Berce du Caucase

Stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres agricoles

Rapport final

Claude Lavoie

2018

GROUPE QuéBERCE – UNIVERSITÉ LAVAL

RAPPORT FINAL (FÉVRIER 2018) : 1ère PARTIE

Berce du Caucase : stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres agricoles (PV-3.2-2014-002)

Photographie : E. Groeneveld

Claude Lavoie, Ph.D., biologiste et professeur titulaire
École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional (ÉSAD), Université Laval
Coordonateur du groupe de recherche QuéBERCE
Pavillon Félix-Antoine-Savard, 2325, rue des Bibliothèques
Québec, Québec, G1V 0A6
claude.lavoie@esad.ulaval.ca

Chargée de projet au Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) :

Annie Goudreau, agronome
MAPAQ – région Chaudière-Appalaches
675, rue Cameron, bureau 100
Sainte-Marie, Québec, G6E 3V7
annie.goudreau@mapaq.gouv.qc.ca

Ce projet a été réalisé dans le cadre du Programme Prime-Vert, sous-volet 3.2 – Approche interrégionale avec une aide financière du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

Février 2018

RÉSUMÉ

La **berce du Caucase** est une plante exotique eurasiatique envahissante particulièrement nuisible. La sève de la berce contient des composés qui, au contact de la peau et avec exposition à la lumière du soleil (rayons ultraviolets), provoquent des dermatites sévères. Les feuilles larges de la berce font ombrage, ce qui peut avoir un effet sur le couvert végétal naturel et contribuer ainsi à dénuder les sols qui deviendraient alors plus susceptibles à l'érosion, particulièrement en bandes riveraines. Naturalisée au Québec depuis 1990, la plante est maintenant très répandue dans le sud du Québec. L'invasion est souvent palpable dans les terres agricoles traversées par des cours d'eau.

Une subvention de recherche Prime-Vert (sous-volet 3.2 ; PV-3.2-2014-002) a été accordée à **Claude Lavoie** (Université Laval) et **Jacques Brisson** (Université de Montréal) afin 1) de connaître le patron spatial d'envahissement de la berce en contexte agricole, 2) d'évaluer les conséquences sur la végétation de la présence de la berce et 3) de déterminer quelle est la meilleure méthode pour lutter contre la prolifération de cette plante. On explique dans ce rapport final les travaux qui ont été effectués depuis le mois de mai 2014 pour les objectifs 1 et 2.

La vitesse de propagation et l'envergure géographique d'une invasion de berce ont été étudiées dans le secteur du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) où la berce a été introduite de manière volontaire vers 2005. La berce a été recensée de la source du ruisseau jusqu'au fleuve Saint-Laurent, soit sur une distance de 37 km. On a ainsi pu estimer que la berce s'est disséminée sur une vingtaine de kilomètres depuis son introduction. Des tests en laboratoire et sur le terrain ont montré que les graines de berce ont un taux de viabilité atteignant des valeurs moyennes de 75 à 85 %. Elles ont la capacité de flotter pendant deux à trois heures. Elles peuvent ainsi voyager au gré du courant sur plusieurs centaines de mètres et être à l'origine de nouveaux foyers d'infestation.

Un dispositif de suivi a été installé sur des bandes riveraines du ruisseau Fourchette pour évaluer avec plus de certitude l'effet de la plante sur la diversité végétale. Le dispositif était formé de 20 quadrats (4 m^2) avec petits plants de berce en croissance (2014) et 20 quadrats témoins (sans berce). On a émis l'hypothèse qu'au fur et à mesure que les berces gagneraient en maturité (étés 2014, 2015, 2016 et 2017), elles entreraient en compétition avec les autres plantes et auraient alors un effet mesurable sur la végétation. Les quadrats avec berce et les quadrats témoins étaient au départ (2014) à peu près identiques (nombre d'espèces, couvert végétal, diversité). Les quadrats avec berce étaient toutefois moins riches et moins diversifiés en espèces en 2017 qu'en 2014 ; la différence est statistiquement significative. Elle peut être attribuée à la berce dont le couvert a augmenté de manière significative au fil des ans. Aucune chute de la richesse et de la diversité dans les quadrats témoins n'a été observée pendant la même période. Par contre, il n'y avait pas de différence significative dans le couvert végétal entre les données de 2017 et celles de 2014, que ce soit dans les quadrats avec berce ou témoins.

Les membres de l'équipe de travail ont participé à plusieurs activités de diffusion d'informations sur la berce depuis le mois de mai 2014, activités au cours desquelles la contribution du MAPAQ à ses projets de recherche a toujours été mise en évidence. Le projet a notamment permis de bonifier les formations offertes en lutte à la berce par l'Université Laval et l'Université de Montréal.

1. TABLE DES MATIÈRES

1. Table des matières 3

2. Problématique générale 4

2.1. État de situation de l'invasion de berce du Caucase au Québec 4

2.2. Problématique de la berce du Caucase en milieu agricole 4

2.3. Projet de recherche Prime-Vert sur la berce du Caucase 5

3. Objectif no 1 : connaître le patron spatial d'envahissement de la berce du Caucase 6

3.1. Travaux de terrain effectués en 2014 6

3.2. Travaux de terrain et de laboratoire effectués sur les graines en 2014–2016 9

3.3. Résultats : inventaire du ruisseau Fourchette 11

3.4. Résultats : reproduction et dissémination des graines 14

3.5. Conclusions et recommandations 18

4. Objectif no 2 : évaluer les conséquences de la berce du Caucase sur la biodiversité 21

4.1. Travaux de terrain effectués en 2014 et 2017 21

4.2. Résultats 24

4.3. Conclusions et recommandations 29

5. Activités connexes 32

6. Remerciements 34

7. Littérature citée 35

2. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

La **berce du Caucase** (*Heracleum mantegazzianum* ; Apiaceae) est une plante exotique eurasiatique envahissante particulièrement nuisible. La sève de la berce contient des composés chimiques (furanocoumarines) qui, au contact de la peau et avec exposition à la lumière du soleil (rayons ultraviolets), provoquent des dermatites sévères qui s'apparentent à des brûlures du second degré (Tiley et al. 1996) et qui peuvent même, dans de rares cas, conduire à une amputation (Klimaszyk et al. 2014). Les feuilles larges de la berce font ombrage et peuvent réduire le couvert végétal naturel. Cela contribuerait à dénuder les sols qui deviendraient alors plus susceptibles à l'érosion, particulièrement en bandes riveraines (Pyšek et Pyšek 1995). La plante, qui peut atteindre une taille de 5 m, se reproduit lors de sa troisième, quatrième ou cinquième année de croissance, puis meurt (Pergl et al. 2006). Elle se propage uniquement par graines qu'elle produit en très grand nombre, jusqu'à 50 000 par plant en Europe (Perglová et al. 2007). La berce pousse bien sur sol humide inondé de manière périodique, mais peut aussi proliférer sur des sols bien drainés. La dissémination naturelle des semences sur de grandes distances se fait essentiellement par voie d'eau (elles flottent). Comme la plante est spectaculaire, elle est aussi propagée volontairement par des horticulteurs amateurs qui apprécient ses qualités ornementales.

2.1 État de situation de l'invasion de berce du Caucase au Québec

La berce du Caucase est une espèce d'introduction relativement récente sur le territoire québécois. Les premiers plants ont été mis en terre (horticulture) vers 1979 (Québec) et les premiers individus ont été observés en nature en 1990 (Estrie). Une cartographie des populations du Québec, financée en partie par le MAPAQ (programme Prime-Vert, sous-volet 11.1), a été réalisée au cours de l'été 2012 (Lavoie et al. 2013). Il y avait cette année-là au moins 169 populations de berce, et ce, dans toutes les régions du Québec méridional à l'est de Gatineau et à l'ouest du fjord du Saguenay et de la Gaspésie. La grande majorité (79 %) des populations ont été trouvées en nature (hors des jardins) et se sont donc implantées d'elles-mêmes. C'est dans les fossés de drainage, particulièrement en bordure des routes, où l'on trouvait le plus de populations de berce. On en trouvait aussi beaucoup dans les jardins privés et les champs en friche, ainsi que sur les rives des cours d'eau, des habitats où la plante prolifère rapidement. Les trois quarts des populations observées sur le terrain avaient fait l'objet d'une tentative d'éradication, la plupart du temps infructueuse, car faite par des personnes peu expérimentées et ne connaissant pas la biologie de la plante. Les 126 propriétaires des terrains avec berce qui ont été interviewés par l'équipe de travail ont signalé 26 cas de dermatite, dont quatre ont nécessité une consultation médicale, parfois même des arrêts de travail de quelques semaines.

2.2 Problématique de la berce du Caucase en milieu agricole

Dans les secteurs avec forte prépondérance de terres agricoles, la berce du Caucase apparaît dans les fossés de drainage, sur les rives des cours d'eau et en bordure des boisés. Lors de la campagne de terrain effectuée en 2012, l'équipe de travail a rencontré plusieurs producteurs agricoles ayant été victimes (brûlures) de la berce lors d'opérations d'entretien de fossés. La situation a beaucoup évolué depuis, et quelques régions, en particulier celles du Bas-Saint-Laurent, de la Capitale-Nationale, de Chaudière-Appalaches, de l'Estrie, de Lanaudière et de la Mauricie, ont vu le nombre et l'étendue de leurs populations de berce croître en importance. C'est très manifeste en bordure de certains cours d'eau (rivière Boyer, ruisseau Brandy, rivière du Cap-

Rouge, ruisseau Fourchette, etc.) où la berce a pu s'installer et se propager facilement. Plusieurs agronomes et spécialistes de l'environnement s'interrogent sur l'effet de la berce sur les bandes riveraines. Ces bandes sont composées de plantes qui rendent des services utiles à la santé d'un cours d'eau, comme la filtration des polluants et la réduction des pertes de sol par érosion. Or, on peut émettre l'hypothèse que les bandes riveraines envahies par la berce sont en voie de perdre certaines de leurs qualités intrinsèques en raison de la présence de cet envahisseur. La prolifération de la berce pourrait ainsi réduire les bénéfices escomptés par les investissements du MAPAQ en agroenvironnement, particulièrement en matière de restauration des bandes riveraines.

Les intervenants du monde agricole et les décideurs municipaux sont de plus en plus sensibilisés au problème de la berce du Caucase, comme en font foi les invitations faites au groupe QuéBERCE – groupe multi-universitaire de recherche sur la berce du Caucase – à donner des conférences sur le sujet et de la formation en matière d'éradication. Des reportages diffusés à l'été et à l'automne 2013 et au printemps 2014 (ICI Radio-Canada : *Les Années Lumières*, *La Semaine Verte*) et certaines fiches d'information produites, par exemple, par le MAPAQ, le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MDDELCC) ou la Ville de Lévis, aident aussi à mettre en garde la population en général, et les producteurs agricoles en particulier, contre les effets nuisibles de la berce. Malgré cela, les intervenants en matière d'agriculture manquaient, en 2014, d'information sur la biologie de la berce et sur les effets d'une infestation, et étaient peu au fait des moyens qu'ils pouvaient prendre pour, sinon éradiquer, du moins lutter efficacement contre une invasion de berce. Ils n'étaient pas non plus en mesure de bien évaluer les ressources nécessaires pour agir et ne connaissaient pas les règles à suivre à moyen et à long terme pour mettre en place un plan d'intervention efficace.

2.3 Projet de recherche Prime-Vert sur la berce du Caucase

L'enquête effectuée au Québec au cours de l'été 2012 suggérait (abondance et répartition spatiale des populations, émergence de nouvelles populations) que le Québec était à l'aube d'une invasion importante de berce du Caucase, invasion qui n'épargnerait pas les terres agricoles traversées par des cours d'eau. Cette prédiction s'est avérée juste, du moins en bordure de certains ruisseaux et rivières. Il est toutefois encore possible d'agir, sinon pour éradiquer la plante, du moins pour réduire de manière substantielle le nombre de populations et confiner celles qui subsisteront à de petits secteurs. En effet, quelques expériences européennes, notamment au Danemark, montrent qu'il est possible d'éradiquer localement une population de berce sur une période de cinq ans, grâce à un usage judicieux de plusieurs moyens de lutte (herbicides, arrachage, etc. ; Nielsen et al. 2007). Dans l'état du New York, où la berce est déjà passablement répandue (plus de 1 300 populations recensées), une action concertée impliquant des agences gouvernementales, des municipalités, des chercheurs et des citoyens montre qu'il est possible d'éradiquer localement la berce (Kraus 2016). Il importait néanmoins d'enrichir rapidement les connaissances sur la berce au Québec, car en 2014, les informations sur cette plante étaient presqu'exclusivement issues de travaux de chercheurs européens et de quelques expériences américaines qui n'avaient toutefois pas été validées scientifiquement.

