



Institut de recherche
en **biologie végétale**

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

Activités 2014



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 2015

**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 2015

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, de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens) et de 2 bibliothèques spécialisées en botanique.

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, Centre d'étude sur la forêt (CEF) 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
MARIE XUYEN LAROCHELLE (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
GYSLAIN VALLIÈRE (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
MATHIEU GUILLEMETTE (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
JACQUES BARIL (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
MARIE-CLAUDE DELEROSBIL (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
ELISABETH GROENEVELD (professionnelle de recherche)	Université Laval
MARIE-CLAUDE DUQUETTE (professionnel de recherche)	Université Laval
NOÉMIE BLANCHETTE-FORGET (collecte de données)	Université Laval
NICOLAS TROTTIER (collecte de données)	Université Laval

Pour fins de citation :

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

RÉSUMÉ

La **berce du Caucase** est une plante exotique eurasiatique envahissante particulièrement nuisible. La sève de la berce contient des composés qui, au contact de la peau et avec exposition à la lumière, provoquent des dermatites sévères. Les feuilles larges de la berce font ombrage et élimineraient aussi le couvert végétal naturel et contribueraient 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, et 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 la prolifération de cette plante. On explique dans ce rapport d'étape les travaux qui ont été effectués depuis le mois de mai 2014 pour l'objectif 3. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé diverses interventions pour mettre en place un dispositif de 20 parcelles expérimentales qui visent à évaluer 5 modes de traitement en bordure du ruisseau Fourchette (région de Chaudière-Appalaches), où la berce a été introduite en 2009. Ces cinq traitements sont : (T1) Lutte mécanique par fauche répétée, (T2) Lutte mécanique avec extraction à la racine et lutte par compétition herbacée, (T3) Lutte mécanique avec extraction à la racine et lutte par compétition arbustive, (T4) Pseudo-témoin avec extraction à la racine et (T5) Pseudo-témoin avec coupe des ombelles. Les données préliminaires issues des suivis mensuels de ces traitements nous indiquent une mortalité naturelle importante des jeunes plants de berce ayant émergé au printemps. Les modes de traitement faisant appel à l'extraction à la racine des plants de berce se montrent très efficaces indépendamment du traitement. Pour le moment, la fauche répétée constitue un mode de traitement peu efficace comparativement aux traitements T1 et T2. Le traitement T3 intégrant une compétition arbustive ne nous permet pas de nous prononcer sur son efficacité puisque les paillis de plastique sur lesquels ont été réalisées les plantations furent retirés à la fin de la saison de croissance. Le taux de survie des sites de plantation est de 100%. Les espèces arbustives qui ont le mieux réussi en terme d'accroissement sont le *Salix interior* sur les sites humides ainsi que le *Sambucus canadensis* et le *Physocarpus opulifolius* sur les sites mésiques. Enfin, les membres de l'équipe de travail ont participé à plusieurs activités de diffusion d'informations sur la berce depuis le mois de mai 2014, activités au cours desquelles la contribution du MAPAQ à ses projets de recherche a toujours été mise en évidence.

1. TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE TRAVAIL	2
RÉSUMÉ.....	3
1. TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES TABLEAUX.....	6
LISTE DES FIGURES	6
2. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE	7
2.1 ÉTAT DE SITUATION DE L'INVASION DE BERCE DU CAUCASE AU QUÉBEC	7
2.2 PROBLÉMATIQUE DE LA BERCE DU CAUCASE EN MILIEU AGRICOLE	7
2.3 PROJET DE RECHERCHE PRIME-VERT SUR LA BERCE DU CAUCASE	8
3. OBJECTIF NO 3 : DÉTERMINER QUELLE EST LA MEILLEUR MANIÈRE POUR LUTTER CONTRE LA PROLIFÉRATION DE LA BERCE DU CAUCASE	9
3.1 DESCRIPTION DES MÉTHODES DE LUTTE.....	9
3.2 METHODOLOGIE.....	11
3.2.1 <i>Description des traitements sur la base des méthodes de lutte.....</i>	<i>11</i>
3.3 TRAVAUX DE TERRAIN EFFECTUÉS EN 2014.....	15
A. Sélection de l'emplacement des parcelles expérimentales et dénombrement des plantules de berce du Caucase	15
B. Caractérisation et réalisation des interventions sur chacune des parcelles selon le traitement	17
C. Plantation des arbustes sur paillis de plastique	19
D. Suivi de la croissance des arbustes et suivi de la végétation selon le traitement	19
3.4 RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES	21
3.4.1 Suivi de l'émergence des plants de berce du Caucase et de l'évolution de la végétation	21
3.4.2 Suivi de l'accroissement des arbustes plantés pour les traitements avec compétition arbustive	25
3.4.3 Travaux à venir.....	27
4. ACTIVITÉS CONNEXES.....	28
5. REMERCIEMENTS.....	28

6. LITTÉRATURE CITÉE	29
ANNEXE 1 : MODES DE PLANTATION ARBUSTIVE SELON LE DRAINAGE	31
ANNEXE 2 : EXEMPLE D'IMPLANTATION DES QUADRATS AU SEIN D'UNE PARCELLE	32
ANNEXE 3 : PRINCIPALES ESPÈCES DE PLANTES VASCULAIRES RECENSÉES DANS LES QUADRATS ASSOCIÉS AUX DIVERS TRAITEMENTS	33
ANNEXE 4 : LOCALISATION DES 20 PARCELLES EXPÉRIMENTALES (A À T) RENFERMANT LES 5 QUADRATS ASSOCIÉS AU TRAITEMENT	34

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Traitements et leurs méthodes de lutte associées	11
Tableau 2 :	Composition des mélanges herbacés selon le traitement T2a et T2b	12
Tableau 3 :	Composition arbustive selon le traitement T3a et T3b	13
Tableau 4 :	Composition du mélange herbacé ombrophile	14
Tableau 5 :	Calendrier des activités de suivi réalisées au cours de la saison estivale 2014	20
Tableau 6 :	Densités moyennes de plants avec cotylédons et des plants sans cotylédon avant l'application des traitements	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	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 graines et qui ont une forme différente des feuilles formées subséquentement.....	16
Figure 2 :	Équipe de travail étant en train de dénombrer, le 14 mai 2014, les plantules de berce du Caucase en émergence sur la rive du ruisseau Fourchette	17
Figure 3 :	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.....	18
Figure 4 :	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	18
Figure 5 :	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	18
Figure 6 :	Retrait des paillis de plastique et préparation du lit de germination pour l'ensemencement du mélange ombrophile le 3 septembre 2014 (photographies	19
Figure 7 :	Photographie illustrant l'évolution de la croissance des arbustes plantés le 3 juin 2014 et le 3 septembre 2014.....	19
Figure 8a :	Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance moyenne de la berce du Caucase suite à l'application des traitements T1, T2a, T2b, T4 et T5.....	22
Figure 8b :	Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance de la berce du Caucase suite à l'application du traitement T5. Les données d'abondance moyenne n'ont pas été récoltées (ND) au mois de juillet afin d'éviter le piétinement des gros individus de berce du Caucase utilisés pour la récolte de semences en vue des tests de germination.....	23
Figure 9 :	La photographie de gauche, prise à la mi-juillet, illustre la couverture importante des individus de berce du Caucase au sein du pseudo-témoin, alors que la photographie de droite, prise en août, témoigne de la coupe d'ombelles avec préservation des graines de certains individus en vue de leur récolte pour les tests de germination.....	24
Figure 10 :	Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites humides.....	26
Figure 11 :	Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites mésiques.....	26
Figure 12 :	photographie illustrant l'établissement Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites mésiques.	27

2. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

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

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

La berce du Caucase est une espèce d'introduction relativement récente sur le territoire québécois : les premiers plants ont été mis en terre (horticulture) vers 1982 et les premiers individus ont été observés en nature en 1990 (Estrie). Une cartographie des populations du Québec, financée en partie par le MAPAQ (programme Prime-Vert, sous-volet 11.1), a été réalisée au cours de l'été 2012 (Lavoie et al. 2013). Il y a, au Québec, au moins 169 populations de berce, et ce, dans toutes les régions du Québec méridional à l'est de Gatineau et à l'ouest du fjord du Saguenay et du Bas-Saint-Laurent. La grande majorité (79 %) des populations ont été trouvées en nature (hors des jardins) et se sont donc implantées d'elles-mêmes. C'est dans les fossés de drainage, particulièrement en bordure des routes, où l'on trouve le plus de populations de berce. On en trouve aussi beaucoup dans les jardins privés et les champs en friche, ainsi que sur les rives des cours d'eau, des habitats où la plante prolifère rapidement. Les trois quarts des populations observées sur le terrain ont fait l'objet d'une tentative d'éradication, la plupart du temps infructueuse car faite par des personnes peu expérimentées et ne connaissant pas la biologie de la plante. Les 126 propriétaires des terrains avec berce qui ont été interviewés par l'équipe de travail ont signalé 26 cas de dermatite, dont quatre ont nécessité une consultation médicale, parfois même des arrêts de travail de quelques semaines.

