



Institut de recherche
en **biologie végétale**

PRÉVENIR ET CONTRÔLER L'ENVAHISSEMENT DES AUTOROUTES PAR LE ROSEAU COMMUN (*Phragmites australis*)

Volet intervention et suivi (R538.4)



Rapport final préparé par
Patrick Boivin et Jacques Brisson

Préparé pour
Le Ministère des Transports du Québec

Janvier 2017

**Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun
(*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4)**

**Chargé de projet au ministère des Transports, Mobilité durable
et de l'Électrification des transports du Québec :**

Martin Lafrance, biologiste
Direction de la Capitale-Nationale
Service des inventaires et du plan
475, boulevard de l'Atrium, Québec, Québec, G1H 7H9
418-380-2003, poste 2371
martin.lafrance@transport.gouv.qc.ca

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

Rapport final préparé par
Patrick Boivin et Jacques Brisson

Janvier 2017

**Transports,
Mobilité durable
et Électrification
des transports**

Québec 

**Université 
de Montréal**

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 18 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. Les recherches sont de natures 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 d'analyse d'image, du Centre sur la Biodiversité, 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 PHRAGMITES
JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)	IRBV, Centre d'étude sur la forêt (CEF) Université de Montréal, Département des Sciences biologiques Groupe PHRAGMITES
MARTIN LAFRANCE (M. Sc. Biologie)	Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) Service des inventaires et du plan – Direction de la Capitale Nationale
JULIE BOUCHER	MTMDET Service de l'environnement – Direction de l'environnement et de la recherche
MICHEL MICHAUD	MTMDET Service de la coordination de la recherche et de l'innovation – Direction de l'environnement et de la recherche
BENOIT ST-GEORGES (collecte de données)	IRBV
DANIEL AUGER (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
JACQUES BARIL (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal
ANTOINE MAGNOUX (collecte de données)	IRBV – Université de Montréal

Pour fins de citation :

Boivin, P. et J. Brisson. 2017. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4). Rapport final préparé pour le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 60 pages et annexes.

Résumé

Le roseau commun (*Phragmites australis*) est la plante la plus envahissante du Nord-Est de l'Amérique du Nord. Les fossés de drainage autoroutiers forment un habitat idéal pour cette espèce, car c'est un milieu humide fréquemment perturbé où l'on retrouve beaucoup de lumière, un sol avec une haute salinité et peu de végétaux compétitifs. Avec sa capacité à se propager vigoureusement dans un tel milieu, il s'échappe facilement des emprises et devient ainsi une nuisance pour les riverains ainsi qu'une menace pour la biodiversité des marais qui sont à proximité des autoroutes. Comme le roseau ne tolère pas l'ombre, la plantation d'arbustes dans les emprises pourrait l'empêcher de se propager et d'envahir les tronçons autoroutiers traversant des écosystèmes particulièrement vulnérables à l'envahissement. C'est sur la base de cette hypothèse que la présente étude a été réalisée. Nous avons procédé à la mise en œuvre et aux suivis de haies expérimentales implantées progressivement depuis 2010 au sein de quatre sites d'étude localisés respectivement à Fassett, Lachute, St-Constant et St-Alexandre. Chacun des sites comporte dix zones de plantations et dix zones témoins. Les plantations arbustives sur les différents segments d'autoroute ont été réalisées selon 3 modes de plantation. Le mode A correspond aux plantations où nous implantons une seule espèce d'arbuste au niveau de la berge. Pour le mode B, une seule espèce est implantée de part et d'autre du fossé, soit sur la berge et le talus. Enfin, le mode C combine la plantation de deux espèces sur le côté de la berge ou du talus. Lors de l'implantation de ces différents modes, les étapes liées à la préparation de terrain, à l'installation du paillis de plastique, à la plantation et à l'entretien ont été documentés pour établir la meilleure stratégie à adopter. Par la suite, chacun des sites a été suivi afin d'évaluer le taux de survie et l'état de santé des espèces plantées, leur croissance et leur capacité à contrer la propagation du roseau au sein des fossés.

Les résultats obtenus indiquent que les arbustes, lorsqu'ils sont plantés tôt au printemps à partir de matériel de bonne qualité, dans un sol peu pierreux et bien travaillé, peuvent s'établir adéquatement et croître rapidement pour constituer un couvert dense susceptible de former un obstacle à la progression du roseau. Le contrôle de la compétition herbacée pré-existante au moyen d'herbicide et de paillis de plastique avantage le saule miyabeana qui croît deux fois plus rapidement que l'aulne rugueux, même si le matériel végétal est issu de bouture. La mortalité chez l'aulne rugueux augmente significativement lorsqu'il est planté tardivement au printemps (juin) mais il est moins affecté par les embruns salins et la dessiccation. Pour pallier aux impacts

des embruns salins et pour constituer une haie capable d'atteindre rapidement une hauteur de 5 mètres, celle-ci doit se situer à plus de 15 m de la chaussée. À une distance moindre, il faut considérer l'implantation de 1 ou 2 rangs d'arbustes supplémentaires sur talus afin qu'ils interceptent les embruns et permettent au rang en marge du fossé de maintenir une hauteur suffisante pour porter ombrage sur le fossé. Les dernières observations sur le terrain nous indiquent que les zones de plantations qui sont composées de saules miyabeana et qui renferment 2 rangs d'arbuste au niveau du talus et 1 rang sur la berge (mode B) constituent un mode de plantation à privilégier puisqu'il réussit à projeter suffisamment d'ombre en formant rapidement une voute sur le fossé. Enfin, nous supposons que ce mode de plantation composé d'aulne rugueux pourrait arriver au même résultat, mais celui-ci est retardé compte tenu de sa vitesse de croissance plus lente.

Dans le cadre de la création de nouveaux tronçons autoroutiers, nous recommandons que les plantations d'arbustes soient exécutées plus tôt dans le calendrier des travaux de construction, si possible au moment où le profilage final des fossés est terminé et juste avant l'ensemencement des talus et des berges. Ceci éviterait l'installation d'un paillis de plastique et permettrait d'exécuter les plantations sur un sol à nu dépourvu d'un couvert herbacé compétitif. De plus, le coût associé à la mise en place des haies serait réduit substantiellement et les fossés seraient plus rapidement ombragés, minimisant du même coup les risques d'un établissement précoce de semis de roseau.

Table des matières

Équipe de travail.....	ii
Résumé.....	iii
Table des matières	1
Listes des tableaux	3
Liste des figures	4
1. Introduction.....	6
2. Méthodologie	9
2.1 Dispositif expérimental.....	9
2.2 Suivi des plantations arbustes	9
2.2.1 Évaluation de la croissance et de la mortalité	9
2.2.2 Évaluation de l'état de santé des arbustes	10
2.3 Suivi de la végétation et de l'envahissement par le roseau.....	10
2.4 Activités connexes	12
3. Résultats	13
3.1 Site Fassett : Direction territoriale de l'Outaouais, Autoroute 50.....	13
3.1.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes	13
3.1.2 Évaluation de la croissance	15
3.1.3 Le suivi de la végétation	18
3.2 Site Lachute : Direction territoriale de Laurentides-Lanaudière, Autoroute 50.....	21
3.2.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes	21
3.2.2 Évaluation de la croissance	23
3.2.3 Le suivi de la végétation	26
3.3 Site Saint-Constant : Direction territoriale de l'Ouest-de-la-Montérégie, Autoroute 30.....	29
3.3.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes	29
3.3.2 Évaluation de la croissance	32
3.3.3 Le suivi de la végétation	35
3.4 Site Saint-Alexandre: Direction territoriale de l'Est-de-la-Montérégie, Autoroute 35	38
3.4.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes	38
3.4.2 Évaluation de la croissance	41
3.4.3 Le suivi de la végétation	43
4. Conclusions et recommandations	46
4.1 Synthèse de l'étude	46
4.2. Constats et recommandations spécifiques	48
4.2.1 La préparation de terrain et la pose du paillis de plastique	48
4.2.1.1 Constats	48

4.2.1.2	Recommandations.....	49
4.2.2	Choix des végétaux	50
4.2.2.1	Constats	50
4.2.2.2	Constats	51
4.2.2.3	Recommandations pour les deux espèces	51
4.2.3	La plantation des végétaux.....	52
4.2.3.1	Constats	52
4.2.3.2	Recommandations.....	52
4.2.4	Résistance à l’envahissement par le roseau.....	53
4.2.4.1	Constats	53
4.2.4.2	Recommandations.....	54
4.3	Recommandations dans une perspective plus générale de la gestion du roseau..	54
5.	Remerciements.....	57
6.	Bibliographie.....	58
Annexe 1 :	Activités connexes	61
Annexe 2 :	Coupes transversales des zones de plantation pour les différentes Directions territoriales	63
Annexe 3 :	Envahissement du roseau au sein des fossés en marges des zones plantées et témoins à St-Constant et St-Alexandre.....	68
Annexe 4 :	Présentation des figures illustrant certaines recommandations	71
Annexe 5 :	Estimation des coûts des différents types de plantation	75

Listes des tableaux

Tableau 1 :	Calendrier des phases de réalisation complétée, selon le site.....	7
Tableau 2 :	Classes de hauteur pour l'évaluation de la croissance.....	10
Tableau 3 :	Classes de recouvrement des espèces végétales observées.....	11
Tableau 4 :	Classes de densité de tiges de roseau commun.....	12
Tableau 5 :	Distance séparant les rangs d'arbustes par rapport à la chaussée	14
Tableau 6 :	Débit journalier moyen annuel (DJMA) et hivernal (DJMH) enregistrés sur certaines portions d'autoroute sur l'autoroute 50 en 2013.....	14
Tableau 7 :	Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2010 et 2013, secteur Fassett ...	15
Tableau 8 :	Hauteur moyenne atteinte chez chacune des espèces, secteur Fassett.....	16
Tableau 9 :	Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de Fassett en 2013.....	18
Tableau 10 :	Caractérisation des communautés de roseau commun situées en marge des zones témoins et plantées dans le secteur de Fassett entre 2010 et 2013.....	20
Tableau 11 :	Dénombrement des tiges ayant été affectées par la dessiccation et l'exposition aux embruns salins ainsi que la distance qui sépare les rangs et la chaussée.	21
Tableau 12 :	Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2010 et 2013, secteur Lachute...	22
Tableau 13 :	Hauteur moyenne atteinte chez chaque espèce, secteur Lachute.....	24
Tableau 14 :	Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observées au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de Lachute en 2013.....	26
Tableau 15 :	Caractérisation des communautés de roseau commun situées en marge des zones témoins et plantées dans le secteur de Lachute entre 2010 et 2013.....	28
Tableau 16 :	Dénombrement des tiges ayant été affectées par la dessiccation et l'exposition aux embruns salins ainsi que la distance qui sépare les rangs et la chaussée.....	30
Tableau 17 :	Débit journalier moyen annuel (DJMA) et hivernal (DJMH) enregistrés sur certaines portions d'autoroutes en 2013 (Source : Ministère des Transports, 2013)....	31
Tableau 18 :	Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2013 et 2014, secteur St-Constant.....	31
Tableau 19 :	Hauteur moyenne atteinte chez chacune des espèces, secteur St-Constant...	32
Tableau 20 :	Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de St-Constant en 2014.....	35

Tableau 21 :	Évolution des communautés de roseau commun observées au sein des fossés en marge des zones témoins et plantées à St-Constant entre 2013 et 2014.....	36
Tableau 22 :	Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2014 et 2015, secteur St-Alexandre.....	39
Tableau 23 :	Pourcentage de mortalité observé en 2015 selon sa position des arbustes au niveau de la plantation.....	40
Tableau 24 :	Hauteur moyenne atteinte pour chaque espèce, secteur St-Alexandre.....	41
Tableau 25 :	Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins à St-Alexandre en 2015.....	44
Tableau 26 :	Évolution des communautés de roseau commun observées au sein des fossés en marge des zones témoins et plantées dans le secteur de St-Alexandre.....	45
Tableau 27 :	Activités de diffusion des résultats.....	62
Tableau 28 :	Progression des communautés de roseau observées au sein des fossés en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de St-Constant.....	69
Tableau 29 :	Caractérisation des communautés de roseau observées au sein des fossés en marge des zone plantées et témoins dans le secteur de St-Alexandre en 2015.....	70
Tableau 30 :	Estimation des coûts ¹ des différents types de plantation implantés en bordure des fossés autoroutiers.....	76

Liste des figures

Figure 1 :	Dispositif d'échantillonnage de la végétation et de l'envahissement par le roseau sur des sites renfermant un faible niveau envahissement.....	11
Figure 2 :	Dispositif d'échantillonnage de la végétation et de l'envahissement par le roseau sur des sites renfermant un fort niveau envahissement.....	12
Figure 3 :	Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2010 à 2013, secteur Fassett.....	17
Figure 4 :	Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2010 à 2013, secteur Lachute.....	25
Figure 5 :	Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2013 à 2014, secteur St-Constant	33
Figure 6 :	Schéma illustrant la taille des rangs d'Arbustes en fonction de la distance qui les sépare de la chaussée et du fossé.....	34

Figure 7 :	Zone de plantation Z1 qui est composée de 3 rangs de saule en talus et qui ne renferme pas de roseau malgré la présence de colonies pré-existantes issues du fossé et du talus.	37
Figure 8 :	Photo prise à l'automne 2014 illustrant la faible taille des boutures de saule...	39
Figure 9 :	Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge en 2014, secteur St-Alexandre	42
Figure 10 :	Coupes transversales des différentes zones de plantation sur le site de Fassett	64
Figure 11a :	Coupes transversales des différentes zones de plantation du côté nord sur le site de Lachute.....	65
Figure 11b :	Coupes transversales des différentes zones de plantation du côté sud sur le site de Lachute.....	65
Figure 12 :	Coupe transversale des zones de plantation sur le côté nord de l'autoroute 30	66
Figure 13 :	Coupe transversale des zones de plantation sur le côté sud de l'autoroute 30.	66
Figure 14a :	Coupe transversale des zones de plantation sur le côté Est de l'autoroute 35..	67
Figure 14b :	Coupe transversale des zones de plantation sur le côté Est de l'autoroute 35..	67
Figure 15 :	Préparation du sol à l'aide d'un motoculteur de type «Rotadairon» suite au traitement herbicide de la zone de plantation.....	72
Figure 16 :	Préparation du sol à l'aide de la chargeuse compacte sur chenilles «Bobcat».	72
Figure 17 :	Éviter l'installation du paillis de plastique en procédant à une plantation avant l'ensemencement du talus et de la berge, même sur pente forte.....	72
Figure 18 :	Mode de plantation de type B avec 2 rangs du côté talus.....	73
Figure 19 :	Mode de plantation de type B avec l'intégration d'un rang d'une espèce résistante aux embruns salins au niveau du talus.....	73
Figure 20 :	Mortalité chez les boutures de saule suite à un mauvais entreposage de celles-ci.....	74
Figure 21 :	Cimes des saules arbustifs formant une voute et projetant suffisamment d'ombre sur le fossé.....	74

1. Introduction

Le roseau commun (*Phragmites australis*) est la plante la plus envahissante du Nord-Est de l'Amérique du Nord. Son principal impact est de réduire de façon dramatique la diversité écologique (faune, flore) des milieux humides. Le groupe *PHRAGMITES*, qui regroupe des chercheurs des Universités Laval, de Montréal et McGill, a démontré lors de travaux précédents financés en partie par le MTQ¹ (« Envahissement par le roseau commun [*Phragmite australis*] le long des corridors autoroutiers : les causes écologiques et les moyens de contrôle »), qu'au Québec, c'est le génotype particulièrement agressif de roseau d'origine eurasiatique qui envahit les milieux humides et les emprises des routes de la province. Les emprises forment en effet un habitat idéal pour ce génotype car c'est un milieu fréquemment perturbé, avec un sol à haute salinité et peu de végétaux compétitifs (Brisson et al. 2010). Le roseau procure des avantages pour la sécurité routière (trappes à neige), mais lorsqu'il s'échappe de l'emprise détenue par le MTMDET, il cause des ennuis aux riverains par exemples : invasion sur les terrains privés et dommages causés aux piscines. De plus, le réseau routier sert de voies de dispersion du roseau vers les milieux humides naturels qui lui sont adjacents.

Pour le moment, le roseau est surtout présent dans le sud du Québec, mais tout indique qu'il prendra de l'expansion dans l'Est et le Nord du Québec au cours des prochaines années suite à l'extension du réseau autoroutier et à la faveur du réchauffement climatique prévu. Les recherches du groupe *PHRAGMITES* ont montré que les plantes herbacées qui sont présentes dans les fossés comme les quenouilles ne ralentissent pas l'expansion des colonies de roseau (Bellavance et Brisson, 2010). Par contre, certains indices suggèrent que des espèces arbustives pourraient freiner leur progression (Albert et al. 2013). Le présent projet découle d'une recherche amorcée en 2008 (R538.1) et portant sur l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises.

Le principal objectif de recherche est de « *Tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises* ». Le roseau ne tolérant pas l'ombre, la plantation d'arbustes dans les emprises pourrait empêcher le roseau de se propager et d'envahir les tronçons autoroutiers traversant des écosystèmes particulièrement vulnérables à

¹ La dénomination « ministère des Transports du Québec (MTQ) » a été remplacée par le « ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) ».

l'envahissement. Pour freiner le roseau, les arbustes choisis doivent former une haie suffisamment dense et haute, et résister aux conditions de fossés autoroutiers. Nous avons donc amorcé, en 2008, ce projet de plantation d'arbustales expérimentales le long d'emprises autoroutières (R538.3). Pour chacun des sites expérimentaux (**Tableau 1**), la démarche s'inscrit dans un processus de trois phases de réalisation: (1) la rédaction du protocole, (2) l'implantation et supervision de la plantation puis (3) le suivi des plantations expérimentales.

La première phase comporte la rédaction du protocole pour la mise en place du projet de plantation expérimentale. Elle implique également une supervision auprès du responsable de la direction territoriale (DT) concernée afin que le protocole soit traduit sous forme de plan et devis. La seconde phase assure un support technique au surveillant de chantier pour l'implantation des haies arbustives sur le terrain. Suite à l'implantation, cette phase fournit aussi une assistance auprès du surveillant de chantier afin que l'exécution des travaux de plantation soit conforme aux dispositifs expérimentaux. Enfin, après la mise en place de la plantation, la troisième phase consiste à réaliser un suivi annuel des plantations afin d'en évaluer le succès d'établissement, la croissance ainsi que la performance des espèces arbustives à résister aux conditions autoroutières et à l'envahissement par le roseau. Ce processus de suivi s'étend sur une période d'au moins trois ans après que les plantations aient été complétées.

Ce protocole expérimental a été implanté dans quatre sites, chacun situé dans une DT différente. Dans un souci de faciliter la réalisation des projets de plantation, nous avons intégré nos interventions au sein des grands projets de construction autoroutiers qui ont eu cours entre 2009 et 2014 dans ces DT. Les phases du projet expérimental devant se conformer au calendrier des travaux de construction autoroutiers, les dates de réalisation varient donc d'un site à l'autre (**Tableau 1**). C'est dans le cadre de cette démarche expérimentale que s'inscrit le présent projet (R538-4).

Tableau 1: Calendrier des phases de réalisation du projet, selon le site.

Projets de plantation	Phase 1	Phase 2	Phase 3
DT de l'Outaouais	2008-2009	2010	2010, 2011, 2012, 2013
DT des Laurentides - Lanaudières	2009-2010	2010	2010, 2011, 2012, 2013
DT de la Montérégie Ouest	2010	2011-2012, 2013 ¹	2013, 2014
DT de la Montérégie Est	2009-2012-2013 ²	2014	2014, 2015

¹ La pose de plastique a été complétée en 2012 au sein de la DT de la Montérégie Ouest, la plantation a été effectuée en 2013.

² Suite à des modifications du protocole original, la phase 1 liée à la réalisation du devis de plantation a été complétée à l'hiver 2013 et la phase 2 et 3 ont été reportées en 2014 en raison du calendrier des travaux.

Les objectifs spécifiques du projet de recherche sont :

- Rédiger les protocoles d'implantation de haies expérimentales pour les différentes directions territoriales associées au projet (phase 1),
- Fournir un encadrement auprès des DT lors de la traduction du protocole sous forme de plan et devis (phase 1),
- Fournir un support technique au surveillant de chantier lors de l'exécution des travaux de plantation pour les différentes DT (phase 2),
- Assurer un suivi des plantations quant à l'établissement et la croissance des espèces plantées pour l'ensemble des DT (phase 3),
- Assurer un suivi de l'évolution du roseau commun au sein des plantations expérimentales pour l'ensemble des DT (phase 3).

Les résultats obtenus permettent au gestionnaire du réseau autoroutier d'appliquer sur le terrain des méthodes de prévention d'établissement du roseau, par le biais de la plantation de haies arbustives au sein des emprises des autoroutes. Les outils précisent quelles sont les étapes de préparation du terrain, les espèces compétitrices à planter, le type d'entretien requis et le suivi qui doit être effectué pour s'assurer de la pérennité de l'opération.

En somme, le projet permet au MTMDET de développer des lignes directrices claires quant à la gestion écologique de cette espèce végétale envahissante, principalement près des marais ou des zones habituées sensibles. L'accent est mis sur la prévention de l'envahissement et sur le contrôle de l'expansion de l'envahisseur, et non sur l'éradication de la plante.

Le présent rapport décrit tout d'abord la méthodologie appliquée dans le cadre du suivi des plantations et de l'envahissement. Par la suite, il fait état des résultats obtenus lors de ces suivis (2010-2013) sur les sites d'étude de Fassett et de Lachute (autoroute 50), (2013-2014) sur les sites d'étude de St-Constant (autoroute 30) puis (2014-2015) sur le site d'étude St-Alexandre (autoroute 35). Enfin, il présente des recommandations basées sur tous les résultats de recherche compilés depuis 2010 pour l'ensemble des directions régionales visées par cette étude.

2. Méthodologie

2.1 Dispositif expérimental

La sélection des sites pour l'implantation de haies arbustives a été déterminée par l'application de quatre critères: (1) le site doit être peu ou pas envahi par le roseau commun, (2) le contexte d'envahissement local par le roseau représente un potentiel élevé (proximité de colonies importantes), (3) la configuration du site et les contraintes d'utilisation du territoire (emprise Hydro-Québec, voie ferrée, champs agricoles) doivent permettre l'implantation de zones de plantation de part et d'autre du tronçon autoroutier et (4) le tronçon sélectionné doit également permettre l'intégration d'environ dix segments qui juxtaposent une zone de plantation (100 m) et une zone témoin (100 m), lesquelles totalisent environ 200 mètres.

Ce dispositif se caractérise par un projet de plantation dont le protocole propose généralement l'implantation de deux espèces arbustives (aulne rugueux et saule miyabeana) sur une distance totalisant 1000 mètres, avec un, deux ou trois rangs d'arbustes, selon différents scénarios arbustifs (modes de plantation A, B et C) bien précis ([Annexe 2](#)). Cette approche vise à permettre au fil du temps de vérifier avec rigueur l'efficacité des scénarios proposés à contrer la propagation du roseau commun. Pour évaluer cette efficacité, des mesures de suivi ont été mises en place afin d'évaluer la vitesse de croissance, l'état de santé et la mortalité des arbustes ainsi que l'évolution de la couverture végétale au sein des fossés afin d'identifier l'établissement et la progression des colonies de roseau commun au sein des fossés.

2.2 Suivi des plantations arbustes

2.2.1 Évaluation de la croissance et de la mortalité

Le suivi des plantations s'effectue à la fin de la saison de croissance. La hauteur des plants et boutures est mesurée selon différentes classes de hauteur fixées à intervalle de 10 cm ([Tableau 2](#)). L'utilisation d'une perche graduée sur trois mètres de hauteur nous permet d'évaluer efficacement la plus haute tige de chacun des individus plantés. L'évaluation de chacun des individus nous permet aussi d'évaluer la mortalité parmi les deux espèces plantées. Dans le cas où un taux de mortalité trop élevé serait observé au sein des zones de plantation,

des mesures de regarnissement ont été réalisées. Ces mesures visent à minimiser les discontinuités au sein des rangs plantés et à offrir une évaluation plus juste de l'efficacité des modes de plantation sur le contrôle de l'envahissement par le roseau.

Tableau 2: Classes de hauteur pour l'évaluation de la croissance.

Classes	Intervalle (cm)								
1 :	0-10	13 :	120-130	25 :	240-250	37 :	360-370	49 :	480-490
2 :	10-20	14 :	130-140	26 :	250-260	38 :	370-380	50 :	490-500
3 :	20-30	15 :	140-150	27 :	260-270	39 :	380-390	51 :	500-510
4 :	30-40	16 :	150-160	28 :	270-280	40 :	390-400	52 :	510-520
5 :	40-50	17 :	160-170	29 :	280-290	41 :	400-410	53 :	520-530
6 :	50-60	18 :	170-180	30 :	290-300	42 :	410-420	54 :	530-540
7 :	60-70	19 :	180-190	31 :	300-310	43 :	420-430	55 :	540-550
8 :	70-80	20 :	190-200	32 :	310-320	44 :	430-440	56 :	550-560
9 :	80-90	21 :	200-210	33 :	320-330	45 :	440-450	57 :	560-570
10 :	90-100	22 :	210-220	34 :	330-340	46 :	450-460	58 :	570-580
11 :	100-110	23 :	220-230	35 :	340-350	47 :	460-470	59 :	580-590
12 :	110-120	24 :	230-240	36 :	350-360	48 :	470-480	60 :	590-600

2.2.2 Évaluation de l'état de santé des arbustes

Il est à noter qu'au cours des deux premières années suivant la plantation, un suivi de l'état de santé des arbustes a été effectué afin d'évaluer les impacts liés à la dessiccation et aux embruns salins. Pour ce faire, nous avons procédé au dénombrement des tiges ayant subi un brunissement, lequel se situe généralement au niveau de l'apex.

