sont aussi laissées de côté (remarque de l'OFEV).

La liste rouge proprement dite réunit les espèces des catégories EX (éteint), EW (éteint à l'état sauvage) ou RE (éteint régionalement), CR (au bord de l'extinction), EN (en danger) et VU (vulnérable), alors que la liste des espèces menacées réunit celles des catégories CR, EN et VU (fig. 31). La catégorie NT (potentiellement menacé) est intermédiaire entre la liste rouge et la liste des espèces non menacées (LC).

Délimitation de la liste rouge

**Fig. 31 > Catégories de menace des listes rouges en Suisse**



Selon les critères de l'UICN 2001, version 3.1

**A3-3 Critères de classement dans les catégories CR, EN et VU**

Les critères adoptés pour la classification des espèces dans les catégories CR, EN et VU sont identiques, seuls les seuils varient. Dans ce qui suit, ne sont repris que les textes concernant la catégorie CR et les seuils correspondants des catégories EN et VU.

Un taxon est dit *au bord de l'extinction* (respectivement *en danger* ou *vulnérable*) lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères suivants (A à E) et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé (respectivement très élevé ou élevé) d'extinction à l'état sauvage.

**A. Réduction de la taille de la population prenant l'une ou l'autre des formes suivantes:**

1. Réduction des effectifs  $\geq 90\%$  (EN 70 %; VU 50 %) constatée, estimée, déduite ou supposée, depuis dix ans ou trois générations, selon la plus longue des deux périodes, lorsque les causes de la réduction sont clairement réversibles ET comprises ET ont cessé, en se basant sur l'un des éléments suivants (à préciser):
  - a) l'observation directe;
  - b) un indice d'abondance adapté au taxon;
  - c) la réduction de la zone d'occupation, de la zone d'occurrence et/ou de la qualité de l'habitat;
  - d) les niveaux d'exploitation réels ou potentiels;
  - e) les effets de taxons introduits, de l'hybridation, d'agents pathogènes, de substances polluantes, d'espèces concurrentes ou parasites.
2. Réduction des effectifs  $\geq 80\%$  (EN 50 %; VU 30 %) constatée, estimée, déduite ou supposée, depuis dix ans ou trois générations, selon la plus longue des deux périodes, lorsque la réduction ou ses causes n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles, en se basant sur l'un des éléments a) à e) mentionnés sous A1 (à préciser).

3. Réduction des effectifs  $\geq 80\%$  (EN 50 %; VU 30 %) prévue ou supposée dans les dix années ou trois générations prochaines, selon la période la plus longue (maximum de 100 ans), en se basant sur l'un des éléments b) à e) mentionnés sous A1 (à préciser).
4. Réduction des effectifs  $\geq 80\%$  (EN 50 %; VU 30 %) constatée, estimée, déduite ou supposée, pendant n'importe quelle période de dix ans ou trois générations, selon la plus longue des deux périodes (maximum de 100 ans dans l'avenir), la période devant inclure à la fois le passé et l'avenir, lorsque la réduction ou ses causes n'ont peut-être pas cessé OU ne sont peut-être pas comprises OU ne sont peut-être pas réversibles, en se basant sur l'un des éléments a) à e) mentionnés sous A1 (à préciser).

**B. Répartition géographique, qu'il s'agisse de B1 (zone d'occurrence) OU de B2 (zone d'occupation) OU des deux:**

1. Zone d'occurrence estimée inférieure à 100 km<sup>2</sup> (EN 5000 km<sup>2</sup>, VU 20 000 km<sup>2</sup>) et estimations indiquant au moins deux des possibilités a) à c) suivantes:
  - a) Population gravement fragmentée ou présente dans une seule localité (EN 5, VU 10)
  - b) Déclin continu, constaté, déduit ou prévu de l'un des éléments suivants:
    - (i) zone d'occurrence
    - (ii) zone d'occupation
    - (iii) superficie, étendue et/ou qualité de l'habitat
    - (iv) nombre de localités ou de sous-populations
    - (v) nombre d'individus matures
  - c) Fluctuations extrêmes de l'un des éléments suivants:
    - (i) zone d'occurrence
    - (ii) zone d'occupation
    - (iii) nombre de localités ou de sous-populations
    - (iv) nombre d'individus matures.
2. Zone d'occupation estimée inférieure à 10 km<sup>2</sup> (EN 500 km<sup>2</sup>, VU 2000 km<sup>2</sup>), et estimations indiquant au moins deux des possibilités a) à c) suivantes:
  - a) Population gravement fragmentée ou présente dans une seule localité.
  - b) Déclin continu, constaté, déduit ou prévu de l'un des éléments suivants:
    - (i) zone d'occurrence
    - (ii) zone d'occupation
    - (iii) superficie, étendue et/ou qualité de l'habitat
    - (iv) nombre de localités ou de sous-populations
    - (v) nombre d'individus matures
  - c) Fluctuations extrêmes de l'un des éléments suivants:
    - (i) zone d'occurrence
    - (ii) zone d'occupation
    - (iii) nombre de localités ou de sous-populations
    - (iv) nombre d'individus matures.