2.2 Problématique de la berce du Caucase en milieu agricole

Dans les secteurs avec forte prépondérance de terres agricoles, la plante apparaît dans les fossés de drainage, sur les rives des cours d'eau et en bordure des boisés. Lors de la campagne de terrain effectuée en 2012, l'équipe de travail a rencontré plusieurs producteurs agricoles ayant été victimes (brûlures) de la berce lors d'opérations d'entretien de fossés, particulièrement en Mauricie (Sainte-Anne-de-La-Pérade) où bon nombre de populations sont établies. Le terrain d'un éleveur de chevaux en banlieue de la ville de Québec est si envahi par la berce du Caucase qu'il doit régulièrement excaver, à l'aide d'une rétrocaveuse, de grands volumes de sol pour réduire près des enclos la quantité de graines susceptibles de produire de nouveaux individus. Un producteur de la région de Québec, dont les terres bordent la rivière du Cap-Rouge, a tenté de contrôler la berce sur les bandes riveraines avec de l'herbicide (glyphosate), avec pour seul

résultat une intensification de l'infestation. Un champ d'un producteur agricole de la région Chaudière-Appalaches (Lévis) est envahi à un point tel qu'il a dû y abandonner la production de fourrage. Il est aussi tenu par la municipalité de contrôler la berce sur ce terrain, ce qu'il fait de manière plus ou moins efficace (faute d'expertise) à l'aide d'herbicides. Le cas le plus important se trouve aussi en Chaudière-Appalaches (Saint-Isidore), où plusieurs producteurs agricoles ont vu en l'espace de cinq ans les rives d'un ruisseau qui traverse leurs terres (le ruisseau Fourchette) 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), est 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.

Ces cas sont, pour le moment, anecdotiques – les ressources des travaux de terrain de 2012 ne permettaient pas de faire une étude exhaustive de chaque population – mais ils sont probablement les premiers indices de problèmes qui prendront bientôt une grande envergure si aucune intervention n'est effectuée au cours des prochaines années pour freiner l'invasion. La prolifération de la berce pourrait notamment réduire les bénéfices escomptés par les investissements du MAPAQ en agroenvironnement, particulièrement en matière de restauration des bandes riveraines (filtration des polluants, habitat faunique, etc.). Le monde agricole et municipal est de plus en plus sensibilisé au problème de la berce du Caucase, comme en font foi les invitations faites au groupe QuéBERCE – groupe multi-universitaire de recherche sur la berce du Caucase – à donner des conférences sur le sujet et de la formation en matière d'éradication. Des reportages diffusés à l'été et à l'automne 2013 et au printemps 2014 (ICI Radio-Canada : *Les Années Lumières*, *La Semaine Verte*) et certaines fiches d'information produites, par exemple, par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MDDELCC) ou la Ville de Lévis, aident aussi à mettre en garde la population en général et les producteurs agricoles en particulier contre les effets nuisibles de la berce. Malgré cela, les intervenants en matière d'agriculture manquent d'information sur la biologie de la berce et sur les impacts d'une infestation, et sont peu au fait des moyens qu'ils peuvent prendre pour, sinon éradiquer, du moins contrôler une invasion de berce. Ils ne sont pas non plus en mesure de bien évaluer les ressources nécessaires pour agir et ne connaissent pas les règles à suivre à moyen et à long terme pour mettre en place un plan d'intervention efficace.

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

L'enquête effectuée au Québec au cours de l'été 2012 suggère (abondance et répartition spatiale des populations, émergence de nouvelles populations) que le Québec serait à l'aube d'une invasion de berce du Caucase importante, invasion qui n'épargnera pas les terres agricoles traversées par des cours d'eau. Il serait toutefois encore possible d'agir, sinon pour éradiquer la plante, du moins pour réduire de manière substantielle le nombre de populations et confiner celles qui subsisteront à de petits secteurs. En effet, en Europe, où la berce a aussi été introduite mais depuis beaucoup plus longtemps (fin du 19^e siècle), on a observé qu'il peut s'écouler quelques dizaines d'années après l'introduction avant que les populations de berce ne se multiplient de façon exponentielle (Pyšek et al. 2008). Quelques expériences européennes, notamment au Danemark, montrent qu'il est possible d'éradiquer localement une population de berce sur une période de cinq ans, grâce à un usage judicieux de plusieurs moyens de lutte (herbicide, arrachage, etc.; Nielsen et al. 2007). Dans l'état du New York, où la berce est déjà passablement répandue (plus de 1 300 populations recensées), une action concertée impliquant des agences gouvernementales, des

municipalités, des chercheurs et des citoyens montre aussi qu'il est possible d'éradiquer localement la berce (Kraus 2012). Il importe néanmoins d'enrichir les connaissances sur la berce au Québec, car à ce jour, les informations sur cette plante sont presque exclusivement issues de travaux de chercheurs européens et de quelques expériences américaines qui n'ont toutefois pas été validées scientifiquement (Kraus 2012). Certaines de leurs conclusions s'appliqueront sans doute au contexte nord-américain et québécois, mais il est aussi probable que l'invasion du Québec par la berce ait ses caractéristiques propres.

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 le bilan d'étape des interventions effectuées pour l'essentiel par l'équipe de Jacques Brisson** (Université de Montréal) pour les aspects du projet qui sont sous sa responsabilité directe. Le bilan des activités et des résultats préliminaires lié au deux premiers objectifs feront l'objet d'un rapport distinct remis par l'Université de Laval.

3. OBJECTIF NO 3 : déterminer quelle est la meilleur manière pour lutter contre la prolifération de la berce du Caucase

MISE EN CONTEXTE : l'objectif de cette partie du projet est d'évaluer l'efficacité des divers modes de traitements pour lutter contre la berce du Caucase. L'évaluation de ces traitements, qui font appel à la lutte mécanique, la lutte par compétition végétale et la lutte chimique, permettra de proposer une approche de lutte intégrée déterminant la ou les méthodes de lutte (combinaison) les plus susceptibles de freiner cette invasion.

Pour réaliser cet objectif, le contexte du **ruisseau Fourchette** (envahissement massif en milieu agricole) se prête particulièrement bien au type d'expérience que nous désirons effectuer. Le secteur d'étude est associé au segment du **ruisseau Fourchette** qui traverse la municipalité de Saint-Isidore dans la région de Chaudière-Appalaches. Dans la première partie de ce rapport d'étape (contribution de l'Université Laval), on explique que la berce a été introduite en un point précis du ruisseau en 2009 et qu'elle s'est depuis, passablement répandue en bordure du ruisseau dans une zone de terres en culture.

3.1 Description des méthodes de lutte

Pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes (EEE), plusieurs méthodes de lutte doivent être mises de l'avant selon la nature et le degré d'invasion auquel nous faisons face. Dans le cadre de la présente étude, trois modes de lutte seront mis de l'avant :

Lutte mécanique

Pour l'application de nos divers traitements, ce type de la lutte fera appel à l'extraction des racines et la fauche répétée. En ce qui concerne l'extraction de racines, l'expérience européenne montre que cette intervention mécanique est efficace contre la berce du Caucase en autant 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. Pour sa part, la fauche des tiges est réputée inefficace (les plants ne meurent pas), même sur une base répétée, sauf à titre de mesure temporaire pour empêcher la formation de graines (Nielsen et al. 2007). Il est toutefois possible qu'une fauche répétée réduise, à moyen terme, l'importance du réservoir de graines.

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). Nous émettons l'hypothèse que l'introduction de plantes faisant ombrage, en combinaison avec d'autres types de traitement, constitue une stratégie efficace pour éliminer, à plus ou moins brève échéance, une population d'envergure. 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. Des tests expérimentaux sont déjà en cours pour le cas du roseau dans les fossés de drainage routiers ou agricoles et les résultats préliminaires sont encourageants (Boivin et al. 2011; S. Karathanos, J. Brisson et C. Lavoie, données non publiées). 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 à préconiser.

Lutte chimique

Dans le devis de recherche qui a été proposé au MAPAQ, il était prévu que certaines parcelles expérimentales soient consacrées à la lutte chimique, avec traitement à l'aminopyralide. Si les perspectives sont prometteuses par rapport à l'usage de cet herbicide – il tuerait la berce du Caucase sans toucher aux graminées qui composent souvent l'essentiel du couvert végétal d'une bande riveraine en milieu agricole – son usage pose problème car le *Code de gestion des pesticides* du Québec ne permet pas l'utilisation d'herbicide en bande riveraine à moins de 3 m d'un cours d'eau. Or, c'est la plupart du temps sur cette distance que se trouvent les plants de berce. Pour remédier à ce problème et dans le souci d'agir en toute légalité, une dérogation de nature exceptionnelle a été demandée au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP : Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches) pour qu'on puisse, dans le cadre de travaux expérimentaux, faire usage d'herbicide en bande riveraine pour combattre la berce. Cette demande a été faite par le Conseil de bassin de la rivière Etchemin le 10 décembre 2013. Le 8 avril 2014, **Raphaël Demers**, biologiste au MDDEFP, refusait cette demande, en expliquant notamment qu'il n'était pas possible d'accorder une dérogation faute d'un inventaire détaillé des populations de berce en bordure du ruisseau Fourchette. Il a donc été impossible de faire le traitement prévu au cours de l'été 2014, et cela explique pourquoi il subsistera, le 1^{er} mai 2015, un solde dans la subvention qui a été versée par le MAPAQ pour l'an 1 du projet, solde qui normalement aurait été dépensé pour l'achat du pesticide et la réalisation du traitement.

Cela ne met pas fin pour autant à l'expérience, en ce sens que les travaux de terrain de l'été 2014 ont permis de remplir les exigences du MDDEFP (devenu depuis le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques; MDDELCC), notamment au regard de l'inventaire; cela ouvrait donc la voie à une nouvelle demande de dérogation. Le malherbologue **François Tardif**, de la University of Guelph (membre de QuéBERCE et collaborateur de ce projet de recherche) a effectué un séjour sur le terrain (ruisseau Fourchette) à la fin juillet 2014 pour constater sur place l'état des populations de berce et discuter avec les autres membres de l'équipe des possibilités en matière de traitements expérimentaux avec herbicides. Le 12 novembre 2014, une nouvelle demande de dérogation, pilotée et signée par **Annie Goudreau** (agronome au MAPAQ), avec **François Duchesneau** (président du Conseil de bassin de la rivière Etchemin), **Réal Turgeon** (maire de la municipalité de Saint-Isidore) et **Claude Lavoie** (professeur titulaire à l'Université Laval et coordonateur du groupe QuéBERCE) comme signataires additionnels, a été expédiée au MDDELCC. Au moment d'écrire ces lignes, la réponse à cette demande n'avait pas encore été reçue. Si la réponse est positive, alors les traitements seront mis en branle en bordure du ruisseau Fourchette, au moment approprié, dès l'été 2015.