Le groupe QuéBERCE, formé de chercheurs de l'Université Laval, de l'Université de Montréal, de l'Université du Québec à Chicoutimi et de la University of Guelph (Ontario), a obtenu une subvention Prime-Vert (sous-volet 3.2) du MAPAQ pour travailler sur la lutte à la berce du Caucase en contexte agricole. La subvention (PV-3.2-2014-002) a été accordée à **Claude Lavoie**

(Université Laval) et **Jacques Brisson** (Université de Montréal). Les **objectifs** de ce projet de recherche étaient 1) de connaître le patron spatial d'envahissement de la berce en contexte agricole et le long de son principal corridor de dissémination (cours d'eau), 2) d'évaluer les conséquences sur la biodiversité végétale de la présence de la berce et 3) de déterminer quelle est la meilleure méthode pour lutter contre la prolifération de cette plante. Les deux premiers objectifs étaient sous la responsabilité de Claude Lavoie, alors que le troisième étaient sous celle de Jacques Brisson. **On trouvera dans ce rapport le bilan définitif des interventions effectuées par l'équipe de Claude Lavoie (Université Laval)** pour les aspects du projet qui étaient sous sa responsabilité directe. Les méthodes de lutte ont fait l'objet d'un rapport distinct remis par l'Université de Montréal.

3. OBJECTIF no 1 : connaître le patron spatial d'envahissement de la berce du Caucase en contexte agricole et le long d'un cours d'eau.

Le meilleur endroit au Québec pour étudier la vitesse de propagation et l'envergure géographique d'une invasion de berce du Caucase en contexte agricole était probablement (en 2014) le secteur du **ruisseau Fourchette**, qui traverse notamment les municipalités de Saint-Isidore et de Saint-Henri-de-Lévis, dans la région Chaudière-Appalaches, près de la Ville de Québec. On savait en effet que la berce avait été introduite en un point précis du ruisseau et qu'elle s'était ensuite passablement répandue le long de ce cours d'eau, dans une zone densément couverte de terres en culture.

3.1 Travaux de terrain effectués en 2014

Pour documenter l'invasion par la berce du Caucase, le ruisseau Fourchette a été parcouru sur toute sa longueur, de sa source jusqu'à son exutoire, c'est-à-dire jusqu'à la rivière Le Bras. La section de la rivière Le Bras en aval du ruisseau a aussi été parcourue jusqu'à son propre exutoire (la rivière Etchemin), toujours pour y détecter la présence de la berce. Enfin, une section de la rivière Etchemin a été visitée avec ce même objectif, de la rivière Le Bras jusqu'à la Ville de Lévis, là où elle se jette dans le fleuve Saint-Laurent. L'équipe de travail a donc parcouru, de la source du ruisseau Fourchette jusqu'au fleuve Saint-Laurent, une distance de 37 km (**Figure 1**). Grâce à un système d'information géographique (SIG) et des cartes numériques de la région, des points d'échantillonnage distancés de 250 m ont été placés de façon systématique le long du ruisseau Fourchette et de la rivière Le Bras, ainsi que sur chaque rive de la rivière Etchemin, qui est beaucoup plus large. Le but de ce dispositif n'était pas de détecter tous les plants, mais plutôt d'avoir un aperçu rapide de l'état de l'invasion pour bien analyser son étendue. Il s'agissait aussi d'aider à mieux planifier les interventions d'éradication subséquentes, au profit d'un organisme (Conseil de bassin de la rivière Etchemin) qui allait s'en charger sur l'ensemble du cours du ruisseau.

Les points d'échantillonnage ont été visités du 2 au 19 juin 2014 de la manière suivante. L'équipe de travail (deux personnes) a descendu ou remonté le cours du ruisseau à partir du point présumé d'introduction de la berce, à Saint-Isidore (ci-après, *point zéro*). Le point d'échantillonnage placé sur la carte était repéré sur le terrain grâce à un système de positionnement géographique (SPG). Une fois sur place, l'équipe cherchait la présence de la berce sur une distance de 25 m de part et d'autre du point précis indiqué par le SPG, et ce, sur les deux

rives du cours d'eau. Une fois un plant de berce trouvé, alors l'équipe prélevait un ensemble de données sur la population de berces en présence et sur son environnement. En absence de berce, les données environnementales étaient aussi récoltées. Dans tous les cas, des photographies du site étaient prises. Si l'équipe trouvait de la berce, alors le point d'échantillonnage suivant, situé 250 m plus loin, était examiné. Si l'équipe ne trouvait pas de berce sur une distance de 1 km (donc après avoir examiné quatre points d'échantillonnage consécutifs), alors le point suivant était situé non pas 250 m, mais plutôt 500 m plus loin, jusqu'à ce que l'on trouve de la berce, auquel cas la maille d'échantillonnage était à nouveau resserrée aux 250 m. La même procédure a été utilisée sur les rivières Le Bras et Etchemin, sauf que sur la rivière Etchemin, chaque rive a fait l'objet d'un inventaire particulier, car la distance entre les deux rives ne permettait pas à l'équipe de vérifier la présence de la berce en un seul coup d'œil.

En présence de berce du Caucase, le nombre d'individus a été évalué par deux observateurs en fonction d'une échelle semi-quantitative (1, 2–10, 11–50, 51–100, 101–1 000, 1 001–10 000, > 10 000). La présence de tiges florales desséchées, formées en 2013, a été notée. Lors du passage de l'équipe au mois de juin, la saison n'était pas assez avancée pour statuer sur la présence de nouvelles tiges florales. Les sites avec berce en aval du point avec tiges desséchées le plus éloigné du point zéro ont donc été revisités du 28 juillet au 7 août 2014 pour y recenser les nouvelles tiges et ainsi trouver le point le plus en aval avec indices de reproduction.

L'environnement de chaque site d'échantillonnage a été décrit sur place en notant quatre caractéristiques : 1) le type de rive (végétalisée ou pas), 2) la largeur de la bande riveraine (m), 3) la couverture végétale de la bande riveraine, selon qu'il s'agissait d'arbres, d'arbustes ou de plantes herbacées et en fonction d'une échelle semi-quantitative (0 %, < 1 %, 1–5 %, 6–10 %, 11–25 %, 26–50 %, 51–75 %, 76–100 %) et 4) l'occupation du sol à proximité de la rive (zone agricole, zone résidentielle, zone naturelle). Un échantillon de sol a été prélevé pour analyse chimique ultérieure, dans le cadre d'un autre projet (non subventionné par le MAPAQ).

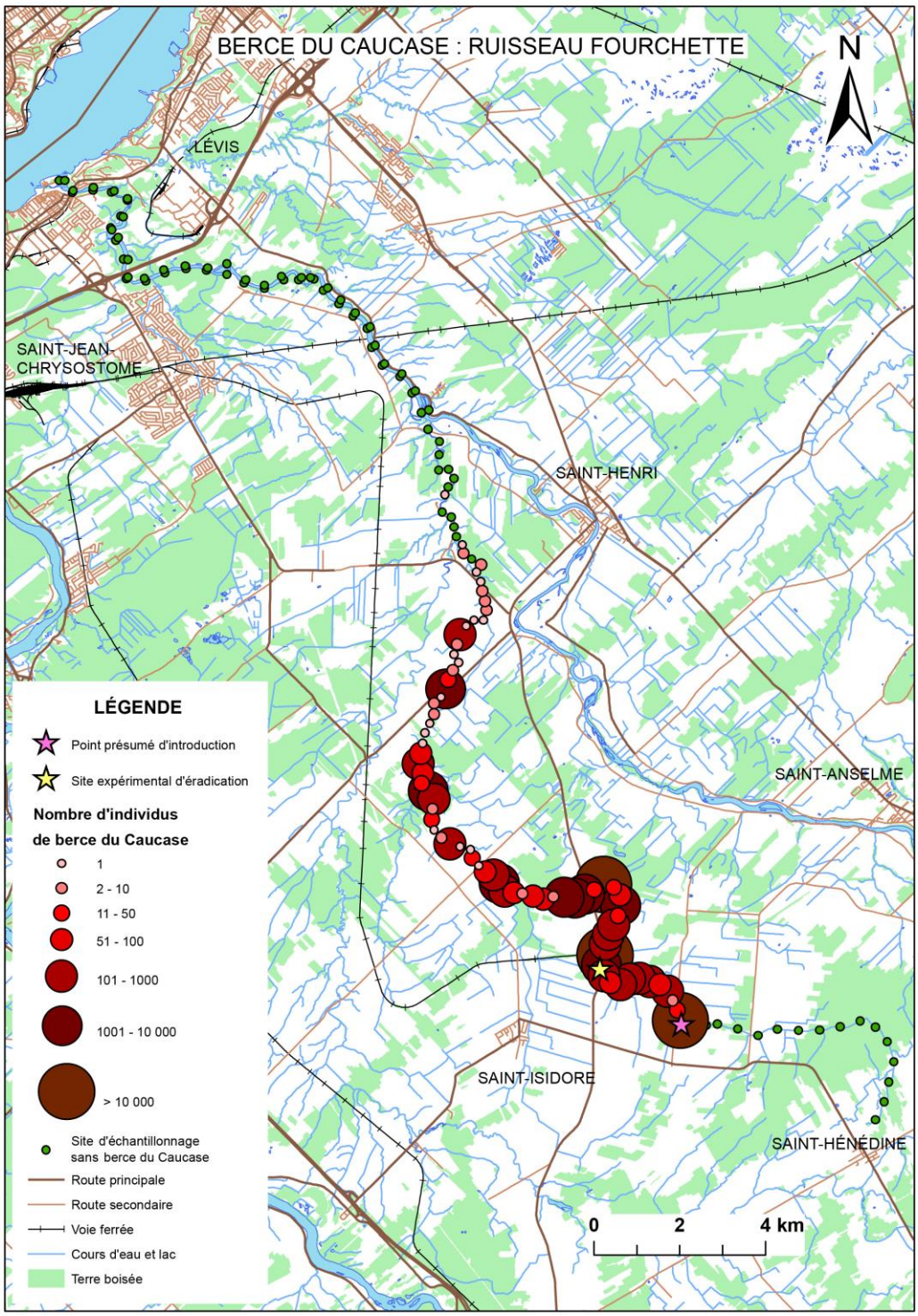

Figure 1 : répartition spatiale des sites d'échantillonnage, avec ou sans berce du Caucase (et nombre d'individus correspondant), inventoriés en juin 2014 en bordure du ruisseau Fourchette, de la rivière Le Bras et de la rivière Etchemin (région Chaudière-Appalaches). Le point présumé d'introduction de la berce est indiqué par une étoile rose ; celui de l'exploitation agricole (Ferme Pieriane) où se font des travaux expérimentaux d'éradication par une étoile jaune.

3.2 Travaux de terrain et de laboratoire effectués sur les graines en 2014–2016

La berce du Caucase se propage dans le paysage de deux manières, soit par la plantation volontaire à des fins horticoles, soit de façon naturelle par la dissémination des graines par le vent ou l'eau. Pour mieux comprendre la dissémination par l'eau (fort probablement le mode prépondérant au ruisseau Fourchette), il était important d'évaluer le nombre de graines produites par un individu à maturité, le taux de viabilité et de germination des graines et leur capacité de flottaison. À l'origine, seule la partie du travail sur la viabilité et la germination était prévue, mais après mûre réflexion, l'étude de la biologie des graines de berce dans son ensemble a été jugée essentielle à la compréhension du processus de dissémination. Le travail additionnel décrit ci-dessous n'a occasionné aucun frais supplémentaire, puisque l'étudiant en charge de ce projet a agi à titre bénévole afin de réaliser un essai en recherche en aménagement du territoire et développement régional.

