



Institut de recherche
en **biologie végétale**

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

Rapport final



Rapport d'étape préparé par
Patrick Boivin et Jacques Brisson

Préparé pour le
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Février 2018

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

Chercheur principal (Université de Montréal) :

Jacques Brisson, biologiste et professeur titulaire
Institut de recherche en biologie végétale de l'Université de Montréal (IRBV)
4101, rue Sherbrooke Est,
Montréal, Québec, H1X 2B2
514-343-2116
jacques.brisson@umontreal.ca

Professionnel de recherche (Université de Montréal) :

Patrick Boivin, biologiste
Institut de recherche en biologie végétale de l'Université de Montréal (IRBV)
4101, rue Sherbrooke Est,
Montréal, Québec, H1X 2B2
514-343-2111 poste : 82123

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

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

Février 2018

Institut de recherche en biologie végétale

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) est un centre de formation supérieure dont la mission porte sur la biologie des plantes dans tous ses aspects : fonctionnement, développement, évolution, écologie, etc. Issu d'un partenariat entre l'Université de Montréal et la Ville de Montréal, l'IRBV occupe des locaux modernes sur le site du Jardin botanique de Montréal. Il regroupe une quinzaine de chercheurs autonomes (professeurs au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal ou chercheurs à la Division de la recherche et du développement scientifique du Jardin botanique de Montréal) sans compter les nombreux assistants et chargés de recherche, étudiants à la maîtrise et au doctorat et chercheurs post doctoraux. S'ajoute à cette fructueuse relation, le Centre sur la biodiversité qui vise également les plus hauts standards en recherche et en formation, ainsi que la sensibilisation du grand public aux enjeux majeurs liés à la biodiversité. Les recherches à l'IRBV sont de nature fondamentale et appliquée. Les chercheurs ont à leur disposition des laboratoires et des équipements scientifiques de pointe, en plus de serres expérimentales, de chambres de croissance, d'équipement de microscopie électronique et de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens).

ÉQUIPE DE TRAVAIL

PATRICK BOIVIN (M.Sc. Appliquées)

Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)
Université de Montréal
Groupe QuéBerce

JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)

IRBV
Université de Montréal,
Département des Sciences biologiques
Groupe QuéBerce

ANNIE GOUDREAU (Agronome)

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation (MAPAQ)

BENOIT ST-GEORGES (Horticulteur)

IRBV – Université de Montréal

VANESSA LAPLANTE (Technicienne)

IRBV – Université de Montréal

SABRINA DEMERS-THIBAUT (Technicienne)

IRBV – Université de Montréal

JACQUES BARIL (Technicien)

IRBV – Université de Montréal

TODOR MINCHEV (Technicien)

IRBV – Université de Montréal

ANNE LACHAPPELLE (Technicienne)

IRBV – Université de Montréal

Pour fins de citation :

Boivin, P. et J. Brisson. 2018. Berce du Caucase. Stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres agricoles (PV-3.2-2014-002). Rapport final (2^e partie) préparé pour Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 40 pages et annexes.

Page couverture, photographie : E. Groeneveld 2016

RÉSUMÉ

La **berce du Caucase** est une plante envahissante d'origine eurasiatique qui est particulièrement nuisible. La sève de la berce contient des composés qui, au contact de la peau et avec exposition à la lumière, provoquent des dermatites sévères. Les feuilles larges de la berce font ombrage et élimineraient aussi le couvert végétal naturel. Cela contribuerait ainsi à dénuder les sols qui deviendraient alors susceptibles à l'érosion, particulièrement en bandes riveraines. Naturalisée au Québec depuis 1990, la plante est maintenant assez répandue dans le sud du Québec. Certaines données suggèrent que la province serait à l'aube d'une invasion plus importante, invasion qui n'épargnera pas 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 biodiversité végétale de la présence de la berce et 3) de déterminer quelle est la meilleure manière pour lutter contre sa prolifération. En mai 2014, une vaste expérience a été mise en place afin de recueillir suffisamment de connaissances pour atteindre l'objectif 3. Plus précisément, nous avons établi un dispositif de 24 parcelles expérimentales qui visaient à évaluer 6 modes de traitement en bordure du ruisseau Fourchette (région de Chaudière-Appalaches), où la berce a été introduite en 2009. Ces traitements sont : lutte mécanique par fauche répétée, lutte mécanique avec extraction à la racine et lutte par compétition herbacée, lutte mécanique avec extraction à la racine et lutte par compétition arbustive, pseudo-témoin avec extraction à la racine, pseudo-témoin avec coupe des ombelles et herbicide. Nous avons aussi réalisé un suivi de l'émergence des jeunes plants de berce du Caucase au printemps et en été. Sur la base des connaissances acquises depuis 2014, ce rapport final a pour objectif de décrire les avantages et les inconvénients des diverses méthodes étudiées, d'identifier les arbustes qui sont les plus performants pour établir une compétition végétale et de proposer les meilleures stratégies d'intervention pour lutter contre la berce.

La lutte mécanique avec extraction à la racine constitue une méthode efficace pour éliminer les plants de berce mais doit être appliquée de manière répétée et débiter tôt au printemps pour épuiser la banque de semences. Lorsque les mesures d'extraction sont combinées à la lutte par compétition végétale, l'établissement d'une strate arbustive sur paillis permet d'atteindre plus rapidement l'éradication des plants de berce. Dans un contexte riverain où les interventions d'extraction perturbent le sol, l'ensemencement ou la plantation d'espèces végétales va bien au-delà de l'introduction d'un couvert compétitif : elle offre aussi un avantage important en stabilisant les berges fréquemment soumises aux actions érosives de l'eau. Les méthodes mécaniques telles que la coupe répétée et la coupe d'ombelles ne sont pas efficaces pour éradiquer des colonies, car elles laissent en place les structures racinaires. Elles demeurent des mesures temporaires pour limiter la progression d'une invasion et peuvent contribuer à épuiser la banque de semences. Les traitements herbicides à l'aminopyralide avec des applications en début ou en fin de la saison ont été inefficaces chez les plants traités, indépendamment du dosage.

Le suivi de la performance des arbustes plantés démontre que sur la portion la plus humide de la bande riveraine, ce sont l'*Alnus rugosa*, le *Salix interior* et le *Salix discolor* qui ont participé efficacement à la formation d'une strate arbustive haute et dense. Au milieu du talus de la bande riveraine sur site mésique, ce sont plutôt le *Physocarpus opulifolius* et le *Sambucus canadensis* qui sont les plus aptes à établir une strate susceptible d'empêcher la germination ou la croissance de la berce du Caucase. La capacité à croître rapidement permet à ces espèces de se rétablir plus facilement des impacts causés par les crues printanières. Les stratégies de gestion et d'intervention présentées à la fin de ce rapport démontrent que la

majorité des méthodes évaluées doivent être envisagées puis sélectionnées selon la nature de l'envahissement et des ressources financières et humaines dont disposent les acteurs locaux ou régionaux.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de travail.....	2
Résumé.....	3
Table des matières.....	5
Liste des tableaux	6
Liste des figures	6
1. Problématique d’envahissement au ruisseau Fourchette	8
2. Les méthodes de lutte étudiées	10
2.1 Lutte mécanique par fauche répétée.....	11
2.2 Lutte par la coupe d’ombelles	13
2.3 Lutte par extraction à la racine	14
2.4 Lutte par compétition végétale	16
2.5 La lutte chimique.....	20
3. La performance des arbustes en milieu riverain.....	22
3.1 Critères de sélection des arbustes	22
3.2 Performance des arbustes sur la base de l’expérience acquise	24
3.2.1 Taux de survie et vitesse de croissance	24
3.2.2 État de santé	26
3.2.3 Estimation de la performance	30
4. Les stratégies de gestion et d’intervention	32
4.1 Stratégie de gestion	32
4.2 Stratégies d’intervention.....	32
5. Conclusion.....	37
6. Références.....	39
Annexe 1 : Localisation des 24 parcelles expérimentales (A à X) renfermant les 5 quadrats d’Échantillonnage associés au traitement.....	41
Annexe 2 : Densité moyenne de plants avec et sans cotylédons avant l’application des traitements entre 2014 & 2017	42
Annexe 3 : Modes de plantation arbustive selon le drainage	43
Annexe 4 : Échelle de valeur attribuée pour les différents paramètres utilisés dans le calcul de la performance des arbustes	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Traitements et leurs modes de lutte associés	10
Tableau 2 : Composition des mélanges herbacés ¹ selon le traitement T2a et T2b.....	16
Tableau 3 : Composition arbustive selon le traitement T3a et T3b.....	17
Tableau 4 : Évolution des hauteurs et des diamètres de la couronne arbustive selon les modes de plantation sur site humide ou mésique.....	18
Tableau 5 : Caractéristiques des espèces arbustives sélectionnées	23
Tableau 6 : Recouvrements absolus moyens des arbustes entre 2015 et 2016	26
Tableau 7 : Variables évaluées afin de déterminer l'état des arbustes plantés	27
Tableau 8 : État de santé des différentes espèces arbustives établi sur la base des impacts abiotiques et biotiques observés au cours des saisons estivales 2015 et 2016.	27
Tableau 9 : Définition des indices de performance selon les paramètres d'état de santé et de croissance	30
Tableau 10 : Estimation des indices de performance des arbustes selon les paramètres.....	31
Tableau 11 : Stratégies d'intervention déployées sur 2 ou 3 années selon la nature de l'invasion.....	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : fauche répétée réalisée à l'aide de sécateur et disposition sécuritaire de la biomasse dans un conteneur (photographies : B. St-Georges).	11
Figure 2 : émergence rapide d'inflorescences suite à une première fauche (photographie : B. St-Georges).	11
Figure 3 : suivi printanier témoignant de la diminution du nombre de semis de l'année (a : plant avec cotylédons) et des plants de plus de 1 an (b : sans cotylédon) suite à l'application de divers modes de lutte.	12
Figure 4 : coupe d'ombelles sur des individus matures (image de gauche) et inflorescences juste avant que s'amorce la chute de semences viables (image de droite) (photographies : E. Groeneveld 2016).	13
Figure 5 : Plantules de berce du Caucase en émergence (14 mai 2014) sur la rive du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches). On distingue facilement les plantules issues d'une graine ayant germé en 2014 des autres plants ayant germé les années précédentes par la présence de cotylédons, qui sont les premières feuilles produites par les semis tout juste issus de graines et qui ont une forme différente des feuilles formées subséquentement (photographie : C. Lavoie).....	14

Figure 6 : Équipe procédant à l'extraction de plants de berce du Caucase en émergence à l'aide de pelle pour les plants avec système racinaire préexistant et à l'aide d'une bêche rotative pour les plantules avec cotylédons (14 mai 2014) sur la rive du ruisseau Fourchette. (photographies : C. Lavoie, J. Brisson).....	15
Figure 7 : équipe procédant à la préparation du lit d'ensemencement avec terreautage et ensemencement à la volée le 15 et 16 mai 2014 sur la rive du ruisseau Fourchette. (Photographies : J. Brisson, C. Lavoie).	17
Figure 8 : équipe procédant à la préparation des sites de plantation avec fixation du paillis de plastique le 15 et 16 mai 2014 sur la rive du ruisseau Fourchette (photographies : J. Brisson).....	17
Figure 9 : retrait des paillis de plastique et préparation du lit de germination pour l'ensemencement d'un mélange ombrophile le 3 septembre 2014 (photographies : P. Boivin).	18
Figure 10 : évolution des recouvrements de la végétation suite à l'application des interventions d'extraction et d'ensemencement du mélange humide (T2b) effectuées en 2014.	19
Figure 11 : évolution des recouvrements de la végétation suite à l'application des interventions d'extraction et d'ensemencement du mélange mésique (T2a) effectuées en 2014.....	19
Figure 12 : Supervision des interventions d'herbicide et application en berge avec panneau de protection pour limiter la dérive vers le cours d'eau. (Photographies : P. Boivin).....	21
Figure 13 : La photographie de gauche, prise le 11 mai 2016, illustre des individus de berce du Caucase n'ayant pas été traités avec de l'aminopyralide, alors que celles à droite montrent les mêmes individus 4 et 8 semaines après avoir reçu une dose élevée d'aminopyralide (photographies : B. St-Georges).....	21
Figure 14 : ces photographies illustrent les conditions printanières observées au sein de la zone à l'étude (photographies : C. Lavoie 2017).	22
Figure 15 : Évolution de la hauteur des arbustes associés aux modes de plantation humide et mésique en début et fin de saison pour les années 2014 à 2016.....	24
Figure 16 : évolution de la couverture des arbustes en fonction de la surface de plantation (2,25m ²) pour les modes de plantation humide et mésique en début et fin de saison entre 2014 et 2016.	25
Figure 17 : Évaluation de l'état de santé des arbustes selon les impacts abiotiques et biotiques observés entre 2015 et 2016.	26
Figure 18 : Approche de stratégie de gestion à adopter face à une problématique d'invasion par la berce du Caucase (Adaptée de la Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes : Gouv. Canada, 2004 et Labrecque, 2016).....	33
Figure 19 : Proposition de stratégies d'intervention pour contrôler une invasion par la berce du Caucase.	34
Figure 20 : Coupe transversale de la position des types de plantation humide ou mésique selon les différents niveaux d'eau.....	36

1. PROBLÉMATIQUE D'ENVAHISSEMENT AU RUISSEAU FOURCHETTE

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). 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. 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.