3.2 Méthodologie

3.2.1 Description des traitements sur la base des méthodes de lutte

Les combinaisons de traitements proposées (ruisseau Fourchette) sont celles qui, à notre avis, risquent d'avoir les résultats les plus probants, compte tenu de l'état des connaissances (encore très fragmentaires au Québec) et des ressources financières disponibles. Au total, cinq traitements sont proposés. Chaque traitement a quatre réplicats (**Tableau 1**). Chacun des réplicats couvre la totalité de la largeur de bande riveraine infestée et s'étend 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 4). À l'intérieur de ces parcelles, cinq quadrats d'échantillonnage de 1 m² sont répartis uniformément.

Tableau 1: Traitements et leurs méthodes de lutte associées

Traitements	Lutte mécanique	Lutte par compétition	Réplicats
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

3.2.1.1 T1 : 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 éviter tout risque d'exposition à la sève de la berce, les individus sont coupés en 2 ou 3 sections selon sa hauteur. Par la suite, les débris de fauche sont ramassés dans des sacs à ordures et disposés dans un conteneur pour l'enfouissement.

3.2.1.2 T2 : Lutte mécanique avec extraction à la racine et lutte par compétition herbacée

Ce mode de traitement nécessite 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 sur l'ensemble de la parcelle. Par la suite, les petits individus ou plantules, qui présentent des cotylédons, peuvent être retirés au moyen d'une petite pelle ou d'une bêche rotative s'ils sont nombreux.

Le traitement T2 utilise deux types d'ensemencement (T2a et T2b) selon que le site d'ensemencement soit mésique ou hydrique. Le mélange de type mésique (T2a) est le mélange commercial «Herbio Stabilisation» élaboré par Gloco, et qui renferme 5 espèces de graminées (**Tableau 2**). Le mélange de type hydrique (T2b) est le mélange commercial «Mélange Mica 2009© Canards illimités Canada» fourni par Indigo, auquel a été ajouté 3 espèces (*Carex vulpinoidea*, *Juncus effusus*, *Poa palustris*) plus tolérantes aux inondations et aux sols saturés en eau. Ce dernier renferme donc 11 espèces au total (**Tableau 2**).

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

Traitements	Proportions	Composition	Réplicats
T2a	45%	<i>Festuca rubra</i>	C, J
Mélange mésique	20%	<i>Poa palustris</i>	
Herbio®Stabilisation	15%	<i>Elymus canadensis</i>	
	10%	<i>Elymus virginicus</i>	
	10%	<i>Agrostis scabra</i>	
T2b	1,5%	<i>Agrostis gigantea (A. alba)</i>	B, Q
Mélange humide	17%	<i>Andropogon gerardii</i>	
Mica 2009© Canards illimités Canada ²	0,7%	<i>Calamagrostis canadensis</i>	
	0,5%	<i>Carex vulpinoidea*</i>	
	25%	<i>Elymus canadensis</i>	
	19%	<i>Festuca rubra</i>	
	0,2%	<i>Juncus effusus*</i>	
	29,5%	<i>Lolium multiflorum</i>	
	3,1%	<i>Panicum virgatum</i>	
	1%	<i>Poa palustris*</i>	
	2,5%	<i>Spartina pectinata</i>	

¹ Taux de semis 25 g/m²

² Le mélange «Mica 2009© Canards illimités Canada» a été adapté par l'ajout de 3 espèces* de milieu humide

L'application de ce traitement nécessite la réalisation des étapes suivantes :

- Planter les 5 quadrats au sein de chaque bande de 10 m (réplicats) ;
- Dénombrer les plants de berce avec cotylédons et issus d'une racine préexistante (plus de 1 an) ;

- Extraire manuellement les gros individus de berce en s'assurant de couper la racine à au moins 15 cm de profondeur;
- Extraire mécaniquement les plants avec cotylédons à l'aide d'une bêche rotative actionnée par une débroussailleuse ;
- Ramasser les débris d'extraction de berce du Caucase ;
- Disposer de manière sécuritaire les débris (sacs à ordures et conteneur) ;
- Préparer le lit d'ensemencement des quadrats par un terreautage avec une terre aseptisée ;
- Ensemencer manuellement le mélange herbacé ;
- Arroser les quadrats au besoin ;
- Suivre l'évolution de la végétation et dénombrer l'émergence de nouveaux plants de berce ;
- Extraire les nouveaux plants de berce après chaque suivi.

3.2.1.3 T3 : Lutte mécanique avec extraction à la racine et lutte par compétition arbustive

Tout comme pour le traitement T2, il est nécessaire d'extraire l'ensemble des plants de berce du Caucase. De plus, le traitement T3 utilise également deux modes de plantation (T3a et T3b) selon le niveau d'humidité du site d'intervention. Ainsi les sections de bandes riveraines de 10 m où l'envahissement se situe en bas de pente et qui sont soumises occasionnellement aux inondations estivales se sont vues attribuer un mode de plantation de type humide (**Tableau 3**). Ce mode «T3a» est composé d'espèces arbustives qui tolèrent bien les sols humides, une permanence d'eau au printemps, les inondations estivales et qui peuvent résister à l'action érosive des glaces. Outre ses 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, le statut (indigène), le coût et la disponibilité en pépinière. En ce qui concerne le mode de plantation mésique, ce dernier est généralement associé à un envahissement situé à mi-pente où la végétation n'est pas soumise aux inondations estivales (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Composition arbustive selon le traitement T3a et T3b

Traitements	Composition	Réplicats
T3a Mode de plantation humide	<i>Anus rugosa</i> <i>Salix discolor</i> <i>Salix interior</i> <i>Salix eriocephala</i>	F, M
T3b Mode de plantation mésique	<i>Rosa blanda inermis</i> <i>Viburnum trilobum</i> <i>Sambucus canadensis</i> <i>Physocarpus opulifolia</i>	E, R

L'exécution de ce traitement a nécessité la plupart des étapes de préparation de terrain exposées pour le traitement T2, notamment en ce qui concerne l'extraction des plants de berce du Caucase. Toutefois, la préparation du sol liée à la plantation d'arbustes couvre une surface de 2,25 m² par quadrat (1,5 x 1,5 m), à laquelle est associée un patron de plantation bien défini. Le mode de plantation se caractérise par le positionnement de quatre arbustes d'espèces différentes qui sont espacés de 75 cm pour former un carré (Annexe 1). La plantation s'effectue sur paillis de plastique afin de faciliter l'établissement des arbustes et

limiter l'émergence de nouvelles plantules de berce du Caucase. À la fin de la saison de croissance, les paillis de plastique sont retirés afin de procéder à l'ensemencement d'un mélange plante herbacé ombrophiles confectionné par Gloco (**Tableau 4**). Cet ensemencement qui poussera à l'ombre du couvert arbustif, vise principalement à stabiliser le sol à nu avant l'arrivée des pluies automnales.

Tableau 4: Composition du mélange de plante herbacé¹ ombrophile

Mélange	Proportions	Composition	Réplicats
T3a et T3b	30%	<i>Lolium perenne</i>	E, F, M, R
Mélange ombrophile	30%	<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>Commutata</i>	
Herbio®Ombre intense	25%	<i>Festuca rubra</i> var. <i>rubra</i>	
	15%	<i>Poa trivialis</i>	

¹ Taux de semis 29 g/m²

L'application de ce traitement «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» nécessite les étapes d'intervention suivantes :

- Planter les 5 quadrats au sein de chaque bande de 10 m (réplicats) en évitant qu'ils se superposent ;
- Dénombrer les plants avec cotylédons et issus d'une racine préexistante (plus de 1 an) ;
- Extraire manuellement les gros individus de berce en s'assurant de couper la racine à au moins 15 cm de profondeur;
- Extraire mécaniquement les plants avec cotylédons à l'aide d'une bêche rotative actionnée par une débrousailluse ;
- Ramasser les débris d'extraction de berce du Caucase ;
- Disposer de manière sécuritaire les débris (sacs à ordures et conteneur) ;
- Préparer la zone de plantation associée aux quadrats (1,5 x 1,5 m) par l'ajout de terre aseptisée afin d'uniformiser la surface ;
- Fixer un paillis de plastique sur la surface du quadrat ;
- Planter les arbustes tel que défini par le mode de plantation (Annexe 1) et poser des collerettes ;
- Mesurer les variables de croissance au moment de la mise en terre et lors des suivis mensuels subséquents ;
- Arroser les arbustes au besoin ;
- Retirer le paillis de plastique à la fin de la saison de croissance et semer manuellement le mélange herbacé ombrophile afin de stabiliser le sol.

3.2.1.4 T4 : Pseudo-témoin avec extraction à la racine

Avoir des témoins au ruisseau Fourchette est délicat : laisser croître en nature une plante aussi envahissante que la berce du Caucase, même à des fins expérimentales, serait discutable d'un point de vue éthique. Il est toutefois nécessaire d'avoir certains points de comparaison pour valider le résultat des expériences. Ainsi, pour les traitements combinant la lutte mécanique avec extraction à la racine et la lutte par compétition végétale (T2 et T3), il sera nécessaire d'établir des parcelles qui nécessiteront l'extraction de berces à la racine, mais où le sol qui recevra un terreautage (terre aseptisée) demeurera à nu par la suite (T4). Tout comme dans le cas des traitements T2 et T3, les plantules de berce qui émergeront seront

dénombrées puis arrachées lors des suivis de ces pseudo-témoins.

