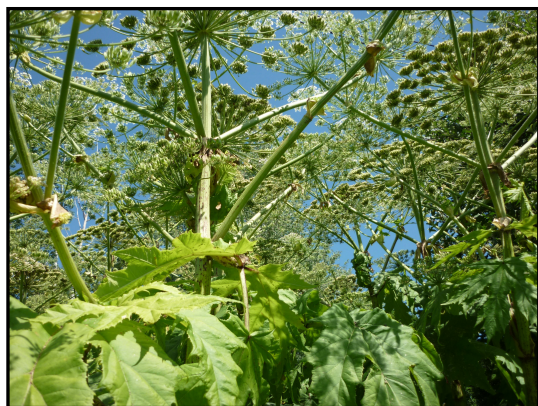




Institut de recherche
en **biologie végétale**

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

Activités 2016



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 2017

**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 2017



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

VALÉRIE TEASDALE (collecte de données)

IRBV – Université de Montréal

IOANA TATER (collecte de données)

IRBV – Université de Montréal

JACQUES BARIL (collecte de données)

IRBV – Université de Montréal

DANIEL AUGER (collecte de données)

IRBV – Université de Montréal

RAFAËLA-SALOMÉ TREMBLAY-VAN ZUIDEN (collecte de données)

IRBV – Université de Montréal

CHLOÉ MATHIEU (collecte de données)

IRBV – Université de Montréal

ELISABETH GROENEVELD (professionnelle de recherche)

Université Laval

MICHAËL LEBLANC (collecte de données)

Université Laval

Pour fins de citation :

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.

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. Ce rapport d'étape présente les travaux qui ont été effectués depuis le mois de mai 2014, pour l'objectif 3. Pour atteindre cet objectif, nous avons mis en place un dispositif de 24 parcelles expérimentales qui visent 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 : (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, (T5) Pseudo-témoin avec coupe des ombelles et T6 Herbicide. Nous avons réalisé un suivi de l'émergence des jeunes plants de berce du Caucase au printemps et en été. Les données préliminaires semblent indiquer un épuisement des banques de semences, l'abondance de semis de l'année étant pratiquement nulle. Dans le cadre de cette troisième année de suivi, les modes de traitement faisant appel à l'extraction à la racine des plants de berce se montrent encore très efficaces, indépendamment du traitement. Pour le moment, la fauche répétée constitue un mode de traitement peu efficace comparativement aux traitements T2, T3 et T4. Le traitement T2 présente un couvert herbacé dense mais avec une diversité d'espèces reflétant très peu la composition des mélanges ensemencés. Le traitement T3 a produit une strate arbustive haute et dense, notamment avec le mode de plantation renfermant des espèces d'affinité humide. Le taux de survie des sites de plantation en 2016 est de 100%, aucun arbuste n'ayant à être remplacé. Après trois saisons de croissance, les espèces qui dominent la strate arbustive plantée sont le *Salix interior* et l'*Alnus rugosa* sur les sites humides, ainsi que le *Physocarpus opulifolius* et le *Sambucus canadensis* sur les sites mésiques. Bien que le traitement herbicide a eu lieu plus tôt en saison printanière, le traitement chimique T6 a été inefficace chez les plants traités, indépendamment du dosage. Outre les activités scientifiques, les membres de l'équipe de travail ont participé à quelques activités de diffusion d'informations sur la berce au cours de l'année 2016, 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
LISTE DES FIGURES (suite)	7
2. OBJECTIF NO 3 : déterminer quelle est la meilleure manière pour lutter contre la prolifération de la berce du Caucase	8
2.1 DESCRIPTION DES MÉTHODES DE LUTTE	8
2.2 METHODOLOGIE.....	9
2.2.1 Description des traitements sur la base des méthodes de lutte.....	9
2.3 TRAVAUX DE TERRAIN EFFECTUÉS EN 2016.....	14
A. Dénombrement printanier des plantules de berce du Caucase.....	15
B. Application des interventions récurrentes de lutte mécanique sur chacune des parcelles selon le traitement	17
C. Caractérisation pré-traitement et application d'herbicide sur chacune des parcelles associées aux traitements de lutte chimique.....	17
D. Suivi de la croissance des arbustes et suivi de la végétation selon le traitement.....	18
2.4 RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES.....	21
2.4.1 Suivi de l'émergence des plants de berce du Caucase et de l'évolution de la végétation	21
2.4.2 Suivi de l'évolution de la végétation	30
2.4.3 Suivi de l'accroissement des arbustes plantés pour les traitements avec compétition arbustive.....	31
2.5 Travaux à venir	34
3. ACTIVITÉS CONNEXES.....	35
4. REMERCIEMENTS.....	36

5. LITTÉRATURE CITÉE	37
ANNEXE 1 : LETTRE D'AUTORISATION DU MDDELCC	39
ANNEXE 2 : LEXIQUE DES VÉGÉTAUX SEMÉS ET PLANTÉS	41
ANNEXE 3 : MODES DE PLANTATION ARBUSTIVE SELON LE DRAINAGE	42
ANNEXE 4 : EXEMPLE D'IMPLANTATION DES QUADRATS AU SEIN D'UNE PARCELLE	43
ANNEXE 5 : PRINCIPALES ESPÈCES DE PLANTES VASCULAIRES RECENSÉES DANS LES QUADRATS ASSOCIÉS AUX DIVERS TRAITEMENTS	44
ANNEXE 6 : LOCALISATION DES 24 PARCELLES EXPÉRIMENTALES (A à X) RENFERMANT LES 5 QUADRATS ASSOCIÉS AU TRAITEMENT	45
ANNEXE 7 : CARACTÉRISTIQUES DES ESPÈCES ARBUSTIVES SÉLECTIONNÉES	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Traitements et leurs méthodes de lutte associées	9
Tableau 2 :	Composition des mélanges herbacés selon le traitement T2a et T2b	10
Tableau 3 :	Composition arbustive selon le traitement T3a et T3b	11
Tableau 4 :	Composition du mélange herbacé ombrophile	12
Tableau 5 :	Dosage d'herbicide utilisé pour les traitements chimiques.....	14
Tableau 6 :	Calendrier des activités de suivi réalisées au cours de la saison estivale 2016	19
Tableau 7 :	Densités moyennes de plants avec cotylédons et des plants sans cotylédon avant l'application des traitements	23
Tableau 8 :	Évolution des hauteurs et des diamètres des arbustes selon les modes de plantation sur site humide ou mésique..	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Équipe de travail étant en train de dénombrer les plantules de berce du Caucase en émergence sur la rive du ruisseau Fourchette	15
Figure 2 :	Plantules de berce du Caucase en émergence sur la rive du ruisseau Fourchette. 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.....	16
Figure 3 :	Implantation des parcelles associées à la lutte chimique, le 12 mai 2015, sur la rive du ruisseau Fourchette (région Chaudière-Appalaches).....	16
Figure 4 :	Équipe procédant à l'extraction de plants de berce du Caucase en émergence à l'aide de plantoir (13 mai 2015) sur la rive du ruisseau Fourchette.....	17
Figure 5 :	Retrait du chaume avant l'application d'herbicide réalisé le 11 mai 2016.	18
Figure 6 :	Photographie illustrant l'échantillonnage au cours de la saison 2015 pour le traitement T2a «Lutte avec extraction de racines et lutte par compétition herbacée» à gauche puis du traitement T6a «lutte chimique» à droite.....	19
Figure 7 :	Disposition des débris végétaux de berce du Caucase.....	20
Figure 8 :	Indices de dépérissement observés en 2015 au sein des parcelles avec traitements chimiques cinq semaines après l'application de l'herbicide.....	20
Figure 9 :	Photographies illustrant l'émergence d'inflorescences sur des individus traités en juin (à gauche) et la coupe de ces inflorescences pour éviter la dispersion des semences (à droite).....	21
Figure 10a :	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, T3a, T3b, T4, T5, T6a et T6b).....	25
Figure 10b :	Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance moyenne de la berce du Caucase suite à l'application des traitements T3a, T3b, T6a et T6b. Les données d'abondance moyenne n'ont pas été récoltées (ND) au mois de juin pour les traitements T6a et T6b afin d'éviter le piétinement des gros individus de berce du Caucase (<i>Heracleum mantegazzianum</i>).....	26
Figure 11 :	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.....	27
Figure 12 :	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 : Benoit St-Georges).....	28

LISTE DES FIGURES (suite)

Figure 13a :	Recouvrements moyens des indices de dépérissement observés sur le feuillage de la berce du Caucase le 23 juillet 2015. Niveaux de dépérissement correspondent à A: Feuilles légèrement gaufrées avec chlorose faible; B: Feuilles avec chlorose et nécrose; C: Feuilles gaufrées sans chlorose; D: Feuilles gaufrées avec chlorose.....	29
Figure 13b :	Recouvrements moyens des indices de dépérissement observés sur le feuillage de la berce du Caucase le 13 juillet 2016.....	29
Figure 14 :	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 en 2016.....	32
Figure 15 :	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 en 2016.....	32
Figure 16 :	Traitement avec compétition arbustive sur site humide (T3a, parcelle M) avec une mise en contexte en période de crue printanière (photo de gauche), des impacts sur un saule en vue rapprochée (photo centrale) puis du même site en période estivale (photographies : Elizabeth Groeneveld et Benoit St-Georges).....	33

2. OBJECTIF NO 3 : déterminer quelle est la meilleure 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 l'invasion.

Pour réaliser cet objectif, le contexte de l'envahissement massif en milieu agricole du **ruisseau Fourchette** (municipalité de Saint-Isidore dans la région de Chaudière-Appalaches) se prête particulièrement bien au type d'expérience que nous avons effectué.

2.1 Description des méthodes de lutte

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 mis de l'avant :

Lutte mécanique

Pour l'application de nos divers traitements, ce type de la lutte fait appel à l'extraction des racines et à la fauche répétée. En ce qui concerne l'extraction de racines, pour les gros individus dont il est difficile de tout extraire le système racinaire, l'expérience européenne montre que cette intervention est efficace contre la berce du Caucase en autant que la racine principale soit partiellement extraite en la coupant sous la tige, 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 ont été réalisés pour le cas du roseau dans les fossés de drainage routiers ou agricoles et les résultats 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. Cet herbicide tueait la berce du Caucase sans affecter les graminées qui composent souvent l'essentiel du couvert végétal d'une bande riveraine en milieu agricole. Si les perspectives offertes par son utilisation sont prometteuses, 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 à l'intérieur de cette distance que se trouvent les plants de berce. Pour remédier à ce problème, et dans le souci d'agir en toute légalité, un avis de non opposition a été accordé au MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) pour la réalisation des travaux de recherche. Cette demande a été 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 coordonnateur du groupe QuéBERCE) comme signataires additionnels. La réponse favorable a été délivrée par le MDDELCC le 22 mai 2015 (Annexe 1) permettant ainsi de mettre en place les traitements chimiques en bordure du ruisseau Fourchette au cours de l'été 2015, 2016 et 2017.

2.2 Méthodologie

2.2.1 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, six traitements ont été attribués à 24 parcelles, soit quatre réplicats par traitement (**Tableau 1**). Une parcelle couvre la totalité de la largeur de bande riveraine infestée et s'étend sur une longueur de 10 m. Les vingt-quatre parcelles se sont vues attribuer une lettre allant de A à X (Annexe 6). 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	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	U, V, W, X

2.2.1.1 T1 : Lutte mécanique par fauche répétée

Ce traitement implique généralement 4 fauches (mai, juillet, août, septembre) au cours de la saison estivale. Cela 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, mis dans des sacs à ordures et disposés dans un conteneur pour l'enfouissement. Soulignons qu'à l'été 2016, la fauche du mois de septembre n'a pas été effectuée puisque les interventions ont été réalisées tardivement, soit le 31 août.

2.2.1.2 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 soit mésique ou hydrique. Le mélange de type mésique (T2a) est le mélange commercial «Herbio Stabilisation» élaboré par Gluco, 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 ont été ajoutées 3 espèces (*Carex vulpinoidea*, *Juncus effusus*, *Poa palustris*) plus tolérantes aux inondations et aux sols saturés en eau. Ce mélange renferme donc 11 espèces au total ([Tableau 2](#)).

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

Traitements	Proportions	Composition ³	Parcelles
T2a	45%	<i>Festuca rubra</i>	C, J
Mélange mésique	20%	<i>Poa palustris</i>	
Herbio®Stabilisation ²	15%	<i>Elymus canadensis</i>	
	10%	<i>Elymus virginicus</i>	
	10%	<i>Agrostis scabra</i>	
T2b	1,5%	<i>Agrostis gigantea</i> (A. alba)	B, Q
Mélange humide	17%	<i>Andropogon gerardii</i>	
Mica 2009© Canards illimités Canada ⁴	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> (annuelle)	
	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 coût du mélange Herbio®Stabilisation est de 10,67\$/kg pour un sac de 25 kg.