En 2012, le ruisseau Fourchette (Saint-Isidore-de-Beauce) constituait le plus important cas d'invasion de la berce du Caucase dans la région de Chaudière-Appalaches. Plusieurs producteurs agricoles ont vu en l'espace de cinq ans les rives de ce ruisseau qui traverse leurs terres se faire largement envahir par la berce. La bande riveraine, composée de plantes rendant des services utiles à la qualité de l'eau du ruisseau (filtration des polluants et stabilisation du sol), était probablement en voie de perdre ses qualités intrinsèques au profit d'un envahisseur redoutable pour la santé humaine et la préservation de la diversité végétale. Le ruisseau Fourchette étant un tributaire de la rivière Le Bras, qui est elle-même un tributaire de la rivière Etchemin, il est aussi à craindre que la berce ne se propage rapidement dans l'ensemble du bassin versant où se trouvent ces rivières.

Le secteur du Ruisseau Fourchette illustre bien la problématique d'envahissement que peut causer la berce du Caucase en milieu agricole. Avec une production moyenne variant de 14 000 à 17 000 semences flottantes par plant (Lavoie, 2018), la dispersion des propagules de ce secteur bénéficie de la force du courant pour parcourir de longue distance afin de s'établir sur les rives du cours d'eau et se propager rapidement dans les fossés de drainage, en bordure des champs et des boisés. Le ruisseau Fourchette, comme d'autres cours d'eau au Québec qui ont été reprofilés par le passé, est soumis à des forces érosives importantes lors des crues printanières et des inondations estivales. Ainsi, l'action des glaces dénude les rives, et les courants entraînent une sédimentation importante sur les berges, ce qui laisse place à énormément de sol à nu favorables à la germination des semences de berce du Caucase. L'ombre engendrée par les feuilles larges de la berce élimine le couvert végétal naturel et contribue à dénuder encore davantage les sols, qui deviennent encore plus susceptibles à l'érosion (Pyšek et Pyšek 1995).

En regard de cette problématique d'envahissement, 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, 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 sont 1) de connaître le patron spatial d'envahissement de la berce en contexte agricole et le long de ses principaux corridors de dissémination (cours d'eau ou fossés de drainage), 2) d'évaluer les conséquences sur la biodiversité végétale de la présence de la berce et 3) de déterminer quelle est la meilleure manière

pour lutter contre la prolifération de cette plante. Les deux premiers objectifs sont sous la responsabilité de Claude Lavoie, alors que le troisième est sous la responsabilité de Jacques Brisson. On trouvera dans ce rapport final un bilan des connaissances acquises suite aux interventions effectuées entre 2014 et 2016 par l'équipe de Jacques Brisson. Le bilan des activités et des résultats lié aux deux premiers objectifs fait l'objet d'un rapport final distinct remis par l'Université de Laval (Lavoie, 2018).

2. LES MÉTHODES DE LUTTE ÉTUDIÉES

Pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes (EEE), plusieurs méthodes de lutte doivent être envisagées, selon la nature et le degré d'invasion auquel nous faisons face. Dans le cadre de la présente étude, trois modes de lutte ont été évalués: mécanique, chimique et par compétition végétale. Pour procéder à l'évaluation de leur efficacité, nous avons réalisé : (1) un suivi de l'émergence printanière des plants de berce du Caucase (avec et sans cotylédon) avant l'application des interventions entre 2014 et 2017, et (2) un suivi mensuel de l'évolution de la végétation au cours de la saison estivale 2014 à 2016 afin de déterminer l'impact des interventions sur les plants de berce et sur les autres espèces végétales ensemencées, plantées ou adventives. Ce dernier suivi ne couvre pas la période de 2017 puisqu'il a été constaté que la poursuite de l'application¹ des modes de lutte n'y était plus nécessaire : certains sites témoignaient déjà d'une efficacité complète à la fin de la saison 2016, ou d'une inefficacité récurrente depuis 2014.

Six traitements représentant autant de combinaisons de modes de lutte ont été appliqués dans le contexte du Ruisseau Fourchette. Chaque traitement possédait quatre réplicats (**Tableau 1**). Chacun des réplicats couvrait la totalité de la largeur d'une bande riveraine infestée et s'étendait sur une longueur de 10 m pour ainsi constituer une parcelle. Au total, vingt parcelles se sont vues attribuer une lettre, allant de A à T (Annexe 1). À l'intérieur de ces parcelles, cinq quadrats d'échantillonnage de 1 m² sont répartis uniformément afin d'assurer un suivi des interventions.

Tableau 1. Traitements et leurs modes de lutte associés.

Traitements	Lutte mécanique	Lutte par compétition	Lutte chimique	Parcelles
T1	Fauche répétée			A, G, K, O
T2a & T2b	Extraction racine	Herbacée		B, C, J, Q
T3a & T3b	Extraction racine	Arbustive		E, F, M, R
T4	Extraction racine			D, I, P, T
T5	Coupe d'ombelles			H, L, N, S
T6a & T6b			Herbicide ¹	U, V, W, X

¹ : Les parcelles pour ce traitement ont été positionnées soit au niveau de la pente (W et X) ou bien en haut de pente (U et V).

L'analyse plus systématique des résultats figure au sein du dernier rapport d'activités de 2016 (Boivin et Brisson, 2017). En l'absence de suivi mensuel de la végétation en 2017, le présent rapport propose de décrire les divers modes de lutte employés et de présenter brièvement les avantages et inconvénients de chacun à la lumière de l'ensemble des résultats obtenus. Cette démarche vise à proposer aux intervenants du milieu agricole une stratégie de lutte intégrée déterminant la ou les méthodes de lutte les plus susceptibles de freiner le type d'invasion auquel ils font face.

¹ Les ressources budgétaires de 2017 étant allouées à l'application et au suivi estival des modes de lutte (traitements) ont été utilisées pour procéder à l'extraction systématique des plants de berce du Caucase sur l'ensemble du site à l'étude.

2.1 Lutte mécanique par fauche répétée

Ce traitement nécessite 4 fauches (mai, juillet, août, septembre) au cours de la saison estivale. Il vise non seulement à limiter la croissance des tiges, mais aussi à empêcher la production de graines, de façon à progressivement épuiser le réservoir de graines au sol sur une période de 3 ans. Les fauches sont réalisées au moyen d'un sécateur à environ 2 centimètres de la surface du sol. Pour limiter les risques d'exposition à la sève de la berce, les individus sont coupés en 2 ou 3 sections selon leur hauteur (**Figure 1**). Par la suite, les débris de fauche peuvent être ramassés dans des sacs à ordures et disposés dans un conteneur pour l'enfouissement ou laissés sur place à la condition que les tiges ne soient pas en période de floraison.



Figure 1 : fauche répétée réalisée à l'aide de sécateur et disposition sécuritaire de la biomasse dans un conteneur (photographies : B. St-Georges).



Figure 2 : émergence rapide d'inflorescences suite à une première fauche (photographie : B. St-Georges).

La disposition de cette biomasse est également recommandée lorsque le site d'intervention est susceptible d'être fréquenté. Il est impératif d'appliquer plusieurs fauches au cours de la saison estivale puisque les plants de berce peuvent rapidement initier de nouvelles inflorescences suite à une coupe (**Figure 2**).

Nos résultats sur l'application de cette méthode entre 2014 et 2016 montrent que la fauche des tiges est inefficace (les plants ne meurent pas), même sur une base répétée. Toutefois, le suivi de ce mode de lutte démontre qu'il est possible qu'une fauche répétée réduise considérablement le réservoir de graines, voir l'élimine après trois saisons de fauche (**Figure 3a**). Malgré une réduction importante de la densité de plants préétablis (<1 an), la persistance de 47 plants/m² est largement suffisante pour initier rapidement une nouvelle colonie (**Figure 3b**). Nos suivis indiquent que les interventions de fauche répétée ont permis de réduire de 77,5% le nombre de plants avec ou sans cotylédon observé au printemps 2014 (Annexe 2).

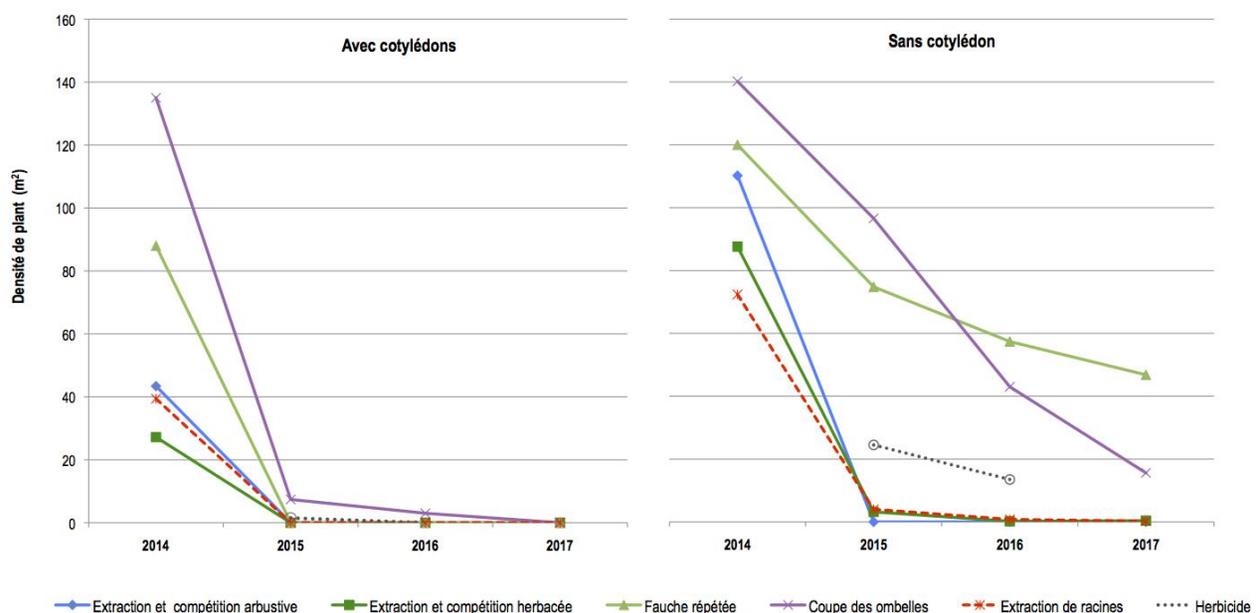


Figure 3 : suivi printanier témoignant de la diminution du nombre de semis de l'année (a : plant avec cotylédons) et des plants de plus de 1 an (b : sans cotylédon) suite à l'application de divers modes de lutte.

À RETENIR : La fauche répétée ne peut être considérée comme une méthode efficace puisqu'elle laisse des structures racinaires en place d'où peuvent émerger de nouveaux individus. Dans un contexte d'invasion importante, ce mode de lutte peut constituer une mesure temporaire qui offre l'avantage d'empêcher la formation de nouvelles semences et d'épuiser progressivement la banque de semences dans le sol.

2.2 Lutte par la coupe d'ombelles

Cette méthode s'apparente à la coupe répétée, mais elle se limite généralement à une ou deux interventions de coupe qui cible précisément l'inflorescence. Pour éviter qu'un plant initie de nouvelles fleurs, l'intervention doit avoir lieu tardivement, juste avant que l'inflorescence ne produise de semences. Il est préférable de disposer des inflorescences dans un sac à poubelle afin d'éviter toute dissémination éventuelle, la maturation des semences pouvant se poursuivre sur une inflorescence coupée. Selon la vigueur de certains individus, les fleurs peuvent être gigantesques et difficiles à récolter. Dans ces conditions, les personnes dédiées à cette tâche doivent redoubler de prudence pour éviter les contacts de la peau avec la plante.



Figure 4 : coupe d'ombelles sur des individus matures (image de gauche) et inflorescences juste avant que s'amorce la chute de semences viables (image de droite) (photographies : E. Groeneveld 2016).

Ce type d'intervention ne tue pas les plants et par conséquent permet difficilement de faire des comparaisons avec les autres modes de lutte. Toutefois, nos suivis de l'émergence de plants au printemps (avec ou sans cotylédon) nous indiquent que tout comme la fauche répétée, cette méthode limite l'émergence de nouveaux individus (**Figure 3a**) et réduit considérablement la densité de plants déjà enracinés (**Figure 3b**). De plus, malgré une densité initiale de plants (avec et sans cotylédon) la plus importante, cette méthode témoigne, dans les faits, d'une efficacité légèrement supérieure à celle de la coupe répétée en réduisant de 94% le nombre de plants observés au printemps 2014 (Annexe 2). Ainsi ce traitement plus minimaliste que celui de la coupe répétée s'avère aussi une mesure efficace pour épuiser le réservoir de semences.

À RETENIR : La coupe d'ombelles ne peut être considérée comme une méthode efficace puisqu'elle laisse en place des structures racinaires d'où peuvent émerger de nouveaux individus. Bien que le processus d'épuisement de la banque de semences semble se prolonger, la coupe d'ombelles peut s'avérer plus avantageuse que la coupe répétée puisqu'elle nécessite annuellement un nombre d'interventions limitées et plus ciblées. Dans un contexte d'invasion important, ce mode de lutte peut constituer une mesure temporaire qui offre l'avantage d'épuiser la banque de semences et d'empêcher la formation de nouvelles semences. En contrepartie, comme l'application de cette méthode est plus tardive en saison, les risques de brûlures en raison de la taille des individus sont plus élevés.

2.3 Lutte par extraction à la racine

L'expérience européenne suggère que l'extraction de racines est efficace pour tuer la berce du Caucase pourvu que les tiges soient coupées à la racine, à environ 15 cm sous la surface du sol (Nielsen et al. 2007). Toutefois, ce traitement n'empêche pas l'émergence de nouveaux plants issus des graines enfouies dans le sol. L'extraction des racines des gros plants doit donc être combinée à l'extraction des semis. Comme plusieurs espèces exotiques envahissantes, la berce du Caucase émerge généralement avant l'apparition des espèces indigènes ou naturalisées, soit à la première ou la seconde semaine de mai pour la région à l'étude. Au cours de cette période, les plants de berce sont beaucoup plus visibles et le sol est plus meuble : il est donc avantageux de débiter ce mode de traitement tôt en période printanière puisqu'il permet de retirer facilement à la fois les plantules avec et sans cotylédon (Figure 5).