3.2.1.5 T5 : Pseudo-témoin avec coupe des ombelles

Pour toutes les années de l'expérience, des parcelles feront l'objet d'une coupe répétée des ombelles de fleurs (T5), avec un examen mensuel dès le début du mois de juillet. Ce type d'intervention ne tue pas les plants (on pourra donc faire des comparaisons), mais cela évite par contre la dissémination de nouvelles graines et donc la progression de l'invasion. Évidemment, cela contribue aussi à appauvrir le réservoir de graines dans le sol : donc, ces pseudo-témoins formeront, dans les faits, un traitement à part entière, quoique minimaliste. Il est toutefois possible que cette seule mesure soit efficace pour épuiser en bonne partie le réservoir de graines.

3.3 Travaux de terrain effectués en 2014

Le processus de mise en place de l'ensemble des traitements décrits précédemment s'est déroulé 4 grandes phases :

- A.** Sélection de l'emplacement des parcelles expérimentales et dénombrement des plantules de berce du Caucase;
- B.** Caractérisation et réalisation des interventions sur chacune des parcelles selon le traitement;
- C.** Plantation des arbustes sur paillis de plastique;
- D.** Suivi de la croissance des arbustes et suivi de la végétation selon le traitement.

Pour faciliter la compréhension de l'évolution des travaux de terrain effectués en 2014, ces derniers seront décrits brièvement selon la réalisation de ces quatre phases.

A. Sélection de l'emplacement des parcelles expérimentales et dénombrement des plantules de berce du Caucase

Pour bien choisir les sites propices à des traitements expérimentaux et pour, ensuite, bien évaluer le succès des expériences d'éradication, il est évidemment très important de choisir, avant d'entreprendre les opérations, des sites où la berce du Caucase est déjà très présente et de connaître précisément l'état de l'invasion. Aussi, le principal défi qui se pose en matière d'éradication est moins d'éliminer les plants matures (une opération fastidieuse et dangereuse mais techniquement assez simple à petite échelle) que d'épuiser le réservoir de graines de berce qui peut subsister dans le sol jusqu'à trois à cinq ans et à partir duquel une nouvelle population peut se reconstituer rapidement (Moravcová et al. 2007).

L'annonce à l'équipe de travail de la subvention Prime-Vert a été très tardive (2 mai 2014). Or, à ce moment, les berces du Caucase du ruisseau Fourchette étaient déjà en croissance, du moins les plants ayant au moins un an d'âge. Il fallait donc agir vite. L'idée initiale qui avait été proposée était de prélever au printemps des échantillons de sol en bordure du ruisseau Fourchette, échantillons qui auraient ensuite été tamisés pour en extraire les graines de berce, graines dont on aurait testé la viabilité en laboratoire. Cela aurait permis de connaître l'état du réservoir de graines avant le début des traitements. Les visites de terrain effectuées une semaine après l'annonce de la subvention ont montré qu'il était trop tard pour

envisager ce travail : les graines avaient déjà commencé à germer, et donc le réservoir de graines était progressivement en voie de s'épuiser. Il a fallu adopter, dans les circonstances, une toute autre stratégie. Le 14 mai 2014, les rives du ruisseau Fourchette, sur la propriété de la Ferme Pieriane, ont été parcourues par l'équipe de recherche pour identifier, à l'aide des plantules en émergence (plants dont la graine a germé en 2014), les endroits précis sur les rives les plus envahies par la berce du Caucase. Vingt parcelles d'une étendue de 10 m le long de la rive ont ainsi été délimitées. Au sein de chacune des parcelles, les cinq endroits où la densité des plantules était la plus grande ont été marqués (fiche avec étiquette numérotée en métal insérée dans le sol) puis précisément cartographiés grâce à des repères (poteaux) installés plus haut sur la rive, hors la zone inondable. Un quadrat de 50 × 50 cm a ensuite été déposé sur chacun des endroits, puis les plantules en émergence, facilement reconnaissables par la présence de cotylédons (**Figure 1**), dénombrés (**Figure 2**). Les plants plus âgés présents dans le quadrat ont aussi été dénombrés. Compte tenu de l'urgence de la situation, tout le travail de dénombrement a été effectué la même journée par une équipe de trois personnes. Ce protocole sera évidemment répété aux mêmes endroits et au même moment, d'une année à l'autre pendant toute la durée de l'expérience, afin de voir si le traitement expérimental permet bel et bien d'éliminer le réservoir de graines.



Figure 1 : 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 graines et qui ont une forme différente des feuilles formées subséquemment (photographie : C. Lavoie).



Figure 2 : équipe de travail étant en train de dénombrer, le 14 mai 2014, les plantules de berce du Caucase en émergence sur la rive du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches; photographie : C. Lavoie).

B. Caractérisation et réalisation des interventions sur chacune des parcelles selon le traitement

Suite au dénombrement des plantules de berce du Caucase, l'équipe de recherche a débuté les diverses interventions associées au traitement destiné à chacune des vingt parcelles (Annexe 4). Ces activités se sont déroulées entre le 14 et 16 mai 2014. Dans un premier temps, les plants de berce de Caucase sur 16 parcelles ont été soit fauchés ou extraits du sol selon la méthode de lutte mécanique définie par le traitement (**Figure 3**). Toutefois, les interventions pour les 4 autres parcelles associées aux pseudo-témoins avec coupe d'ombelles (T5) ont été reportées vers la fin juillet, au moment où la floraison se termine. La mise en place des quatre parcelles intégrant la lutte par compétition herbacée (T2) a été complétée au cours de ces trois jours de travaux (**Figure 4**) alors que celle nécessitant la plantation d'un couvert arbustif compétitif (T3) s'est limitée à l'installation du paillis de plastique (**Figure 5**), les arbustes n'étant pas encore disponibles. La centaine de quadrats, que regroupe l'ensemble des parcelles (traitements), ont été caractérisés physiquement et géoréférencés de manière à faciliter leur suivi et pour repositionner précisément les tiges de métal en cas perte (Annexe 1).



Figure 3 : 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).



Figure 4 : 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 5 : 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).

C. Plantation des arbustes sur paillis de plastique

Les parcelles renfermant le traitement T3 «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» ont été complétées le 3 et 4 juin 2014. L'équipe de recherche a procédé à la plantation selon le mode de plantation associé à chaque traitement. Au total, 80 arbustes en contenant de 1 gallon ont été plantés. Quoique plus onéreux, ce format permet d'avoir des plants de plus forte dimension qui influenceront sans doute plus rapidement les conditions lumineuses en procurant plus d'ombrage dès la première saison de croissance. La plantation de chacun des arbustes a été effectuée en utilisant le sol existant avec un amendement de terreau de plantation aseptisé. Pour s'assurer que le paillis de plastique soit maintenu en place, des collerettes plastiques ont été fixées autour de chacun des arbustes. Les arbustes ont été arrosés à chacune des visites de suivi ainsi qu'à quelques reprises au cours du mois de juillet lors de période de canicule. Le 3 septembre 2014, les paillis de plastique ont été retirés afin de procéder à l'ensemencement du mélange herbacé ombrophile (**Figure 6**).



Figure 6 : retrait des paillis de plastique et préparation du lit de germination pour l'ensemencement du mélange ombrophile le 3 septembre 2014 (photographies : P. Boivin).

D. Suivi de la croissance des arbustes et suivi de la végétation selon le traitement

Dans le cadre du suivi des traitements, des mesures morphologiques initiales (hauteur, diamètre de la couronne) et l'état de santé des arbustes ont été notées le 3 juin 2014, après la phase de plantation. Ces mesures, qui permettront de mieux caractériser l'évolution de la croissance (**Figure 7**), ont été réalisées mensuellement par l'équipe de recherche, soit au début du mois de juillet, d'août et de septembre (**Tableau 5**).



Figure 7 : photographie illustrant l'évolution de la croissance des arbustes plantés le 3 juin 2014 et le 3 septembre 2014 (photographies : B. St-Georges et P. Boivin).

Lors de ces suivis mensuels, l'évaluation des recouvrements de la végétation pour les différents traitements a été réalisée par une seule personne (Patrick Boivin, professionnel de recherche de l'Université de Montréal) afin d'uniformiser le processus d'estimation des classes de recouvrement. Le recouvrement était réparti en 7 classes : **1** : moins de 1%, **2** : 1 à 5%, **3** : 6 à 10%, **4** : 11 à 25%, **5** : 26 à 50%, **6** : 51 à 75% et **7** : 76% à 100%. La couverture occupée par les espèces herbacées et arbustives ainsi que le sol à nu est évaluée à l'intérieur du quadrat permanent de 1 m². Par la suite, au sein de ce même quadrat, un dénombrement des plantules de berce du Caucase est effectué afin de comparer les densités relevées lors du dénombrement initial effectué au mois de mai (phase A) où aucune intervention de lutte mécanique n'avait été encore réalisée. Après chacun des suivis de la végétation, l'équipe de recherche s'est affairée à procéder au fauchage ou à l'extraction des plants de berce selon les interventions prescrites par les traitements. Les débris ont été ensuite accumulés dans un conteneur pour qu'ils soient éventuellement disposés dans un site d'enfouissement. Une visite en début d'automne a permis de constater que les ensemencements ombrophiles se sont établis adéquatement pour la majorité des quadrats.

Tableau 5 : Calendrier des activités de suivi réalisées au cours de la saison estivale 2014

Dates des relevés	Dénombrement des plantules de berce du Caucase	Suivi de la végétation	Suivi de la croissance des arbustes
14 mai 2014	X		
3 juin 2014			X
3 juillet 2014	X	X	X
31 juillet 2014	X	X	X
3 septembre 2014	X	X	X

3.4 Résultats préliminaires

3.4.1 Suivi de l'émergence des plants de berce du Caucase et de l'évolution de la végétation

Pour caractériser l'envahissement de la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) avant l'application des traitements, l'équipe de recherche a dénombré l'ensemble des plants de berce au sein de 100 quadrats. Rappelons que ces plants de berce du Caucase ont été départagés en deux catégories, soient les jeunes plants de l'année présentant des cotylédons et les plants de plus de 1 an, c'est-à-dire sans cotylédon et qui émergent d'une racine préétablie. Le tableau 6 présente les densités moyennes observées des deux types de plant et ce, pour chacun des traitements. Au moment du dénombrement, nous avons constaté que les jeunes plants de l'année sont moins abondants que les plants de plus de 1 an. De plus, nous avons remarqué que les densités moyennes les plus élevées correspondent aux traitements T1 et T5.