³ L'annexe 2 renferme le nom commun des espèces figurant au tableau.

⁴ 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.

Au printemps 2014, la mise en application de ce traitement a nécessité la réalisation des étapes suivantes :

- Planter les 5 quadrats au sein de chaque bande de 10 m ;
- Dénombrer les plants de berce avec cotylédons et ceux 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 débroussailluse ;
- Ramasser les débris d'extraction de berce du Caucase ;
- Disposer de manière sécuritaire les débris (sacs à ordures et conteneur) afin d'éviter les risques de brûlures ;
- Préparer le lit d'ensemencement des quadrats par un terreautage avec une terre aseptisée ;
- Ensemencer manuellement le mélange herbacé ;
- Arroser les quadrats au moment de l'ensemencement et lors des visites si nécessaire ;
- Suivre mensuellement l'évolution de la végétation et dénombrer l'émergence de nouveaux plants de berce au cours des deux premières années et revoir la fréquence par la suite ([Tableau 7](#)) ;
- Extraire les nouveaux plants de berce après chaque suivi.

2.2.1.3 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 et drageons, le statut (indigène), le coût et la disponibilité en pépinière (Annexe 7). En raison d'une plantation tardive, le format de 1 gallon (4,95\$/plant) a été privilégié afin de favoriser l'établissement plus rapide d'une strate arbustive. 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 ¹	Parcelles
T3a Mode de plantation humide	<i>Alnus rugosa</i> <i>Salix discolor</i> <i>Salix interior</i> <i>Salix eriocephala</i>	F, M
T3b Mode de plantation mésique	<i>Rosa blanda</i> <i>Viburnum trilobum</i> <i>Sambucus canadensis</i> <i>Physocarpus opulifolia</i>	E, R

¹ L'annexe 2 renferme le nom commun des espèces figurant au tableau.

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 associé un patron de plantation bien défini (Annexe 3). 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 3). 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 (début septembre), les paillis de plastique sont retirés afin de procéder à l'ensemencement d'un mélange de plantes herbacées ombrophiles confectionné par Gloco (Tableau 4). Les plantes herbacées qui pousseront à l'ombre du couvert arbustif contribueront principalement à stabiliser le sol à nu avant l'arrivée des pluies automnales.

Tableau 4: Composition du mélange de plantes herbacées¹ ombrophiles

Mélange	Proportions	Composition ²	Parcelles
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

² L'annexe 2 renferme le nom commun des espèces figurant au tableau.

Au printemps 2014, la mise en application de ce traitement «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» a nécessité la réalisation des étapes d'intervention suivantes :

- Planter les 5 quadrats au sein de chaque bande de 10 m 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 débroussailleuse ;
- 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 3) 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 moment de la plantation et au besoin au cours de la première saison ;
- 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.

2.2.1.4 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 mensuels de ces pseudo-témoins.

2.2.1.5 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.

2.2.1.6 T6 : Lutte chimique avec un herbicide

Cette méthode de lutte est réalisée en collaboration avec le malherbologue **François Tardif**, de l'Université de Guelph (membre de QuéBERCE). Tel que mentionné précédemment, 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 nous permettant 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 (monocotylédones). Cette approche offre l'avantage de maintenir un couvert de graminées au niveau de la berge qui est capable de limiter le processus d'érosion susceptible de favoriser la germination des semences de berce du Caucase.

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. Les parcelles expérimentales pour ce traitement ont été positionnées soit au milieu de la pente (W et X) ou bien en haut de pente (U et V). 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 Caucase, nous proposons l'utilisation de 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 respectivement 90 g et 120 g de matière active à l'hectare ([Tableau 5](#)).

Tableau 5 : Dosage d'herbicide utilisé pour les traitements chimiques

Traitements	Dosage	Parcelles
T6a Dose intermédiaire	0,38 L/Ha	V, W
T6b Dose élevée	0,50 L/Ha	U, X

Selon l'étiquette (Dow AgroSciences), le traitement doit s'effectuer lorsque les mauvaises herbes sont petites et en croissance active, mais ne présentant pas de structure de floraison (stade du bourgeon), soit vers le milieu du mois de mai. En raison d'un début du mois de mai 2016 relativement chaud, nous n'avons procédé aux opérations de traitement chimique que le 11 mai 2016. Lors de ce traitement, les plants de berce possédaient une taille variant entre 10 et 30 cm et présentaient un feuillage bien déployé avec une absence de bourgeons floraux.

2.3 Travaux de terrain effectués en 2016

RAPPEL : au printemps 2014, les rives du ruisseau Fourchette, sur la propriété de la Ferme Pieriane, ont été parcourues par l'équipe de recherche pour identifier les endroits les plus envahis par des plantules en émergence de berce du Caucase (plants dont la graine a germé en 2014). Vingt parcelles d'une étendue de 10 m le long de la rive ont ainsi été délimitées (Boivin et al. 2015). En l'absence d'une autorisation du MDDELCC pour effectuer des traitements expérimentaux avec herbicides en littoral en 2014, l'implantation et le traitement des quatre parcelles relatives à ce mode de lutte n'ont pu être complétés avant le 15 juin 2015.

L'application et le maintien des conditions relatives à chacun des traitements décrits précédemment se sont déroulés selon 4 grandes phases :

- A.** Dénombrement des plantules de berce du Caucase au sein des parcelles expérimentales ;
- B.** Application des interventions récurrentes de lutte mécanique sur chacune des parcelles selon le traitement ;
- C.** Réalisation du traitement chimique sur chacune des parcelles associées ;
- 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 2016, ces derniers seront décrits brièvement selon la réalisation de ces quatre phases.

A. Dénombrement printanier des plantules de berce du Caucase

Le principal défi qui se pose en matière d'éradication ne réside pas uniquement dans le fait d'éliminer les plants matures (une opération fastidieuse et dangereuse, mais techniquement assez simple à petite échelle), mais davantage dans l'épuisement du 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). Ainsi, avant d'entreprendre les opérations pour la saison 2016, il est important de connaître précisément l'état de l'invasion suite à l'application des divers traitements effectués à l'été 2015.

Le 9 mai 2016, l'équipe de recherche de l'Université Laval a procédé au dénombrement des plantules de berce du Caucase au sein des quadrats permanents implantés en 2014 (**Figure 1**). Lors de cette phase A, ils ont dénombré dans chacun des quadrats de 50 × 50 cm les plants préétablis (sans cotylédon) ainsi que les plantules en émergence, facilement reconnaissables par la présence de cotylédons (**Figure 2**). Pour les traitements chimiques effectués en 2016 (**Figure 3**), le dénombrement printanier des plantules avec et sans cotylédon a été réalisé par l'équipe de recherche de l'Université de Montréal le 10 mai 2016. Ce protocole sera évidemment répété aux mêmes endroits et au même moment, 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 : Équipe de travail dénombrant les plantules de berce du Caucase en émergence sur la rive du ruisseau Fourchette (photographie : C. Lavoie).



Figure 2 : Plantules de berce du Caucase en émergence sur la rive du ruisseau Fourchette. 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 3 : Implantation des parcelles associées à la lutte chimique, le 12 mai 2015, sur la rive du ruisseau Fourchette (photographie : B. St-Georges).

B. Application des interventions récurrentes de lutte mécanique sur chacune des parcelles selon le traitement

Suite au dénombrement des plantules de berce du Caucase effectué par l'équipe de l'Université Laval, notre équipe de recherche a débuté les diverses interventions associées au traitement destiné à chacune des vingt-quatre parcelles (Annexe 6). Ces activités se sont déroulées mensuellement. Dans un premier temps, les plants de berce de Caucase sur 16 parcelles ont été fauchés ou extraits du sol selon la méthode de lutte mécanique définie par le traitement (**Figure 4**). Toutefois, les interventions pour les 4 autres parcelles associées aux pseudo-témoins avec coupe d'ombelles (T5) ont été reportées au mois d'août, au moment où la floraison est terminée. La centaine de quadrats au sein de l'ensemble des parcelles (traitements), ont été caractérisés physiquement et géoréférencés de manière à faciliter leur suivi et pour être en mesure de repositionner précisément les tiges de métal en cas de perte (Annexe 4).



Figure 4 : Équipe procédant à l'extraction de plants de berce du Caucase en émergence à l'aide de plantoir (13 mai 2015) sur la rive du ruisseau Fourchette. (Photographies : P. Boivin).

C. Caractérisation pré-traitement et application d'herbicide sur chacune des parcelles associées aux traitements de lutte chimique

Pour chacune des parcelles, l'équipe de recherche a procédé à la caractérisation pré-traitement des 5 quadrats permanents afin de déterminer le recouvrement occupé par la berce du Caucase, ainsi que le recouvrement des autres plantes que nous avons cumulées au sein de deux groupes d'espèces végétales : les monocotylédones (graminées) et les dicotylédones. 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%. Suite à cette caractérisation initiale de la végétation, nous avons procédé au traitement chimique des parcelles T6a et T6b selon les deux dosages définis par François Tardif (responsable du projet et professeur à l'Université de Guelph) et Michel Tremblay (représentant de Dow AgroSciences). Avec un équipement de protection adéquat, le traitement a été effectué par deux membres de notre équipe de recherche, Benoit St-Georges (horticulteur) et Jacques Baril (aide de terrain). Le traitement a été réalisé le 11 mai 2016 par Benoit St-Georges qui est détenteur d'un certificat pour l'application en terrain inculte (C452901). Préalablement au traitement, le chaume fut retiré afin que les plants soient bien visibles (**Figure 5**). 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. Pour minimiser les impacts sur les dicotylédones, nous avons orienté la pulvérisation sur les plants de berce. Suite à l'application, les parcelles ont été circonscrites au moyen d'une corde afin de limiter l'accès. Les superficies traitées et les quantités d'herbicide utilisées ont été colligées au sein du registre des pesticides de l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV).



Figure 5 : Retrait du chaume avant l'application d'herbicide réalisé le 11 mai 2016. (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 (hauteur, diamètre de la couronne) et l'état de santé des arbustes ont été notés avant le début de la saison estivale, soit le 10 juin 2016. Lors de ce suivi printanier, aucun arbuste n'avait disparu sous l'action des glaces et du courant contrairement au suivi de 2015. Ces mesures, qui permettent de mieux caractériser l'évolution de la croissance, ont été réalisées mensuellement par l'équipe de recherche, soit au mois de juin, de juillet et d'août 2016 ([Tableau 6](#)).



Figure 6 : Photographies illustrant l'échantillonnage au cours de la saison 2015 pour le traitement T2a «Lutte avec extraction de racines et lutte par compétition herbacée» à gauche, puis du traitement T6a «lutte chimique» à droite. (photographies : B. St-Georges).

Lors des suivis mensuels (**Figure 6**), 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 selon les mêmes 7 classes décrites précédemment. 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. Pour avoir un portrait plus juste de l'évolution de la couverture occupée par la berce du Caucase en début et en fin de saison, la couverture de la berce a également été évaluée au printemps lors du dénombrement printanier des plantules.

Tableau 6 : Calendrier des activités de suivi réalisées au cours de la saison estivale 2016

Dates des relevés	Dénombrement des plantules de berce du Caucase	Application de l'herbicide	Suivi du dépérissement après herbicide	Suivi de la végétation	Suivi de la croissance des arbustes
9 au 12 mai 2016	X	X			
10 juin 2016			X		X
12 au 13 juillet 2016	X		X	X	X
30 et 31 août 2016	X			X	X

Par la suite, au sein de ce même quadrat, un dénombrement des plantules de berce du Caucase est effectué mensuellement afin que les densités relevées soient comparées à celles du dénombrement printanier effectué le 9 mai 2016 (phase A). À cette date aucune intervention de lutte mécanique n'avait été encore réalisée depuis le mois de septembre 2015. 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 mis dans des sacs à ordures sont presque exclusivement des résidus de fauche et de coupe d'ombelles. Ces débris ont été ensuite accumulés dans un conteneur pour qu'ils soient éventuellement disposés dans un site d'enfouissement (**Figure 7**).



Figure 7 : Disposition des débris végétaux de berce du Caucase (photographies : J. Brisson et P. Boivin).



A: Feuilles légèrement gaufrées avec chlorose faible



C: Feuilles gaufrées sans chlorose



B: Feuilles avec chlorose et nécrose



D: Feuilles gaufrées avec chlorose importante

Figure 8 : Indices de dépérissement observés en 2015 au sein des parcelles avec traitements chimiques cinq semaines après l'application de l'herbicide (photographies : P. Boivin).

Contrairement aux autres traitements, le suivi complet de la végétation des parcelles associées à la lutte chimique a été réalisé avant et après le traitement, soit en mai et août, afin d'évaluer l'impact des traitements herbicides (T6a et T6b) sur l'espèce cible, la berce du Caucase, ainsi que sur les groupes d'espèces végétales associées aux monocotylédones (graminées) et aux dicotylédones. Après quelques semaines suivant l'application de l'herbicide, des données relatives au niveau de dépérissement (indices A à D) ont également été notées (**Figure 8**), soit le 10 juin et 13 juillet 2016. Malgré les traitements herbicides, plusieurs individus de berce du Caucase ont produit des inflorescences. Pour éviter toutes disséminations, ces inflorescences ont été coupées et disposées dans un site d'enfouissement suite au suivi de la végétation du 12 juillet 2016 (**Figure 9**).