Figure 5 : Plantules de berce du Caucase en émergence (14 mai 2014) sur la rive du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches). On distingue facilement les plantules issues d'une graine ayant germé en 2014 des autres plants ayant germé les années précédentes par la présence de cotylédons, qui sont les premières feuilles produites par les semis tout juste issus de graines (voir agrandissement en encadré) et qui ont une forme différente des feuilles formées subséquentement (photographie : C. Lavoie).

Face à un envahissement important où les plants de berce sont issus de la germination de semences et de systèmes racinaires préexistants de 1 an et plus, il est préférable dans un premier temps d'éliminer les

gros individus de berce du Caucase en s'assurant d'extraire les racines à au moins 15 cm de profondeur. Par la suite, les petits individus ou plantules qui présentent des cotylédons peuvent être retirés au moyen d'une petite pelle (plantoir) ou d'une bêche rotative lorsque les semis de l'année sont nombreux (**Figure 6**). Considérant que certains individus n'auront pas émergé du sol lors de cette intervention printanière, il s'avère important qu'au moins deux autres interventions d'extraction soient appliquées lors de la période estivale afin d'éliminer tout risque de dissémination liée à la présence d'individus oubliés en période de floraison.



Figure 6 : Équipe procédant à l'extraction de plants de berce du Caucase en émergence à l'aide de pelle pour les plants avec système racinaire préexistant et à l'aide d'une bêche rotative pour les plantules avec cotylédons (14 mai 2014) sur la rive du ruisseau Fourchette. (photographies : C. Lavoie, J. Brisson).

Le suivi de cette méthode de lutte mécanique entre 2014 et 2016 nous confirme que l'extraction à la racine des plants de berce constitue une mesure d'intervention efficace (**Figure 3a et 3b**). Le dénombrement printanier des plants de berce démontre que la banque de semences est déjà épuisée en 2015, mais que 0,2 plant/m² sans cotylédon persiste (Annexe 2). La persistance de certains individus est souvent associée à l'établissement de plants de berce dans des secteurs plus rocailleux où il est difficile d'extraire complètement la racine. Pour cette raison, nous recommandons l'utilisation d'une pioche pour écarter les roches et déloger le système racinaire. Outre ces quelques plants, la méthode par extraction a permis de réduire de 99,8% la quantité de plants observés initialement.

À RETENIR : L'extraction à la racine est considérée comme une méthode efficace pour éliminer les gros individus de berce. Elle doit être combinée à une élimination des plantules tôt au printemps afin d'épuiser rapidement la banque de semences. Quoiqu'efficace, l'extraction à la racine peut s'avérer une méthode plutôt ardue lorsque l'on fait face à une vaste invasion. Pour limiter les efforts consentis à cette méthode, il est donc préférable d'intervenir tôt dans le processus d'envahissement. La grande efficacité de ce mode de lutte est tributaire d'une application systématique, rigoureuse et répétée.

2.4 Lutte par compétition végétale

La berce du Caucase est une plante intolérante à l'ombre : faute de lumière, un très faible pourcentage des plantules (1 %) survivra au-delà de 12 mois (Huls et al. 2007; Pergl et al. 2007). Le mode de lutte par compétition végétale consiste à implanter des plantes faisant ombrage dans des secteurs envahis par la berce. L'originalité de cette approche repose sur l'usage de plantes compétitrices à croissance rapide (mais non nuisibles) qui empêchent la germination ou la croissance des envahisseurs végétaux. Pour la mise en place de ce mode de lutte, l'établissement rapide d'un couvert de plantes herbacées compétitives ainsi qu'un couvert arbustif au feuillage dense sont préconisés.

Dans un contexte d'envahissement préétabli comme celui du ruisseau Fourchette, l'application de ce mode de lutte n'est pas possible sans qu'il soit combiné avec d'autres types de traitement visant l'élimination préalable des plants de berce. Dans le cadre de la présente étude, la méthode par extraction fut privilégiée compte tenu de son efficacité et du contexte riverain de l'intervention. Ainsi, avant d'établir une compétition végétale, nous avons procédé à une intervention d'extraction des plants de berce au printemps 2014. Suite à cette première étape, nous avons appliqué différents types de traitement en procédant à l'ensemencement d'un couvert herbacé (**Tableau 2 et Figure 7**) ou bien la plantation d'arbustes (**Tableau 3**) adaptées aux conditions du milieu d'intervention situé en haut (mésique) ou au bas de talus (humide) bordant le ruisseau.

Tableau 2. Composition des mélanges herbacés¹ selon le traitement T2a et T2b.

Traitements	Proportions	Composition ⁴	Nom commun
T2a	45%	<i>Festuca rubra</i>	Fétuque rouge
Mélange mésique	20%	<i>Poa palustris</i>	Pâturin des marais
Herbio®Stabilisation ²	15%	<i>Elymus canadensis</i>	Élyme du Canada
	10%	<i>Elymus virginicus</i>	Élyme de Virginie
	10%	<i>Agrostis scabra</i>	Agrostide scabre
T2b	1,5%	<i>Agrostis gigantea (A. alba)</i>	Agrostis géant
Mélange humide	17%	<i>Andropogon gerardii</i>	Barbon de Gérard
Mica 2009© Canards illimités Canada ³	0,7%	<i>Calamagrostis canadensis</i>	Calamagrostide du Canada
	0,5%	<i>Carex vulpinoidea*</i>	Carex vulpinoïde
	25%	<i>Elymus canadensis</i>	Élyme du Canada
	19%	<i>Festuca rubra</i>	Fétuque rouge
	0,2%	<i>Juncus effusus*</i>	Joncs épars
	29,5%	<i>Lolium multiflorum (annuelle)</i>	Ivraie multiflore
	3,1%	<i>Panicum virgatum</i>	Panic raide
	1%	<i>Poa palustris*</i>	Pâturin des marais
	2,5%	<i>Spartina pectinata</i>	Spartine pectinée

¹ Taux de semis 25 g/m²

² Le coût du mélange Herbio®Stabilisation est de 10,67\$/kg pour un sac de 25 kg.

³ Le mélange «Mica 2009© Canards illimités Canada» a été adapté par l'ajout de 3 espèces* de milieu humide. Le coût est de 67,43\$/kg.

⁴ Nomenclature Brouillet et al. (2016).

Tableau 3. Composition arbustive selon le traitement T3a et T3b.

Traitements	Composition ⁴	Nom commun
T3a Mode de plantation humide	<i>Alnus incana</i> subsp. <i>rugosa</i> <i>Salix discolor</i> <i>Salix interior</i> <i>Salix eriocephala</i>	Aulne rugueux Saule discoloré Saule de l'intérieur Saule à tête laineuse
T3b Mode de plantation mésique	<i>Rosa blanda</i> <i>Viburnum trilobum</i> <i>Sambucus canadensis</i> <i>Physocarpus opulifolia</i>	Rosier inerme Viorne trilobée Sureau blanc Physocarpe à feuilles d'obier

⁴ Nomenclature Brouillet et al. (2016).



Figure 7 : équipe procédant à la préparation du lit d'ensemencement avec terreautage et ensemencement à la volée le 15 et 16 mai 2014 sur la rive du ruisseau Fourchette. (Photographies : J. Brisson, C. Lavoie).



Figure 8 : équipe procédant à la préparation des sites de plantation avec fixation du paillis de plastique le 15 et 16 mai 2014 sur la rive du ruisseau Fourchette (photographies : J. Brisson).



Figure 9 : retrait des paillis de plastique et préparation du lit de germination pour l'ensemencement d'un mélange ombrophile le 3 septembre 2014 (photographies : P. Boivin).

Les plantations ont été réalisées sur paillis de plastique afin de faciliter l'établissement des arbustes (Figure 8). À la fin de la première saison de croissance, les paillis de plastique ont été retirés afin de procéder à l'ensemencement d'un mélange de plantes herbacées ombrophiles confectionné par le fournisseur de semences Gloco. Cet ensemencement, en s'établissant à l'ombre du couvert arbustif, vise principalement à stabiliser le sol à nu avant l'arrivée des pluies automnales (Figure 9).

Nos résultats montrent que l'établissement d'une strate arbustive sur paillis de plastique suite à une seule intervention d'extraction à la racine constitue une combinaison d'interventions très efficace puisqu'elle permet d'éradiquer rapidement la présence de plants avec et sans cotylédon dès la première saison (Figure 3a et 3b). Cette approche a permis d'éliminer 100% des plants observés en 2014 (Annexe 2). Le suivi de la strate arbustive montre que les modes de plantation proposés renferment un choix d'arbustes d'affinité humide ou mésique dont les hauteurs et les diamètres sont très intéressants pour établir une compétition végétale susceptible d'empêcher la germination ou la croissance de la berce du Caucase (Tableau 4). Une analyse plus approfondie sur la performance (survie, croissance, état de santé) de chacun des arbustes sera discutée dans la section 3.

Tableau 4. Évolution des hauteurs et des diamètres de la couronne arbustive selon les modes de plantation sur site humide ou mésique.

Mode de plantation	Espèces	Hauteur (cm)			Diamètre (cm)		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016
T3a - Humide	<i>Alnus rugosa</i>	84,3	146,1	193,4	70,1	124,6	160,8
	<i>Salix discolor</i>	156,3	187,4	178,7	81,0	101,5	132,15
	<i>Salix eriocephala</i>	97,4	146,1	162,3	93,6	109,8	105,3
	<i>Salix interior</i>	183,2	209,4	194,7	130,1	169,3	161,35
T3b - Mésique	<i>Physocarpus opulifolius</i>	134,7	197,6	193,5	107,2	143,3	175,55
	<i>Rosa blanda</i>	69,5	90,8	106,0	61,2	57,7	64,95
	<i>Sambucus canadensis</i>	96,0	144,1	157,6	101,8	139,5	154,3
	<i>Viburnum trilobum</i>	72,7	123,5	141,7	51,4	70,6	81,2

En ce qui concerne la lutte par compétition herbacée, cette approche témoigne aussi d'un épuisement rapide de la banque de semences (Figure 3a). Bien que 100% des plants de berce ont été éliminés sur le site humide, la persistance de 0,8 plants/m² avec cotylédon sur site mésique, qui limite son efficacité à 99% (Annexe 2), suggère que l'établissement d'une compétition végétale herbacée ne peut suffire pour

éliminer les plants préétablis et que l'efficacité de cette approche nécessite une application rigoureuse du mode de lutte par extraction à la racine.

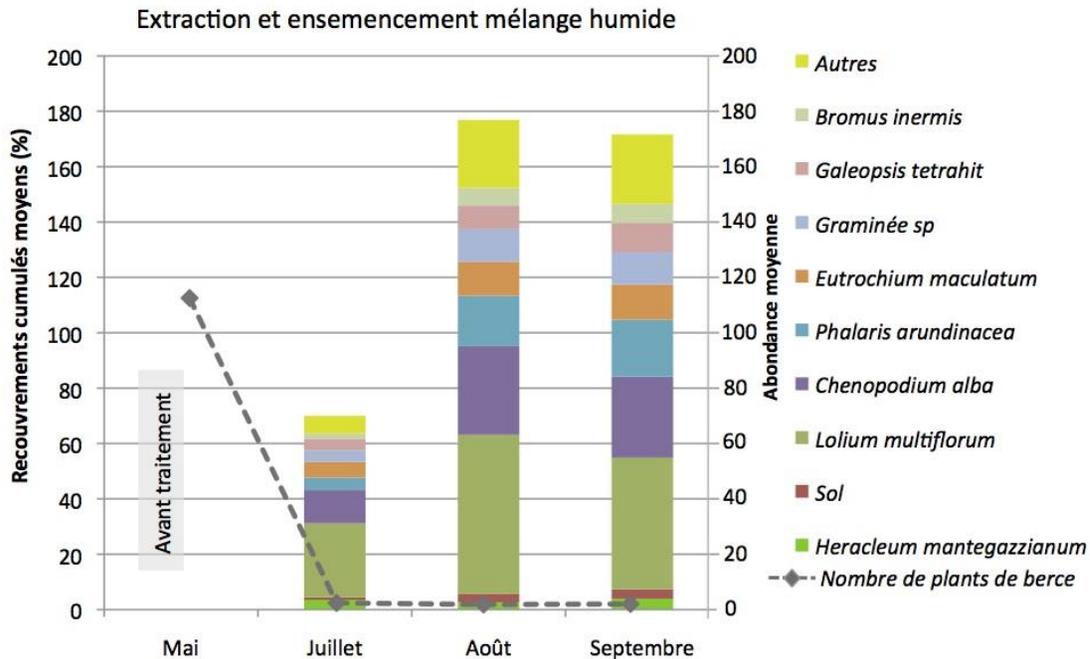


Figure 10 : évolution des recouvrements de la végétation suite à l'application des interventions d'extraction et d'ensemencement du mélange humide (T2b) effectuées en 2014.