**C. Population estimée à moins de 250 individus matures (EN 2500, VU 10 000) et présentant:**

1. Un déclin continu estimé à 25 % au moins en trois ans ou une génération, selon la période la plus longue (maximum de 100 ans dans l'avenir) (EN 20 % en cinq ans ou deux générations, VU 10 % en dix ans ou trois générations), OU
2. Un déclin continu, constaté, prévu ou déduit du nombre d'individus matures ET l'une au moins des caractéristiques (a, b):
  - a) Structure de la population se présentant sous l'une des formes suivantes:
    - (i) aucune sous-population estimée à plus de 50 individus matures (EN 250, VU 1000) OU
    - (ii) 90 % au moins des individus matures (EN 95 %, VU 100 %) sont réunis en une sous-population.
  - b) Fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures.

**D. Population estimée à moins de 50 individus matures (EN 250):**

VU: Population très petite ou limitée, sous l'une ou l'autre des formes suivantes:

1. Population estimée à moins de 1000 individus matures.
2. Population dont la zone d'occupation est très réduite (en règle générale moins de 20 km<sup>2</sup>) ou le nombre d'habitats très limité (en règle générale cinq au maximum) à tel point que la population est exposée aux impacts d'activités anthropiques ou d'évènements stochastiques sur une très brève période et dans un avenir imprévisible. Par conséquent, elle pourrait devenir CR ou RE en très peu de temps.

**E. Analyse quantitative montrant que la probabilité d'extinction à l'état sauvage s'élève à 50 % au moins en l'espace de dix ans ou trois générations (EN 20 % en 20 ans ou cinq générations; VU 10 % en 100 ans) selon la période la plus longue (maximum de 100 ans).**

### Directives pour établir une liste rouge régionale ou nationale

Les critères de l'UICN ont été établis dans le but d'identifier les espèces menacées à l'échelle mondiale. Les valeurs seuils proposées pour l'attribution à une catégorie de menace donnée (annexe A3-2) ne sont donc pas toujours adaptées à des unités géographiques plus petites que des continents ou que des pays. L'UICN a de ce fait développé une procédure d'évaluation adaptée à des unités de moindre taille (Gärdenfors 2001, Gärdenfors et al. 2001) et qui est maintenant officiellement reconnue (IUCN 2003).

La procédure proposée comprend deux étapes:

Classification en deux étapes

1. La première consiste à évaluer le statut de chaque espèce en appliquant les critères de l'UICN (2001) comme si la population concernée correspondait à la population mondiale.
2. La seconde vise à pondérer le résultat obtenu sur la base de la situation nationale («régionalisation» des résultats intermédiaires), c'est-à-dire en considérant la dynamique des populations locales et leur degré d'isolement par rapport à celles des pays limitrophes. Pour cela, on part de l'hypothèse que les populations indigènes peuvent s'accroître par la migration d'individus des pays voisins («rescue effect» selon Brown & Kodric-Brown 1977), ce qui permet de réduire le degré de menace pour de nombreuses espèces (fig. 32). L'élément-clé est ici l'influence de la dynamique de la population dans le pays limitrophe sur le degré de menace des espèces ou des sous-espèces indigènes concernées. A cette fin, il s'agit d'évaluer le potentiel d'extinction d'une sous-population en contact avec des populations des pays limitrophes. Pour chaque espèce, cette seconde étape peut se traduire par son maintien dans la catégorie initialement définie (p. ex. espèces endémiques ou dont les populations locales sont isolées), son déclassement (*downgrading*) dans une catégorie de menace inférieure (p. ex. espèces dont les populations locales sont nombreuses et alimentées par les populations des pays limitrophes) ou, dans de rares cas, son sur-classement (*upgrading*) dans une catégorie de menace supérieure (p. ex. espèces dont les populations locales sont en régression bien qu'alimentées par celles des pays limitrophes).

L'hypothèse sur laquelle repose cette procédure n'est toutefois plausible que pour des espèces à fort pouvoir de dispersion ou susceptibles de trouver dans la région concernée une densité suffisante d'habitats dont la qualité répond à leurs exigences. Or l'expérience montre que la dégradation ou la disparition des habitats est une des principales causes de raréfaction des espèces, en particulier des characées. Par ailleurs, l'application de cette procédure implique de très bien connaître aussi bien la dynamique des populations que l'évolution de la qualité et de la taille des habitats disponibles, et ceci non seulement dans la région concernée mais également dans celles voisines. En l'absence de telles informations, comme c'est le cas pour les characées, l'UICN (2003) recommande de maintenir l'espèce concernée dans la catégorie définie lors de la première étape et de renoncer à l'étape de régionalisation.