Dans le cadre des travaux expérimentaux d'éradication qui sont traités dans l'autre rapport d'étape, des individus matures, qu'il était nécessaire de conserver tels quels pour les besoins des expériences (parcelles témoins), ont été utilisés comme producteurs de graines. Ces individus se trouvaient sur le site de la Ferme Pieriane (Saint-Isidore), partenaire de ce projet de recherche (**Figure 1**). Une fois la floraison terminée et les graines formées, l'ombelle centrale de 20 tiges a été enrobée (4 août 2014, 3 août 2015, 28 juillet 2016) d'une toile Agribon AG-19 (2014) ou Agribon AG-15 (2015, 2016) (Polymer Group) qui n'entravait pas le passage de l'air et de 85 % (2014) et 90 % (2015, 2016) de la lumière (**Figure 2**). À titre comparatif, cinq ombelles ont aussi été enrobées de la toile AG-19 en 2016. Ces toiles permettaient aux graines de poursuivre leur maturation, mais empêchaient aussi ces dernières de s'échapper et, par le fait même, d'aggraver l'invasion. Les autres ombelles ont été éliminées avant libération des graines. Une fois la maturité des graines atteintes, c'est-à-dire lorsqu'elles étaient devenues beiges et plutôt sèches et qu'elles commençaient à se détacher du plant (1er septembre 2014, 27 août 2015, 29 août 2016), les ombelles centrales ont été coupées, transportées en laboratoire et secouées pour faciliter la récolte. Les graines récoltées (**Figure 3**) ont été séchées à l'air libre puis dénombrées.

Une partie des graines a été utilisée pour un test de viabilité (graines de 2014), une autre pour un test de germination (graines de 2014, 2015 et 2016) et une troisième pour des tests de flottaison (graines de 2014 et de 2016). Le test de viabilité a impliqué une expérience au sel de tétrazolium. En résumé, on a utilisé un sel qui, après une période d'incubation, réagit avec le processus de respiration cellulaire des graines et colore leurs tissus vivants d'une couleur rouge. Les graines avec tissus colorés sont considérées vivantes et donc viables, ce qui n'implique pas forcément qu'elles auraient bel et bien pu germer en nature (Canadian Food Inspection Agency 2012). Le rapport entre le nombre de graines viables et le nombre total de graines testées fournit le taux de viabilité. Il n'existe pas de données sur le taux de viabilité des graines de berce du Caucase, mais des études suggèrent qu'il serait en Europe de plus de 90 % (Moravcová et al. 2006).

Figure 2 : individu de berce du Caucase poussant sur les berges du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) et dont l'ombelle a été enrobée d'une toile permettant de recueillir ses graines avant qu'elles ne se détachent du plant une fois à maturité (photographie : E. Groeneveld).

Figure 3 : graines de berce du Caucase récoltées sur des individus poussant sur les rives du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) séchées à l'air libre pour des expériences de viabilité, de germination et de flottaison (photographie : E. Groeneveld).

Le test de germination était très simple : 3 000 graines, réparties en nombre égal (30) et sur papier filtre humide dans 100 plats de pétri en plastique avec couvercle, ont été placées au réfrigérateur à une température oscillant entre 4 et 6 °C. Cette procédure permettait de les stratifier, et donc de briser leur dormance physiologique (Moravcová et al. 2007). Des tests effectués en République tchèque (Moravcová et al. 2006) ont montré que ce traitement est aussi adéquat pour faire germer les graines viables, en autant qu'on les laisse dans de telles conditions

(froides et humides) pendant au moins 100 jours. Le rapport entre le nombre de graines ayant germé et le nombre total de graines testées fournit le taux de germination.

Pour réaliser les tests de flottaison – l'un en laboratoire, l'autre en nature – il a fallu innover puisqu'il n'existe pas dans la littérature beaucoup d'exemples de ce type de tests (Rouifed et al. 2011). Dans une première série d'expériences, huit béchers d'une capacité de 2 L ont été remplis d'eau. Un générateur de bulles pour aquarium domestique Marina 200 (Hagen) a ensuite été installé dans le bécher pour générer un mouvement de la colonne d'eau, question de simuler le flot qui anime un ruisseau. On a ensuite placé dans chaque bécher 50 graines. À chaque heure après le début de l'expérience, le générateur de bulles était arrêté, puis le nombre de graines toujours flottantes dénombrées après deux minutes de repos. L'expérience cessait lorsque plus aucune graine ne flottait. La même expérience a été répétée avec huit autres béchers, mais sans générateur de bulles, question de voir si le fait de générer un mouvement de la colonne d'eau avait véritablement une influence sur la durée de flottaison. Dans cette expérience, avant de statuer sur la flottaison des graines, la surface de l'eau était légèrement remuée à l'aide d'une tige pour permettre aux graines en état de couler de le faire sans être entravées par la présence d'autres graines flottantes. En définitive, seules les graines avec endosperme, faciles à différencier à l'œil après une heure de flottaison, ont été conservées pour analyse.

Un test de flottaison et de dissémination a été effectué en conditions réelles, sur le site du ruisseau Fourchette, au même endroit où les graines ont été récoltées. Mille graines récoltées en 2015 et choisies au hasard ont été dévitalisées au four à micro-ondes et colorées à la peinture rose. L'expérience s'est déroulée du 30 juillet au 2 août 2016, des journées sans précipitations. Le jour précédant le lâcher de graines (30 juillet), le ruisseau a été parcouru sur une distance de 1 km. À chaque 50 m de distance parcourue, la largeur du ruisseau (moyenne : 390 cm), la profondeur d'eau au centre du ruisseau (moyenne : 27 cm) et la vitesse du courant à la surface de l'eau (moyenne : 0.33 m s^{-1}) ont été mesurées. Les graines ont été relâchées le 1er août, au point le plus en amont de la section inventoriée. Une équipe de quatre observateurs a ensuite (2 août : journée ensoleillée, sans vent) tenté de retrouver les graines en remontant le cours du ruisseau sur une distance de 1 100 m jusqu'au point de relâchement. Cela s'est fait 17 à 23 heures après le lâcher de graines, c'est-à-dire bien après que les graines avec endosperme auraient normalement dû couler, selon les informations fournies par les expériences de flottaison en laboratoire. Les observateurs ont parcouru le ruisseau de l'aval vers l'amont, étant donné que leur passage remuait les sédiments et réduisait la clarté de l'eau. Lorsqu'une graine était trouvée, son état (flottant, flottant mais accroché à la végétation, coulé) était noté, ainsi que l'heure exacte et la distance du point de relâchement, mesurée à l'aide d'un odomètre à roulette.

3.3 Résultats : inventaire du ruisseau Fourchette

Au total, 174 sites d'échantillonnage ont été visités au mois de juin 2014, soit 92 en bordure du ruisseau Fourchette, 23 en bordure de la rivière Le Bras et 59 sur les rives de la rivière Etchemin (**Figure 1**). Soixante-quatorze de ces sites (43 %) étaient bordés de terres en culture ou de pâturages. De toute évidence, le point zéro (**Figure 1** et **4**) était véritablement le premier endroit où la berce du Caucase a été implantée en bordure du ruisseau Fourchette (probablement vers 2005), puisqu'aucune berce n'a été détectée en amont de ce point, et ce, sur une distance de 7,5 km (17 sites inventoriés). Par contre, en aval, la quasi-totalité des sites visités sur le cours du ruisseau (73 sur 75) avaient au moins un individu de berce. Ce sont évidemment les sites les plus près du point zéro qui étaient les plus envahis par la berce (**Figure 1** et **5**). Trois de ces sites

avaient plus de 10 000 individus, quoiqu'il faille interpréter ce nombre avec prudence étant donné la difficulté de repérer les petits plants de berce au mois de juin ; il s'agit donc là d'une estimation minimale, le nombre réel étant probablement beaucoup plus élevé. Un peu plus du tiers (36 %) des sites du ruisseau Fourchette avec berce avaient plus de 100 individus (**Figure 6**). Même si le nombre de berce diminue plus l'on s'éloigne du point zéro, il demeure assez élevé (> 100) à 15 km de ce point (**Figure 1** et **7**).

Figure 4 : site présumé d'introduction de la berce du Caucase en bordure du ruisseau Fourchette, tel que photographié le 2 juin 2014. Le site se trouve à environ 7,5 km de la source du ruisseau (photographie : N. Trottier).

Figure 5 : exploitation agricole traversée par le ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches), située à environ 2 km du point présumé d'introduction de la berce du Caucase et dont les bandes riveraines étaient densément envahies par ce végétal en 2014 (photographie : G. Beaulieu).

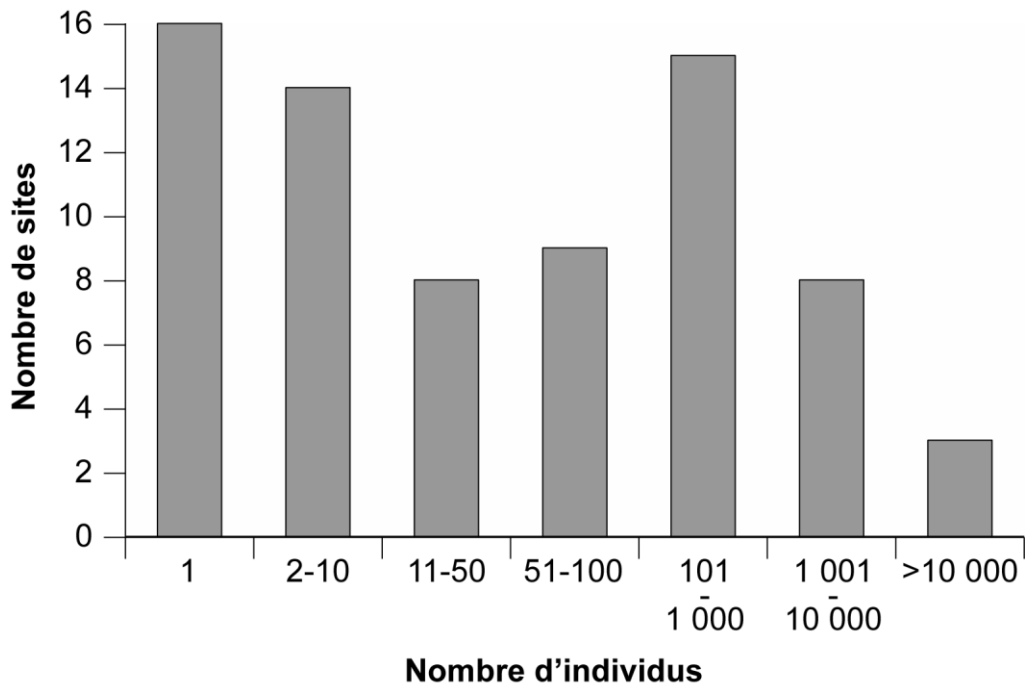

Figure 6 : nombre de sites d'échantillonnage inventoriés en juin 2014 en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) avec berce du Caucase, en fonction du nombre d'individus estimé par examen visuel à l'aide d'une échelle semi-quantitative.

Figure 7 : berce du Caucase en fin de floraison (23 juillet 2014) en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) à environ 15 km en aval du point présumé d'introduction de l'espèce (photographie : C. Lavoie).

Le site avec berce du Caucase le plus éloigné du point zéro se trouvait à 20 km de ce point, sur la rivière Le Bras (le seul site avec berce sur cette rivière – d'autres ont été trouvés en 2015 ; Brochu 2015). Aucune berce n'a été trouvée en bordure de la rivière Etchemin aux sites d'échantillonnage inventoriés. Par contre, trois individus de bonne taille ont tout de même été observés par hasard sur les rives de cette rivière par l'équipe, soit à 23 et 26 km du point zéro, en dehors des emplacements précis des sites d'échantillonnage prévus au plan. Comme mentionné

auparavant, quelques autres plants de berce ont aussi été trouvés en bordure de la rivière Etchemin en 2015 (Brochu 2015).

Enfin, on a trouvé des tiges florales desséchées (produites en 2013) jusqu'à 11 km du point zéro. Fait intéressant, tous les sites avec tiges desséchées avaient au moins 50 individus et la plupart plus de 100, ce qui suggère qu'une nouvelle génération de plants produits sur place était déjà en voie de s'établir. En 2014, le site le plus éloigné avec tiges florales sur le ruisseau Fourchette se trouvait à 18 km du point zéro. Les berces du Caucase de la rivière Etchemin étaient toutes en fleurs en 2014.

3.4 Résultats : reproduction et dissémination des graines

La production totale de graines par un individu de berce du Caucase a beaucoup varié de 2014 à 2016 et entre les individus, d'un minimum de 3 465 à un maximum de 22 853 (**Tableau 1**). La production, le poids et le taux de germination des graines ont été significativement (test de régression multiple : $P < 0{,}001$) plus élevés en 2015 et 2016 qu'en 2014, ce qui est probablement en partie le résultat de l'influence négative (trop d'opacité) de la toile AG-19, influence aussi constatée en 2016 (taux moyen de germination AG-15 > AG-19 de 18,4 %). Avec le recul, on peut considérer que les berces du ruisseau Fourchette produisent en moyenne entre 14 000 et 17 000 graines, avec un taux de germination variant de 75 à 85 %.