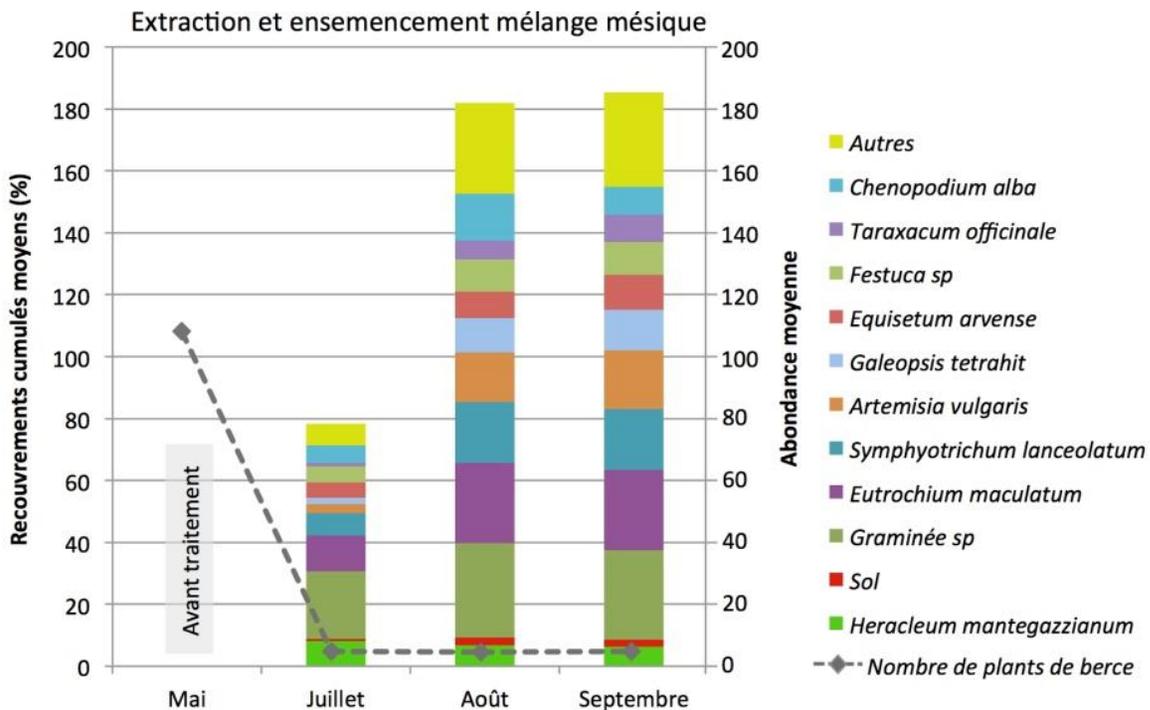


Figure 11 : évolution des recouvrements de la végétation suite à l'application des interventions d'extraction et d'ensemencement du mélange mésique (T2a) effectuées en 2014.

Le suivi du couvert herbacé ensemencé au sein des mélanges humides (**Figure 10**), nous informe que son établissement à l'été 2014 se caractérise essentiellement par un recouvrement moyen de 58% d'ivraie annuelle (*Lolium multiflorum*), une plante-abri (Boivin et Brisson, 2015). Les autres espèces, qui composent les mélanges humide ou mésique, étaient presque inexistantes lors des nombreux suivis effectués entre 2014 et 2016. Toutefois, le couvert herbacé s'est rapidement rétabli par l'émergence d'espèces observées localement comme l'eupatoire maculée (*Eutrochium maculatum* var. *maculatum*), l'aster simple (*Symphoricarpos lanceolatum*) et le chénopode blanc (*Chenopodium alba*) (**Figure 10 et 11**). En dépit d'un mauvais établissement des espèces ensemencées, nous considérons qu'il est essentiel de procéder à un ensemencement afin de stabiliser les sols fortement perturbés par les interventions d'extraction. Dans un contexte où les bandes riveraines sont déjà colonisées par un important cortège floristique, nous recommandons quand même l'utilisation d'un mélange herbacé moins coûteux du type Herbio®Stabilisation mais qui devrait renfermer au moins une espèce annuelle (ivraie annuelle) pour permettre un rétablissement rapide du couvert et limiter l'érosion du sol à nu. Nous avons pu constater lors des suivis de la végétation que le ruisseau Fourchette reçoit occasionnellement des pluies fortes pouvant entraîner des inondations au cours de la saison estivale.

À RETENIR : La combinaison des modes de lutte par extraction à la racine et par compétition végétale est considérée comme une méthode très efficace puisqu'elle permet d'éliminer initialement les structures racinaires en place tout en rétablissant rapidement un couvert végétal. Dans un contexte riverain comme celui du ruisseau Fourchette, l'ensemencement ou la plantation d'espèces végétales va bien au-delà de l'introduction d'un couvert compétitif : ils offrent aussi un avantage important en stabilisant les berges fréquemment soumises aux actions érosives de l'eau. L'établissement d'une strate arbustive a toutefois le désavantage d'être coûteux. Il est donc recommandé d'opter pour une solution moins coûteuse en procédant à des ensemencements sur des segments de rive moins érodés et de privilégier des plantations d'arbustes sur les segments plus affectés par l'érosion et/ou les interventions d'extraction.

2.5 La lutte chimique

MISE EN CONTEXTE : Ce traitement a été intégré au présent projet de recherche à l'été 2015 suite à l'obtention d'un avis de non-opposition du MDDELCC qui permet à l'équipe de recherche de faire l'usage d'un herbicide «aminopyralide» à moins de 3 m d'un cours d'eau. Contrairement aux herbicides systémiques, ce pesticide affecte les plantes à feuilles larges (dicotylédones) et épargne les graminées (monocotylédone).

L'utilisation d'un herbicide sélectif (aminopyralide) comme mode de lutte chimique offre l'avantage de maintenir un couvert de graminées qui réduit l'émergence de la berce du Caucase tout en limitant le processus d'érosion de la berge. Pour réaliser cette méthode de lutte inhabituelle en milieu riverain, notre équipe détenait les certifications nécessaires et devait envisager diverses précautions afin de minimiser les impacts sur l'environnement. Ainsi, avec un équipement de protection adéquat, le traitement a été effectué par deux membres de notre équipe de recherche sous la supervision d'un détenteur d'un certificat pour une application en terrain inculte (C750695). L'application a été réalisée à l'aide d'un pulvérisateur dorsal muni d'une buse appropriée pour limiter les effets de dérive. Un panneau de coroplaste de 1,5 m x 2,5 m a été placé en pied de berge pour éviter qu'une dérive de pesticide atteigne le cours d'eau (**Figure 12**). Pour minimiser les impacts sur les autres dicotylédones, nous avons orienté la pulvérisation sur les plants de berce.



Figure 12 : Supervision des interventions d'herbicide et application en berge avec panneau de protection pour limiter la dérive vers le cours d'eau. (Photographies : P. Boivin).

L'herbicide utilisé pour les traitements chimiques est le Milestone® produit par la compagnie Dow AgroSciences, lequel renferme une solution de 240 g/L d'aminopyralide. Pour le contrôle des espèces envahissantes et des mauvaises herbes, le fabricant suggère un dosage variant entre 0,25 L/ha – 0,50 L/ha. Pour lutter contre la berce du Cause, nous avons utilisé deux dosages, soit un dosage intermédiaire de 0,38 L/ha (T6a) et un dosage élevé de 0,50 L/ha (T6b); pour chacun de ces dosages, nous avons appliqué 90 g et 120 g de matière active à l'hectare respectivement.

Ce type d'herbicide doit être appliqué avant l'apparition des inflorescences. Les traitements ont eu lieu le 16 juin 2015 avant l'apparition des inflorescences, puis le 11 mai 2016 avant l'apparition des bourgeons floraux. À ces deux stades de développement, les suivis des traitements chimiques (aminopyralide) indiquent que ce type d'herbicide est très peu efficace puisque 5 semaines après les traitements (**Figure 13**), les parcelles traitées étaient encore dominées par la berce du Caucase à plus de 63% de recouvrement et ce, indépendamment du dosage (Boivin et Brisson, 2016; Boivin et Brisson 2017).



Figure 13 : La photographie de gauche, prise le 11 mai 2016, illustre des individus de berce du Caucase n'ayant pas été traités avec de l'aminopyralide, alors que celles à droite montrent les mêmes individus 4 et 8 semaines après avoir reçu une dose élevée d'aminopyralide (photographies : B. St-Georges).

De plus, malgré l'application d'herbicide, 80% des plants traités ont été capables de développer une floraison similaire aux individus non traités situés à proximité, comme l'illustre l'image de droite de la **Figure 13** prise lors du suivi du 13 juillet.

À RETENIR : Bien que les résultats du traitement à l'aminopyralide ne soient pas concluants, la lutte chimique avec d'autres types de produits de contact et par injection homologués (Santé Canada, 2018) peut constituer une alternative à considérer face à une problématique d'invasion importante (Nielsen et al. 2007) où l'extraction manuelle n'est pas envisageable en raison de la nature du sol (pierrosité) et des efforts devant être consentis. Toutefois, la réglementation actuelle sur les pesticides permet seulement une application en milieu terrestre et à plus de 3 m d'un cours d'eau. L'utilisation d'un herbicide systémique offre le désavantage d'éliminer toute la végétation, il est donc souhaitable de procéder à des ensemencements et des plantations.

3. LA PERFORMANCE DES ARBUSTES EN MILIEU RIVERAIN

3.1 Critères de sélection des arbustes

Pour bien sélectionner les espèces arbustives qui seront capables d'établir rapidement une compétition végétale, il est tout d'abord important de bien connaître le type de milieu où les interventions de plantation seront déployées. Dans le cas de la présente étude, le milieu riverain où ont été effectuées les plantations a fortement orienté le choix des espèces. Tout d'abord, deux groupes d'espèces ont été définis selon leur tolérance à l'humidité. Ainsi, si les interventions sont associées à un envahissement qui se situe en bas de pente et qui est soumis occasionnellement aux inondations estivales, nous avons établi un mode de plantation regroupant des arbustes d'affinité humide (**Tableau 3**). Dans le cas d'un envahissement situé à mi-pente où la végétation n'est pas soumise aux inondations estivales, nous avons considéré un groupe d'arbustes associés à un drainage de type mésique (**Tableau 3**). De plus, l'ensemble des espèces arbustives composant ces deux groupes devait être capable de supporter les contraintes d'un milieu riverain avec un niveau d'eau élevé au printemps et l'action érosive des glaces et du courant (**Figure 14**). Outre ces aptitudes, la sélection des espèces arbustives a également été établie sur des critères tels que la hauteur, la vitesse de croissance, la densité du feuillage, la capacité à faire des rejets ou des drageons, le statut (indigène), le coût et la disponibilité en pépinière (**Tableau 5**).



Figure 14 : ces photographies illustrent les conditions printanières observées au sein de la zone à l'étude (photographies : C. Lavoie 2017).

Tableau 5. Caractéristiques des espèces arbustives sélectionnées.

Espèces	Zone de Rusticité	Hauteur	Largeur	Croissance	Reproduction végétative	Limite la lumière au sol	Humidité du sol	Tolérance à l'immersion	Tolérance à la dessiccation	Tolérance au sel	Statut au Québec	Disponibilité	Contexte d'utilisation
Aulne rugueux <i>Alnus incana ssp rugosa</i>	1a ¹	6 m ¹	5 m	Rapide ^{1,2}	Dragons ^{1,2} Rejets ² Marcottage ⁵	Oui ⁴	Très élevée ¹	Élevée ²	Faible ²	Modérée ³	Indigène ¹	Très bonne ⁴	Talus, stabilisation
Physocarpe à feuilles d'obier <i>Physocarpus opulifolius</i>	2a ¹	3 m ¹	3 m	Moyenne ¹	Rejets ²		Moyenne ¹ Élevée ⁴		Élevée ²	Médérée ³	Indigène ²	Très bonne ⁴	Talus stabilisation
Saule discoloré <i>Salix discolor</i>	2a ¹	6 m ¹	4 m	Rapide ¹	Rejets	Oui ⁴	Élevée ¹		Modérée	Modérée ⁴	Indigène ⁴	Moyenne	Stabilisation
Saule de l'intérieur <i>Salix interior</i>	4a ¹	2,5 m ¹	2 m	Rapide ¹	Dragons ^{1,2} Rejets ²	Oui ⁴	Très élevée ¹	Élevée ²		Modérée ⁴	Indigène ⁴	Moyenne	Stabilisation
Saule à tête laineuse <i>Salix eriocephala</i>	3 ⁴	3 m ⁴	2 m	Moyenne ⁴	Rejets ⁴		Élevée ¹	Élevée ⁴		Faible ⁴	Indigène ⁴	Moyenne	Stabilisation
Sureau blanc <i>Sambucus canadensis</i>	3a ¹	3 m ¹	2 m	Rapide ¹	Dragons ¹ Rejets ²		Moyenne ¹		Faible ²	Faible ⁶	Indigène ²	Très bonne ⁴	Talus, Stabilisation
Viorne trilobée <i>Viburnum opulus subsp. trilobum</i>	3a ¹	4 m ¹	3 m	Moyenne ¹	Dragons ¹ Rejets		Moyenne ⁴		Modérée	Modérée	Indigène ⁴	Moyenne ⁴	Talus, stabilisation.
Rosier inerme <i>Rosa blanda</i>	2 ⁴	2 m ⁴	1,5 m	Rapide ⁴	Dragons ¹ Rejets		Moyenne ⁴			Moyenne ⁴	Indigène ¹	Très bonne ⁴	Talus, stabilisation

1- B. Dumont. 2005. Les niches écologiques des arbres, arbustes et conifères. Boucherville. B. Dumont Éd. : 414 p.

2- United States Department of Agriculture, Natural resources Conservation Services, <http://plants.usda.gov/> [22 septembre 2008]

3- GL. Hightshoe. 1988. Native Trees, Shrubs, and Vines for Urban and Rural America. New York. Van Nostrand Reinhold: 819 p.

4- FIHOQ et AQPP. 2008. Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines. Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec. <http://www.fihog.qc.ca/medias/D1.1.5B-1.pdf>

5- R. Jobidon. 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. Revue de littérature, Mémoire de recherche forestière no 117. Gouvernement du Québec : 180 p.