2.3 Suivi de la végétation et de l'envahissement par le roseau

Pour suivre l'envahissement du roseau le long des fossés autoroutiers associés aux zones plantées et témoins, nous avons évalué le nombre de tiges de roseau et de quenouille au sein de quadrats permanents de 1 m² établis à trois endroits différents, soit : 0, 50 et 99 mètres au centre du fossé (**Figure 1**). Au sein de ces mêmes quadrats, le recouvrement des principales espèces a été évalué. De plus, en parcourant chacune des zones, nous avons noté si des colonies de roseau se sont implantées en dehors des limites prédéfinies des trois quadrats permanents.

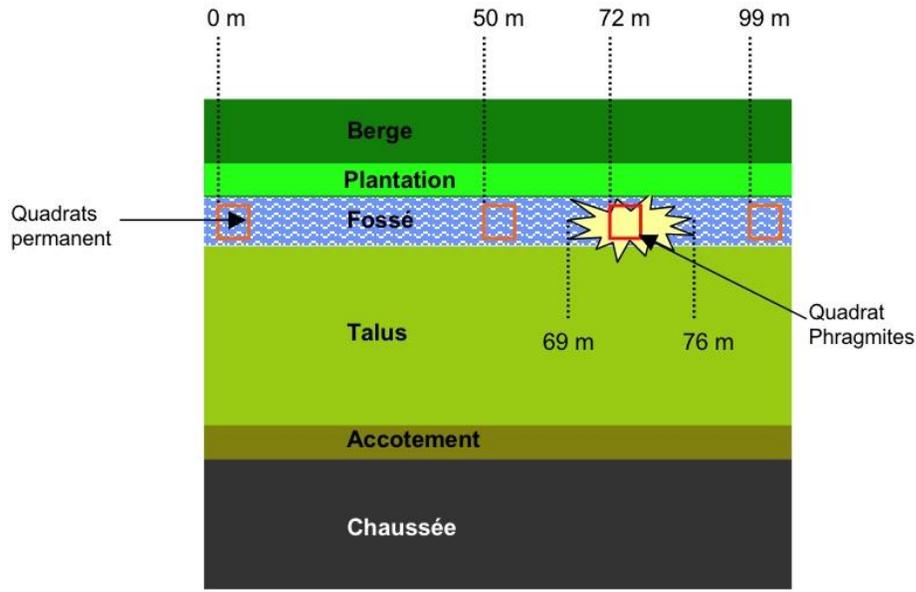


Figure 1: Dispositif d'échantillonnage de la végétation et de l'envahissement par le roseau sur des sites renfermant un faible niveau envahissement.

Si tel est le cas, pour des sites peu envahis (Fassett, Lachute), nous avons implanté un nouveau quadrat, puis nous avons localisé et évalué la longueur de la colonie annuellement afin de déterminer sa progression. Tout comme pour les quadrats permanents, nous avons noté les données relatives au nombre exact de tiges et leur recouvrement (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Classes de recouvrement des espèces végétales observées.

Classes	Recouvrements
C1	<1%
C2	1% à 5%
C3	6% à 10%
C4	11% à 25%
C5	26% à 50%
C6	51% à 75%
C7	76% à 100%

Par contre, pour des sites d'étude dont les fossés étaient fortement envahis et qui nécessitaient l'implantation de nombreux quadrats, nous avons caractérisés l'envahissement du roseau en subdivisant les colonies selon des classes de densité de tiges (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Classes de densité de tiges de roseau commun.

Classes	Densité (tige/m ²)
C1	1 à 5
C2	6 à 15
C3	16 à 25
C4	26 à 50
C5	plus de 50

Ainsi, le fossé juxtaposé à la zone de plantation pouvait renfermer plusieurs grandes colonies de dimension et de densité différentes (**Figure 2**). Ce type de caractérisation de l'envahissement a été appliqué au site de St-Constant et St-Alexandre.

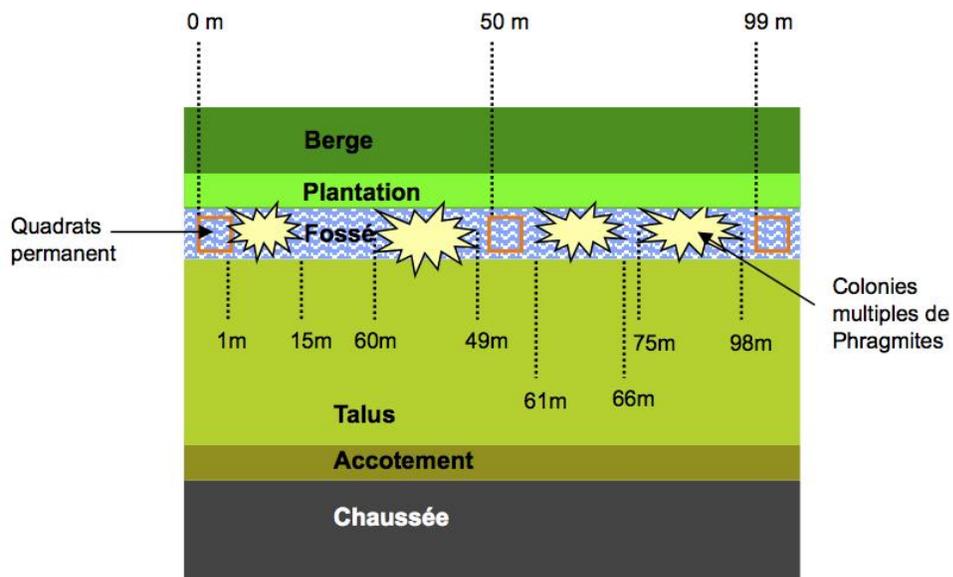


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage de la végétation et de l'envahissement par le roseau sur des sites renfermant un fort niveau d'envahissement.

2.4 Activités connexes

Parallèlement à nos activités de suivis, les membres de notre équipe de recherche ont participé à plusieurs activités de diffusion d'informations portant sur le présent projet. Cette diffusion des résultats s'est traduite, entre autres, par la rédaction d'articles dans le bulletin d'informations du Groupe Phragmites, des visites sur le terrain, des rencontres d'échange et de conférences lors de colloques et de journées de formation (**Annexe 1**).

3. Résultats

En raison du calendrier des travaux de construction des différents tronçons d'autoroute ayant eu cours entre 2008 et 2013, les suivis des plantations et du roseau commun s'échelonnent sur des périodes qui diffèrent entre les Directions territoriales (**Tableau 1**). Ainsi, les suivis se sont déroulés sur une période de quatre années pour les DT de l'Outaouais et de Laurentides-Lanaudière (Autoroute 50), mais sur une période de deux années pour les DT de la Montérégie Ouest (Autoroute 30) et la Montérégie Est (Autoroute 35). Les prochaines sous-sections présenteront les résultats obtenus pour chacune d'elles.

3.1 Site Fassett : Direction territoriale de l'Outaouais, Autoroute 50

Ce site est situé aux abords de l'autoroute 50 dans la région de Fassett. Il a été choisi parce qu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute nouvellement construit et exempt de roseau commun, limitant ainsi des interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Toutefois, la présence de plusieurs petites communautés de roseau commun au sein des fossés bordant la route 148 située à moins d'un kilomètre du site expérimental représente une source potentielle d'envahissement. Pour évaluer la propagation du roseau via les canaux de drainage agricole, 10 zones de plantations ont été implantées au printemps 2010 (**Figure 10**, voir **Annexe 2**) et suivies jusqu'en 2013. Juxtaposées à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins (sans intervention).

3.1.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes

Un suivi des impacts liés à la dessiccation et à l'exposition aux embruns salins a eu lieu au printemps 2013 et nous a permis de constater que la majorité des zones de plantation semblaient peu affectées. Rappelons que ces phénomènes occasionnent généralement le gel des bourgeons et le brunissement des tiges de l'année. Il semble que la plantation des rangs d'arbustes, qui a été majoritairement implantés à une distance supérieure à 15 mètres de la chaussée autoroutière (**Tableau 5**), ait minimisé l'impact occasionné par les embruns. L'étude de Beaudouin (1992) souligne que les plantations en bordure d'autoroute sont plus tolérantes aux embruns salins lorsqu'elles sont localisées à une distance d'environ 17 mètres du revêtement.

De plus, la présence du massif montagneux associé au contrefort des Laurentides, qui longe l'autoroute du côté nord, semble réduire la vitesse des vents dominants hivernaux (NO) et limite par conséquent la dessiccation des arbustes et la dispersion des embruns.

Tableau 5 : Distance séparant les rangs d'arbustes par rapport à la chaussée

Zone	Espèce	Type ¹	Talus		Berge	
			R1	Fossé	R1	R2
1	Saule	S2_2R-1R	16,6	18,7	22,0	24,4
2	Saule	S1_2R		20,7	23,3	25,3
3	Aulne	A2_1R-1R	15,2	18	21,5	
4	Aulne	A1_1R		21,5	24,6	
5	Saule	S2_2R-1R	11,3	16,2	17,7	19,7
6	Aulne	A2_1R-1R	15,6	18,6	22,0	
7	Saule	S1_2R		23,3	27,0	28,6
8	Aulne	A1_1R		23,5	25,8	
9	Saule-Aulne	S_1R-A_1R		21,3	24,1	27,2
10	Aulne-Saule	A_1R-S_1R		27,9	31,3	33,3

¹Mode de plantation associé à chacune des zones (voir Annexe 2)

Soulignons également, qu'une proportion importante des zones de plantation se retrouve en marge de fossé dont le niveau se situe beaucoup plus bas que la chaussée. Cette dénivellation importante jumelée à une plantation dense favorise souvent une plus grande accumulation de neige en bordure du fossé, laquelle protège une portion des tiges contre les embruns et la dessiccation. Enfin, il faut ajouter que la problématique liée aux embruns salins est souvent influencée par le débit journalier moyen hivernal (DJMH). Ainsi, la portion d'autoroute du secteur de Fassett est moins soumise aux embruns puisque le débit lié à la circulation routière en hiver (DJMH) semble beaucoup moins élevé comparativement à des portions d'autoroute plus urbaines comme «Buckingham-Gatineau» (Tableau 6).

Tableau 6 : Débit journalier moyen annuel (DJMA) et hivernal (DJMH) enregistrés sur certaines portions d'autoroute sur l'autoroute 50 en 2013.

Portions	DJMA	DJMH
Lachute	10 500	8 500
Fassett	7 800	6 200
Buckingham-Montebello	5 700 à 9 800	4 600 à 7 900
Buchingham	13 900 à 15900	11200 à 14300
Buckingham-Gatineau	21 400 à 53 000	19 200 à 48 000
Secteur du pont des Draveurs	69 000 à 107 000	62 000 à 96 000

Source : Ministère des Transports, 2013

Tout comme en 2012 très peu d'individus présentaient un brunissement de leurs tiges et une mortalité de leurs bourgeons, par conséquent aucun dénombrement de tiges affectées n'a été effectué en 2013.

Tableau 7 : Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2010 et 2013, secteur Fassett.

Zone	Espèce	Nb mètre ¹	Type ²	2010		2011		2012		2013	
				Septembre	Mortalité (%)	Octobre ³	Mortalité (%)	Octobre ³	Mortalité (%)	Octobre	Mortalité (%)
1	Saule	300 m	S2_2R-1R	961	45,6	957	5,0	964	5,4	941	9,9
2	Saule	200 m	S1_2R	606	49,8	607	1,3	628	4,5	611	6,2
3	Aulne	140 m	A2_1R-1R	280	51,7	283	10,2	290	5,5	277	9,0
4	Aulne	100 m	A1_1R	195	34,9	194	0,5	202	3,0	203	5,4
5	Saule	300 m	S2_2R-1R	942	48,6	953	3,1	1020	6,7	914	5,7
6	Aulne	200 m	A2_1R-1R	370	22,9	389	1,8	404	3,2	389	5,4
7	Saule	200 m	S1_2R	652	27,8	657	0,5	671	1,0	651	2,6
8	Aulne	100 m	A1_1R	210	52,9	207	1,9	211	2,8	207	2,9
9	Aulne	100 m	S_1R-A_1R	205	41,0	204	3,9	215	4,7	195	10,3
9	Saule	100 m	S_1R-A_1R	303	42,2	300	0,3	308	1,6	295	4,4
10	Aulne	100 m	A_1R-S_1R	214	13,6	212	1,9	216	1,9	202	2,5
10	Saule	100 m	A_1R-S_1R	289	30,4	285	0,7	290	1,4	288	4,5
Total Aulne:				1474	35,4	1489	3,5	1538	3,6	1473	5,9
Total Saule:				3753	42,5	3759	2,4	3881	4,2	3700	5,5

¹Longueur qui totalise l'ensemble des rangs de plantation

²Mode de plantation associé à chacune des zones (voir Annexe 2)

³Nombre d'individus évalués, ce nombre peut être supérieur à l'année précédente suite à des interventions de regarnissement.

⁴Proportion des pertes enregistrées depuis le regarnissement de 2011

Pour pallier au taux de mortalité important qui avait été enregistré en septembre 2010 (**Tableau 7**), en raison d'une mauvaise conservation des plants et d'une exécution inadéquate des plantations, des mesures de regarnissement avaient été mise en place au printemps 2011. Depuis la réalisation de ces interventions visant à rétablir les effectifs au sein des zones de plantation, les suivis automnaux de 2011 à 2013 nous indiquent que les taux de mortalité sont maintenant nettement moins élevés qu'en 2010 et ont faiblement progressé. Plus précisément, nous avons dénombré 88 aulnes et 226 saules morts en 2013. Considérant qu'il est parfois difficile de départager les individus morts en 2012 de ceux en 2013, il est probable que le taux de mortalité de 2013 soit légèrement inférieur. Toutefois, les pourcentages de pertes enregistrés depuis les mesures de regarnissement de 2011 demeurent en somme très faibles. Malgré la perte de quelques individus, rappelons que ces deux espèces possèdent une forte capacité à faire des rejets, ce qui minimise les impacts de discontinuité au sein de la haie en favorisant sont étalement latéral.

3.1.2 Évaluation de la croissance

En dépit des nombreux nouveaux individus qui ont été replantés en 2011, les hauteurs moyennes atteintes par les deux espèces ont plus que quintuplées après quatre saisons de croissance (**Tableau 8**). La présence d'individus de saules miyabeana atteignant plus de 5

mètres de hauteur et de d'aulne rugueux qui avec plus de 4 mètres de hauteurs (zone 6) confirme qu'il s'agit d'espèces à croissance rapide. Dans l'évaluation des croissances, nous avons constaté que pour les zones 9 et 10 quelques plants d'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) ont été plantés par erreur lors des mesures de regarnissement. Heureusement cette espèce d'aulne, qui est considéré comme un arbre, a été plantée du côté de la berge uniquement. Certains individus d'aulne glutineux atteignent déjà de plus de 6 mètres au sein de la zone 10.

Tableau 8: Hauteur moyenne atteinte chez chacune des espèces, secteur Fassett

	2010	2011	2012	2013
Espèces	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)
Aulne rugueux	38,1 <i>n</i> =942	93,8 <i>n</i> =1436	131,3 <i>n</i> =1483	213,9 <i>n</i> =1385
Saule miyabeana	47,6 <i>n</i> =2155	110,4 <i>n</i> =3667	177,6 <i>n</i> =3717	287,0 <i>n</i> =3474

Cependant, les mesures de croissance relevées au cours des quatre années de suivi témoignent d'une variabilité importante des hauteurs entre chacune des zones de plantation (**Figure 3**). On note également que la comparaison des patrons de croissance (hauteurs des tiges selon sa position au niveau de la berge et le talus) de 2011 et 2013 pour chacune des zones témoigne d'une certaine similitude et semble par conséquent maintenir cette variabilité entre les zones. Les interventions visant à regarnir les plantations en 2011 et la nature du sol seraient responsables de cette situation. Le maintien d'un faible taux de mortalité et une croissance rapide des individus plantés au printemps 2011 atténuera cette variabilité après quelques saisons de croissance. En 2013, la majorité des zones renferment des hauteurs qui vont au delà de 2,5 mètres. À ce rythme de croissance, nous estimons que la totalité des zones de plantations atteindront 5 mètres de hauteur, soit celle visée par ces haies expérimentales.

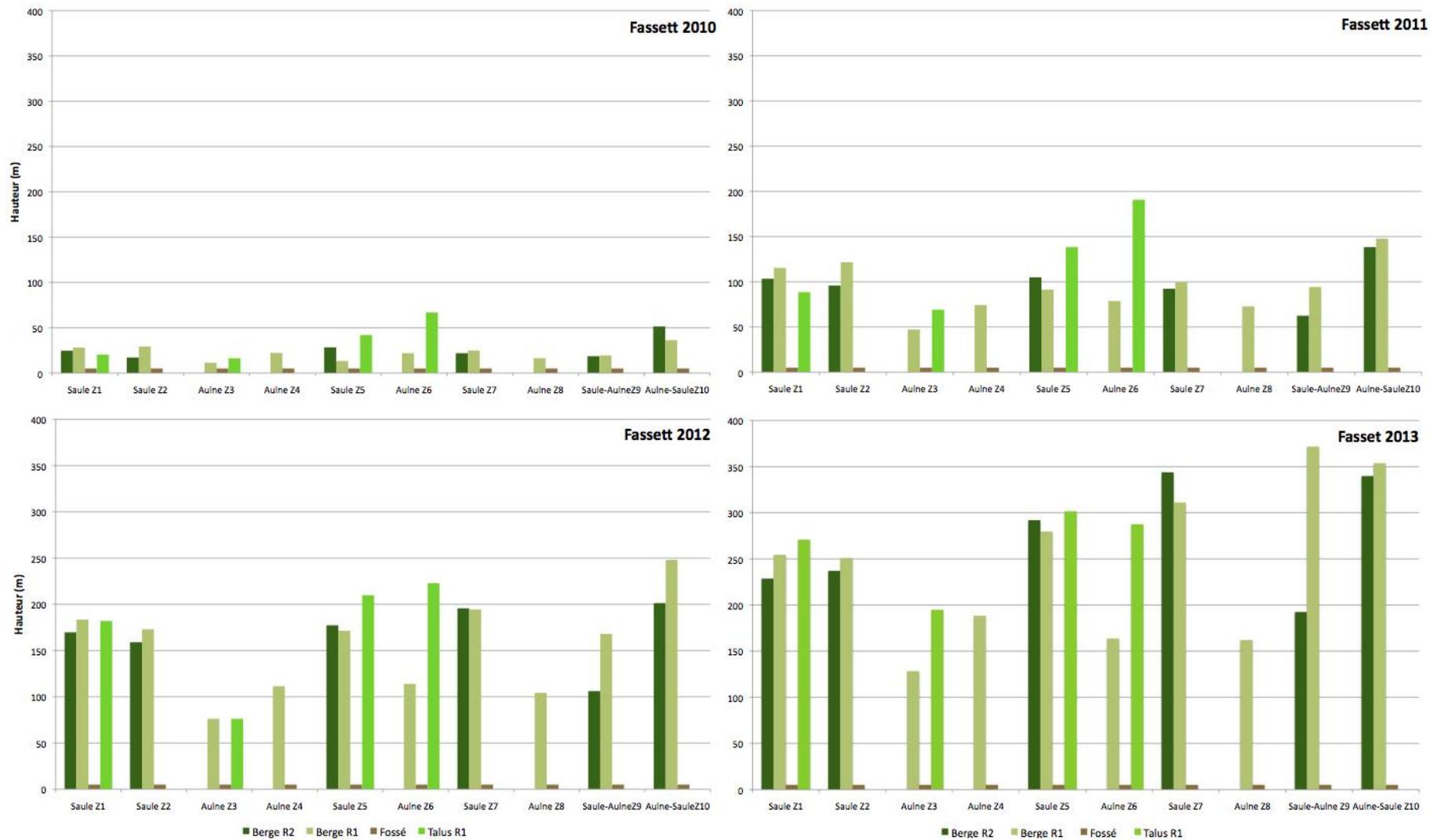


Figure 3 : Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2010 à 2013, secteur Fasset.

3.1.3 Le suivi de la végétation

Les fossés autoroutiers de la région de Fassett sont colonisés par une cinquantaine d'espèces différentes. La quenouille, la salicaire, le leersie faux-riz, les joncs, la fétuque, les carex, et les scirpes sont les espèces les plus fréquemment rencontrées (**Tableau 9**). Parmi ces espèces, la quenouille domine la couverture de plusieurs zones échantillonnées alors que la salicaire, le leersie faux-riz et les joncs sont souvent co-dominants.

Tableau 9: Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de Fassett en 2013.

Espèces	Témoin Saule		Témoin Saule		Témoin Aulne		Témoin Aulne		Témoin Saule		Témoin Saule		Témoin Aulne		Témoin Saule		Témoin Aulne			
	T1	Z1	T2	Z2	T3	Z3	T4	Z4	T5	Z5	T6	Z6	T7	Z7	T8	Z8	T9	Z9	T10	Z10
<i>Typha</i> sp.	13	12	26	88	35	68		18	6	3	5	54	71	71	64	14	38	11	28	54
<i>Lythrum salicaria</i>	4	21	14	21	21	7	23	31	13	6	4	26	7	13	26	26	58	41	30	15
<i>Leersia oryzoides</i>	53	18	46	9	12	38	18	18	15	3	35	24	7	15	28	13	12	0	1	6
<i>Festuca</i> sp.	18	25	3	3	18		23	41	13	9	18	5	35	11	18	48	15	25	8	1
<i>Juncus</i> sp.	19	5	20	1	8	4	78	18	28	36	58	10	4	3	4	10	5	3	18	31
<i>Scirpus</i> sp.	0	13	14	8	1	0	2	1	46	38	18	5	0	0	0	0	1	0	13	5
<i>Agrostis alba</i>	4	5	1	1	6				3	4	6	3			6	6	4			
<i>Aster</i> sp.	0	0	0	3	1	0	0	8	5	0	1	3	5	5	1	1	0	3	0	0
<i>Carex</i> sp.	9	28	14	7	11	6	28	24	5	15	20	10			4	7	9	24	4	12
<i>Salix</i> sp.	23	3			6		9						23	3	1	8	3	12	53	3
<i>Meililotus</i> sp.		13					1											3		
<i>Phragmites australis</i> ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Phalaris arundinacea</i>			3	6			21	35		32		3			0	0	35	52		
<i>Trifolium</i> sp.	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Equisetum</i> sp.	4	0	0	0	6	0	4	3	0	0	0	1	0	3	5	0	0	1	6	0
<i>Erica</i> sp.	4	6	3		11	6			0	0										
<i>Solidago graminifolia</i>	4	3	3	1	3				3				1						1	
<i>Polygonum</i> sp.	0	6	13	2	8	0	0	0	1	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phleum pratense</i>	6	3	3																	
<i>Alisma plantago-aquatic</i>	6	6			2								23	0	0					
Eau	28	13	0	33	9	58	9	30	3		4	14	5	4	5	3	46	3	35	81
Autres	4	9	6	9	0	10	1	6	4	1	6	17	9	10	11	1	3	9	8	9

¹Le *Phragmites australis* était presque absent des quadrats permanents mais a été relevé au sein de quadrats liés à l'envahissement, voir tableau 10.

Lors de la caractérisation générale du site à l'étude en 2008, aucune colonie de roseau commun n'avait été observée au sein des fossés autoroutiers. Suite aux travaux de plantation réalisés au printemps 2010, le premier suivi de l'envahissement automnal avait permis d'observer que deux colonies de roseau commun s'étaient récemment établies (**Tableau 10**). Le suivi de l'envahissement de 2011 montrait une progression de ce processus d'envahissement puisque l'examen des fossés du secteur à l'étude indiquait à ce moment l'établissement de 8 nouvelles petites colonies. Parmi les 10 colonies observées depuis 2010, 3 se trouvent en zones témoins, 5 en zones plantées et 2 au sein du fossé agricole interconnecté au fossé autoroutier. En 2013, le suivi nous indique qu'aucune nouvelle colonie n'a été observée au sein des zones témoins et plantées. Toutefois, la première colonie (Z9-88), qui s'est établie en 2010 dans la zone plantée, montre un accroissement annuel supérieur (4,6 mètres) en comparaison des autres colonies plus récemment établies. Cette situation nous laisse croire que l'établissement et la survie de jeunes pousses de roseau sont susceptibles de se propager le long du fossé lorsque les haies

arbustives récemment plantées n'ont pas atteint une hauteur adéquate pour projeter suffisamment d'ombrage sur le fossé. Les modes de plantation dont la croissance est plus lente, notamment ceux renfermant de l'aulne rugueux (Z1, Z6, Z9), semble contenir plus de colonies de roseau commun (**Tableau 10**).