Figure 9 : Photographies illustrant les inflorescences sur des individus traités (à gauche) ayant une plus faible hauteur et la coupe de leurs inflorescences pour éviter la dispersion des semences (à droite) (photographies : B. St-Georges).

2.4 Résultats préliminaires

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

Traitements sans herbicide

Pour caractériser l'envahissement de la berce du Caucase avant l'application des traitements, l'équipe de recherche a dénombré l'ensemble des plants de berce au sein de 120 quadrats. Rappelons que ces plants de berce du Caucase ont été départagés en deux catégories, soit 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 7** présente les densités moyennes observées pour les 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 presque absents comparativement aux plants de plus de 1 an. De plus, nous avons remarqué que les densités moyennes les plus élevées correspondent encore au traitement T1 malgré l'application

d'une fauche répétée au cours des 3 dernières saisons. Toutefois, la densité totale de plants en 2016 a diminué de 72% par rapport à 2014, passant de 208 à 57 plants/m². Tout comme le traitement T1, le traitement T5 demeure avec une densité totale très élevée, bien que la densité de plants avec cotylédons a chuté drastiquement, tout comme pour la totalité des autres traitements. Ces résultats suggèrent que les interventions de contrôle de la berce du Caucase, qui sont effectuées en amont de la zone d'étude par le conseil de bassin versant de la rivière Etchemin, semblent avoir limité la dispersion de semences de berce susceptibles de germer au sein de nos parcelles de suivi.

Tableau 7 : Densités moyennes de plants avec cotylédons et de plants sans cotylédon avant l'application des traitements au cours des saisons estivales de 2014 à 2016.

Codes	Traitements	2014 Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	2014 Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	2014 Densité totale de plants (Nb/m ²)	2015 Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	2015 Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	2015 Densité totale de plants (Nb/m ²)	2016 Plant avec cotylédons (Nb/m ²)	2016 Plant sans cotylédon ¹ (Nb/m ²)	2016 Densité totale de plants (Nb/m ²)	Réduction ² du nombre de plants par rapport 2014 (%)
T1	Fauche répétée	88	120	208	0	75	75	0	57	57	72
T2a	Extraction et lutte par compétition herbacée (mésique)	4	106	110	0	3	3	0	0,4	0,4	100
T2b	Extraction et lutte par compétition herbacée (humide)	50	69	119	0	3	3	0	0	0	100
T3a	Extraction + lutte par compétition arbustive (humide)	36	104	140	0	0	0	0	0	0	100
T3b	Extraction + lutte par compétition arbustive (mésique)	50	116	166	0	0	0	0	0	0	100
T4	Pseudo témoin avec extraction de racines	39	72	111	0	4	4	0	1	1	99
T5	Pseudo témoin avec coupe des ombelles	135	140	275	7	97	104	3	43	46	83
T6a	Herbicide dose faible	NA	NA	NA	2	26	28	0	14	14	NA
T6b	Herbicide dose élevée	NA	NA	NA	1	23	24	0	13	13	NA

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

² La réduction du nombre de plants fait référence aux dénombrements des plants effectués au mois de mai 2014 et 2016.

Dans le cadre du suivi de l'envahissement de la berce du Caucase au cours de la saison estivale 2016, 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 observées pour chacun des traitements (**Figures 10a et 10b**).

Le suivi de l'évolution de l'abondance des plants de berce du Caucase entre mai et août semble confirmer 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. Pour les traitements T2a, T2b, T3a, T3b et T4, nous avons observé que le nombre d'individus de berce à chacun des suivis était généralement nul (**Figure 10a et 10b**). Toutefois, l'extraction mécanique, qui vise à épuiser la banque de graines, ne peut être efficace que si cette banque de graines n'est pas alimentée par une source de semences extérieure au site d'étude.

En 2016, la persistance d'environ 17% des plants observés depuis le début 2014 au sein du traitement T5 «pseudo-témoin avec coupe d'ombelles» démontre que de nombreux individus semblent avoir accompli leur cycle vital en 2015. Malgré une diminution importante de la densité de plants (6,8 plants/m²) au cours de la saison estivale, rappelons 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 11**). En effet, la plupart des quadrats de ce traitement renfermaient des individus dont la hauteur et l'envergure du feuillage formaient une couverture dense presque impénétrable.

Le traitement utilisant la fauche répétée a conduit à une réduction très importante du nombre de plants entre mai et juillet, soit de 54 à 10 individus (**Figure 10a**). Le reste de la saison, cette abondance de plants, tout comme les recouvrements estimés, demeurent similaires.

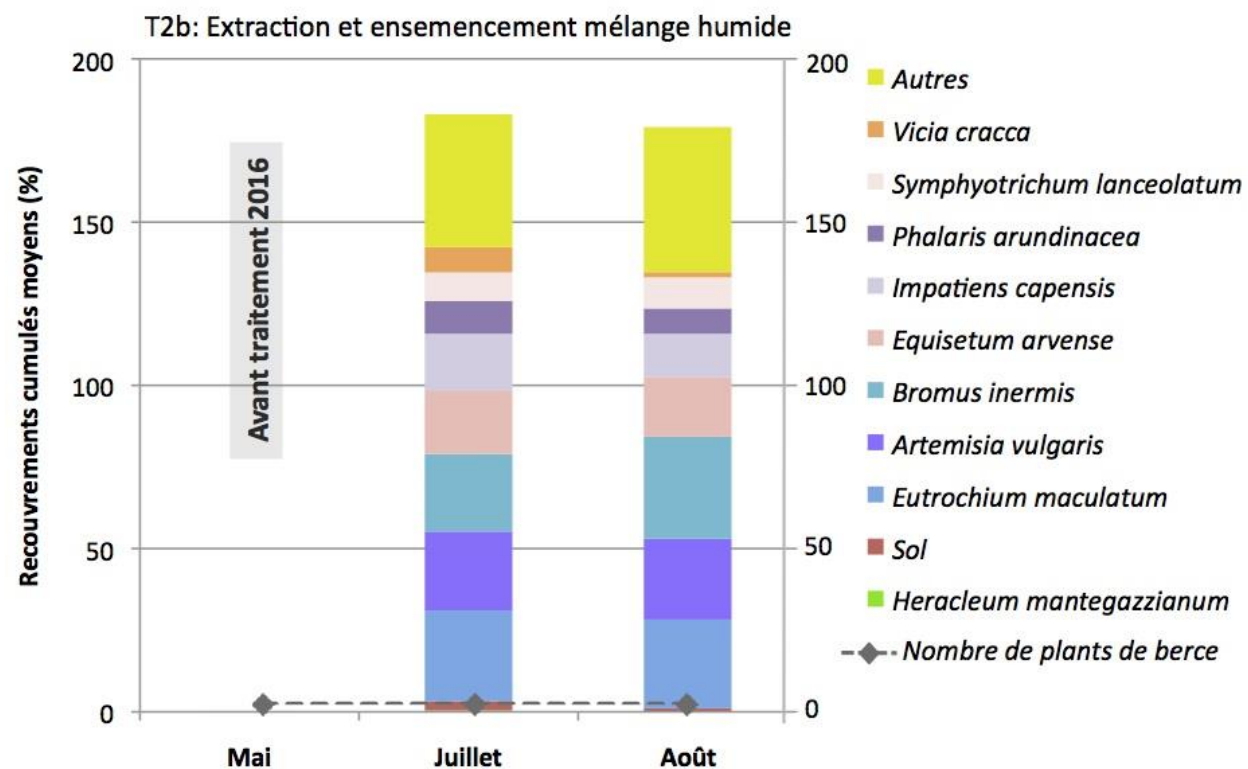
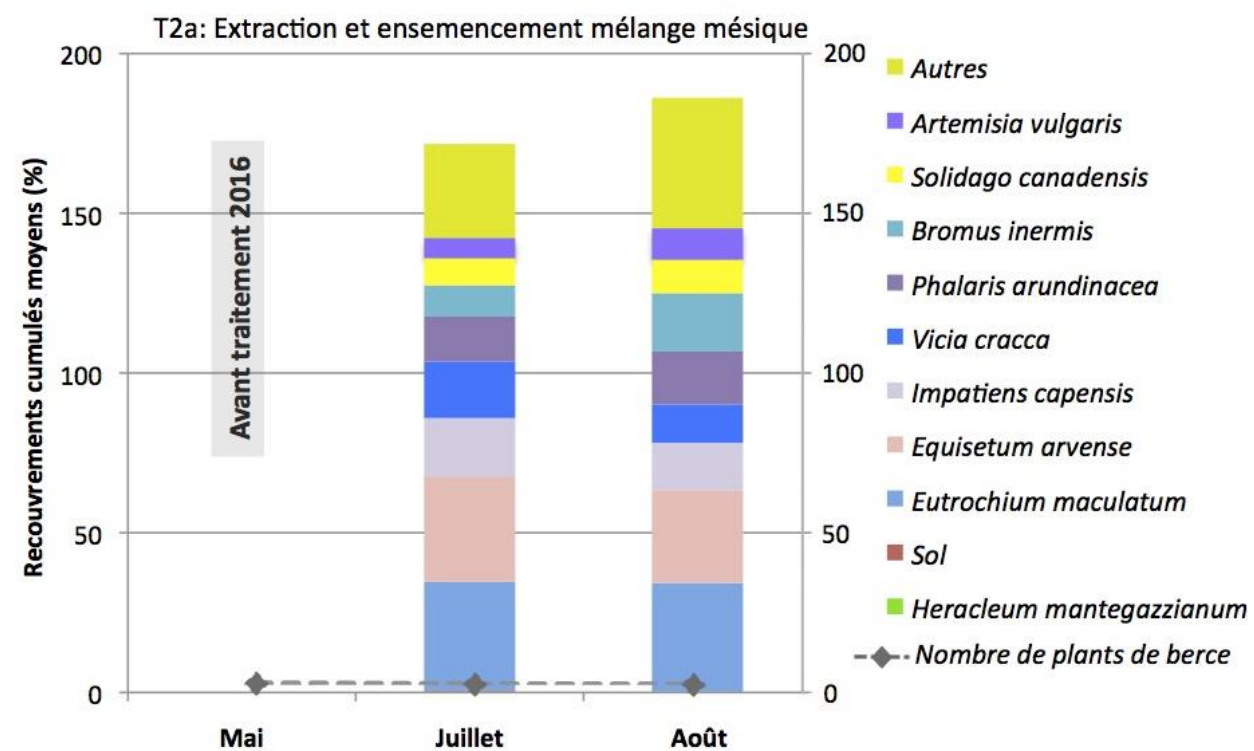
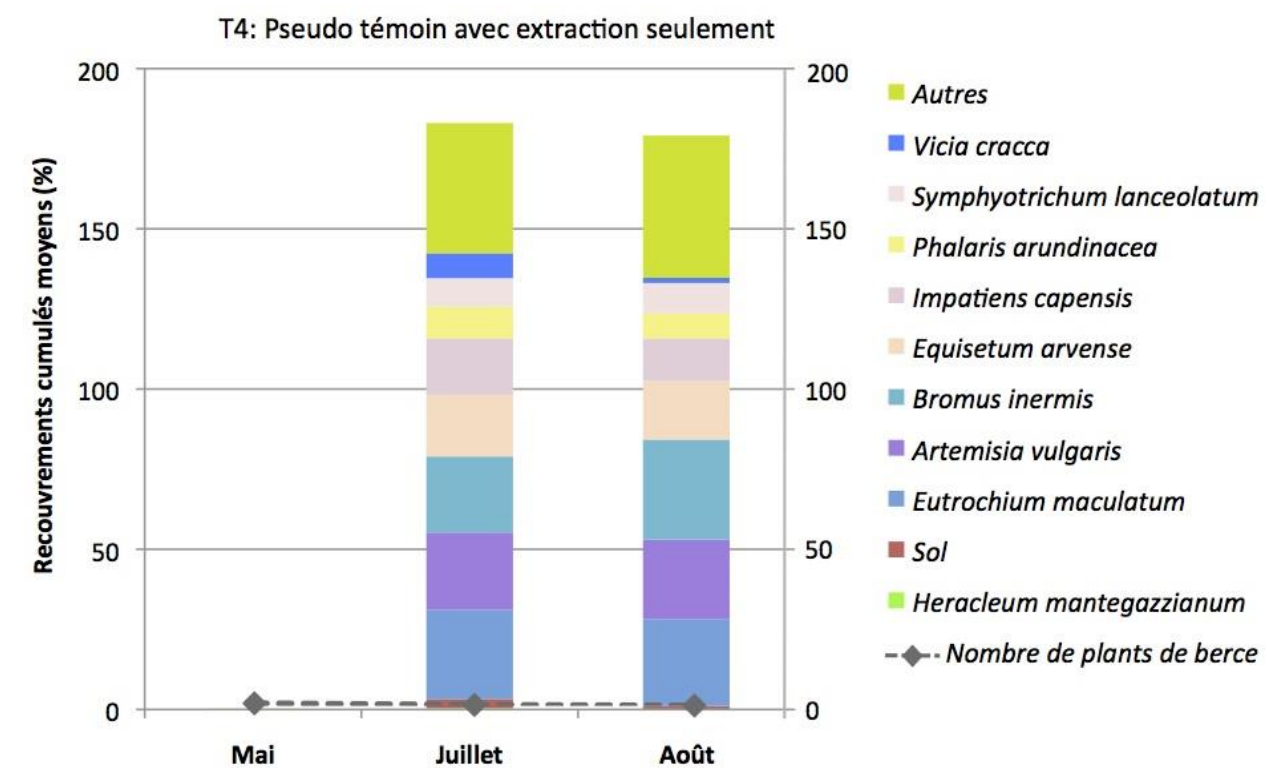
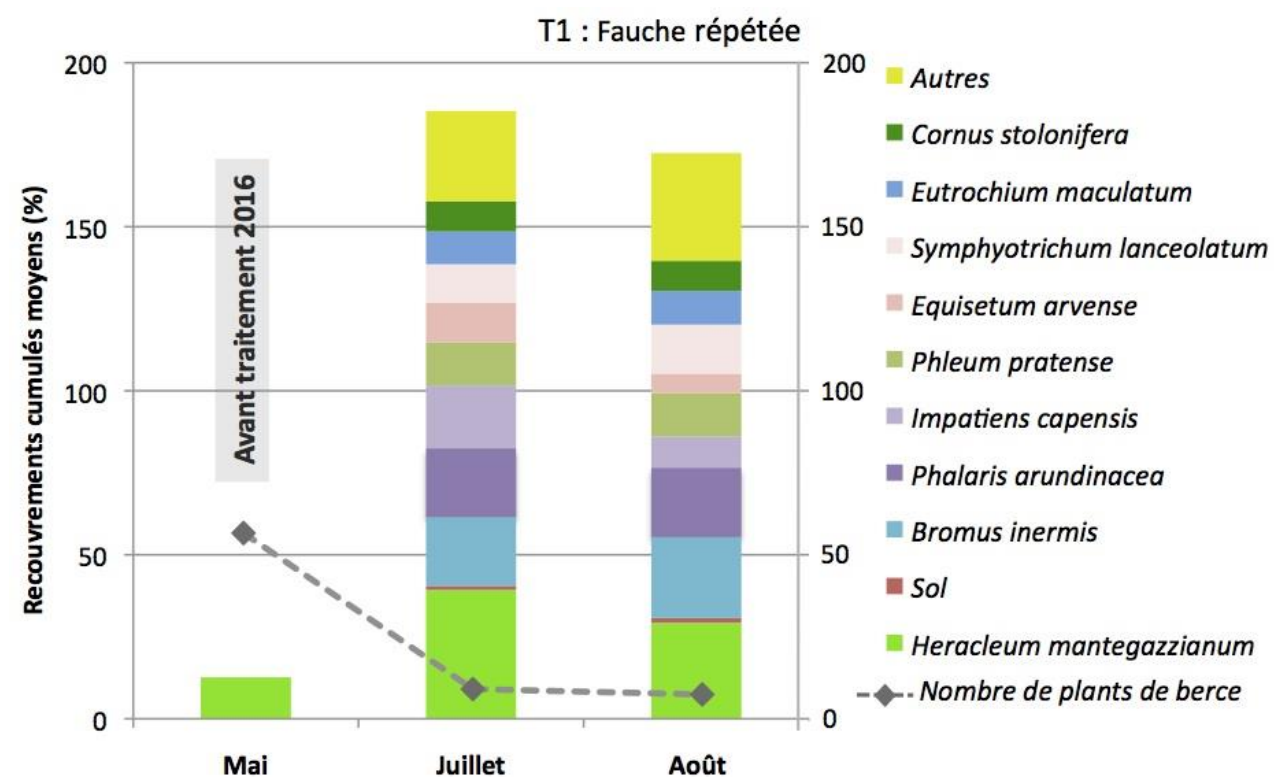