6- État du Wisconsin, 1999. Facilities Development Manual, <https://trust.dot.state.wi.us/static/standards/fdm/27/27-20-5-f12.pdf> [22 septembre 2008]

3.2 Performance des arbustes sur la base de l'expérience acquise

Pour limiter la germination et la croissance de la berce en milieu riverain, les arbustes choisis doivent avoir une capacité à se régénérer et à croître rapidement afin d'établir une strate arbustive haute et dense à chaque année. La performance des arbustes a donc été évaluée en fonction de leur taux de survie, leur vitesse de croissance (hauteur et de diamètre) ainsi que de leur état de santé (bris, défoliation, maladies, carences).

3.2.1 Taux de survie et vitesse de croissance

L'évaluation des 80 arbustes plantés nous indique que malgré des dommages occasionnés par l'action des glaces et des forts courants printaniers, le taux de survie est presque de 100% puisqu'un seul d'entre eux a été remplacé au printemps 2015. Il s'agissait d'un aulne rugueux qui a été probablement déraciné lors de la crue printanière. La comparaison des hauteurs en début et fin de saison pour 2015 et 2016 illustre bien que malgré les dommages subis au cours de la saison printanière (bris de branches) la plupart des arbustes réussissent à combler et surpasser les accroissements enregistrés l'année précédente (Figure 14).

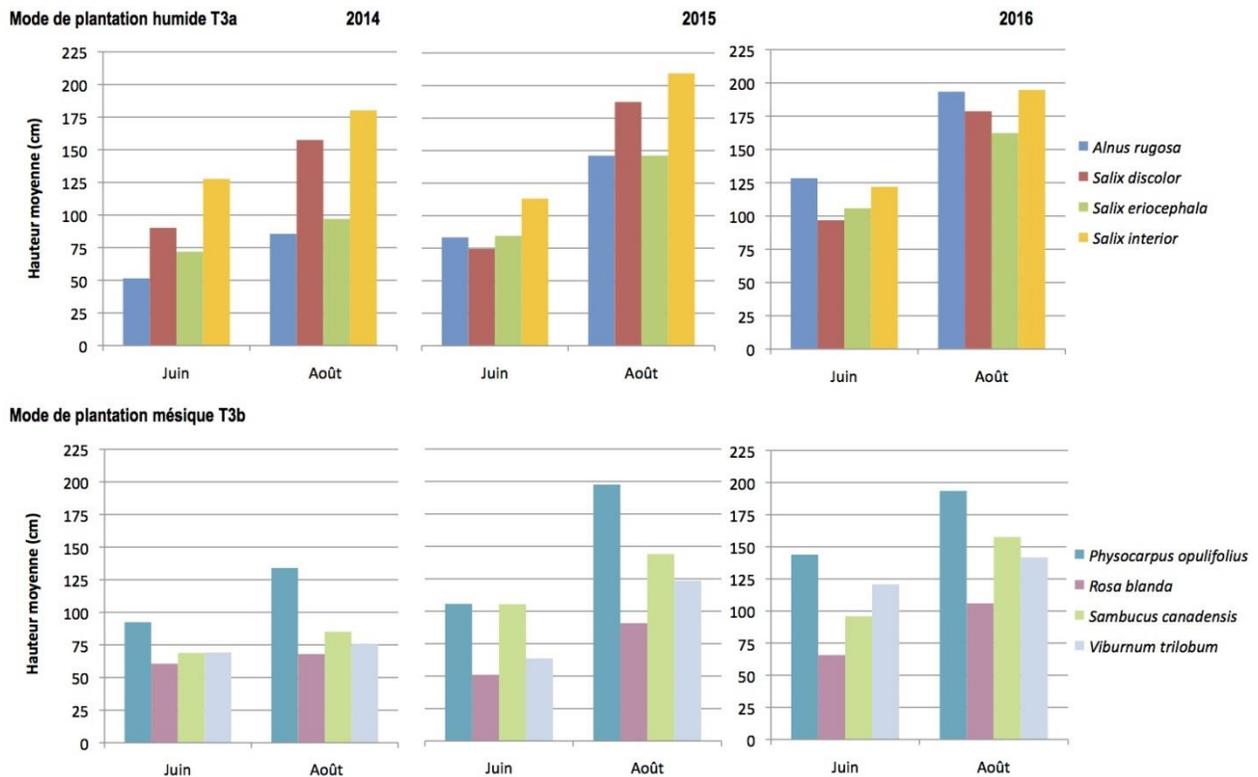


Figure 15 : Évolution de la hauteur des arbustes associés aux modes de plantation humide et mésique en début et fin de saison pour les années 2014 à 2016.

Pour constituer une strate compétitive, nous estimons que les arbustes devraient être capables d'atteindre environ 2 m de hauteur et de projeter une couverture ombragée au sol de 100%. Les espèces d'affinité humide se sont effectivement avérées des espèces à croissance rapide (Figure 15). Toutefois, l'aulne

rugueux (*Alnus incana* subsp. *rugosa*) et le saule de l'intérieur (*Salix interior*) se démarquent avec des hauteurs moyennes qui avoisinent les 200 cm à la fin de la saison 2016. Pour les espèces qui affectionnent les sites mésiques, le physocarpe à feuilles d'obier (*Physocarpus opulifolius*) se distingue par sa capacité croître rapidement en atteignant une hauteur moyenne de 198 cm en 2015. Le sureau blanc (*Sambucus canadensis*) et la viorne trilobée (*Viburnum trilobum*) constituent des espèces potentiellement intéressantes puisqu'elles témoignent annuellement d'une progression de leur hauteur moyenne. Bien que la taille du rosier inerme (*Rosa blanda*) progresse aussi, celle-ci demeure faible et participe peu à la formation de la strate arbustive haute.

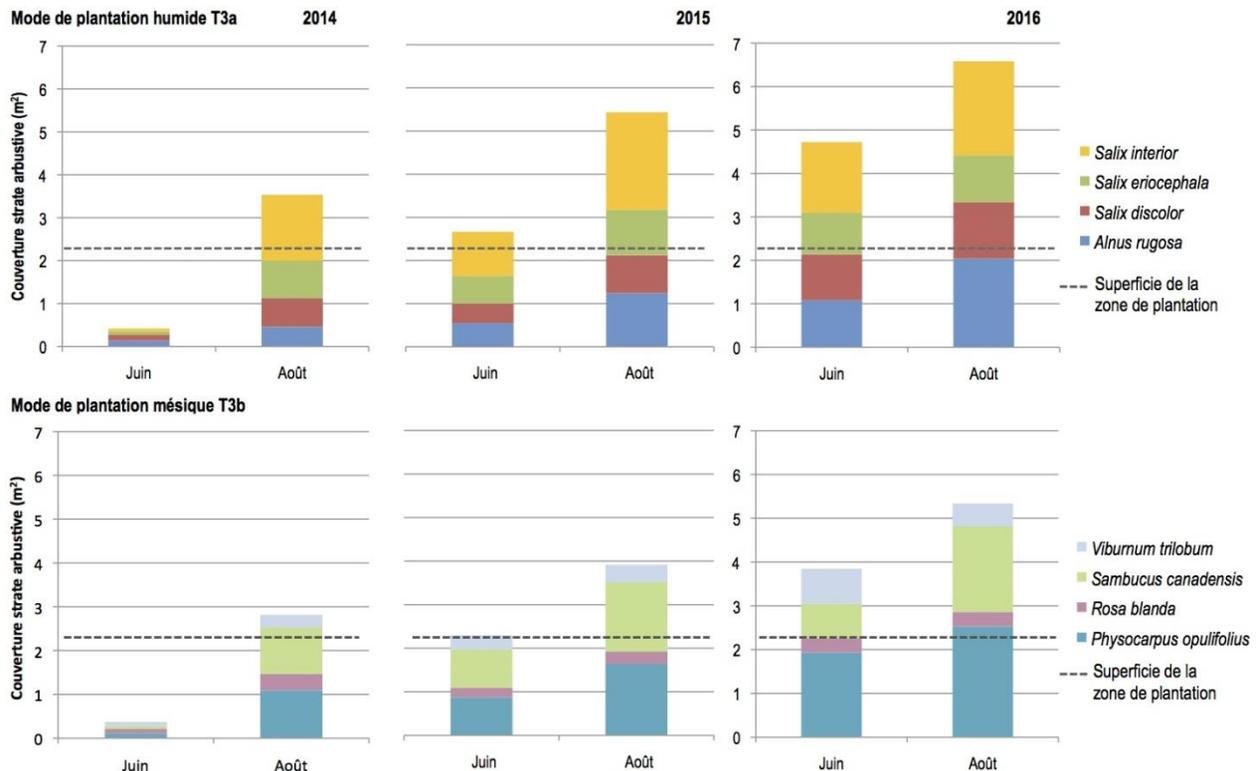


Figure 16 : évolution de la couverture des arbustes en fonction de la surface de plantation (2,25m²) pour les modes de plantation humide et mésique en début et fin de saison entre 2014 et 2016.

Le suivi des diamètres et des recouvrements des arbustes plantés nous permet d'établir quelles sont les espèces ayant le plus contribué à établir un couvert végétal capable de projeter suffisamment d'ombrage pour couvrir une surface de plantation de 2,25 m² (Annexe 3). Comme l'illustre la **Figure 16**, dans les modes de plantation proposés (humide et mésique), les arbustes atteignent rapidement une couverture suffisante pour induire une compétition. Parmi les espèces plantées, le saule de l'intérieur et l'aulne rugueux contribuent significativement à l'établissement d'un couvert arbustif dense en zone humide, mais cumulent également des recouvrements d'environ 100% pour 2015 et 2016 (**Tableau 6**). Tout comme pour la croissance en hauteur, le suivi des diamètres en 2016 du physocarpe à feuilles d'obier indique que cette espèce participe largement à l'établissement d'une couverture arbustive. Toutefois, le suivi des recouvrements des espèces de milieu mésique suggère une contribution légèrement supérieure du sureau blanc par rapport au physocarpe (**Tableau 6**). Le déploiement de feuilles composées chez le sureau blanc et sa grande capacité à drageonner favorise sans doute cette espèce à établir une couverture plus dense. Bien que la couverture de la viorne trilobée semble moins participer à la formation d'une strate étendue

(Figure 15), le suivi des recouvrements lui confère un rôle un peu plus appréciable avec 32% de recouvrement en 2016. Les tiges de viorne atteignent plus difficilement la strate haute, mais cette espèce réussit tout de même à s'établir en sous-étage grâce à sa tolérance à l'ombre (USDA, 2008).

Tableau 6 : Recouvrements absolus moyens des arbustes entre 2015 et 2016

Mode de plantation	Espèces	2015	2016
		R.A.M. ¹ (%)	R.A.M. (%)
T3a - Humide	<i>Alnus rugosa</i>	47,5	55,5
	<i>Salix interior</i>	42,5	41,5
	<i>Salix discolor</i>	27,5	22,1
	<i>Salix eriocephala</i>	22,5	27,5
	Sol	0,5	0,4
	<i>Heracleum mantegazzianum</i>	0	0
	Autres espèces	150,4	127,7
T3b - Mésique	<i>Sambucus canadensis</i>	53,5	63,5
	<i>Physocarpus opulifolius</i>	46,5	52,5
	<i>Viburnum trilobum</i>	19,5	31,5
	<i>Rosa blanda</i>	14,5	13,5
	Sol	1,9	0,1
	<i>Heracleum mantegazzianum</i>	0,1	0
	Autres espèces	118,5	92,6

¹ : R.A.M. : Recouvrement absolu moyen sur site humide (n=10 quadrats) et mésique (n=10 quadrats)

3.2.2 État de santé

L'évaluation de l'état de santé a été réalisée à partir d'observations de signes de dommages, de dépérissements et de déficiences chez les arbustes plantés. Les informations acquises par cette évaluation visent principalement à mieux interpréter la performance des arbustes dans un contexte difficile et sans entretien intensif. Les catégories d'impacts observés peuvent être de source : (1) abiotique par l'observation de bris de branches occasionnées par les glaces et les inondations ou (2) biotique suite aux impacts provoqués, entre autres, par des insectes, des maladies fongiques, des carences nutritionnelles et des animaux (Figure 17). Ces observations ont été relevées 2 fois au cours de la saison estivale (juillet et août) puis traduites sous forme de valeur numérique selon une échelle de gravité décrite au Tableau 7.



Figure 17 : Évaluation de l'état de santé des arbustes selon les impacts abiotiques et biotiques observés entre 2015 et 2016.

Tableau 7. Variables évaluées afin de déterminer l'état des arbustes plantés.

Source	Catégorie	Échelle de gravité
Abiotique	Bris	0 : 0% de branches brisées 1 : 1 à 10% de branches brisées 2 : 11 à 30% de branches brisées 3 : 31% à 60% de branches brisées 4 : > 60% de branches brisées, non déraciné 5 : déraciné
Biotique	Défoliation	0 : 0% de défoliation 1 : 1 à 10% (très faible) 2 : 11 à 30% (faible) 3 : 31% à 60% (moyenne) 4 : > 60% (majeur)
	Maladie ¹	0 : absence d'infection 1 : Faible 2 : Moyenne 3 : Majeur
	Carence ²	0 : Aucune 1 : Chlorose localisée 2 : Chlorose étendue 3 : Généralisée et accompagné de nécrose.
	Broutage	0 : 0% absent 1 : 1 à 10% 2 : 11 à 30% 3 : 31% à 60% 4 : > 60%

¹ : Symptômes associés à la présence de maladie fongique, virale ou bactérienne.

² : Symptômes liés à des carences nutritionnelles (N, P, K, Ca, Mg, S) qui se manifeste sous forme de chlorose et/ou de nécrose.