Toutefois, l'échantillonnage des populations de roseau commun nous indique que le nombre de tiges par mètre carré ainsi que les recouvrements de 2013 a peu ou pas progressé pour la majorité des zones témoins et plantées, notamment pour la zone 1 où la densité et la couverture du roseau a diminué près de moitié (**Tableau 10**). Soulignons que plus deux tiers des communautés de roseau sont colonisées par la quenouille, et que la plupart d'entre elles présentent une densité de faisceaux et une couverture similaire à celles de 2012.

Tableau 10 : Caractérisation des communautés de roseau commun situées en marge des zones témoins et plantées dans le secteur de Fassett entre 2010 et 2013.

Localisation	Composition de la haie	Nb de rang	Type de plantation ²	<i>Phragmites australis</i>					<i>Phragmites australis</i> ¹				<i>Typha</i> sp					
				2010 Longueur (m)	2011 Longueur (m)	2012 Longueur (m)	2013 Longueur (m)	2013 Accroissement annuel (m)	2010 Nb de tiges ³ Classe de recouvrement (%)	2011 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2012 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2013 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2010 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2011 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2012 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2013 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)		
Zones témoins																		
T2-39,5	Absente	NA	NA	Absente	2,0	2,9	3,9	1,0	---	3 (1-5)	8 (11-25)	21 (26-50)	---	3 (1-5)	6 (6-10)	14 (11-25)		
T10-12,5	Absente	NA	NA	Absente	0,9	1,6	4,4	2,8	---	3 (1-5)	7 (6-10)	3 (6-10)	---	---	---	---		
T10-22	Absente	NA	NA	Absente	1,3	1,3	3,1	1,8	---	5 (1-5)	4 (1-5)	2 (1-5)	---	---	---	---		
Zones plantées																		
Z1-74,5	Saule	3	S2_2R-1R	Absente	1,0	1,6	4,2	2,6	---	6 (6-10)	7 (26-50)	3 (6-10)	---	---	---	3 (6-10)		
Z6-11,2	Aulne	2	A2_1R-1R	Absente	0,7	1,1	2,3	1,2	---	4 (1-5)	4 (1-5)	6 (6-10)	---	---	3 (1-5)	5 (1-5)		
Z6-28	Aulne	2	A2_1R-1R	Absente	0,8	1,7	2,9	1,2	---	5 (1-5)	5 (1-5)	3 (1-5)	---	22 (26-50)	11 (11-25)	18 (11-25)		
Z6-44,5	Aulne	2	A2_1R-1R	Absente	2,1	4,1	7,7	3,6	---	5 (1-5)	4 (1-5)	4 (1-5)	---	16 (11-25)	14 (11-25)	17 (11-25)		
Z9-88	Aulne-Saule	2	S_1R-A_1R	3,2	7,0	10,7	15,3	4,6	7 (5-10)	6 (6-10)	4 (11-25)	3 (10-25)	21 (26-50)	18 (26-50)	17 (11-25)	13 (11-25)		
Canaux agricoles																		
Z1-Ca5	Absente	NA	NA	2	2,85	8,1	14,1	6,0	5 (1-5)	10 (6-10)	13 (11-25)	28 (26-50)	---	---	---	3 (1-5)		
Z3-Ca6	Absente	NA	NA	Absente	0,5	1,4	3,7	2,3	---	19 (11-25)	41 (26-50)	59 (76-100)	---	---	---	---		

¹ L'abondance de tiges et le recouvrement du *Phragmites australis* et du *Typha* sp sont évalués à partir d'un quadrat de 1 m² au sein de la communauté.

² Code associé au type de plantation pour chacune des zones.

³ Dans le cas du secteur Fassett et Lachute qui sont des sites moins envahis, le nombre figurant au tableau réfère à l'abondance exacte de tiges dénombrées.

3.2 Site Lachute : Direction territoriale de Laurentides-Lanaudière, Autoroute 50

Ce site est situé aux abords de l'autoroute 50 dans la région de Lachute. Il a été retenu puisqu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute récemment construit et exempt de roseau commun, limitant ainsi les interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Toutefois, la présence d'un important front d'envahissement du roseau qui semble progresser vers l'ouest via l'autoroute 50 et de plusieurs petites communautés de roseau au sein des fossés bordant la route 148 laissent présager une invasion future de ce nouveau tronçon reliant Lachute et Grenville. Ce projet de plantation renferme 10 zones de plantation, qui se distribuent de part et d'autre du tronçon d'autoroute (**Figures 11a et 11b**, voir **Annexe 2**). Nous avons établi 10 zones témoins juxtaposées à ces zones plantées. Au site de Lachute, les suivis se sont déroulés entre 2010 et 2013.

3.2.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes

Un suivi des impacts liés à la dessiccation et à l'exposition aux embruns salins a eu lieu au printemps 2013 et nous a permis de constater que comme pour 2012 les zones de plantation ont été d'avantage affectées par ces deux phénomènes par rapport au site de Fassett. Précisons que le secteur de Lachute possède un DJMH plus important que Fassett (**Tableau 6**). Toutefois, comme pour le site de Fassett, les rangs d'arbustes qui sont implantés au-delà de 17 mètres de la chaussée sont les moins affectés par les embruns salins (**Tableau 11**).

Tableau 11 : Dénombrement des tiges ayant été affectées par la dessiccation et l'exposition aux embruns salins ainsi que la distance qui sépare les rangs de la chaussée.

Zone	Type	Côté	Rangs ¹	Position	Espèces	2012		2013	
						Distance p/r autoroute	Nombre tiges affectées	Distance p/r autoroute	Nombre tiges affectées
1	S1_3R	Nord	R1	Talus	Salix miyabeana	13	10	292	
1	S1_3R	Nord	R2	Talus	Salix miyabeana	11	410	1068	
1	S1_3R	Nord	R3	Talus	Salix miyabeana	9	1136	2885	
2	A2_1R-1R	Nord	R1	Talus	Alnus rugosa	18,1	204	NA ²	
2	A2_1R-1R	Nord	R1	Berge	Alnus rugosa	24	50	575	
3	S1_2R	Sud	R1	Berge	Salix miyabeana	20,4	387	197	
3	S1_2R	Sud	R2	Berge	Salix miyabeana	22,5	338	170	
4	A2_1R-1R	Sud	R1	Talus	Alnus rugosa	18,9	605	890	
4	A2_1R-1R	Sud	R1	Berge	Alnus rugosa	25,1	270	573	
5	A1_2R	Nord	R1	Talus	Alnus rugosa	12,8	450	813	
5	A1_2R	Nord	R2	Talus	Alnus rugosa	10,3	596	2179	
6	A1_2R	Sud	R1	Berge	Alnus rugosa	19	256	831	
6	A1_2R	Sud	R2	Berge	Alnus rugosa	21	180	212	
7	S2_2R-1R	Nord	R1	Talus	Salix miyabeana	13,1	1600	1434	
7	S2_2R-1R	Nord	R2	Talus	Salix miyabeana	10,8	3204	2091	
7	S2_2R-1R	Nord	R1	Berge	Salix miyabeana	18,5	170	123	
8	A1_1R-S1_1R	Nord	R1	Talus	Alnus rugosa	13,7	96	210	
8	A1_1R-S1_1R	Nord	R2	Talus	Salix miyabeana	11,1	2237	1953	
9	S2_2R-1R	Sud	R1	Talus	Salix miyabeana	14,4	382	194	
9	S2_2R-1R	Sud	R1	Berge	Salix miyabeana	19,1	430	157	
9	S2_2R-1R	Sud	R2	Berge	Salix miyabeana	21,1	175	2	
10	A1_1R-S1_1R	Sud	R1	Berge	Salix miyabeana	18,2	450	523	
10	A1_1R-S1_1R	Sud	R2	Berge	Alnus rugosa	20,4	151	406	

¹R1 est accolée au fossé alors que R2 et R3 correspondent respectivement au 2e et 3e rangs, R3 étant le rang le plus éloigné du fossé.

² La presque totalité des aulnes plantés est morte compte tenu de la saturation en eau.

Nous observons également que les rangs R2 et R3, que l'on retrouve au sein des zones de plantation avec plus d'un rang du côté du talus, sont beaucoup plus affectés que le rang R1 qui borde le fossé. Outre la considération de l'éloignement par rapport au fossé qui peut expliquer ce constat, nous supposons aussi que ces rangs (R2 et R3) protègent le rang R1 en interceptant les embruns salins. De plus, le saule miyabeana semble plus affecté que l'aulne rugueux, notamment pour les zones 1, 7 et 8. Cette situation s'explique lorsque l'on considère que la quantité de saules plantés était 30% plus élevée que pour l'aulne et ce, sans compter que le nombre de tiges (rejets) associés aux plants de saule est beaucoup plus importants que pour l'aulne au cours des premières années.

L'absence de grands massifs forestiers et d'une chaîne montagneuse du côté nord de l'autoroute a sans doute favorisé une dessiccation plus importante des arbustes par le vent dominant (nord-ouest).

Tableau 12 : Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2010 et 2013, secteur Lachute.

Zone	Espèce	Nb mètre ¹	Type ²	2010		2011		2012		2013	
				Septembre	Mortalité (%)	Octobre ³	Mortalité (%)	Octobre	Mortalité (%)	Octobre	Mortalité (%)
1	Saule	300 m	S1_3R	981	21,8	966	4,2	940	7,4	858	1,7
2	Aulne	200 m	A2_1R-1R	407	52,8	408	3,9	400	29,8	227	NA ⁴
3	Saule	200 m	S1_2R	644	58,1	644	2,0	639	3,8	628	4,6
4	Aulne	200 m	A2_1R-1R	401	48,1	402	1,5	402	6,7	378	2,9
5	Aulne	200 m	A1_2R	381	48,3	385	0,0	383	18,8	358	18,2
6	Aulne	200 m	A1_2R	387	68,7	379	0,3	379	0,3	378	0,3
7	Saule	300 m	S2_2R-1R	991	16,4	985	0,5	981	0,4	966	0,0
8	Aulne	100 m	A1_1R-S1_1R	201	85,1	197	0,0	196	0,0	190	0,0
8	Saule	100 m	A1_1R-S1_1R	336	21,7	328	7,3	326	4,3	296	1,0
9	Saule	300 m	S2_2R-1R	971	57,7	969	1,3	963	2,7	935	2,6
10	Aulne	100 m	A1_1R-S1_1R	199	67,3	197	0,0	202	2,5	188	0,0
10	Saule	100 m	A1_1R-S1_1R	328	46,6	325	1,2	318	1,6	310	0,3
Total Aulne:				1976	58,9	1968	1,2	1962	11,4	1719	4,5
Total Saule:				4251	36,2	4217	2,4	4167	3,4	3993	1,8

¹Longueur qui totalise l'ensemble des rangs de plantation

²Mode de plantation associé à chacune des zones (voir Annexe 2)

³Nombre d'individus évalués, ce nombre peut être supérieur à l'année précédente suite à des interventions de regarnissement

⁴Une proportion importante d'individus sont morts suite à des fauches et une saturation importante en eau en bas de talus

⁵Proportion des pertes enregistrées depuis le regarnissement de 2011

Le suivi de la mortalité a été réalisé au début du mois d'octobre afin de s'assurer de l'uniformité des zones de plantation. Tout comme pour l'année 2012, ce suivi nous indique un très faible taux de mortalité chez les saules miyabeana au cours de la saison estivale 2013 puisque seulement 1,8% des saules miyabeana (n=3921) sont morts (tableau 12). Chez l'aulne rugueux (n=1642) nous observons une diminution importante du taux mortalité, soit 4,5%. Ce fléchissement du nombre d'individus morts est attribuable au retrait de la zone 2 dans le calcul du pourcentage de mortalité. Ce nouveau calcul fut nécessaire puisque le rang 1 (R1) en bas de talus fut fauché à quelques reprises, rendant la localisation des aulnes survivants très difficile

(14 individus retrouvés en 2013 sur une possibilité de 65 individus observés en 2012). Outre l'impact possible lié à la fauche, rappelons que cette mortalité semble aussi attribuable aux conditions de drainage très humides qui prévalent au pied du talus autoroutier de cette zone. Bien que l'aulne rugueux s'accommode d'une nappe phréatique élevée en début de saison, une saturation en eau prolongée telle qu'observée au bas de ce talus autoroutier peut entraîner une mortalité importante (Jobidon, 1995). La mortalité à la zone 5 s'observe principalement à l'extrémité «est» du second rang (R2), qui est situé sur le haut du talus. Cette portion de la zone 5 semble plus affectée par les embruns salins compte tenu de la proximité du rang par rapport à la chaussée (10 mètres) et de la présence d'un viaduc. La nature du sol (déblais pauvre) en haut de talus pourrait aussi expliquer cette mortalité limitée à cette portion de la zone de plantation. À l'exception de la zone 2, nous observons que le faible taux de mortalité laisse peu de place à la discontinuité et nous offre des zones de plantation relativement uniformes.

À la direction territoriale de Laurentides-Lanaudières dans le secteur de Lachute, nous constatons que les interventions de fauche n'appliquent pas les principes de gestion écologique puisque celle-ci s'effectue jusqu'au bord du fossé et entraînent des dommages sur certaines plantations arbustives localisées au niveau du talus. De plus, cette situation élimine la régénération arbustive naturelle en marge des fossés susceptible d'ombrager ce dernier et d'induire une compétition végétale pouvant limiter l'établissement du roseau commun. Nous encourageons donc fortement cette direction territoriale à ne pas faucher jusqu'au fossé et laisser une bande naturelle en marge de celui-ci.

3.2.2 Évaluation de la croissance

Certaines tiges atteignent maintenant près de 6 mètres et la hauteur moyenne pour l'ensemble des zones plantées de saules est de 3,2 mètres (**Tableau 13**). Quant aux zones plantées d'aulne rugueux, celles-ci présentent une hauteur moyenne de 1,8 mètre, bien que certains individus avoisinent 3,0 mètres. L'établissement plus récent de nombreux aulnes rugueux plantés au printemps 2011 (n=1413) dans le cadre de mesures de regarnissement est sans doute responsable de cette plus faible croissance moyenne de l'aulne rugueux. En dépit de cette plus faible croissance chez cette espèce, la saison de croissance 2013 semble témoigner que les aulnes sont maintenant bien établis puisque nous observons le plus fort accroissement depuis 2010.

Tableau 13 : Hauteur moyenne atteinte pour chaque espèce, secteur Lachute.

	2010	2011	2012	2013
Espèces	Hauteur moyenne (cm)	Hauteur moyenne (cm)	Hauteur moyenne (cm)	Hauteur moyenne (cm)
Aulne rugueux	16,0 <i>n=813</i>	80,7 <i>n=1945</i>	105,6 <i>n=1738</i>	179,4 <i>n=1642</i>
Saule miyabeana	81,0 <i>n=2721</i>	158,1 <i>n=4117</i>	233,0 <i>n=4024</i>	315,5 <i>n=3921</i>

Toutefois, les mesures de croissance pour les zones renfermant du saule nous indiquent que la saison de 2013 a été profitable pour cette espèce, notamment pour les zones Z1, Z7 et Z9 dont le R1 atteint plus de 3 mètres (**Figure 4**). On peut remarquer qu'au sein des zones Z1 et Z7, les rangs les plus éloignés du fossé et qui sont implantés du côté du talus témoignent d'une plus faible croissance en raison des embruns salins. Soulignons que les impacts associés à la dessiccation et aux embruns salins affectent généralement la pousse annuelle du saule qui n'est pas lignifiée. La lignification de ces tiges à la saison suivante et la formation de nouveaux rejets à la base assurent une survie et une croissance du plant mère.

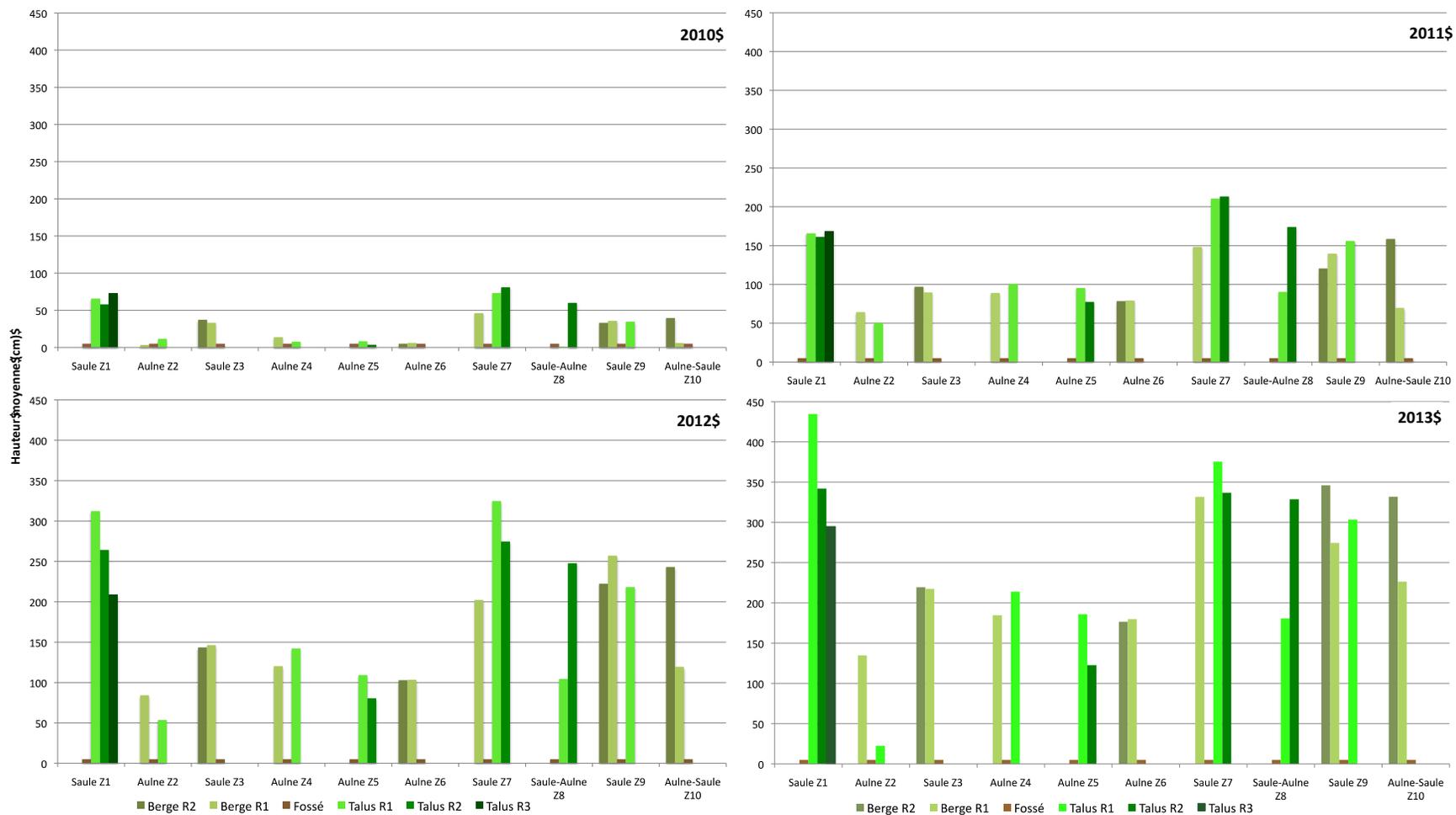


Figure 4 : Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2010 à 2013, secteur Lachute.

3.2.3 Le suivi de la végétation

La plupart des zones plantées et témoins sont majoritairement colonisées par les joncs (**Tableau 14**). Pour plusieurs de ces zones, la dominance de la couverture herbacée est souvent partagée avec le genre *typha*. Parmi les autres espèces fréquemment observées, nous avons celles associées au genre *carex*, *scirpus* et *festuca*. D'autres, espèces comme la leersie faux-riz ne sont pas omniprésentes mais domine la couverture de certaines zones plantées (Z7, Z8, Z9, Z10) et témoins (T6, T7, T8, T9, T10). Certaines zones qui sont très enrochées renferment souvent peu d'espèces et sont inondées. Le suivi de nos quadrats permanents indique la présence de roseau commun au sein de la zone à l'étude (T1, Z10) pour la 1^{ère} fois (**Tableau 14**). Toutefois, nos relevés de l'envahissement hors des quadrats permanents nous indiquent que cette invasion s'était amorcée depuis 2010 (**Tableau 15**) dans plusieurs zones témoins.

Tableau 14 : Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de Lachute en 2013.

Espèces	Témoins																			
	T1	Z1	T2	Z2	T3	Z3	T4	Z4	T5	Z5	T6	Z6	T7	Z7	T8	Z8	T9	Z9	T10	Z10
<i>Leersia oryzoides</i>			5,8		12,5		5,8		5,8		50,8	12,5	57,5	57,5	54,2	40,8	35,0	40,8	54,2	45,0
<i>Typha</i> sp.	10,8	52,8	28,3	64,2	29,5	15,2	35,2	50,8	25,2	8,3	0,2	12,8	11,7	8,3	19,5	34,2	23,7	14,2	20,8	
<i>Juncus</i> sp.	3,7	0,2	15,2	7,0	40,0		42,3	18,3	26,7	51,7	60,0	70,0	14,2	3,7	10,8	36,7	9,5	14,2	3,8	2,3
<i>Scirpus</i> sp.	0,2	0,0	29,2		14,2	5,8	5,8	7,5	2,5	5,0		14,8	17,5	26,7	41,7	25,8	36,2	23,3	27,5	18,7
<i>Carex</i> sp.	1,2	2,7			2,7	12,5	16,2	1,2	9,5		7,0	20,8	16,2	27,5	36,7	15,0	20,8	15,2	32,0	2,7
Eau	41,7	34,2	34,2	57,5	57,5	30,8	74,2	74,2	35,0	47,5	10,8	7,0	40,8	18,3	14,2	18,3	24,2	37,5	30,8	18,3
Roche	47,5	54,2			12,5	64,2			3,7								2,5			
<i>Phalaris arundinacea</i>			30,8	37,5	6,0	5,8		57,5	12,5	28,3										
<i>Festuca</i> sp.	4,8	23,7	7,0		3,7		2,5	5,8	17,5	8,3	20,8	18,3		1,2	1,3	2,3	7,5	5,8	2,7	3,7
<i>Salix</i> sp.		5,8			12,5			1,2			8,3	2,5		2,5			5,8	8,3		25,2
<i>Equisetum</i> sp.	2,5	1,2	1,2		1,2		2,5										5,8	2,5	16,2	2,5
<i>Aster</i> sp.									2,5		2,5				5,8	7,0	12,5	2,5	2,5	1,2
<i>Eupatorium</i> sp.															1,2	3,7	11,7		2,5	
<i>Erigeron</i> sp.									1,2		6,0			0,2	1,2		5,0	8,3	2,5	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>				1,2		2,3	3,5	1,2					2,5	4,8	1,2	5,0		2,3		
<i>Agrostis alba</i>	3,7	1,2		0,2			5,8		3,8	2,8	3,8	0,2								
<i>Bidens</i> sp.	5,8	1,2			1,2			2,5		2,5						2,5		1,2		
<i>Solidago</i> sp.		0,2	2,5		1,2		3,7	2,5						1,2		2,5		0,0		2,5
<i>Eleocharis</i> sp.							1,2		5,8	3,7							2,5			
<i>Tussilago farfara</i>		2,5			3,7	3,7														
<i>Lycopus</i> sp.							1,2		3,7					2,5	1,2					
<i>Phragmites australis</i> ¹	1,2																			5,8
<i>Mentha canadensis</i>									5,8											
<i>Lythrum salicaria</i>	2,5	1,2			1,2															
Autres	1,2		2,5		0,2				2,5	1,2		2,5	0,2				2,5			

¹ Le *Phragmites australis* était absent des quadrats permanents mais a été relevé au sein de quadrats liés à l'envahissement, voir tableau 15.

Effectivement, nos suivis de l'envahissement au sein des zones témoins 1 et 3 nous montrent clairement que le front de roseau commun provenant de l'est de l'autoroute 50 progresse (**Tableau 15**). En 2013, les fossés du secteur à l'étude ont été colonisés par trois nouvelles colonies de roseau commun, portant à 13 le nombre total de colonies recensées depuis le début du suivi en 2010. Six de ces dix colonies se retrouvent au sein de la zone témoin 3, laquelle fait face au front de roseau provenant de l'est. Parmi les autres colonies qui se trouvent en zone témoin, nous avons les zones témoins 1, 4 et 10, soient les mêmes qu'en 2012. Trois colonies se trouvent en zone plantée, soit dans les zones 4 et 10. Sur ces zones plantées, la densité et

recouvrement, qui ont été observés, sont demeurés stables (Z4-4.8) ou ont progressé faiblement (Z10-53). Ajoutons que les modes de plantation dont la croissance est plus lente, notamment ceux renfermant de l'aulne rugueux, semblent contenir plus de colonies de roseau commun (**Tableau 15**). Parmi les plus vieilles colonies qui ont été relevées en 2010 (T3-19, T3-42, T-59,5, T3-66), la densification importante du nombre de tiges de roseau observée depuis 2011 semble avoir fait régresser considérablement les quenouilles, au point où celles-ci ont disparu à certains endroits (T3-42; T3-59,5). Le niveau d'envahissement de la zone témoin T3 se reflète également par un accroissement notable de la plupart des colonies.