Tableau 1. Données sur la reproduction et la flottaison des graines de berce du Caucase récoltées en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) de 2014 à 2016. Pour récolter les graines, l'ombelle terminale des individus de berce a été enrobée d'une toile Agribon AG-19 (2014, 2016) ou AG-15 (2015, 2016). Les mêmes données récoltées en République tchèque sont fournies à titre comparatif.

Localisation, année et type de toile	Individus échantillonnés (*n*)	Graines par individu (*n*)[a]		Poids (g) de 100 graines (moyenne ± É.-T.)	Taux de germination des graines (%)		Taux de viabilité des graines (%)		Temps de flottaison (*n* heures requises pour que *x* % des graines avec endosperme coulent) dans de l'eau avec turbulence (T) ou stagnante (S)							
									10 % T	50 % T	90 % T	100 % T	10 % S	50 % S	90 % S	100 % S
Ruisseau Fourchette **2014** AG-19	20	Moyenne Minimum Maximum	9 511 3 465 14 842	0,99 ± 0,24	Moyenne Minimum Maximum	45,6 12,0 80,7	Moyenne Minimum Maximum	50,2 14,7 78,0	2	3	6	8	8	11	13	14
Ruisseau Fourchette **2015** AG-15	20	Moyenne Minimum Maximum	16 679 12 837 22 853	1,53 ± 0,18	Moyenne Minimum Maximum	85,9 50,7 97,3	nt		nt							
Ruisseau Fourchette **2016** AG-15	20	Moyenne Minimum Maximum	14 528 7 582 20 376	1,66 ± 0,46	Moyenne Minimum Maximum	76,9 12,0 92,7	nt		1	1	4	5	3	5	9	16
Ruisseau Fourchette **2016** AG-19	5	Moyenne Minimum Maximum	11 938 9 113 14 075	1,39 ± 0,43	Moyenne Minimum Maximum	58,5 22,7 74,0	nt		nt							
République tchèque **2002**[b]	56	nd		1,62 ± 0,28	Moyenne	90,9	nt		nt							
République tchèque **2002**[c]	100	Moyenne Minimum Maximum	20 671 9 974 27 633	nd	nt		nt		nt							

[a]Si l'on assume que l'ombelle terminale d'une berce du Caucase représente 45 % du nombre total de graines (Perglová et al. 2006).
[b]Moravcová et al. (2005), ombelle terminale seulement.
[c]Perglová et al. (2006).
nd : pas disponible ; nt : pas testé.

Les expériences de flottaison en laboratoire ont montré que les graines peuvent flotter jusqu'à 16 heures (**Tableau 1, Figure 8**). Dans les faits, 100 % de celles-ci coulent en moins de cinq heures lorsqu'il y a de la turbulence dans la colonne d'eau, une condition qui ressemble probablement davantage à la réalité du terrain. Les graines de 2016 ont coulé plus rapidement que celles de 2014 probablement parce qu'elles étaient plus lourdes.

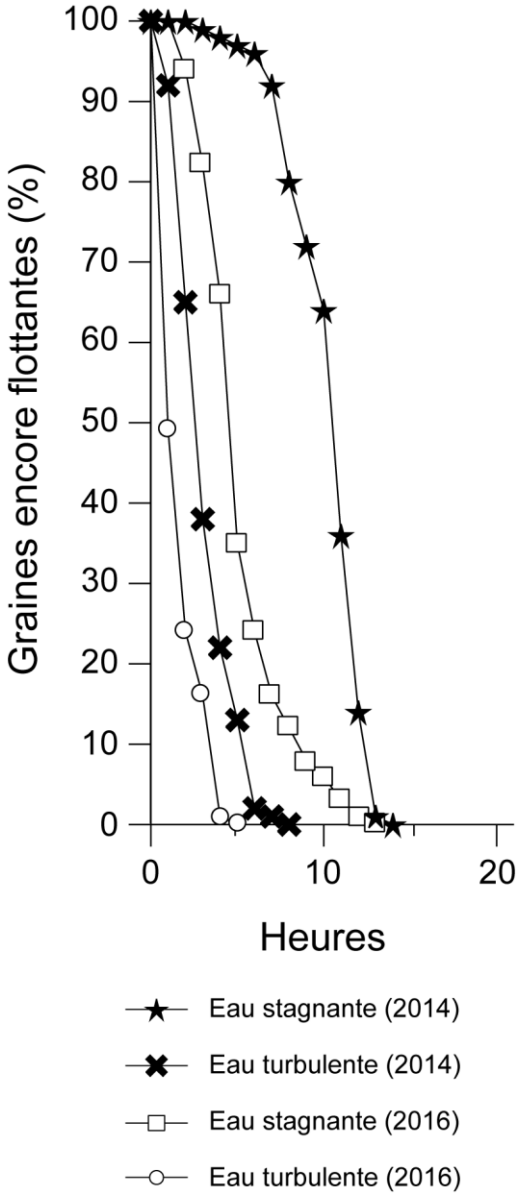

Figure 8 : flottaison de graines de berce du Caucase avec endosperme récoltées en 2014 et 2016 en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches), selon qu'il y ait mouvement ou pas de la colonne d'eau lors des tests. Le résultat des différents tests de flottaison sont exprimés en pourcentage de graines qui sont encore en état de flottaison en fonction du temps écoulé depuis le début de l'expérience.

Plus de 60 % des 1 000 graines relâchées (605) lors de l'expérience de dissémination en ruisseau ont été retrouvées 17 à 23 heures plus tard. Environ 81 % étaient coulées au fond du ruisseau, 15 % flottaient encore au moment où elles ont été vues, alors que leur progression était stoppée par un obstacle, et 4 % flottaient librement au gré du courant. La plupart (72 %) des

graines flottantes ont été retrouvées dans les 30 premiers mètres du point de départ (**Figure 9**). Environ 61 % des graines ont été retrouvées à moins de 40 m du point de départ, 24 % entre 100 et 300 m, et seulement quatre graines à plus de 300 m (position la plus éloignée : 480 m).

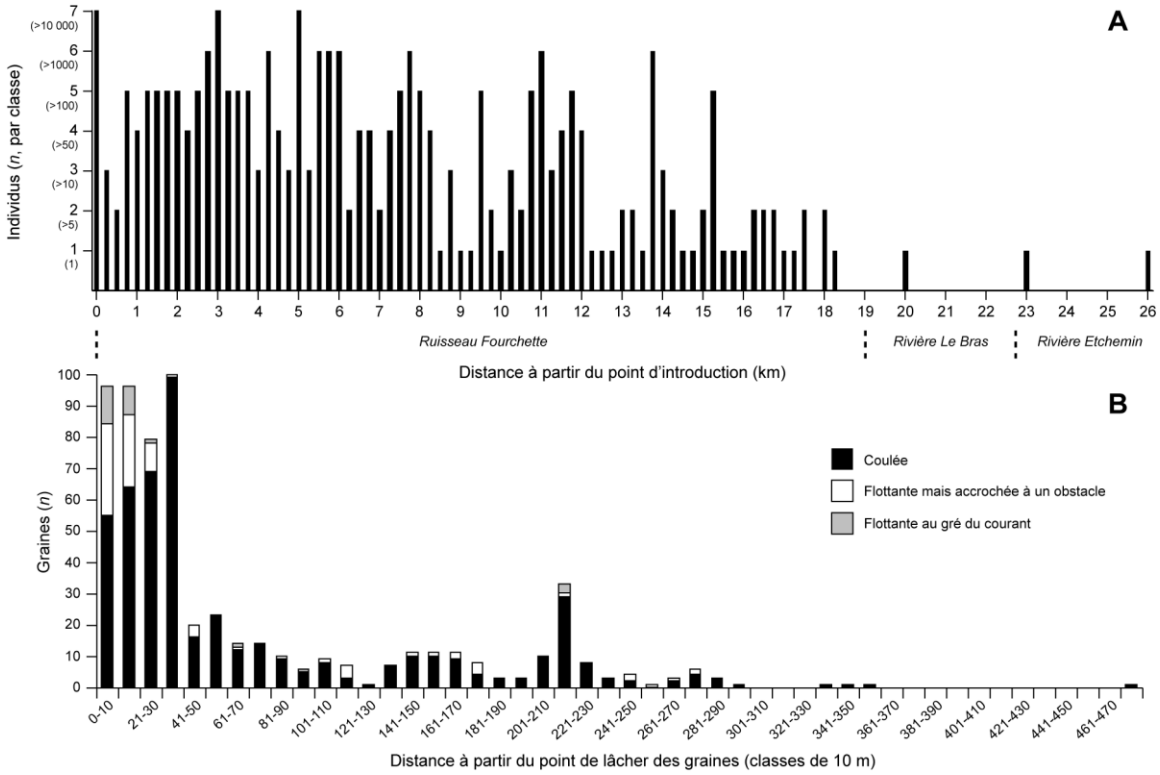

Figure 9 : abondance en 2014 des plants de berce du Caucase **(A)** en bordure du ruisseau Fourchette, de la rivière Le Bras et de la rivière Etchemin (région Chaudière-Appalaches), situation mise en parallèle avec **(B)** la distance de dissémination de graines de berce récoltées en 2015, selon leur état au moment où elles ont été retrouvées par une équipe d'observateurs lors d'une expérience dans le même ruisseau tenue les 1er et 2 août 2016.

Il était prévu au départ faire une analyse de régression logistique qui devait mettre en lumière les caractéristiques environnementales et de l'occupation du sol qui seraient les plus propices, localement, à l'établissement massif de berces du Caucase. Malheureusement, les tests qui ont été effectués indiquent que le seul prédicteur valable de la présence d'une berce en un point donné du ruisseau Fourchette est la présence d'autres berces un peu en aval, tellement le patron d'autocorrélation spatiale est fort (voir **Figure 1** et **Figure 9)**. Exprimé autrement, aucun élément environnemental (nature du sol, occupation du sol, couvert végétal, etc.) du contexte du ruisseau Fourchette n'est à lui seul assez influent pour empêcher la berce du Caucase de s'établir, du moins selon les données dont on dispose à l'heure actuelle et au regard du patron d'établissement de la plante en 2014. Cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas de facteur environnemental non propice à l'établissement de la plante, mais soit qu'il n'existe pas en bordure du ruisseau Fourchette, soit qu'il ne se s'est pas encore manifesté, soit que les données recueillies n'ont pas la finesse nécessaire pour le mettre en lumière. On serait enclin à favoriser cette dernière hypothèse : il eut fallu, par exemple, récolter des données beaucoup plus précises sur la répartition et l'abondance de la berce et sur, par exemple, la nature exacte du couvert végétal, pour parvenir à des conclusions plus satisfaisantes. Malheureusement, il n'était pas possible de le

savoir au démarrage du projet, puisque nous ne disposions alors que d'informations très fragmentaires sur la répartition de la berce.

3.5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS :

Au ruisseau Fourchette, un individu de berce du Caucase produit entre 14 000 et 17 000 graines par année (jusqu'à 23 000) et de 75 à 85 % de celles-ci sont viables. Cela représente un nombre très considérable de semences, largement suffisant pour engendrer une invasion. D'un autre côté, presque toutes les graines qui tombent dans l'eau coulent en moins de cinq heures, et en bordure d'un petit cours d'eau comme le ruisseau Fourchette, la plupart sont probablement disséminées sur une distance n'excédant pas 40 m, au plus 100 à 300 m dans la très grande majorité des cas.

Pendant l'expérience de dissémination en conditions réelles, quelques graines ont peut-être été transportées par l'eau au-delà d'une distance de 300 m ; après tout, 39 % des graines n'ont pas été retrouvées. Considérant une vitesse du courant de 0,33 m s^{-1} (la réalité du ruisseau lors de l'expérience) et le fait que les graines peuvent flotter cinq heures, quelques-unes ont pu atteindre une distance de 6 km après le lâcher dans le ruisseau. Quoique théoriquement possible, cette hypothèse semble improbable : aucune graine n'a été détectée au-delà d'une distance de 480 m du point de lâcher et l'abondance d'obstacles (végétation, rochers, branches d'arbre, etc.) au fil du trajet du ruisseau rend difficile le transport des graines sur de très longues distances. Les graines non retrouvées étaient probablement dissimulées sous la végétation riveraine ou enfouies dans les sédiments.

