

# Changements climatiques : défis et perspectives pour les plantes vasculaires en situation précaire au Québec

*Yanick Gendreau<sup>1</sup>, Audrey Lachance<sup>2</sup>, Marylène Ricard<sup>2</sup>, Hélène Gilbert<sup>2</sup>,  
Nicolas Casajus<sup>3</sup> et Dominique Berteaux<sup>3</sup>*

## Résumé

Les espèces en situation précaire comptent parmi les plus sensibles aux changements climatiques. Nous avons documenté les effets potentiels de ceux-ci sur les 409 plantes vasculaires en situation précaire au Québec. Nous avons quantifié les modifications potentielles des aires de répartition de 131 d'entre elles avec des modèles de niche bioclimatique et évalué la vulnérabilité des 409 plantes avec un indice de vulnérabilité aux changements climatiques. Nos résultats suggèrent que les conditions climatiques pourraient devenir favorables à plusieurs plantes en situation précaire au Québec. La province pourrait devenir un refuge climatique pour celles pour lesquelles les conditions climatiques deviendraient défavorables aux États-Unis. Toutefois, notre étude révèle que la vitesse de déplacement des niches bioclimatiques des plantes risque de dépasser largement leur capacité de déplacement. Ainsi, il pourrait être impossible pour celles-ci d'étendre naturellement leur répartition dans la province. De plus, 57,7 % des espèces étudiées sont considérées comme vulnérables aux changements climatiques. Les plus vulnérables sont celles ayant une répartition périphérique sud et celles associées aux habitats arctiques-alpins, à l'estuaire et au golfe du Saint-Laurent. Des recommandations sont formulées afin d'intégrer des stratégies d'adaptation aux changements climatiques à la gestion des plantes vasculaires en situation précaire et de leurs habitats au Québec.

**MOTS CLÉS :** aire de répartition, changements climatiques, conservation, plantes rares, vulnérabilité

## Abstract

Species at risk are among the most sensitive to climate change. The present study investigated the potential impacts of climate change on the 409 vascular plant species at risk found in Québec (Canada). A vulnerability index was used to evaluate their susceptibility to climate change, and ecological niche models were used to quantify potential changes in the distribution of 131 of them. Results suggest that climatic conditions in Québec could become suitable for many of the plant species at risk, and that the province could serve as a climate refuge for those for which conditions become unsuitable in the United States of America. However, the study revealed that the ecological niche of plant species may move faster than their capacity for dispersal. Thus it may be impossible for many plants to naturally expand their distribution range within the province. In total, 57.7% of the studied species were found to be susceptible to climate change, with the most vulnerable being those with a southern peripheral distribution, and those associated with arctic-alpine habitats or with the St. Lawrence gulf and estuary. Recommendations are made to incorporate climate change mitigation strategies into the management of plant species at risk and their habitats.

**KEYWORDS:** climate change, conservation, distribution range, rare plant species, vulnerability

## Introduction

Les espèces en situation précaire font souvent partie des éléments considérés dans l'élaboration de stratégies de conservation. Par exemple, dans l'établissement de certaines aires protégées, leur protection peut constituer un enjeu prioritaire. Les scientifiques considèrent que la sauvegarde des espèces en situation précaire peut avoir un effet parapluie en permettant la protection d'un grand nombre d'espèces plus communes (Lawler et collab., 2003). Par ailleurs, il a été

démontré que les espèces rares, qui possèdent souvent des traits biologiques uniques, remplissent au sein des écosystèmes des fonctions qui ne sont pas prises en charge par les espèces plus communes (Mouillot et collab., 2013). Il est donc justifié

1. Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans Canada, 850, route de la Mer, Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4, Canada
2. Bureau d'écologie appliquée, 1279, rue James-Lemoine, Québec, G1S 1A1, Canada
3. Chaire de recherche du Canada en biodiversité nordique, Centre d'études nordiques et Centre de la science de la biodiversité du Québec, Université du Québec à Rimouski, 300, allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1, Canada

Yanick GENDREAU (biogiste, Ph. D.; yanick.gendreau@dfo-mpo.gc.ca) travaille à l'Institut Maurice-Lamontagne de Pêches et Océans Canada. Audrey LACHANCE (technicienne de la faune, botaniste; audrey.lachance@coop-ecologie.com), Marylène RICARD (biogiste, M. Sc.; marylene.ricard@coop-ecologie.com) et Hélène GILBERT (bio-écologue, M. Sc., botaniste; helene.gilbert@coop-ecologie.com) sont consultantes au Bureau d'écologie appliquée. Nicolas CASAJUS (M. Sc., biostatistique et modélisation; nicolas\_casajus@uqar.ca) est professionnel de recherche à la Chaire de recherche du Canada en biodiversité nordique de l'Université du Québec à Rimouski. Dominique BERTEAUX (biogiste, Ph. D.; dominique\_berteaux@uqar.ca) est professeur à l'Université du Québec à Rimouski, où il est titulaire de la Chaire de recherche du Canada en biodiversité nordique.

de leur accorder de l'importance dans l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies de conservation de la biodiversité.

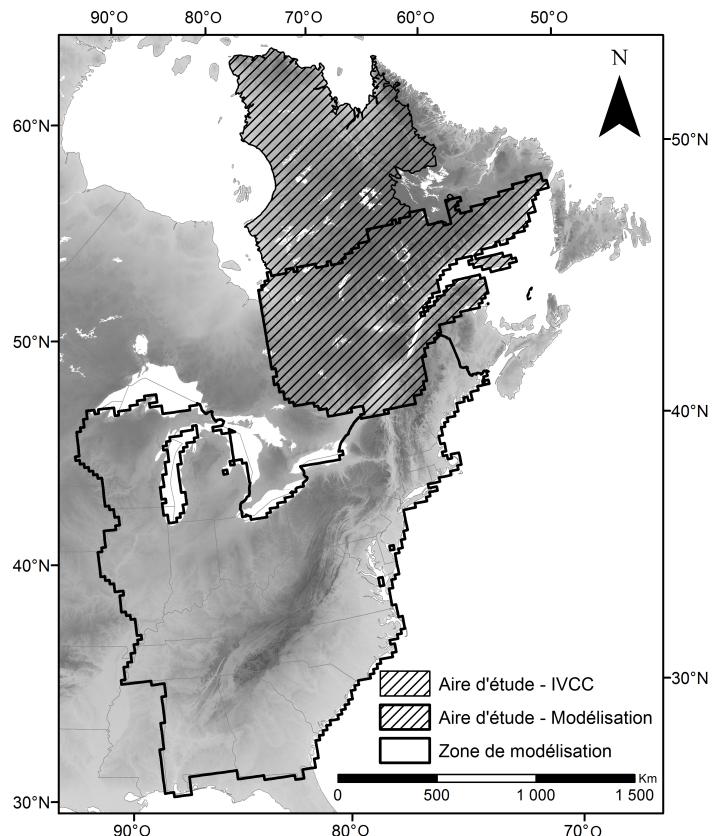
Les changements climatiques sont considérés comme l'une des menaces les plus importantes du 21<sup>e</sup> siècle pour la biodiversité (Leadley et collab., 2010; Pereira et collab., 2010; Urban, 2015). Bien que toutes les espèces soient potentiellement vulnérables aux changements climatiques (Foden et collab., 2013), celles en situation précaire sont parmi les plus sensibles à ces changements (Brook et collab., 2008; Ralston et collab., 2017). Les espèces qui ont une répartition géographique limitée ou des effectifs restreints, caractéristiques de la plupart des espèces en situation précaire, sont plus sensibles aux effets stochastiques (événements aléatoires susceptibles d'affecter une espèce) (Brook et collab., 2008; Pearson et collab., 2014). De cette faible abondance découle un pool génétique plus limité, et donc une plus faible capacité d'adaptation à de nouvelles conditions environnementales (Parmesan, 2006; Williams et collab., 2008). La pression exercée par les changements climatiques vient également s'ajouter à d'autres menaces, comme la perte d'habitats, pour créer des effets synergiques susceptibles d'accroître le risque d'extinction de certaines espèces (p. ex., Gallardo et Aldridge, 2013). Pour ces raisons, il s'avère essentiel de considérer désormais les effets potentiels des changements climatiques sur les espèces en situation précaire afin d'en assurer la survie à long terme.

Pour outiller les gestionnaires dans l'élaboration de stratégies d'adaptation, nous avons documenté les effets potentiels des changements climatiques sur les plantes vasculaires en situation précaire du Québec (espèces désignées menacées ou vulnérables, espèces susceptibles d'être ainsi désignées et espèces vulnérables à la récolte en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* [L.R.Q., c. E-12.01]). Les analyses ont été réalisées suivant 2 approches: 1) des modèles de niche bioclimatique ont permis de quantifier les modifications futures potentielles de l'aire de répartition de 131 espèces; 2) nous avons aussi évalué la vulnérabilité aux changements climatiques de toutes les plantes en situation précaire au Québec, soit 409 espèces (<http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/pdf/plantesVasculairesWeb.pdf>), avec l'Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC) développé par NatureServe (Young et collab., 2011). Ces 2 approches procurent des informations complémentaires (les modèles de niche analysent les changements potentiels de répartition, alors que l'IVCC utilise les caractéristiques biologiques des espèces pour évaluer leur vulnérabilité aux changements climatiques) et permettent de dresser le portrait le plus juste possible des effets potentiels des changements climatiques sur les espèces analysées. À partir de nos résultats, des recommandations ont été formulées afin d'intégrer aux plans de conservation les stratégies d'adaptation aux changements climatiques les plus appropriées pour les plantes en situation précaire au Québec.

## Méthodes

### Aire d'étude

L'évaluation des modifications de l'aire de répartition potentielle des plantes en situation précaire (approche 1) a été réalisée dans une zone qui couvre le sud du Québec, excluant



**Figure 1.** Aires d'étude pour la modélisation des niches bioclimatiques et l'application de l'Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC).

les Îles-de-la-Madeleine (lat. de 45° N à 53° N, 860 800 km<sup>2</sup>) (figure 1). L'aire d'étude est limitée au nord par la disponibilité des données d'occurrence des espèces, qui deviennent trop fragmentaires au-delà de 53° N. La zone utilisée pour la calibration des modèles de niche bioclimatique inclut également l'est des États-Unis, et ce, afin de capter l'ensemble du gradient climatique de la répartition actuelle des espèces. Les analyses de vulnérabilité (approche 2) couvrent, quant à elles, l'ensemble de la province de Québec, soit près de 1,7 million de km<sup>2</sup>. Dans les 2 cas, l'aire d'étude a été divisée en cellules de 20 km × 20 km et les données d'occurrence et climatiques nécessaires pour les analyses ont été associées à chacune de ces cellules.

### Données sur les espèces et données climatiques

La modélisation des niches bioclimatiques requiert des données d'occurrence des espèces et des données climatiques couvrant en bonne partie l'est de l'Amérique du Nord. En effet, en raison du déplacement anticipé des espèces vers le nord, il est nécessaire d'intégrer la répartition plus au sud afin de capter le gradient climatique de la répartition actuelle des espèces pour ensuite modéliser leur répartition potentielle.

Les données d'occurrence pour le Québec ont été fournies par le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Les données d'occurrence pour les États-Unis ont été téléchargées sur le site Internet de la USDA Plants

Database (USDA et NRCS, 2011). Le statut de précarité des plantes et leur type de répartition, le type d'habitat, l'affinité géologique et les groupes taxonomiques proviennent des documents du CDPNQ (2008, 2014).

Les données climatiques ont été fournies par le consortium Ouranos dans le cadre du projet CC-Bio (<http://cc-bio.uqar.ca>; Berteaux et collab., 2010). Ces données décrivent le climat pour la période de référence 1961-1990 et pour les horizons futurs 2041-2070 (appelé horizon 2050 par la suite) et 2071-2100 (appelé horizon 2080 par la suite). Les valeurs de plusieurs variables climatiques pour la période de référence et les valeurs futures potentielles pour les horizons 2050 et 2080 ont été reportées sur la grille de 20 km × 20 km – voir Casajus et collab. (2016) pour de plus amples informations.

## **Modèles de niche bioclimatique**

### **Principe**

Il est possible de projeter dans le futur la répartition potentielle de l'habitat d'une espèce à l'aide de modèles statistiques. Pour ce faire, on quantifie sa niche bioclimatique (ou espace climatique favorable) en corrélant sa répartition actuelle observée avec différentes variables climatiques mesurées durant une période de référence (1961-1990 dans ce cas). Lorsqu'il est possible d'établir une telle corrélation, il s'agit ensuite de remplacer les valeurs des variables climatiques de la période de référence par celles anticipées (2080 dans ce cas). On peut déterminer ainsi la nouvelle position de la niche bioclimatique de l'espèce, qui sera interprétée comme étant sa répartition potentielle pour la période ciblée.

Il est important d'insister sur le terme potentiel, puisqu'il est possible qu'une espèce ne soit pas en mesure de s'établir dans une zone climatique qui lui devient favorable. Par exemple, les modèles de niche bioclimatique ne tiennent pas compte des relations interspécifiques, comme la compétition avec les espèces déjà établies ou les relations plantes/polliniseurs. De plus, une espèce pourrait ne pas migrer assez vite pour suivre le déplacement de sa niche bioclimatique. Malgré ces contraintes, les modèles de niche bioclimatique sont des outils d'analyse concrets, visuels et très puissants puisqu'ils peuvent être appliqués simultanément à des centaines d'espèces à l'échelle de vastes étendues géographiques. Lorsqu'ils sont appliqués à un grand nombre d'espèces, ces modèles peuvent donner de bonnes indications sur la pression de changement exercée par les changements climatiques sur leur répartition. Nous référons le lecteur à Berteaux et collab. (2014) pour de plus amples explications sur ces modèles.

