

## Résumé

Les characées sont un groupe de macro-algues colonisant une grande variété d'écosystèmes d'eau douces et saumâtres généralement considérées comme des plantes pionnières et bio-indicatrices des eaux oligo-mésotrophes. Les characées jouent par ailleurs un rôle important dans divers processus contrôlant les conditions écologiques et biochimiques des plans d'eau qu'elles colonisent : elles servent d'habitats, de refuges et/ou de nourriture à divers organismes, améliorent la transparence de l'eau et peuvent accumuler des métaux lourds et des polluants organiques. L'érosion de la diversité de ces plantes suite à la destruction des habitats, à la perte de dynamisme des écosystèmes lentiques et lotiques et à l'eutrophisation a été constatée. Les Listes Rouges publiées dans diverses régions européennes témoignent du statut de menace très sévère de la majorité des espèces et donc de leur besoin urgent à être protégées. La mise en place de plans de conservation efficaces sur le long terme nécessite cependant que des connaissances pointues sur les exigences écologiques des espèces cibles soient acquises. L'écologie des espèces de characées a toutefois été peu étudiée jusqu'à présent.

Ce travail de thèse a pour objectif de déterminer les réponses des différentes espèces de characées en région alpine, aux gradients environnementaux à l'échelle régionale et à l'échelle locale, afin de prédire l'évolution potentielle de leur distribution dans un contexte de réchauffement climatique et de proposer des recommandations de gestion pertinentes.

À l'échelle régionale, des informations environnementales agissant au niveau du plan d'eau et de son bassin versant et des données sur l'occurrence des espèces de characées ont été obtenues pour 1402 localités réparties sur tout le territoire Suisse. Elles ont été utilisées pour construire des modèles de distribution des espèces. Les modèles obtenus ont servi de base pour la prédiction des occurrences actuelles et futures, sous un scénario de changement climatique, dans les 21 000 localités recensées en Suisse. Un sous-échantillon de 78 plans d'eau colonisés par des characées a ensuite été considéré pour une analyse des différences entre les macro-habitats des espèces en intégrant les paramètres physico-chimiques.

À l'échelle locale, le suivi de 4 années d'un site unique a offert l'opportunité rare de pouvoir étudier la réponse d'un maximum d'espèces aux variations proximales de niveaux d'eau et de température. Les données récoltées au cours de ce suivi ont permis l'analyse de la réponse de la communauté de plantes aquatiques, en termes de composition et de diversité aux fluctuations de niveaux et plus particulièrement aux assèchements. De plus, la relation entre les traits biologiques et la phénologie d'une espèce en particulier et la chaleur accumulée au cours du temps et la profondeur a également été étudiée.

Les deux premières études ont démontré que les paramètres régionaux relatifs à la taille des plans d'eau (dont dépendent le fonctionnement du système et la diversité en micro-habitats) et au climat jouent un rôle prépondérant dans la distribution des espèces de characées en Suisse, la qualité de l'eau n'intervenant qu'en dernier lieu. Toutes les espèces n'occupent pas le même macro-habitat et ont des spectres de tolérance aux paramètres environnementaux différents. À l'horizon 2050, sous un scénario prédisant un climat plus chaud et plus sec, les espèces actuellement présentes préférentiellement dans les grands lacs devraient régresser (« perdantes » potentielles, ex. *Nitellopsis obtusa*) alors que celles inféodées aux milieux plus petits et susceptibles de s'assécher en fin d'été devraient voir leur aire de répartition s'accroître (« gagnantes » potentielles, ex. *Chara vulgaris*).

Les études suivantes liées au suivi temporel d'une gravière semi-permanente ont montré que la variabilité des conditions d'inondations gouverne la dynamique de la communauté de plantes aquatiques, en termes de composition, de richesse et d'hétérogénéité. La diversité de l'assemblage et notamment la richesse en characées a été maximale les années suivant un cycle assèchement automnal-inondation printanière (timing) et par des niveaux intermédiaires de perturbation (durée d'assèchement entre 6 et 10 semaines). La variété des réponses des espèces à la profondeur, à la durée et à la saisonnalité des assèchements a contribué à la variabilité de la structure de l'assemblage dans le temps et dans l'espace. Les espèces de characées se succèdent le long d'un gradient de durée d'assèchement ayant eu lieu durant l'automne de l'année précédente à l'observation, depuis *Nitella batrachosperma* qui colonise les bordures asséchées durant 3 mois à *N. obtusa* qui pousse dans les zones inondées en permanence. Chez *N. obtusa*, sa croissance lente et l'allocation préférentielle de ses ressources dans le développement

de l'appareil végétatif et des organes de stockage (bulbilles) explique sa sensibilité aux perturbations et donc sa préférence pour les habitats inondés en permanence. Ce travail de thèse a aussi montré que *N. obtusa* est toutefois capable de s'adapter à des habitats permanents peu profonds (3m) en adoptant une reproduction sexuée.

Ainsi d'après la réponse des espèces aux variations locales de température et de niveau d'eau et leur distribution dans d'autres régions géographiques, plusieurs espèces de characées disposeraient de potentialités d'adaptation à une plus grande variété d'habitats que ceux observés en Suisse. Par conséquent, la vulnérabilité des espèces aux changements globaux dépendra de leurs traits biologiques intrinsèques (capacités adaptatives, cycles de vie) et des facteurs extrinsèques liés à la modification des habitats et aux politiques et outils qu'adopteront les gouvernements.

Au final, bien qu'il manque encore des données pour comprendre et prédire précisément l'évolution des distributions des espèces face aux changements environnementaux, des moyens humains proactifs doivent être mis place pour assurer la survie des espèces en garantissant un nombre suffisant d'habitats favorables. Des stratégies ciblées sur la lutte contre l'eutrophisation, sur la promotion de fluctuations de niveau d'eau et sur le maintien de masse d'eau fraîches seraient grandement utiles.

Afin de poursuivre l'effort de compréhension de la vulnérabilité des characées aux changements globaux, des recherches à plus large échelle d'étude (ex. Europe) et des suivis temporels de sites à characées seraient nécessaires. La création et le perfectionnement des programmes de suivi des écosystèmes aquatiques sont indispensables pour pouvoir développer des modèles intégrés et précis de la distribution des espèces, eux-mêmes nécessaires à la mise en place de programmes de gestion efficaces sur le long-terme.

**Mots-clés :** charophytes, characeae, physico-chimie, occupation du sol, superficie, climat, réchauffement climatique, occurrence, abondance, diversité, cycle de vie, degré-jours, profondeur, perturbation, assèchement, plasticité, résilience.