**Fig. 32 > Les étapes du processus de régionalisation de l'UICN**

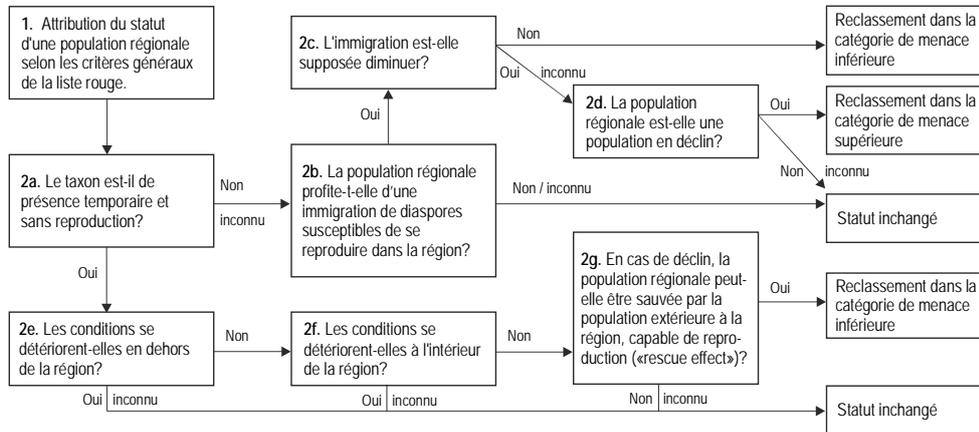


Schéma selon UICN 2003

## A4 Remerciements

L'élaboration de la liste rouge des characées de Suisse s'appuie sur les nombreuses données floristiques issues des herbiers des universités, musées, jardins botaniques de Suisse (Genève, Lausanne, Fribourg, Neuchâtel, Berne, Zurich) ainsi que sur les données récoltées depuis 1972 par les divers collaborateurs du Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique de l'Université de Genève (anciennement Unité de Biologie aquatique). Nous leur en sommes reconnaissants.

La base de données a en outre été alimentée en permanence par des résultats et/ou prélèvements issus de travaux de diplômés, de thèses de doctorat, de bureaux privés, de clubs de plongée, etc. Que leurs auteurs et toutes les personnes ayant participé à la collecte de ces données soient ici vivement remerciés de l'engagement dont ils ont fait preuve pour améliorer nos connaissances sur les characées de nos régions.

Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement les collaborateurs du Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA) de l'Université de Genève (biologistes et géologues) qui ont participé à la collecte des données récentes sur le terrain et à la détermination des hydrophytes: Jacqueline Détraz-Méroz, Pascal Mulattieri, Julien Ferdinand, Aurélie Terrier, Christiane Ilg, Aurélie Rey-Boissezon, Lionel Sager et Timothée Joye.

Notre reconnaissance va également aux personnes qui ont collaboré bénévolement au projet en collectant des échantillons de charophytes, en indiquant l'existence d'un site colonisé, en enfilant une combinaison de plongée ou encore en partageant des données: Lionel Sager, Amael Paillex, Olga Béguin, Tamara Garcia, Emmanuel Castella, (Université de Genève), Gilles Bailly (Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, F), Marc Bernard (Etat du Valais), Gilles Carron † (Bureau Insecta, Neuchâtel), Christian Clerc (Groupe d'étude et de gestion de la Grande Cariçaie, Cheseaux-Noréaz, VD), Alain Demierre (bureau GREN, Genève), Michel Desfayes (Saillon, VS), Hervé Détraz (Nendaz), Bureau Ecoconseil (NE), Jean-Pierre Ecoffey (Genève), Fabian Egloff (Wettingen), Josef Fischer (Stiftung Reusstal – Rottenschwil, AG), Günther Gelpke (Dubendorf, ZH), Grunder Ingenieur AG (Burgdorf, BE), Kathrin Gutruf (Büro Aquatica GmbH, Wichtrach, BE), Büro Hintermann & Weber (Reinach, BL), Nicolas Indermühle (bureau Ecotec, Genève), Dietmar Jäger (Hohenems, A), Denis Jordan (ASTERS, Conservatoire départemental des espaces naturels de Haute-Savoie, F), M. Dominique Joye (Genève), Brigitte Lods-Crozet (Service des eaux, sols et assainissement, Etat de Vaud, Epalinges, VD), Verena Lubini (Büro Gewässerökologie, Zurich), Philippe Marti (Club Subaquatique de Nyon), Nathalie Menetrey (Bureau ETEC, écologie aquatique, Sion, VS), Pascal Mulattieri (Bureau Pronat Conseils, Schmitten, FR), Uta Mürle & Johannes Ortlepp (Institut für angewandte Hydrobiologie, Konstanz, D), Klemens Niederberger (Bureau Aquaplus, Zug), Beat Oertli (Ecole d'Ingénieurs de Lullier, Genève), Jean Perfetta (Service de l'écologie de l'eau, Département de l'Intérieur et de la mobilité, canton de Genève), Emilie Sandoz (Bureaux Aquabug et Ecotec; Gy, GE), Klaus Schmieder (Universität Hohenheim, D), Violaine Sinniger (Genève), Ingeborg Soulié Märsche (Université de Montpellier), Sprungschicht Club (Berne).