### **Modélisation**

La répartition potentielle de 131 plantes vasculaires en situation précaire a été projetée pour l'horizon 2080 (annexe). Les espèces en situation précaire retenues sont celles pour lesquelles les modèles élaborés parvenaient à prédire avec justesse la répartition au Québec pour la période de référence (validation croisée avec 30 % des données et évaluation des modèles avec métrique de classification *area under the ROC*

curve [AUC] – voir Casajus et collab., 2016). Les variables climatiques suivantes ont été retenues pour les modèles de niche : les précipitations annuelles totales; le nombre de degrés-jours de croissance entre le dernier jour de gel au printemps et le premier jour de gel à l'automne; la balance hydrique (nombre de degrés-jours > 5 °C / précipitations annuelles totales). Ces variables présentent un très faible degré d'autocorrélation et définissent les principaux axes climatiques. Pour 28 espèces calcicoles (CDPNQ, 2008), les résultats des modèles de niche bioclimatique ont été filtrés afin que la répartition future potentielle ne contienne que des substrats calcaires.

Les niches bioclimatiques ont été modélisées selon la méthodologie présentée dans Berteaux et collab. (2010) et Casajus et collab. (2016). La modélisation pour chaque espèce a été réalisée en utilisant différentes approches statistiques, comme l'ont recommandé Thuiller (2004) et Araújo et New (2006). Ces analyses ont été réalisées sur la plateforme BIOMOD (Thuiller et collab., 2009) développée pour le logiciel libre R (R Development Core Team, 2012). À partir de l'ensemble des résultats obtenus, chaque modèle a été projeté pour la période de référence ainsi que pour l'horizon futur. Les projections, pour chaque espèce et pour une période donnée, ont ensuite été agrégées en une seule grâce à la technique de consensus de la moyenne pondérée (Marmion et collab., 2009). Finalement, les valeurs de probabilités d'occurrence (résultat brut issu des modèles) ont été converties en données de présence/absence en déterminant un seuil selon Liu et collab. (2005).

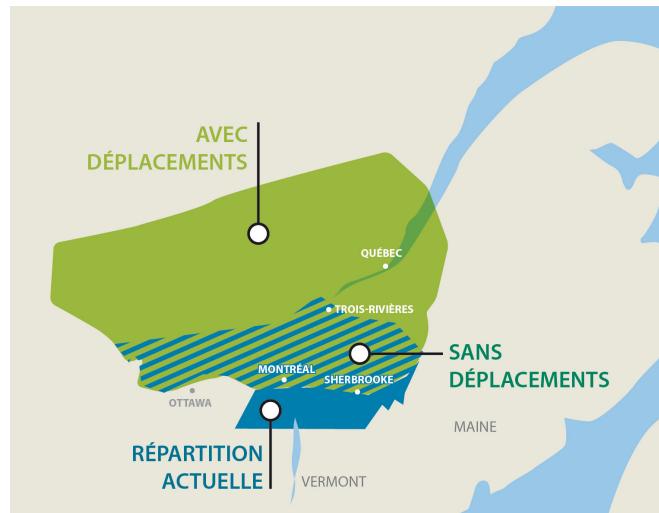
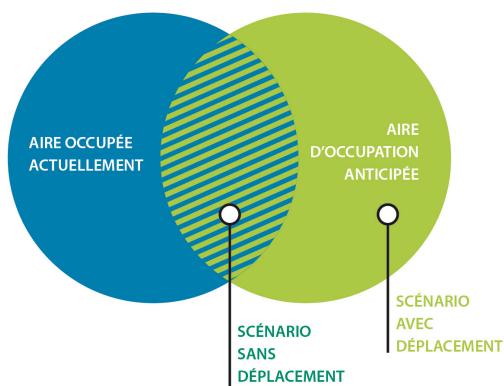
### **Analyses**

À partir des résultats des modèles de niche bioclimatique, la somme du nombre d'espèces présentes dans chaque cellule de la grille au Québec a été calculée afin d'obtenir le patron potentiel de distribution de la richesse spécifique durant la période de référence et pour l'horizon 2080. Par la suite, les gains ou les pertes relatifs de l'aire de répartition potentielle pour chaque espèce ont été évalués pour le Québec et les États-Unis avec la formule suivante :

$$\frac{(\text{Nombre de cellules gagnées en 2080} - \text{Nombre de cellules perdues en 2080})}{\text{Nombre de cellules occupées pendant la période de référence}}$$

Une valeur positive indique un gain relatif, alors qu'une valeur négative indique une perte relative de répartition potentielle en 2080 par rapport à la période de référence.

Comme il a été discuté précédemment, plusieurs contraintes sont susceptibles de limiter le déplacement et l'établissement d'une espèce dans une zone climatique nouvellement favorable. L'intégration de ces contraintes pour l'ensemble des espèces évaluées est un travail complexe. Par exemple, il existe peu d'information sur la vitesse de colonisation des espèces analysées. Ainsi, pour tenter d'anticiper la répartition future réelle des espèces étudiées, les analyses ont été réalisées suivant 2 scénarios de dispersion distincts : un scénario qui permet un déplacement sans aucune contrainte des espèces (déplacement illimité) et un scénario selon lequel les espèces ne peuvent se déplacer (sans déplacement) (figure 2).



**Figure 2. Illustration du concept de répartition potentielle avec ou sans déplacement.**

Cette approche, bien qu'imparfaite, permet, en comparant ces deux extrêmes, de mettre en lumière les effets potentiels des contraintes liées au déplacement sur les gains ou les pertes relatifs de l'aire de répartition potentielle de ces espèces.

Pour estimer la vitesse de déplacement des niches bioclimatiques, la limite nord de répartition de chaque espèce a été établie en calculant la latitude moyenne des 10 % des occurrences les plus nordiques (pour la période de référence et pour l'horizon 2080). Ensuite, la distance entre les limites pour ces 2 périodes a été mesurée. Cette distance a permis d'estimer la vitesse de déplacement de la niche bioclimatique en km/décennie pour chaque espèce. Ces analyses ont toutes été réalisées à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2012).

### **Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC)**

#### **Principe**

L'IVCC est un outil développé par NatureServe qui se présente comme une grille de calcul dans le logiciel Microsoft Excel (version 2.1; Young et collab., 2011). L'IVCC évalue la vulnérabilité des espèces aux changements climatiques selon leur exposition à ces changements et leur sensibilité. L'exposition aux changements climatiques est quantifiée dans l'aire d'étude entre la période de référence et la période projetée, calibrée pour l'horizon 2050 dans l'IVCC. La sensibilité des espèces est évaluée grâce à une série de critères qui sont susceptibles d'affecter la capacité des espèces à s'adapter aux nouvelles conditions climatiques. Ainsi, une espèce qui n'est pas exposée aux changements climatiques ou qui n'y est pas sensible ne sera pas considérée comme vulnérable.

#### **Calcul de l'indice**

L'IVCC a été calculé pour 409 espèces de plantes en situation précaire au Québec (annexe). L'indice compte quatre composantes distinctes. L'exposition directe (1) aux changements climatiques, quantifiée en termes d'amplitude des changements de température et d'évapotranspiration,

a été évaluée à l'aide des données climatiques du projet CC-Bio pour l'horizon 2050 (voir la section Données sur les espèces et données climatiques; Berteaux et collab., 2010). L'exposition indirecte (2) aux changements climatiques a été évaluée au moyen des facteurs susceptibles d'accroître les impacts des changements climatiques sur les espèces, à savoir la hausse prévue du niveau de la mer, la présence de barrières anthropiques ou physiques susceptibles d'entraver le déplacement des espèces et l'impact prévisible des changements d'utilisation du territoire résultant de la réponse humaine aux changements climatiques. La sensibilité (3) de chaque espèce aux changements climatiques est évaluée selon 16 facteurs (p. ex., la capacité de dispersion, la sensibilité aux changements de température ou les facteurs génétiques; voir Young et collab., 2011 pour la liste complète). Au moins 10 de ces facteurs doivent être évalués pour que l'IVCC puisse être calculé. L'évaluation des sections « sensibilité » et « exposition indirecte », qui nécessite une connaissance approfondie de la biologie des espèces, a été réalisée par Audrey Lachance et Hélène Gilbert, 2 botanistes d'expérience. Finalement, la section traitant des réponses documentées ou modélisées aux changements climatiques (4), optionnelle, n'a pas été complétée compte tenu de l'absence de données pour la grande majorité des plantes analysées. L'uniformisation de la méthode d'évaluation pour les 409 espèces a été privilégiée afin de faciliter l'interprétation des résultats et la comparaison entre les espèces.

Le calcul automatisé de l'IVCC permet d'associer chaque espèce à l'une des 6 classes de vulnérabilité présentées au tableau 1. Le lecteur est invité à consulter Young et collab. (2011) pour le détail du calcul de l'indice.

#### **Analyses**

Nous avons comparé les résultats obtenus avec l'IVCC pour différents regroupements d'espèces (statut de précarité, type de répartition, groupe taxonomique, type d'habitat et affinité géologique) avec des tests de G (similaires au chi-carré; Zar, 1999) réalisés avec le logiciel R (R Development Core

**Tableau 1. Classes de vulnérabilité attribuées par l'Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC; d'après Young et collab., 2011).**

Classes de vulnérabilité	Définitions
Extrêmement vulnérable	L'abondance ou la répartition de l'espèce dans la zone d'analyse ont de très fortes chances de diminuer significativement ou de disparaître d'ici 2050.
Hautement vulnérable	L'abondance ou la répartition de l'espèce dans la zone d'analyse ont de fortes chances de diminuer significativement d'ici 2050.
Modérément vulnérable	L'abondance ou la répartition de l'espèce dans la zone d'analyse ont de fortes chances de diminuer d'ici 2050.
Non vulnérable/ Probablement stable	Les données disponibles ne suggèrent pas que l'abondance ou la répartition de l'espèce dans la zone d'analyse vont changer (augmenter/diminuer) substantiellement d'ici 2050. Les limites actuelles de répartition pourraient changer.
Non vulnérable/ Augmentation probable	Les données disponibles suggèrent que l'abondance ou la répartition de l'espèce dans la zone d'analyse ont de fortes chances d'augmenter d'ici 2050.
Données insuffisantes	Impossible d'octroyer une classe de vulnérabilité à partir des données actuelles.

Team, 2012). Lorsque l'effet d'une variable sur la vulnérabilité était confirmé, une analyse *a posteriori* (tests de G effectués entre chaque paire de groupes d'un même regroupement) permettait d'identifier les groupes les plus vulnérables.

Les types de répartition identifiés ont été tirés de CDPNQ (2008) : périphérique nord (la limite nord de l'aire de répartition en Amérique du Nord se situe au Québec); périphérique sud (la limite sud de l'aire de répartition se situe au Québec); périphérique est (la limite est de l'aire de répartition se situe au Québec); périphérique ouest (la limite ouest de l'aire de répartition se situe au Québec); disjointe (répartition caractérisée par une ou plusieurs aires isolées, très distantes de l'aire principale); sporadique (répartition vaste, mais disséminée); endémique (répartition limitée à une aire bien délimitée, espèce absente ailleurs dans le monde).

## Résultats

### Modèles de niche bioclimatique

#### Évolution de la richesse spécifique

L'analyse de l'évolution potentielle de la richesse spécifique de 131 espèces de plantes vasculaires en situation précaire au Québec montre des résultats divergents selon le scénario de déplacement des espèces considéré. Dans le scénario avec déplacement illimité, on observe une augmentation assez généralisée de la richesse spécifique potentielle d'ici 2080 (moyenne  $\pm$  écart-type :  $34 \pm 32$  espèces par cellule en moyenne pour l'horizon 2080 comparativement à  $11 \pm 21$  pour la période

de référence; figures 3a et 3b). Les conditions climatiques du Québec pourraient donc devenir favorables à un plus grand nombre d'espèces en situation précaire dans le futur. Suivant un scénario sans déplacement, la richesse spécifique pourrait toutefois diminuer légèrement dans l'aire d'étude ( $9 \pm 13$  espèces par cellule en moyenne; figure 3c). Ce résultat indique que, pour certaines plantes, les conditions climatiques qui étaient favorables dans certaines cellules durant la période de référence pourraient ne plus l'être en 2080.