Le succès d'établissement de la berce du Caucase en bordure du ruisseau Fourchette s'explique probablement par l'abondance d'habitats de haute qualité pour cette espèce (berges perturbées sans couvert arbustif faisant compétition, abondance d'éléments nutritifs associée au contexte agricole) et par la présence d'un cours d'eau facilitant le transport des graines. Toutefois, une berce du Caucase ne peut se reproduire qu'une seule fois à l'âge adulte, vers trois à cinq ans. Seule une toute petite fraction des graines produites par les individus riverains tombe dans l'eau aux mois d'août et de septembre, puisque les ombelles ne surplombent pas la plupart du temps les cours d'eau. Une fraction encore plus faible parvient, après un court trajet, à un site de germination favorable. En conséquence, si la dissémination des graines ne se faisait qu'à la fin de l'été et au début de l'automne, l'invasion progresserait probablement à un rythme très lent, soit peut-être de 300 à 500 m par génération de plants, du moins si l'on se fie à l'expérience de terrain. Ce scénario ne correspond pas à celui observé en bordure du ruisseau Fourchette où la berce a envahi les rives par dizaines de milliers d'individus sur une distance de 18 km en une dizaine d'années.

On a en conséquence proposé (Trottier et al. 2017) un scénario alternatif pour expliquer la prolifération très rapide de la berce du Caucase au ruisseau Fourchette. On suggère que les graines de berce se disséminent surtout à la fin de l'automne et encore davantage au printemps, c'est-à-dire au moment où le débit du ruisseau Fourchette est neuf fois plus élevé qu'au cours de l'été (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec 2017). Les crues peuvent transporter les milliers de graines qui se trouvent au sol près des plants dont elles sont issues, et sur une distance bien plus grande que le ruisseau l'été puisque le courant est alors beaucoup plus fort. La flottabilité des graines de berce est faible, mais cela ne constitue pas un frein à leur dissémination en période de crues (Truscott et al. 2006).

Les graines, lors des périodes de crues, peuvent être déposées sur le haut du talus du cours d'eau (Kaproth et McGraw 2008) ou sur les plaines inondables, en des sites plus favorables à la survie des individus qui sont alors moins exposés aux inondations qui peuvent survenir à la fin du printemps, lorsque les plants sont en émergence et donc plus fragiles. Lors de l'inventaire effectué en 2014, plusieurs individus de berce du Caucase ont été détectés sur la plaine inondable du ruisseau Fourchette, souvent à plus de 10 m du cours d'eau (**Figure 7**). On peut émettre l'hypothèse que ce sont surtout les crues qui sont responsables de la dissémination des graines de berce sur de longues distances et qui sont à l'origine des fortes concentrations d'individus trouvés à plusieurs kilomètres du front d'invasion, comme entre les km 10,75 et 12, au km 13,75 et au km 15,25, sans mentionner les individus trouvés aux km 20, 23 et 26 (**Figure 9**).

RECOMMANDATIONS :

1) La berce du Caucase est très prolifique. En bordure d'un cours d'eau, elle peut se propager sur plusieurs kilomètres en l'espace de quelques années. Une invasion peut être combattue avec succès, **mais il faut intervenir le plus rapidement possible**, car autrement, la tâche deviendra vite ardue et onéreuse. Idéalement, il faut procéder dès la détection des premiers individus et en éliminant tous les plants (extraction de la racine, herbicides), en commençant par ceux qui produiront des fleurs dans les mois à venir. À défaut, il faut au moins couper les ombelles en formation avant qu'elles ne produisent leurs semences, le temps de préparer une intervention plus musclée. Comme la coupe de ombelles engendre souvent la production de nouvelles fleurs, surtout si l'intervention se fait au début de la floraison, il est préférable de ne pas couper la tige trop bas (pour voir plus facilement les repousses) et de faire un second passage, quelques semaines après la coupe, pour éliminer les nouvelles fleurs. Il faut évidemment faire un suivi de l'intervention sur plusieurs années, puisque les graines peuvent persister dans le sol jusqu'à trois à cinq ans.

2) Si l'invasion est déjà bien avancée, il est préférable de ne pas agir dans la précipitation et de préparer sur plusieurs mois un plan de lutte. La première étape de cette préparation est de **faire une cartographie détaillée** des populations de berce. Elle n'implique pas le recensement systématique de tous les individus, mais plutôt l'identification de la source de l'invasion, la délimitation du front d'avancement de l'invasion (le long d'un cours d'eau) et la localisation des principales populations. Une bonne carte permettra de beaucoup mieux planifier les interventions à suivre et d'en évaluer le type d'intervention, le calendrier et les coûts. On surestime beaucoup l'effort requis pour réaliser ce genre de carte. La technologie offre pourtant de nos jours des supports intéressants et peu coûteux pour faire ce travail. Sur le terrain, un échantillonnage bien planifié peut permettre de couvrir de vastes étendues de territoire dans un laps de temps raisonnable (ici : 14 jours de travail à deux personnes pour 37 km de cours d'eau). Il suffit d'observateurs avisés, d'un système de positionnement géographique et d'habilités de base en cartographie assistée par ordinateur pour produire des cartes précises et utiles, comme celle présente dans ce rapport.

Équipe de réalisation (Université Laval) ***:***

Élaboration du SIG : *Marie-Claude Duquette (professionnelle de recherche)*
Travaux de terrain : *Noémie Blanchette-Forget (étudiante au 1er cycle), Catherine Dubois (étudiante au 2e cycle), Félix Gagnon (étudiant au 2e cycle), Elisabeth Groeneveld (professionnelle de recherche), Claude Lavoie (professeur titulaire), Michaël Leblanc (étudiant au 2e cycle), Benjamin Lelong (professionnel de recherche), Nicolas Trottier (étudiant au 2e cycle)*
Travaux de laboratoire : *Elisabeth Groeneveld, Nicolas Trottier*
Compilation et analyse préliminaire des données : *Claude Lavoie, Nicolas Trottier*
Rédaction de la section du rapport : *Claude Lavoie, Nicolas Trottier*

4. **OBJECTIF no 2 :** évaluer les conséquences de la présence de la berce du Caucase sur la végétation des bandes riveraines en contexte agricole.

Encore ici, le meilleur endroit au Québec pour étudier les conséquences sur la végétation des bandes riveraines d'une invasion de berce du Caucase était, en 2014, le **ruisseau Fourchette**, et plus précisément la section du ruisseau qui était alors la plus fortement envahie, à environ 2 km du point zéro de l'invasion. Cette section traverse, pour l'essentiel, la propriété de la Ferme Pieriane, partenaire de ce projet de recherche (**Figure 1**).

4.1 Travaux de terrain effectués en 2014 et 2017

Les études de terrain sur l'impact d'un envahisseur végétal sur la biodiversité sont controversées, car il est difficile de savoir si l'envahisseur a peu à peu éliminé ses compétiteurs ou s'il s'est plutôt installé là où les compétiteurs étaient moins nombreux ou occupaient un couvert moins important. L'équipe de QuéBERCE a réfléchi à ce problème pour le cas précis de la berce du Caucase, après avoir pris connaissance de la réalité de terrain du ruisseau Fourchette. Pour contourner cet écueil, l'équipe a mis à profit la croissance rapide de la berce et a utilisé un protocole pouvant fournir une réponse plus claire quant à l'impact réel de cette plante sur la végétation. Les 27 et 28 mai 2014, l'équipe a sélectionné 20 sites, sur la bande riveraine le long du ruisseau, là où l'on trouvait au moins deux plants de berce qui, pour autant qu'on puisse en juger à la fin mai, n'étaient pas sur le point de parvenir à maturité au cours de l'été 2014 (plants d'un an d'âge). On a donc supposé que ces plants n'avaient pas encore eu d'effet sur la composition en espèces et sur le couvert des autres plantes au voisinage immédiat. L'hypothèse de travail était qu'au fur et à mesure que ces plants augmenteraient en taille et en volume (étés 2014, 2015, 2016 et 2017), ils entreraient en compétition avec les autres plantes et auraient donc un impact.

À chacun des sites, on a délimité un quadrat de 2 × 2 m centré sur les plants de berce du Caucase. Les quadrats ont été bordés aux quatre coins par de grands piquets de bois solides facilement repérables (**Figure 10**). La coordonnée géographique d'un des coins du quadrat a ensuite été enregistrée à l'aide d'un SPG. À chaque quadrat fut associé un autre quadrat témoin sans berce (ni même avec plantule de l'année), situé le plus près possible du quadrat avec berce. Un suivi des quadrats témoins a été fait en 2014, 2015 et 2016 pour enlever toute berce du Caucase qui était en voie de s'établir. Pour que le travail soit valable, les différences entre les quadrats avec et sans berce devaient (en 2014) être minimales. Il ne devait en fait n'y avoir aucune différence qui soit significative d'une point de vue statistique (donc réelle) quant à la richesse et la diversité en espèces ou le couvert végétal.

A

B

Figure 10 : quadrat d'échantillonnage (ici sans berce du Caucase) ayant pour but de mesurer, en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches), l'impact de la berce sur la diversité végétale d'une bande riveraine en contexte agricole en **(A)** 2014 et **(B)** 2017 (photographies : E. Groeneveld).

Le premier inventaire de la végétation s'est déroulé du 15 au 31 juillet 2014. Un ruban à mesurer a été installé sur deux côtés opposés du quadrat (ceux parallèles au ruisseau). Un autre

ruban a été placé dans le quadrat de façon perpendiculaire aux autres rubans (et donc au ruisseau) pour rejoindre, d'un côté à l'autre (vis-à-vis), les positions (en cm) 25, 50, 75, 100, 125, 150 et 175. Le long de ce ruban perpendiculaire, une tige de 2 cm de diamètre a été enfoncée dans le sol aux positions (en cm) 25, 50, 75, 100, 125, 150 et 175 (**Figure 11**). Chaque plante touchant la tige de bois, peu importe la hauteur, a été identifiée à l'espèce (ce qui correspond ici à un *touché*). Il y avait donc au total, pour chaque quadrat, 49 points d'échantillonnage, ce qui fait 980 points pour les quadrats avec berce du Caucase et 980 points pour les quadrats sans berce. Les plantes qu'il n'était pas possible d'identifier sur le terrain ont été récoltées pour identification ultérieure en laboratoire (sans, bien sûr, les déraciner). Le second inventaire (2017) s'est déroulé exactement de la même manière du 17 au 25 juillet.

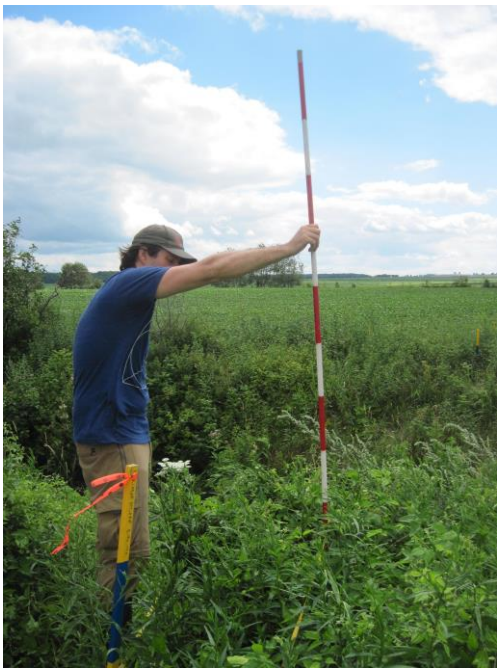

Figure 11 : tige de bois utilisée pour mesurer, en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches), la diversité végétale d'une bande riveraine en contexte agricole (photographie : E. Groeneveld).

Les données ont été traitées statistiquement de plusieurs manières. Lorsqu'il s'agissait de comparer les quadrats avec berce avec les quadrats témoins pour une même année d'inventaire, un test de *t* de Pearson pour variances égales a été appliqué, après avoir testé l'égalité des variances à l'aide du test de *F*. Lorsqu'il s'agissait plutôt de comparer entre eux les quadrats avec berce d'une part (2014 et 2017), ou les quadrats témoins d'autre part (2014 et 2017), un test de *t* pairé de Pearson a été utilisé. Dans tous les tests, la normalité des distributions a été vérifiée visuellement avant de faire le travail. Pour les questions concernant les changements de couvert au fil du temps chez certaines espèces en particulier, la distribution de certaines différences n'était clairement pas normale lors de l'inspection visuelle. On a donc, pour chaque espèce, testé si la distribution des différences entre 2014 et 2017 s'éloignait significativement d'une distribution normale à l'aide du test de Shapiro-Wilk. On a ensuite appliqué soit un test de *t* pairé (pour les distributions normales), soit un test non paramétrique de Wilcoxon (pour les distributions non normales). Pour ces derniers, l'intervalle de confiance de la différence 2014 par rapport à 2017 rapporté est aussi basé sur une méthode non paramétrique (*bootstrap*). Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel d'analyse R (version 3.4.2).