Tableau 15 : Caractérisation des communautés de roseau commun situées en marge des zones témoins et plantées dans le secteur de Lachute entre 2010 et 2013.

Localisation	Composition de la haie	Nb de rang	Type de plantation ²	<i>Phragmites australis</i>					<i>Phragmites australis</i> ¹				<i>Typha sp</i>				
				2010 Longueur (m)	2011 Longueur (m)	2012 Longueur (m)	2013 Longueur (m)	2013 Accroissement annuel (m)	2010 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2011 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2012 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2013 Nb de tiges Classe de recouvrement (%)	2010 Nb de tiges Classe de rec. (%)	2011 Nb de tiges Classe de rec. (%)	2012 Nb de tiges Classe de rec. (%)	2013 Nb de tiges Classe de rec. (%)	
Zones témoins																	
T1-102,4	Absente	NA	NA		---	0,6	5,9	5,3	---	---	7 (6-10)	5 (56-10)	---	---	7 (1-5)	2 (0-1)	
T2-69	Absente	NA	NA	Absente	Absente	Absente	5,1	NA	---	---	---	5 (6-10)	---	---	---	3 (1-5)	
T3-0,5 ³	Absente	NA	NA	Absente	3,5	6,5	NA	NA	---	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
T3-19	Absente	NA	NA	6,9	12,4	14,7	16,6	1,9	10 (6-10)	22 (26-50)	63 (76-100)	66 (76-100)	13 (11-25)	10 (11-25)	3 (1-5)	---	
T3-42	Absente	NA	NA	4,2	11,1	12,1	13,1	1,0	21 (26-50)	84 (76-100)	160 (76-100)	140 (76-100)	23 (26-50)	3 (1-5)	2 (1-5)	---	
T3-59,5	Absente	NA	NA	6,3	10,4	15,6	16,0	0,4	14 (11-25)	26 (26-50)	83 (76-100)	90 (76-100)	42(76-100)	29 (26-50)	22 (11-25)	6 (6-10)	
T3-66	Absente	NA	NA	0,7	2,3	3,3	6,7	3,4	20 (11-25)	44 (26-50)	45 (26-50)	39 (26-50)	---	---	---	---	
T3-84 ³	Absente	NA	NA	Absente	Absente	Absente	2,0	NA	---	---	---	ND	---	---	---	ND	
T4-26	Absente	NA	NA	Absente	1,9	3,9	5,7	1,8	---	17 (6-10)	17 (11-25)	15 (11-25)	---	6 (1-5)	12 (11-25)	13 (11-25)	
T10-64,5	Absente	NA	NA	Absente	1,0	1,0	1,8	0,8	---	3 (<1)	3 (6-10)	24 (26-50)	---	---	---	1 (0-1)	
Zones plantées																	
Z4-4,8	Aulne	1	A2-1R-1R	---	---	1,2	2,8	1,8	---	---	14 (11-25)	14 (11-25)	---	---	---	---	
Z10-53	Aulne-Saule	2	A_1R-S_1R	Absente	3,7	4,3	7,3	3,0	---	6 (6-10)	11 (11-25)	20 (26-50)	---	3 (1-5)	5 (6-10)	9 (5-10)	
Z10-67 ⁴	Aulne-Saule	2	A_1R-S_1R	Absente	Absente	Absente	2,1	NA	---	---	---	5 (6-10)	---	---	---	---	

¹ L'abondance de tiges et le recouvrement du *Phragmites australis* et du *Typha sp* sont établis à partir d'un quadrat de 1 m² au sein de la communauté.

² Code associé au type de plantation pour chacune des zones (voir Annexe 2).

³ Colonie localisée sur le talus ne comprenne pas de quadrat de suivi lié au *Phragmites australis* et au *Typha sp*.

⁴ Colonie de roseau commun ayant été fauchée en 2013.

3.3 Site Saint-Constant : Direction territoriale de l'Ouest-de-la-Montérégie, Autoroute 30

Ce site est situé aux abords de l'autoroute 30 dans la région de Saint-Constant. Il a été sélectionné puisqu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute nouvellement construit qui présente peu de colonies de roseau commun dans les limites de l'emprise. Cette situation réduit la nécessité des interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Des inventaires partiels réalisés à l'automne 2009 ont permis de constater que de nombreuses communautés de roseau commun avoisinent ce segment de l'autoroute 30. Ces sources de semences situées à proximité des nouveaux fossés autoroutiers laissent présager une invasion rapide de ce tronçon.

Plus précisément, le projet de plantation renferme dix zones qui se distribuent de part et d'autre du tronçon d'autoroute. Chacune des zones de plantation possède une longueur de 100 mètres. Différents modes de plantation (un ou plusieurs rangs d'arbustes) ont été appliqués selon la largeur et la pente associée à la berge, le fossé et le talus (**Figure 12** et **Figure 13**, voir **Annexe 2**). Juxtaposées à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins à l'intérieur desquelles il n'y a pas intervention.

3.3.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes

Un suivi des impacts liés à la dessiccation et à l'exposition aux embruns salins a eu lieu au printemps 2014 et nous a permis de constater que la majorité des zones de plantation semblaient peu affectées (**Tableau 16**). Rappelons que ces phénomènes occasionnent généralement le gel des bourgeons et le brunissement des tiges de l'année. Il semble que la plantation des rangs d'arbustes, qui a été majoritairement implantée à une distance supérieure à 16 mètres de la chaussée autoroutière (**Tableau 16**), ait minimisé l'impact occasionné par les embruns. L'étude de Beaudouin (1992) souligne que les plantations en bordure d'autoroute sont plus tolérantes aux embruns salins lorsqu'elles sont localisées à une distance d'environ 17 mètres du revêtement.

Tableau 16 : Dénombrement des tiges ayant été affectées par la dessiccation et l'exposition aux embruns salins ainsi que la distance qui sépare les rangs et la chaussée.

Zones	Type	Côté	Rangs	Position	Espèce	Distance p/r autoroute	2014
							Nombre tiges affectées
1	S1_3R	Nord	R1	Talus	Salix miyabeana	18,86	240
1	S1_3R	Nord	R2	Talus	Salix miyabeana	16,36	235
1	S1_3R	Nord	R3	Talus	Salix miyabeana	13,86	302
2	A1_2R	Nord	R1	Talus	Alnus rugosa	20,05	5
2	A1_2R	Nord	R2	Talus	Alnus rugosa	18,2	27
3	S1_3R	Nord	R1	Talus	Salix miyabeana	21,39	422
3	S1_3R	Nord	R2	Talus	Salix miyabeana	19,39	516
3	S1_3R	Nord	R3	Talus	Salix miyabeana	16,89	667
4	A1_2R	Nord	R1	Talus	Alnus rugosa	21,15	9
4	A1_2R	Nord	R2	Talus	Alnus rugosa	18,65	20
5	A_1R-S_1R	Nord	R1	Talus	Alnus rugosa	16,49	12
5	A_1R-S_1R	Nord	R2	Talus	Salix miyabeana	13,99	450
6	S2_2R-1R	Sud	R1	Berge	Salix miyabeana	21,01	139
6	S2_2R-1R	Sud	R2	Berge	Salix miyabeana	23,51	352
6	S2_2R-1R	Sud	R1	Talus	Salix miyabeana	16,77	383
7	A2_1R-1R	Sud	R1	Berge	Alnus rugosa	21,27	32
7	A2_1R-1R	Sud	R1	Talus	Alnus rugosa	16,77	0
8	A1_2R	Sud	R1	Berge	Alnus rugosa	25,79	7
8	A1_2R	Sud	R2	Berge	Alnus rugosa	28,29	0
9	S1_2R	Sud	R1	Berge	Salix miyabeana	22,08	52
9	S1_2R	Sud	R2	Berge	Salix miyabeana	24,58	127
10	A_1R-S_1R	Sud	R1	Berge	Alnus rugosa	23,66	4
10	A_1R-S_1R	Sud	R2	Berge	Salix miyabeana	26,16	70

¹R1 est accolée au fossé alors que R2 et R3 correspondent respectivement au 2e et 3e rangs, R3 étant le rang le plus éloigné du fossé.

Une proportion importante des zones de plantation se retrouve en marge de fossé dont le niveau se situe beaucoup plus bas que la chaussée. Cette dénivellation importante jumelée à une plantation dense favorise souvent une plus grande accumulation de neige en bordure du fossé, laquelle protège une portion des tiges contre les embruns et la dessiccation. Enfin, la problématique des embruns salins est souvent influencée par le débit journalier moyen hivernal (DJMH) ou annuel (DJMA). Malgré que le secteur de St-Constant renferme un DJMA associé à une portion d'autoroute plus urbaine (**Tableau 17**), donc susceptible de générer plus d'embruns salins, nous avons constaté que le nombre moyen de tiges qui sont affectées par ce phénomène (177 tiges/rang) est plus faible que celui observé à Lachute en 2012 (599 tiges/rang). L'éloignement plus important des zones de plantation par rapport à la chaussée sur le site de St-Constant épargne sans doute celles-ci du phénomène de vaporisation des embruns salins.

Tableau 17 : Débit journalier moyen annuel (DJMA) et hivernal (DJMH) enregistrés sur certaines portions d'autoroutes en 2013 (Source : Ministère des Transports, 2013).

Autoroutes	Portions	DJMA	DJMH
Autoroute 50	Lachute	10 500	8 500
Autoroute 50	Fassett	7 800	6 200
Autoroute 30	St-Constant	41 000	ND ¹

¹ : Le débit journalier moyen en hiver (DJMH) n'est pas disponible puisque la gestion de ce tronçon de l'autoroute 30 est sous la responsabilité de la NA30. Toutefois, une estimation du DJMA a été fournie par la direction territoriale Montérégie Ouest à partir des secteurs avoisinants.

Le relevé des croissances à l'automne 2014 montre que la mortalité est plus importante chez l'aulne rugueux, avec 214 individus morts (n=1933), depuis la mise en terre des arbustes. Chez le saule, seulement 59 individus sont morts sur l'ensemble des boutures plantées (**Tableau 18**) en 2013. Bien que la mortalité chez l'aulne rugueux soit plus élevée, celle-ci demeure relativement faible par rapport à celles enregistrées en 2010 sur l'autoroute 50 à Fassett et Lachute, qui présentaient respectivement 35% et 59% de mortalité lors de la première année de suivi (Boivin et al. 2011). La plantation hâtive des plants d'aulne (45-110) et l'arrosage de ces derniers suite à leur mise en terre ont sans doute contribué à leur établissement.

Tableau 18 : Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2013 et 2014, secteur St-Constant.

Zone	Espèce	Nb mètre ¹	Type	2013		2014	
				Octobre	Mortalité (%)	Octobre	Mortalité (%)
1	Saule	300 m	S1_3R	984	0,8	987	1,3
2	Aulne	200 m	A1_2R	412	4,4	406	10,1
3	Saule	300 m	S1_3R	989	1,0	996	0,9
4	Aulne	200 m	A1_2R	378	6,1	352	23,0
5	Aulne	100 m	A_1R-S_1R	200	8,0	191	5,8
5	Saule	100 m	A_1R-S_1R	328	0,0	333	2,1
6	Saule	300 m	S2_2R-1R	945	0,7	946	1,3
7	Aulne	200 m	A2_1R-1R	396	7,3	404	18,6
8	Aulne	200 m	A1_2R	400	4,8	387	7,0
9	Saule	200 m	S1_2R	660	0,0	660	2,0
10	Aulne	100 m	A_1R-S_1R	198	4,5	193	3,1
10	Saule	100 m	A_1R-S_1R	327	2,1	324	1,2
Total Aulne:				1984	5,7	1933	12,5
Total Saule:				4233	0,8	4246	1,4

¹Longueur qui totalise l'ensemble des rangs de plantation

3.3.2 Évaluation de la croissance

En 2014, lors du suivi de la seconde année de croissance des arbustes, nous avons observé que certaines tiges de saules ont réussi à atteindre plus de 3,7 mètres et que la hauteur moyenne pour l'ensemble des zones plantées de saules est de 213,9 centimètres (**Tableau 19**). Quant aux zones plantées d'aulne rugueux, celles-ci présentent une hauteur moyenne de 82,3 centimètres, bien que certains individus avoisinent 1,8 mètre. Malgré la présence du paillis de plastique, la perforation un peu trop grande du paillis lors de la mise en terre des aulnes semble avoir favorisé l'établissement d'une compétition herbacée en périphérie des plants, laquelle est susceptible de nuire à la croissance. Cette compétition herbacée, souvent absente au sein des zones de plantation de saule, a peut-être favorisé le mode de plantation sous forme de boutures, qui implique une perforation minimale du paillis. En dépit d'une hauteur moyenne plus faible chez l'aulne rugueux, la saison de croissance 2014 indique tout de même un accroissement moyen plus important chez l'aulne rugueux (66%) que pour le saule (59%).

Tableau 19 : Hauteur moyenne atteinte pour chaque espèce, secteur St-Constant.

Espèces	2013	2014
	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)
Aulne rugueux	28,0 <i>n=1870</i>	82,3 <i>n=1692</i>
Saule miyabeana	87,4 <i>n=4201</i>	213,9 <i>n=4188</i>

Au sein des différentes zones de plantation, nous constatons généralement que plus on s'éloigne de la chaussée autoroutière, plus les croissances des arbustes plantés sont importantes (Z2, Z3, Z4, Z7, Z8, Z9, Z10), à l'exception de certaines zones de plantation qui comportent les deux espèces (Z5) et où le saule témoigne de sa vitesse de croissance même en haut de talus (**Figure 5**). Les rangs les plus éloignés du fossé et qui sont implantés du côté du talus témoignent souvent d'une plus faible croissance en raison des embruns salins (**Figure 6**). Les impacts associés à la dessiccation et aux embruns salins affectent généralement la pousse annuelle du saule qui n'est pas lignifiée. La lignification de ces tiges à la saison suivante et la formation de nouveaux rejets à la base assurent une survie et une croissance du plant mère.

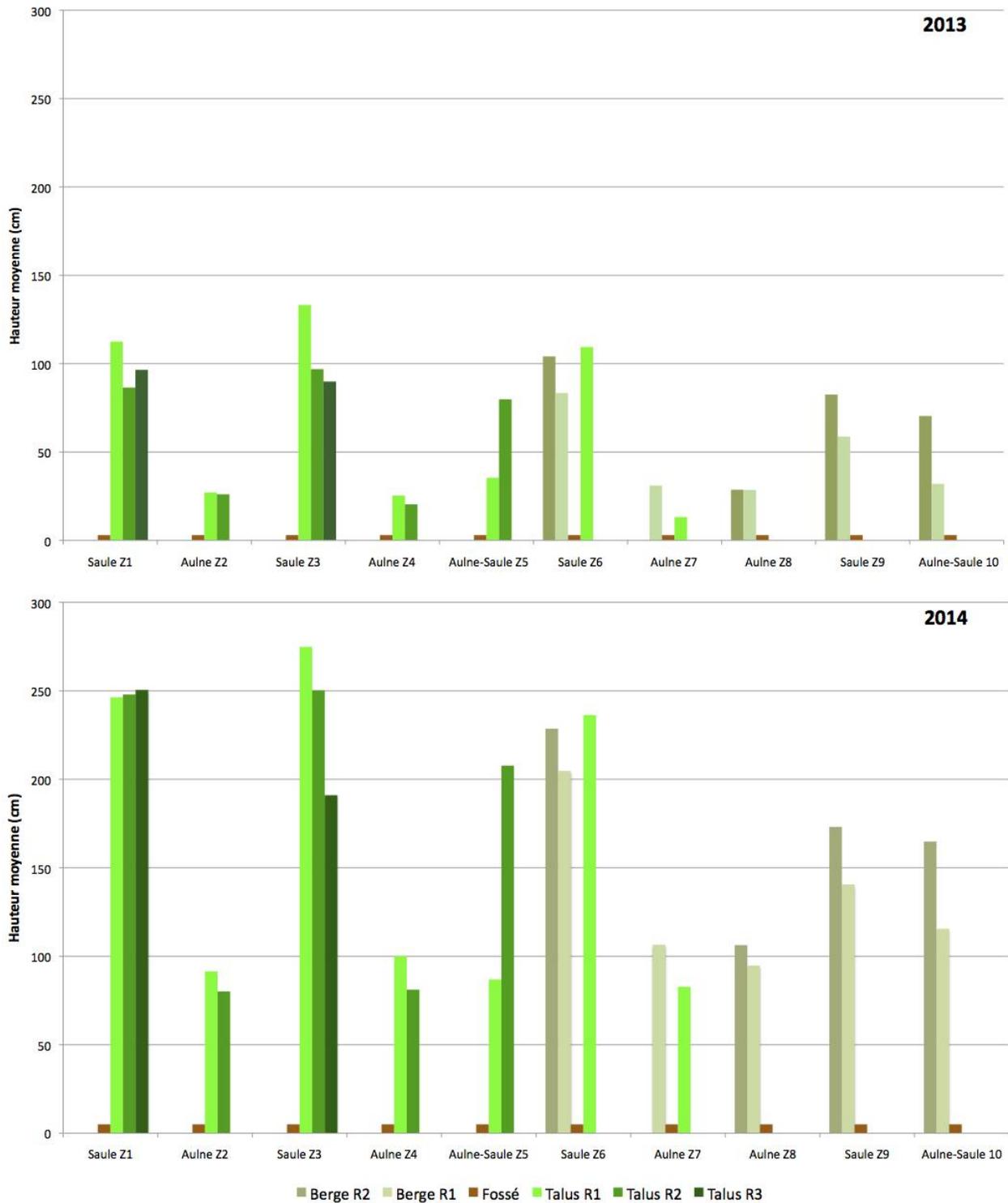


Figure 5 : Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2013 à 2014, secteur St-Constant.

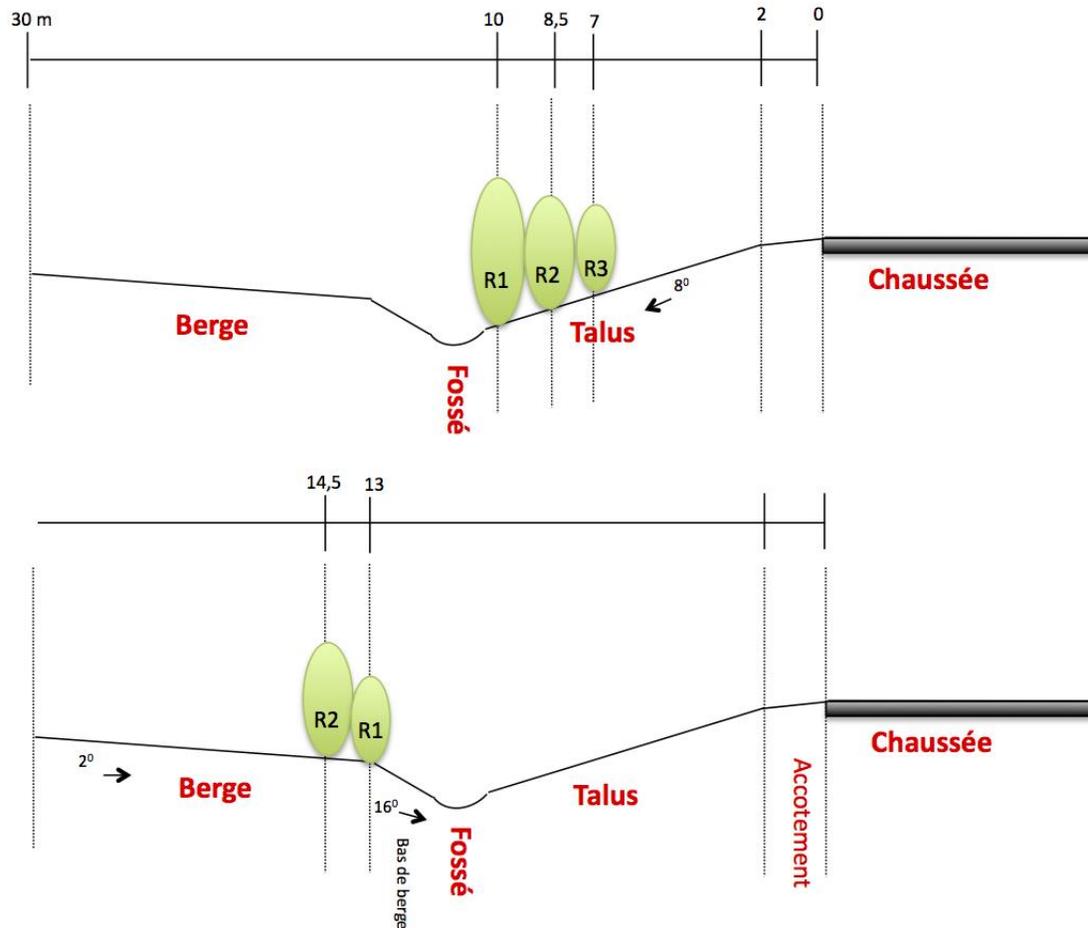


Figure 6 : Schéma illustrant la taille des rangs d'arbustes en fonction de la distance qui les sépare de la chaussée et du fossé (Schéma : P. Boivin).

La zone de plantation Z1, qui devait avoir 2 rangs du côté du talus puis 1 rang du côté de la berge (Boivin et Brisson, 2010), n'a pu être réalisée ainsi puisque la berge était trop accidentée pour procéder au déroulage du paillis de plastique. Pour éviter la perte d'un rang de paillis, nous avons intégré un 3^e rang du côté du talus (Figure 6). Par contre, nous avons procédé à la plantation de boutures de saules du côté de la berge sans préparation de terrain et sans paillis de plastique. L'évaluation de la mortalité et de la croissance de ces boutures n'a pas été intégrée dans l'analyse précédente car les modes de plantation utilisés ne pouvaient être comparés. Toutefois, le suivi annuel de 2014 nous indique que sur les 300 boutures plantées en juin 2013, 148 ont survécu et 152 sont mortes. Bien que ces boutures aient poussé dans une compétition herbacée importante, la hauteur moyenne atteinte est de 76 cm en 2014. L'élimination du couvert herbacé lors de la plantation aurait sans doute favorisé un meilleur établissement de ces boutures.

3.3.3 Le suivi de la végétation

Contrairement aux autres sites de plantation situés à Fassett et Lachute, St-Constant est une municipalité déjà fortement envahie par le roseau commun. Ainsi, au sein des zones témoins et plantées, on remarque que le *Phragmites australis* est l'espèce la plus fréquemment observée, voir dominante sur certaines zones (T2, T4, Z5, T5). Pour plusieurs de ces zones, la dominance de la couverture herbacée est souvent partagée avec le genre *Typha* et *Festuca*, le phalaris roseau, le fléole des prés et la leersie faux-riz (**Tableau 20**). Parmi les autres genres fréquemment observés, nous avons le trèfle et le bidens.

Tableau 20 : Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins à St-Constant en 2014.