#### Évolution de l'aire de répartition des espèces

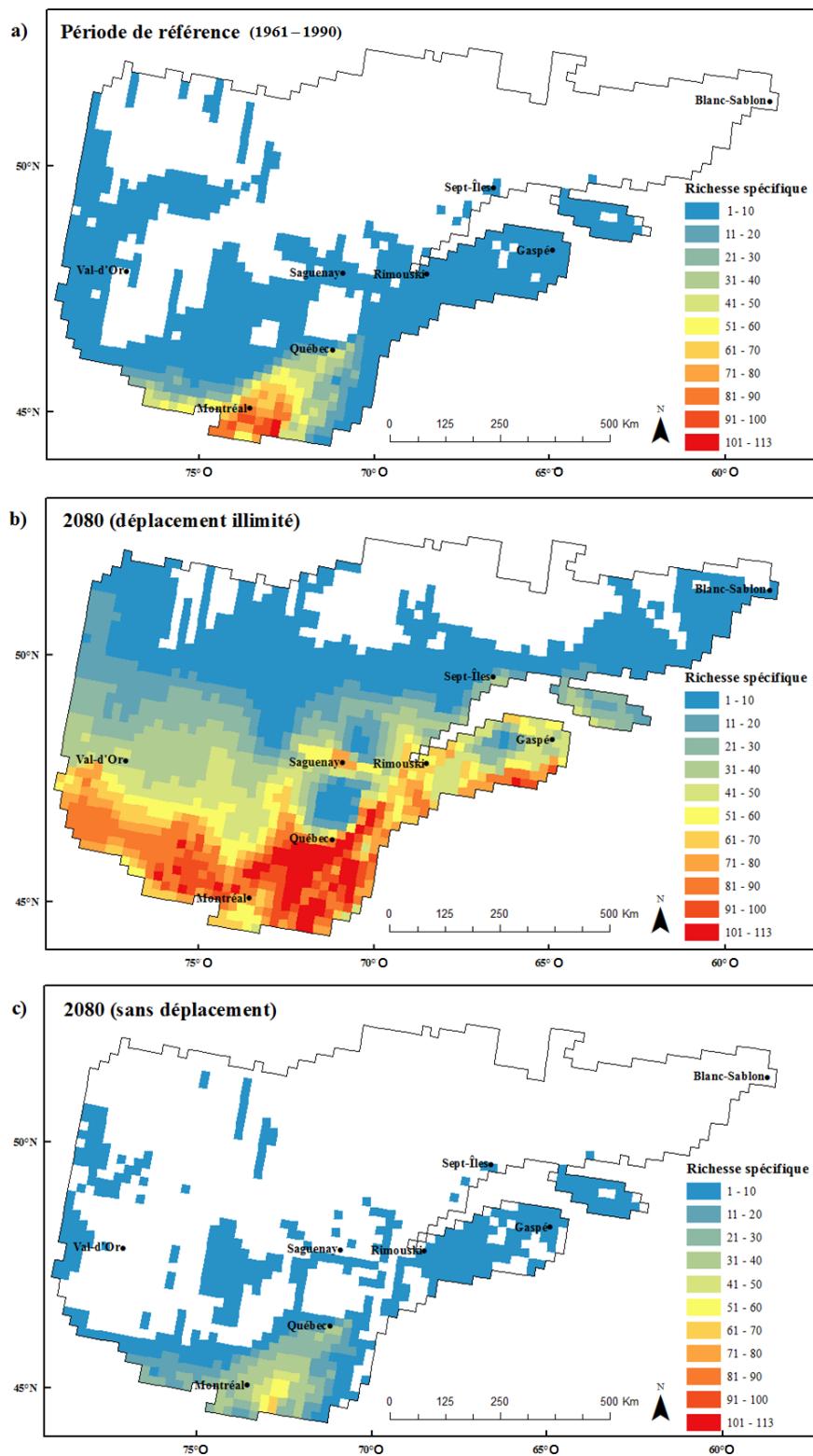
Au Québec, l'étendue de la niche bioclimatique de chacune des 131 espèces de plantes à l'étude, c'est-à-dire leur aire de répartition potentielle, varie de -70 % (perte; p. ex., *Calypso bulbosa* var. *americana*, *Carex formosa*, *Galearis rotundifolia*) à 25 400 % (gain; p. ex., *Hylodesmum nudiflorum*, *Panax quinquefolius*, *Allium tricoccum*) entre la période de référence et l'horizon 2080, selon les espèces, dans un scénario avec déplacement illimité (médiane = 858 %). La plupart pourraient donc voir les conditions climatiques devenir plus favorables au Québec et étendre considérablement leur répartition si elles sont en mesure de suivre le déplacement de leur niche bioclimatique et de coloniser ces nouveaux territoires. Pour le scénario sans déplacement (dans lequel il ne peut y avoir de gain), les pertes varient de -100 % (extirpation) à 0 % (médiane = -8 %). Suivant ce scénario, 5 espèces pourraient voir leur niche bioclimatique disparaître complètement du Québec d'ici 2080 (*Carex formosa*, *Cypripedium arietinum*, *Platanthera macrophylla*, *Pterospora andromedea* et *Spiranthes casei* var. *casei*). Pour faciliter la compréhension de ces résultats, la figure 4 illustre les changements potentiels de l'aire de répartition de 2 espèces de plantes en situation précaire au Québec. L'annexe présente les résultats de perte ou de gain potentiel pour chaque plante étudiée.

Selon nos modèles, la vitesse de déplacement moyenne de la limite nord de l'aire de répartition potentielle des 131 plantes analysées serait de  $42 \pm 8$  km/10 ans (valeurs variant de 15,5 km/10 ans à 66 km/10 ans).

### Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC)

L'analyse avec l'IVCC indique que 57,7 % des plantes vasculaires en situation précaire du Québec sont vulnérables aux changements climatiques (figure 5). Les résultats de l'IVCC pour chacune des espèces sont présentés à l'annexe.

Les analyses par regroupements (figure 6) indiquent que la vulnérabilité des plantes aux changements climatiques varie selon le type de répartition ( $G = 178$ ,  $dll = 24$ ,  $p < 0,0001$ ; figure 6a). Ainsi, les plantes avec une répartition disjointe (p. ex., *Iris virginica* var. *shrevei*) ou endémique (p. ex., *Adiantum viridimontanum*) sont plus vulnérables que celles avec une répartition périphérique nord (p. ex., *Acer nigrum*) ou sporadique (p. ex., *Hudsonia tomentosa*) (analyse *a posteriori*,  $p < 0,001$ ). De plus, les plantes ayant une répartition périphérique sud (p. ex., *Cerastium arcticum*) sont



**Figure 3.** Patrons de distribution de la richesse spécifique potentielle (en nombre d'espèces par cellule) évalués pour: a) la période de référence (1961-1990); b) l'horizon 2080 dans un scénario avec déplacement illimité; c) l'horizon 2080 dans un scénario sans déplacement à partir des modèles de niche bioclimatique de 131 espèces de plantes en situation précaire au Québec.

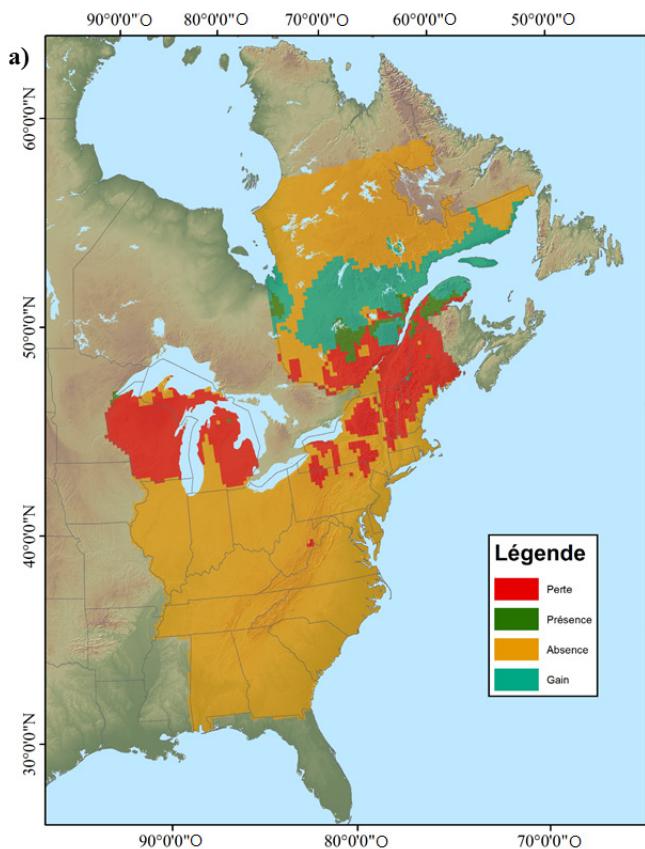
plus vulnérables que les autres groupes (analyse *a posteriori*,  $p < 0,001$ ), à l'exception de celles avec une répartition ouest. La vulnérabilité des espèces aux changements climatiques varie aussi en fonction des groupes taxonomiques ( $G = 26,6$ ,  $ddl = 12$ ,  $p = 0,009$ ; figure 6b), alors que les orchidées apparaissent plus vulnérables que les ptéridophytes (analyse *a posteriori*,  $p = 0,004$ ). De plus, la vulnérabilité des espèces varie d'un habitat à l'autre ( $G = 133,7$ ,  $ddl = 24$ ,  $p < 0,0001$ ; figure 6c) et les plantes associées aux habitats arctiques-alpins (p. ex., *Oxytropis hudsonica*, *Athyrium distentifolium* var. *americanum*) sont plus vulnérables que les plantes associées aux autres habitats (analyse *a posteriori*,  $p < 0,0001$ ). Les plantes qui occupent les habitats côtiers de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (p. ex., *Cirsium scariosum* var. *scariosum*, *Gentianopsis virgata* ssp. *victorinii*) sont également plus vulnérables que celles associées aux habitats forestiers et sableux ainsi qu'aux milieux humides et à leurs rivages (analyse *a posteriori*,  $p < 0,0001$ ). On remarque également que les plantes calcicoles et serpentinoïques (c'est-à-dire basiphiles) sont plus vulnérables que celles sans affinité géologique particulière ( $G = 58,7$ ,  $ddl = 4$ ,  $p < 0,001$ ; figure 6d). Finalement, le statut de précarité des espèces végétales a également un effet significatif sur leur vulnérabilité ( $G = 26,8$ ,  $ddl = 12$ ,  $p = 0,008$ ; résultat non présenté). Toutefois, si l'on enlève les espèces vulnérables à la récolte (qui ne représentent que 9 espèces sur 409), il n'y a plus de différence significative en fonction du statut de précarité ( $G = 14,9$ ,  $ddl = 8$ ,  $p = 0,06$ ).

## Discussion

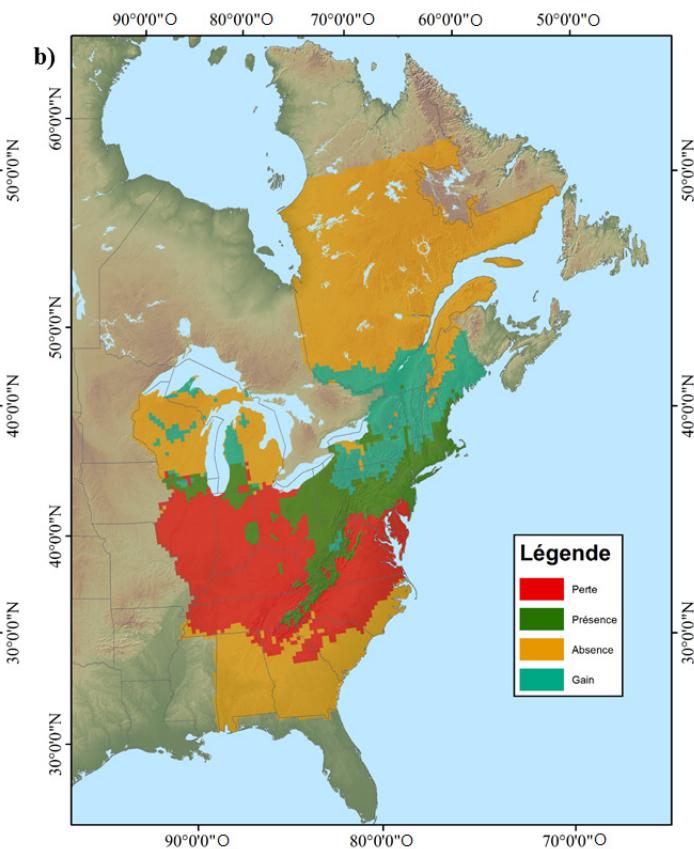
Notre étude révèle que, d'ici 2080, les conditions climatiques pourraient devenir favorables à un grand nombre de plantes vasculaires en situation précaire dans des secteurs où ces espèces sont actuellement absentes au Québec. Ce constat n'est pas surprenant, car la répartition de ces espèces est souvent limitée par le climat froid (Tardif et collab. 2005). De plus, 84,7 % des plantes que nous avons modélisées ont une répartition de

*Trichophorum clintonii*

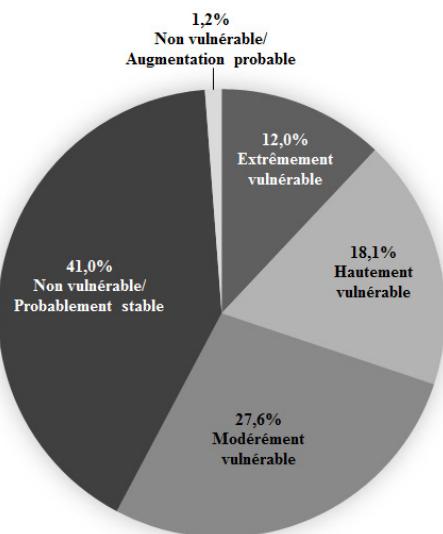
Type de répartition : Sporadique

*Hylodesmum nudiflorum*

Type de répartition : Périphérique nord



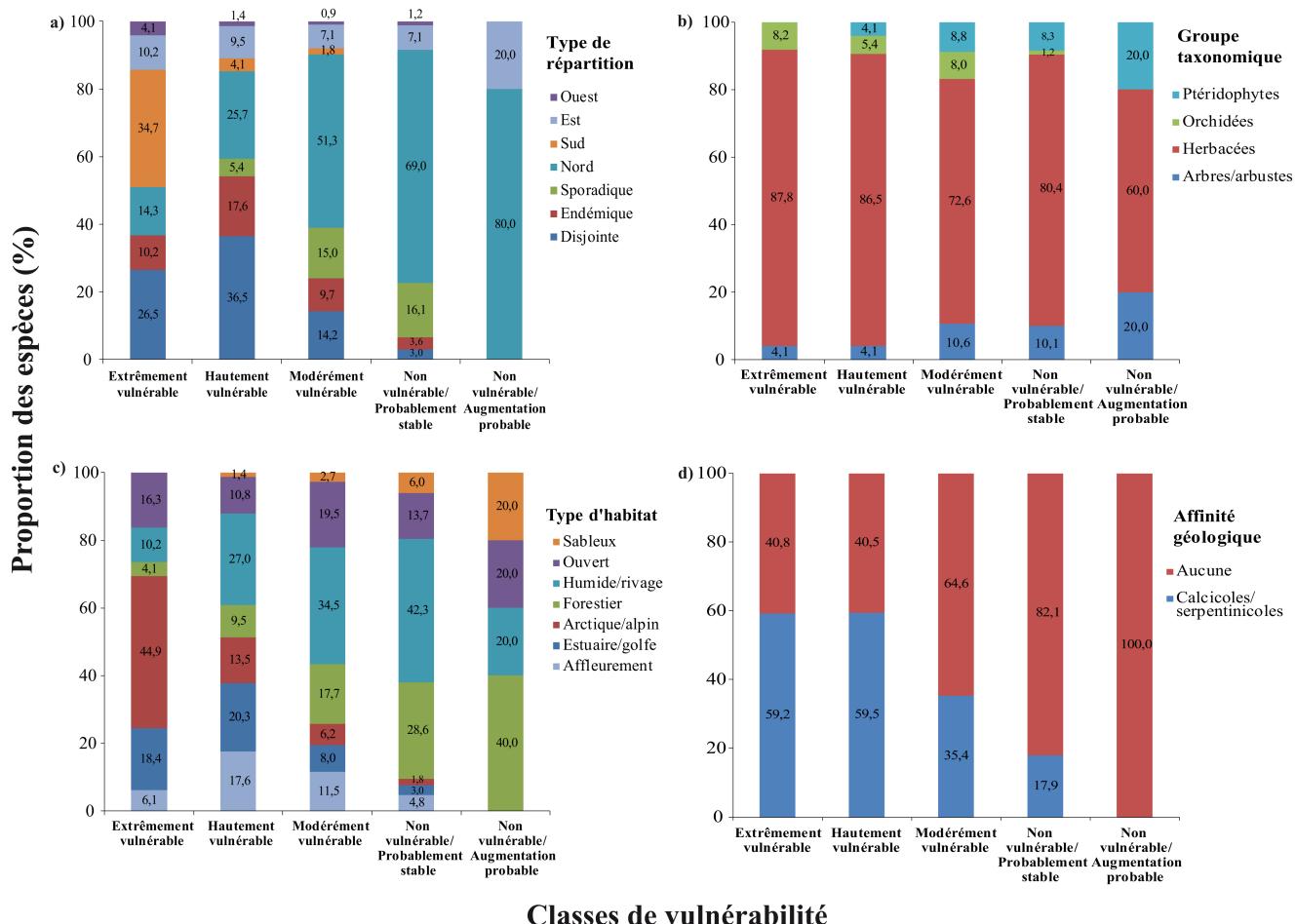
**Figure 4.** Changements potentiels de l'aire de répartition de 2 espèces en situation précaire au Québec entre la période de référence (1961-1990) et l'horizon 2080: a) *Trichophorum clintonii* (déplacement illimité: 100,2 %; sans déplacement: -70,6 %); b) *Hylodesmum nudiflorum* (déplacement illimité: 25 400 %; sans déplacement: 0 %). Pour interpréter les cartes : la somme des zones verte et rouge représente la répartition modélisée pour la période de référence; l'addition des zones verte et turquoise illustre la répartition potentielle pour le scénario avec déplacement; la zone verte représente la répartition potentielle pour le scénario sans déplacement.