Tableau 6 : Densités moyennes de plants avec cotylédons et des plants sans cotylédon avant l'application des traitements

Codes	Traitements	Plant avec cotylédons	Plant sans cotylédon ¹	Densité totale de plants
		(Nb/m ²)	(Nb/m ²)	(Nb/m ²)
T1	Fauche répétée	88	120	208
T2a	Extraction et lutte par compétition herbacée (mésique)	4	106	110
T2b	Extraction et lutte par compétition herbacée (humide)	50	69	119
T3a	Extraction + lutte par compétition arbustive (humide)	36	104	140
T3b	Extraction + lutte par compétition arbustive (mésique)	50	116	166
T4	Pseudo témoin avec extraction de racines	39	72	111
T5	Pseudo témoin avec coupe des ombelles	135	140	275

¹ Les plants sans cotylédon sont âgés de plus de 1 an et émergent à partir d'une racine préétablie.

Dans le cadre du suivi de l'envahissement de la berce du Caucase au cours de la saison estivale, nous avons utilisé les données de densité combinant les deux types de plants (densité totale de plants) afin d'évaluer l'évolution de l'émergence de nouveaux plants suite à l'application des traitements. Ces densités totales ont été superposées à l'évolution des recouvrements cumulés moyens des principales espèces observés pour chacun des traitements (**Figure 8a et 8b**). Les suivis de l'émergence des plants de berce du Caucase et de l'évolution de la végétation ne s'appliquent pas aux traitements T3a et T3b compte tenu de la présence du paillis de plastique.

Le suivi de l'évolution de l'abondance des plants de berce du Caucase entre juin et septembre semble indiquer que l'utilisation de la méthode de lutte mécanique avec extraction à la racine est relativement efficace indépendamment de l'ajout d'une autre méthode de lutte avec compétition végétale (T2a, T2b). Pour les traitements T2a, T2b et T4, nous avons observé en moyenne entre 2 et 3 individus à chacun des suivis, ce qui est très faible si on compare aux abondances moyennes observées avant l'application du traitement d'extraction, variant de 110 à 166 individus.

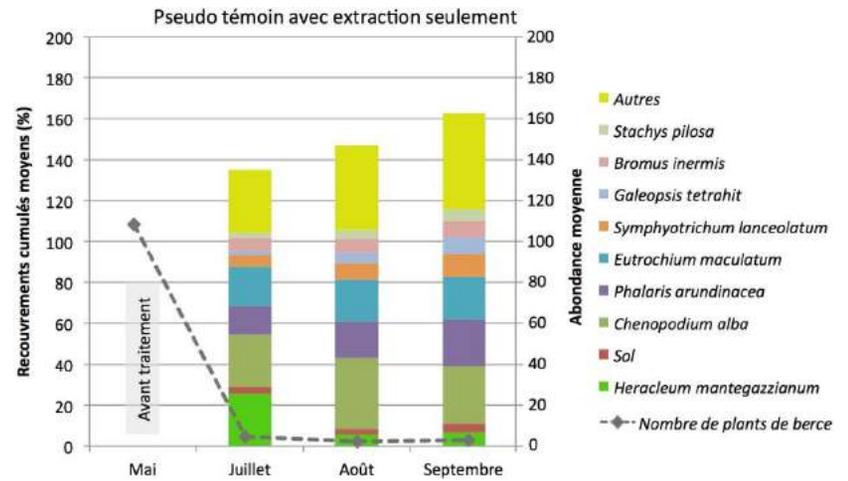
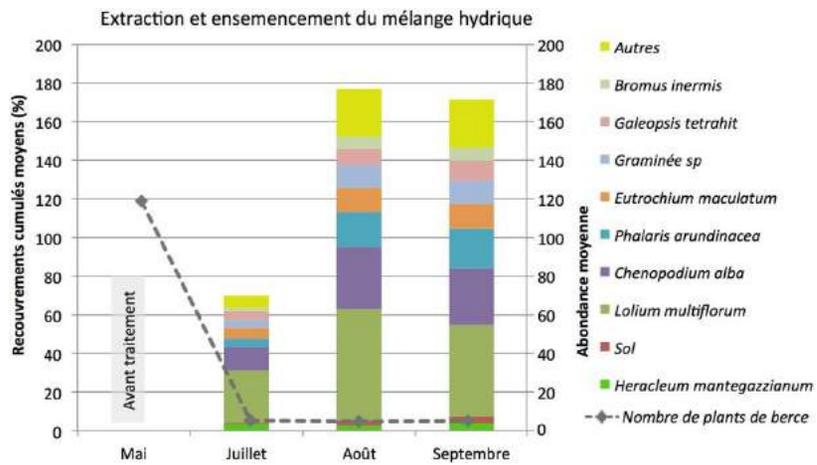
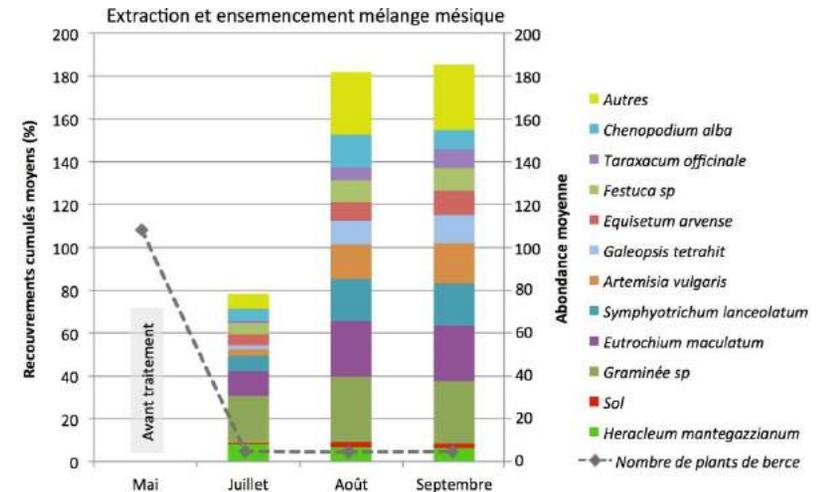
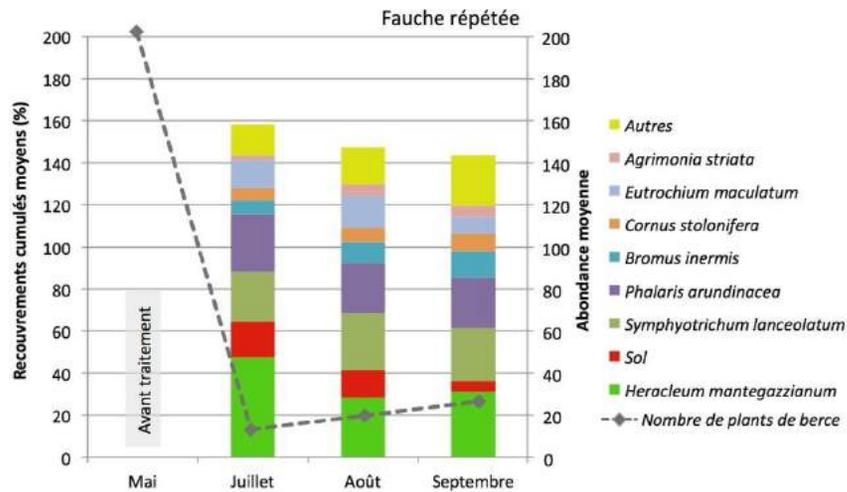


Figure 8a : Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance moyenne de la berce du Caucase suite à l'application des traitements T1, T2a, T2b, T4 et T5 (suite page suivante).

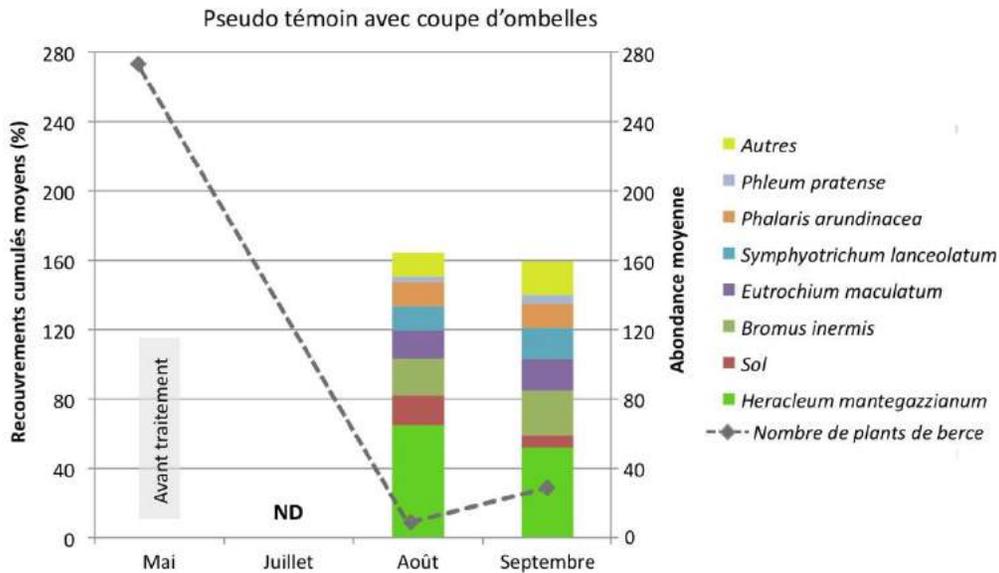


Figure 8b : Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance de la berce du Caucase suite à l'application du traitement T5. Les données d'abondance moyenne n'ont pas été récoltées (ND) au mois de juillet afin d'éviter le piétinement des gros individus de berce du Caucase utilisés pour la récolte de semences en vue des tests de germination.