Espèces	Saule		Témoins		Saule		Témoins		Aulne		Témoins		Saule		Témoins		Aulne		Témoins		Saule		Témoins	
	Z1	T1	Z2	T2	Z3	T3	Z4	T4	Z5	T5	Z6	T6	Z7	T7	Z8	T8	Z9	T9	Z10	T10	Z11	T11	Z12	T12
<i>Phragmites australis</i>	2,7	5,8	5,8	37,5		2,5	32,8	58,3	87,5	87,5	12,5						5,0	2,7	14,8	7,0				
<i>Typha</i> sp.	47,5	30,8	5,0	5,8	60,8	18,3	0,2	8,3	2,7	2,5						1,2		22,5	37,5	37,5				
<i>Festuca</i> sp.	5,8	11,7	8,3	2,5				1,2	2,5	3,7	14,2	11,7	5,8	41,7	5,0	12,5	74,2	41,7	3,7	5,8				
<i>Phleum pratense</i>		8,3	5,0	1,2									37,5	40,8	47,5	15,0	12,5		0,2					
<i>Phalaris arundinacea</i>	12,5	1,2		12,5	23,7	18,3	15,0	22,5						5,8		47,5	12,5							18,3
<i>Leersia oryzoides</i>	22,5	2,5			0,0	7,0	37,5	12,5								25,0								1,2
<i>Agrostis alba</i>	15,0	5,8	2,5								8,3				18,3	6,0	7,0	7,0	12,8	5,8				
<i>Bromus inermis</i>			15,0									3,7	19,5	26,2	11,7	2,5	1,2							
<i>Sol</i>	2,5	15,2	10,8	3,8	9,5	47,5	7,0	6,2	7,5	7,5	14,2	31,8	15,2	0,5	5,2	5,2	3,8	16,2	27,5	27,5				
<i>Eau</i>	5,0	1,2				5,8	29,2																	
<i>Bidens</i> sp.	5,8	2,3	40,8		3,7	5,0	8,5		1,2		3,7	1,3											1,2	2,3
<i>Graminées</i> sp.	7,5	22,5	2,5					2,5						2,5	14,2	13,7								
<i>Poa</i> sp.		12,5	5,8	1,3				1,2			15,0	22,5	2,5				1,2	2,3						
<i>Lotus corniculatus</i>	2,5	6,0			1,2	2,5					12,8	3,7	2,3	1,2	10,8		6,0	12,5		2,5				
<i>Salix</i> sp.			22,5		2,5		1,2	2,5	1,2								1,2	25,0		7,0				
<i>Taraxacum officinale</i>		1,2							1,2				2,5	16,2	5,0	19,5	5,8	7,2	1,2	1,2				
<i>Trifolium</i> sp.	0,2	2,5	8,2		1,2		1,2		2,3		6,2	2,5	8,2	5,8	1,3	3,7	12,0	1,2	2,5					
<i>Aster</i> sp.	1,2	1,2	7,0	2,5	12,5	5,8		3,7	3,7	3,7							1,2		1,2					
<i>Carex</i> sp.				30,3					1,2	1,2	1,2	1,3							2,3					
<i>Eleocharis</i> sp.							5,8									0,2							22,5	5,8
<i>Equisetum</i> sp.		1,2			10,8	7,0		1,2	7,5	3,7													6,0	2,7
<i>Juncus</i> sp.			5,8			5,8	1,2	2,3	1,2	1,2						5,0			2,5					
<i>Achillea millefolium</i>																1,2	25,0							
<i>Algues filamenteuses</i>							22,5																	
<i>Pastinaca sativa</i>			2,5	1,2					0,2	0,2	2,5	2,5	2,5	1,2		1,2	1,2							
<i>Agropyron repens</i>											5,0	3,7			5,0									
<i>Tussilago farfara</i>															13,7									
<i>Panicum</i> sp.			0,2				2,5				5,0		8,3				1,2						2,5	
<i>Scirpus</i> sp.										1,2														5,8
<i>Lycopus</i> sp.	2,5			1,2	1,2	1,2			0,2															
<i>Alisma plantago-aquatica</i>						1,2		1,2								1,2			0,2					5,8
<i>Lythrum salicaria</i>	2,5	1,2													0,2									
Autres	5,0	4,8	2,5	1,2	3,7	0,0	0,2	0,0	1,3	0,0	7,0	2,3	2,3	1,2	13,2	0,0	7,3	5,0	1,5	3,7				

L'analyse de l'envahissement au sein des fossés (**Tableau 21**) nous indique que les zones témoins sont déjà largement ou totalement colonisées par le roseau (T1, T2, T4, T5, T9, T10). Tout comme ces zones témoins, certaines zones plantées qui leur sont juxtaposées (Z1, Z4, Z5, Z10) sont également fortement envahies à près de 50% et plus. Considérant que la pression d'envahissement est très importante en Montérégie, il n'est pas étonnant de constater une invasion aussi rapide des fossés. De plus, cette situation s'explique par une implantation très tardive des haies expérimentales sur ce tronçon d'autoroute. En effet, bien que le protocole d'implantation de haies expérimentales a été rédigé et remis à la direction territoriale en mai 2010, le projet de plantation de ce secteur a été reporté à trois reprises, repoussant la mise en

terre des arbustes au printemps 2013. Une telle progression du roseau souvent pré-existant au sein des fossés, nous permet de constater que certains types de plantation, notamment le type renfermant 3 rangs en talus (Z1), semblent constituer une barrière relativement efficace pour freiner la progression roseau. Au sein de la zone Z1, la présence du roseau au niveau du talus s'explique probablement par la disposition de déblais contaminés provenant du fossé lors du nivellement final du lit du fossé à la fin des travaux de construction de l'autoroute 30 (Figure 7).

Tableau 21 : Évolution des communautés de roseau commun observées au sein des fossés en marge des zones témoins et plantées à St-Constant entre 2013 et 2014.

Localisation	Composition de la haie	Nb de rangs	Type de plantation ¹	2013	2014	Accroissement (%)
				Longueur ² (m)	Longueur (m)	
Zones plantées						
Z1	Saule	3	S1_3R	36,9	48,4	23,8
Z2	Aulne	2	A1_2R	32,1	39,7	19,0
Z3	Saule	3	S1_3R	28,0	30,6	8,5
Z4	Aulne	2	A1_2R	93,9	93,6	-0,3
Z5	Aulne-Saule	2	A_1R-S_1R	100,0	100,0	0,0
Z6	Saule	2	S2_2R-1R	17,1	17,4	1,4
Z7	Aulne	2	A2_1R-1R	0	0	0
Z8	Aulne	2	A1_2R	2,9	5,1	43,1
Z9	Saule	2	S1_2R	5,1	10,7	52,3
Z10	Aulne-Saule	2	A_1R-S_1R	71,2	86,0	17,2
Zones Témoins						
T1	Absente	NA	NA	44,2	60,1	26,5
T2	Absente	NA	NA	85,2	89,8	5,1
T3	Absente	NA	NA	34,8	44,8	22,3
T4	Absente	NA	NA	97,0	98,0	1,0
T5	Absente	NA	NA	100,0	100,0	0,0
T6	Absente	NA	NA	2,1	6,0	65,0
T7	Absente	NA	NA	0	0	0
T8	Absente	NA	NA	8,8	18,0	51,0
T9	Absente	NA	NA	46,6	57,5	18,9
T10	Absente	NA	NA	59,2	65,6	9,8

¹ Code associé au type de plantation pour chacune des zones.

² La longueur correspond à la sommation des segments de fossés envahit par le roseau commun. Soulignons que les quelques valeurs figurant sur ce tableau 21 diffèrent de celles présentées au tableau 19 du rapport Boivin et al. 2014. Celles du présent rapport doivent être considérées.

Des accroissements annuels supérieurs à 40% au sein de certaines zones plantées et témoins (Z8, Z9, T6, T8) démontrent que le roseau commun est une espèce invasive qui peut se propager rapidement (**Tableau 21**).



Figure 7 : Zone de plantation Z1 qui est composée de 3 rangs de saule en talus et qui ne renferme pas de roseau malgré la présence de colonies pré-existantes issues du fossé et du talus (Photographie : P. Boivin, octobre 2014).

3.4 Site Saint-Alexandre: Direction territoriale de l'Est-de-la-Montérégie, Autoroute 35

Ce site a été retenu puisqu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute nouvellement construit et exempt de colonies de roseau commun (colonies excavées) dans les limites de l'emprise. Cette situation limite ainsi les interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Toutefois en marge de ce tronçon, le milieu avoisinant qui est marqué par l'activité agricole comporte de nombreux fossés de drainage et quelques cours d'eau colonisés à divers degrés par le roseau commun. Des inventaires partiels réalisés à l'automne 2009 ont permis de localiser plus de 140 communautés de roseau commun. Ces sources de semences disposées à proximité des nouveaux fossés autoroutiers laissent présager une invasion future de ce tronçon reliant Saint-Alexandre et Saint-Sébastien.

Contrairement au site d'étude de St-Constant, le projet de St-Alexandre comporte neuf zones de plantation plutôt que dix et chacune d'elles possède une longueur de 85 mètres plutôt que 100 mètres. Compte tenu des pentes fortes associées à la berge et au talus et de l'interdiction d'appliquer un herbicide, aucun traitement et travail de sol n'ont été effectués sur ce site d'étude. Les boutures et les plants d'aulne rugueux ont été plantés à la fin mai 2014 sur un couvert herbacé essentiellement composé de graminées. Les modes de plantation renferment tous trois rangs implantés sur le talus ou sur la berge ou bien de part et d'autres du fossé (talus et berge). Sur certaines zones de plantation, nous retrouvons également des haies brise-vent prévues aux aménagements. Soulignons que juxtaposées à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins à l'intérieur desquelles il n'y a pas d'intervention.

3.4.1 Suivi de l'état de santé et de la mortalité des arbustes

Après la première saison de croissance (2014), les deux espèces accusaient un pourcentage de mortalité moyen relativement similaire ([Tableau 22](#)). Cependant, le suivi de la survie en 2015 chez nos deux arbustes nous indique une augmentation importante de leur pourcentage de mortalité, notamment pour le saule, où près de 80% des boutures plantées en 2014 sont mortes. Les zones 8 et 10 sont très affectées, et plus encore la zone 9, où les saules sont presque tous morts.

Tableau 22 : Pourcentage de mortalité des arbustes entre 2014 et 2015, secteur St-Alexandre

Zone	Espèce	Nb mètre ¹	Types	Planté	2014	2015
					Mortalité (%)	Mortalité ² (%)
1	Aulne	250	A1_3R	255	7,1	47,5
2	Aulne	250	A1_3R	250	11,6	12,4
3	Aulne	500	A2_3R_3R	500	11,4	13,2
6	Saule	250	A1_3R	250	9,6	73,6
7	Aulne	250	A_3R-S_3R	250	21,2	33,2
7	Saule	250	A_3R-S_3R	251	9,2	55,4
8	Aulne	250	S_3R-A_3R	250	11,2	20,0
8	Saule	250	S_3R-A_3R	252	23,0	88,9
9	Saule	250	A1_3R	258	16,7	99,2
10	Saule	250	A1_3R	250	10,0	76,8
PEX1	Aulne	250	A1_3R	250	26,8	32,0
				Total Aulne :	1755	14,4
				Total Saule :	1261	13,7

¹ Le nombre de mètre diffère des autres sites d'étude, il s'agit de 3 rangs d'environ 85 m

² Le pourcentage de mortalité renferme le nombre de plant mort observés et les absents

Les saules plantés sous forme de bouture peuvent être désavantagés puisqu'ils ne disposent pas d'une biomasse racinaire et aérienne pré-établies comme les plants d'aulnes rugueux. Pour pallier à cette situation, la culture de saule sur courtes rotations nécessite généralement d'éliminer la compétition herbacée lors de la période d'établissement afin que les boutures croient rapidement et accumulent suffisamment de ressources pour passer la saison hivernale. Bien que de nombreux saules étaient encore vivants à l'automne 2014, leur faible croissance (**Figure 8**) et vigueur expliquent probablement leur difficulté à subsister jusqu'au suivi de 2015.



Figure 8 : Photo prise à l'automne 2014 illustrant la faible taille des boutures de saule (Photographie : P. Boivin).

Nous constatons également que la plus forte mortalité observée chez l'aulne rugueux est associée à la zone 1, avec un pourcentage de mortalité moyen de près de 50% (Tableau 22). Tout comme pour les autres sites de plantation étudiés, les arbustes plantés au niveau du talus et très près de la chaussée sont très affectés (Tableau 23). Pour cette zone de plantation, les arbustes étaient tous implantés à moins de 8 mètres de la chaussée, et ils étaient donc beaucoup plus soumis aux embruns salins.

Tableau 23 : Pourcentage de mortalité observé en 2015 selon la position des arbustes au niveau de la plantation.

Zone	Type de plantation	Localisation			Espèce	Mortalité (%)
		Talus/Berge	Rang	(m)		
1	A1_3R	Talus	1	7,8	Aulne	40,5
1	A1_3R	Talus	2	7,0	Aulne	48,6
1	A1_3R	Talus	3	6,4	Aulne	35,1
2	A1_3R	Talus	1	13,2	Aulne	2,2
2	A1_3R	Talus	2	12,2	Aulne	11,7
2	A1_3R	Talus	3	11,4	Aulne	8,8
3	A2_3R_3R	Berge	1	20,0	Aulne	14,9
3	A2_3R_3R	Berge	2	21,0	Aulne	12,0
3	A2_3R_3R	Berge	3	22,0	Aulne	2,0
3	A2_3R_3R	Talus	1	13,3	Aulne	13,3
3	A2_3R_3R	Talus	2	12,3	Aulne	1,0
3	A2_3R_3R	Talus	3	11,4	Aulne	14,3
6	A1_3R	Berge	1	14,5	Saule	73,8
6	A1_3R	Berge	2	15,3	Saule	43,6
6	A1_3R	Berge	3	16,1	Saule	73,2
7	A_3R-S_3R	Berge	1	19,1	Saule	65,1
7	A_3R-S_3R	Berge	2	19,9	Saule	47,7
7	A_3R-S_3R	Berge	3	20,7	Saule	36,6
7	A_3R-S_3R	Talus	1	13,1	Aulne	23,2
7	A_3R-S_3R	Talus	2	12,0	Aulne	14,1
7	A_3R-S_3R	Talus	3	11,5	Aulne	21,0
8	S_3R-A_3R	Berge	1	19,3	Saule	55,3
8	S_3R-A_3R	Berge	2	20,0	Saule	86,7
8	S_3R-A_3R	Berge	3	20,8	Saule	92,9
8	S_3R-A_3R	Talus	1	13,3	Aulne	17,2
8	S_3R-A_3R	Talus	2	12,3	Aulne	0
8	S_3R-A_3R	Talus	3	11,5	Aulne	20,9
9	A1_3R	Talus	1	11,9	Saule	98,8
9	A1_3R	Talus	2	11,1	Saule	97,7
9	A1_3R	Talus	3	10,2	Saule	98,8
10	A1_3R	Talus	1	12,3	Saule	50,6
10	A1_3R	Talus	2	11,6	Saule	64,9
10	A1_3R	Talus	3	10,8	Saule	66,2
PEX1	A1_3R	Berge	1	23,8	Aulne	18,8
PEX1	A1_3R	Berge	2	24,4	Aulne	12,8
PEX1	A1_3R	Berge	3	25,0	Aulne	17,9

3.4.2 Évaluation de la croissance

Le suivi de la croissance nous indique que certaines tiges ont réussi à atteindre plus de 2,0 m au cours de la seconde saison de croissance. La hauteur moyenne pour l'ensemble des zones plantées de saules demeure toutefois très faible, avec 73,5 cm (**Tableau 24**), comparativement à la hauteur moyenne des plantations du site de St-Constant qui était de 213,9 cm lors de la seconde saison de croissance (**Tableau 19**). Quant aux zones plantées d'aulne rugueux, celles-ci présentent une hauteur moyenne de 98,6 cm. Cette valeur, qui est un peu plus élevée que celle observée sur le site de St-Constant en 2014 (82,3 cm), s'explique en raison de l'utilisation de plants d'aulne en format PFD (plant de forte dimension) plutôt qu'en format 45-110. En présence d'une compétition herbacée, on peut supposer que l'utilisation d'un format 45-110 aurait probablement désavantagé les jeunes plants d'aulne qui mesurent souvent à peine 15 cm de hauteur au moment de leur plantation. Comme nous l'avons abordé précédemment, dans un contexte où la compétition pour les ressources est importante, l'utilisation de plants bien enracinés a probablement favorisé la croissance des plants d'aulnes par rapport aux boutures de saules.

Tableau 24 : Hauteur moyenne atteinte pour chaque espèce, secteur St-Alexandre.

Espèces	2014	2015
	Hauteur (cm)	Hauteur (cm)
Aulne rugueux	31,6 <i>n=1503</i>	98,6 <i>n=1411</i>
Saule miyabeana	21,6 <i>n=1088</i>	73,5 <i>n=179</i>

Sur la base des suivis de la croissance sur les autres sites d'études, la croissance des arbustes diminue à mesure que l'on s'approche de la chaussée autoroutière, un phénomène que nous attribuons aux embruns salins (Boivin et al. 2015). Ce phénomène est peu apparent sur ce site d'étude. En effet, seulement la moitié des zones de plantation présentent des rangs dont la croissance traduit ce phénomène (**Figure 9**). La mortalité importante au sein de plusieurs zones de plantation rend ainsi plus difficile l'évaluation des patrons de croissance des différents rangs d'arbustes selon leur position par rapport à la chaussée (**Figure 9**).

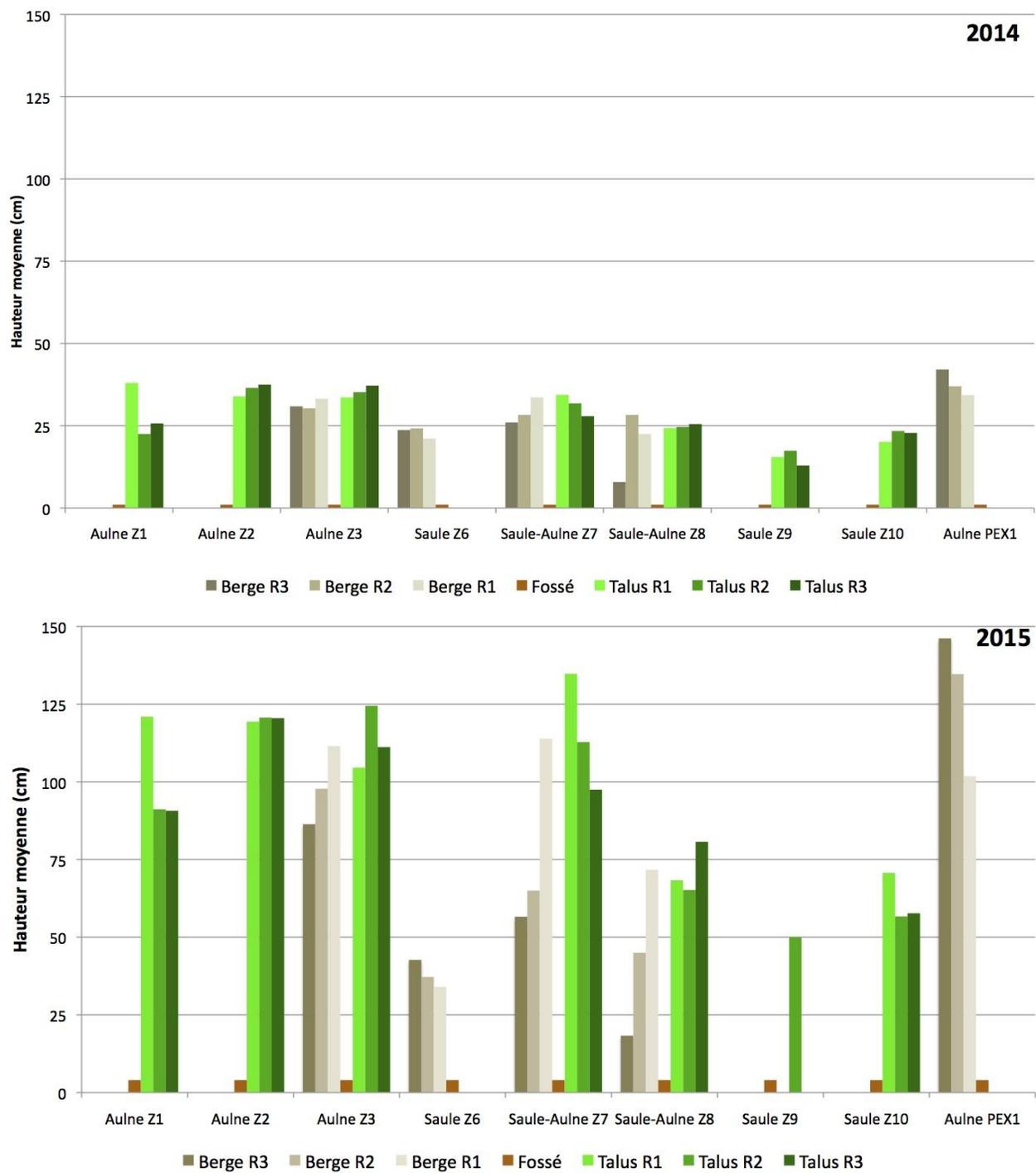


Figure 9 : Hauteurs moyennes des arbustes plantés en marge du fossé au niveau du talus et de la berge de 2014 à 2015, secteur St-Alexandre.

La **Figure 9** confirme que les zones de plantation où les saules miyabeana ont subsisté (Z6, Z7 berge, Z8 berge et Z10) possèdent des rangs d'arbustes ayant une hauteur moyenne plus faible que les haies renfermant de l'aulne rugueux, ces dernières ayant plus que doublé en 2015. Une

compétition herbacée vigoureuse serait défavorable à l'établissement et à la croissance des boutures de saule (non enracinée), alors que l'aulne rugueux peut s'en accommoder lorsqu'on utilise des plants enracinés à forte dimension (format PFD).

3.4.3 Le suivi de la végétation

La municipalité de St-Alexandre est une région agricole dont une proportion importante des fossés est déjà envahie par le roseau commun. Ainsi, la majorité des zones témoins et plantées échantillonnées témoignaient déjà de la présence du *phragmites australis* en 2014 (PEX1, T-PEX1, Z1, T1, Z2, T2, Z3, T3, Z6, T6, Z7, T7, Z8, T8, T9). Pour certains segments de fossé, comme la zone plantée et témoin «PEX1», le roseau commun est parmi les espèces dominantes (**Tableau 25**). Ce segment de fossé agricole (PEX1 et T-PEX1), déjà envahi avant la création du tronçon d'autoroute, avait fait l'objet d'une excavation lors des travaux de construction afin d'éliminer le roseau commun. Les travaux d'extraction n'ont vraisemblablement pas eu les résultats escomptés (**Tableau 25**). Comme pour 2015, la leersie faux-riz demeure l'espèce la plus fréquemment observée et elle est très dominante sur la presque totalité des zones plantées et témoins.

Pour plusieurs de ces zones, la dominance de la couverture herbacée est fréquemment partagée avec le genre *Typha* (**Tableau 25**). Les espèces des genres *Juncus*, *Festuca* et *Carex* composent parfois le couvert herbacé. Contrairement à 2014, les fossés échantillonnés sont souvent inondés, comme en témoigne le recouvrement lié à l'eau au **Tableau 25**. Cette présence de l'eau est souvent favorable au maintien de certaines espèces comme la quenouille et la leersie faux-riz. Pour certaines zones, des arbustes du genre *Salix*, qui étaient présents naturellement en 2014, témoignent d'une couverture presque deux fois plus importante en 2015. L'établissement et la propagation naturelle de saules (non plantés), en marge de ces fossés autoroutiers, peuvent s'avérer profitables.

Tableau 25 : Recouvrement absolu moyen des plantes vasculaires observé au sein du fossé autoroutier en marge des zones plantées et témoins à St-Alexandre en 2015.

Espèces	Aulne		Témoïn		Aulne		Témoïn		Aulne		Témoïn		Saule		Témoïn		Aulne		Saule		Témoïn		Saule		Témoïn	
	PEX1	T-PEX1	Z1	T1	Z2	T2	Z3	T3	Z6	T6	Z7	T7	Z8	T8	Z9	T9	Z10	T10								
<i>Leersia oryzoides</i>	10,8	1,3	50,8	37,5	87,5	87,5	64,2	80,8	13,7	44,2	47,5	35,2	80,8	80,8	87,5	70,8	57,5	47,5								
<i>Typha</i> sp.	12,7	26,2	14,2	5,8					35,2	11,8	57,5	51,7			0,2	2,5	3,7	5,8								
<i>Phragmites australis</i>	50,8	35,0	5,0		2,7	1,5	22,7	23,7		0,2	2,7	29,2	12,5	11,7												
<i>Festuca</i> sp.	2,7	1,2	6,2	24,2		1,2			6,2	3,7	3,8	8,5			2,7	1,2	7,0	2,5								
<i>Salix</i> sp.	1,2		18,3	27,5					15,0						2,5	2,5										
<i>Juncus</i> sp.			9,5	11,7					2,5	9,5	7,0	1,2				1,2	13,8									
<i>Lythrum salicaria</i>			5,8	15,0					10,8	10,8		1,2					5,8									
<i>Carex</i> sp.		1,2	5,0	5,0	1,3		8,3	1,3	6,2	9,8		0,2	1,2			2,5	2,5	2,3								
<i>Scirpus</i> sp.			5,8	8,3			2,5	1,2	10,8	8,5			1,2				5,8									
<i>Agrostis alba</i>	7,5	8,3	1,2	2,5					2,5	2,5							7,0	4,8								
<i>Phalaris arundinacea</i>									5,8							22,5										
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	5,8	7,0								1,2							3,7	6,2								
<i>Lemna minor</i>	3,7	16,2																								
<i>Equisetum</i> sp.	1,2		2,3	5,0					1,3						1,2		7,0	1,2								
<i>Impatiens capensis</i>			1,2	2,5	3,7		5,8		1,2					1,2	0,2											
Graminées				2,5							1,2	1,2	2,5		1,2											
Eau	74,2	103,3	2,5		80,8	87,5	80,8	87,5		35,0	12,5	1,2	58,3	87,5	37,5	30,8	57,5	80,8								
Sol	1,2		1,5	2,5					1,5	0,5	0,5	0,5	0,2		0,5	0,5	1,5	1,5								
Roche																	7,0	18,3								
<i>Bidens</i> sp.		1,2													3,7		5,8	1,2								
<i>Eleocharis</i> sp.			2,5				1,2										5,8	5,8								
<i>Phleum pratense</i>				1,2	2,3	2,5	1,2	1,2																		
<i>Lycopus</i> sp.									2,3								2,5									
<i>Polygonum</i> sp.				1,2	2,5					1,2																
<i>Aster lateriflorus</i>			2,3						1,2																	
Autres	2,5	0,0	1,2	3,7							1,3	2,5			2,5	1,2	3,8	12,7								

L'évaluation de l'envahissement au sein des fossés (**Tableau 26**) nous indique que certaines zones plantées et témoins sont déjà largement ou totalement colonisées par le roseau (Z3, PEX1, T2, T- PEX1). Toutefois, une part importante des zones plantées est encore peu envahie (Z6, Z7, Z9, Z10). Considérant que la pression d'envahissement est très importante dans le secteur, il ne serait pas étonnant de constater une progression très rapide de ces colonies au sein de ces fossés. Dans un contexte où les fossés sont déjà colonisés par le roseau et qu'une proportion importante des arbustes plantés est morte, il est difficile d'évaluer l'impact réel des haies sur l'établissement et la propagation du roseau. Face à une problématique d'envahissement aussi importante, il serait avantageux que la mise en terre des arbustes soit réalisée préalablement à l'ensemencement des talus et des berges afin que les arbustes bénéficient de l'absence d'une compétition herbacée et de roseau pré-établi.

