

RAPPORT FINAL

Diversification des bandes riveraines par l'introduction de mélanges d'herbacées florifères et d'arbustes indigènes peu utilisés

Projet n° **6372**

Club ConseilSol

1^{er} avril 2009 au 30 mars 2012

Rédigé par

Annie Brégard, Élise Larivière, Anne Vanasse et Monique Poulin

Université Laval

et

Audrey Rondeau, Coordinatrice de projet en remplacement de Stéphane Lamoureux

Club Conseilsol

mai 2012

Table des matières

Table des matières	3
Liste des tableaux	4
Liste des figures	5
Liste des annexes.....	7
1. Contexte et objectif de l'étude.....	8
2. Méthodologie	8
2.1 Localisation des sites expérimentaux.....	8
2.2 Critères de sélection des espèces.....	10
2.3 Espèces à l'étude	11
2.3.1. Essai avec arbustes	11
2.3.1.1 Arbustes pour le replat.....	11
2.3.1.2 Arbustes pour le talus.....	15
2.3.2 Essai avec herbacées	19
2.3.2.1 Herbacées pour le replat	19
2.3.2.2 Herbacées pour le talus.....	19
2.4 Dispositif expérimental et transplantation	20
2.4.1 Essai avec arbustes	20
2.4.2. Essai avec herbacées	21
2.5 Prise de données et variables mesurées	23
2.5.1 Essai avec arbustes	23
2.5.2 Essai avec herbacées	24
2.6 Traitement statistique des données.....	25
3. Arbustes : Résultats et Discussion	26
3.1 Replat.....	26
3.1.1 Survie.....	26
3.1.2 Croissance.....	29
3.1.3 Élongation.....	30
3.1.4 État du plant	31
3.1.5 Cote de santé générale.....	34
3.1.6 Enracinement initial vs données de survie et cote de santé.....	37
3.1.7 Compétition.....	38
3.1.8 Conclusion pour le replat	41
3.2 Talus.....	42
3.2.1 Survie.....	42
3.2.2 Croissance.....	46
3.2.3 Élongation.....	48
3.2.4 État du plant	49
3.2.5 Cote de santé générale.....	52
3.2.6 Enracinement initial vs données de survie et cote de santé.....	56
3.2.7 Compétition.....	57

3.2.8 Conclusion pour le talus	60
4. Herbacées : Résultats et discussion.....	61
4.1. Replat.....	61
4.2. Talus.....	64
5. Recommandations.....	67
6. Références	68
7. Diffusion des résultats	69
8. Annexes	71

Liste des tableaux

Tableau 1. Localisation des sites expérimentaux et zones de rusticité associées	10
Tableau 2. Caractéristiques des espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2009 ou 2010 (adapté de FIHOQ et AQPP, 2008)	14
Tableau 3. Caractéristiques des espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2009 ou 2010 (adapté de FIHOQ et AQPP, 2008)	18
Tableau 4. Descriptif des mélanges d'herbacées ensemencées en replat.....	19
Tableau 5. Descriptif du mélange d'herbacées utilisé en talus.....	20
Tableau 6. Variables observées et calculées sur chaque arbuste	23
Tableau 7. Variables observées sur chaque parcelle d'herbacées lors des prises de données.	25
Tableau 8. Taux de survie à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.....	29
Tableau 9. Croissance moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.....	30
Tableau 10. Élongation moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.	31
Tableau 11. Analyses de variance sur les moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et celles transplantées au printemps 2010.....	33
Tableau 12. Cote de santé à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.....	37
Tableau 13. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression pour les variables enracinement et cote de santé et pour les variables enracinement et survie après deux ans de suivi pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.	38
Tableau 14. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression entre la variable compétition de l'automne 2010 et les variables cote de santé de l'automne 2010, survie après deux ans de suivi et élongation de 2009 et 2010 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.	40
Tableau 15. Taux de survie à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et au printemps 2010, et les analyses de variance respectives.....	46

Tableau 16. Croissance moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et analyse de variance.....	47
Tableau 17. Croissance moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 et analyse de variance.....	47
Tableau 18. Élongation moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et analyse de variance.....	48
Tableau 19. Élongation moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 et analyse de variance.....	49
Tableau 20. Analyses de variance sur les moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et celles transplantées au printemps 2010.....	52
Tableau 21. Cote de santé à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et analyse de variance.....	55
Tableau 22. Cote de santé à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 et analyse de variance.	55
Tableau 23. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression pour les variables enracinement et cote de santé finale (automne 2010) et pour les variables enracinement et survie après deux ans de suivi pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.	56
Tableau 24. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression entre la variable compétition de l'automne 2010 et les variables cote de santé de l'automne 2010, survie après deux ans de suivi et élongation de 2009 et 2010 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.	59
Tableau 25. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en replat pour les trois mélanges [§] – moyennes des observations de 2010.	62
Tableau 26. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en replat pour les trois mélanges [§] – moyennes des observations de 2011.....	63
Tableau 27. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en talus pour les trois mélanges [§] – moyennes des observations de 2010.	65
Tableau 28. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en talus pour les trois mélanges [§] – moyennes des observations de 2011.	66
Tableau 29. Nombre total d'arbustes (<i>Cornus</i> et <i>Salix</i>) associés aux traitements Stab100 et Stab200+) [§] – moyennes des observations de 2010 et 2011.	66
Tableau 30. Bilan de la performance des implantations d'arbustes durant l'étude.....	67