Figure 10a : Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance moyenne de la berce du Caucase suite à l'application des traitements T1, T2a, T2b, T3a, T3b, T4, T5, T6a et T6b (suite pages suivantes).

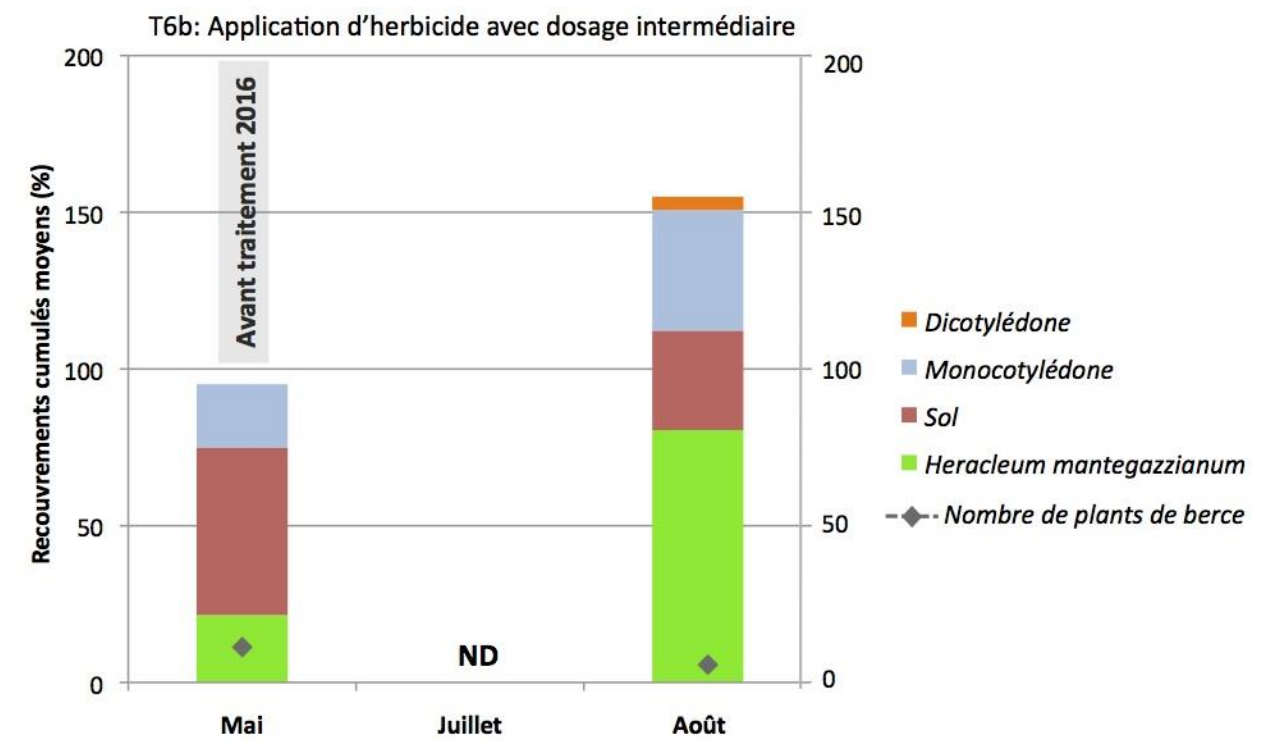
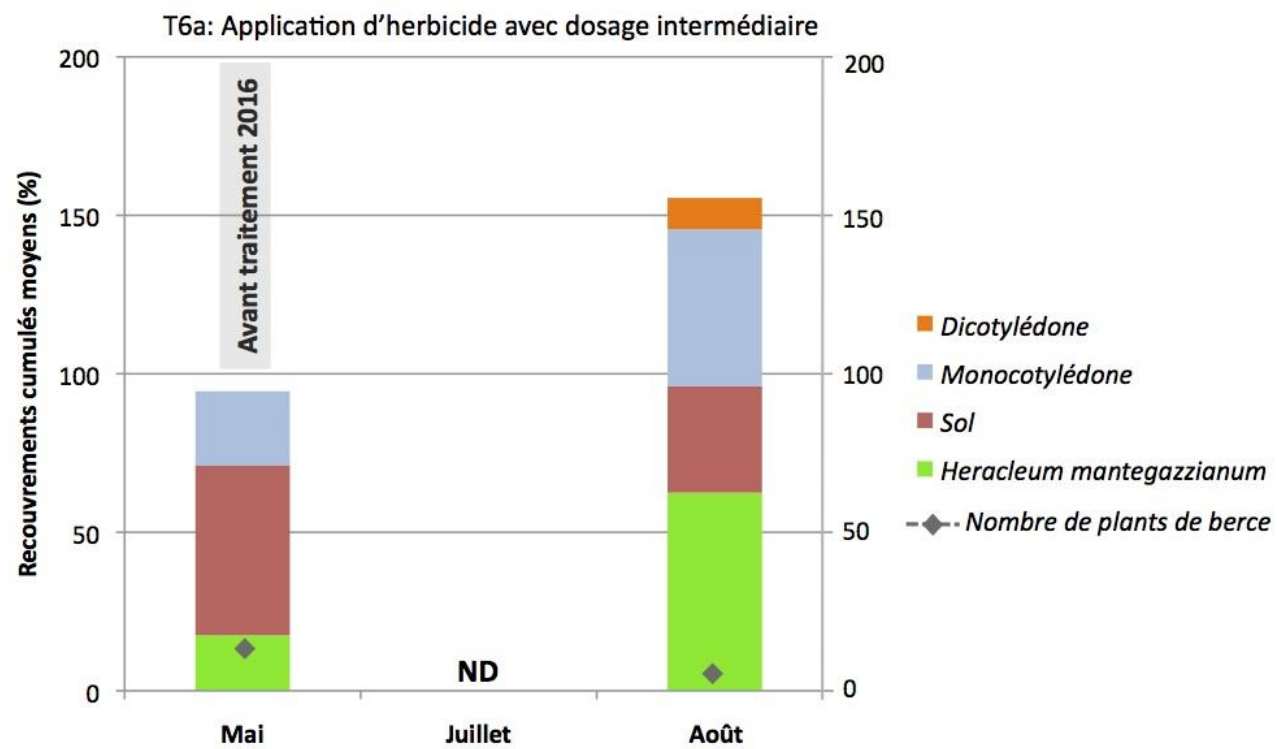
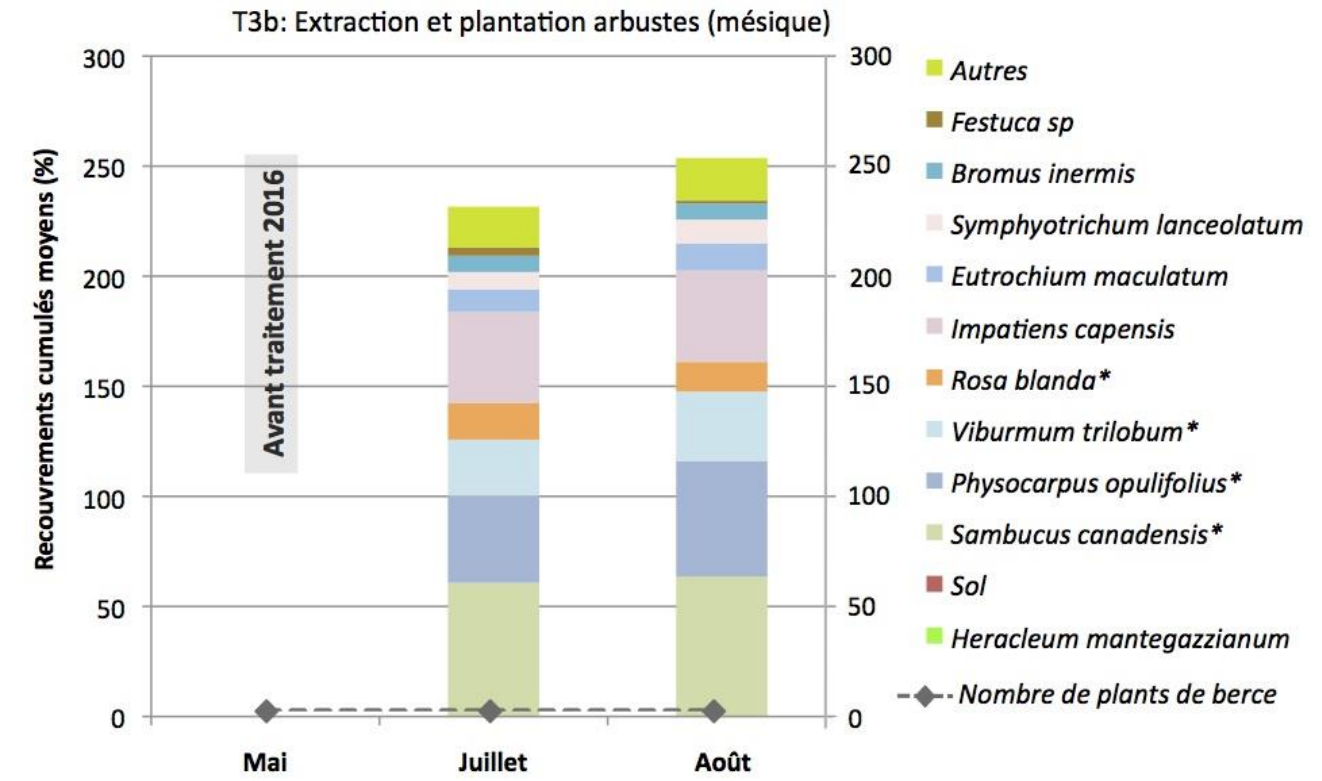
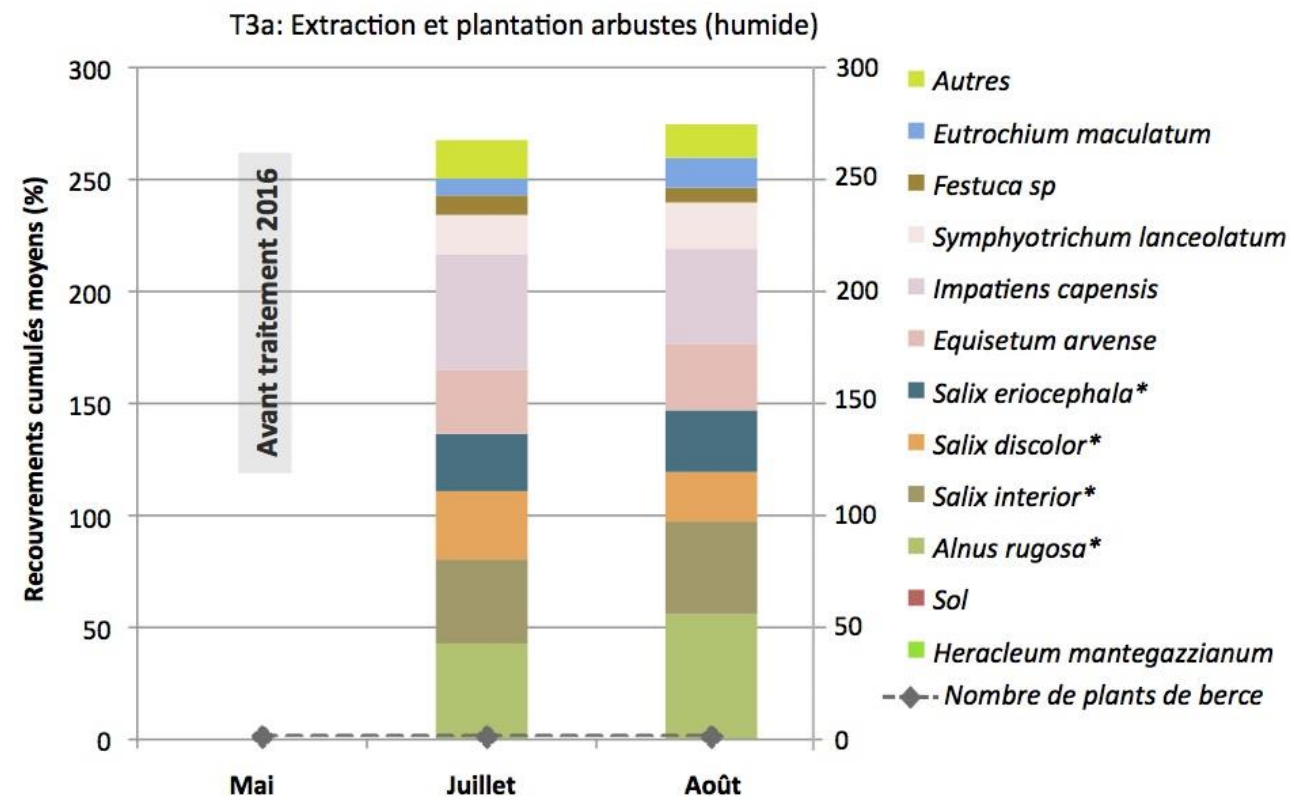