Tableau 26 : Évolution des communautés de roseau commun observées au sein des fossés en marge des zones témoins et plantées dans le secteur de St-Alexandre.

Localisation	Composition de la haie	Nb de rangs	Type de plantation ¹	2014	2015
				Longueur ² (m)	Longueur (m)
Zones plantées					
Z1	Aulne	3	A1_3R	11,7	20,0
Z2	Aulne	2	A1_3R	20,0	40,0
Z3	Aulne	6	A2_3R_3R	67,8	79,7
Z6	Saule	3	A1_3R	1,7	4,9
Z7	Aulne-Saule	6	A_3R-S_3R	7,2	13,4
Z8	Aulne-Saule	6	S_3R-A_3R	8,2	29,3
Z9	Saule	3	S1_3R	0	0
Z10	Saule	3	S1_3R	2,0	4,8
PEX1	Aulne	3	A1_3R	87,5	90,1
Zones témoins					
T1	Absente	NA	NA	25,7	40,6
T2	Absente	NA	NA	64,1	86,7
T3	Absente	NA	NA	14,7	21,0
T6	Absente	NA	NA	2,4	1,8
T7	Absente	NA	NA	3,6	8,7
T8	Absente	NA	NA	11,9	33,2
T9	Absente	NA	NA	0,4	1,7
T10	Absente	NA	NA	0	0
T-PEX1	Absente	NA	NA	57,0	52,0

¹ Code associé au type de plantation pour chacune des zones.

² La longueur correspond à la sommation des segments de fossés envahit par le roseau commun.

4. Conclusions et recommandations

Cette dernière section présente une brève synthèse de l'étude ainsi que plusieurs constats et recommandations basés sur l'ensemble des résultats de recherche compilés depuis 2010 pour l'ensemble des directions régionales visées par cette étude.

4.1 Synthèse de l'étude

Nous avons tout d'abord réalisé une revue de littérature et des entretiens avec des spécialistes afin de déterminer les critères de sélection visant à cibler les espèces arbustives les plus aptes à s'implanter et à agir comme un rempart arbustif efficace à la propagation du roseau. Sur la base de nombreux critères, quatorze espèces ont été analysées et deux espèces ont été retenues, soit l'aulne rugueux et le saule miyabeana (Boivin et al. 2011). Dans un deuxième temps, nous avons procédé à la caractérisation biophysique de sites propices à la plantation de haies arbustives au sein de cinq directions territoriales (DT). Parmi ces cinq sites, quatre d'entre eux ont été sélectionnés pour que l'on y établisse des dispositifs expérimentaux. Ces sites sont sur l'autoroute 50 à Fassett et Lachute, sur l'autoroute 30 à St-Constant et sur l'autoroute 35 à St-Alexandre. Pour chacun de ces sites, un protocole d'implantation de haies expérimentales a été élaboré, incluant les différents modes de plantation, les étapes liées à la préparation de terrain et l'installation du paillis de plastique, les divers éléments à prendre en compte lors de la plantation et de l'entretien. Ces protocoles ont été ensuite remis aux DT respectives afin qu'ils soient traduits sous forme de plans et devis. Compte tenu du calendrier des travaux de construction de chacun des nouveaux tronçons d'autoroute, l'implantation des projets de plantation s'est fait de manière progressive entre 2010 et 2014 sous la supervision de notre équipe et du responsable de chacune des DT. Ces sites d'étude, qui comportent respectivement dix zones de plantations et dix zones témoins, ont été suivis afin d'évaluer le taux survie et l'état de santé des espèces plantées, leur croissance et leur capacité à contrer la propagation du roseau au sein des fossés.

Le suivi nous a permis de constater que le processus d'envahissement des nouveaux tronçons autoroutiers par le roseau commun peut s'initier rapidement. L'année suivant la mise en place des haies arbustives, nous avons observé quelques semis de roseau au sein de certaines zones témoins et plantées. Leur apparition confirme la nécessité d'établir rapidement un couvert d'arbustes afin de prévenir son établissement dans les fossés de drainage autoroutiers.

D'autre part, le suivi des plantations nous indique que les arbustes, lorsqu'ils sont plantés tôt au printemps à partir de matériel de bonne qualité, dans un sol peu pierreux et bien travaillé, peuvent s'établir adéquatement et croître rapidement pour constituer un couvert dense susceptible de former un obstacle à la progression du phragmite. En effet, les accroissements importants enregistrés pour certaines zones de plantation de Saint-Constant, de Fassett et de Lachute en témoignent. Par conséquent, l'approche de plantation d'arbustes pour prévenir l'invasion du roseau est appropriée. Cependant, les situations n'ont pas toutes mené à une plantation dense susceptible de remplir son rôle. La plus grande contribution de notre projet a donc été de déterminer les conditions menant au succès de la plantation. Par exemple, nous avons constaté que suite aux travaux de drainage, il y avait un délai de 1 à 3 ans avant que nous puissions établir nos plantations, laissant ainsi une période suffisante pour que s'amorce une invasion par le roseau. Pour éviter cet envahissement précoce des fossés, nous jugeons que les plantations devraient être effectuées beaucoup plus tôt dans le calendrier des travaux de construction d'autoroute. D'autre part, les zones de plantation intégrant deux à trois rangs du côté du talus et 1 rang du côté de la berge sont celles qui semblent former le couvert le plus susceptible de freiner le roseau. Aussi, le suivi des impacts liés à la dessiccation et aux embruns salins démontre que les rangs d'arbustes devraient être plantés à au moins de 15 mètres de la chaussée. La section suivante (Constats et recommandations) présente de façon plus précise les aspects techniques et les recommandations en vue d'assurer le succès de la plantation.

Pour ce qui est de l'impact des plantations d'arbuste à freiner la progression des colonies de roseaux, en comparaison aux zones témoins non plantées, le projet a été trop court pour que nous puissions le mesurer précisément. En effet, il faudra attendre sensiblement quelques années avant que des colonies de roseau établies hors de la zone expérimentale progressent de façon végétative jusqu'à venir en contact avec les plantations. Seulement alors serons-nous en mesure de vraiment constater la capacité des arbustes à freiner la progression des colonies. Cependant, compte tenu de nos connaissances sur les exigences du roseau et sur la densité des arbustales, on peut déjà présager du succès de la plantation à remplir son rôle.

4.2. Constats et recommandations spécifiques

4.2.1 La préparation de terrain et la pose du paillis de plastique

La préparation de terrain intègre divers éléments comme les modes de contrôle de la compétition herbacée, le travail du sol et les amendements qui peuvent être préconisés suite à des analyses du sol. Dans le cadre de la mise en place des haies arbustives, l'installation d'un paillis de plastique a été considérée puisqu'en éliminant les mauvaises herbes et en réchauffant le sol, il assure une meilleure croissance des plants tout en facilitant l'entretien des végétaux.

4.2.1.1 Constats

Pour la majorité des sites de plantation, les zones d'intervention situées en berge ont nécessité peu d'amendements en sol organique puisque celles-ci étaient généralement associées à une terre agricole anciennement cultivée. Par contre, les zones d'intervention situées au niveau du talus qui a été excavé et reprofilé, témoignent souvent d'une faible épaisseur de sol organique sur un fond d'argile lourde, et rocailleux à certains endroits.

En ce qui a trait au traitement du couvert herbacé avant le travail du sol (rotocultage), nous avons constaté que l'application de l'herbicide pouvait être réalisée avec un pulvérisateur dorsal ou à l'aide d'un pulvérisateur à petite rampe (1 à 2 m) munie d'un écran antidérive du côté du fossé. Bien que ces deux modes de pulvérisation aient été efficaces, l'utilisation d'un pulvérisateur à petite rampe est beaucoup plus rapide. Soulignons que le traitement herbicide sur certaines zones renfermant déjà du roseau commun (Saint-Constant), ont été recolonisées par ce dernier après quelques mois.

En présence d'un sol argileux lourd, nous avons constaté que le travail du sol doit s'effectuer lorsque celui-ci est légèrement humide et suffisamment asséché pour éviter la formation d'agrégats grossiers d'argile (mottes) qui rendent impossible la pose du paillis de plastique. Dans ce contexte, l'enfouissement du paillis est souvent inadéquat, ce qui occasionne des poches d'air sous le paillis et par conséquent une accumulation de chaleur intense susceptible d'affecter la survie des végétaux. Outre cette situation, la pose du paillis de plastique peut s'avérer relativement simple lorsque la dérouleuse est bien ajustée et que le sol est bien travaillé.

Bien que l'utilisation du paillis de plastique constitue un mode de plantation qui favorise l'établissement des arbustes, l'application de cette étape peut s'avérer très complexe, voir impossible lorsque le profil du talus et de la berge sont trop pentus. En effet, la machinerie munie du motoculteur ou de la dérouleuse glisse souvent vers le fossé, causant ainsi des roulières et des déchirures du paillis.

4.2.1.2 Recommandations

Pour faciliter la pose de paillis de plastique, la plantation et l'établissement adéquat des haies arbustives, nous proposons les recommandations suivantes :

- 1- Lorsque le sol organique et meuble est trop mince ou absent, nous recommandons l'ajout de terre afin d'avoir au moins 20 cm de sol organique meuble au niveau de la zone de plantation;
- 2- L'utilisation du motoculteur (rotoculteur) de marque «Rotadairon» ([Figure 15](#), voir [Annexe 4](#)) nous apparaît un type d'équipement efficace pour obtenir un sol meuble à une profondeur adéquate;
- 3- Si le couvert herbacé traité renferme un système racinaire dense et profond, nous recommandons d'herse la zone de plantation préalablement à l'étape de rotocultage;
- 4- Dans un contexte où les zones de plantations sont un peu plus pentues et plus difficiles d'accès, nous recommandons l'utilisation d'une chargeuse compacte sur chenilles «Bobcat» ([Figure 16](#), voir [Annexe 4](#)). Ce type de machinerie travaille efficacement en minimisant les dommages au sol. De plus, on peut y greffer différents accessoires nécessaires à la préparation du sol tels qu'une herse et un rotoculteur;
- 5- Même si le travail du sol est adéquat, nous recommandons fortement que l'entrepreneur soit expérimenté afin que ce dernier ajuste correctement la dérouleuse pour s'assurer que l'implantation du paillis soit durable et sans poche d'air;
- 6- La préparation du sol et la pose du paillis doivent se faire le plus près possible du fossé. Pour ce faire, nous recommandons que les pentes (ou une portion de celles-ci) qui bordent le fossé soient profilées de manière à recevoir une zone plantation à proximité du lit du fossé;
- 7- Sur les zones qui renferment déjà un peu de roseau commun sur le talus ou la berge, nous recommandons qu'un second traitement herbicide soit effectué au cours de la saison estivale sur les nouvelles tiges de roseau. Nous recommandons une application d'herbicide par badigeonnage lorsque les tiges atteignent moins de 50 cm afin de ne pas affecter les arbustes plantés;
- 8- Dans le cadre de la création de nouveaux tronçons autoroutiers, nous recommandons que les plantations d'arbustes soient exécutées plus tôt dans le calendrier des travaux

de construction, si possible au moment où le profilage final des fossés est terminé et juste avant l'ensemencement des talus et des berges (**Figure 17**, voir **Annexe 4**). Ceci éviterait l'installation d'un paillis de plastique et permettrait d'exécuter les plantations sur un sol à nu dépourvu d'un couvert herbacé compétitif. De plus, le coût associé à la mise en place des haies serait réduit substantiellement et les fossés seraient plus rapidement ombragés, minimisant du même coup les risques d'un établissement précoce de semis de roseau;

- 9- Dans un contexte où le tronçon autoroutier est déjà aménagé et que la préparation du sol n'est pas possible, nous recommandons la plantation de plants à forte dimension (PFD) d'aulne rugueux sans préparation du sol. Pour favoriser l'établissement des plants, nous recommandons un contrôle de la compétition herbacée. Des essais réalisés au printemps 2014 sur l'autoroute 35 à St-Alexandre nous indiquent que cette alternative peut constituer une solution de rechange efficace. Cependant, des mesures d'entretien et de regarnissement sont nécessaires puisque nos essais témoignent d'un taux de mortalité un peu plus élevé que ceux des autres sites d'étude.

4.2.2 Choix des végétaux

Rappelons que les deux espèces sélectionnées en 2010, l'aulne rugueux et le saule miyabeana, ont été identifiés sur la base de 5 principaux critères susceptibles de garantir une meilleure efficacité et pérennité des plantations. Parmi ces critères nous reconnaissons les aptitudes suivantes : croissance rapide, capable d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres, tolérance à l'humidité ou une permanence d'eau au printemps, capacité de faire des rejets puis une tolérance au sel et à la dessiccation.

Saule miyabeana (*Salix miyabeana*)

4.2.2.1 Constats

Les suivis des sites de plantation nous indiquent que le saule est capable de croître rapidement et atteindre les hauteurs escomptées après quelques saisons de croissance. Toutefois, sa tolérance au sel demeure plutôt modérée puisque les zones de plantation situées à moins de 15 mètres de la chaussée autoroutière sont généralement plus affectées par les embruns salins, notamment sur le bois de l'année souvent non lignifié. Malgré la mortalité de certaines tiges, nous avons pu constater que cette espèce possédait une forte capacité à refaire sa couronne en une seule saison de croissance avec des accroissements pouvant atteindre plus de 2 m.

Aulne rugueux (*Alnus incana* ssp. *rugosa*)

4.2.2.2 Constats

Les suivis des plantations nous indiquent que l'aulne rugueux est beaucoup plus affecté que le saule lorsqu'il est planté tardivement (juin) et en période de canicule (printemps 2010). Cette situation se reflète par conséquent sur les vitesses de croissance observées au cours des premières années de suivi puisque nous avons dû procéder à des mesures importantes de regarnissement au printemps 2011 (Fassett et Lachute). Toutefois, le suivi de 2013 et une visite de nos plus vieux sites de plantation en 2014 témoignent d'une croissance notable où une proportion importante des plants d'aulne rugueux atteint maintenant près de 3 mètres². À l'inverse des saules, l'aulne rugueux est moins affecté par les embruns salins et la dessiccation.

4.2.2.3 Recommandations pour les deux espèces

Pour pallier aux impacts des embruns salins et pour constituer une haie capable d'atteindre rapidement une hauteur de 5 mètres, nous recommandons les alternatives suivantes :

- 1- Si c'est possible, les haies doivent être implantées à plus de 15 mètres de la chaussée;
- 2- Si la haie doit être plantée à moins de 15 m de la chaussée, il faut considérer l'implantation de deux (R1, R2) ou trois rangs (R1, R2, R3) de saules du côté du talus (**Figure 18**, voir **Annexe 4**) afin de protéger le rang en marge du fossé (R1). Rappelons que les rangs supplémentaires implantés sur le talus (R2 et R3) captent ou interceptent une proportion importante des embruns salins afin de maintenir une hauteur suffisante du rang en marge du fossé (R1);
- 3- Si la haie doit être plantée très près de la chaussée (moins de 10 m), il faut envisager l'incorporation d'au moins un rang d'une espèce très résistante aux sels de déglacage et à la dessiccation (ex. : Caraganier de Sibérie) afin de protéger le rang de saule en marge du fossé (**Figure 19**, voir **Annexe 4**);
- 4- De façon générale, il serait avantageux d'incorporer un rang d'arbustes très résistant aux embruns salins et à la dessiccation en marge de la chaussée afin qu'il agisse comme filtre aux embruns et protège les espèces bordant le fossé.

² Cette hauteur de 3 mètres atteint par l'aulne rugueux ne considère pas les hauteurs des quelques individus d'aulne glutineux plantés par erreur dans la zone 10 sur le site de Fassett, lesquels atteignaient plus de 6 mètres en 2013.

4.2.3 La plantation des végétaux

De façon générale, les sites d'étude renferment une dizaine de zones de plantation de 100 m de long qui sont distribuées équitablement de part et d'autre de l'autoroute. Juxtaposées à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins à l'intérieur desquelles il n'y a pas eu d'interventions. Ces plantations arbustives sont réalisées selon 3 modes de plantation, soit A, B et C. Le mode A correspond aux plantations où nous implantons une seule espèce d'arbuste au niveau de la berge. Pour le mode B, une seule espèce est implantée de part et d'autre du fossé, soit sur la berge et le talus. Enfin, le mode C combine la plantation de deux espèces sur le côté de la berge seulement.

4.2.3.1 Constats

Lors de la réalisation des travaux de plantation, nous avons constaté toute l'importance liée à la qualité des plants et des boutures lors de la livraison, mais surtout à leur conservation tout au long de la période de plantation. Rappelons que les boutures doivent être conservées à une température de 4⁰ C avant d'être plantées, sans quoi leurs bourgeons risquent de débourrer (**Figure 20**, voir **Annexe 4**) à l'intérieur de la boîte de livraison et compromettre leur chance de survie lors de leur mise en terre (site de Fassett). Des suivis des plantations sur paillis de plastique ont confirmé que des plantations exécutées au mois de juin pouvaient entraîner un très haut taux de mortalité allant de 35 à 50%. À l'inverse, des plantations exécutées très tôt au printemps (fin avril) ont témoigné d'un très faible taux de mortalité, soit de 2% à 3,5%.

4.2.3.2 Recommandations

Pour s'assurer d'un établissement et d'un taux survie notable des arbustes plantés nous proposons les recommandations suivantes :

1. Les plantations devraient être réalisées tôt au printemps et préférablement vers la fin du mois d'avril, mais pas au-delà de la mi-mai. Les arbustes pourront alors bénéficier de l'humidité emmagasinée dans le sol ainsi que des pluies printanières souvent plus fréquentes au cours de cette période;
2. Si le processus de plantation des boutures se prolonge sur quelques jours, il est important que les boutures soient conservées au sein d'un petit camion réfrigéré sur le terrain;

3. Il serait avantageux que les plantations soient effectuées par des personnes expérimentées;
4. Dans un contexte où l'envahissement par le roseau commun s'effectue de manière précoce au sein des zones de plantation, nous recommandons que les tiges de roseaux soient contrôlées (application d'herbicide par badigeonnage sur les jeunes tiges en début de saison estivale) au cours de la 1^{ère} et/ou 2^e saison afin que la haie arbustive puisse atteindre une hauteur suffisante.

4.2.4 Résistance à l'envahissement par le roseau

4.2.4.1 Constats

Les suivis de l'envahissement nous indiquent que quelques colonies éparses de roseau commun ont colonisé de manière précoce nos plus vieux sites d'étude (Fassett et Lachute) et que les arbustes présentent une variabilité de hauteur au sein des différentes zones de plantation en raison des mesures de regarnissement. Dans ce contexte, nous constatons qu'il s'avère difficile de mesurer adéquatement l'impact réel de l'ombre comme facteur inhibiteur de la germination des graines de roseau et de la progression des colonies au sein des fossés. Par contre, nous pouvons souligner que la majorité des zones plantées sur le site de Fassett et Lachute n'ont pas été colonisées par le roseau commun (15 sur 20) et celles qui le sont, l'ont été à partir de 2011 (4 sur 5) à l'exception d'une seule (en 2012). Ajoutons que les zones de plantation ayant été colonisées par le roseau témoignent généralement d'une croissance plus lente et sont composées essentiellement d'aulnes rugueux.

Des observations récentes sur le terrain (2014) nous indiquent que les zones de plantations qui sont composées de saules miyabeana et qui renferment 2 rangs d'arbuste au niveau du talus et 1 rang sur la berge constituent un mode de plantation (mode B) à privilégier puisqu'il réussit à projeter suffisamment d'ombre sur le fossé en formant une voute sur ce dernier (**Figure 21**, voir **Annexe 4**). Nous supposons que ce mode de plantation composé d'aulne rugueux pourrait arriver au même résultat, mais celui-ci n'est que retardé compte tenu de sa vitesse de croissance plus lente. Une estimation du coût linéaire de chacun des types de plantation se retrouve à l'Annexe 5.

4.2.4.2 Recommandations

Pour établir une strate arbustive haute et dont la cime surplombe le fossé afin de générer suffisamment d'ombrage pour limiter la germination des semences du roseau commun, nous proposons les recommandations suivantes :

1. Nous recommandons d'implanter des haies selon le mode de plantation «B» qui nécessite la plantation d'arbustes de part et d'autre du fossé;
2. Nous recommandons l'utilisation du saule miyabeana et de l'aulne rugueux, bien que le saule miyabeana semble croître plus rapidement;
3. Pour favoriser une pleine croissance des arbustes bordant le fossé (R1), nous recommandons de prévoir plus d'un rang du côté du talus lorsque le site est susceptible d'être soumis aux embruns salins.

4.3 Recommandations dans une perspective plus générale de la gestion du roseau

Des études récentes indiquent que les bordures de routes constituent la principale voie de propagation du roseau commun à travers le Québec (Albert et al. 2013, Brisson et al. 2010, Jodoin et al. 2008, Lelong et al. 2007). À partir des fossés autoroutiers, le roseau peut progresser dans les marais naturels où il a un grave impact négatif sur la richesse et la diversité floristique et animale. Il peut aussi constituer une nuisance pour l'agriculture, pour certaines infrastructures publiques et privées par exemples : revêtement d'asphalte et toiles de piscines sans compter que ses chaumes asséchés constituent un risque de feu pour les habitations voisines de roselières (Groupe Phragmites, 2012). Bien que des plantations d'arbustes en bordure de fossés autoroutiers constituent une avenue de solution intéressante pour freiner l'invasion du roseau, il est également important de considérer cette problématique à une échelle plus large. Nous savons que la fragmentation du paysage, qui élimine souvent les bordures forestières en marge des emprises, est susceptible de contribuer grandement à l'expansion de cet envahisseur (Albert et al., 2013). La conservation des bordures forestières en marge des emprises limite la dispersion des semences par le vent et agit comme barrière physique pour la propagation végétative (Boivin et al. 2012). Les haies d'arbres à feuilles persistantes ayant en sous-étage une strate arbustive constituent un moyen efficace pour limiter la propagation du roseau (Lavoie, 2011). Ainsi, si l'on veut éviter que les tronçons d'autoroute récemment construits se transforment en quelques années en roselières longilignes, il importe de planter

sans tarder une végétation ligneuse en bordure des fossés et en marge des emprises; une fois le roseau bien implanté, il sera trop tard pour agir, du moins à faibles coûts (Lavoie, 2011). Dans le cas où ces couverts arbustifs existent déjà naturellement, il est impératif de les maintenir en place puisque trop souvent ils sont endommagés par des opérations d'entretien ou une pression des riverains qui souhaitent offrir une visibilité à leur entreprise ou à leur panneau publicitaire.

Dans le cadre de la stratégie développée par le Québec face aux changements climatiques, le gouvernement a récemment mis en place un système québécois de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (SPEDE) communément appelé « marché du carbone » : les berges autoroutières pourraient contribuer à cette stratégie en constituant des sites propices à des plantations d'arbres et d'arbustes. Le MDDELCC élabore actuellement un protocole de crédits compensatoires portant sur le boisement et le reboisement, qui a fait l'objet d'une consultation en 2015 (MDDELCC, 2016). Cette perspective offre la possibilité au MTMDET d'allouer des superficies de boisement (berges) importantes à des organisations qui voudront compenser leurs émissions de carbone. Le Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports pourra ainsi reconsolider la végétation de bordure à faible coût afin de limiter ses discontinuités et sa perméabilité aux propagules d'espèces exotiques envahissantes (EEE) et ce, tout en améliorant son image d'État.

Dans un contexte de changements climatiques où la limite d'invasion de diverses EEE risque d'être repoussée vers des latitudes plus nordiques, il est également important de prévoir dans la gestion des milieux naturels et des infrastructures routières des frais associés à la détection et au contrôle des espèces envahissantes (de Blois et al. 2013). Bien qu'il soit important de s'intéresser à la gestion du roseau commun dans le sud du Québec, notamment avec la création des nouveaux tronçons routiers, il est aussi primordial de se soucier des petites colonies de roseau isolées qui sont situées à la limite nord de leur front d'invasion (Abitibi, Témiscamingue, Saguenay-Lac St-Jean, Côte-Nord). De plus, face à une volonté politique du gouvernement provincial de lutter contre les conséquences liées aux changements climatiques et de faciliter l'accès aux territoires plus nordiques pour l'exploitation des ressources (Gouvernement du Québec, 2015), nous recommandons que soient identifiées et localisées ces colonies délimitant ce front d'invasion afin qu'elles soient éradiquées rapidement. En agissant ainsi, les gestionnaires du réseau de transports de la province répondraient à l'un des principes de base lié au contrôle des EEE, soit d'en faire une gestion préventive. Toutefois, la lutte aux EEE doit être abordée de manière plus large puisque ces espèces ne colonisent pas exclusivement les

emprises autoroutières du MTMDET : d'autres territoires sous la gestion de différents acteurs comme les municipalités, les compagnies forestières, le réseau des ZEC et Hydro-Québec peuvent être la source de nouveaux foyers d'invasion. Dans ces régions encore peu envahies, nous croyons qu'une action concertée avec ces différents acteurs devrait être sous la coordination du MDDELCC.