Pour établir l'état de santé général de chacun des arbustes, nous avons fait la moyenne de l'ensemble des valeurs observées en 2015 et 2016 pour attribuer un état de santé selon 4 classes, soient : Très faible [20 et plus], Faible [15 à 20[, Moyen [5 à 15[, Bon [1 à 5[. En dépit des impacts liés aux crues printanières (bris de branche), nos suivis estivaux sur l'état de santé des arbustes nous indiquent de façon générale que la majorité des arbustes se rétablissent très bien et sont en bon état de santé ([Tableau 7](#)).

Tableau 8. État de santé des différentes espèces arbustives établi sur la base des impacts abiotiques et biotiques observés au cours des saisons estivales 2015 et 2016.

Mode de plantation	Espèce	2015	2016	État de santé ¹
T3a - Humide	<i>Alnus rugosa</i>	1,7	1,1	Bon
	<i>Salix discolor</i>	1,6	2,0	Bon
	<i>Salix eriocephala</i>	1,4	1,8	Bon
	<i>Salix interior</i>	1,2	1,4	Bon
T3b - Mésique	<i>Physocarpus opulifolius</i>	1,1	1,0	Bon
	<i>Rosa blanda</i>	1,3	1,3	Bon
	<i>Sambucus canadensis</i>	1,0	1,1	Bon
	<i>Viburnum trilobum</i>	1,0	1,0	Bon

¹ : État de santé général tient compte des bris, de la défoliation, des maladies, des carences, du broutage qui ont été observés au cours de la saison estivale.

Ce rétablissement est principalement associé à la capacité de ces espèces à se régénérer de façon végétative par une production de rejets et/ou de drageons. Au cours de la saison estivale 2015-2016, près de 79% des impacts observés étaient attribuables à de la défoliation, 12% à des infections, 5% à des bris, 5% à des carences et aucun signe de broutage n'a été observé. Pour mieux saisir ce constat général, nous allons décrire brièvement la nature des divers impacts observés pour chacune des espèces dans le texte qui suit.

Alnus incana ssp. rugosa

La présence de divers insectes nuisibles en faible nombre, notamment la punaise de la courge (*Anasa armigera*), de rares oedipodes verts (*Chartophaga virifasciata*), de cercopes des prés (*Philaenus spumarius*) au stade larvaire et adulte ainsi que divers escargots n'ont laissé que des dommages se catégorisant de très faibles. La presque totalité des plants est également restée exempte de maladie durant ces deux années. En ce qui concerne les carences, des symptômes localisés de carence en fer ont été observés en 2015 sur un nombre restreint d'individus. Ces symptômes ne sont pas réapparus en 2016. En bref, l'ensemble des dommages observés n'a jamais mis les arbustes en danger ou limité leur croissance de manière significative. L'aulne rugueux a été l'un des arbustes à tolérer avec succès les conditions difficiles de la zone à l'étude.

Salix discolor

Une variété d'insectes ravageurs comme des calligraphes du saule (*Calligrapha multipunctata bigsbyana*), des pucerons (famille des *Aphididae*), des chenilles, des escargots et des cercopes des prés ont laissé les saules discolorés avec des dommages se qualifiant de très faibles à faibles au cours des années 2015 et 2016. La vigueur des saules discolorés a peu été affectée par cette défoliation plutôt limitée. Bien que des symptômes de maladies fongiques ont souvent été observés en août 2015, il ne semble pas y avoir eu d'impact majeur sur le développement des arbustes. Les symptômes de carence (magnésium et fer) ont été observés qu'à la fin de l'été 2015. Le développement des saules discolorés ne semble pas avoir été affecté par les quelques dommages d'ordre biotique. Par contre, un nombre limité d'individus a été affecté par les crues. Sans être déracinés, les saules ont été écrasés et pliés lors des crues printanières.

Salix eriocephala

Moins sensibles aux insectes ravageurs, les saules à tête laineuse ont été la proie occasionnelle de calligraphe du saule, de larves de tenthrede, de chenilles et d'escargots non identifiés ainsi que de pucerons (Famille des *Aphididae*). Les dommages laissés par ces insectes ont été catégorisés comme étant très faibles compte tenu de leur faible abondance. À la fin de la saison 2015, plusieurs symptômes de maladie fongique ont été observés sur un grand nombre d'individus, mais les dommages sont demeurés mineurs et leur réapparition durant l'année 2016 n'a été dépistée que sur une très faible proportion d'arbustes. Bien que la présence de cette maladie a probablement ralenti la croissance, celle-ci n'a jamais représenté une menace importante pour cette espèce. Des symptômes mineurs de carence (principalement en fer) ont été relevés en 2015 et 2016. Hormis les crues, le saule à tête laineuse n'a pas subi d'impacts majeurs d'ordre biotique qui auraient pu affecter sa croissance de façon déterminante.

Salix interior

Au cours des deux années de dépistage chez le saule de l'intérieur, nous avons observé un certain nombre d'insectes nuisibles comme des chenilles et des larves de tenthrède (non identifiées), quelques punaises de la courge et pucerons (Famille des *Aphididae*) ainsi que des calligraphes du saule. Les dommages occasionnés par ces insectes se traduisent par des dégâts superficiels (très faible) chez la majorité des individus, mais quelques arbustes ont été plus lourdement touchés par des larves de tenthrède et des chenilles. En raison du niveau de défoliation plus important chez ces individus, nous avons observé une légère diminution de leur recouvrement. Aucun symptôme de carence n'a été détecté lors des deux années. La présence de maladie fongique a été détectée sur l'ensemble des individus en août 2015. La proximité entre les saules semble en partie responsable de cette propagation généralisée. Le saule de l'intérieur avec ses tiges flexibles et sa grande capacité à se régénérer végétativement (rejet et drageons) possède de bonnes aptitudes pour contrecarrer les différents dommages qui lui ont été infligés.

Physocarpus opulifolius

Malgré le dépistage d'une grande variété d'insectes nuisibles comme les cercopes des prés, chenilles et scudéries non identifiées (Famille des *Tettigonidea*), les punaise de la courge et les punaises à quatre raies (*Poecilocapsus lineatus*), les dégâts qu'ils ont laissés étaient pratiquement inexistantes ou très faibles en 2015 et 2016. Des symptômes mineurs de maladie fongique (*Oidium*) sur certains individus ont été relevés au cours des deux années de suivi. Quelques débuts de symptômes de carences en azote et en fer ont été observés sur très peu d'individus en 2015 et 2016. En somme, le physocarpe à feuilles d'obier a été très peu affecté par ces impacts d'ordre biotique et tout comme l'aulne rugueux a été particulièrement performant au sein des différents traitements.

Rosa blanda

Les rosiers ont subi plus de dégât que la majorité des autres espèces plantées. Ayant une croissance plus lente comparativement aux autres arbustes sélectionnés sur site mésique, les rosiers sont demeurés généralement de faible hauteur et se sont difficilement développés sous la strate arbustive. Cette situation a laissé les plants dans des conditions aptes au développement de maladies et plus vulnérables aux insectes nuisibles. Les rosiers ont été régulièrement la proie d'escargots et de cercopes des prés, mais la défoliation observée se limitait de très faible à faible. Certains arbustes ont été faiblement touchés par des maladies cryptogamiques. De plus, les rosiers ont toléré de façon moins efficace les ravages engendrés par les crues. En dépit de ces difficultés, leur capacité à drageonner a toujours permis à cette espèce de se rétablir. Il n'est donc pas étonnant qu'aucun rosier n'ait été perdu au cours du suivi.

Sambucus canadensis

Le sureau blanc, malgré une perte importante de sa biomasse aérienne en raison des crues, témoigne d'une grande capacité à se régénérer grâce au drageonnement. Comme l'ensemble des autres arbustes sélectionnés, il a été la proie de plusieurs ravageurs, notamment: la chrysomèle rayée du concombre (*Acalymma vittata*), le cercope des prés au stade larvaire et adulte, la punaise de la courge, l'escargot, des chenilles et larves de tenthrède non identifiées, la punaise à quatre raies et des scudéries non identifiées (Famille des *Tettigonidea*). Lors des suivis, l'ensemble des dommages a toujours été catégorisé de très faible à faible. Comparativement aux autres arbustes, les ravageurs observés lors des dépistages étaient légèrement plus abondants et laissaient des dégâts un peu plus importants. Ces impacts n'ont toutefois

jamais significativement ralenti la croissance des arbustes. Aucune infection n'a été observée durant les deux années, à l'exception de symptômes mineurs sur un seul individu. En ce qui a trait aux carences, des symptômes de déficience en fer et azote sur les individus du traitement E ont été observés à la fin de la saison 2015. En bref, la progression du sureau blanc n'a pas été altérée de manière évidente par la présence d'insectes, de maladies, de carences, mais principalement par des dégâts d'ordre abiotiques.

Viburnum trilobum

La présence d'escargots, de chenilles et de punaises non identifiées (famille des *Coreidae*) et de punaises à quatre raies, de cercopes des prés ainsi que de scudéries non identifiées (Famille des *Tettigonidea*) au cours de 2015 et 2016 a été relevée dans des proportions variables, mais était généralement faible. La viorne trilobée est l'un des arbustes sélectionnés qui a été le moins affectée et qui a démontré une bonne résistance face aux attaques des différents ravageurs dans l'ensemble des traitements. Les dégâts sur l'étendu des deux années sont catégorisés entre inexistantes et faibles. Cet arbuste n'a présenté aucun symptôme lié à des carences et seuls quelques symptômes mineurs de maladie cryptogamique ont été détectés sur quelques individus à la fin de la saison 2016.

3.2.3 Estimation de la performance

L'indice de performance des différences espèces arbustives plantées a été établi en tenant compte de l'état de santé, de l'accroissement en hauteur et en diamètre ainsi que du recouvrement (**Tableau 9**). Le niveau de performance se distribue selon différentes classes auxquelles nous attribuons un indice de performance allant de Faible à Très élevé.

Tableau 9. Définition des indices de performance selon les paramètres d'état de santé et de croissance.

Paramètres	Hiérarchisation des valeurs			
État de santé	1	2	3	4
Hauteur	1	2	3	4
Diamètre	1	2	3	4
Recouvrement	1	2	3	4
Classes	< 4	[4 à 8 [[8 à 12[>12
Indices de performance	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé

¹ L'attribution des valeurs pour les différents paramètres est présentée à l'Annexe 4.

Le **Tableau 10** nous présente des valeurs moyennes calculées pour chaque espèce selon les différents paramètres ainsi que la valeur et l'indice de performance qui en résulte. Selon cette estimation, l'aulne rugueux, le saule de l'intérieur et le saule discolore offrent la meilleure performance sur site humide, alors que sur site mésique, ce sont plutôt le physocarpe à feuilles d'obier et le sureau blanc qui se démarquent. Bien que le saule à tête laineuse ait obtenu une performance jugée moyenne, cette espèce ne témoigne pas nécessairement d'une contre-performance, mais ses accroissements plus faibles en diamètre ont contribué à faire fléchir sa valeur de performance estimée à 7,5. Le rosier inerme et la viorne trilobée

présentent également une performance moyenne, mais ils ont obtenu les valeurs de performance les plus faibles parmi l'ensemble des espèces évaluées en raison de leur faible accroissement en diamètre et de leur couverture.

Tableau 10. Estimation des indices de performance des arbustes selon les paramètres.

Mode de plantation	Espèce	État de santé	Hauteur	Diamètre	Recouvrement	Valeur de performance	Indice de performance
T3a - Humide	<i>Alnus rugosa</i>	3,0	2,0	2,0	2,5	9,5	Élevé
	<i>Salix discolor</i>	3,0	3,0	1,5	1,0	8,5	Élevé
	<i>Salix eriocephala</i>	3,0	2,0	1,0	1,5	7,5	Moyen
	<i>Salix interior</i>	3,0	2,5	1,5	2,0	9,0	Élevé
T3b - Mésique	<i>Physocarpus opulifolius</i>	3,0	3,0	1,5	2,5	10,0	Élevé
	<i>Rosa blanda</i>	3,0	2,0	1,0	1,0	7,0	Moyen
	<i>Sambucus canadensis</i>	3,0	2,0	2,0	3,0	10,0	Élevé
	<i>Viburnum trilobum</i>	3,0	1,5	1,0	1,5	7,0	Moyen

À RETENIR : Les espèces arbustives ont été en général peu affectées par les ravageurs, les maladies fongiques et les carences. La capacité à croître rapidement a permis à certaines d'entre elles de se rétablir plus facilement des impacts causés par les crues printanières. Sur la portion la plus humide de la bande riveraine, ce sont l'*Alnus rugosa*, le *Salix interior* et le *Salix discolor* qui ont participé efficacement à la formation d'une strate arbustive haute et dense. Au milieu du talus de cette même bande riveraine, ce sont plutôt le *Physocarpus opulifolius* et le *Sambucus canadensis* qui sont les plus aptes à établir une strate susceptible d'empêcher la germination ou la croissance de la berce du Caucase. Pour éviter l'obstruction des drains agricoles par les racines, il est recommandé lors de la mise en place des plantations en milieu riverain de bien identifier les réseaux de drainage souterrain afin de distancer les arbustes des drains agricoles. Ces zones non plantées devraient toutefois être ensemencées par un mélange herbacé.

4. LES STRATEGIES DE GESTION ET D'INTERVENTION

Cette section a pour objectifs de proposer dans un premier temps une stratégie générale de gestion face à une menace d'invasion par la berce du Caucase et, dans un deuxième temps, des stratégies d'intervention pouvant être déployées selon l'étendue de l'envahissement et du type de milieu affecté.