**Figure 5.** Proportion par classe de vulnérabilité de l'Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC) pour 409 espèces de plantes en situation précaire au Québec.

type périphérique nord, et les résultats de l'IVCC révèlent que ces espèces sont parmi les moins vulnérables aux changements climatiques au Québec. Ainsi, avec le réchauffement du climat, l'expansion de l'aire de répartition de ces espèces au Québec pourrait être favorisée (Berteaux et collab., 2010), ce qui aurait du même coup pour effet d'augmenter le nombre de ces espèces (richesse spécifique) dans la majeure partie de l'aire d'étude. Toutefois, l'expansion nordique de l'aire de répartition des espèces demeure hypothétique puisqu'elle nécessite que ces dernières parviennent à migrer suffisamment vite pour suivre le déplacement de leur niche climatique et qu'elles soient en mesure de s'établir dans de nouveaux territoires. Par exemple, l'établissement d'une espèce végétale nécessite la disponibilité d'habitats favorables (Beauregard et de Blois, 2016) et peut être fortement limité par la compétition avec les espèces déjà présentes (Urban et collab., 2012).

Nos résultats suggèrent que la vitesse de déplacement de la niche bioclimatique des espèces pourrait largement dépasser leur capacité de déplacement. Ainsi, la vitesse moyenne de déplacement de la limite nordique des niches



### Classes de vulnérabilité

**Figure 6. Proportion des espèces de plantes par classe de vulnérabilité de l'Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC) selon : a) le type de répartition; b) le groupe taxonomique; c) le type d'habitat; d) l'affinité géologique de 409 espèces de plantes en situation précaire au Québec.**

bioclimatiques obtenue ( $42 \pm 8$  km/10 ans) est plus élevée que les vitesses de déplacement maximales observées pour les arbres ( $\approx 15$  km/10 ans) et les plantes herbacées ( $\approx 30$  km/10 ans) (IPCC, 2014). On peut en conclure que le scénario avec déplacement illimité s'avère peu probable pour la majorité des espèces végétales analysées. Bien que le scénario sans déplacement ne soit pas non plus complètement réaliste (les plantes ont tout de même une certaine capacité de dispersion), on peut quand même penser qu'il est celui qui se rapproche le plus de la réalité à l'échelle de temps considérée dans la présente étude, en l'absence d'intervention humaine. Par conséquent, il pourrait être difficile pour les plantes vasculaires en situation précaire au Québec d'étendre naturellement leur répartition.

L'analyse réalisée avec l'IVCC souligne aussi la grande vulnérabilité des plantes en situation précaire au Québec, alors que 57,7 % des espèces à l'étude sont considérées comme vulnérables aux changements climatiques. Sans surprise, les plantes qui ont une répartition périphérique sud sont les plus vulnérables. Il est aussi intéressant de constater que les habitats arctiques-alpins sont associés aux plantes les plus vulnérables aux changements climatiques. Les changements climatiques anticipés seront plus importants dans l'Arctique

qu'au sud (Berteaux et collab., 2014), ce qui peut expliquer que les plantes liées à ce type d'habitat soient plus vulnérables. De plus, les espèces qui occupent cet habitat sont liées aux environnements froids, comme le sommet d'une montagne. Une espèce de sommet alpin est limitée par l'altitude pour trouver un environnement froid qui pourra lui convenir en cas de réchauffement climatique.

Les espèces avec une répartition disjointe et souvent plus limitée sont aussi plus vulnérables, tout comme les espèces endémiques, qui sont confinées à un habitat dont la disponibilité est rare au niveau mondial. C'est le cas notamment de certaines espèces basiphiles comme *Calypso bulbosa* var. *americana* ou *Salix chlorolepis* dont la vulnérabilité aux changements climatiques est accrue par leurs affinités géologiques particulières. Chose certaine, les plantes endémiques, qui par leur statut sont très rares, mériteraient une attention particulière de la part des gestionnaires.

Par ailleurs, l'augmentation potentielle de l'aire de répartition de certaines plantes vasculaires en situation précaire au Québec pourrait se traduire par une diminution importante de leur répartition potentielle aux États-Unis, où

plusieurs espèces présentes au nord-est du pays pourraient voir se dégrader les conditions climatiques qui leur sont favorables (résultats non présentés; pour plus de détails, voir Gendreau et collab., 2016). Ainsi, malgré une possible augmentation sur le territoire québécois de l'aire de répartition des plantes en situation précaire, une certaine vigilance s'impose puisque plusieurs d'entre elles pourraient devenir en difficulté aux États-Unis. Comme le Québec risque de devenir un refuge climatique pour ces espèces, la responsabilité de la province envers la conservation de ces espèces pourrait devenir plus importante.

### **Recommandations aux gestionnaires de la conservation**

#### **Augmenter la connectivité dans le sud de la province**

Assurer la connectivité entre les habitats pour permettre le déplacement des espèces est considéré comme l'enjeu le plus important quand on parle de stratégie d'adaptation aux changements climatiques (Hannah, 2011). Les plantes en situation précaire au Québec ne semblent pas échapper à cet enjeu. Le sud de la province est l'endroit où l'on trouve la plus grande diversité de plantes en situation précaire au Québec (Tardif et collab., 2016) (figure 3). Le sud du Québec est aussi l'endroit où la pression anthropique est la plus grande. Pour permettre aux plantes de suivre le déplacement de leur niche bioclimatique, il est donc crucial d'accroître la connectivité des habitats selon un gradient sud-nord.

Dans le contexte québécois actuel où l'essentiel des efforts de conservation sont investis dans le Plan Nord, il apparaît essentiel qu'une stratégie de conservation soit aussi mise en œuvre dans le sud de la province afin de répondre aux enjeux de connectivité. Cette réalité semble être bien comprise des organismes de conservation comme Corridor appalachien et Deux pays, une forêt, qui ont entrepris au cours des dernières années une multitude d'initiatives de conservation dans le sud du Québec. La reconnaissance et le soutien de ces efforts par les différents ordres de gouvernement ou encore l'élaboration d'un Plan Sud pourraient permettre de renforcer considérablement la pérennité des mesures de conservation déployées.

#### **Accroître le réseau d'aires protégées**

La principale menace aux plantes vasculaires en situation précaire au Québec est la perte d'habitats (Sarakinos et collab., 2001; Tardif et collab., 2005). Les changements climatiques s'ajoutent à cette menace et surtout agissent en synergie avec la perte d'habitats, ce qui augmente considérablement la pression sur ces plantes. Ainsi, en augmentant les quantités d'aires protégées dans le sud de la province, on réduirait les pressions liées à la perte d'habitats, ce qui devrait faciliter l'adaptation des plantes aux changements climatiques.

Dans cette partie sensible de la province, la région du sud des Appalaches apparaît comme un refuge climatique important. Le relief montagneux permet en effet aux espèces d'avoir accès à un gradient de températures sur une faible

distance. Il est donc important de maintenir les efforts de conservation dans cette région. La protection des sols calcaires au nord du Saint-Laurent (où ils sont beaucoup plus rares qu'au sud) devrait aussi être prioritaire, puisque ceux-ci pourraient accueillir les plantes calcicoles. Finalement, des efforts de conservation importants devront être déployés dans le nord du Québec, où l'on trouve plusieurs espèces qui sont à la limite sud de leur répartition.

#### **Évaluer la possibilité d'utiliser la migration assistée**

Comme la vitesse des changements climatiques est beaucoup plus rapide que la capacité des plantes à se déplacer, la migration assistée (c'est-à-dire le déplacement par l'humain de populations végétales) pourrait être une stratégie à envisager pour déplacer une espèce vers un environnement favorable. La migration assistée est cependant une intervention controversée qui présente des risques (Thomas, 2011; Berteaux et collab., 2014). Elle mérite donc une analyse approfondie, au cas par cas, avant d'être mise en œuvre. Trois facteurs pourraient peser en faveur de la migration assistée : 1) la faible connectivité entre les habitats dans le sud de la province; 2) la barrière naturelle importante que représente le fleuve Saint-Laurent; 3) le cas particulier des plantes calcicoles dont l'habitat est très rare vers le nord. Dans ces situations, la migration assistée pourrait permettre d'assurer le maintien de certaines espèces au Québec, et pourrait même parfois être la seule solution permettant d'éviter l'extinction (Thomas, 2011).

#### **Favoriser la protection *in situ***

Ici, on fait surtout allusion à la protection de micro-climats à une échelle très fine. Par exemple, certaines plantes peuvent avoir la capacité physiologique de faire face à une augmentation de la température à l'endroit où elles se trouvent actuellement, mais ne seront pas en mesure de résister à la compétition associée à l'arrivée de nouvelles espèces non indigènes. Ainsi, le contrôle de certaines nouvelles espèces, dont les espèces exotiques envahissantes, pourrait être une mesure facilitant la protection *in situ* des espèces plus vulnérables. Également, la protection du versant nord d'un mont pourrait permettre de maintenir un habitat adéquat.

#### **Assurer le suivi de certains habitats ou espèces**

Notre étude a permis d'estimer l'impact potentiel des changements climatiques sur les plantes en situation précaire au Québec (figure 7). Il sera toutefois important au cours des prochaines années de mesurer les impacts réels de ces changements sur les écosystèmes, la faune ou la flore. Cela pourrait être fait grâce à la mise en place d'activités de recherche et de suivis des habitats et des espèces qui semblent plus vulnérables, comme les espèces endémiques et celles associées aux habitats arctiques-alpins. À cet effet, des suivis à long terme pourraient être maintenus ou entrepris dans les aires protégées afin de mesurer l'impact des changements climatiques dans ces écosystèmes représentatifs de la biodiversité du Québec.



**Figure 7.** Quelques espèces de plantes vasculaires en situation précaire au Québec: A) Droséra à feuilles linéaires, *Drosera linearis*; B) Physostégie de Virginie, *Physostegia virginiana* subsp. *virginiana*; C) Polémoine de Van Brunt, *Polemonium van bruntiae*; D) Hudsonie tomenteuse, *Hudsonia tomentosa*.

## Conclusion

L'impact des changements climatiques sur la biodiversité représente un défi de taille pour les gestionnaires en conservation. Notre étude permet d'amorcer la réflexion sur les stratégies d'adaptation qui devront être entreprises pour assurer la conservation de la biodiversité. Elle souligne également l'importance de la collaboration entre les gestionnaires et le milieu de la recherche pour répondre à un enjeu complexe et en constante évolution.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier François Brassard et Line Couillard, du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ainsi que Catherine Périé, du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, pour la révision du manuscrit. Les commentaires de Line Couillard ont également été une aide précieuse au cours de la réalisation du projet. Ce projet a été rendu possible grâce au Fonds vert dans le cadre du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques. Merci à OURANOS pour l'utilisation des données

qui ont servi à réaliser les modèles de niches bioclimatiques. Les données sur les plantes en situation précaire au Québec ont été gracieusement fournies par le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). L'analyse de la vulnérabilité de certaines plantes a de plus bénéficié de l'expertise de Jacques Labrecque, botaniste rattaché au CDPNQ. Enfin, ce projet a fait l'objet d'un rapport détaillé produit par le Bureau d'écologie appliquée (Gendreau et collab., 2016). ▲

## Références

- ARAÚJO, M.B. et M. NEW, 2006. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology & Evolution*, 22 : 42-47.
- BEAUREGARD, F. et S. DE BLOIS, 2016. Rapid latitudinal range expansion at cold limits unlikely for temperate understory forest plants. *Ecosphere*, 7 (11) : e01549.
- BERTEAUX, D., S. DE BLOIS, J.F. ANGERS, J. BONIN, N. CASAJUS, M. DARVEAU, F. FOURNIER, M. M. HUMPHRIES, B. MCGILL, J. LARIVÉE, T. LOGAN, P. NANTEL, C. PÉRIÉ, F. POISSON, D. RODRIGUE, S. ROULEAU, R. SIRON, W. THUILLER et L. VESCOVI, 2010. The CC-Bio Project: Studying the effects of climate change on Quebec biodiversity. *Diversity*, 2 : 1181-1204.