Figure 10b : Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance moyenne de la berce du Caucase suite à l'application des traitements T3a, T3b, T6a et T6b. Les données d'abondance moyenne n'ont pas été récoltées (ND) au mois de juillet pour les traitements T6a et T6b afin d'éviter le piétinement des gros individus de berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*).

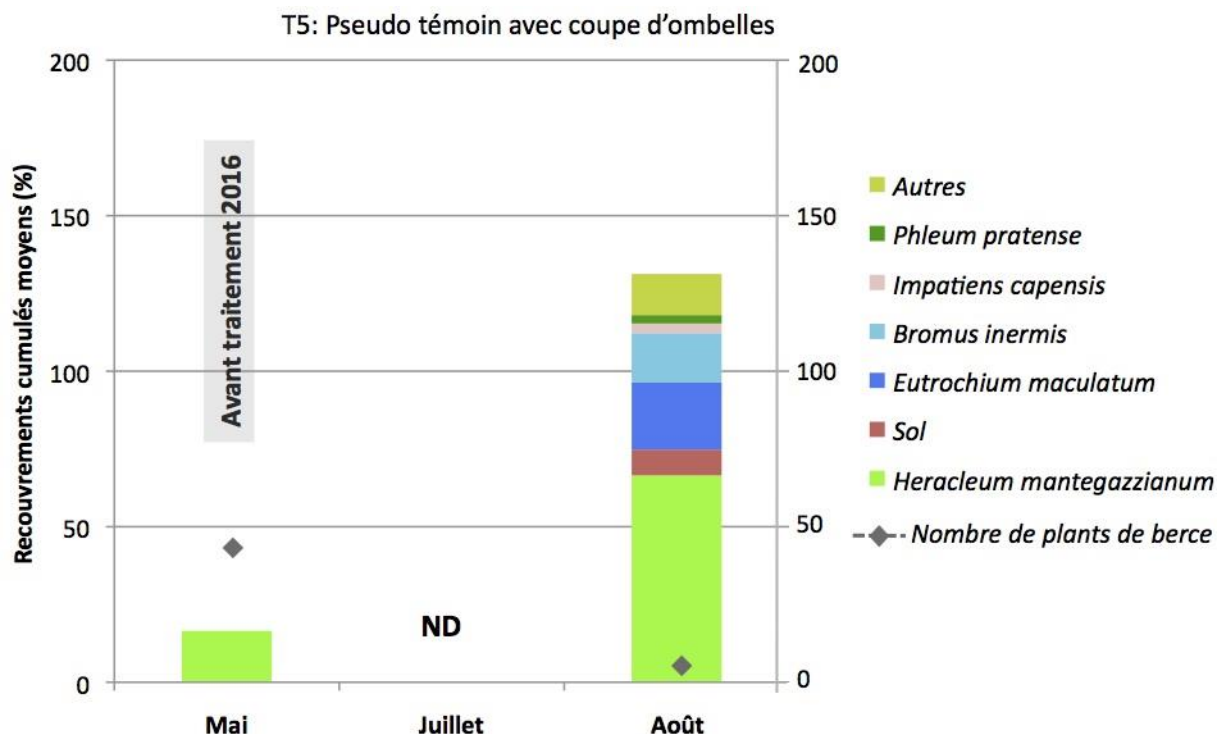


Figure 11 : Évolution des recouvrements de la végétation et de l'abondance de la berce du Caucase suite à l'application du traitement T5. Les données de recouvrement n'ont pas été récoltées (ND) au mois de juillet afin d'éviter le piétinement des gros individus de berce du Caucase utilisés pour la récolte de semences en vue des tests de germination.

Traitements avec herbicide

Avant l'application du traitement chimique en mai, nous avons constaté que l'abondance moyenne de plants de berce du Caucase se limitait à un peu plus d'une douzaine d'individus dont le feuillage était encore peu déployé laissant environ 50% de sol à nu. Suite à l'application des traitements chimiques, la caractérisation des parcelles T6a et T6b nous indique que la berce occupe un recouvrement moyen très important, soit respectivement 63% et 81% (**Figure 10b**). Cette progression des couverts, qui sont du même ordre que le T5 «pseudo témoin avec coupe d'ombelles» (67%), semble indiquer que le traitement chimique a eu peu d'impact sur les plants de berce et ce, indépendamment du dosage. Pour réaliser le traitement chimique sur ces quatre parcelles, nous avons utilisé 8,3 ml de produit non dilué (Milestone®) pour couvrir une surface d'environ 280 m².



Figure 12 : 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 : Benoit St-Georges).

L'évaluation du dépérissement le 13 juillet 2016 selon quatre indices allant de A à D (**Figure 8**), nous indique que la totalité des parcelles renfermait des plants de berce du Caucase dont le feuillage était légèrement gaufré avec une chlorose faible (A). L'aminopyralide semble donc n'avoir eu que très peu d'impact sur les plants traités, et ce, indépendamment du dosage (**Figure 13b**). 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 12** prise lors du suivi du 13 juillet.

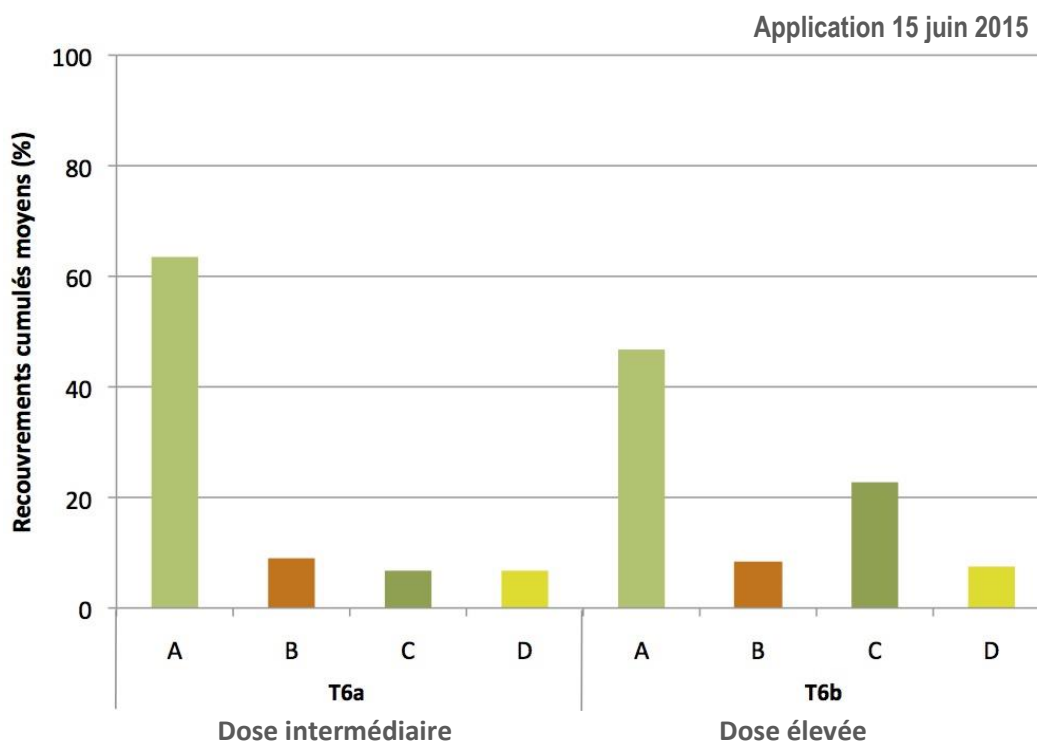


Figure 13a : Recouvrements moyens des individus selon les indices de dépérissement observés sur le feuillage de la berce du Caucase le 23 juillet 2015. Niveaux de dépérissement correspondent à A: Feuilles légèrement gaufrées avec chlorose faible; B: Feuilles avec chlorose et nécrose; C: Feuilles gaufrées sans chlorose; D: Feuilles gaufrées avec chlorose.