4.1 Stratégie de gestion

L'approche proposée au niveau de la stratégie de gestion a été inspirée du cadre stratégique de gestion des espèces exotiques envahissantes défini par le gouvernement fédéral et par Nature Québec (Labrecque, 2016). Cette stratégie de gestion vise tout d'abord à sensibiliser la population et les intervenants locaux et régionaux sur les risques d'introduction et de propagation liés à la berce du Caucase (Figure 18). Sur la base de cette sensibilisation et des informations transmises pour signaler la présence de la berce du Caucase, les acteurs concernés doivent confirmer son identification (berce du Caucase vs berce laineuse) avant d'entreprendre l'étape de l'analyse des risques d'invasion. Cette étape d'analyse déterminera l'urgence d'agir selon le niveau d'envahissement et le type de milieu affecté. Ainsi, la vitesse d'intervention liée à la présence d'une petite colonie de berce du Caucase en bordure d'un champ sera jugée moins urgente que pour une colonie en bordure d'un cours d'eau où le risque de dissémination est souvent préoccupant. Dans le cas où les intervenants font face à un envahissement notable et qu'ils possèdent peu d'informations sur l'étendue de l'envahissement, il est recommandé de procéder à une caractérisation des colonies. Cette étape de caractérisation permettra de mieux sélectionner les mesures d'intervention à entreprendre afin d'éradiquer les foyers d'infestation. Suite à l'application des interventions de contrôle, des mesures de suivi doivent être programmées pendant 1 ou 2 années afin de s'assurer que la banque de semences des colonies maîtrisées ne provoque pas l'émergence de nouveaux individus. Lorsque l'éradication des colonies est atteinte, il est impératif de maintenir les gains face à cette espèce. Pour ce faire, les acteurs locaux doivent demeurer vigilants et respecter cette stratégie de gestion.

4.2 Stratégies d'intervention

Les stratégies d'intervention sont principalement définies en fonction de la sévérité de l'envahissement et du type de milieu affecté. Si la colonie de berce est de faible superficie et localisée à un seul endroit, la stratégie d'intervention peut être simple et se limiter à 3 interventions d'extraction au cours de la première année, puis à quelques interventions les années subséquentes selon la banque de semences présente dans le sol (Figure 19, Stratégie A). Par contre, si l'invasion réfère à de nombreuses colonies dispersées le long d'un cours d'eau, la stratégie d'intervention peut faire appel à diverses méthodes selon le type de milieu colonisé par la berce (littoral, rive, terrestre). En effet, pour une invasion importante qui couvre un grand territoire, il est généralement impossible de procéder à l'éradication complète en 1 ou 2 saisons. Toutefois, il est possible de sélectionner des méthodes efficaces et prioriser certains secteurs fortement envahis, et déployer en parallèle des méthodes plus simples et moins coûteuses (coupe d'ombelles) afin de limiter la propagation d'individus colonisant d'autres secteurs (Figure 19, Stratégie G).

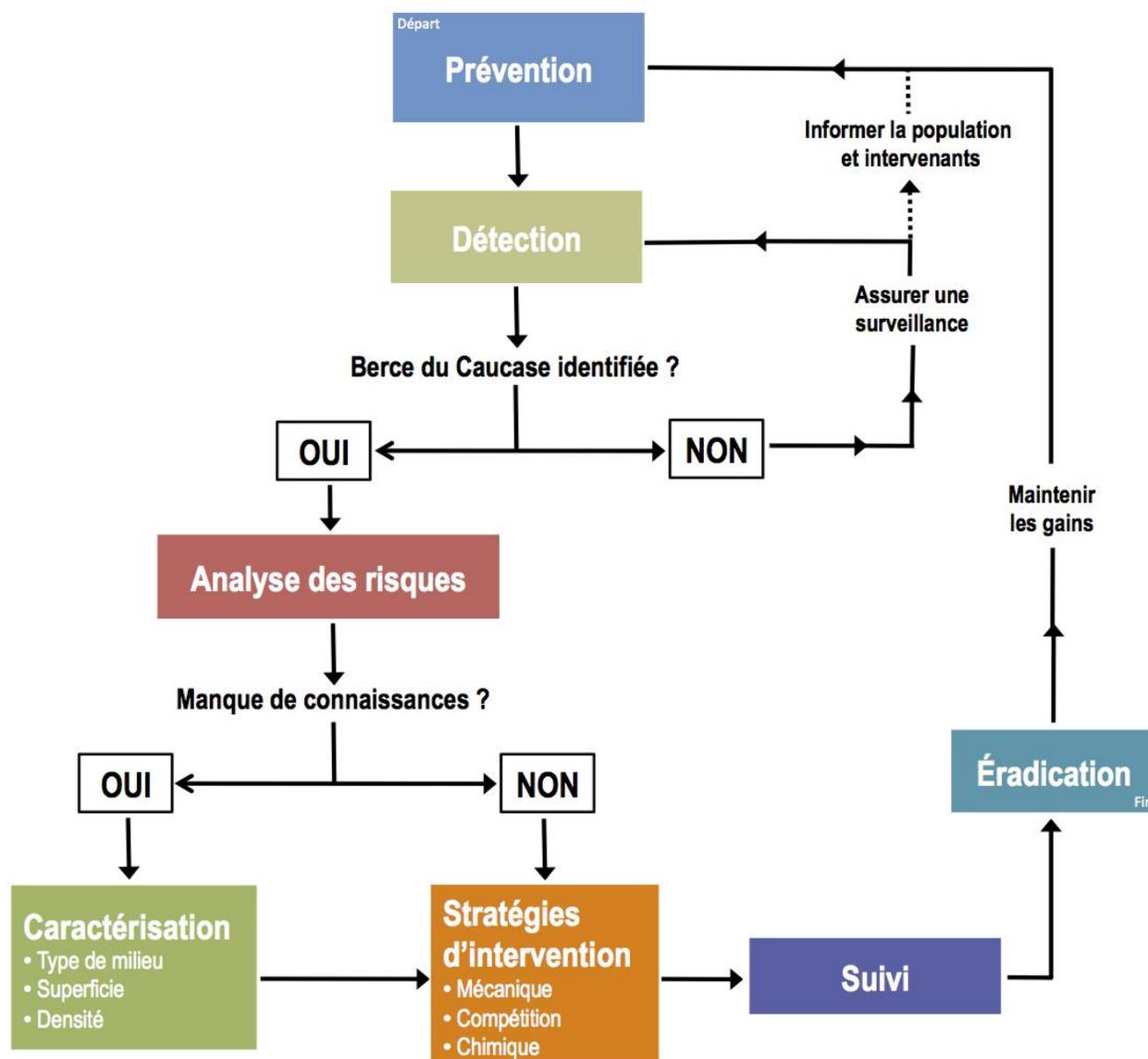


Figure 18 : Approche de stratégie de gestion à adopter face à une problématique d'invasion par la berce du Caucase (Adaptée de la Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes : Gouv. Canada, 2004 et Labrecque, 2016).

La réglementation actuelle permet l'utilisation de certains herbicides en milieu agricole au-delà de 3 mètres d'un cours d'eau ou en zone terrestre à condition de respecter les lois et les règlements en vigueur du secteur touché. Lors du processus d'éradication visant à éliminer la banque de semences de berce, la méthode chimique à l'aide d'un herbicide systémique nécessitera probablement au moins deux applications au cours de la première saison afin d'éliminer l'émergence de nouveaux plants provenant de la banque de semences (Figure 19, Stratégie E). Dans une perspective où l'on envisage la combinaison d'une lutte chimique avec la plantation d'arbustes en zone riveraine, il est préférable que la plantation soit réalisée au début de la seconde année afin d'éviter que les arbustes plantés soient affectés par les traitements chimiques. Ainsi, les arbustes plantés au printemps suivant pourront bénéficier d'un établissement adéquat qui leur permettra de mieux résister aux crues automnales et printanières ainsi qu'à l'action des glaces.

Dans le cas où l'éradication de la berce du Caucase et la restauration arbustive doivent être réalisées en une seule saison, on doit privilégier une application herbicide en mai suivie d'une plantation d'arbustes avant la mi-juin. Le cas échéant, une étape d'extraction manuelle devra être envisagée dans le cas où quelques plants de berce aient subsisté au traitement chimique (Figure 18, Stratégie F). Lorsque cette étape de restauration est complétée, des mesures d'extraction préventives devront être programmées afin de s'assurer qu'aucun plant de berce ne subsiste (Tableau 10).

A. Lutte par extraction racine



B. Lutte par coupe d'ombelles



C. Lutte par coupe répétée



D. Lutte par extraction et compétition végétale



E. Lutte chimique (milieu terrestre ou à plus de 3 m d'un cours d'eau)



F. Lutte chimique et par compétition (milieu terrestre ou à plus de 3 m d'un cours d'eau)



G. Lutte par secteur combinant extraction, compétition et coupe



Figure 19 : Proposition de stratégies d'intervention pour contrôler une invasion par la berce du Caucase.

Tableau 11. Stratégies d'intervention déployées sur 2 ou 3 années selon la nature de l'invasion.

Sévérité de l'envahissement	Type de milieu	An 1	An 2	An 3 ²	An 4	Années suivantes		
Petite colonie localisée	Littoral - Rive	A	A	Suivi ⁴	Suivi	Surveillance ⁵		
		D	A	Suivi	Suivi			
	Terrestre ³	A	A	Suivi	Suivi			
		D	A	Suivi	Suivi			
		E	E	Suivi	Suivi			
Nombreuses colonies dispersées ¹	Littoral - Rive	G	G	(A)	Suivi			
		F	A	(A)	Suivi			
	Terrestre	G	G	(A)	Suivi			
		Grosse colonie bien établie	Littoral - Rive	D	A		(A)	Suivi
				D	A		(A)	Suivi
Terrestres	F		A	(A)	Suivi			
	G		A	(A)	Suivi			
Présence de colonie(s) (ressources financières limitées)	Littoral - Rive	Mesures temporaires de confinement ⁶						
		B						
	Terrestre	C						
		B						
		C						
		E						

¹ Invasion importante liée généralement aux berges d'un cours d'eau où la gestion de l'envahissement s'effectue par secteurs.

² La stratégie A figure entre parenthèses puisque son application dépendra de l'efficacité des stratégies réalisées précédemment.

³ Colonie située au-delà de 3 mètres d'un cours d'eau et en milieu terrestre.

⁴ La détection de plants de berce du Caucase lors du suivi des zones traitées nécessite des mesures d'intervention appropriées.

⁵ La surveillance fait partie de la stratégie de gestion où les acteurs locaux demeurent vigilants face à une potentielle intrusion.

⁶ En présence d'un envahissement important, des mesures de coupe peuvent être coûteuses si déployées sur plusieurs années.

Dans un contexte où l'on détecte des colonies sur son territoire et que les ressources financières sont limitées pour déployer des méthodes de contrôle efficaces à la première année, il est conseillé d'intervenir tout de même dans la limite des moyens disponibles, notamment si le secteur touché se situe en bordure d'un cours d'eau. Des méthodes telles que la coupe répétée ou la coupe d'ombelles constituent des mesures temporaires pour limiter la progression de l'invasion et épuiser la banque de semences (**Tableau 11**). Si les intervenants détiennent les permis et certificats nécessaires à l'application d'un herbicide, il peut s'avérer peu coûteux d'appliquer une méthode de lutte chimique, notamment pour des colonies circonscrites en milieu terrestre ou au-delà de 3 mètres d'un cours d'eau (**Figure 19**, Stratégie E).

Dans le cadre du processus de sélection des stratégies D et G, qui intègrent l'établissement d'une compétition végétale (arbustives) pour lutter contre une invasion en berge, il est important lors de la caractérisation des colonies de bien identifier les différents niveaux d'inondation susceptibles d'être rencontrés. Généralement la position de débris et les signes d'érosion sur le talus riverain en période printanière et estivale permettent d'établir la position des plantations de type humide ou mésique (**Figure 20**).

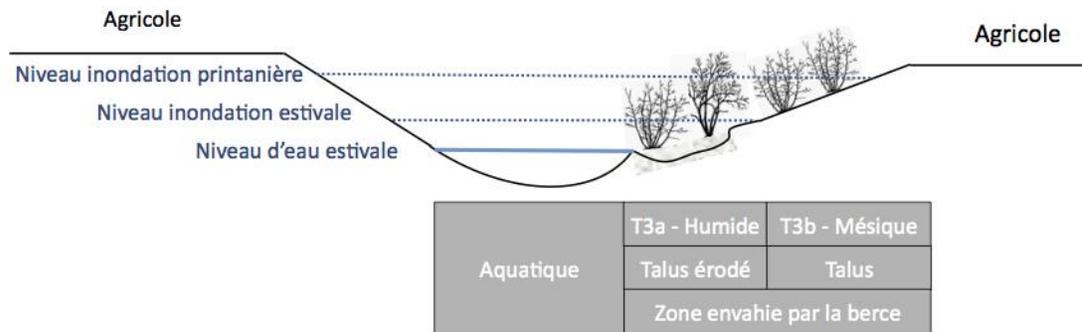


Figure 20 : Coupe transversale de la position des types de plantation humide ou mésique selon les différents niveaux d'eau.

Que ce soit en milieu humide ou mésique, il est préférable d'utiliser plus d'une espèce d'arbustes au sein des zones de plantations souvent dénudées à la suite d'interventions d'extraction. Quoique facultatif, il est avantageux de procéder également à un ensemencement d'un mélange herbacé ombrophile (à base de fétuque rouge) afin de stabiliser le sol. De plus, l'utilisation d'une diversité d'espèces offrira une meilleure résilience aux plantations face à des impacts liés à la présence d'insectes, de maladies et de brouteurs. Dans le cas d'un cours d'eau fortement envahi, l'établissement d'une strate arbustive peut s'avérer coûteux. Il est donc préférable d'opter pour une solution moins coûteuse en procédant à des ensemencements sur des segments de rive moins érodés et de privilégier des plantations d'arbustes sur les segments plus affectés par l'érosion et/ou les interventions d'extraction.