Bien que les traitements avec extraction de la racine témoignent d'une réduction importante des plantules, le traitement T5 «pseudo-témoin avec coupe d'ombelles» nous laisse supposer qu'il y a quand même une mortalité naturelle importante des semis de l'année. Soulignons qu'au cours du mois de juillet, il était impossible d'évaluer les recouvrements de la végétation au sein de ce pseudo-témoin sans avoir un impact important sur les individus de berce du Caucase (Figure 9). En effet, la plupart des quadrats de ce traitement renfermaient des individus dont la hauteur et l'ampleur du feuillage formaient une couverture dense presque impraticable. Cependant, comme l'illustre la figure 9, nous constatons une réduction importante du recouvrement du feuillage (sénescence) suite à la coupe des ombelles en août. Comme le montre la figure 8b, cette réduction du recouvrement semble s'accroître au cours du mois de septembre, passant de 63% à 52%, bien que le nombre de plants augmente. Cette progression de l'abondance de semis au sein de ce pseudo-témoin s'explique probablement par une augmentation de la luminosité en faveur de l'établissement de nouveaux individus de plus petites tailles.

Le traitement utilisant la fauche répétée nous indique une réduction très importante du nombre de plants entre mai et juillet, soit de 208 à 14 individus, mais cette abondance va doubler pour atteindre 28 plants au mois de septembre. Si on considère une mortalité naturelle importante des très petits individus au cours de la période printanière pour l'ensemble des traitements, la fauche répétée semble nous indiquer qu'elle a peu d'influence sur la réduction des plants en saison estivale comparativement aux autres méthodes de lutte mécanique.



Figure 9 : La photographie de gauche, prise à la mi-juillet, illustre la couverture importante des individus de berce du Caucase au sein du pseudo-témoin, alors que la photographie de droite, prise en août, témoigne de la coupe d'ombelles avec préservation des graines de certains individus en vue de leur récolte pour les tests de germination (photographies : Nicolas Trottier et Elisabeth Groeneveld).

Dans le cadre des suivis de la végétation, nous avons observé 60 espèces herbacées et ligneuses (Annexe 3). Évidemment l'espèce la plus fréquemment observée a été la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) qui est présente sur l'ensemble des quadrats, avec une couverture qui varie selon les traitements (**Figure 8a et 8b**). *Phalaris arundinacea*, *Bromus inermis*, *Symphotrichum lanceolatum*, *Chenopodium alba*, *Eutrochium maculatum* var. *maculatum* et *Phleum pratense* sont les autres espèces les plus fréquemment recensées. L'identification des espèces herbacées ensemencées au sein des traitements T2a et T2b fut difficile puisque la majorité d'entre elles n'ont pas produit d'inflorescence. Toutefois, le mélange hydrique T2b témoigne de recouvrements importants (58% en août) par une annuelle, le *Lolium multiflorum* (**Figure 8a**). Outre cette plante abri, quelques espèces de graminées indifférenciées et regroupées sous le nom de «Graminée sp» ont été observées et pourront sans doute être identifiées la saison prochaine. Tout comme le T2b, le mélange mésique T2a présente peu de sol à nu, mais sa couverture en «Graminée spp» demeure plus faible.

CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES : il est beaucoup trop tôt pour statuer sur l'efficacité de certains traitements, mais l'utilisation de la méthode de lutte mécanique par extraction à la racine témoigne d'une réduction considérable des plants de berce du Caucase. À l'inverse, la fauche répétée ne semble avoir de l'intérêt que pour limiter la propagation de la berce du Caucase en réduisant la production de semences.

3.4.2 Suivi de l'accroissement des arbustes plantés pour les traitements avec compétition arbustive

L'accroissement des arbustes plantés pour les traitements T3a et T3b a été établi sur la base de la hauteur initiale (juin 2014) et de la hauteur à la fin de la saison de croissance (septembre 2014). Ainsi le pourcentage d'accroissement a été calculé en soustrayant la hauteur du plant au printemps à celle de l'automne, la différence étant ensuite divisée par la hauteur du plant au printemps pour que le résultat soit finalement multiplié par 100. L'accroissement du diamètre de la couronne obéit au même calcul. Ces mesures de croissance permettent de comparer les espèces entre elles. Les résultats montrent que les accroissements (hauteur et diamètre) du mode de plantation humide T3a sont pour la plupart supérieurs à ceux sur site mésique (**Figure 10 et 11**). Parmi les espèces plantées d'affinité humide, le *Salix interior* est celui qui semble réussir le mieux. Soulignons que quelques *Salix interior* qui mesuraient à peine 50 cm de hauteur au printemps, atteignaient plus de 150 cm à l'automne et il en va de même pour le diamètre de leur couronne. En ce qui concerne le mode plantation sur sites mésiques, les différences d'accroissement en hauteur des quatre espèces plantées sont beaucoup moins importantes, quoique *Sambucus canadensis* et *Physocarpus opulifolius* se démarquent quelque peu des autres espèces, notamment au niveau du diamètre de leur couronne. Quelques *Physocarpus opulifolius* atteignaient déjà plus de 100 cm de hauteur à l'automne.

Le taux de survie pour les 80 arbustes plantés est de 100%, aucun d'entre eux n'ayant eu à être remplacé. Précisons que *Salix discolor* et *Salix eriocephala* constituent les deux espèces ayant été les plus défoliées par des insectes. Bien qu'aucune évaluation du succès d'établissement du mélange d'espèces ombrophiles (ensemencé le 3 septembre) n'a été réalisée à l'automne, des observations terrain effectuées le 6 novembre 2014 témoignent que les espèces ensemencées se sont relativement bien établies (**Figure 12**).

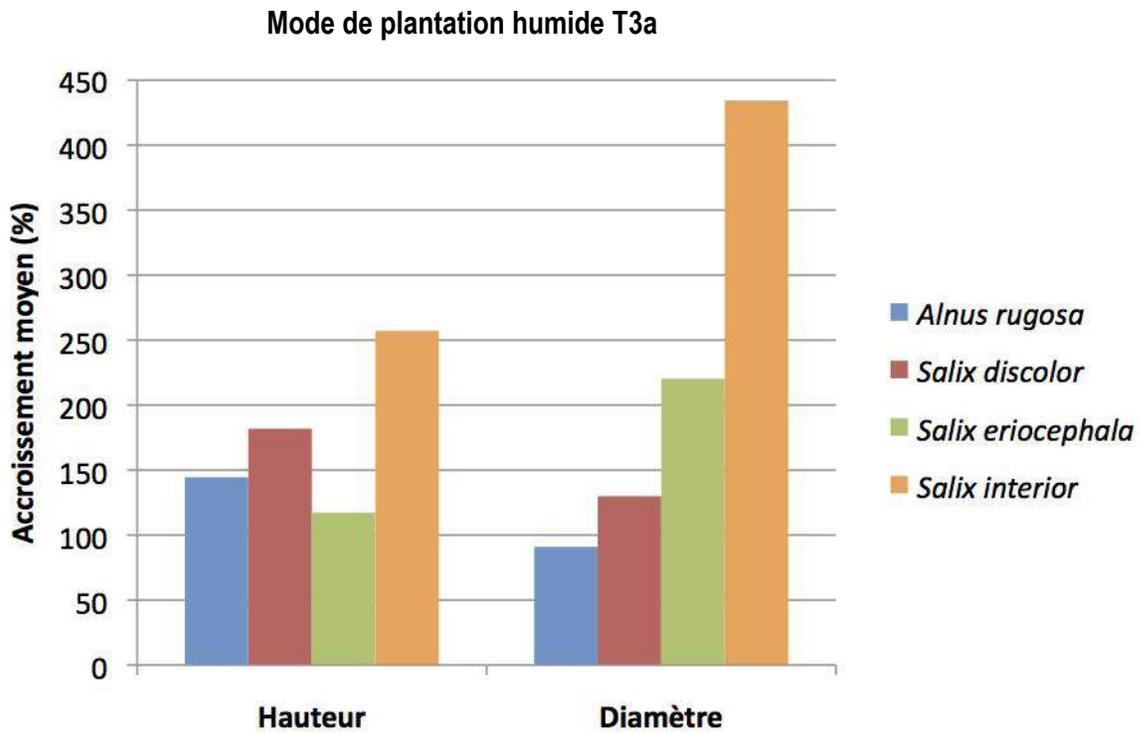


Figure 10 : Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites humides.