---

D'autres personnes ont contribué à nous faciliter l'accès à certains sites (Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS), surveillants des réserves, administrations communales, propriétaires de chemins d'accès aux sites, etc.); qu'elles en soient ici remerciées.

Enfin, nous sommes reconnaissants à Beat Bäumlér (Conservatoire et Jardin botaniques de Genève), Raoul Palese et Lionel Sager (Centre du Réseau Suisse de Floristique CRSF) de leur collaboration lors des transferts de nouvelles données sur les charophytes et les hydrophytes vasculaires dans la base du CRSF.

## > Bibliographie

- Allenbach K., Maggini R., Lehmann A. 2008: SwissED: Swiss Environmental Domains. Rapport OFEV.
- Auderset Joye D., Castella E., Lachavanne J.-B. 2002: Occurrence of *Characeae* in Switzerland over the last two centuries (1800–2000). *Aquatic Botany* 72 (3–4): 369–385.
- Auderset Joye D. 2010: Modélisation de la zone d'occurrence des espèces de characées en Suisse. Rapport de stage du Certificat de géomatique, Université de Genève. 33 p. (<http://geomatique-nt.unige.ch/certificats/index.cfm>, mai 2010).
- Blazencic J., Stevanovic B., Blazencic Z., Stevanovic V. 2006: Red Data List of Charophytes in the Balkans. *Biodiversity and Conservation* 15: 3445–3457.
- Blindow I., Krause W. 1990: Bestänningsnyckel för svenska kransalger. *Svensk Bot. Tidskr.* 84: 119–160.
- Blindow I., Hargeby A. & Andersson G. 2002. Seasonal changes of mechanisms maintaining clear water in a shallow lake with abundant Chara vegetation. *Aquatic Botany Volume 72 (3–4)*: 315–334.
- Blindow I., Koistinen M. 2003: Determination key for the charophytes in the Baltic Sea. Chap 3: 27–41 in *Charophytes of the Baltic Sea*. The Baltic Marine Biologists Publication n° 19. Alfred Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung.
- Blindow I., Krause W., Ljungstrand E., Koistinen M. 2007: Bestänningsnyckel för kransalger i Sverige. *Svensk Botanisk Tidskrift* 101: 165–220.
- Blindow I. 2009a: Åtgärdsprogram för hotade kransalger: arter i småvatten/periodiska vatten 2008–2011. Vårilinske (*Nitella capillaris*) Uddrufse (*Tolypella intricata*) Trubbrufse (*Tolypella glomerata*). Rapport 5849. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Blindow I. 2009b: Åtgärdsprogram för hotade kransalger: arter i småvatten/periodiska vatten 2008–2011. Trådstråfse (*Chara filiformis*), Spretstråfse (*Chara rudis*), Stjärnslinke (*Nitellopsis obtusa*). Rapport 5848. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Blümel C., Raabe U. 2004: Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 13: 9–26.
- Bornette G., Guerlesquin M., Henry C. 1996: Are the *Characeae* able to indicate the origin of groundwater in former river channels? *Vegetatio* 125: 207–222.
- Bornette G., Arens M.F. 2002: Charophyte communities in cut-off channels: the role of river connectivity. *Aquatic Botany* 73: 149–162.
- Broggi M.F., Schlegel H. 1989: Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Bericht 31 des Nationalen Forschungsprogrammes «Boden»; Liebefeld-Bern. 168 S.
- Brown J.H., Kodric-Brown A. 1977: Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology* 58: 445–449.
- Bruinsma H.J.P., Krause W., Nat E., van Raam J.C. 1998: Determinatietabel voor kranswieren in de Benelux. Stichting Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht.
- Caisova L., Gabka M. 2009: Charophytes (*Characeae*, *Charophyta*) in the Czech Republic: taxonomy. *Fottea* 9(1): 1–43.
- Casanova M.T., Brock M.A. 1990: Charophyte germination and establishment from the seed bank of an Australian temporary lake. *Aquatic Botany* 36: 247–254.
- Compère R. 1972: Charophytes. Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique, 4. Jardin botanique national de Belgique.
- Corillion R. 1957: Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. *Bull. Soc. Sci. Bretagne* 32, fasc. hors série 1–2: 1–499.
- Corillion R. 1975: Flore et végétation du Massif Armoricaïn. Tome IV: Flore des Charophytes du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale. Paris, 216 p.
- Duarte C.M., Ham L.T., Grossmann A. 1993: Submerged macrophyte seed bank in a Mediterranean temporary marsh: abundance and relationship with established vegetation. *Oecologia* 94: 1–6.
- Gabka M. 2007: Distribution of *Chara tenuispina* A. Braun 1835 (*Characeae*) in Poland: *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*: 241–248.
- Gärdenfors U. 2000: The 2000 Red List of Swedish Species. *ArtDatabanken, SLU, Uppsala*: 397 p.
- Gärdenfors U. 2001: Classifying threatened species at national versus global level. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 511–516.
- Gärdenfors U., Rodríguez J.P., Hilton-Taylor C., Mace G. 2001: The application of IUCN Red List Criteria at regional level. *Conservation Biology* 15: 1206–1212.
- Gärdenfors U. (ed.) 2005: Rödlistade arter i Sverige 2005 – The 2005 Red List of Swedish Species. *ArtDatabanken, SLU, Uppsala*.
- Gärdenfors U. (ed.) 2010: Rödlistade arter i Sverige – The 2010 Red List of Swedish Species. *ArtDatabanken, SLU, Uppsala*.
- Gregor T. 2003: Rote Liste der Armeleuchteralgen (Characeen) Hessens. Erste Fassung. *Botanik und Naturschutz in Hessen* 16, Frankfurt am Main: 31–37.