5. CONCLUSION

Ce rapport a permis de dresser un portrait de l'efficacité des diverses méthodes de lutte appliquées sur les berges du ruisseau Fourchette. Les méthodes de lutte intégrant la suppression des ombelles et des plants de berce permettent un épuisement des banques de semences, l'abondance de semis de l'année étant nulle en 2017 pour l'ensemble des traitements. Pour atteindre une éradication complète des plants de berce, le traitement qui combine la lutte mécanique par extraction et la plantation d'arbustes sur paillis de plastique était l'un des plus efficaces. Toutefois, nous avons constaté que la première intervention d'extraction engendre énormément de perturbations au niveau de la bande riveraine et peut nécessiter beaucoup de ressources si elle est appliquée à l'échelle réelle sur un site fortement envahi. L'établissement d'un couvert herbacé compétitif constitue une alternative moins coûteuse et devrait être envisagé sur des segments de rive moins soumis aux forces érosives de l'eau. Pour les segments fortement érodés, il importe d'utiliser des arbustes pouvant croître rapidement afin qu'ils se rétablissent plus facilement des impacts causés par les crues printanières. Parmi les arbustes capables de former cette strate arbustive haute et dense, les espèces les plus performantes sur site humide sont l'aulne rugueux, le saule intérieur et le saule discolor alors que sur site mésique c'est le physocarbe à feuilles d'obier et le sureau blanc qui se sont démarqués. Certaines méthodes moins efficaces comme la coupe répétée et la coupe d'ombelles, peuvent constituer des mesures d'intervention temporaires capables de limiter la progression d'une invasion importante. Bien que le traitement à l'aminopyralide soit inefficace, la lutte chimique avec d'autres types de produits comme ceux à base de glyphosate peut constituer aussi une alternative peu coûteuse à considérer. Les stratégies de gestion et d'intervention démontrent que la majorité de ces méthodes doivent être envisagées puis sélectionnées selon la nature de l'envahissement et des ressources financières et humaines dont disposent les localités touchées par un envahissement. Enfin, ne rien faire face à une problématique d'invasion peut avoir des conséquences désastreuses en terme de biodiversité végétale et de santé publique. Il est donc impératif d'agir rapidement et de manière préventive lorsqu'une invasion est amorcée.

REMERCIEMENTS

Ce rapport a pu être réalisé grâce à l'excellent travail d'étudiants et de professionnels de recherche sans lesquels la tâche aurait été beaucoup plus ardue. Nous remercions de façon particulière les employés, stagiaires et étudiants de l'Université de Montréal qui ont contribué à la collecte des données, à leur compilation et à leur analyse ainsi qu'aux activités de démantèlement de l'expérience, soit **Benoit St-Georges, Vanessa Laplante, Sabrina Demers-Thibault, Todor Minchev, Anne Lachapelle et Jacques Baril**. Nous aimerions également souligner le soutien de certains membres de l'équipe de l'Université Laval, soit **Élisabeth Groeneveld et Michaël Leblanc**. 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. 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 nous avons eues avec notre collaborateur **Claude Lavoie**, professeur titulaire à l'Université de Laval, et sa professionnelle de recherche **Élisabeth Groeneveld**, tous deux membres de QuéBERCE, ont contribué non seulement à l'élaboration de cadre de recherche qui a été proposé au MAPAQ, mais aussi à sa bonification pour tenir compte des réalités du terrain. Enfin, nous ne pouvons pas 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.



Figure 21 : Équipe de travail lors des activités d'extraction associées au démantèlement de l'expérience le long du ruisseau Fourchette à l'été 2017.

6. RÉFÉRENCES

- Boivin, P., A. Albert et J. Brisson. 2011.** Prévenir et contrôler l’envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention (R538.3) et volet analytique (R538.2). Rapport final préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Montréal. 39 pages et annexes.
- Boivin, P. et J. Brisson. 2017.** Berce du Caucase. Stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres agricoles (PV-3.2-2014-002). Activités 2016. Rapport d’étape (2^e partie) préparé pour Ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 38 pages et annexes.
- Boivin, P. et J. Brisson. 2016.** Berce du Caucase. Stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres agricoles (PV-3.2-2014-002). Activités 2015. Rapport d’étape (2^e partie) préparé pour Ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 37 pages et annexes.
- Boivin, P. et J. Brisson. 2015.** Berce du Caucase. Stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres (PV-3.2-2014-002). Rapport d’étape (2^e partie). Rapport d’activités 2014 préparé pour Ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 30 pages et annexes.
- Brouillet, L., F. Coursol, S.J. Meades, M. Favreau, M. Anions, P. Bélisle et P. Desmet. 2015.** VASCAN, la base de données des plantes vasculaires du Canada. En ligne: <http://data.canadensys.net/vascan/> (consulté le 2 février 2015).
- Dow AgroSciences.** Herbicide Milestone™ (No Homologation 28517) – Étiquette commerciale. Repéré à http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_08d6/0901b803808d6fb5.pdf?filepath=ca/pdfs/noreg/010-22045.pdf&fromPage=GetDoc
- Gouvernement du Canada. 2004.** Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes. 46 p. [En ligne.] http://publications.gc.ca/site/archivee-archived.html?url=http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/CW66-394-2004-fra.pdf
- Klimaszyn, P., D. Klimaszyn, M. Piotrowiak et A. Popiolek. 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.

Labrecque, Marilyn, 2016. Plan d'intervention pour la lutte contre les plantes envahissantes dans la ZICO de Saint-Vallier. Rédigé dans le cadre du programme Zones importantes pour la conservation des oiseaux au Québec. Québec, Nature Québec, 26 p.

Lavoie, C. 2018. Berce du Caucase. Stratégies de lutte pour un nouvel envahisseur en terres agricoles (PV-3.2-2014-002). Rapport final (1^{ère} partie) préparé pour Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Université de Laval, Québec. 34 pages et annexes.

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.

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

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.

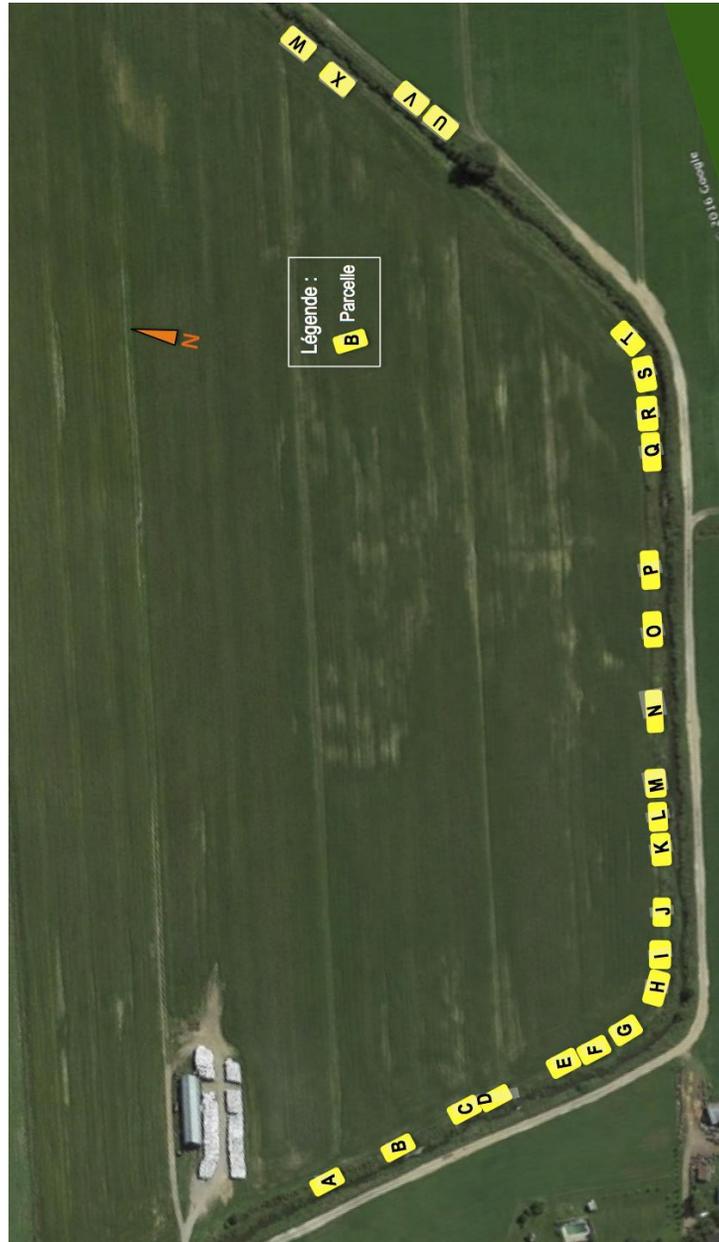
Pergl, I., J. Hüls, I. Perglova, R. I. Eckste in, P. Pysek et A. Otte. 2007. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International, Wallingford, p. 92–111.

Santé Canada. 2018. Sécurité des produits de consommation : étiquettes de pesticides homologués pour la berce du Caucase. http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/result-fra.php?p_search_label=berce+du+caucase&searchfield1=NONE&operator1=CONTAIN&criteria1=&logicfield1=AND&searchfield2=NONE&operator2=CONTAIN&criteria2=&logicfield2=AND&searchfield3=NONE&operator3=CONTAIN&criteria3=&logicfield3=AND&searchfield4=NONE&operator4=CONTAIN&criteria4=&logicfield4=AND&p_operatordate=%3D&p_criteriadate=&p_status_reg=REGISTERED&p_searchexpdate=EXP

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

USDA, 2008. Plant Fact Sheet : American cranberrybush, *Viburnum opulus* L. var. *americanum* Aiton. Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Program. 2 p.

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES 24 PARCELLES EXPÉRIMENTALES (A à X) RENFERMANT LES 5 QUADRATS D'ÉCHANTILLONNAGE ASSOCIÉS AU TRAITEMENT



ANNEXE 2 : DENSITÉ MOYENNE DE PLANTS AVEC ET SANS COTYLÉDONS AVANT L'APPLICATION DES TRAITEMENTS ENTRE 2014 & 2017

Codes	Traitements	2014			2015			2016			2017			Réduction ² du nombre de plants par rapport 2014 (%)
		Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	Densité totale de plants (Nb/m ²)	Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	Densité totale de plants (Nb/m ²)	Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	Densité totale de plants (Nb/m ²)	Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	Densité totale de plants (Nb/m ²)	
T1	Fauche répétée	88	120	208	0	75	75	0	57	57	0	47	47	77,5
T2a	Extraction et lutte par compétition herbacée (mésique)	4	106	110	0	3	3	0	0,4	0,4	0	0,8	0,8	89
T2b	Extraction et lutte par compétition herbacée (humide)	50	69	119	0	3	3	0	0	0	0	0	0	100
T3a	Extraction + lutte par compétition arbutive (humide)	36	104	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
T3b	Extraction + lutte par compétition arbutive (mésique)	50	116	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
T4	Pseudo lémoïn avec extraction de racines	39	72	111	0	4	4	0	1	1	0	0,2	0,2	100
T5	Pseudo lémoïn avec coupe des ombelles	135	140	275	7	97	104	3	43	46	0	16	16	94
T6a	Herbicide dose faible	NA	NA	NA	2	26	28	0	14	14	NA	NA	NA	NA
T6b	Herbicide dose élevée	NA	NA	NA	1	23	24	0	13	13	NA	NA	NA	NA

T3: Lutte mécanique (extraction racines) + lutte par compétition arbustive et herbacée ombrophile (E, F, M, R)

T3a: Mode de plantation humide → 2 réplicats (paillis de plastique 2,25 m², ensemencement sp d'ombre début septembre)

Haut de talus
 0,375 —
 1,125 —

• *Alnus rugosa (aru)*
 • *Salix discolor (sdi)*
 • *Salix interior (sin)*
 • *Salix eriocephala (ser)*

Notes:
 • Couper paillis, creuser un trou et amender avec un sol stérile;
 • Planter arbuste selon les mesures telles que illustrées;
 • Poser collerette;
 • Mesurer la hauteur et le diamètre de chacun des arbustes;
 • Ensemencer mélange d'espèces ombrophiles suite retrait du paillis de plastique.

Bas de talus 0 0,375 1,125 1,5 m
 ↓ Sens du courant

T3b: Mode de plantation mésique → 2 réplicats (paillis de plastique 2,25 m², ensemencement sp d'ombre début septembre)

Haut de talus
 0,375 —
 1,125 —

• *Rosa blanda inermis (rbi)*
 • *Viburnum trilobum (vtr)*
 • *Sambucus canadensis (sca)*
 • *Physocarpus opulifolia (pop)*

Notes:
 • Couper paillis, creuser un trou et amender avec un sol stérile;
 • Planter arbuste selon les mesures telles que illustrées;
 • Poser collerette;
 • Mesurer la hauteur et le diamètre de chacun des arbustes;
 • Ensemencer mélange d'espèces ombrophiles suite retrait du paillis de plastique.

Bas de talus 0 0,375 1,125 1,5 m
 ↓ Sens du courant

ANNEXE 4 : ÉCHELLE DE VALEUR ATTRIBUÉE POUR LES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES UTILISÉS DANS LE CALCUL DE LA PERFORMANCE DES ARBUSTES

Paramètres		Classe	Valeur
État de santé	Bon	1 à 5	4
	Moyen	6 à 15	3
	Faible	16 à 20	2
	Très faible	> 20	1
Accroissement en hauteur et diamètre	Faible	1 à 30%	1
	Moyenne	31 % à 60%	2
	Élevée	61% à 100%	3
	Très élevée	> 100%	4
Recouvrement	Faible	1 à 25%	1
	2 Moyenne	26 % à 50%	2
	3 Élevée	51% à 75%	3
	4 Très élevée	76% à 100%	4