4.2 Résultats

Au total, 69 espèces de plantes vasculaires ont été recensées en 2014 dans les 40 quadrats installés dans la bande riveraine du ruisseau Fourchette, soit 31 espèces indigènes et 38 espèces exotiques (**Tableau 2**). Les principales espèces recensées sont toutes des graminées exotiques et ont été, par ordre décroissant du nombre total de touchés, le vulpin des prés (*Alopecurus pratensis* : 1 011 touchés), le brome inerme (*Bromus inermis* : 975), l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea* : 455) et le chiendent commun (*Elymus repens* : 360). On trouvait dans les quadrats témoins (sans berce du Caucase) 12 espèces en moyenne (minimum : 6 ; maximum : 22) et le nombre moyen de touchés – qui donne une bonne idée du couvert végétal – était de 122 (minimum : 62 ; maximum : 193). Dans les quadrats avec berce, on trouvait 14 espèces en moyenne (minimum : 8 ; maximum : 22), ce qui inclut bien sûr la berce, et le nombre moyen de touchés était de 134 (minimum : 79 ; maximum : 188).

En 2017, 60 espèces de plantes vasculaires ont été recensées, soit 31 espèces indigènes et 29 espèces exotiques. Les principales espèces recensées ont été le brome inerme (1 291 touchés), le vulpin des prés (817), l'alpiste roseau (621) et, comme on pouvait s'y attendre, la berce du Caucase (482) dans les quadrats avec berce, quoique quelques petits individus aient été aperçus en 2017 dans les quadrats témoins. On trouvait dans les quadrats témoins 11 espèces en moyenne (minimum : 5 ; maximum : 21) et le nombre moyen de touchés était de 132 (minimum : 60 ; maximum : 199). Dans les quadrats avec berce, on trouvait 11 espèces en moyenne (minimum : 5 ; maximum : 23) et le nombre moyen de touchés était de 133 (minimum : 75 ; maximum : 206).

Tableau 2 : espèces de plantes vasculaires (avec nombre de touchés correspondants) recensées en 2014 et 2017 dans les quadrats avec ou sans berce du Caucase utilisés pour un suivi de la diversité végétale des bandes riveraines du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches).

Espèce[a]	Famille	Statut[a]	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2017**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2017**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2014**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2017**
Acer negundo **Érable à Giguère**	Sapindaceae	exotique	0	7	0	0	0	7
Achillea millefolium **Achillée millefeuille**	Asteraceae	indigène	0	0	4	0	4	0
Agrimonia gryposepala **Aigremoine à sépales crochus**	Rosaceae	indigène	6	10	14	16	20	26
Agrostis capillaris **Agrostide fine**	Poaceae	exotique	1	3	5	0	6	3
Agrostis gigantea **Agrostide blanche**	Poaceae	exotique	2	0	4	0	6	0
Alopecurus pratensis **Vulpin des prés**	Poaceae	exotique	466	445	545	372	1 011	817
Angelica atropurpurea **Angélique pourpre**	Apiaceae	indigène	0	0	1	0	1	0
Arctium minus **Petite bardane**	Asteraceae	exotique	63	5	45	24	108	29
Artemisia vulgaris **Armoise vulgaire**	Asteraceae	exotique	52	35	48	45	100	80
Barbarea vulgaris **Barbarée vulgaire**	Brassicaceae	exotique	1	0	3	0	4	0

Espèce[a]	Famille	Statut[a]	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2017**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2017**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2014**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2017**
Bromus inermis **Brome inerme**	Poaceae	exotique	465	655	510	636	975	1291
Calamagrostis canadensis **Calamagrostide du Canada**	Poaceae	indigène	0	0	1	6	1	6
Cerastium arvense **Céraiste des champs**	Caryophyllaceae	exotique	0	0	1	0	1	0
Chenopodium album **Chénopode blanc**	Amaranthaceae	exotique	7	0	1	0	8	0
Cirsium arvense **Chardon des champs**	Asteraceae	exotique	30	4	4	0	34	4
Clematis virginiana **Clématite de Virginie**	Ranunculaceae	indigène	49	49	50	47	99	96
Cornus sericea **Cornouiller hart-rouge**	Cornaceae	indigène	0	1	0	3	0	4
Dactylis glomerata **Dactyle pelotonné**	Poaceae	exotique	0	0	0	3	0	3
Doellingeria umbellata* var. *umbellata **Aster à ombelles**	Asteraceae	indigène	0	0	0	7	0	7
Echinocystis lobata **Concombre grimpant**	Cucurbitaceae	indigène	2	1	17	7	19	8
Elymus repens **Chiendent commun**	Poaceae	exotique	228	152	132	38	360	190
Epilobium hirsutum **Épilobe hirsute**	Onagraceae	exotique	0	1	0	0	0	1
Epipactis helleborine **Épipactis petit-hellébore**	Orchidaceae	exotique	0	0	0	1	0	1
Equisetum arvense **Prêle des champs**	Equisetaceae	indigène	58	77	85	111	143	188
Erigeron annuus **Vergerette annuelle**	Asteraceae	indigène	5	0	0	0	5	0
Erysimum cheiranthoides **Vélar fausse-giroflée**	Brassicaceae	exotique	0	0	2	0	2	0
Euthamia graminifolia **Verge d'or à feuilles de graminée**	Asteraceae	indigène	7	0	42	27	49	27
Eutrochium maculatum* var. *maculatum **Eupatoire maculée**	Asteraceae	indigène	2	11	4	23	6	34
Fallopia convolvulus **Renouée liseron**	Polygonaceae	indigène	1	0	2	0	3	0
Festuca rubra **Fétuque rouge**	Poaceae	exotique	41	16	66	43	107	59
Fragaria virginiana **Fraisier des champs**	Rosaceae	indigène	0	2	6	3	6	5
Galeopsis tetrahit **Galéopside à tige carrée**	Lamiaceae	exotique	10	1	23	2	33	3
Galium asprellum **Gaillet piquant**	Rubiaceae	indigène	0	1	0	2	0	3
Galium mollugo **Gaillet mollugine**	Rubiaceae	exotique	0	6	1	7	1	13
Galium palustre **Gaillet palustre**	Rubiaceae	indigène	20	1	17	0	37	1
Geum aleppicum **Benoîte d'Alep**	Rosaceae	indigène	0	0	1	4	1	4

Espèce[a]	Famille	Statut[a]	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2017**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2017**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2014**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2017**
Glechoma hederacea **Lierre terrestre**	Lamiaceae	exotique	10	4	1	6	11	10
Heracleum mantegazzianum **Berce du Caucase**	Apiaceae	exotique	0	18	218	464	218	482
Hieracium vulgatum **Épervière vulgaire**	Asteraceae	indigène	0	2	0	0	0	2
Hypericum perforatum **Millepertuis commun**	Hypericaceae	exotique	3	0	3	0	6	0
Impatiens capensis **Impatiente du Cap**	Balsaminaceae	indigène	3	10	33	85	36	95
Lapsana communis **Lapsane commune**	Asteraceae	exotique	0	0	3	3	3	3
Linaria vulgaris **Linaire vulgaire**	Plantaginaceae	exotique	12	0	8	0	20	0
Lolium pratense **Fétuque des prés**	Poaceae	indigène	0	0	3	0	3	0
Lotus corniculatus **Lotier corniculé**	Fabaceae	exotique	56	15	34	3	90	18
Lysimachia ciliata **Lysimaque ciliée**	Primulaceae	indigène	0	2	3	4	3	6
Medicago sativa **Luzerne cultivée**	Fabaceae	exotique	5	1	1	0	6	1
Oxalis stricta **Oxalide d'Europe**	Oxalidaceae	exotique	7	1	6	3	13	4
Persicaria hydropiper **Renouée poivre-d'eau**	Polygonaceae	indigène	0	0	2	0	2	0
Persicaria lapathifolia **Renouée à feuilles de patience**	Polygonaceae	indigène	1	0	0	0	1	0
Persicaria maculosa **Renouée persicaire**	Polygonaceae	indigène	3	0	1	0	4	0
Persicaria sagittata **Renouée sagittée**	Polygonaceae	indigène	17	1	14	7	31	8
Phalaris arundinacea **Alpiste roseau**	Poaceae	exotique	178	299	277	322	455	621
Phleum pratense **Fléole des prés**	Poaceae	exotique	33	2	37	3	70	5
Plantago major **Plantain majeur**	Plantaginaceae	exotique	1	0	2	0	3	0
Poa palustris **Pâturin des marais**	Poaceae	indigène	4	3	3	1	7	4
Poa pratensis **Pâturin des prés**	Poaceae	exotique	80	58	42	7	122	65
Polygonum aviculare **Renouée des oiseaux**	Polygonaceae	exotique	1	0	0	0	1	0
Prunus virginiana **Cerisier de Virginie**	Rosaceae	indigène	4	3	3	2	7	5
Ranunculus repens **Renoncule rampante**	Ranunculaceae	exotique	0	1	0	0	0	1
Rubus allegheniensis **Ronce des Alléghanys**	Rosaceae	indigène	12	14	0	0	12	14
Rubus idaeus **Framboisier rouge**	Rosaceae	indigène	21	68	40	52	61	120
Rumex crispus **Patience crépue**	Polygonaceae	exotique	0	0	1	0	1	0

Espèce[a]	Famille	Statut[a]	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats témoins **2017**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2014**	Touchés (*n* total) : quadrats avec berce du Caucase **2017**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2014**	Touchés (*N* total) : tous les quadrats **2017**
Rumex obtusifolius **Patience à feuilles obtuses**	Polygonaceae	exotique	0	0	0	2	0	2
Salix alba **Saule blanc**	Salicaceae	exotique	0	24	0	0	0	24
Setaria pumila* subsp. *pumila **Sétaire glauque**	Poaceae	exotique	1	0	0	0	1	0
Solidago canadensis **Verge d'or du Canada**	Asteraceae	indigène	6	36	12	14	18	50
Solidago rugosa **Verge d'or rugueuse**	Asteraceae	indigène	2	12	2	11	4	23
Sonchus arvensis **Laiteron des champs**	Asteraceae	exotique	0	2	4	0	4	2
Stachys pilosa **Épiaire poilue**	Lamiaceae	indigène	32	30	37	37	69	67
Stellaria graminea **Stellaire à feuilles de graminées**	Caryophyllaceae	exotique	71	167	73	45	144	212
Symphyotrichum lanceolatum **Aster à feuilles lancéolées**	Asteraceae	indigène	135	182	38	67	173	249
Symphyotrichum puniceum **Aster ponceau**	Asteraceae	indigène	0	2	3	8	3	10
Taraxacum officinale **Pissenlit officinal**	Asteraceae	exotique	85	38	43	8	128	46
Thalictrum pubescens **Pigamon pubescent**	Ranunculaceae	indigène	1	2	0	1	1	3
Thlaspi arvense **Tabouret des champs**	Brassicaceae	exotique	1	0	0	0	1	0
Tripleurospermum inodorum **Matricaire inodore**	Asteraceae	exotique	1	3	0	0	1	3
Tragopogon pratensis **Salsifis des prés**	Asteraceae	exotique	16	1	11	0	27	1
Trifolium pratense **Trèfle rouge**	Fabaceae	exotique	3	0	1	0	4	0
Veronica serpyllifolia **Véronique à feuilles de serpolet**	Plantaginaceae	indigène	0	0	0	1	0	1
Vicia cracca **Vesce jargeau**	Fabaceae	exotique	127	150	80	76	207	226

[a]Nomenclature : Brouillet et al. (2018).

Il n'y avait pas, en 2014, de différence significative de richesse en espèces entre les quadrats témoins et ceux avec berce (t = –1,690 ; d.d.l. = 38 ; P = 0,099). La richesse correspond au nombre d'espèces en présence. Il n'y avait pas non plus de différence significative dans le nombre de touchers (t = –1,156 ; d.d.l. = 38 ; P = 0,255) et la diversité (indice de Shannon ; t = –1,504, d.d.l = 38, P = 0,141). L'indice de diversité prend en considération non seulement le nombre d'espèces en présence, mais aussi leur abondance respective (nombre de touchés). Un quadrat dont la diversité est élevée est un quadrat où on trouve plusieurs espèces ayant plus ou moins la même abondance. Au contraire, un quadrat à faible diversité est celui avec peu d'espèces et qui est dominé par une ou deux plantes. Il était important d'arriver à ce résultat (absence de

différence significative), car la prémisse de départ était que les quadrats témoins et sans berce étaient similaires au début du suivi.