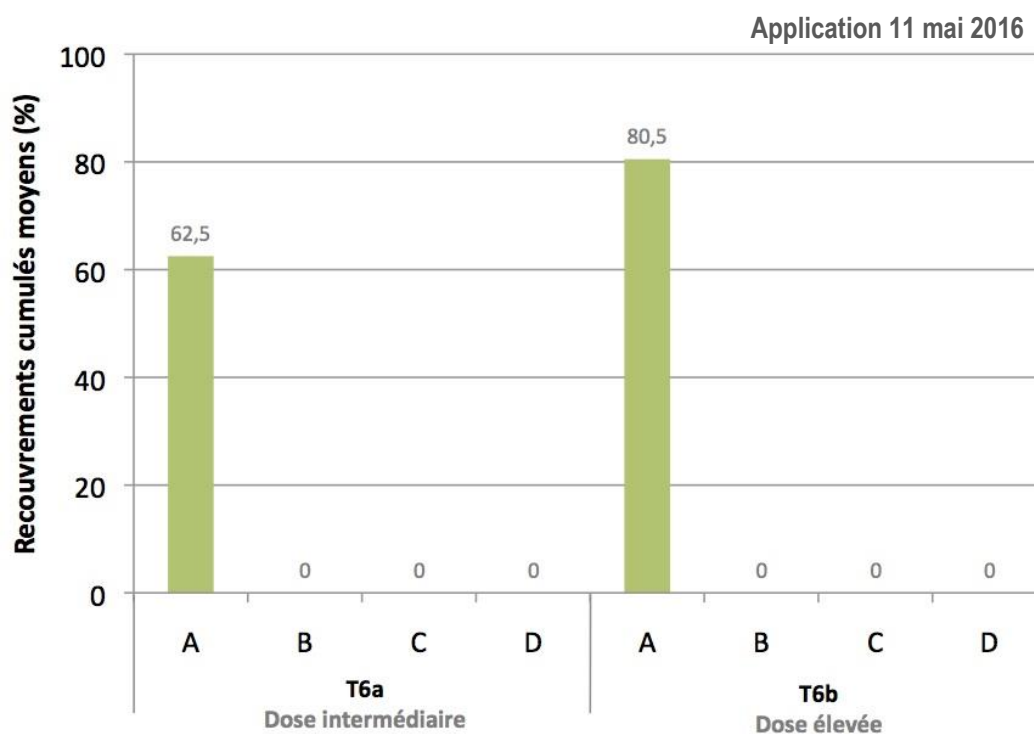


Figure 13b : Recouvrements moyens des individus selon les indices de dépérissement observés sur le feuillage de la berce du Caucase le 13 juillet 2016.

Bien que l'application ait été effectuée vers le milieu du mois de mai, c'est-à-dire en début de saison de croissance avant l'émergence de bourgeons floraux telle que recommandée par l'étiquette du produit, l'évaluation du dépérissement 8 semaines après les traitements témoigne d'un impact encore plus mitigé qu'en 2015 (Figures 13a et 13b).

Rappelons que le 13 juillet 2016, nous avons procédé à la coupe des inflorescences au sein des parcelles de lutte chimique afin de limiter la dispersion des graines. Si l'on en juge par le traitement T5, la coupe des inflorescences entraîne souvent un flétrissement naturel des plants de berce du Caucase. En raison de cette situation, nous n'avons pas maintenu le suivi du dépérissement des plants de berce ayant été traités. Toutefois, une visite des parcelles T6a et T6b le 31 août indiquait que la majorité des plants étaient encore vivants.

2.4.2 Suivi de l'évolution de la végétation

Dans le cadre des suivis de la végétation, nous avons observé 89 espèces herbacées et ligneuses (Annexe 5). Depuis 2015, la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) est maintenant l'une des espèces les moins fréquemment observées au sein des traitements faisant intervenir la lutte mécanique par extraction (T2a, T2b, T3a, T3b et T4). En 2016, *Phalaris arundinacea*, *Impatiens capensis*, *Bromus inermis*, *Phleum pratense*, *Symphyotrichum lanceolatum*, *Equisetum arvense*, *Eutrochium maculatum* var. *maculatum* et *Artemisia vulgaris* sont les espèces les plus fréquemment recensées et leur couverture varie selon les traitements (Figure 10a, 10b et 11). La présence des espèces herbacées ensemencées au sein des traitements T2a et T2b est quasi nulle. Pour le traitement associé au mélange mésique (T2a), *Festuca rubra* est la seule espèce faisant partie de la composition du mélange, alors que pour le traitement associé au mélange humide (T2b), nous avons observé occasionnellement *Agrostis gigantea* et *Festuca rubra*. Malgré une couverture qui reflète peu la composition des mélanges, le couvert herbacé au sein de ces traitements demeure très dense avec des recouvrements cumulés moyens supérieurs à 100%, minimisant ainsi la présence de sol à nu. Le suivi des traitements liés à lutte chimique (T6a et T6b) confirme que les couvertures des monocotylédones ne sont pas affectées par cet herbicide, celles-ci ayant plus que doublé après le traitement (Figures 10b).

CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES : les résultats de cette troisième année de suivi nous suggèrent que l'utilisation de la méthode de lutte mécanique par extraction à la racine demeure un mode d'intervention très efficace pour réduire considérablement 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. Les traitements chimiques (amilopyralide) semblent très peu efficaces même lorsqu'ils sont appliqués sur des plants de berce du Caucase ayant atteint un stade de développement sans bourgeons floraux.

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

L'accroissement annuel des arbustes plantés pour les traitements T3a et T3b a été établi sur la base de la hauteur initiale (juin 2016) et de la hauteur à la fin de la saison de croissance (août 2016). 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 14 et 15**). Bien que l'accroissement en hauteur du *Salix discolor* soit le plus important en 2016 sur les sites humides, le *Salix interior* demeure l'arbuste ayant atteint une hauteur et un diamètre moyens les plus élevés au cours de la saison 2014, 2015 et 2016 (**Tableau 8**). Certains *Salix interior* pouvaient atteindre plus de 245 cm à la fin de la saison 2016. À l'inverse, le *Salix eriocephala* est la seule espèce d'affinité humide qui témoigne d'un accroissement en diamètre presque nul. En ce qui concerne le mode plantation sur sites mésiques, les différences d'accroissement en hauteur de 2016 montrent que le *Physocarpus opulifolius* se démarque encore des autres espèces plantées et que le *Rosa blanda* témoigne d'un accroissement important comparativement à 2015. Le *Physocarpus opulifolius* et le *Sambucus canadensis* maintiennent leur capacité à croître rapidement tant en hauteur qu'au niveau du diamètre de leur couronne (**tableau 8**). Quelques *Physocarpus opulifolius* atteignaient déjà plus de 230 cm de hauteur en fin de saison. Depuis 2014, le *Rosa blanda* enregistre généralement une hauteur et un diamètre plus faibles par rapport à l'ensemble des autres espèces.

Tableau 8 : 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

L'évaluation des recouvrements des diverses espèces arbustives qui composent les traitements T3a et T3b nous indique que la couverture occupée par cette strate arbustive progresse toujours avec respectivement 147% et 161% des recouvrements cumulés (**Figure 10b**). De plus, la couverture liée à l'ensemencement d'espèces herbacées ombrophiles (**Tableau 4**) suite au retrait des paillis plastique a régressé énormément si l'on considère que le recouvrement de fétuque est passé d'environ 50% à moins de 7% entre 2015 et 2016 et ce, pour les deux types de traitement. Cette régression de la fétuque semble toutefois profiter à certaines espèces tolérantes à l'ombre comme l'*Impatiens capensis*. Pour ces traitements, l'ensemble des quadrats d'échantillonnage était encore exempt de plants de berce du Caucase à la fin de la saison.

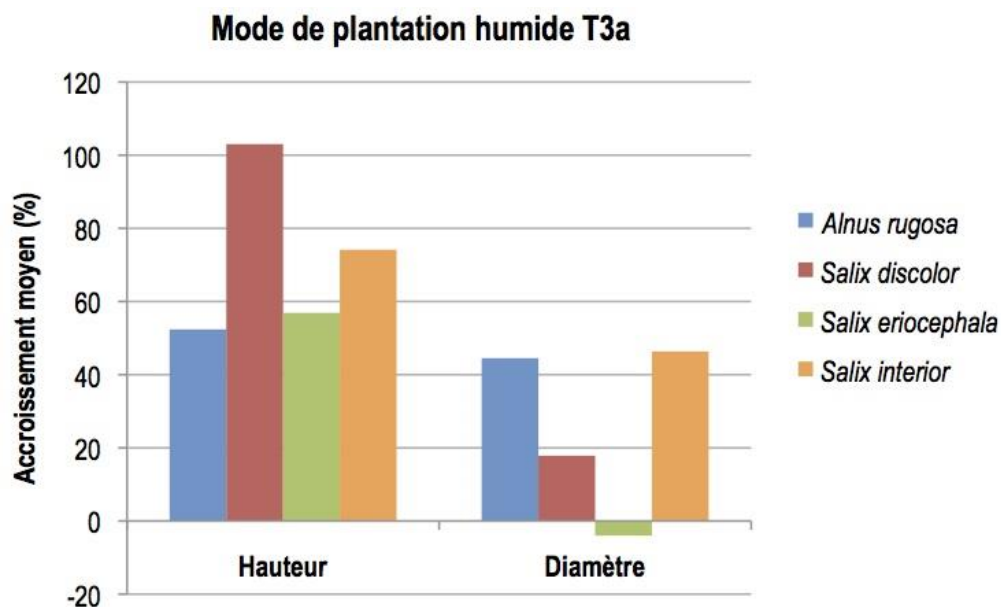


Figure 14 : Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites humides en 2016.

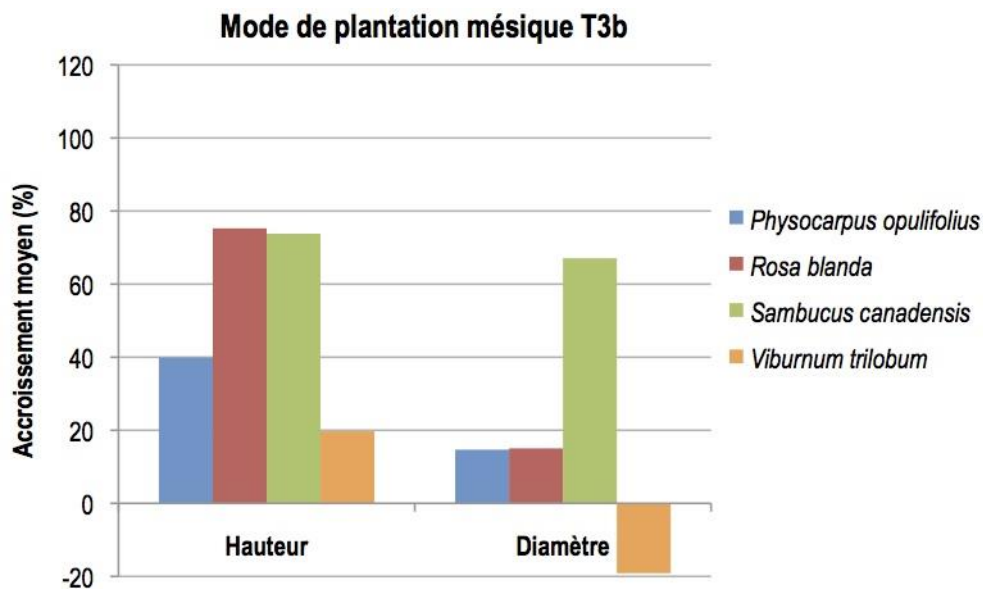


Figure 15 : Accroissement moyen en hauteur et en diamètre de la couronne des arbustes plantés au sein des traitements avec «Lutte mécanique avec extraction de racines et lutte par compétition arbustive» sur des sites mésiques en 2016.



Figure 16 : Traitement avec compétition arbustive sur site humide (T3a, parcelle M) avec une mise en contexte en période de crue printanière (photo de gauche), des impacts sur un saule en vue rapprochée (photo centrale) puis du même site en période estivale (photographies : Elizabeth Groeneveld et Benoit St-Georges).

Bien que l'action des glaces et la crue printanière aient endommagé la majorité des arbustes, le taux de survie des 80 arbustes plantés étaient de 100% en 2016 (**Figure 16**). De plus, malgré l'impact important de ces facteurs biotiques, le *Salix interior*, l'*Alnus rugosa*, le *Physocarpus opulifolius* et le *Sambucus pubens* poursuivent leur croissance pour dominer la strate arbustive (**Figure 10b**). Cette dominance semble toutefois affecter d'autres espèces comme le *Salix eriocephala* et le *Viburnum trilobum* qui témoignent d'une décroissance en sous-étage (**Figure 14 et 15**). Même si *Rosa blanda* est été moins affecté par des insectes et des maladies fongiques en 2016, cet arbuste dans un contexte de bande riveraine éprouve encore de la difficulté à atteindre une hauteur et une couronne suffisantes pour compétitionner avec les autres espèces plantées.

CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES : le taux de survie des espèces arbustives plantées temporairement sur paillis de plastique suggère que ce mode de plantation favorise leur enracinement. L'ensemencement d'un couvert de graminées ombrophiles en fin de saison semble avoir limité les impacts liés à l'érosion des zones de plantation au cours des deux premières saisons. Par la suite, ce couvert semble régresser au profit d'espèces naturelles observées localement comme l'Impatiente du Cap. La formation d'une strate arbustive haute et dense suggère que les modes de plantation proposés renferment un choix d'arbustes d'affinité humide ou mésique dont les accroissements sont très intéressants pour établir une compétition végétale susceptible d'empêcher la germination ou la croissance de la berce du Caucase. Dans le cadre d'une restauration d'une bande riveraine, le *Salix interior*, l'*Alnus rugosa*, le *Physocarpus opulifolius* et le *Sambucus pubens* semblent être les espèces à privilégier en raison de leur vitesse de croissance.