5. Remerciements

Cette étude n'aurait pu être réalisée sans la collaboration des nombreux responsables des différentes directions territoriales associées à ce projet de recherche. Nous remercions de façon particulière l'implication de **Nicolas Wampach, Bibiane Racette, Jonathan Ménard, Guy Bédard, Annie Duchesne, Nicolas Ste-Marie** et **Julie Boucher**. Nous aimerions souligner l'excellent travail de nombreux 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, Jacques Baril, Daniel Auger, Antoine Magnoux, Pierre-Olivier Guimond, Noémie Boulanger, Mathieu Bélanger, Marie-Ève Payeur, Arnaud Albert, Xavier Paradis, Marie Xuyen Larochelle, Gabriel Letendre** et **Marie-Anne Viau**. Nous aimerions également souligner le soutien de certains membres de l'équipe de l'Université Laval, soit **Annie Saint-Louis** et **Élisabeth Groeneveld**. Toutes ces personnes sont méritoires car le travail de terrain en bordure d'autoroute peut s'avérer dangereux et difficile, tant aux moments de la construction qu'au moment de l'ouverture des nouveaux tronçons autoroutiers. Les discussions toujours riches et plaisantes que nous avons eues avec notre collaborateur **Claude Lavoie**, professeur titulaire à l'Université de Laval, membre du GROUPES PHRAGMITES, a contribué non seulement à l'élaboration de ce cadre de recherche qui a été proposé au MTMDET, mais aussi à sa bonification. Enfin, nous ne pouvons pas passer sous silence l'appui indéfectible des chargés de projet au MTMDET, **Yves Bédard** et **Martin Lafrance**, qui ont souvent facilité la tâche de l'équipe sur de multiples aspects du travail.

6. Bibliographie

- ALBERT, A., J. BRISSON, J. DUBE and C. LAVOIE, 2013. Do woody plants prevent the establishment of common reed along highways ? Insights from southern Quebec. *Invasive Plant Science and Management Albert*, 6 : 585-592.
- BEAUDOUIN, R. 1992. Observations sur la tolérance aux embruns salins d'espèces ligneuses en plantation aux abords des autoroutes. *The Forestry Chronicle* 68(4): 496-502.
- BELLAVANCE, M.-E. and J. BRISSON. 2010. Spatial dynamics and morphological plasticity of common reed (*Phragmites australis*) and cattails (*Typha* sp) in freshwater marshes and roadside ditches. *Aquatic Botany* 93 : 129-134.
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2015. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4). Rapport d'activités 2014 préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 41 pages et annexes.
- BOIVIN, P., N. HOUDE et J. BRISSON. 2012. Maîtrise intégrée de la végétation. Volet I : suivi écologique – Plantes exotiques envahissantes. Projet de ligne Chaudière – Saint-Agapit. Propositions de mesures correctives et préventives. Rapport préparé pour Hydro-Québec TransÉnergie. Institut de recherche en biologie végétale, Montréal. 58 pages et annexes.
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2008. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Fassett. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Montréal. 15 pages et annexes
- BOIVIN, P., N. BOULANGER et J. BRISSON. 2009. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*). Rapport d'étape annuel (été 2009) préparé pour Ministère des transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Montréal. 19 pages et annexes.
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2010. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun. Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Lachute. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Montréal. 18 pages et annexes.
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2010. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun. Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 30, à Saint-Constant. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. Université de Montréal, Montréal. 17 pages et annexes.
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2011. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4). Rapport

d'activités de recherche (saison 2011) préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 22 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.

BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2012. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4). Rapport d'activités de recherche (saison 2012) préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 29 pages et annexes.

BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2013. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4). Rapport d'activités 2013 préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 41 pages et annexes.

BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2015. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention et suivi (R538-4). Rapport d'activités 2014 préparé pour le ministère des Transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale – Université de Montréal, Montréal. 41 pages et annexes.

BRISSON, J., S. DE BLOIS and C. LAVOIE, 2010. Roadsides as invasion pathway for common reed (*Phragmites australis*). *Invasive Plant Science and Management* 3 : 506-514.

DE BLOIS, S., L. BOISVERT-MARSH, R. SCHMUCKI, CA.. LOVAT, C. BYUN, P. GOMEZ-GARCIA, R. OTFINOWSKI, E. GROENEVELD & C. LAVOIE, 2013. Outils pour évaluer les risques d'invasion biologique dans un contexte de changements climatiques. Université McGill. Montréal, Québec. 80 p.

GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2015. Le Plan Nord à l'horizon 2035, plan d'action 2015-2020. <http://www.plannord.gouv.qc.ca/fr/priorites-daction/conditions-reussite/transport/>

JOBIDON, R. 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. Revue de littérature. Gouv. du Québec, ministère des Forêts, Direction de la recherche. Mémoire de Recherche forestière n°117. 180 pages.

JODOIN, Y., C. LAVOIE, P. VILLENEUVE, M. THERIAULT, J. BEAULIEU & F. BELZILE. 2008. Highways as corridors and habitats for the invasive common reed *Phragmites australis* in Quebec, Canada. *Journal of Applied Ecology* 45: 459-466.

LAVOIE, C. 2011. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun. Volet analytique. École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional, Université Laval, Québec. Rapport remis au Ministère des Transports du Québec, Québec, 23 p.

LE GROUPE PHRAGMITES, 2012. Le roseau envahisseur : la dynamique, l'impact et le contrôle d'une invasion d'envergure. *Le Naturaliste canadien* 136(3):33-39.

LELONG, B., C. LAVOIE, Y. JODOIN & F. BELZILE. 2007. Expansion pathways of the exotic common reed (*Phragmites australis*): A historical and genetic analysis. *Diversity and Distribution* 13: 430-437.

MDDELCCC, 2016. Le marché du carbone. Crédits compensatoires.
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/carbone/credits-compensatoires/index.htm>

Annexe 1 : Activités connexes

Tableau 27 : Activités de diffusion des résultats

Date	Type de diffusion	Activités
13 mars 2009	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2009. 5 ^e Colloque annuel du Groupe Phragmites. Québec.
Mai 2009	Bulletin	Bulletin du Groupes Phragmites. Travaux sur le roseau long des autoroutes. p.2-3
Mai 2009	Tournage	Reportage à La Semaine Verte portant sur les travaux du Groupe Phragmites.
Septembre 2009	Bulletin	Bulletins du Groupes Phragmites. Septembre 2009. Travaux sur le roseau en collaboration avec le MTQ. p.2-3
Janvier 2010	Bulletin	Bulletin du Groupes Phragmites. Roseau et autoroutes. p. 2-3.
26-27 Mai 2010	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2010. 6 ^e Colloque annuel du Groupe Phragmites. Châteauguay.
Mai 2010	Bulletin	Bulletins du Groupes Phragmites. Roseau et autoroutes : les plantation s'en viennent. p. 3-4.
Novembre 2011	Rencontre	Rencontre d'échange avec divers partenaires et la position que le MTQ face à la gestion du roseau.
Janvier 2012	Bulletin	Bulletins du Groupes Phragmites. Le Groupe Phragmites tient des formations à l'intention de ses partenaires. p. 2.
7 août 2012	Visite des sites	Visites des sites de plantations avec les partenaires. Fassett et Lachute A50.
Octobre 2012	Bulletin	Bulletins du Groupes Phragmites. Plantations arbustives comme mesures anti-roseau. p. 1.
22 avril 2013	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2013. 8 ^e Colloque annuel du Groupe Phragmites. Québec.
17 octobre 2013	Visite de sites	Visites des sites de plantations avec les partenaires. St-Alexandre A35 et St-Constant A30.
31 mars 2014	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2014. Journée de formation offerte par le Groupe Phragmites et l'Université Laval. Québec.
7 et 8 octobre 2014	Visite des sites	Visites des sites de plantations avec les partenaires. St-Alexandre A35, St-Constant A30, Fassett et Lachute A50.
4 novembre 2014	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2014. Journée de formation offerte par le Groupe Phragmites et l'Université Laval. Montréal.
21 octobre 2015	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2015. Journée de formation offerte par le Groupe Phragmites et l'Université Laval. Montréal.
10 novembre 2015	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2015. Journée de formation offerte par le Groupe Phragmites et l'Université Laval. Montréal. Québec.
25 octobre 2016	Conférence	BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2016. Journée de formation offerte par le Groupe Phragmites et l'Université Laval. Montréal.

Annexe 2 : Coupes transversales des zones de plantation pour les différentes Directions territoriales

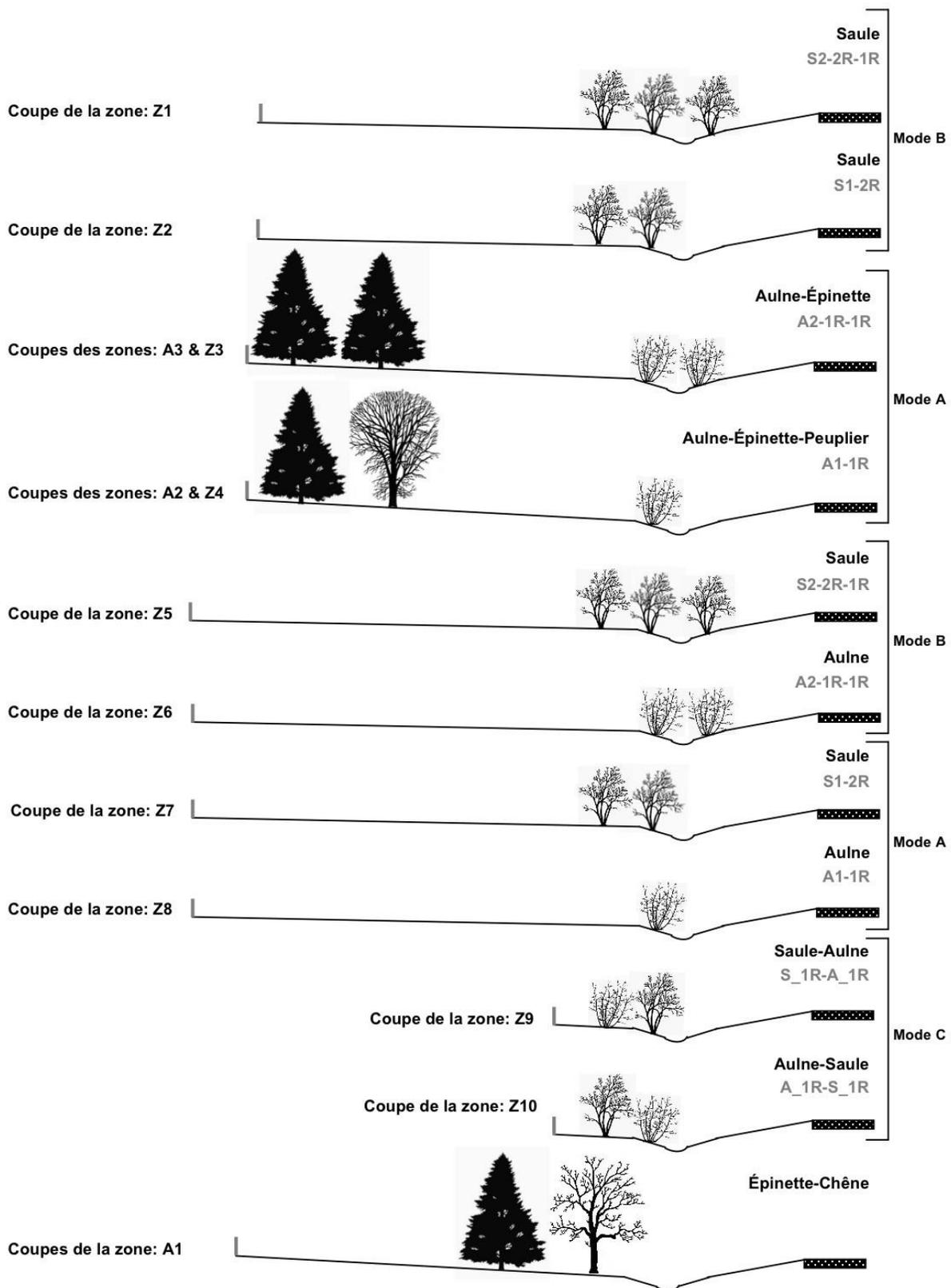


Figure 10 : Coupes transversales des différentes zones de plantation sur le site de Fasset

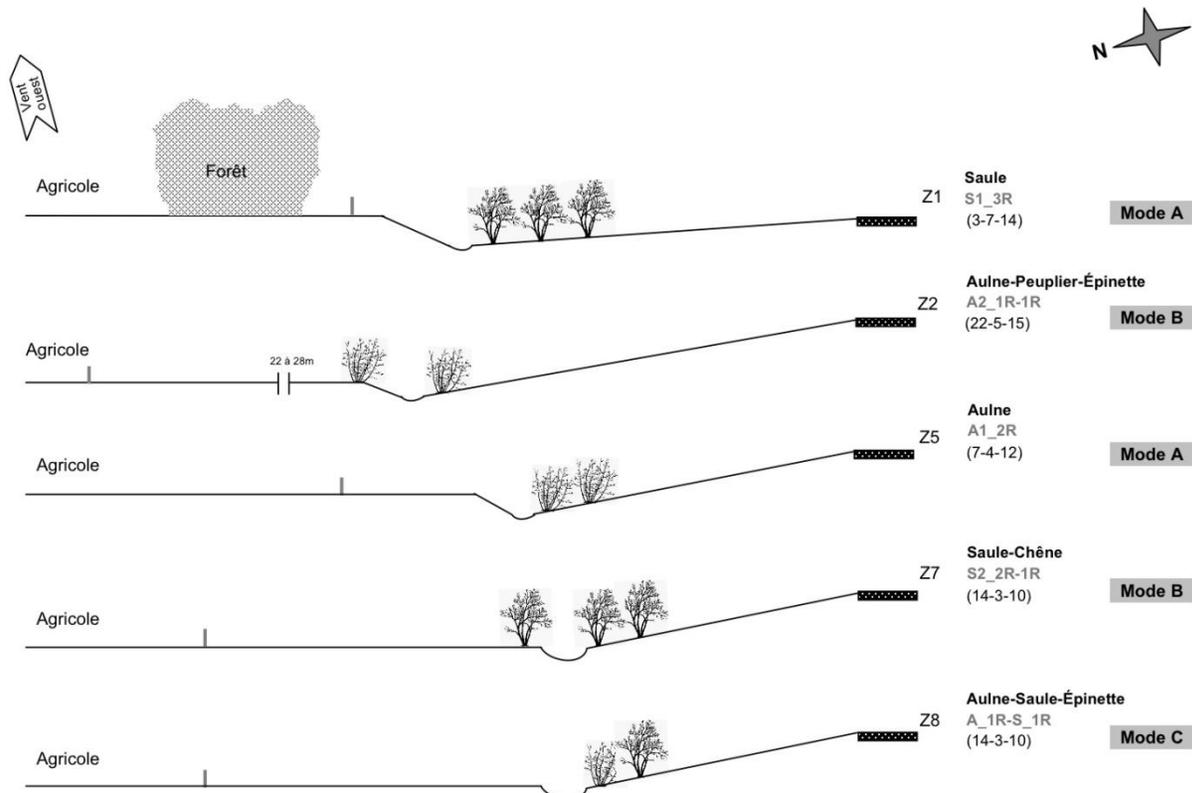


Figure 11a : Coupes transversales des différentes zones de plantation du côté nord sur le site de Lachute

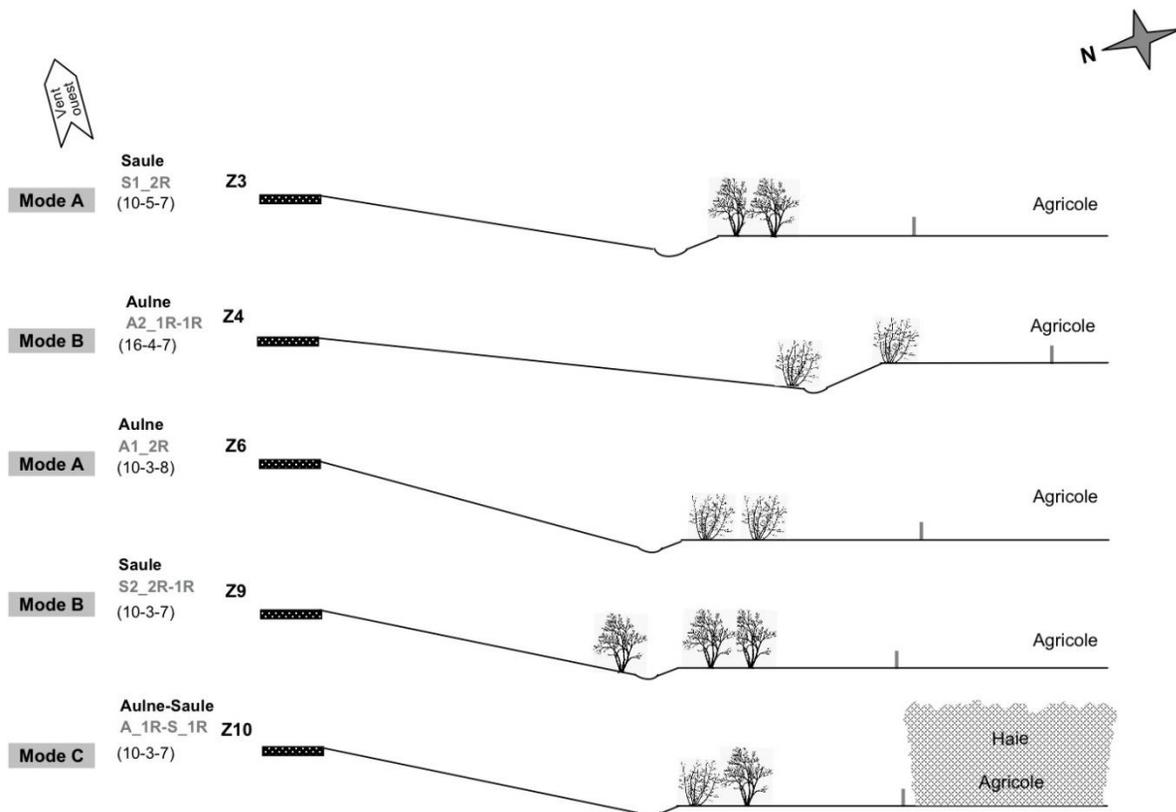


Figure 11b : Coupes transversales des différentes zones de plantation du côté sud sur le site de Lachute

Saint-Constant - Autoroute 30 - Côté nord

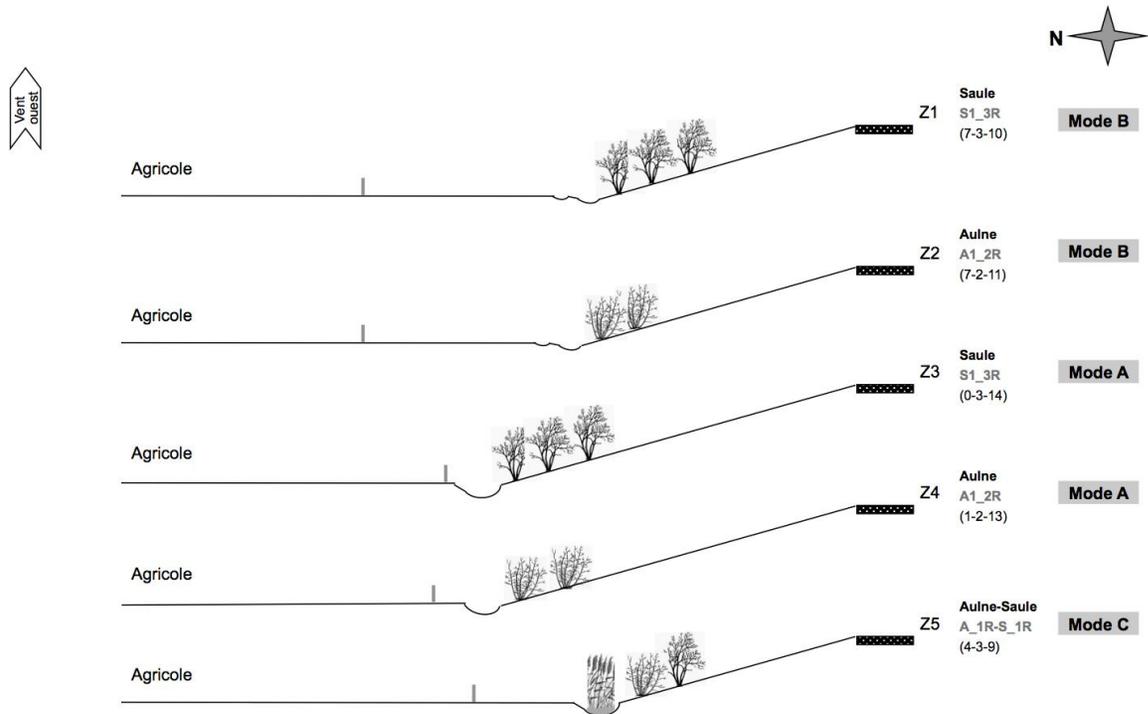


Figure 12 : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté nord de l'autoroute 30.

Saint-Constant - Autoroute 30 - Côté sud

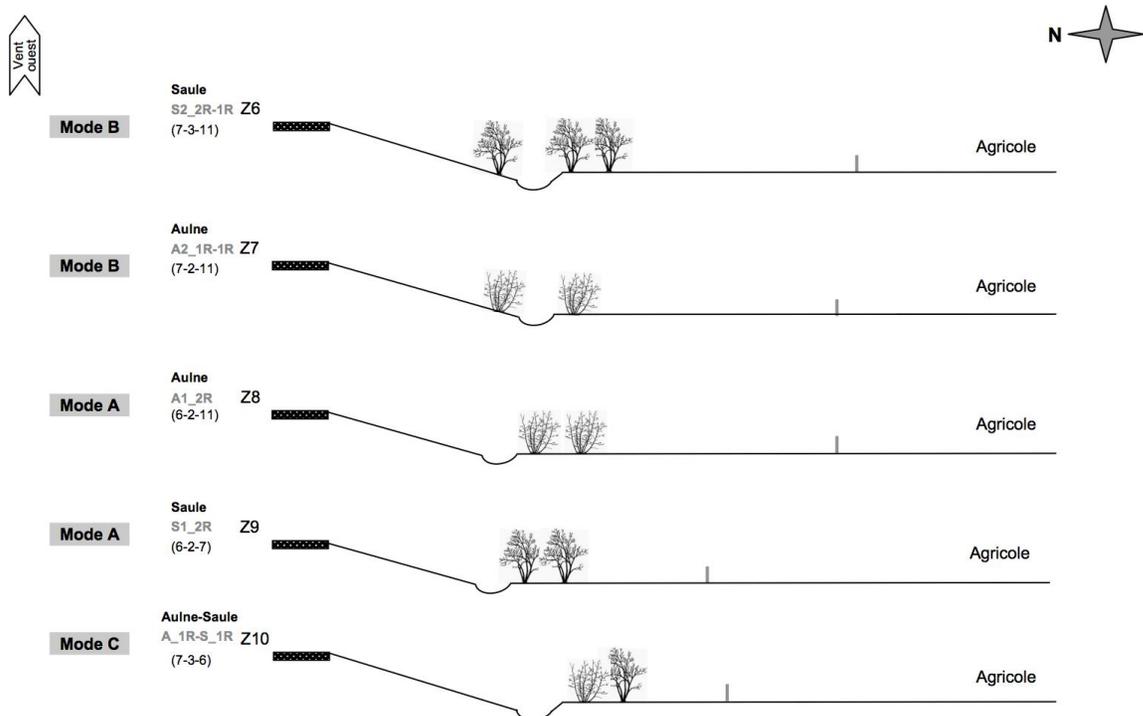


Figure 13 : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté sud de l'autoroute 30

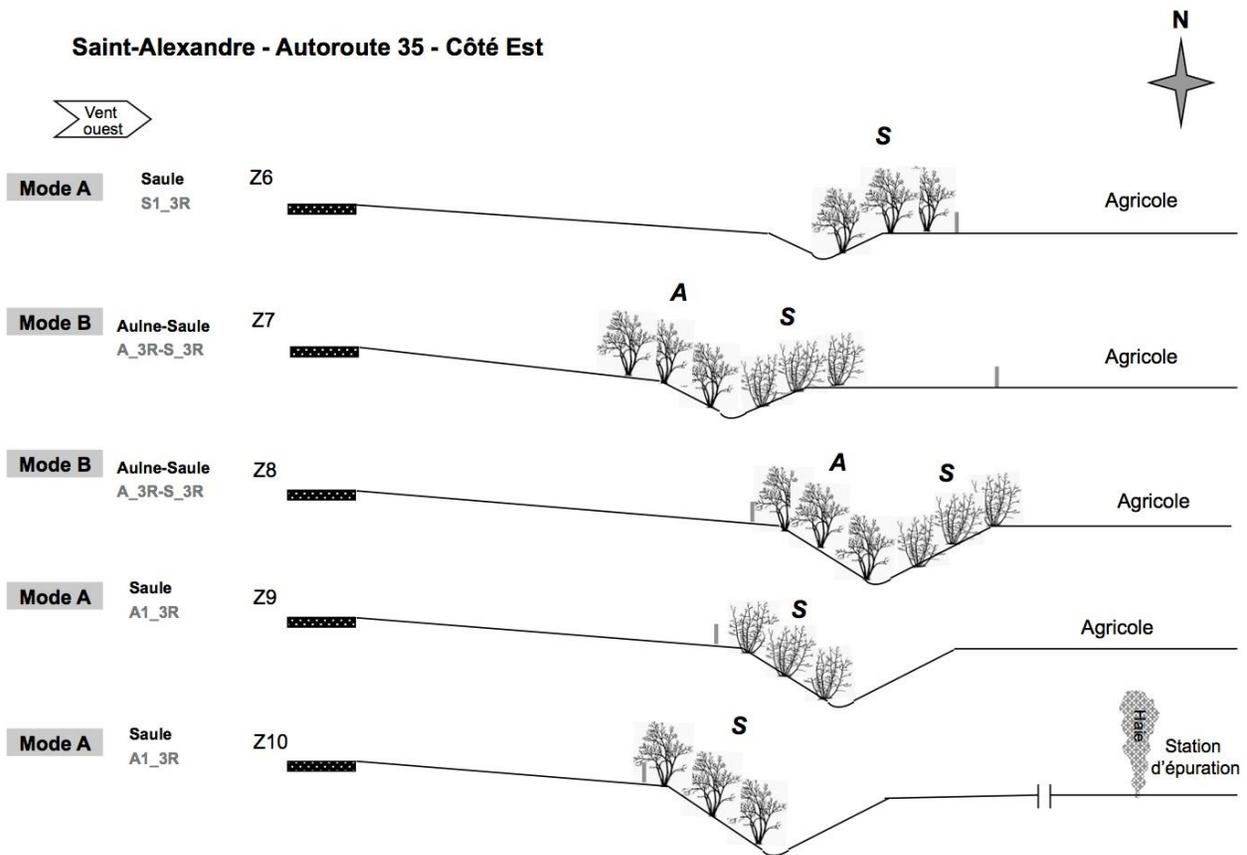


Figure 14a: Coupe transversale des zones de plantation sur le côté Est de l'autoroute 35.