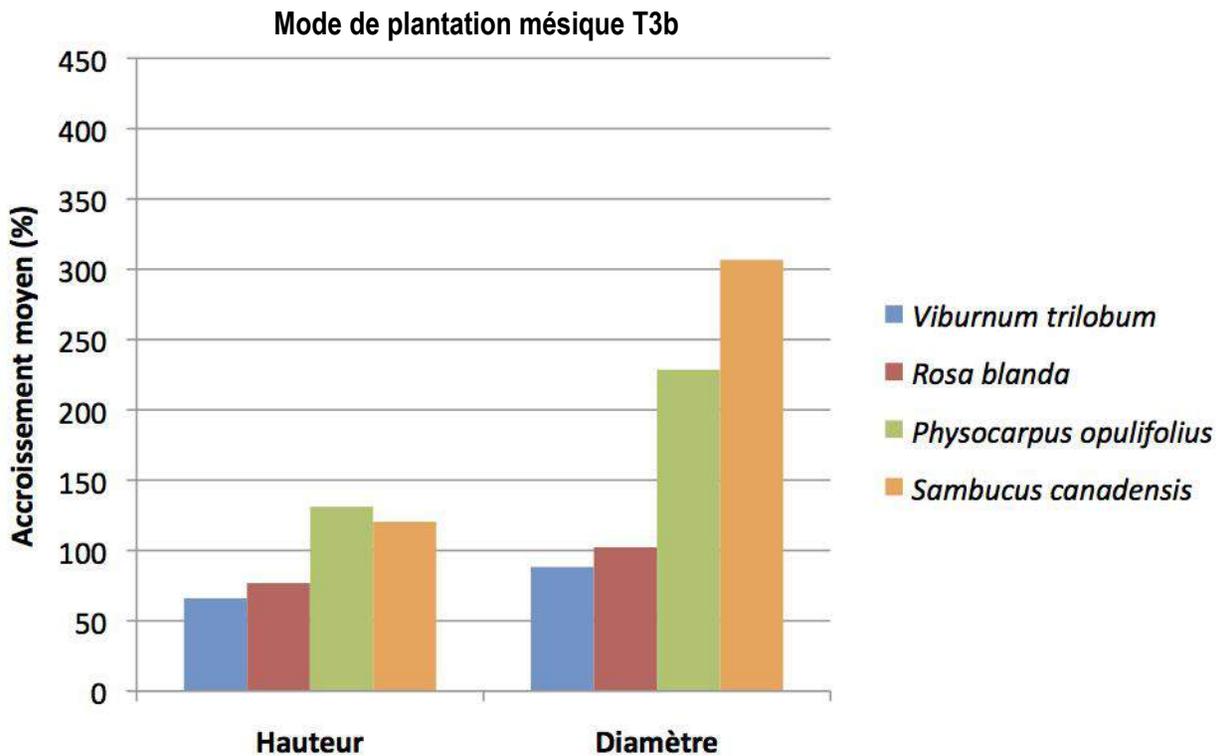


Figure 11 : Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites mésiques.



Figure 12 : photographie illustrant l'établissement du mélange herbacé ombrophile sur les sites de plantation le 6 novembre 2014 (photographies : Elisabeth Groeneveld).

CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES : le taux de survie des espèces arbustives plantées sur paillis de plastique suggère que ce mode de plantation favorise leur établissement. Bien qu'il soit prématuré de statuer sur leur capacité à former un couvert arbustif haut et dense, les modes de plantation proposés semblent renfermer des arbustes dont les accroissements sont très intéressants pour une première saison de croissance.

3.4.3 Travaux à venir

Les activités de 2014 auront permis de réaliser de nombreuses interventions visant à mettre en place plusieurs parcelles expérimentales. Le suivi de ces parcelles au cours de la saison 2015 nous permettra d'en apprendre d'avantage sur l'efficacité des divers traitements pour lutter contre la berce du Caucase. Les interventions de 2015 débuteront avec l'entretien des quadrats (remplacement des tiges de métal) et plus particulièrement ceux associés aux plantations arbustives (remplacement de végétaux). Une fois cette remise à niveau printanière réalisée, les suivis de la croissance des arbustes, de la végétation et de l'émergence des plants de berce pourront s'effectuer normalement selon un calendrier similaire à celui de 2014.

4. ACTIVITÉS CONNEXES

Les membres du groupe QuéBERCE ont participé à plusieurs activités de diffusion d'informations sur la berce du Caucase depuis le mois de mai 2014, activités au cours desquelles la contribution du MAPAQ à ses projets de recherche a toujours été mise en évidence. Un **reportage** sur la berce tourné en 2013 par l'équipe de l'émission de télévision *La semaine verte* (ICI Radio-Canada), et à laquelle **Claude Lavoie** a participé, a été rediffusée (avec commentaires à jour) les 24 et 25 mai 2014. **Claude Lavoie**, **Elisabeth Groeneveld** (professionnelle de recherche, Université Laval) et **Patrick Boivin** (professionnel de recherche, Université de Montréal) ont participé à une **rencontre d'échange** sur la situation de la berce en Chaudière-Appalaches qui a réuni 30 personnes à la municipalité de Saint-Isidore le 19 septembre 2014. Cette réunion, organisée par **Annie Goudreau** (agronome au MAPAQ), s'est terminée par une visite de terrain au site expérimental de la Ferme Pieriane. Ces trois personnes ont aussi donné une **formation créditée** (Université Laval) de deux heures sur les bonnes pratiques en matière d'éradication de la berce, formation qui a accueilli 31 personnes au Jardin botanique de Montréal (3 novembre 2014) et 25 personnes au campus de l'Université Laval, à Québec (11 novembre 2014). Enfin, le groupe QuéBERCE a procédé, au début du mois de septembre 2014 à la mise en ligne de son **site internet** (une contribution en nature de la Faculté d'aménagement, d'architecture, d'art et de design de l'Université Laval). On fait bien sûr état, dans ce site, des travaux de recherche subventionnés par le MAPAQ, mais on trouve aussi une foule d'informations sur cette plante, comme par exemple sur son identification et sur les soins à donner en cas de brûlure.

5. REMERCIEMENTS

Ce rapport a pu être réalisé grâce à l'excellent travail d'étudiants et de professionnelles de recherche sans lesquels la tâche aurait été beaucoup plus ardue. 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 préliminaire, soit **Benoit St-Georges**, **Marie-Xuyen Laroche**, **Gyslain Vallière**, **Mathieu Guillemette**, **Jacques Baril** et **Marie-Claude Delorosbil**. Toutes ces personnes sont méritoires car le travail de terrain, lorsqu'il est question de berce du Caucase, est dangereux et difficile, surtout lors des journées chaudes de l'été qui peuvent rapidement devenir exténuantes en raison de l'équipement de sécurité obligatoire qu'il est nécessaire de porter. Heureusement, aucun incident malheureux n'est venu perturber le cours des travaux. L'accueil réservé à l'équipe QuéBERCE par la Ferme Pieriane (**Guillaume Couture**) a été fortement apprécié, d'autant plus que l'équipe a pu bénéficier de certains équipements de ferme lorsque les circonstances l'exigeaient. Les discussions toujours riches et plaisantes que 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.

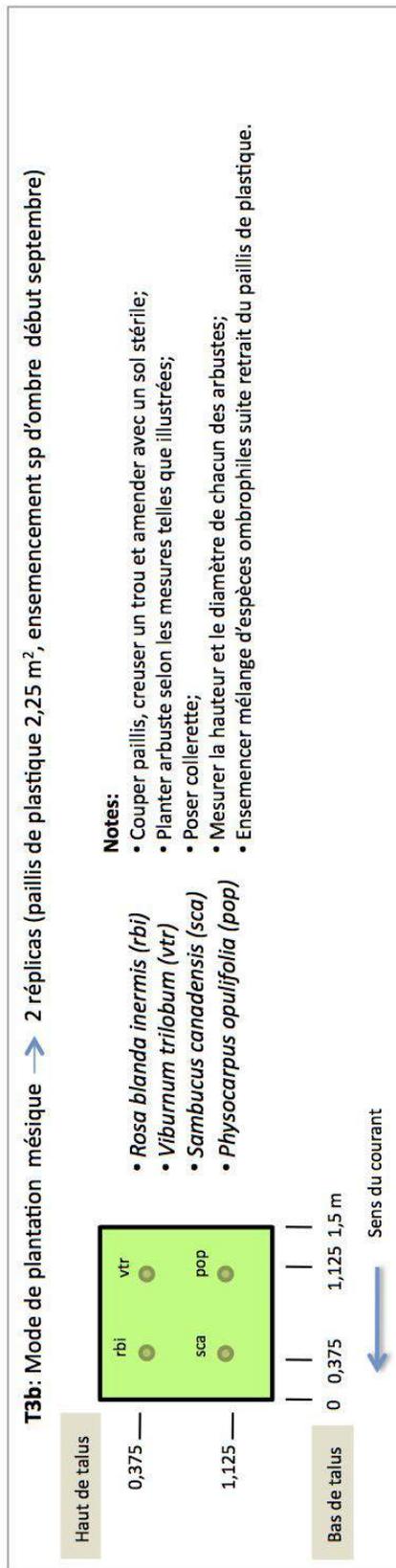
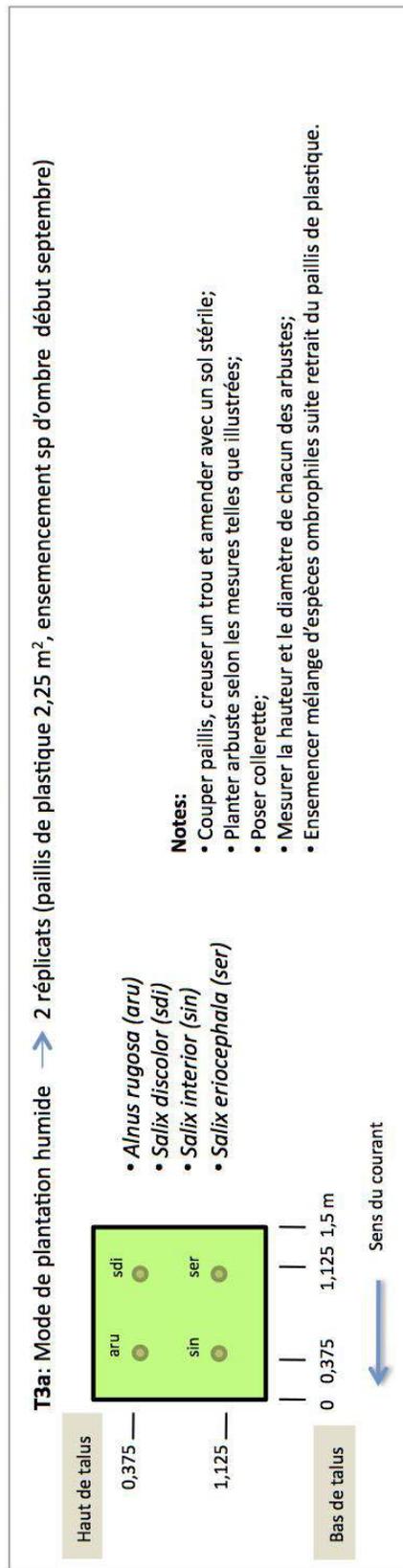
6. LITTÉRATURE CITÉE