PERSPECTIVES : Comparaison de la lutte chimique avec plantation d'arbustes vs la lutte mécanique avec plantation d'arbustes

Le traitement qui combine la lutte mécanique et la plantation d'arbustes sur paillis de plastique a démontré que cette combinaison d'interventions était très efficace. 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. Ainsi dans un contexte d'intervention à l'échelle réelle où le paillis de plastique n'est pas toujours envisageable, l'établissement et la croissance des arbustes (sans paillis) vont probablement être affectés négativement, dépendant de la compétition herbacée en place. Pour pallier à cette situation, il est souvent avantageux de planter moins densément et utiliser des plants à forte dimension (PFD).

Bien que les résultats liés au traitement à l'aminopyralide ne soient pas concluants, la lutte chimique avec d'autres types de produits comme ceux à base de glyphosate 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. Lors du processus d'éradication visant à éliminer la banque de semences de berce, la méthode chimique à l'aide d'un herbicide systémique (glyphosate) nécessitera probablement au moins deux applications au cours de la première saison. 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 programmée 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. Lorsque cette étape de restauration est complétée, un programme d'entretien préventif devra être mis en place afin de s'assurer qu'aucun plant de berce ne subsiste.

2.5 Travaux à venir

Les activités de 2014 auront permis de réaliser de nombreuses interventions visant à mettre en place et assurer le suivi de la majorité des parcelles expérimentales (A à T). Avec l'intégration des parcelles liées à la lutte chimique, les activités de 2015 auront permis de compléter la mise en place de l'ensemble des 24 parcelles expérimentales (A à X) prévue dans le devis de recherche. Le suivi de ces parcelles au cours de des trois dernières saisons nous a permis de bien évaluer l'efficacité des divers traitements pour lutter contre la berce du Caucase. Les interventions de 2017 débiteront 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 2016. Considérant la faible abondance des semis de berce du Caucase observée en 2016 et de la diminution des interventions liées à leur extraction, nous effectuerons encore un suivi basé sur 3 visites plutôt que 4 visites en 2017.

3. ACTIVITÉS CONNEXES

Les membres du groupe QuéBERCE ont participé à plusieurs activités de diffusion d'informations sur la berce du Caucase depuis le mois de mai 2014, activités au cours desquelles la contribution du MAPAQ à ses projets de recherche a été mise en évidence. Un [reportage](#) sur la berce tourné en 2013 par l'équipe de l'émission de télévision *La semaine verte* (Radio-Canada) et auquel **Claude Lavoie** a participé, a été rediffusé (avec commentaires mis à jour) les 24 et 25 mai 2014. **Claude Lavoie** a donné plusieurs [entrevues aux médias](#) au cours de l'été 2015, particulièrement à Radio-Canada à Montréal, Ottawa-Gatineau et Québec (*Médium large*, *Première heure*, *Radio-Canada cet après-midi*), mais aussi à Radio Ville-Marie (*La grande équation*) et au journal *L'Acadie Nouvelle* du Nouveau-Brunswick. **Claude Lavoie**, **Elisabeth Groeneveld** (professionnelle de recherche, Université Laval) et **Patrick Boivin** (professionnel de recherche, Université de Montréal) ont participé à une [rencontre d'échanges](#) sur la situation de la berce en Chaudière-Appalaches qui a réuni 30 personnes à la municipalité de Saint-Isidore le 19 septembre 2014. Cette réunion, organisée par **Annie Goudreau** (agronome au MAPAQ), s'est terminée par une visite de terrain au site expérimental de la Ferme Pieriane.

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

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

succès (plusieurs centaines de populations éradiquées). Les échanges entre ces chercheurs, cette professionnelle et l'équipe du groupe QuéBERCE ont été très fructueux et ont permis de mettre à jour les connaissances de tous et chacun. Le deuxième atelier de QuéBERCE a pour sa part eu lieu à Québec le 10 mai 2016.

Le tout premier article scientifique issu des travaux du groupe QuéBERCE subventionné en bonne partie par le MAPAQ a été soumis le 22 janvier 2017 pour évaluation à la revue internationale *River Research and Applications* par **Nicolas Trottier**, **Elisabeth Groeneveld** et **Claude Lavoie**. Il porte sur les résultats de l'objectif 1 de ce rapport et s'intitule *Giant hogweed at its northern distribution limit in North America: experiments for a better understanding of dispersal dynamics along rivers*.

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

4. 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 préliminaire, soit **Benoît St-Georges**, **Ioana Tater**, **Valérie Teasdale**, **Chloé Mathieu**, **Rafaëla-Salomé Tremblay-van Zuiden**, **Jacques Baril** et **Daniel Auger**. 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.

5. LITTÉRATURE CITÉE

- 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.
- 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).
- 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
- 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.

ANNEXE 1 : LETTRE D'AUTORISATION DU MDDELCC

Ministère
du Développement durable,
de l'Environnement
et de la Lutte contre les
changements climatiques

Québec

Direction régionale de l'analyse et de l'expertise
de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches

Sainte-Marie, le 22 mai 2015

Monsieur Jacques Brisson, professeur titulaire
Institut de recherche en biologie végétale
Université de Montréal
4101, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec) H1X 2B2

N/Réf. : 7450-12-01-02379-01
401251052

**Objet : Lutte contre la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) –
Ruisseau Fourchette – Saint-Isidore**

Monsieur,

Dans une lettre datée du 12 novembre 2014, monsieur Claude Lavoie, professeur titulaire à l'Université Laval, demandait au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) la possibilité d'utiliser des pesticides afin de lutter contre la berce du Caucase sur les rives et le littoral du ruisseau Fourchette, à Saint-Isidore.

Compte tenu des informations fournies et des engagements pris dans la lettre du 18 mai 2015, nous vous informons que le MDDELCC ne s'oppose pas à la réalisation des interventions projetées dans les rives et le littoral du ruisseau Fourchette pour les années 2015, 2016 et 2017, telles que décrites dans les documents transmis par courriel les 10 et 31 mars 2015.

Le MDDELCC tient à vous rappeler que l'entreposage et les travaux d'utilisation des pesticides doivent être faits en conformité avec la *Loi sur les pesticides*, le *Code de gestion des pesticides* (à l'exception des exigences de l'article 29) et le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation de pesticides*.

...2

BUREAU DE LA DIRECTRICE RÉGIONALE
Sainte-Marie
675, route Cameron, bureau 200
Sainte-Marie (Québec) G6E 3V7
Téléphone : 418 386-8000
Télécopieur : 418 386-8080
Courriel : isabelle.olivier@mdelcc.gouv.qc.ca
Internet : www.mdelcc.gouv.qc.ca

Québec
1175, boulevard Lebourgneuf, bureau 100
Québec (Québec) G2K 0B7
Téléphone : 418 644-8844
Télécopieur : 418 646-1214
Internet : www.mdelcc.gouv.qc.ca

♻️ Ce papier contient des fibres recyclées après consommation.

Au terme de la réalisation du projet, vous devrez nous transmettre, comme prévu, une copie des rapports d'étape et le rapport final déposés au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), ainsi qu'une copie du registre d'utilisation des pesticides.

Pour tout renseignement concernant ce dossier, vous pouvez communiquer avec l'analyste au dossier, M. Raphaël Demers, au 418 386-8000, poste 282.

Veuillez accepter, Monsieur, nos salutations les meilleures.

La directrice régionale,



Isabelle Olivier, ing.

IO/RD/kt

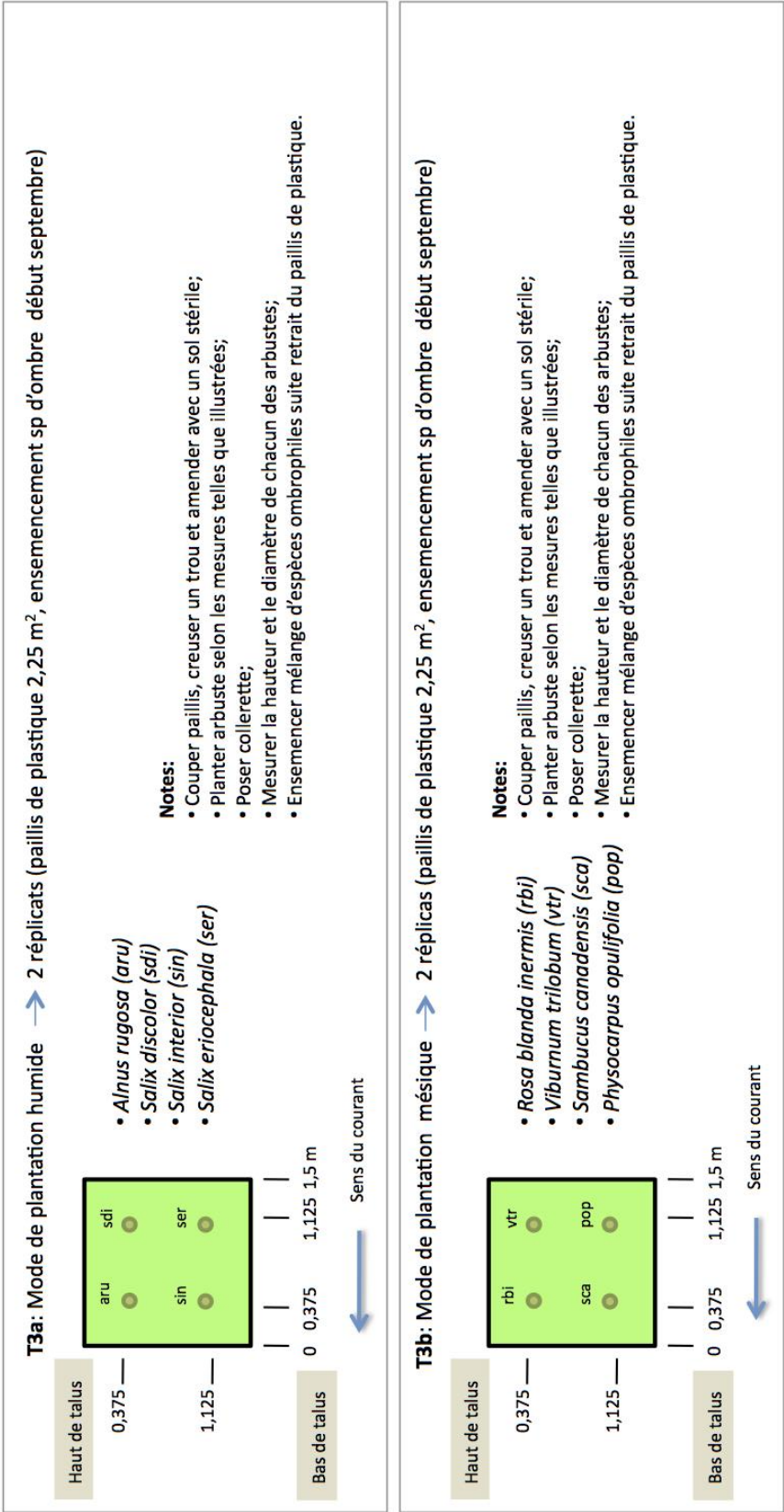
c. c. M. Sylvain Dion, MDDELCC
M. François Duchesneau, Conseil de bassin de la rivière Etchemin
M^{me} Annie Goudreau, MAPAQ
M. Jean-Marc Lachance, MDDELCC
M. Claude Lavoie, Université Laval
M. Réal Turgeon, Municipalité de Saint-Isidore

ANNEXE 2 : LEXIQUE DES VÉGÉTAUX SEMÉS ET PLANTÉS

Traitements	Espèce ¹	Nom commun
Herbacées		
T2a Mélange mésique Herbio®Stabilisation	<i>Festuca rubra</i> <i>Poa palustris</i> <i>Elymus canadensis</i> <i>Elymus virginicus</i> <i>Agrostis scabra</i>	Fétuque rouge Pâturin des marais Élyme du Canada Élyme de Virginie Agrostide scabre
T2b Mélange humide Mica 2009© Canards illimités Canada	<i>Agrostis gigantea</i> (A. alba) <i>Andropogon gerardii</i> <i>Calamagrostis canadensis</i> <i>Carex vulpinoidea</i> <i>Elymus canadensis</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Panicum virgatum</i> <i>Poa palustris</i> <i>Spartina pectinata</i>	Agrostis géant Barbon de Gérard Calamagrostide du Canada Carex vulpinoïde Élyme du Canada Fétuque rouge Joncs épars Ivraie multiflore Panic raide Pâturin des marais Spartine pectinée
Arbustes		
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 opulus</i> subsp. <i>trilobum</i> <i>Sambucus canadensis</i> <i>Physocarpus opulifolia</i>	Rosier inerme Viorne trilobée Sureau blanc Physocarpe à feuilles d'obier