- Hamann U., Garniel A. 2002: Die Armeleuchteralgen Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.). Flintbek.
- IUCN. 1994: IUCN Red List Categories, prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN Gland, Switzerland: 21 p.
- IUCN. 2001: IUCN Red List categories and criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 30 p.
- IUCN. 2003: Guidelines for application of IUCN Red List criteria at regional levels: Version 3.0. – IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 25 p. [www.iucn.org/about/work/programmes/species/red\\_list/resources/technical\\_documents/12.04.2010](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/resources/technical_documents/12.04.2010)
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee 2010: Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010. Avril 2010, téléchargé sous: <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>
- Jordi B. 2009: Résultats de l'observatoire national des eaux souterraines (NAQUA). Etat et évolution de 2004 à 2006. OFEV, Berne, 144 pages [www.bafu.admin.ch/eauxsouterraines](http://www.bafu.admin.ch/eauxsouterraines).
- Kålås J.A., Viken Å., og Bakken T. (red.) 2006: Norsk Rødliste 2006–2006 Norwegian Red List. Artsdatabanken, Norway.
- Karol K.G., McCourt R.M., Cimino M.T., Delwiche C.F. 2001. The closest living relatives of land plants. *Science* 294: 2351–2353.
- Keller V., Zbinden N., Schmid H., Volet B. 2001: Liste rouge des oiseaux nicheurs menacés de Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne et Station ornithologique suisse, Sempach. *Environnement pratique* 1019: 57 p.
- Klaus G. (ed.) 2007: Etat et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. Etat de l'environnement n° 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne: 97 p.
- Korsch H. 2008: Stand der Erfassung und bemerkenswerte Characeen-Funde in Thüringen. *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.* 19: 109–114.
- Korsch H., Raabe U., Van de Weyer K. 2008: Verbreitungskarten der Characeen Deutschlands. *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.* 19: 57–108.
- Korte E., Gregor T., König A. 2009: Aquatische Makrophyten in hessischen Stillgewässern. *Botanik und Naturschutz in Hessen* 22, Frankfurt am Main: 11–45.
- Krause W. 1985: Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armeleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. *Carolinae* 42: 31–42.
- Krause W. 1997: *Charales (Charophyceae)*. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer, D. (Eds.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Bd. 18. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- Krause W., Krüttner A. 1990: Über einen Fund der *Chara tenuispina* im Bodenseegebiet mit Blick auf die Gesamtverbreitung der Pflanze. *Carolinae* 48: 31–36.
- Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P. & T. Walter (red.) 2010: Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond? Bristol-Stiftung, Zurich; Editions Haupt, Berne: 435 p.
- Lambert E. 2002. Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à faiblement alcalines. Fiche 3140 (2). Cahiers d'habitats Natura 2000 «Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire» – Tome 3 Habitats humides – Ed. La documentation française: 107–111.
- Lambert E., Guerlesquin M. 2002. Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. Fiche 3140. Cahiers d'habitats Natura 2000 «Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire» – Tome 3 Habitats humides – Ed. La documentation française: 97–100.
- Lambert E., Guerlesquin M. 2002. Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes basiques. Fiche 3140 (1). Cahiers d'habitats Natura 2000 «Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire» – Tome 3 Habitats humides – Ed. La documentation française: 101–106.
- Lambert-Servien E., Clemenceau G., Gabory O., Douillard E., Haury J. 2006: Stoneworts (*Characeae*) and associated macrophyte species as indicators of water quality and human activities in the Pays-de-la-Loire region, France. *Hydrobiologia* 570:107–115.
- Langangen A. & Pavlides G. 1999: *Chara tenuispina* A. Braun (*Charales*) found in Greece, *Allionia* 36.
- Lehmann A., McC. Overton J., Leathwick J.R. 2003: GRASP: generalized regression analysis and spatial prediction. *Ecological Modelling* 157: 189–207.
- Mc Court R.M., Delwiche C.F., Karol K.G. 2004: Charophyte algae and land plant origins. *Trends in Ecology and Evolution*: 19 (12): 661–666.
- Migula W. 1897: Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: Rabenhorsts Kryptogamenflora Band V, Leipzig.
- Proctor V.W. 1976: Genetics of *Charophyta*. *Botanical Monographs* 12: 210–218.
- Proctor V.W. 1980: Historical biogeography of *Chara (Charophyta)*: an appraisal of the Braun-Wood-classification plus a falsifiable alternative. *Journal of Phycology* 16: 218–233.