- BERTEAUX, D., N. CASAJUS et S. DE BLOIS, 2014. Changements climatiques et biodiversité du Québec: vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec, Québec, 214 p.
- BROOK, B.W., N.S. SODHI et C.J.A. BRADSHAW, 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 23 : 453-460.
- CASAJUS N., C. PÉRIÉ, T. LOGAN, M.-C. LAMBERT, S. DE BLOIS et D. BERTEAUX, 2016. An objective approach to select climate scenarios when projecting species distributions under climate change. *PLoS ONE*, 11 : e0152495.
- [CDPNQ] CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC, 2008. Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. 3<sup>e</sup> édition. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 180 p.
- [CDPNQ] CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC, 2014. Espèces menacées ou vulnérables au Québec. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Disponible en ligne à : <http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/>. [Visité le 01-10-14].
- FODEN, W.B., S.H.M. BUTCHART, S.N. STUART, J.-C. VIÉ, H.R. AKÇAKAYA, A. ANGULO, L.M. DEVANTIER, A. GUTSCHE, E. TURAK, L. CAO, S.D. DONNER, V. KATARIYA, R. BERNARD, R.A. HOLLAND, A.F. HUGHES, S.E. O'HANLON, S.T. GARNETT, Ç.H. SEKERCIOGLU ET G.M. MACE, 2013. Identifying the world's most climate change vulnerable species: A systematic trait-based assessment of all birds, amphibians and corals. *PLoS ONE*, 8 : e65427.
- GALLARDO, B. et D.C. ALDRIDGE, 2013. Evaluating the combined threat of climate change and biological invasions on endangered species. *Biological Conservation*, 160 : 225-233.
- GENDREAU, Y., A. LACHANCE, H. GILBERT, N. CASAJUS et D. BERTEAUX, 2016. Analyse des effets des changements climatiques sur les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Bureau d'écologie appliquée, Québec, 59 p.
- HANNAH, L.E.E., 2011. Climate change, connectivity, and conservation success. *Conservation Biology*, 25 : 1139-1142.
- [IPCC] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Dans: FIELD, C.B., V.R. BARROS, D.J. DOKKEN, K.J. MACH, M.D. MASTRANDREA, T.E. BILIR, M. CHATTERJEE, K.L. EBI, Y.O. ESTRADA, R.C. GENOVA, B. GIRMA, E.S. KISSEL, A.N. LEVY, S. MACCRACKEN, P.R. MASTRANDREA et L.L. WHITE (édit.). Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge et New York, 1132 p.
- LAWLER, J.J., D. WHITE, J.C. SIFNEOS et L.L. MASTER, 2003. Rare Species and the use of indicator groups for conservation planning. *Conservation Biology*, 17 : 875-882.
- LEADLEY, P., H.M. PEREIRA, R. ALKEMADE, J.F. FERNANDEZ-MANJARRÉS, V. PROENÇA et J.P.W. SCHARLEMANN, 2010. Biodiversity scenarios: projections of 21<sup>st</sup> century change in biodiversity and associated ecosystem services: a technical report for the Global Biodiversity Outlook 3. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, série technique n° 50, 132 p.
- LIU, C., P.M. BERRY, T.P. DAWSON et R.G. PEARSON, 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, 28 (3) : 385-393.
- MARMION, M., M. PARVAINEN, R.K. HEIKKINEN et W. THUILLER, 2009. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. *Diversity and Distribution*, 15 (1) : 59-69.
- MOUILLOT, D., D.R. BELLWOOD, C. BARALOTO, J. CHAVE, R. GALZIN, M. HARMELIN-VIVIEN, M. KULBICKI, S. LAVERGNE, S. LAVOREL, N. MOUQUET, C.E.T. PAINE, J. RENAUD et W. THUILLER, 2013. Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. *PLoS Biology*, 11 (5) : e1001569. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001569>.
- PARMESAN, C., 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37 : 637-669.
- PEARSON, R.G., J.C. STANTON, K.T. SHOEMAKER, M.E. AIELLO-LAMMENS, P.J. ERSTS, N. HORNING, D.A. FORDHAM, C.J. RAXWORTHY, H.Y. RYU, J. MCNEES et H.R. AKÇAKAYA, 2014. Life history and spatial traits predict extinction risk due to climate change. *Nature Climate Change*, 4 : 217-221.
- PEREIRA, H.M., P.W. LEADLEY, V. PROENÇA, R. ALKEMADE, J.P.W. SCHARLEMANN, J.F. FERNANDEZ-MANJARRÉS, M.B. ARAÚJO, P. BALVANERA, R. BIGGS, W.W.L. CHEUNG, L. CHINI, H.D. COOPER, E.L. GILMAN, S. GUÉNETTE, G.C. HURTT, H.P. HUNTINGTON, G.M. MACE, T. OBERDORFF, C. REVenga, P. RODRIGUES, R.J. SCHOLES, U.R. SUMAILA et M. WALPOLE, 2010. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330 : 1496-1501.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012. R: A Language Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienne. <http://www.R-project.org/>.
- RALSTON, J., W.V. DELUCA, R.E. FELDMAN et D.I. KING, 2017. Population trends influence species ability to track climate change. *Global Change Biology*, 23 (4) : 1390-1399.
- SARAKINOS, H., A.O. NICHOLLS, A. TUBERT, A. AGGARWAL, C.R. MARGULES et S. SARKAR, 2001. Area prioritization for biodiversity conservation in Quebec on the basis of species distributions: a preliminary analysis. *Biodiversity and Conservation*, 10 : 1419-1472.
- TARDIF, B., G. LAVOIE et Y. LACHANCE, 2005. Atlas de la biodiversité du Québec. Les espèces menacées ou vulnérables. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 60 p.
- TARDIF, B., B. TREMBLAY, G. JOLICOEUR et J. LABRECQUE, 2016. Les plantes vasculaires en situation précaire au Québec. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'expertise en biodiversité, Québec, 420 p.
- THOMAS, C.D., 2011. Translocation of species, climate change, and the end of trying to recreate past ecological communities. *Trends in Ecology & Evolution*, 26 : 216-221.
- THUILLER, W., 2004. Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global Change Biology*, 10 : 2020-2027.
- THUILLER, W., B. LAFOURCADE, R. ENGLER et M.B. ARAÚJO, 2009. BIOMOD—A platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography*, 32 : 369-373.
- URBAN, M.C., J.J. TEWKSBURY et K.S. SHELDON, 2012. On a collision course: competition and dispersal differences create no-analogue communities and cause extinctions during climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279 : 2072-2080.
- URBAN, M.C., 2015. Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348 : 571-573. doi : 10.1126/science.aaa4984.
- USDA et NRCS, 2011. The PLANTS database. National plant data team, Greensboro. Disponible en ligne à : <http://plants.usda.gov/java/>. [Visité en 2012].
- WILLIAMS, S.E., L.P. SHOO, J.L. ISAAC, A.A. HOFFMANN et G. LANGHAM, 2008. Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biology*, 6 (12) : e325. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060325>.
- YOUNG, B., E. BYERS, K. GRAVUER, G. HAMMERSON et A. REDDER, 2011. Guidelines for using the NatureServe Climate change vulnerability index, version 2.1. NatureServe, Arlington, 58 p.
- ZAR, J.H., 1999. Biostatistical analysis. 4<sup>e</sup> édition. Prentice Hall, Upper Saddle River, 663 p.

**Annexe. Liste des 409 espèces de plantes vasculaires en situation précaire au Québec pour lesquelles les effets potentiels des changements climatiques ont été évalués.**

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Déplacement illimité	Sans déplacement	Résultat IVCC
<i>Acer nigrum</i>	érable noir	Vulnérable	Forestier	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes	294,4	0	NV/PS
<i>Achillea alpina</i> ssp. <i>multiflora</i>	achillée multiflore	SDMV	Humide/rivage		Disjointe	Herbacées			NV/PS
<i>Adiantum pedatum</i>	adiante du Canada	Vul. récolte	Forestier		Nord	Ptéridophytes			NV/AP
<i>Adiantum viridimontanum</i>	adiante des montagnes Vertes	SDMV	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Endémique	Ptéridophytes			HV
<i>Adlumia fungosa</i>	adlumie fongueuse	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Nord	Herbacées	175,7	-40,8	NV/PS
<i>Agastache nepetoides</i>	agastache faux-népeta	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Agoseris aurantiaca</i> var. <i>aurantiaca</i>	agoséride orangée	SDMV	Arctique/alpin		Disjointe	Herbacées			EV
<i>Agrimonia pubescens</i>	aigremoine pubescente	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			MV
<i>Alchemilla filicaulis</i> ssp. <i>filicaulis</i> -p09	alchémille filicaule	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			MV
<i>Alchemilla glomerulans</i>	alchémille à glomérules	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			HV
<i>Allium canadense</i> var. <i>canadense</i>	ail du Canada	SDMV	Estuaire/golfe		Nord	Herbacées	1265	-10	HV
<i>Allium tricoccum</i>	ail des bois	Vulnérable	Forestier		Nord	Herbacées	524,4	-7,7	NV/PS
<i>Alnus serrulata</i>	aulne tendre	SDMV	Humide/rivage		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Ambrosia psilostachya</i>	herbe à poux vivace	SDMV	Sableux		Est	Herbacées			NV/AP
<i>Amelanchier amabilis</i>	amélanchier gracieux	SDMV	Forestier		Nord	Arbres/arbustes	642	-59,8	NV/PS
<i>Andersonglossum virginianum</i>	cynoglosse de Virginie	SDMV	Forestier	Calcicole	Sporadique	Herbacées			MV
<i>Antennaria rosea</i> ssp. <i>confinis</i>	antennaire des frontières	SDMV	Affleurement/escarpement		Disjointe	Herbacées			EV
<i>Antennaria rosea</i> ssp. <i>pulvinata</i>	antennaire en coussin	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Aplectrum hyemale</i>	aplectrelle d'hiver	Menacée	Forestier		Nord	Orchidées			MV
<i>Arctous rubra</i> -p09	busserole rouge	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Arbres/arbustes			HV
<i>Arisaema dracontium</i>	arisème dragon	Menacée	Forestier		Nord	Herbacées			HV
<i>Aristida basiramea</i>	aristide à rameaux basilaires	Menacée	Sableux		Nord	Herbacées	184,3	91,4	HV
<i>Arnica chamissonis</i>	arnica de Chamisso	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Arnica griscomii</i> ssp. <i>griscomii</i>	arnica de Griscom	Menacée	Arctique/alpin	Calcicole	Endémique	Herbacées			HV
<i>Arnica lanceolata</i> ssp. <i>lanceolata</i>	arnica à aigrette brune	Vulnérable	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			MV
<i>Artemisia tilesii</i>	armoise de Tilesius	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			HV
<i>Asarum canadense</i>	asaret du Canada	Vul. récolte	Forestier	Calcicole	Nord	Herbacées	404,2	0	NV/PS
<i>Asclepias exaltata</i>	asclépiade très grande	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	2281,3	0	NV/PS
<i>Asclepias tuberosa</i> var. <i>interior</i>	asclépiade de l'intérieur	Menacée	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées	557,1	0	NV/PS
<i>Aspidotis densa</i>	aspidoté touffue	Menacée	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Disjointe	Ptéridophytes			MV
<i>Asplenium platyneuron</i>	doradille ébène	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Nord	Ptéridophytes			MV
<i>Asplenium rhizophyllum</i>	doradille ambulante	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Nord	Ptéridophytes	606,5	0	NV/PS
<i>Asplenium ruta-muraria</i> var. <i>cryptolepis</i>	doradille des murailles d'Amérique	Menacée	Affleurement/escarpement	Calcicole	Nord	Ptéridophytes	5833,3	0	HV
<i>Asplenium trichomanes</i> subsp. <i>quadrivalens</i>	doradille tétraploïde	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Disjointe	Ptéridophytes			NV/PS
<i>Astragalus americanus</i>	astragale d'Amérique	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées			MV
<i>Astragalus australis</i> var. <i>glabriusculus</i>	astragale austral	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées			MV
<i>Astragalus robbinsii</i> var. <i>fernaldii</i>	astragale de Fernald	Menacée	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Herbacées			HV
<i>Athyrium distentifolium</i> var. <i>americanum</i>	athyrie alpestre	Menacée	Arctique/alpin		Disjointe	Ptéridophytes			HV

Les gains (valeurs positives) et les pertes (valeurs négatives) relatifs de répartition potentielle entre l'année de référence (1961-1990) et l'horizon 2080 sont présentés pour les 131 espèces dont la niche bioclimatique a été modélisée. Les résultats sont présentés pour un scénario avec déplacement illimité (les espèces parviennent à s'établir dans la totalité des sites où les conditions climatiques sont favorables) et pour un scénario sans déplacement (seuls les sites où les conditions climatiques sont favorables à la fois pour la période de référence et pour l'horizon 2080 sont retenus). Les extinctions potentielles sont présentées en caractères gras. Les résultats de l'Indice de vulnérabilité aux changements climatiques (IVCC; Young et collab., 2011) pour l'horizon 2050 sont présentés pour l'ensemble des espèces. Une classe de vulnérabilité parmi les suivantes est attribuée à chaque espèce: Extrêmement vulnérable (EV); Hautement vulnérable (HV); Modérément vulnérable (MV); Non vulnérable/Probablement stable (NV/PS); Non vulnérable/Augmentation probable (NV/AP). Les résultats des espèces vulnérables sont présentés en caractères gras. SDMV: susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable.

# BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Changements potentiels de répartition (%)		Résultat IVCC
							Déplacement illimité	Sans déplacement	
<i>Bartonia virginica</i>	bartonie de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	1029	-10,5	MV
<i>Bidens eatonii</i>	bident d'Eaton	SDMV	Humide/rivage		Disjointe	Herbacées			MV
<i>Bidens heterodoxa</i>	bident différent	SDMV	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			HV
<i>Blephilia hirsuta</i> var. <i>hirsuta</i>	bléphilie hirsute	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Boechera collinsii</i>	arabette de Collins	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcarifère	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Boechera quebecensis</i>	arabette du Québec	Menacée	Estuaire/golfe	Calcarifère	Endémique	Herbacées			HV
<i>Boechera retrofracta</i>	arabette à fruits réfléchis	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcarifère	Est	Herbacées			MV
<i>Borodinia canadensis</i>	arabette du Canada	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Borodinia laevigata</i>	arabette lisse	SDMV	Forestier	Calcarifère	Nord	Herbacées			EV
<i>Botrychium ascendens</i>	botryche ascendant	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Pteridophytes			MV
<i>Botrychium lineare</i>	botryche linéaire	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcarifère	Disjointe	Pteridophytes			MV
<i>Botrychium michiganense</i>	botryche du Michigan	SDMV	Estuaire/golfe		Sporadique	Pteridophytes			NV/PS
<i>Botrychium mormo</i>	botryche petit-lutin	SDMV	Forestier		Disjointe	Pteridophytes			NV/PS
<i>Botrychium pallidum</i>	botryche pâle	SDMV	Sableux		Sporadique	Pteridophytes			NV/PS
<i>Botrychium pedunculosum</i>	botryche pedonculé	SDMV	Affleurement/escarpement		Disjointe	Pteridophytes			MV
<i>Botrychium pinnatum</i>	botryche à lobes obtus	SDMV	Affleurement/escarpement		Est	Pteridophytes			MV
<i>Botrychium spathulatum</i>	botryche à segments spatulés	SDMV	Estuaire/golfe		Sporadique	Pteridophytes			NV/PS
<i>Braya humilis</i> ssp. <i>humilis</i>	braya délicat	SDMV	Humide/rivage	Calcarifère	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Braya linearis</i>	braya à fruits linéaires	SDMV	Arctique/alpin	Calcarifère	Sud	Herbacées			EV
<i>Bromus kalmii</i>	brome de Kalm	SDMV	Ouvert	Calcarifère	Nord	Herbacées	1346,9	-37,5	NV/PS
<i>Bromus pubescens</i>	brome pubescent	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Calamagrostis purpurascens</i> ssp. <i>purpurascens</i>	calamagrostide pourpre	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcarifère	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Calypso bulbosa</i> var. <i>americana</i>	calypso d'Amérique	SDMV	Forestier	Calcarifère	Sporadique	Orchidées	-70,1	-88,9	MV
<i>Canadanthus modestus</i>	aster modeste	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Cardamine bulbosa</i>	cardamine bulbeuse	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	9800	0	NV/PS
<i>Cardamine concatenata</i>	dentaire laciniée	SDMV	Forestier	Calcarifère	Nord	Herbacées	746,2	0	NV/PS
<i>Cardamine diphylla</i>	dentaire à deux feuilles	Vul. récolte	Forestier		Nord	Herbacées	630,2	-14,5	NV/PS
<i>Cardamine maxima</i>	dentaire géante	Vul. récolte	Forestier	Calcarifère	Nord	Herbacées	611,5	-32,3	NV/PS
<i>Carex annectens</i>	carex à gaine tronquée	SDMV	Ouvert	Calcarifère	Nord	Herbacées	915	0	MV
<i>Carex argyrantha</i>	carex argenté	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées	577,7	-19,4	NV/PS
<i>Carex atherodes</i>	carex épi-de-blé	SDMV	Humide/rivage	Calcarifère	Est	Herbacées			NV/PS
<i>Carex atlantica</i> ssp. <i>capillacea</i>	carex à feuilles capillaires	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	10400	0	MV
<i>Carex baileyi</i>	carex de Bailey	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	764,6	-39,2	NV/PS
<i>Carex cephalophora</i>	carex porte-tête	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	3833,3	0	NV/PS
<i>Carex cumulata</i>	carex dense	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	763,4	-80,5	NV/PS
<i>Carex deweyana</i> var. <i>collectanea</i>	carex à épis regroupés	SDMV	Forestier		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Carex digitalis</i> var. <i>digitalis</i>	carex digital	Menacée	Forestier		Nord	Herbacées	858,2	-46,3	MV
<i>Carex echinodes</i>	carex épineux	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Carex folliculata</i>	carex folliculé	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	787,9	-2,8	NV/PS
<i>Carex formosa</i>	carex joli	SDMV	Forestier	Calcarifère	Nord	Herbacées	-62,5	-100	MV
<i>Carex glacialis</i> -p09	carex des glaces	Menacée	Affleurement/escarpement	Calcarifère	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Carex hirsutella</i>	carex hirsute	SDMV	Forestier	Calcarifère	Nord	Herbacées	6550	0	MV
<i>Carex lapponica</i>	carex de Laponie	SDMV	Arctique/alpin		Sporadique	Herbacées			HV
<i>Carex laxiculmis</i> var. <i>laxiculmis</i>	carex à tiges faibles	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	1188,9	-33,3	NV/PS
<i>Carex lupuliformis</i>	carex faux-lupulina	Menacée	Humide/rivage		Nord	Herbacées	1906,7	0	HV
<i>Carex macloviana</i> -p11	carex des Malouines	SDMV	Arctique/alpin		Disjointe	Herbacées			EV
<i>Carex mesochorea</i>	carex de l'arrière-pays	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Carex molestia</i>	carex dérangeant	SDMV	Ouvert	Calcarifère	Nord	Herbacées	1266,6	-6,7	HV

## BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Déplacement illimité	Sans déplacement	Résultat IVCC
<i>Carex muehlenbergii</i> var. <i>muehlenbergii</i>	carex de Mühlberg	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Carex normalis</i>	carex normal	SDMV	Ouvert		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Carex oligocarpa</i>	carex à fruits clairsemés	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Carex praerea</i>	carex des prairies	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Herbacées	698,7	-89	NV/PS
<i>Carex richardsonii</i>	carex de Richardson	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Est	Herbacées			HV
<i>Carex sartwellii</i>	carex de Sartwell	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Carex siccata</i>	carex sec	SDMV	Sableux		Est	Herbacées	665,7	-67,9	NV/PS
<i>Carex sparganioides</i>	carex faux-rubanier	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Herbacées	895,5	0	NV/PS
<i>Carex sterilis</i>	carex stérile	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Carex swanii</i>	carex de Swan	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	3036,4	0	NV/PS
<i>Carex synchocephala</i>	carex compact	SDMV	Ouvert	Calcicole	Est	Herbacées			MV
<i>Carex tincta</i>	carex coloré	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Carex trichocarpa</i>	carex à fruits velus	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	950	-96,7	MV
<i>Carex typhina</i>	carex massette	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Carex virescens</i>	carex virescent	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Carya ovata</i> var. <i>ovata</i>	caryer ovale	SDMV	Forestier		Nord	Arbres/arbustes	143,1	-56,2	MV
<i>Castilleja raupii</i>	castilléje de Raup	SDMV	Arctique/alpin		Est	Herbacées			EV
<i>Ceanothus americanus</i>	céanothe d'Amérique	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes			MV
<i>Ceanothus herbaceus</i>	céanothe à feuilles étroites	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes			EV
<i>Cerastium arcticum</i>	céraiste arctique	SDMV	Arctique/alpin	Serpentinicole/Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Cerastium cerastoides</i> -p01, p11	céraiste à trois styles	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Cerastium nutans</i> var. <i>nutans</i>	céraiste penché	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Cerastium regelii</i>	céraiste de Regel	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			EV
<i>Chenopodium foggii</i>	chénopode de Fogg	SDMV	Forestier		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Chimaphila maculata</i>	chimaphile maculée	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			MV
<i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i>	cicutaire de Victorin	Menacée	Estuaire/golfe		Endémique	Herbacées			HV
<i>Cirsium scariosum</i> var. <i>scariosum</i>	chardon éailleux	Menacée	Estuaire/golfe	Calcicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Claytonia virginica</i>	claytonie de Virginie	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	3133,3	0	NV/PS
<i>Cochlearia tridactylites</i>	cranson tridactyle	SDMV	Humide/rivage	Serpentinicole/Calcicole	Endémique	Herbacées			EV
<i>Conopholis americana</i>	conopholis d'Amérique	Vulnérable	Forestier		Nord	Herbacées	5260	0	NV/PS
<i>Corallorrhiza odontorhiza</i> var. <i>odontorhiza</i>	corallorrhize d'automne	Menacée	Forestier		Nord	Orchidées			MV
<i>Corallorrhiza striata</i> var. <i>striata</i>	corallorrhize striée	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Orchidées			HV
<i>Corallorrhiza striata</i> var. <i>vreelandii</i>	corallorrhize de Vreeland	SDMV	Forestier	Calcicole	Disjointe	Orchidées			HV
<i>Corema conradii</i>	corème de Conrad	Menacée	Estuaire/golfe		Ouest	Arbres/arbustes			EV
<i>Corydalis aurea</i> ssp. <i>aurea</i>	corydale dorée	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Corylus americana</i>	noisetier d'Amérique	SDMV	Forestier		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Crataegus brainerdii</i>	aubépine de Brainerd	SDMV	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes	442,4	-91,5	NV/AP
<i>Crataegus coccinoides</i>	aubépine dilatée	SDMV	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Crataegus crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	aubépine ergot-de-coq	SDMV	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Crataegus schuettei</i> var. <i>schuettei</i>	aubépine de Schuette	SDMV	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Crataegus suborbicularia</i>	aubépine suborbiculaire	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Crocanthemum canadense</i>	hélianthème du Canada	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées	1642,9	-9,5	NV/PS
<i>Cyperus dentatus</i>	souchet denté	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			MV
<i>Cyperus erythrorhizos</i>	souchet à racines rouges	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Cyperus houghtonii</i>	souchet de Houghton	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Cyperus odoratus</i>	souchet odorant	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	13700	0	MV
<i>Cyperus schweinitzii</i>	souchet de Schweinitz	SDMV	Sableux		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Cypripedium arietinum</i>	cypripède tête-de-bélier	Vulnérable	Forestier	Calcicole	Sporadique	Orchidées	4,4	-100	HV

# BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Changements potentiels de répartition (%)		Résultat IVCC
							Déplacement illimité	Sans déplacement	
<i>Cypripedium parviflorum</i> var. <i>planipetalum</i>	cypripède à pétales plats	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Orchidées			EV
<i>Cypripedium passerinum</i>	cypripède oeuf-de-passereau	Menacée	Estuaire/golfe	Calcicole	Disjointe	Orchidées			EV
<i>Cypripedium reginae</i>	cypripède royal	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Orchidées	117,3	-70,9	MV
<i>Cystopteris laurentiana</i>	cystoptère laurentienne	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Sporadique	Ptéridophytes			NV/PS
<i>Deschampsia alpina</i>	deschampsie alpine	SDMV	Arctique/alpin		Sporadique	Herbacées			MV
<i>Descurainia pinnata</i> ssp. <i>brachycarpa</i>	moutarde-tanaïs-verte	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			MV
<i>Desmodium paniculatum</i>	desmodie paniculée	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Draba aurea</i> -p01, p09	drave dorée	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Draba cana</i>	drave lancéolée	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Draba cayouettei</i>	drave de Cayouette	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Draba cinerea</i>	drave cendrée	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Est	Herbacées			EV
<i>Draba corymbosa</i>	drave en corymbe	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			EV
<i>Draba micropetala</i>	drave à petits pétales	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Draba nemorosa</i>	drave des bois	SDMV	Ouvert	Calcicole	Est	Herbacées			EV
<i>Draba peasei</i>	drave de Pease	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Herbacées			NV/PS
<i>Draba puvirnituqii</i>	drave des monts de Puvirnituq	SDMV	Arctique/alpin	Serpentinicole/Calcicole	Endémique	Herbacées			EV
<i>Draba pycnosperma</i>	drave à graines imbriquées	Menacée	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Herbacées			HV
<i>Draba subcapitata</i>	drave subcapitée	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			EV
<i>Drosera linearis</i>	droséra à feuilles de linaire	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Herbacées			MV
<i>Echinochloa walteri</i>	échinochloé de Walter	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			MV
<i>Elaeagnus commutata</i>	chalef argenté	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Sporadique	Arbres/arbustes			MV
<i>Elatine ojibwayensis</i>	élatine du lac Ojibway	SDMV	Arctique/alpin		Endémique	Herbacées			MV
<i>Eleocharis aestuaria</i>	éléocharide des estuaires	SDMV	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			MV
<i>Eleocharis compressa</i> var. <i>compressa</i>	éléocharide comprimée	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées			MV
<i>Eleocharis diandra</i>	éléocharide à deux étamines	SDMV	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			NV/PS
<i>Eleocharis robbinsii</i>	éléocharide de Robbins	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Elymus villosus</i>	élyme velu	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Epilobium arcticum</i>	épilobe arctique	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			EV
<i>Epilobium brachycarpum</i>	épilobe d'automne	SDMV	Ouvert		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Epilobium ciliatum</i> subsp. <i>ciliatum</i> var. <i>ecomosum</i>	épilobe à graines nues	SDMV	Estuaire/golfe		Endémique	Herbacées			MV
<i>Epilobium saximontanum</i>	épilobe des Rocheuses	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Erigeron compositus</i>	vergerette à feuilles segmentées	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Disjointe	Herbacées			MV
<i>Erigeron lonchophyllum</i>	vergerette à feuilles fines	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Erigeron philadelphicus</i> var. <i>provancheri</i>	vergerette de Provancher	Menacée	Humide/rivage	Calcicole	Endémique	Herbacées			MV
<i>Erigeron pulchellus</i> var. <i>pulchellus</i>	vergerette délicate	SDMV	Ouvert		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Eriocaulon parkeri</i>	ériocaulon de Parker	Menacée	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			MV
<i>Eriophorum scheuchzeri</i> subsp. <i>arcticum</i>	linaigrette arctique	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			MV
<i>Erysimum coarctatum</i>	vélar du golfe Saint-Laurent	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Erythranthe geyeri</i>	mimule de James	Menacée	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Eurybia divaricata</i>	aster à rameaux étalés	Menacée	Forestier		Nord	Herbacées	2409,1	0	NV/PS
<i>Festuca altaica</i> -p01, p11, p12	fétuque de l'Altaï	SDMV	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Festuca baffinensis</i> -p11	fétuque de Baffin	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Festuca frederikseniae</i>	fétuque de Frederiksen	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Disjointe	Herbacées			MV
<i>Fimbristylis autumnalis</i>	fimbristyle d'automne	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/AP
<i>Floerkea proserpinacoides</i>	floerkée fausse-proserpin	Vulnérable	Forestier		Sporadique	Herbacées	784,6	-65,4	MV

## BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Changements potentiels de répartition (%)		Résultat IVCC
							Déplacement illimité	Sans déplacement	
<i>Gallearis rotundifolia</i>	orchis à feuille ronde	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Orchidées	-59,8	-79,6	MV
<i>Gallearis spectabilis</i>	orchis brillant	SDMV	Forestier		Nord	Orchidées	1912,9	0	MV
<i>Galium brevipes</i>	gaillet à pédicelles courts	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Galium circaeans</i>	gaillet fausse-circée	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Herbacées			MV
<i>Gaylussacia bigeloviana</i>	gaylussaquier de Bigelow	Menacée	Humide/rivage	Calcicole	Ouest	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Gentiana clausa</i>	gentiane close	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	1768,8	-6,2	NV/PS
<i>Gentiana nivalis</i>	gentiane des neiges	SDMV	Arctique/alpin		Ouest	Herbacées			EV
<i>Gentianella propinqua</i> ssp. <i>propinqua</i> -p09, p11	gentiane fausse-amarelle	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Gentianopsis crinita</i>	gentianopsis frangée	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées	187,4	-49,4	MV
<i>Gentianopsis detonsa</i> ssp. <i>nesophila</i> -p09	gentiane des îles	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>Macounii</i>	gentiane de Macoun	Menacée	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>victorinii</i>	gentianopsis de Victorin	Menacée	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Herbacées			EV
<i>Geranium carolinianum</i>	géranium de Caroline	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées			HV
<i>Geranium maculatum</i>	géranium maculé	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	8633,3	0	NV/PS
<i>Geum macrophyllum</i> var. <i>perincisum</i>	benoîte à folioles incisées	SDMV	Forestier		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Goodyera pubescens</i>	goodyérie pubescente	Vulnérable	Forestier		Nord	Orchidées	1316,2	0	MV
<i>Gratiola aurea</i>	gratiolle dorée	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			MV
<i>Gymnocarpium continentale</i>	gymnocarpe frêle	SDMV	Affleurement/escarpement		Disjointe	Ptéridophytes			MV
<i>Hackelia deflexa</i> subsp. <i>americana</i>	hackélia d'Amérique	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Hedemora hispida</i>	hédeoma rude	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	777,8	-53,3	NV/PS
<i>Hedemora pulegioides</i>	hédeoma faux-pouliot	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Helianthus divaricatus</i>	hélianthe à feuilles étalées	Vulnérable	Ouvert		Nord	Herbacées			MV
<i>Hieracium robinsonii</i>	épervière de Robinson	SDMV	Arctique/alpin		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Homalosorus pycnocarpos</i>	athyrié à sores denses	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Ptéridophytes			NV/PS
<i>Hordeum brachyantherum</i> ssp. <i>brachyantherum</i>	orge des prés	Menacée	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			HV
<i>Houstonia longifolia</i>	houstonie à longues feuilles	SDMV	Affleurement/escarpement		Nord	Herbacées			MV
<i>Hudsonia tomentosa</i>	hudsonie tomenteuse	SDMV	Sableux		Sporadique	Arbres/arbustes	146,2	-63,2	NV/PS
<i>Hulenia integrifolia</i>	marguerite à feuilles entières	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			HV
<i>Hydrophyllum canadense</i>	hydrophylle du Canada	Menacée	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Hylodesmus nudiflorum</i>	desmodie nudiflore	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	25400	0	NV/PS
<i>Hypericum ascyron</i> ssp. <i>pyramidalatum</i>	millepertuis à grandes fleurs	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	623,3	-75,6	NV/PS
<i>Hypericum kalmianum</i>	millepertuis de Kalm	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes			HV
<i>Hypericum virginicum</i>	millepertuis de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	791,9	-12,1	NV/PS
<i>Ionactis linariifolia</i>	aster à feuilles de linaire	Vulnérable	Humide/rivage		Nord	Herbacées	11450	0	NV/PS
<i>Iris virginica</i> var. <i>shrevei</i>	iris de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Disjointe	Herbacées	966,7	0	MV
<i>Isoëtes tuckermanii</i>	isoète de Tuckerman	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Ptéridophytes	542,3	-13,9	MV
<i>Juglans cinerea</i>	noyer cendré	SDMV	Forestier		Nord	Arbres/arbustes	934,8	0	MV
<i>Juncus acuminatus</i>	jonc à épales acuminées	Menacée	Humide/rivage		Nord	Herbacées			MV
<i>Juncus anthelatus</i>	jonc branchu	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Juncus ensifolius</i>	jonc à épées	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			HV
<i>Juncus greenei</i>	jonc de Greene	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Juncus longistylis</i>	jonc longistyle	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			MV
<i>Juncus torreyi</i>	jonc de Torrey	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Juniperus virginiana</i> var. <i>virginiana</i>	genévrier de Virginie	SDMV	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes			MV
<i>Justicia americana</i>	carmantine d'Amérique	Menacée	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Lactuca hirsuta</i>	laitue hirsute	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	650	-19,2	NV/AP
<i>Lathyrus venosus</i>	gesse veinée	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées	2850	0	HV

# BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Changements potentiels de répartition (%)		Résultat IVCC
							Déplacement illimité	Sans déplacement	
<i>Leucophysalis grandiflora</i>	coqueret à grandes fleurs	SDMV	Ouvert		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Lilium canadense</i>	lis du Canada	Vul. récolte	Humide/rivage		Nord	Herbacées			MV
<i>Liparis liliifolia</i>	liparis à feuilles de lis	SDMV	Forestier		Nord	Orchidées			MV
<i>Lipocarpha micrantha</i>	lipocarpe à petites fleurs	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Lithospermum parviflorum</i>	onosmodie hispide	Menacée	Ouvert	Calicole	Nord	Herbacées			EV
<i>Lobelia spicata</i>	lobélie à épi	SDMV	Ouvert		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Lycopus asper</i>	lycope rude	SDMV	Humide/rivage		Est	Herbacées			HV
<i>Lycopus laurentianus</i>	lycope du Saint-Laurent	SDMV	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			HV
<i>Lycopus virginicus</i>	lycope de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	13150	0	MV
<i>Lysimachia hybrida</i>	lysimaque hybride	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	1045	0	NV/PS
<i>Lysimachia quadrifolia</i>	lysimaque à quatre feuilles	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	3983,3	0	NV/PS
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	matteuccie fougère-à-l'autruche	Vul. récolte	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Melica smithii</i>	mélique de Smith	SDMV	Forestier		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Micranthes gaspensis</i>	saxifrage de Gaspésie	SDMV	Arctique/alpin		Endémique	Herbacées			HV
<i>Micranthes stellaris</i>	saxifrage étoilée	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			HV
<i>Minuartia marcescens</i>	minuartie de la serpentine	Menacée	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Endémique	Herbacées			EV
<i>Moehringia macrophylla</i>	sabline à grandes feuilles	SDMV	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Monarda punctata</i> var. <i>villicalis</i>	monarde ponctuée	Menacée	Sableux		Nord	Herbacées			MV
<i>Muhlenbergia sylvatica</i>	muhlenbergie des bois	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	2051,7	0	NV/PS
<i>Muhlenbergia tenuiflora</i>	muhlenbergie ténue	Menacée	Forestier	Calicole	Nord	Herbacées	14900	0	MV
<i>Mulgedium pulchellum</i>	laitue bleue	SDMV	Estuaire/golfe		Est	Herbacées			HV
<i>Myosotis verna</i>	myosotis printanier	Menacée	Humide/rivage	Calicole	Nord	Herbacées			HV
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	myriophylle à feuilles variées	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	1240	-86,7	MV
<i>Myriophyllum humile</i>	myriophylle menu	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	981,9	0	NV/PS
<i>Najas gracillima</i>	naïade grêle	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Najas guadalupensis</i> ssp. <i>olivacea</i>	naïade olivâtre	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			MV
<i>Neottia bifolia</i>	listère du Sud	Menacée	Humide/rivage		Nord	Orchidées	741	0	NV/PS
<i>Neottia borealis</i>	listère boréale	SDMV	Forestier	Calicole	Sporadique	Orchidées			HV
<i>Oenothera gaura</i>	gaura bisannuel	SDMV	Ouvert	Calicole	Nord	Herbacées			HV
<i>Oenothera pilosella</i> ssp. <i>pilosella</i>	onagre piloselle	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			MV
<i>Ophioglossum pusillum</i>	ophioglosse nain	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			MV
<i>Oxytropis borealis</i> var. <i>hudsonica</i>	oxytropis de l'Hudsonie	SDMV	Arctique/alpin	Calicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Oxytropis borealis</i> var. <i>viscidula</i>	oxytropre visqueux	SDMV	Estuaire/golfe	Calicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Oxytropis deflexa</i> ssp. <i>foliolosa</i> -p11	oxytropis à folioles nombreuses	SDMV	Estuaire/golfe	Calicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Packera cymbalaria</i>	séneçon fausse-cymbalaire	Menacée	Arctique/alpin	Calicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Packera indecora</i>	séneçon sans rayons	SDMV	Arctique/alpin		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Packera obovata</i>	séneçon à feuilles obovales	Menacée	Forestier	Calicole	Nord	Herbacées			HV
<i>Panax quinquefolius</i>	ginseng à cinq folioles	Menacée	Forestier		Nord	Herbacées	872,7	0	NV/PS
<i>Panicum flexile</i>	panic flexible	SDMV	Ouvert	Calicole	Nord	Herbacées	7200	0	MV
<i>Panicum philadelphicum</i> ssp. <i>philadelphicum</i>	panic de Philadelphie	SDMV	Ouvert	Calicole	Nord	Herbacées	1120	0	MV
<i>Panicum virgatum</i>	panic raide	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Pedicularis palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	pédiculaire des marais	SDMV	Humide/rivage		Ouest	Herbacées			HV
<i>Pedicularis sudetica</i> ssp. <i>interior</i>	pédiculaire à bractées dilatées	SDMV	Arctique/alpin	Calicole	Est	Herbacées			EV
<i>Pellaea atropurpurea</i>	pelléade à stipe pourpre	Menacée	Affleurement/escarpement	Calicole	Nord	Ptéridophytes			MV
<i>Pellaea glabella</i> ssp. <i>glabella</i>	pelléade glabre	SDMV	Affleurement/escarpement	Calicole	Nord	Herbacées			HV
<i>Peltandra virginica</i>	peltandre de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS

## BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Déplacement illimité	Sans déplacement	Résultat IVCC
<i>Penstemon hirsutus</i>	penstémon hirsute	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Persicaria arifolia</i>	renouée à feuilles d'arum	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Persicaria careyi</i>	persicaire de Carey	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	620,7	-16,3	MV
<i>Persicaria robustior</i>	persicaire robuste	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	852,1	-47,9	NV/PS
<i>Phegopteris hexagonoptera</i>	phégoptère à hexagones	Menacée	Forestier		Nord	Ptéridophytes	12850	0	NV/PS
<i>Physaria arctica</i>	lesquerelle arctique	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Phyostegia virginiana</i> ssp. <i>virginiana</i>	physostégie de Virginie	SDMV	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			MV
<i>Phytolacca americana</i> var. <i>americana</i>	phytolaque d'Amérique	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Herbacées	3625	0	NV/PS
<i>Pinus rigida</i>	pin rigide	Menacée	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes	2425	0	MV
<i>Plantago eriopoda</i>	plantain à base velue	SDMV	Estuaire/golfe		Est	Herbacées			HV
<i>Platanthera flava</i> var. <i>herbiola</i>	platanthère petite-herbe	SDMV	Humide/rivage		Nord	Orchidées	642,1	-20,3	EV
<i>Platanthera macrophylla</i>	platanthère à grandes feuilles	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	273,1	-100	NV/PS
<i>Platanthera unalascensis</i>	pipérie d'Unalaska	SDMV	Forestier	Calcicole	Est	Herbacées			HV
<i>Platanus occidentalis</i>	platane occidental	SDMV	Humide/rivage		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Poa hartzii</i> subsp. <i>hartzii</i>	poa de Hartz	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			EV
<i>Poa saltuensis</i> ssp. <i>languida</i>	pâturin faible	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	517,1	-35,7	MV
<i>Poa secunda</i> ssp. <i>secunda</i>	pâturin de Sandberg	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Disjointe	Herbacées			MV
<i>Podophyllum peltatum</i>	podophylle pelté	Menacée	Forestier		Nord	Herbacées			MV
<i>Podostemum ceratophyllum</i>	podostémon à feuilles cornées	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	10433,3	0	NV/PS
<i>Polanisia dodecandra</i> ssp. <i>dodecandra</i>	polanisie à douze étamines	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	810,5	0	MV
<i>Polemonium van bruntiae</i>	polémoine de Van Brunt	Menacée	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Polygala ambigua</i>	polygale alterne	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Polygala polygama</i>	polygale polygame	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	2800	-37,5	MV
<i>Polygala senega</i>	polygale sénéca	SDMV	Ouvert	Calcicole	Sporadique	Herbacées	11900	0	MV
<i>Polygonum douglasii</i>	renouée de Douglas	Vulnérable	Ouvert		Nord	Herbacées			MV
<i>Polypodium sibiricum</i>	polypode de Sibérie	SDMV	Ouvert		Est	Herbacées			EV
<i>Polystichum scopulinum</i>	polystic des rochers	Menacée	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Disjointe	Herbacées			EV
<i>Potamogeton illinoensis</i>	potamot de l'Illinois	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Nord	Herbacées	215,4	-70,8	NV/PS
<i>Potamogeton pusillus</i> ssp. <i>gemmiparus</i>	potamot à gemmes	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Potamogeton strictifolius</i>	potamot à feuilles raides	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Potamogeton vaseyi</i>	potamot de Vasey	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	398,5	-52,7	NV/PS
<i>Potentilla arenosa</i> ssp. <i>chamissonis</i>	potentille de Chamisso	SDMV	Ouvert		Sud	Herbacées			EV
<i>Potentilla bimundorum</i>	potentille des deux mondes	SDMV	Ouvert		Sud	Herbacées			EV
<i>Potentilla vahliana</i>	potentille de Vahl	SDMV	Ouvert	Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Proserpinaca palustris</i>	proserpinac des marais	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	10850	0	NV/PS
<i>Prunus pumila</i> var. <i>susquehanae</i>	cerisier de la Susquehanna	SDMV	Sableux		Endémique	Arbres/arbustes	643,8	-28,5	NV/PS
<i>Pseudorchis straminea</i>	orchis paille	SDMV	Arctique/alpin		Disjointe	Orchidées			EV
<i>Pterospora andromedea</i>	ptérospose à feuilles d'andromède	Menacée	Forestier	Calcicole	Sporadique	Herbacées	42,7	-100	NV/PS
<i>Puccinellia andersonii</i>	puccinellie d'Anderson	SDMV	Estuaire/golfe		Sud	Herbacées			EV
<i>Puccinellia angustata</i>	puccinellie étroite	SDMV	Estuaire/golfe		Sud	Herbacées			HV
<i>Puccinellia nuttalliana</i>	puccinellie de Nuttall	SDMV	Estuaire/golfe		Sud	Herbacées			MV
<i>Pycnanthemum tenuifolium</i>	pycnanthème à feuilles étroites	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Pycnanthemum virginianum</i>	pycnanthème de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	947,2	0	HV
<i>Ranunculus allenii</i>	renoncule d'Allen	SDMV	Arctique/alpin		Disjointe	Herbacées			HV
<i>Ranunculus flabellaris</i>	renoncule à éventails	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	669,5	0	NV/PS
<i>Ranunculus rhomboideus</i>	renoncule rhomboïde	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			EV
<i>Ranunculus sulphureus</i>	renoncule soufrée	SDMV	Arctique/alpin		Sud	Herbacées			EV

# BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Changements potentiels de répartition (%)		Résultat IVCC
							Déplacement illimité	Sans déplacement	
<i>Rhus aromatica</i> var. <i>aromatica</i>	sumac aromatique	Vulnérable	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Rhus glabra</i>	sumac glabre	SDMV	Ouvert		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Rhynchospora capillacea</i>	rhynchospore capillaire	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Nord	Herbacées	320,5	-94,9	MV
<i>Rhynchospora capitellata</i>	rhynchospore à petites têtes	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	2625	0	NV/PS
<i>Ribes oxyacanthoides</i> ssp. <i>oxyacanthoides</i>	groseillier du Nord	SDMV	Ouvert		Est	Arbres/arbustes			MV
<i>Rorippa aquatica</i>	armoracie des étangs	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	220	-46,7	NV/PS
<i>Rubus flagellaris</i>	ronce à flagelles	SDMV	Humide/rivage		Nord	Arbres/arbustes	1800	0	MV
<i>Sabulina litorea</i>	sabline des grèves	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Endémique	Herbacées			HV
<i>Sabulina michauxii</i>	minuartie de Michaux	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Nord	Herbacées	286,2	-89,7	NV/PS
<i>Sabulina rossii</i>	sabline de Ross	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Sagina nodosa</i> ssp. <i>nodosa</i>	sagine noueuse	SDMV	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			NV/PS
<i>Sagina saginoides</i> -p01, p11	sagine des Alpes	SDMV	Arctique/alpin		Disjointe	Herbacées			HV
<i>Sagittaria montevidensis</i> ssp. <i>spongiosa</i>	sagittaire spongieuse	Menacée	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			MV
<i>Salix amygdaloides</i>	saule à feuilles de pêcher	SDMV	Humide/rivage		Nord	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Salix arbusculoides</i>	saule arbustif	SDMV	Arctique/alpin		Disjointe	Arbres/arbustes			NV/PS
<i>Salix chlorolepis</i>	saule à bractées vertes	Menacée	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Endémique	Arbres/arbustes			HV
<i>Salix maccalliana</i>	saule de McCalla	SDMV	Estuaire/golfe		Est	Arbres/arbustes			MV
<i>Salix pseudomonticola</i>	saule pseudomonticole	SDMV	Arctique/alpin		Est	Arbres/arbustes			MV
<i>Samolus parviflorus</i>	samole à petites fleurs	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Sanguinaria canadensis</i>	sanguinaire du Canada	Vul. récolte	Forestier		Nord	Herbacées	1823,5	0	NV/PS
<i>Sanicula canadensis</i> var. <i>canadensis</i>	sanicle du Canada	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Saururus cernuus</i>	lézardelle penchée	Menacée	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Sceptridium oneidense</i>	botryche d'Oneida	SDMV	Forestier		Nord	Ptéridophytes	943,3	-29,7	NV/PS
<i>Sceptridium rugulosum</i>	botryche à limbes rugueux	SDMV	Ouvert		Nord	Ptéridophytes			NV/PS
<i>Schizaea pusilla</i>	schizée naine	SDMV	Humide/rivage		Ouest	Herbacées			MV
<i>Schoenoplectiella purshiana</i> var. <i>purshiana</i>	scirpe de Pursh	Menacée	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Schoenoplectus heterochaetus</i>	scirpe à soies inégales	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	728,1	-81,7	NV/PS
<i>Scirpus ancistrochaetus</i>	scirpe à crochets	SDMV	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			NV/PS
<i>Sedum villosum</i>	orpin velu	SDMV	Estuaire/golfe		Disjointe	Herbacées			HV
<i>Selaginella eclipses</i>	sélaginelle cachée	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			NV/PS
<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	bermudienne à feuilles étroites	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			MV
<i>Solidago chlorolepis</i>	verge-d'or à bractées vertes	Menacée	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Endémique	Herbacées			MV
<i>Solidago leiocarpa</i>	verge-d'or de Cutler	SDMV	Arctique/alpin		Endémique	Herbacées			MV
<i>Solidago racemosa</i>	verge d'or à grappes	SDMV	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Herbacées			MV
<i>Solidago randii</i>	verge-d'or de la serpentine	SDMV	Affleurement/escarpement	Serpentinicole	Endémique	Herbacées			MV
<i>Sparganium androcladum</i>	rubanier rameux	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	745,8	-8,3	NV/PS
<i>Sparganium glomeratum</i>	rubanier aggloméré	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			NV/PS
<i>Spiranthes casei</i> var. <i>casei</i>	spiranthe de Case	SDMV	Humide/rivage		Nord	Orchidées	148,1	-100	NV/PS
<i>Spiranthes lucida</i>	spiranthe lustrée	SDMV	Humide/rivage		Nord	Orchidées	564	-12	MV
<i>Sporobolus compositus</i> var. <i>compositus</i>	sporobole rude	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées			HV
<i>Sporobolus heterolepis</i>	sporobole à glumes inégales	SDMV	Ouvert	Calcicole	Est	Herbacées			NV/PS
<i>Sporobolus vaginiflorus</i> var. <i>vaginiflorus</i>	sporobole engainé	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	915,5	-1,4	NV/PS
<i>Staphylea trifolia</i>	staphylier à trois folioles	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes	1111,1	0	MV
<i>Stellaria alsine</i>	stellaire fausse-alsine	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées	396,7	-3,3	MV
<i>Strophostyles helvola</i>	strophostyle ocracé	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées			HV
<i>Suaeda rolandii</i>	suéda de Roland	SDMV	Estuaire/golfe		Endémique	Herbacées			MV
<i>Symphyotrichum anticostense</i>	aster d'Anticosti	Menacée	Humide/rivage	Calcicole	Endémique	Herbacées			HV

## BOTANIQUE

Nom scientifique	Nom français	Statut de conservation	Type d'habitat	Affinité géologique	Type de répartition	Groupe taxonomique	Changements potentiels de répartition (%)		Résultat IVCC
							Déplacement illimité	Sans déplacement	
<i>Sympyotrichum lanceolatum</i> ssp. <i>lanceolatum</i> var. <i>interior</i>	aster continental	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées			HV
<i>Sympyotrichum laurentianum</i>	aster du golfe du Saint-Laurent	Menacée	Estuaire/golfe		Endémique	Herbacées			HV
<i>Sympyotrichum novi-belgii</i> var. <i>villiculae</i>	aster villeux	SDMV	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			NV/PS
<i>Sympyotrichum pilosum</i> var. <i>pringlei</i>	aster de Pringle	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées	205,2	-13,2	HV
<i>Sympyotrichum robynsianum</i> -p07, p15	aster de Robyns	SDMV	Ouvert	Calcicole	Disjointe	Herbacées			MV
<i>Taenidia integrerrima</i>	ténidia à feuilles entières	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	3666,7	0	NV/PS
<i>Taraxacum latilobum</i>	pissenlit à lobes larges	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Herbacées			MV
<i>Taraxacum laurentianum</i>	pissenlit du golfe du Saint-Laurent	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Endémique	Herbacées			MV
<i>Thalictrum dasycarpum</i>	pigamon pourpré	SDMV	Estuaire/golfe		Est	Herbacées			NV/PS
<i>Thalictrum revolutum</i>	pigamon à feuilles révolutes	SDMV	Humide/rivage		Disjointe	Herbacées			MV
<i>Thelypteris simulata</i>	thélyptère simulatrice	Menacée	Humide/rivage		Nord	Ptéridophytes	1293,2	0	NV/PS
<i>Tofieldia coccinea</i>	tofieldia écarlate	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Torreyaochloa pallida</i> var. <i>pallida</i>	glycérie pâle	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	563,7	-12,7	NV/PS
<i>Toxicodendron vernix</i>	sumac à vernis	SDMV	Humide/rivage		Nord	Arbres/arbustes	1425	-50	NV/PS
<i>Trichophorum clintonii</i>	trichophore de Clinton	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées	100,2	-70,6	NV/PS
<i>Trichophorum pumilum</i>	trichophore nain	SDMV	Estuaire/golfe	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Trichostema brachiatum</i>	trichostème à sépales égaux	SDMV	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées			MV
<i>Trichostema dichotomum</i>	trichostème fourchu	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées	9250	0	MV
<i>Trillium grandiflorum</i>	trille blanc	Vul. récolte	Forestier		Nord	Herbacées	652,6	-25	NV/PS
<i>Ulmus thomasii</i>	orme liège	Menacée	Ouvert	Calcicole	Nord	Arbres/arbustes	26,1	-63,1	MV
<i>Utricularia geminiscapa</i>	utriculaire à scapes geminés	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées	509,9	-31,8	NV/PS
<i>Utricularia gibba</i>	utriculaire à bosse	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées	12900	0	NV/PS
<i>Utricularia radiata</i>	utriculaire rayonnante	SDMV	Humide/rivage		Ouest	Herbacées			NV/PS
<i>Utricularia resupinata</i>	utriculaire résupinée	SDMV	Humide/rivage		Sporadique	Herbacées			MV
<i>Uvularia grandiflora</i>	uvulaire à grandes fleurs	Vul. récolte	Forestier		Nord	Herbacées	691,4	0	NV/PS
<i>Valeriana uliginosa</i>	valériane des tourbières	Vulnérable	Humide/rivage	Calcicole	Sporadique	Herbacées	-19,6	-74,7	NV/PS
<i>Verbena simplex</i>	verveine simple	Menacée	Ouvert	Calcicole	Nord	Herbacées			MV
<i>Verbena stricta</i>	verveine veloutée	SDMV	Sableux		Nord	Herbacées			MV
<i>Veronica alpina</i>	véronique alpine	SDMV	Arctique/alpin	Calcicole	Sud	Herbacées			EV
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	véronique mouron-d'eau	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	938,1	0	MV
<i>Viburnum recognitum</i>	viorne litigieuse	SDMV	Humide/rivage		Nord	Arbres/arbustes	1075,7	-2,7	MV
<i>Vicia americana</i> var. <i>americana</i>	vesce d'Amérique	SDMV	Ouvert		Est	Herbacées	440	-80	MV
<i>Viola rostrata</i>	violette à long épéron	SDMV	Forestier	Calcicole	Nord	Herbacées	243,2	-70,3	EV
<i>Viola sagittata</i> var. <i>ovata</i>	violette à feuilles frangées	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	1600	0	HV
<i>Viola sagittata</i> var. <i>sagittata</i>	violette sagittée	SDMV	Ouvert		Nord	Herbacées	8700	0	EV
<i>Viola sororia</i> var. <i>affinis</i>	violette affine	SDMV	Forestier		Nord	Herbacées	1084,4	0	NV/PS
<i>Wolffia borealis</i>	wolffie boréale	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	239,2	-27,5	NV/PS
<i>Woodsia obtusa</i> ssp. <i>obtusa</i>	woodsie à lobes arrondis	Menacée	Forestier	Calcicole	Nord	Ptéridophytes			NV/PS
<i>Woodsia oregana</i> ssp. <i>cathcartiana</i>	woodsie de Cathcart	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Woodsia scopulina</i> ssp. <i>laurentiana</i>	woodsie du golfe du Saint-Laurent	SDMV	Affleurement/escarpement	Calcicole	Disjointe	Herbacées			HV
<i>Woodwardia virginica</i>	woodwardie de Virginie	SDMV	Humide/rivage		Nord	Ptéridophytes	737	-34,6	NV/PS
<i>Zizania aquatica</i> var. <i>aquatica</i>	zizanie à fleurs blanches	SDMV	Humide/rivage		Nord	Herbacées	648,1	-35,2	NV/PS
<i>Zizania aquatica</i> var. <i>brevis</i>	zizanie naine	SDMV	Humide/rivage		Endémique	Herbacées			HV

# le naturaliste canadien

**La plus ancienne revue francophone en sciences naturelles publiée en Amérique**

Le *Naturaliste canadien* offre – sur papier et en ligne – un vaste auditoire à tous les professionnels de l'environnement et aux naturalistes qui désirent partager le fruit de leur travail avec ceux qui se préoccupent des sciences naturelles au Québec.

**Auteur potentiel ? Soumettez un manuscrit :**

- Évaluation par les pairs
- Aucun frais de publication
- Tirés à part électroniques gratuits
- Diffusion en deux formats : imprimé et en ligne  
(plateforme Érudit)

([www.provancher.qc.ca/fr/publication/naturaliste/soumettre-un-article](http://www.provancher.qc.ca/fr/publication/naturaliste/soumettre-un-article))

Publié depuis 1869, le *Naturaliste canadien* paraît grâce au soutien de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, un organisme voué à la conservation des milieux naturels, à l'éducation environnementale et à la diffusion des connaissances en sciences naturelles.

**Lecteur potentiel ? Devenez membre :**

Faites d'une pierre deux coups : Adhérez à la Société Provancher et recevez gratuitement tous les numéros du *Naturaliste* !

(<http://www.provancher.qc.ca/fr/societe/devenir-membre>)



le naturaliste canadien