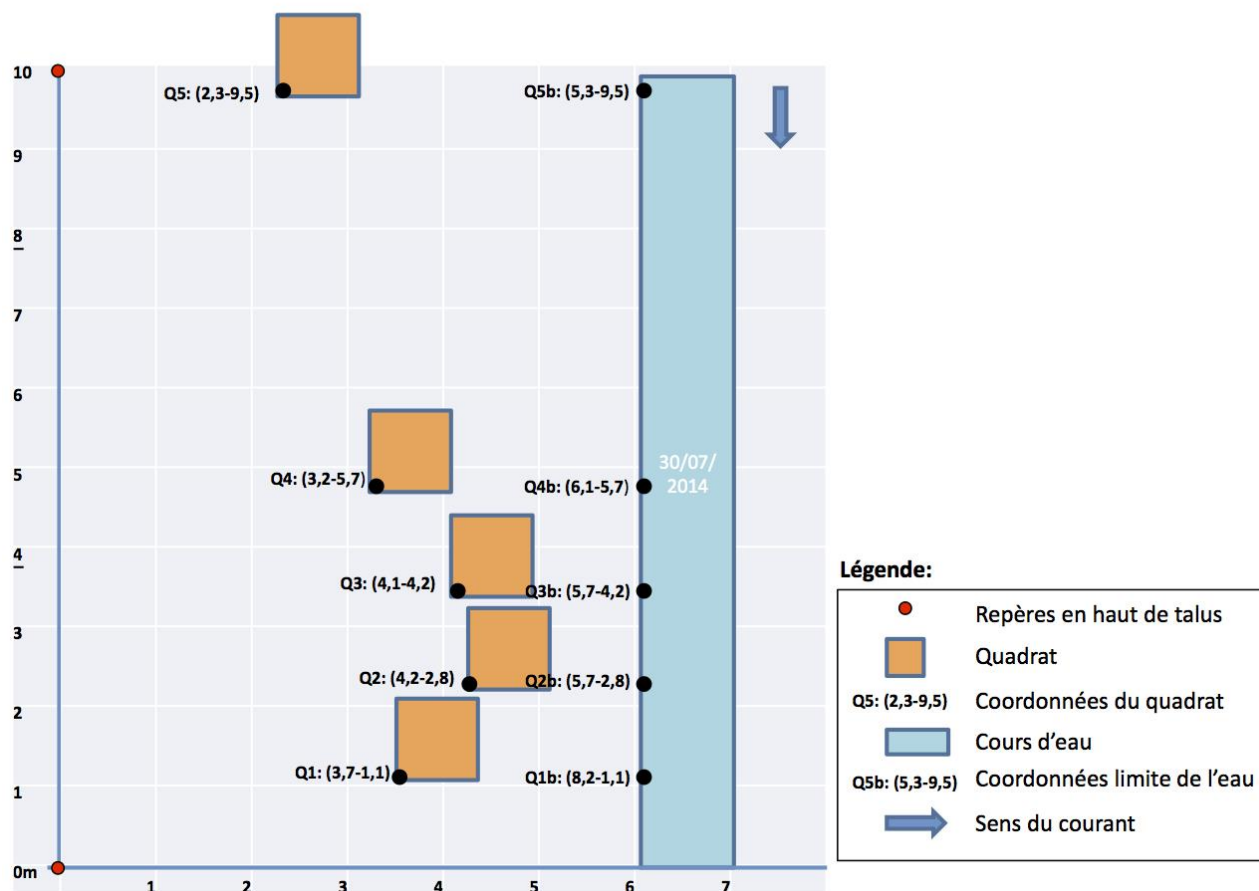
¹ Nomenclature Brouillet et al. (2016).

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



ANNEXE 4 : EXEMPLE D'IMPLANTATION DES QUADRATS AU SEIN D'UNE PARCELLE

Parcelle A: lutte mécanique par fauche répétée



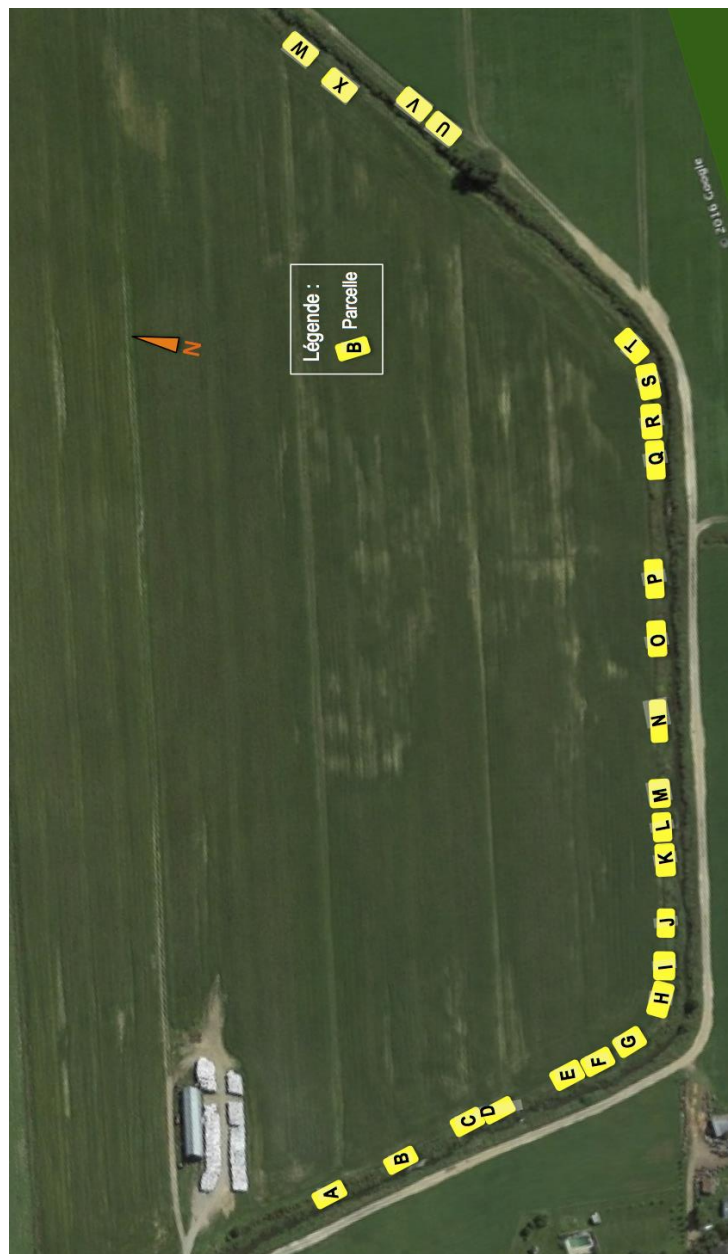
ANNEXE 5 : PRINCIPALES ESPÈCES DE PLANTES VASCULAIRES RECENSÉES DANS LES QUADRATS ASSOCIÉS AUX DIVERS TRAITEMENTS

Espèces ¹	Nom commun
<i>Acer negundo</i>	Érable à Giguère
<i>Agrimonia gryopsepala</i>	Aigremoine à sépale crochus
<i>Elymus repens</i>	Agropyron rampant
<i>Agrostis gigantea</i>	Agrostide blanche
<i>Alnus incana subsp. rugosa</i>	Aulne rugueux
<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Petite herbe à poux
<i>Anthemis arvensis</i>	Camomille des champs
<i>Arctium lappa</i>	Grande bardane
<i>Artemisia vulgaris</i>	Armoise vulgaire
<i>Asclepias syriaca</i>	Asclépiade commune
<i>Symphyotrichum novae-angliae</i>	Aster de Nouvelle-Angleterre
<i>Aster sp</i>	Aster
<i>Bidens cernua</i>	Bident penché
<i>Bidens frondosa</i>	Bident feuillu
<i>Sinapis arvensis</i>	Moutarde des champs
<i>Bromus inermis</i>	Brome inerme
<i>Calamagrostis canadensis</i>	Calamagrostide du Canada
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Capselle bourse-à-pasteur
<i>Carex sp</i>	Carex
<i>Chamerion angustifolium</i>	Épilobe à feuilles étroites
<i>Chelone glabra</i>	Galane glabre
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc
<i>Cirsium arvense</i>	Chardon des champs
<i>Cirsium vulgare</i>	Chardon vulgaire
<i>Convolvulus sepium</i>	Liseron des haies
<i>Cornus stolonifera</i>	Cornouiller stolonifère
<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage
<i>Doellingeria umbellata</i>	Aster à ombelles
<i>Echinocystis lobata</i>	Cocombre sauvage
<i>Epilobium ciliatum subsp. glandulosum</i>	Épilobe glanduleux
<i>Equisetum arvense</i>	Prêle des champs
<i>Erigeron annuus</i>	Vergerette annuelle
<i>Eutrochium maculatum</i>	Eupatoire maculée
<i>Festuca sp</i>	Fétuque
<i>Fragaria vesca subsp. americana</i>	Fraisier américain
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Galéopsis à tige carrée
<i>Galium sp</i>	Gaillet
<i>Glyceria grandis</i>	Glycérie géante
<i>Glyceria sp</i>	Glycérie
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Berce du Caucase
<i>Hydrocotyle americana</i>	Hydrocotyle d'Amérique
<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis commun
<i>Impatiens capensis</i>	Impatiante du Cap
<i>Iris versicolor</i>	Iris versicolore
<i>Leersia oryzoides</i>	Léersie faux-tiz
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Marguerite blanche
<i>Lolium multiflorum</i>	Ivraie multiflore
<i>Lysimachia ciliata</i>	Lysimaque ciliée
<i>Mentha canadensis</i>	Menthe du Canada
<i>Oenothera biennis</i>	Onagre bisannuelle
<i>Onoclea sensibilis</i>	Onoclée sensible
<i>Oxalis stricta</i>	Oxalide d'Europe
<i>Panicum capillare</i>	Panic capillaire
<i>Persicaria sagittata</i>	Renouée sagittée
<i>Phalaris arundinacea</i>	Alpiste roseau
<i>Phleum pratense</i>	Fléole des prés
<i>Physocarpus opulifolius</i>	Physocarpe à feuilles d'obier
<i>Plantago major</i>	Plantain majeur
<i>Polygonum aviculare</i>	Renouée des oiseaux
<i>Fallopia cilinodis</i>	Renouée à noeuds ciliés
<i>Potentilla norvegica</i>	Potentille de Norvège
<i>Prunus virginiana</i>	Cerisier de Virginie
<i>Ranunculus acris</i>	Renoncule âcre

Espèces ¹	Nom commun
<i>Rosa blanda Aiton</i>	Rosier inerme
<i>Rubus allegheniensis</i>	Ronce des Alléghanys
<i>Rubus idaeus</i>	Framboisier rouge
<i>Rumex crispus</i>	Patience crépue
<i>Salix discolor</i>	Saule discoloré
<i>Salix eriocephala</i>	Saule à tête laineuse
<i>Salix interior</i>	Saule de l'intérieur
<i>Salix sp</i>	Saule
<i>Sambucus canadensis</i>	Sureau blanc
<i>Scirpus atrovirens</i>	Scirpe noirâtre
<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 rugueuse
<i>Sonchus arvensis</i>	Laiteron des champs
<i>Spiraea latifolia</i>	Spirée à larges feuilles
<i>Stachys pilosa</i>	Épiaire poilue
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>	Aster à feuilles lancéolées
<i>Symphyotrichum puniceum</i>	Aster puniceus
<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit officinal
<i>Thalictrum pubescens</i>	Pigamon pubescent
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle rouge
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc
<i>Viburnum opulus subsp. trilobum</i>	Viorne trilobée
<i>Vicia cracca</i>	Vesce jargeau

¹ Nomenclature: Brouillet et al. 2017

ANNEXE 6 : LOCALISATION DES 24 PARCELLES EXPÉRIMENTALES (A à X) RENFERMANT LES 5 QUADRATS ASSOCIÉS AU TRAITEMENT



ANNEXE 7 : 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}	Drageons ^{1,2} , Rejets ² , Marcottage ⁵	Oui ⁴	Très élevé ¹	Élevée ²	Faible ²	Modérée ³	Indigène ¹	Très bonne ⁴	Talus, stabilisation
Physocarbe à feuilles d'obier <i>Physocarpus opulifolius</i>	2a ¹	3 m ¹	3 m	Moyenne ¹	Rejets ²		Moyen 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	Drageons ^{1,2} Rejets ²	Oui ⁴	T rès élevé ¹	Élevée ²		Modérée ⁴	Indigène ⁴	Moyenne	Stabilisation
Saule à tête laineuse <i>Salix eriocephala</i>	3 ⁴	3 m	2 m	Moyenne 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	Drageons 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	Drageons ¹		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	Drageons ¹		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 Service, <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.fihq.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]