- 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.
- 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).
- Moravcová, L., P. Pyšek, L. Krinke, J. Pergl, I. Perglová et K. Thompson. 2007.** Seed germination, dispersal and seed bank in *Heracleum mantegazzianum*. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International, Wallingford, p. 74–91.
- Nielsen, C., I. Vanaga, O. Treikale et I. Priekule. 2007.** Mechanical and chemical control of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International, Wallingford, p. 226–239.
- Pergl, J., J. Hüls, I. Perglová, R.L. Eckstein, P. Pyšek et A. Otte. 2007.** Population dynamics of *Heracleum mantegazzianum*. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International, Wallingford, p. 92–111.
- Pergl, J., I. Perglová, P. Pyšek et H. Dietz. 2006.** Population age structure and reproductive behavior of the monocarpic perennial *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) in its native and invaded distribution ranges. *American Journal of Botany* 93: 1018–1028.
- Perglová, I., J. Pergl et P. Pyšek. 2007.** Reproductive biology of *Heracleum mantegazzianum*. Dans : Pyšek, P., M.J.W. Cock, W. Nentwig et H.P. Ravn (rédacteurs). *Ecology and management of giant hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International, Wallingford, p. 55–73.
- Pyšek, P., V. Jarošík, J. Müllerová, J. Pergl et J. Wild. 2008.** Comparing the rate of invasion by *Heracleum mantegazzianum* at continental, regional and local scales. *Diversity and Distributions* 14: 355–363.

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

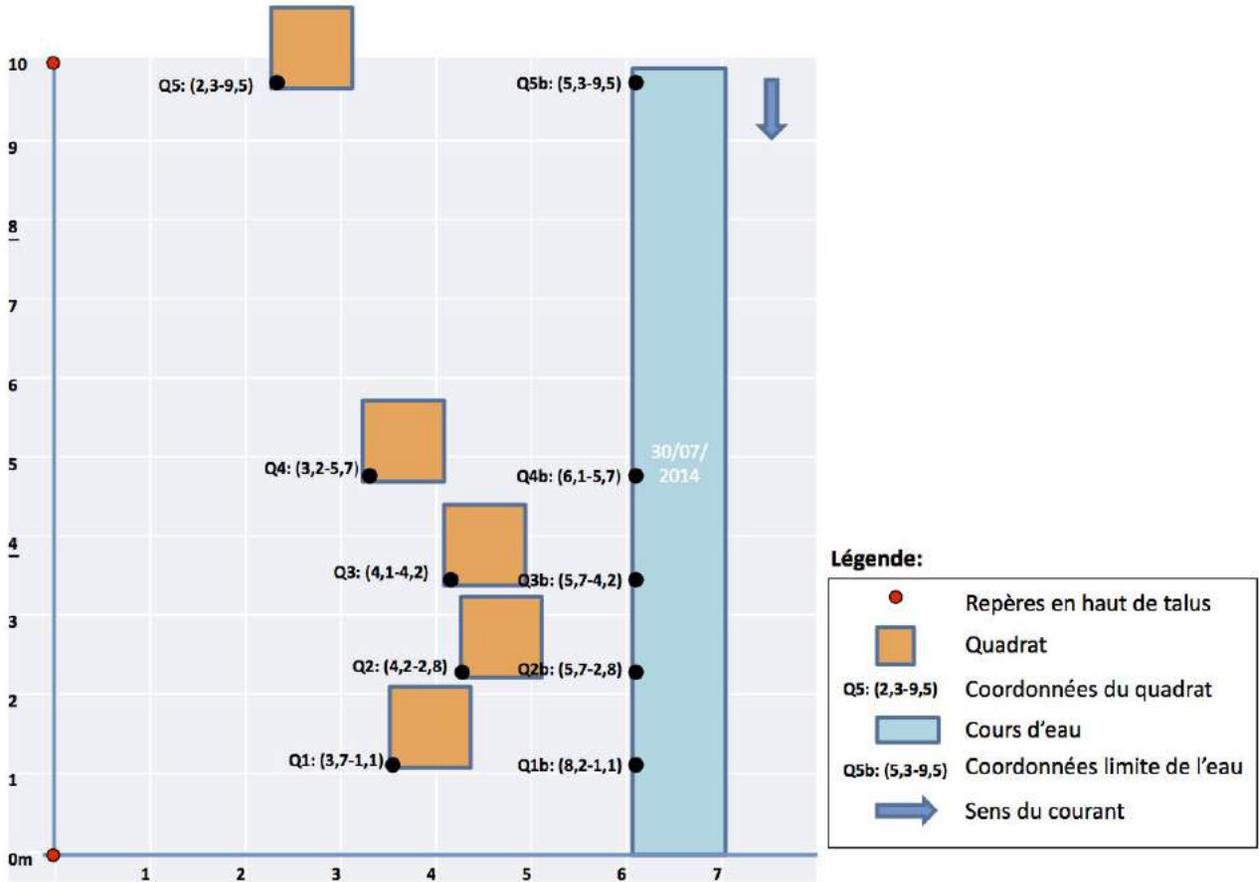
Tiley, G.E.D., F.S. Dodd et P.M. Wade. 1996. Biological flora of the British Isles no 190. *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier. *Journal of Ecology* 84: 297–319.

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



ANNEXE 2 : EXEMPLE D'IMPLANTATION DES QUADRATS AU SEIN D'UNE PARCELLE

Parcelle A: lutte mécanique par fauche répétée



ANNEXE 3 : PRINCIPALES ESPÈCES DE PLANTES VASCULAIRES RECENSÉES DANS LES QUADRATS ASSOCIÉS AUX DIVERS TRAITEMENTS

Espèces ¹	Nom commun
<i>Acer negundo</i>	Érable à Giguère
<i>Agrimonia gryposepala</i>	Aigremoine à sépales crochus
<i>Agrimonia gryposepala</i>	Aigremoine à sépales crochus
<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Petite herbe à poux
<i>Arctium lappa</i>	Petite bardane
<i>Artemisia vulgaris</i>	Armoise vulgaire
<i>Asclepias syriaca</i>	Asclépiade commune
<i>Symphotrichum lanceolatum</i>	Aster simple
<i>Symphotrichum puniceum</i>	Aster ponceau
<i>Aster sp</i>	Aster
<i>Aster umbellatus</i>	Aster à ombelles
<i>Bidens frondosa</i>	Bident feuillu
<i>Bromus inermis</i>	Brome inerme
<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	Capselle bourse-à-pasteur
<i>Carex sp</i>	Carex
<i>Chamerion angustifolium</i>	Épilobe à feuilles étroites
<i>Chenopodium alba</i>	hénopode blanc
<i>Cirsium vulgare</i>	Chardon vulgaire
<i>Convolvulus sepium</i>	Liseron des haies
<i>Cornus stolonifera</i>	Cornouiller stolonifère
<i>Echinocystis lobata</i>	Cocombre sauvage
<i>Epilobium glandulosum</i>	Épilobe glanduleux
<i>Equisetum arvense</i>	Prêle des champs
<i>Eutrochium maculatum var. maculatum</i>	Eupatoire maculée
<i>Festuca sp</i>	Fétuque
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Galéopside à tige carrée
<i>Galium sp</i>	Gailllet
<i>Graminée sp</i>	Graminée sp
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Berce du Caucase
<i>Impatiens capensis</i>	Impatiens du Cap
<i>Iris versicolor</i>	Iris versicolore
<i>Leersia oryzoides</i>	Léersie faux-riz
<i>Lolium multiflorum</i>	Ivraie annuelle
<i>Mentha sp</i>	Menthe
<i>Oenothera biennis</i>	Onagre bisannuelle
<i>Oxalis stricta</i>	Oxalide dressée
<i>Panicum capillare</i>	Panic capillaire
<i>Phalaris arundinacea</i>	Alpiste roseau
<i>Phleum pratense</i>	Fléole des prés
<i>Persicaria sagittata</i>	Renouée sagitté
<i>Polygonum sp</i>	Renouée sp
<i>Prunus virginiana</i>	Cerisier de Virginie
<i>Ranunculus acris</i>	Bouton d'or
<i>Ranunculus sp</i>	Renoncule
<i>Rubus allegheniensis</i>	Ronce alléghanienne
<i>Rubus idaeus</i>	Ronce du mont Ida
<i>Rumex crispus</i>	Patience crépue
<i>Setaria pumila subsp.pumila</i>	Sétaire glauque
<i>Solidago canadensis</i>	Verge d'or du Canada
<i>Solidago graminifolia</i>	Verge d'or graminifoliée
<i>Solidago rugosa</i>	Verge d'or du rugueuse
<i>Solidago sp</i>	Verge d'or
<i>Sonchus arvensis</i>	Laiteron des champs
<i>Spirea latifolia</i>	Spirée à larges feuilles
<i>Stachys pilosa</i>	épiaire poilue
<i>Lysimachia ciliata</i>	lysimaque ciliée
<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit officinal
<i>Thalictrum pubescens</i>	Pigamon pubescent
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle rouge
<i>Vicia cracca</i>	Vesce jargeau

¹Nomenclature : Brouillet et al. (2015).

ANNEXE 4 : LOCALISATION DES 20 PARCELLES EXPÉRIMENTALES (A à T) RENFERMANT LES 5 QUADRATS ASSOCIÉS AU TRAITEMENT