La richesse en espèces (**Figure 12**) n'a pas vraiment changé dans les quadrats témoins entre 2014 et 2017 (t = –1,336 ; d.d.l. = 19 ; P = 0,198), mais elle a par contre diminué de façon significative dans les quadrats avec berce au cours de la même période (t = –3,248 ; d.d.l. = 19 ; P = 0,004). L'intervalle de confiance (à 95 % de certitude) indique que ce changement correspond à une perte de 1,2 à 5,4 espèces par quadrat entre 2014 et 2017. Il y a aussi eu une baisse significative de la diversité (**Figure 13**) dans les quadrats avec berce entre 2014 et 2017 (t = –3,774 ; d.d.l. = 19 ; P = 0,001). L'intervalle de confiance à 95% de ce changement correspond à une chute de la valeur de l'indice de 0,14 à 0,47. Aucun changement de diversité n'a été observé dans les quadrats témoins (t = –1.310 ; d.d.l. = 19 ; P = 0,206). Enfin, le nombre de touchers n'a pas changé de façon significative entre 2014 et 2017, autant dans les quadrats témoins (t = 1;266 ; d.d.l. = 19 ; P = 0,221) que dans les quadrats contenant de la berce (t = –0.0952 ; d.d.l. = 19 ; P = 0.925). Ce constat demeure même si l'on exclut du calcul les touchers de berce dans les quadrats avec berce (t = –1,615 ; d.d.l. = 19 ; P = 0,1229).

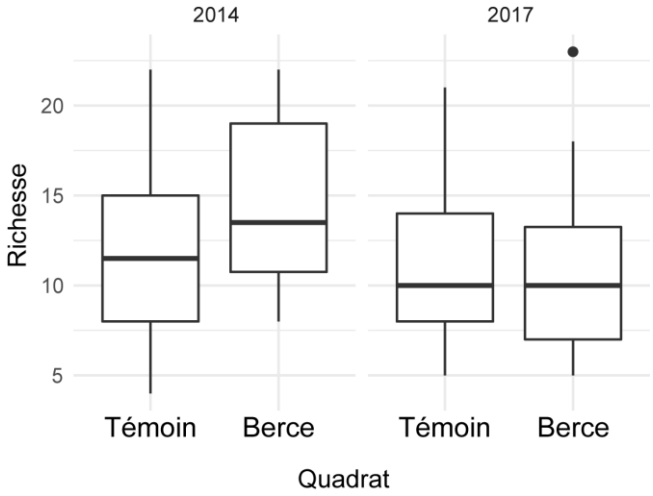

Figure 12 : diagramme en boîte à moustaches qui illustre l'évolution (2014–2017) de la richesse en espèces de la végétation vasculaire de la bande riveraine du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) dans les quadrats témoins (sans berce du Caucase) ou avec berce. La barre au centre de la boîte indique la médiane, la boîte là où se situent 50 % des données, et les moustaches (les barres au-dessus et au-dessous des boîtes) l'étendue des données, sauf les valeurs extrêmes (un point).

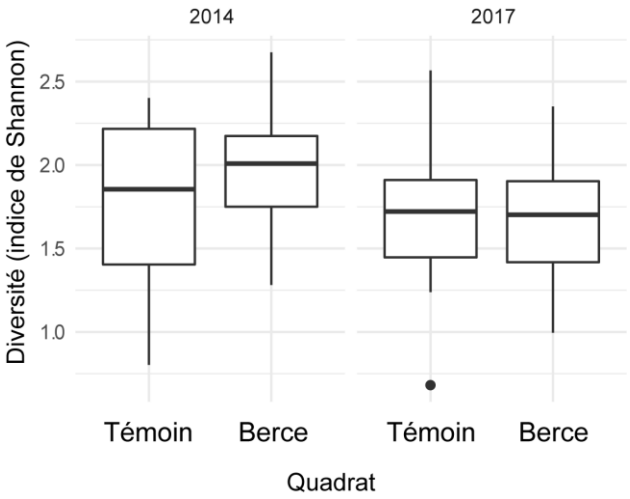

Figure 13 : diagramme en boîte à moustaches qui illustre l'évolution (2014–2017) de la diversité (indice de Shannon) en espèces de la végétation vasculaire de la bande riveraine du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches) dans les quadrats témoins (sans berce du Caucase) ou avec berce. La barre au centre de la boîte indique la médiane, la boîte là où se situent 50 % des données, et les moustaches (les barres au-dessus et au-dessous des boîtes) l'étendue des données, sauf les valeurs extrêmes (un point).

Parmi les espèces les plus communes et pour lesquelles il était possible de faire un test statistique, trois ont vu leur nombre de touchés augmenter de manière significative dans les quadrats témoins entre 2014 et 2017, soit l'alpiste roseau, le brome inerme, et la stellaire à feuilles de graminées (*Stellaria graminea*). Le brome inerme et, bien entendu, la berce du Caucase ont aussi vu leur nombre de touchés augmenter de manière significative dans les quadrats avec berce. Dans ces mêmes quadrats, la chute du nombre de touchés a été significative pour le vulpin des prés.

4.3 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS :

Ce suivi de l'effet de la berce du Caucase sur la végétation d'une bande riveraine en contexte agricole montre qu'au fur et à mesure que les plants de berce vieillissent et augmentent en taille et en volume au fil des étés, la richesse en espèces de plantes diminue là où ils se trouvent. On peut perdre entre 0,3 et 1,3 espèce de plante vasculaire par mètre carré de bande riveraine sur une période de quatre ans. Le couvert végétal total, mesuré au cœur de l'été, ne change pas vraiment. Certaines espèces opportunistes, comme le brome inerme ou, dans une moindre mesure, l'alpiste roseau, profitent même de la situation pour occuper davantage d'espace.

Il n'est pas facile de déterminer si ce changement a un réel impact sur la qualité de la bande riveraine et sur les services écosystémiques qu'elle rend. La flore indigène, celle qui est idéalement recherchée et qui est aussi la moins susceptible de se propager dans les champs en culture voisins et de devenir une nuisance, ne correspond qu'à 30–34 % du nombre de touchés là où les relevés ont été faits (Ferme Pieriane). La flore exotique n'est pas en soi moins performante pour rendre les services, mais au ruisseau Fourchette, elle est essentiellement composée d'espèces opportunistes, au caractère envahissant, qui peuvent survivre en présence de berce et peut-être même tirer avantage de l'envahisseur. La berce pourrait, par exemple, éliminer des compétiteurs végétaux à son profit bien sûr, mais aussi à celui du brome et de l'alpiste.

On savait déjà, grâce à de rares travaux européens (Thiele et Otte 2006, 2007 ; Pyšek et al. 2007), que la berce a un certain impact sur la végétation. Ces travaux montrent que dans les sites massivement envahis, on trouve en général un peu moins d'espèces de végétaux. Toutefois, à une échelle régionale, cet effet est difficilement perceptible, les invasions étant confinées à de petits secteurs. Aussi, il semble que l'impact s'atténue avec le temps. Les populations de berce ont tendance à décliner après une trentaine d'années, peut-être parce que les organismes pathogènes du sol qui affectent la plante se multiplient au fil des générations de berce et se font alors de plus en plus virulents.

En est-il de même en Amérique du Nord en contexte agricole ? Difficile de l'affirmer avec certitude, car l'invasion est trop récente, du moins au Québec. C'est tout de même vraisemblable. L'invasion au ruisseau Fourchette était localement spectaculaire, mais les sites fortement envahis n'occupaient pas, malgré tout, une grande surface. En définitive, la berce n'est certainement pas un gain, du point de vue de la biodiversité, pour la bande riveraine, mais rien n'indique non plus qu'elle puisse engendrer un appauvrissement massif du couvert végétal sur plusieurs kilomètres de rivière ou de ruisseau.

On rapporte régulièrement que les berges des cours d'eau envahies par la berce deviennent plus susceptibles à l'érosion, mais il n'existe aucune preuve à l'appui de cette hypothèse. Le travail résumé dans ce rapport fait état de la végétation présente au cœur de l'été. Certaines plantes vivaces, comme l'alpiste et le brome, persistent une fois l'automne et l'hiver venu grâce à leur réseau de rhizomes et contribuent ainsi à stabiliser la bande riveraine et à diminuer l'effet de l'érosion, particulièrement lors des crues automnales et printanières. C'est différent pour la berce dont il ne subsiste l'hiver qu'une racine en forme de carotte, ce qui est moins efficace pour retenir les sédiments. Si la berce élimine des plantes à rhizome moins compétitives, les sols pourraient être moins bien protégés. Une évaluation du portrait automnal et printanier de la végétation, avec un suivi minutieux de profils de berge, pourrait peut-être fournir des renseignements sur l'effet de la berce sur l'érosion (**Figure 13**). Cela étant, en contexte agricole, il est probable que d'autres facteurs associés à une agriculture intensive (labour, mince bande riveraine, etc.) ou aux évènements extrêmes climatiques contribuent bien davantage au phénomène de l'érosion que la berce.

A

B

Figure 13 : quadrat d'échantillonnage (avec berce du Caucase), en bordure du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches), ayant beaucoup évolué entre **(A)** 2014 et **(B)** 2017. On y trouvait 20 espèces de plantes vasculaires en juillet 2014, seulement cinq en juillet 2017. Le nombre de touchés a chuté de 46 % entre 2014 et 2017. Donc même si, de manière générale, la berce ne semble pas avoir beaucoup d'effets sur la biodiversité, il y a tout de même des cas où en forte densité de berce, les autres plantes subissent son influence. Les photographies, prises au printemps (mai), montrent la dénudation progressive du sol après la croissance et la mort de grands individus de berce dont on voit les vestiges (tiges florales desséchées) sur la photographie de 2017. De nouveaux plants, probablement implantés dès 2014, mais peu vigoureux à cause des berces plus âgées prenant toute la place, prennent la relève en 2017 (photographies : E. Groeneveld).

RECOMMANDATIONS :

1) La berce du Caucase est d'abord et avant tout une nuisance pour la santé (dermatites). Les producteurs agricoles sont particulièrement à risque puisque leurs terres sont souvent traversées de ruisseaux qui offrent un habitat propice à l'établissement de populations massives. **Protéger la santé des producteurs, et celle de la population en général, devrait constituer le premier motif d'intervention en matière de lutte.** Protéger la diversité végétale de la bande riveraine contre l'envahisseur est aussi un objectif louable qui repose sur certains éléments de preuve, mais cela pourrait difficilement justifier, en soi, un motif pour une intervention d'éradication massive, surtout dans des bandes riveraines qui sont déjà fortement envahies par d'autres plantes exotiques.

2) Une inconnue demeure quant à l'effet de la berce du Caucase sur l'érosion riveraine. Il est improbable que cet effet soit important sur la dynamique riveraine et sédimentaire de l'ensemble d'un cours d'eau, surtout en contexte agricole où les éléments perturbateurs sont nombreux. Par contre, localement, les effets pourraient être importants, notamment chez un producteur agricole aux prises avec une infestation massive (cas de la Ferme Pieriane). **Quantifier davantage les pertes de sol par érosion** associées à la présence de la berce pourrait être envisageable avec le développement de certaines techniques de suivi de la surface sol, notamment par télédétection par drone. Un projet sur la seule berce du Caucase serait peut-être difficile à justifier et financer, mais s'il intégrait d'autres plantes envahissantes en milieu riverain qu'on suspecte de causer des problèmes de même nature, comme l'impatiente glanduleuse (*Impatiens glandulifera*) et la renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), il pourrait devenir plus englobant et signifiant.