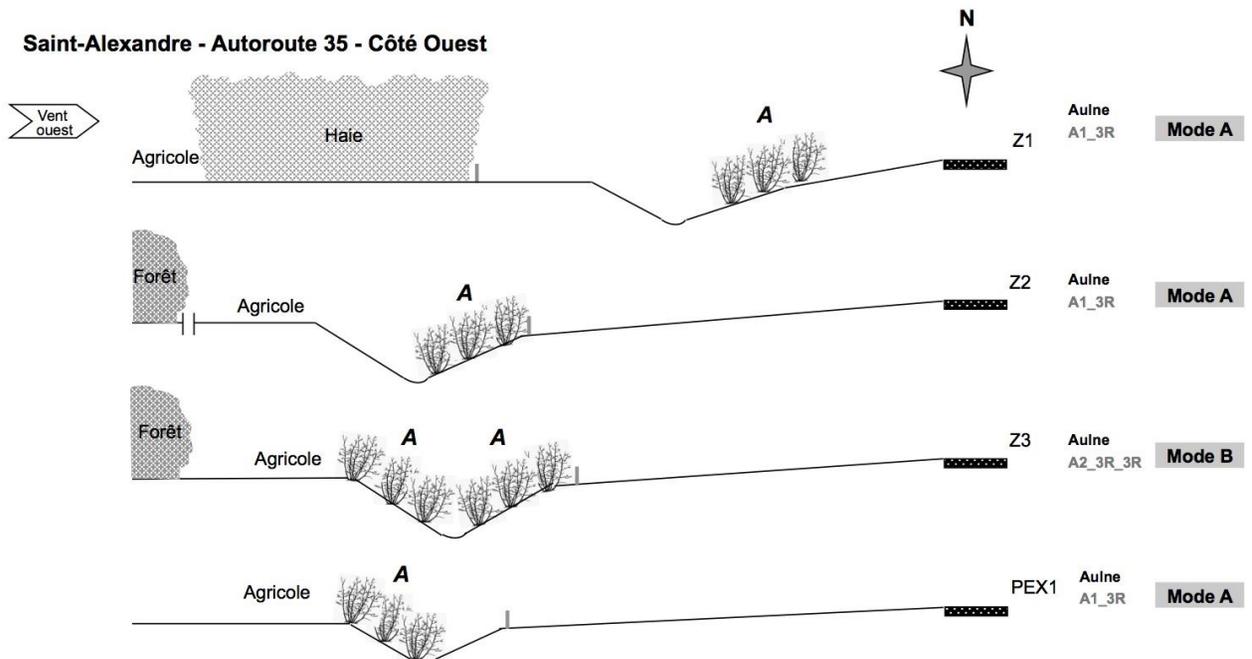


Figure 14b : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté Ouest de l'autoroute 35.

**Annexe 3 : Envahissement du roseau au sein des fossés en marges
des zones plantées et témoins à St-Constant et St-
Alexandre**

Tableau 28 : Progression des communautés de roseau observées au sein des fossés en marge des zones plantées et témoins dans le secteur de St-Constant.

Zones plantées	Segments plantés	Espèce	Nb de rang	Type de plantation	2013	2014	2014	2014	2014
					Longueur (m)	Longueur (m)	Classe densité ³	Progression (m)	Accroissement (%)
Z1	Z1-A	Saule	3	S1_3R	6,9	6	10	-0,9	-13
Z1	Z1-AA	Saule	3	S1_3R		3	3	3	3
Z1	Z1-B	Saule	3	S1_3R	3,9	4	3	0,1	3
Z1	Z1-C	Saule	3	S1_3R	1,2	2,1	3	0,9	75
Z1	Z1-D	Saule	3	S1_3R	2,2	3,4	3	1,2	55
Z1	Z1-E	Saule	3	S1_3R	0,8	2	3	1,2	150
Z1	Z1-F	Saule	3	S1_3R	0,1	0,9	3	0,8	800
Z1	Z1-G	Saule	3	S1_3R	6,8	6,5	10	-0,3	-4
Z1	Z1-H	Saule	3	S1_3R	6	10,4	3	4,4	73
Z1	Z1-I	Saule	3	S1_3R	3	4,5	20	1,5	50
Z1	Z1-J	Saule	3	S1_3R	6	5,6	10	-0,4	-7
Z2	Z2-AA	Aulne	2	A1_2R		0,05	3	0,05	0,1
Z2	Z2-BB	Aulne	2	A1_2R		2	3	2	2
Z2	Z2-CC	Aulne	2	A1_2R		1,1	3	1,1	1
Z2	Z2-A	Aulne	2	A1_2R	3	3,1	3	0,1	3
Z2	Z2-B	Aulne	2	A1_2R	5	7,2	10	2,2	44
Z2	Z2-C	Aulne	2	A1_2R	1,3	2,7	3	1,4	108
Z2	Z2-D	Aulne	2	A1_2R	22,8	23,5	62,5	0,7	3
Z3	Z3-A	Saule	3	S1_3R	2,5	4,1	10	1,6	64
Z3	Z3-B	Saule	3	S1_3R	11,1	12	3	0,9	8
Z3	Z3-C	Saule	3	S1_3R	2,1	0,7	3	-1,4	-67
Z3	Z3-D	Saule	3	S1_3R	1,9	3,3	3	1,4	74
Z3	Z3-E	Saule	3	S1_3R	2,3	2,5	3	0,2	9
Z3	Z3-F	Saule	3	S1_3R	2,8	1,7	3	-1,1	-39
Z3	Z3-G	Saule	3	S1_3R	2,7	3,3	3	0,6	22
Z3	Z3-H	Saule	3	S1_3R	2,6	3	3	0,4	15
Z4	Z4-A	Aulne	2	A1_2R	7,2	7,9	10	0,7	10
Z4	Z4-B	Aulne	2	A1_2R	16	16	62,5	0	0
Z4	Z4-C	Aulne	2	A1_2R	47,7	47,7	62,5	0	0
Z4	Z4-D	Aulne	2	A1_2R	5	5	62,5	0	0
Z4	Z4-E	Aulne	2	A1_2R	13	10	62,5	-3	-23
Z4	Z4-F	Aulne	2	A1_2R	4	7	10	3	75
Z4	Z4-G	Aulne	2	A1_2R	1			-1	-100
Z5	Z5-A	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	100	100	62,5	0	0
Z6	Z6-AA	Saule	1	S2_1R-1R		0,7	3	0,7	0
Z6	Z6-BB	Saule	1	S2_1R-1R		0,05	3	0,05	1
Z6	Z6-CC	Saule	1	S2_1R-1R		0,1	3	0,1	0
Z6	Z6-A	Saule	1	S2_1R-1R	17,1	16,5	37,5	-0,6	-4
Z7	RIEN	Aulne	2	A2_1R_1R			10		
Z8	Z8-A	Aulne	2	A1_2R	2,9	5,1	10	2,2	76
Z9	Z9-AA	Saule	2	S1_2R		1	3	1	1
Z9	Z9-A	Saule	2	S1_2R	1,7	1,6	3	-0,1	-6
Z9	Z9-BB	Saule	2	S1_2R		0,5	3	0,5	1
Z9	Z9-B	Saule	2	S1_2R	0,6	0,6	3	0	0
Z9	Z9-CC	Saule	2	S1_2R		0,05	3	0,05	0,1
Z9	Z9-CC1	Saule	2	S1_2R		0,05	3	0,05	0,1
Z9	Z9-CC2	Saule	2	S1_2R		0,6	3	0,6	1
Z9	Z9-CC3	Saule	2	S1_2R		1,4	3	1,4	1
Z9	Z9-C	Saule	2	S1_2R	1,7	3	3	1,3	76
Z9	Z9-D	Saule	2	S1_2R	1,1	1,9	20	0,8	73
Z10	Z10-AA	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R		1	3	1	1
Z10	Z10-A	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	6,5	8,3	10	1,8	28
Z10	Z10-B	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	1,5	2,1	3	0,6	40
Z10	Z10-C	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	0,5	2,7	3	2,2	440
Z10	Z10-D	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	6,9	8,6	20	1,7	25
Z10	Z10-E	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	6	7,4	37,5	1,4	23
Z10	Z10-F	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	28,6	29,8	20	1,2	4
Z10	Z10-G	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	6,9	9,6	10	2,7	39
Z10	Z10-H	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	7,6	9,2	20	1,6	21
Z10	Z10-I	Aulne-Saule	1	A_1R-S_1R	6,7	7,3	10	0,6	9

Tableau 29 : Caractérisation des communautés de roseau observées au sein des fossés en marge des zone plantées et témoins dans le secteur de St-Alexandre en 2015.

Zones plantées	Segments plantés	Espèce	Nombre mètre ¹	Nb de rang	Type ²	Début	Fin	Longueur	Classe		
									densité ³	Densité intermédiaire	
Z1	Z1-A	Aule	250 m	3	A1 3R	49	54,5	5,5	1-5	3	
Z1	Z1-B	Aule	250 m	3	A1 3R	82	84,2	2,2	1-5	3	
Z1	Z1-C	Aule	250 m	3	A1 3R	89,5	93,5	4	1-5	3	
Z2	Z2-A	Aule	250 m	3	A1 3R	14,5	22	7,5	1-5	3	
Z2	Z2-B	Aule	250 m	3	A1 3R	69,7	70,2	0,5	1-5	3	
Z2	Z2-C	Aule	250 m	3	A1 3R	74,6	80,8	6,2	1-5	3	
Z2	Z2-D	Aule	250 m	3	A1 3R	91,3	97,1	5,8	1-5	3	
Z3	Z3-A	Aule	500 m	6	A2 3R 3R	2,3	17,3	15	5-15	10	
Z3	Z3-B	Aule	500 m	6	A2 3R 3R	18,8	41,2	22,4	25-50	37,5	
Z3	Z3-C	Aule	500 m	6	A2 3R 3R	57,7	79,8	22,1	15-25	20	
Z3	Z3-D	Aule	500 m	6	A2 3R 3R	91,7	100	8,3	5-15	10	
Z6	Z6-A	Saule	250 m	3	A1 3R	6,5	8,2	1,7	1-5	3	
Z7	Z7-A	Aulne-Saule	500 m	6	A 3R-S 3R	38	40	2	1-5	3	
Z7	Z7-B	Aulne-Saule	500 m	6	A 3R-S 3R	52,1	56,7	4,6	5-15	10	
Z7	Z7-C	Aulne-Saule	500 m	6	A 3R-S 3R	80,2	80,8	0,6	1-5	3	
Z8	Z8-A	Aulne-Saule	500 m	6	S 3R-A 3R	0	2,7	2,7	1-5	3	
Z8	Z8-B	Aulne-Saule	500 m	6	S 3R-A 3R	91,2	96,7	5,5	1-5	3	
Z9	RIEN	Saule	250 m	3	A1 3R						
Z10	Z10-A	Saule	250 m	3	A1 3R	28,6	30,6	2	1-5	3	
PEX1	PEX1-A	Aulne	250 m	3	A1 3R	0	7,5	7,5	1-5	3	
PEX1	PEX1-B	Aulne	250 m	3	A1 3R	11	16	5	5-15	10	
PEX1	PEX1-C	Aulne	250 m	3	A1 3R	16	30	14	25-50	37,5	
PEX1	PEX1-D	Aulne	250 m	3	A1 3R	30	45	15	5-15	10	
PEX1	PEX1-E	Aulne	250 m	3	A1 3R	46,6	61,6	15	15-25	20	
PEX1	PEX1-F	Aulne	250 m	3	A1 3R	61,6	92,6	31	25-50	37,5	
Zones témoins											
T1	T1-A	Absente	NA	NA	NA	9,3	12,8	3,5	1-5	3	
T1	T1-B	Absente	NA	NA	NA	17,9	18,8	0,9	1-5	3	
T1	T1-C	Absente	NA	NA	NA	30,5	31,5	1	1-5	3	
T1	T1-D	Absente	NA	NA	NA	35,1	35,5	0,4	1-5	3	
T1	T1-E	Absente	NA	NA	NA	40,7	46,7	6	1-5	3	
T1	T1-F	Absente	NA	NA	NA	50	54,5	4,5	1-5	3	
T1	T1-G	Absente	NA	NA	NA	73	73,9	0,9	1-5	3	
T1	T1-H	Absente	NA	NA	NA	78,4	79,1	0,7	1-5	3	
T1	T1-I	Absente	NA	NA	NA	81,5	83,6	2,1	1-5	3	
T1	T1-J	Absente	NA	NA	NA	92,7	98,4	5,7	1-5	3	
T2	T2-A	Absente	NA	NA	NA	4,4	10,9	6,5	1-5	3	
T2	T2-B	Absente	NA	NA	NA	22,7	29,2	6,5	15-25	20	
T2	T2-C	Absente	NA	NA	NA	30,9	37,4	6,5	5-15	10	
T2	T2-D	Absente	NA	NA	NA	38,3	47,8	9,5	5-15	10	
T2	T2-E	Absente	NA	NA	NA	56,9	65,4	8,5	5-15	10	
T2	T2-F	Absente	NA	NA	NA	68	77,5	9,5	15-25	20	
T2	T2-G	Absente	NA	NA	NA	77,5	84,1	6,6	5-15	10	
T2	T2-H	Absente	NA	NA	NA	87,7	98,2	10,5	5-15	10	
T3	T3-A	Absente	NA	NA	NA	4,9	11,4	6,5	1-5	3	
T3	T3-B	Absente	NA	NA	NA	18,8	27	8,2	5-15	10	
T6	T6-A	Absente	NA	NA	NA	31,7	34,1	2,4	1-5	3	
T7	T7-A	Absente	NA	NA	NA	84,2	87,8	3,6	5-15	10	
T8	T8-A	Absente	NA	NA	NA	0	1,1	1,1	1-5	3	
T8	T8-B	Absente	NA	NA	NA	29	36,1	7,1	5-15	10	
T8	T8-C	Absente	NA	NA	NA	88	91,4	3,4	5-15	10	
T8	T8-D	Absente	NA	NA	NA	99,7	100	0,3	15-25	20	
T9	T9-A	Absente	NA	NA	NA	15,4	15,8	0,4	1-5	3	
T10	RIEN	Absente	NA	NA	NA						
T-PEX1	T-PEX1-A	Absente	NA	NA	NA	0	16	16	25-50	37,5	
T-PEX1	T-PEX1-B	Absente	NA	NA	NA	16	29	13	5-15	10	
T-PEX1	T-PEX1-C	Absente	NA	NA	NA	29	51	22	15-25	20	
T-PEX1	T-PEX1-D	Absente	NA	NA	NA	51	57	6	1-5	3	

¹ Longueur qui totalise l'ensemble des rangs de plantation

² Mode de plantation associé à chacune des zones

³ L'abondance de tiges a été établie à partir de 5 classes de densité.

Annexe 4 : Présentation des figures illustrant certaines recommandations



Figure 15 : Préparation du sol à l'aide d'un motoculteur de type «Rotadairon» suite au traitement herbicide de la zone de plantation (Site Fassett; photographie : P. Boivin).



Figure 16 : Préparation du sol à l'aide de la chargeuse compacte sur chenilles «Bobcat» (Site St-Constant; photographie : P. Boivin).



Figure 17 : Éviter l'installation du paillis de plastique en procédant à une plantation avant l'ensemencement du talus et de la berge, même sur pente forte (Site St-Alexandre; photographie : P. Boivin).

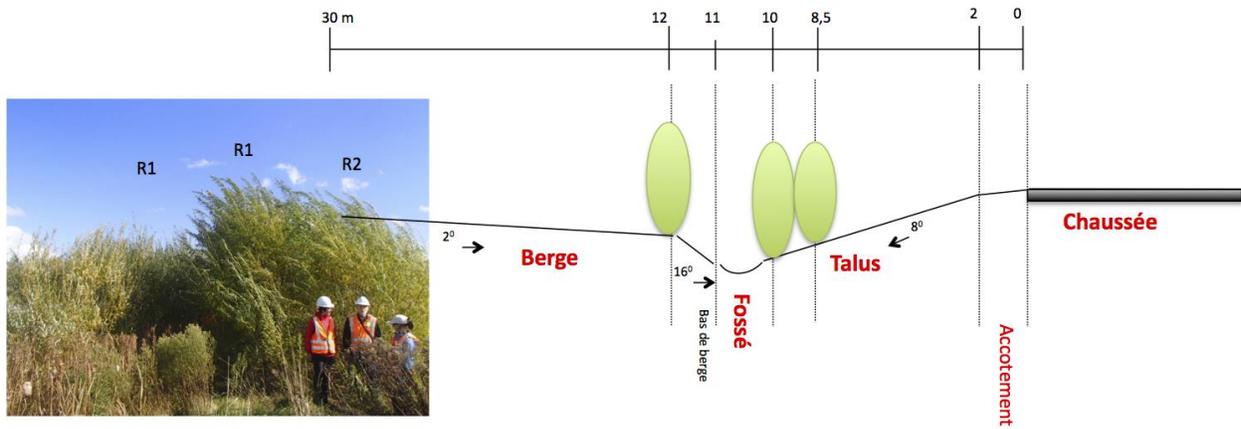


Figure 18 : Mode de plantation de type B avec 2 rangs du côté talus (Site Lachute; photographie et schéma : P. Boivin).

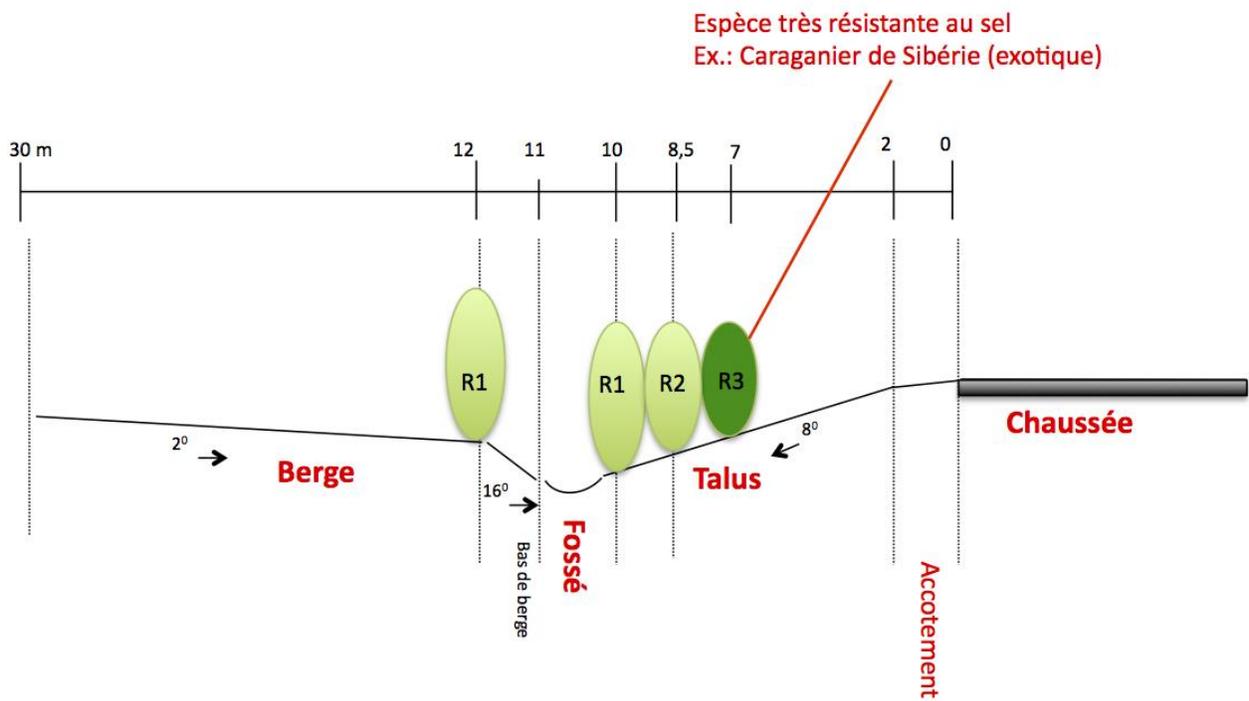


Figure 19 : Mode de plantation de type B avec l'intégration d'un rang d'une espèce résistante aux embruns salins au niveau du talus (Site Lachute; schéma : P. Boivin).

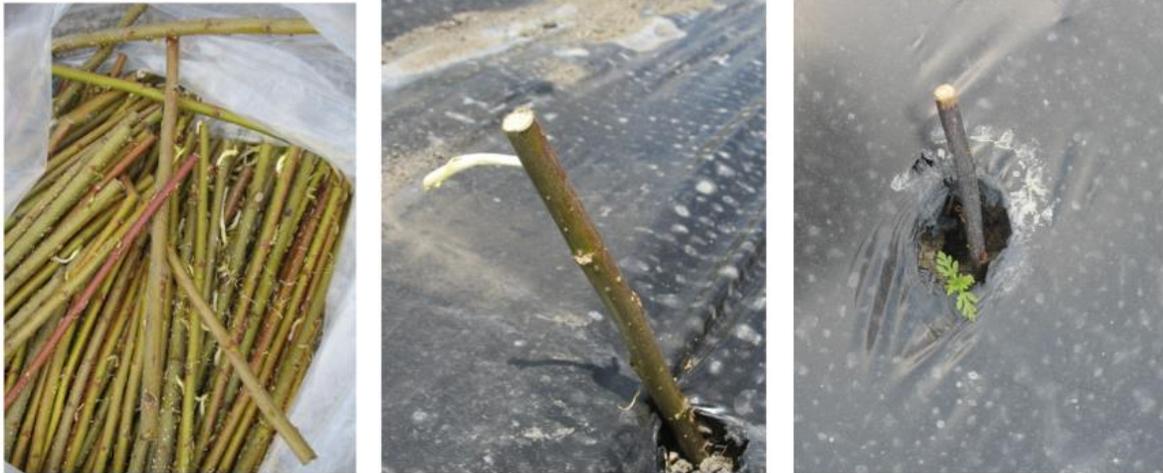


Figure 20 : Mortalité chez les boutures de saule suite à un mauvais entreposage de celles-ci (Site Fassett; photographies : P. Boivin).



Figure 21 : Cimes des saules arbustifs formant une voute et projetant suffisamment d'ombre sur le fossé (Site Lachute; photographies : P. Boivin).

Annexe 5 : Estimation des coûts des différents types de plantation

Tableau 30 : Estimation des coûts¹ des différents types de plantation implantés en bordure des fossés autoroutiers.

Mode	Type de plantation	Espèces	Coût² plantation (\$/m)	Coût³ préparation (\$/m)	Coût (\$/m)
A	S1_3R	<i>Salix miyabeana</i>	6,67	9,52	16,19
A	A1_2R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	14,00	9,52	23,52
B	A2_1R-1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	14,00	9,52	23,52
B	S2_2R-1R	<i>Salix miyabeana</i>	6,67	9,52	16,19
C	A_1R - S_1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i> <i>Salix miyabeana</i>	10,33	9,52	19,85

¹ Estimation des coûts a été établie à partir d'une étude effectuée en février 2010 pour le site de Lachute (Boivin et Brisson, 2010)

² Le coût des plants et des boutures inclus le transport et la main d'oeuvre pour la plantation.

³ Le coût de la préparation de terrain comprend l'application d'herbicide, le travail du sol (herse et rotoculteur), l'épandage d'engrais, l'achat et la pose paillis plastique ainsi que l'ensemencement de trèfle blanc entre les rangs.