Ravenga C., Brunner J., Henninger N., Kassem K., Payne R. 2000: Pilot Analysis of Global Ecosystems: Wetland Ecosystems. World Resources Institute, Washington, D.C.

Scheffer M., Hosper S.H., Meijer M.-L., Moss B., Jeppesen E. 1993: Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol. Evol.* 8: 275–279.

Schneider S., Ziegler C., Melzer A. 2006. Growth towards light as an adaptation to high light conditions in *Chara* branches. *New Phytologist* 172 (1): 83–91.

Stewart N.F., Church J.M. 1992: Red Data Books of Britain and Ireland. The Joint Nature Conservation Committee, Peterborough (ISBN 1-873701-24-1).

Täuscher L. 2004: Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39. [www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/oekologie/agcd/archives/rl\\_sachs\\_anh\\_algen\\_2004.pdf](http://www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/oekologie/agcd/archives/rl_sachs_anh_algen_2004.pdf).

Täuscher L. 2009: Revision der Checkliste und Roten Liste der Armleuchteralgen und Prodromus einer Roten Liste der Cyanobakterien/Blaualgen, Rot-, Gelbgrün-, Braun- und Grünalgen des Landes Brandenburg. Ergebnisse eines bibliographischen Überblicks zur Algen-Besiedlung. 1859 bis 2009 – 150 Jahre Botanischer Verein von Berlin und Brandenburg, e.V. gegründet 1859, Jubiläumssymposium am 26.09.2009 in Potsdam.

UK Biodiversity Group. 1999: Tranche 2 Action Plans – Volume III: Plants and fungi. Tranche 2, Vol III: 311 p.

Urbaniak J., Gąbka M., Blažencic J. 2008: *Nitella tenuissima*, a rare Charophyte in Central and Southern Europe. *Cryptogamie, Algologie* 29: 161–171.

Van Raam J.C. 2009: A matrix key for the determination of Characeae. *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.* 22: 53–55.

van de Weyer K., Raabe U. 1999: Rote Liste der gefährdeten Armleuchteralgen-Gewächse (*Charales*) in Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. Schriftenreihe der LÖBF 17: 295–306.

van de Weyer K., Raabe U. 2004: Die Erfassung der Armleuchteralgen-Gewächse (*Characeae*) in Nordrhein Westfalen. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 13: 153–162.

Wolff P. 2008: Rote Liste und Florenliste der Armleuchteralgen des Saarlandes: in Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Ministerium für Umwelt, 1. Auflage: 166 p. [www.saarland.de/46193.htm](http://www.saarland.de/46193.htm).

Wood R.D. 1962: New combinations and taxa in the revision of Characeae. *Taxon* 11(1): 7–25.

Wood R.D., Imahori K. 1964–1965: A Revision of the Characeae. First Part: Monograph of the *Characeae*. Second Part: Iconograph of the Characeae. Verlag J. Cramer, Weinheim.

Zimmermann N.E., Kienast F. 1999: Predictive mapping of alpine grasslands in Switzerland: species versus community approach. *Journal of Vegetation Science* 10: 469–482.

### Références concernant les relevés de terrain et les investigations spécifiques à certaines espèces qui ont été intégrés au rapport

Antoine C. 2002: Déterminismes des assemblages de gastéropodes aquatiques en zones alluviales (Rive Sud du lac de Neuchâtel-CH et Basse-Plaine de l'Ain-F). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève. (Projet FNRS: 3100–59326.99).

Auderset D. 1985: Etude des macrophytes du lac de Sarnen. Master en Biologie, Université de Genève.

Auderset Joye D. 1993: Contribution à l'écologie des characées de Suisse. Thèse n° 2580, Université de Genève. <http://archive-ouverte.unige.ch/vital/access/manager/Repository/unige:89>.

Auderset Joye D., Cambin D., Détraz-Méroz J., Durand P., Juge R., Lachavanne J.-B., Lods-Crozet B., Noetzelin A., Oertli B., Oihénart C., Rossier O. 1993: Les plans d'eau du Canton de Genève. I.I. Caractérisation et qualification écologiques de 13 étangs, SFPNP Genève & LEBA – Université de Genève: 165 p.

Auderset Joye D., Détraz-Méroz J., Durand P., Juge R., Lachavanne J.-B., Lods-Crozet B., Noetzelin A., Oertli B., Oihénart C., Rossier O. 1992: Les plans d'eau du canton de Genève. I. Inventaire et Qualification. SFPNP Genève & LEBA – Université de Genève: 611 p.

Auderset Joye D., Oertli B., Cambin D., Lachavanne J.-B. 1994: Etude des étangs du Canton de Genève: étangs des Douves, Etang Hainard et Marais du Château. Rapport LEBA, Université de Genève: 43 p.

Auderset Joye D., Demierre A., Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B. 1995: Untersuchung der Makrophyten des Zürichsees. BUWAL, Kantone Schwyz, St. Gallen und Zürich und Universität Genf: 132 p.