Équipe de réalisation (Université Laval) :

Élaboration du design expérimental : *Elisabeth Groeneveld (professionnelle de recherche), Claude Lavoie (professeur titulaire)*
Travaux de terrain : *Marie-Claude Duquette (professionnelle de recherche), Elisabeth Groeneveld (professionnelle de recherche), Rebecca Matte (étudiante au 1er cycle), Nicolas Trottier (étudiant au 2e cycle)*
Identification des plantes en laboratoire : *Elisabeth Groeneveld*
Compilation et analyse des données : *Charles Martin (étudiant au 3e cycle), Elisabeth Groeneveld*
Rédaction de la section du rapport : *Claude Lavoie, Charles Martin*

5. ACTIVITÉS CONNEXES

Les membres du groupe QuéBERCE ont participé à plusieurs activités de diffusion d'informations sur la berce du Caucase depuis le mois de mai 2014, activités au cours desquelles la contribution du MAPAQ à ses projets de recherche a été mise en évidence. Un **reportage** sur la berce tourné en 2013 par l'équipe de l'émission de télévision *La semaine verte* (Radio-Canada) et auquel **Claude Lavoie** a participé, a été rediffusé (avec commentaires à jour) les 24 et 25 mai 2014. **Claude Lavoie** a donné plusieurs **entrevues aux médias** au cours des étés 2015 et 2017, particulièrement à Radio-Canada à Montréal, Ottawa-Gatineau et Québec (*Les éclaireurs*, *Médium large*, *Première heure*, *Radio-Canada cet après-midi*), mais aussi à Radio Ville-Marie (*La grande équation*) et au journal *L'Acadie Nouvelle* du Nouveau-Brunswick. **Claude Lavoie**, **Elisabeth Groeneveld** (professionnelle de recherche, Université Laval) et **Patrick Boivin** (professionnel de

recherche, Université de Montréal) ont participé à une **rencontre d'échanges** sur la situation de la berce en Chaudière-Appalaches qui a réuni 30 personnes à la municipalité de Saint-Isidore le 19 septembre 2014. Cette réunion, organisée par **Annie Goudreau** (agronome au MAPAQ), s'est terminée par une visite de terrain au site expérimental de la Ferme Pieriane.

Claude Lavoie a donné une **formation créditée** (par l'Université Laval) de deux heures sur les bonnes pratiques en matière d'éradication de la berce du Caucase, formation qui a accueillie 31 personnes au Jardin botanique de Montréal (3 novembre 2014) et 25 personnes au campus de l'Université Laval, à Québec (11 novembre 2014). Une formation similaire a aussi été donnée aux gestionnaires municipaux du Bas-Saint-Laurent (21 participants). Cette formation, donnée par **Claude Lavoie**, a eu lieu en région (Rimouski) le 14 avril 2015 ; une mise à jour de cette formation a été donnée à Trois-Pistoles le 29 octobre 2015. Une autre formation en région a été donnée à Sherbrooke (35 participants) le 20 avril 2016. Deux autres formations créditées, d'une journée complète chacune, ont eu lieu le 21 septembre 2015 et le 11 mai 2016 à Lévis. Elles ont encore une fois été données par **Claude Lavoie**, mais avec l'aimable participation de **Jérôme Carrier**, technicien dans cette municipalité. Ces formations comportaient une démonstration terrain (à la ferme Pieriane) donnée par **Patrick Boivin**, **Guillaume Beaulieu**, de la firme Acéri-For, et **Benoît Saint-Georges** (technicien, Université de Montréal). Elles ont rassemblé au total 27 participants. Une formation en webinaire de mise à jour des connaissances s'est tenue le 11 mai 2017 (50 participants). Enfin, une **visite de terrain** destinée aux agronomes du MAPAQ, organisée par **Annie Goudreau** et avec **Claude Lavoie** pour un des guides, a eu lieu sur le site de la ferme Pieriane le 14 septembre 2015.

Le groupe QuéBERCE a procédé, au début du mois de septembre 2014, à la mise en ligne de son **site internet** (une contribution en nature de la Faculté d'aménagement, d'architecture, d'art et de design de l'Université Laval). On fait bien sûr état, dans ce site, des travaux de recherche subventionnés par le MAPAQ, mais on trouve aussi une foule d'informations sur la berce du Caucase, comme par exemple sur son identification et sur les soins à donner en cas de brûlure. QuéBERCE a aussi contribué à la mise à jour de la page internet du Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec traitant de la berce du Caucase, page dont la version initiale comportait beaucoup d'erreurs. Le groupe a organisé à Québec son tout premier **atelier de travail** (8 et 9 juin 2015) où ont participé non seulement les membres de QuéBERCE et leurs collaborateurs, mais aussi, à titre d'invités, **Petr Pyšek** et **Jan Pergl**, de l'Institut botanique de l'Académie des sciences de la République tchèque, et **Naja Kraus**, du Département de l'Environnement et de la Conservation de l'État du New York. Petr Pyšek et Jan Pergl sont les plus éminents spécialistes de la berce dans le monde, ayant travaillé sur cette espèce pendant de nombreuses années et ayant notamment été en partie responsables de la publication de l'ouvrage intitulé *Ecology and management of giant hogweed*, publié en 2007 par CAB International. Naja Kraus coordonne pour sa part le programme d'éradication de la berce dans l'état du New York, programme qui connaît un véritable succès (plusieurs centaines de populations éradiquées). Les échanges entre ces chercheurs et cette professionnelle et l'équipe de QuéBERCE ont été très fructueux et ont permis de mettre à jour les connaissances de tous et chacun. Le deuxième atelier de QuéBERCE a pour sa part eu lieu à Québec le 10 mai 2016.

Le tout premier **article scientifique** issu des travaux du groupe QuéBERCE et subventionné en bonne partie par le MAPAQ été publié en 2017 dans la revue internationale *River Research and Applications* par **Nicolas Trottier**, **Elisabeth Groeneveld** et **Claude Lavoie**. Il porte

essentiellement sur les résultats de l'objectif numéro 1 de ce rapport et s'intitule *Giant hogweed at its northern distribution limit in North America: experiments for a better understanding of its dispersal dynamics along rivers.*

Enfin, **Claude Lavoie** a été invité à plusieurs reprises à donner des **conférences** sur la berce du Caucase, notamment à la Société des établissements de plein-air du Québec (Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier : 30 octobre 2014), par webinaire au portail Québec Municipal (21 mai 2015), à la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures (9 juin 2015, 6 décembre 2017), au parc national du Bic (11 juillet 2015), à la municipalité de L'Islet (9 septembre 2015), au Département de biologie de l'Université de Moncton (12 novembre 2015), au Forum régional sur l'eau en Chaudière-Appalaches (Saint-Agapit : 10 décembre 2015 ; Saint-Henri-de-Lévis : 30 novembre 2017) et au Collectif régional de développement du Bas-Saint-Laurent (Témiscouata-sur-le-lac ; 20 avril 2016).

6. REMERCIEMENTS

Ce rapport a pu être réalisé grâce à l'excellent travail d'étudiants et de professionnelles de recherche sans lesquels la tâche aurait été beaucoup plus ardue. Je remercie de façon particulière les employés et étudiants de l'Université Laval qui ont contribué à la collecte des données, à leur compilation et à leur analyse préliminaire, soit **Noémie Blanchette-Forget**, **Catherine Dubois**, **Marie-Claude Duquette**, **Félix Gagnon**, **Elisabeth Groeneveld**, **Michaël Leblanc**, **Benjamin Lelong, Rebecca Matte** et **Nicolas Trottier**. Toutes ces personnes sont méritoires, car le travail de terrain, lorsqu'il est question de berce du Caucase, est dangereux et difficile, surtout lors des journées chaudes de l'été qui peuvent rapidement devenir exténuantes en raison de l'équipement de sécurité obligatoire qu'il est nécessaire de porter. Heureusement, aucun incident malheureux n'est venu perturber le cours des travaux. L'accueil réservé à l'équipe QuéBERCE par la Ferme Pieriane (**Guillaume Couture**) a été fortement apprécié, d'autant plus que l'équipe a pu bénéficier de certains équipements de ferme lorsque les circonstances l'exigeaient. Les discussions toujours riches et plaisantes que j'ai eues avec mon collaborateur **Jacques Brisson**, professeur titulaire à l'Université de Montréal, et son professionnel de recherche **Patrick Boivin**, tous deux membres de QuéBERCE, ont contribué non seulement à l'élaboration du devis de recherche qui a été proposé au MAPAQ, mais aussi à sa bonification pour tenir compte des réalités du terrain. Enfin, je ne peux passer sous silence l'appui indéfectible de la chargée de projet au MAPAQ, **Annie Goudreau**, qui a grandement facilité la tâche de l'équipe sur de multiples aspects du travail.

7. LITTÉRATURE CITÉE

Brochu, V. 2015. *Inventaire et traitements de la berce du Caucase le long des rivières Le Bras et Etchemin. Rapport 2015.* Conseil de bassin de la rivière Etchemin Lévis-Est, Saint-Henri.

Brouillet, L., F. Coursol, S.J. Meades, M. Favreau, M. Anions, P. Bélisle et P. Desmet. 2018. VASCAN, la base de données des plantes vasculaires du Canada. data.canadensys.net/vascan

Canadian Food Inspection Agency. 2012. *Canadian methods and procedures for testing seed.* Canadian Food Inspection Agency, Ottawa.

Kaproth, M.A. et J.B. McGraw. 2008. Seed viability and dispersal of the wind-dispersed invasive *Ailanthus altissima* in aqueous environments. *Forest Science* 54 : 490–496.

Klimaszyk, P., D. Klimaszyk, M. Piotrowiak et A. Popiołek. 2014. Unusual complications after occupational exposure to giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*): a case report. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 27 : 141–144.

Kraus, N. 2016. *Giant hogweed program. 2015 annual report.* Division of Lands and Forests, New York State Department of Environmental Conservation, Albany.

Lavoie, C., B. Lelong, N. Blanchette-Forget et H. Royer. 2013. La berce du Caucase : à l'aube d'une invasion au Québec ? *Naturaliste canadien* 137 (2) : 5–11.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec. 2017. Station 023305: Fourchette, sur la branche 52. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec. www.cehq.gouv.qc.ca/depot/historique_donnees_som_mensuels/023305_Q_MOY.txt

Moravcová, L., I. Perglová, P. Pyšek, V. Jarošík et J. Pergl. 2005. Effects of fruit position on fruit mass and seed germination in the alien species *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) and the implications for its invasion. *Acta Oecologica* 28 : 1–10.

Moravcová, L., P. Pyšek, L. Krinke, J. Pergl, I. Perglová et K. Thompson. 2007. Seed germination, dispersal and seed bank in *Heracleum mantegazzianum.* Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed* (Heracleum mantegazzianum). CAB International, Wallingford, p. 74–91.

Moravcová, L., P. Pyšek, J. Pergl, I. Perglová et V. Jarošík. 2006. Seasonal pattern of germination and seed longevity in the invasive species *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* 78 : 287–301.

Nielsen, C., I. Vanaga, O. Treikale et I. Priekule. 2007. Mechanical and chemical control of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed* (Heracleum mantegazzianum). CAB International, Wallingford, p. 226–239.

Pergl, J., I. Perglová, P. Pyšek et H. Dietz. 2006. Population age structure and reproductive behavior of the monocarpic perennial *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) in its native and invaded distribution ranges. *American Journal of Botany* 93 : 1018–1028.

Perglová, I., J. Pergl et P. Pyšek. 2006. Flowering phenology and reproductive effort of the invasive alien plant *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* 78 : 265–285.

Perglová, I., J. Pergl et P. Pyšek. 2007. Reproductive biology of *Heracleum mantegazzianum*. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed* (Heracleum mantegazzianum). CAB International, Wallingford, p. 55–73.

Pyšek, P., J. Müllerová et V. Jarošík. 2007. Historical dynamics of *Heracleum mantegazzianum* invasion at regional and local scales. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed* (Heracleum mantegazzianum). CAB International, Wallingford, p. 42–54.

Pyšek, P. et A. Pyšek. 1995. Invasion by *Heracleum mantegazzianum* in different habitats in the Czech Republic. *Journal of Vegetation Science* 6 : 711–718.

Rouifed, S., S. Puijalon, M.-R. Viricel et F. Piola. 2011. Achene buoyancy and germinability of the terrestrial invasive *Fallopia* × *bohemica* in aquatic environment: a new vector of dispersion? *Écoscience* 18 : 79–84.

Thiele, J. et A. Otte. 2006. Analysis of habitats and communities invaded by *Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev. (giant hogweed) in Germany. *Phytocoenologia* 36 : 281–320.

Thiele, J. et A. Otte. 2007. Impact of *Heracleum mantegazzianum* on invaded vegetation and human activities. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed* (Heracleum mantegazzianum). CAB International, Wallingford, p. 144–156.

Tiley, G.E.D., F.S. Dodd et P.M. Wade. 1996. Biological flora of the British Isles no 190. *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier. *Journal of Ecology* 84: 297–319.

Trottier, N., E. Groeneveld et C. Lavoie. 2017. Giant hogweed at its northern distribution limit in North America: experiments for a better understanding of its dispersal dynamics along rivers. *River Research and Applications* 33: 1098-1106.

Truscott, A.-M., C. Soulsby, S.C.F. Palmer, L Newell et P.E. Hulme. 2006. The dispersal characteristics of the invasive plant *Mimulus guttatus* and the ecological significance of increased occurrence of high-flow events. *Journal of Ecology* 94 : 1080–1091.