Auderset Joye D., Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B. 1996: Zustand, Erhaltung und Schutz des Sarnersees. Pflanzenökologische Merkmale der Uferzonen des Sarnersees. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Universität Genf.

Auderset Joye D., Lods-Crozet B. 1996: Etude des étangs du Canton de Genève: étang Hainard et étang de Combes Chapuis. Rapport LEBA, Université de Genève.

Auderset Joye D., Oertli B., Juge R., Lachavanne J.-B. 2004: Evaluation biologique des étangs du Bois de Jussy (communes de Gy, Jussy et Presinge). Service des forêts, de la protection de la nature et du paysage (SFPNP), Genève – LEBA, Université de Genève: 24 p. + 7 fascicules.

- Bänziger R. 1998: Répartition spatio-temporelle des invertébrés aquatiques en relation avec la dynamique des herbiers littoraux (Lac Léman). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève.
- Baumann E. 1911: Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Archiv für Hydrobiologie, Stuttgart. Zusatzband 1: 469 p.
- Boissezon A. 2008: Préférences écologiques de quelques espèces de Charophytes. Travail de Master en sciences de l'environnement (MESNE), Université de Genève.
- Burgenmeister G. 1978: Les macrophytes du Pfäffikersee et du Greifensee, Travail de diplôme, Université de Genève.
- Braun A. 1849: Übersicht über die schweizerischen Characeen. Neue Denkschrift. S.N.G. Bd X (4): 12 S.
- Castella C., Amoros C. 1984: Répartition des characées dans les bras morts du Haut-Rhône et de l'Ain et signification écologique. Cryptogamie, Algologie V (2–3): 127–139.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1990: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Pfäffikersees. Pflanzenökologische und morphologische Beurteilung. BFL Zürich, Universität Genf. Bde.: 80 S. und 72 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1990: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Hallwilersees. Pflanzenökologische Beurteilung. BFL, Kantone Aargau und Luzern, Universität Genf: 92 S.
- Demierre A., Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B. 1991: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Greifensees. Pflanzenökologische und morphologische Beurteilung. BUWAL und Kanton Zürich und Universität Genf, 2 Bde.: 98 S. und 148 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1991: Etude des macrophytes du lac de Zoug. Rapport LEBA, Université de Genève, OFEFP et cantons de Zoug, Schwyz et Lucerne: 106 p.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Sempachersees. Pflanzenökologie und morphologische Beurteilung. BUWAL, Kanton Luzern und Universität Genf, 2 Bde.: 81 S. und 165 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Zugersees. BFL und Universität Genf: 101 S. + 3 Karten.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1994: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Aegerisees. BUWAL, Kanton Zug und Universität Genf, 2 Bde.: 93 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1995: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Baldeggersees. BUWAL, Kanton Luzern und Universität Genf, 2 Bde.: 81 S. und 59 S.
- Dienst M., Schmieder K. 2003: Wiederfund von *Tolypella glomerata* (Characeae) im Bodensee-Untersee. – Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschland 2: 114–116.
- Desfayes M. 1996: Flore aquatique et palustre du Valais et du Chablais vaudois: Cahiers de sciences naturelles. Musée cantonal d'histoire naturelle Sion. La Murithienne. Société valaisanne des Sciences naturelles: 167 pages.
- Ecotec 2003: Entreprise de correction fluviale Rive sud du lac de Neuchâtel. Tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz. Suivi biologique des mesures anti-érosion. Rapport final 1996–2003.
- Egloff F. 1977: Wasserpflanzen des Kantons Zürich. Sonderabdruck von Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 122: (1): 1–140.
- Egloff F.G., Urmi E. 2004: Wasserpflanzen des Kantons Zürich: Kryptogame Makrophyten. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 149(2–3): 59–73.
- Ferdinand J. 2006: Etude de l'impact des aménagements riverains sur les macrophytes des rives genevoises du Léman. Master en Biologie, Université de Genève.
- Hafner E. 2005: Valeur écologique des étangs de la Commune de Bernex. Master en Biologie, Université de Genève.
- Jäger D. 2000: Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs (Österreich). Berichte naturwissenschaftlich-medizinischen Verein Innsbruck 87: 67–85.
- Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B., Demierre A. 1988: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Thunersees. BUWAL und Universität Genf: 101 S. + 3 Karten.
- Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B., Demierre A. 1990: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Pfäffikersees. BUWAL und Universität Genf: 79 S. + 3 Karten.
- Juge R., Sommaruga M., Demierre A., Perfetta J., Lachavanne J.-B. 1991: Etude des macrophytes du Hallwilersee. Etat actuel et évolution. OFEFP, cantons Argovie et Lucerne, Université de Genève: 99 p.
- Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J., Demierre A. 1992: Etude des macrophytes du lac de Thoun. OFEFP et canton de Berne: 105 p.
- Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J., Demierre A. 1992: Etude des macrophytes du lac de Brienz. OFEFP et canton de Berne: 81 p.
- Lachavanne J.-B. 1977: Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Thèse n° 1760, Université de Genève.
- Lachavanne, J.-B., Perfetta J. 1981: Les macrophytes des lacs de Lugano et Majeur (partie suisse). Rapport UBA de l'Université de Genève: 128 p.

- Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1981: Rapport sur les problèmes liés au développement exubérant de la végétation macrophytique du Gravatscha See, communes de Bever et Samedan. Rapport UBA de l'Université de Genève: 7 p.
- Lachavanne J.-B., Crozet B., Juge R., Noetzelin A., Perfetta J. 1984: Etude des macrophytes du Lac des Quatre-Cantons. Rapport UBA de l'Université de Genève et de l'Aufsichtskommission Vierwaldstättersee: 230 p.
- Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1985: Les macrophytes du lac de Zürich. Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz n° 61: 79 p.
- Lachavanne J.-B., Juge R., Noetzelin A. 1985: La végétation aquatique des rives genevoises du Léman. Etat actuel et évolution depuis 1972. Rapport UBA de l'Université de Genève: 77 p.
- Lachavanne J.-B., Jaquet J.-M., Juge R., Perfetta J. 1986: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Vierwaldstättersee. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, Bundesamt für Umweltschutz, Aufsichtskommission Vierwaldstättersee, Universität Genf. 2 Bde.: 109 p. et 630 p. + 3 cartes.
- Lachavanne J.-B., Perfetta J., Noetzelin A., Juge R., Lods-Crozet B. 1986: Etude chorologique et écologique des macrophytes des lacs suisses en fonction de leur altitude et de leur niveau trophique. Rapport final FNRS, Université de Genève: 114 p.
- Lachavanne J.-B., Auderset Joye D., Demierre A., Juge R., Perfetta J. 1995: Zustand, Ehrhaltung und Schutz der Ufer des Zürichersees. Pflanzenökologische und morphologische Beurteilung., BUWAL, Kanton Zürich, Schwyz, St. Gallen und Universität Genf. Band 1: 152.
- Lang G. 1967: Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Stuttgart – Archiv Hydrobiol., Suppl. 32: 437–574.
- Lang G. 1973: Die Makrophyten in der Uferzone des Bodensees unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand. – Ber. Internat. Gewässerschutzkommission Bodensee 12: 1–67.
- Lang G. 1981: Die submersen Makrophyten des Bodensees – im Vergleich mit 1967. – Ber. Internat. Gewässerschutzkommission Bodensee 26: 1–64.
- Lods-Crozet B., Demierre A., Juge R., Auderset Joye D., Lachavanne J.-B. 1995: Etat des rives des lacs de Joux et Brenet. OFEFP, Canton de Vaud et Université de Genève, 2 vol.: 91 p. et 108 p.
- Magnin A. 1894: Les lacs du Jura. Végétation des lacs du Jura suisse. Bull. soc. Bot. de France: XLI, CVIII–CXXVIII.
- Müller J. 1881: Les characées genevoises. Bull. soc. Bot. Genève II: 42–94.
- Müller-Castella J. 2004: Végétation aquatique et gradients environnementaux en zone alluviale péri-lacustre (lac de Neuchâtel, Suisse). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève. (Projet FNRS: 3100–049691.96).
- Noetzelin A. 1980: Etude des macrophytes des lacs de Joux et Brenet. Travail de diplôme, Université de Genève: 150 p.
- Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R., Lachavanne J.-B. 2000: Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Genève, OFEFP. LEBA, Université de Genève: 434 p.
- Oihénart C., Perfetta J., Robert J., Lachavanne J.-B. 1988: Etude de la végétation macrophytique de deux étangs de la rive sud du lac de Neuchâtel: Châble-Perron et Champ-Pittet. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 79 (1): 23–38.
- Perfetta J., Juge R., Lachavanne J.-B. 1988: Etat des rives du Klingnauer Stausee. I. Qualification et conservation. II. Morphologische und botanische Qualifikationsdaten für die Uferabschnitte. OFEFP et Université de Genève, 2 vol.: 44 p. und 46 p.
- Sager L. 2009: Using macrophytes to assess the ecological quality of ponds and small lakes of Switzerland. Thèse de Doctorat de l'Université de Genève.
- Schmieder K. 1998: Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 46: 171 S.
- Schmieder K. 2004: Die Characeen des Bodensees. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 179–194.
- Schröter C., Kirchner O. 1902: Die Vegetation des Bodensees. Schriften des Vereins zur Geschichte des Bodensees 31: 1–86.
- Schwarzer A. 2010: Die Armeleuchteralgenbelege (*Charales*) des Bündner Naturmuseums – Geschichte, Ökologie und wissenschaftliche Bedeutung. Jahresberichte der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 116: 91–98.
- Sommaruga M., Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Etude des macrophytes du Greifensee. Etat actuel et évolution. OFEFP, canton de Zurich et Université de Genève: 123 p.
- Wattenhofer R. 1983: Eléments d'écologie des macrophytes du lac Léman. Thèse, Université de Genève.