Liste des figures

Figure 1. Positionnement des régions (Bas-St-Laurent (A), Montérégie (B) et Portneuf (C)) incluant des sites expérimentaux sur une carte des zones de rusticité du Québec	9
Figure 2. Positionnement des sites expérimentaux par rapport au découpage du Québec méridional en fonction des principaux bassins versants (adapté de MDDEP 2009a).....	9

Figure 3. Espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2009.	12
Figure 4. Espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2010.	13
Figure 5. Espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2009.	16
Figure 6. Espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2010.	17
Figure 7. Dispositif expérimental pour chacune des positions de bandes riveraines (replat et talus) de chacun des sites expérimentaux pour la transplantation des arbustes.	21
Figure 8. Transplantation en replat au site de St-Tite dans Portneuf (à gauche) et en talus à La Pocatière dans le Bas St-Laurent (à droite) (photo : S. Duranceau).	21
Figure 9. Ensemencement d'herbacées avec arbustes en talus au site de Saint-Tite (photo : S. Duranceau).	22
Figure 10. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	27
Figure 11. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	28
Figure 12. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	28
Figure 13. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	29
Figure 14. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf	32
Figure 15. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	33
Figure 16. Moyennes des observations de bris d'origine biotique (branche sectionnée par un animal) et abiotique (cassure suite aux crues printanières, gel ou autres) pour les deux premières années d'observation pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009.	34
Figure 17. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).	35
Figure 18. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	36
Figure 19. Observations de la qualité d'enracinement des arbustes évaluée avant la transplantation en replat au printemps 2009.	38
Figure 20. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en replat en 2009, entre la transplantation et l'automne 2011.	39
Figure 21. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en replat en 2010, entre la transplantation et l'automne 2011.	40

Figure 22. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	43
Figure 23. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.	44
Figure 24. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.....	45
Figure 25. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.....	45
Figure 26. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf	50
Figure 27. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf	51
Figure 28. Moyennes des observations de bris d'origine biotique et abiotique pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009.	52
Figure 29. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf	53
Figure 30. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf	54
Figure 31. Moyennes des observations de la qualité d'enracinement des arbustes évaluée avant la transplantation en talus au printemps 2009.	56
Figure 32. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en talus en 2009, entre la transplantation et l'automne 2011	58
Figure 33. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en talus en 2010, entre la transplantation et l'automne 2011	59

Liste des annexes

Annexe I – Dates des prises de données sur les arbustes et les herbacées.....	71
Annexe II – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2009.....	73
Annexe III – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2010.....	75
Annexe IV – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2009.....	77
Annexe V – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2010.....	79

1. Contexte et objectif de l'étude

La Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) et l'Association québécoise des producteurs en pépinières (AQPP) (2008) décrivent et recommandent de nombreuses espèces d'arbres, d'arbustes, de fougères, d'herbacées vivaces et de graminées pour les aménagements de bandes riveraines. Cependant, on constate que les aménagistes utilisent une faible diversité d'espèces arbustives puisqu'ils ont recours majoritairement à celles dont l'établissement dans ces milieux a été éprouvé afin de diminuer les risques d'une mauvaise implantation. Ainsi, on retrouve fréquemment les mêmes espèces dans ces systèmes riverains agricoles aménagés. Étant donné l'homogénéité de ces aménagements, la biodiversité à l'échelle du bassin versant se trouve beaucoup moins favorisée qu'elle pourrait potentiellement l'être.

La présente étude vise donc à évaluer le potentiel d'établissement d'espèces arbustives indigènes et d'herbacées peu utilisées dans les aménagements de bandes riveraines agricoles dans les positions de replat et de talus et ce, dans trois régions du Québec soit le Bas St-Laurent, la Montérégie et Portneuf.

2. Méthodologie

2.1 Localisation des sites expérimentaux

Deux sites expérimentaux ont été choisis dans chacune des trois régions à l'étude. Les régions sélectionnées présentent une rusticité moyenne se situant entre 3b et 5a (Figure 1). Les sites expérimentaux sont situés dans les bassins versants des rivières Fouquette, Richelieu, Yamaska, Ste-Anne et Batiscaan (Figure 2). Le tableau 1 dresse la liste des six sites expérimentaux et rassemble les informations concernant les bassins versants et des zones de rusticité dans lesquels ils se situent.

Initialement, il était souhaité d'évaluer l'effet du type de sol en sélectionnant un sol argileux et un sol sableux dans chaque région mais il s'est avéré que tous les sites sont de type argileux à l'exception de celui de Saint-Paul-d'Abbotsford qui est un sable loameux (S. Lacombe, communication personnelle, 2 décembre 2010). Nous avons alors planifié le projet sans viser à cerner l'effet du type de sol sur l'établissement des bandes riveraines.

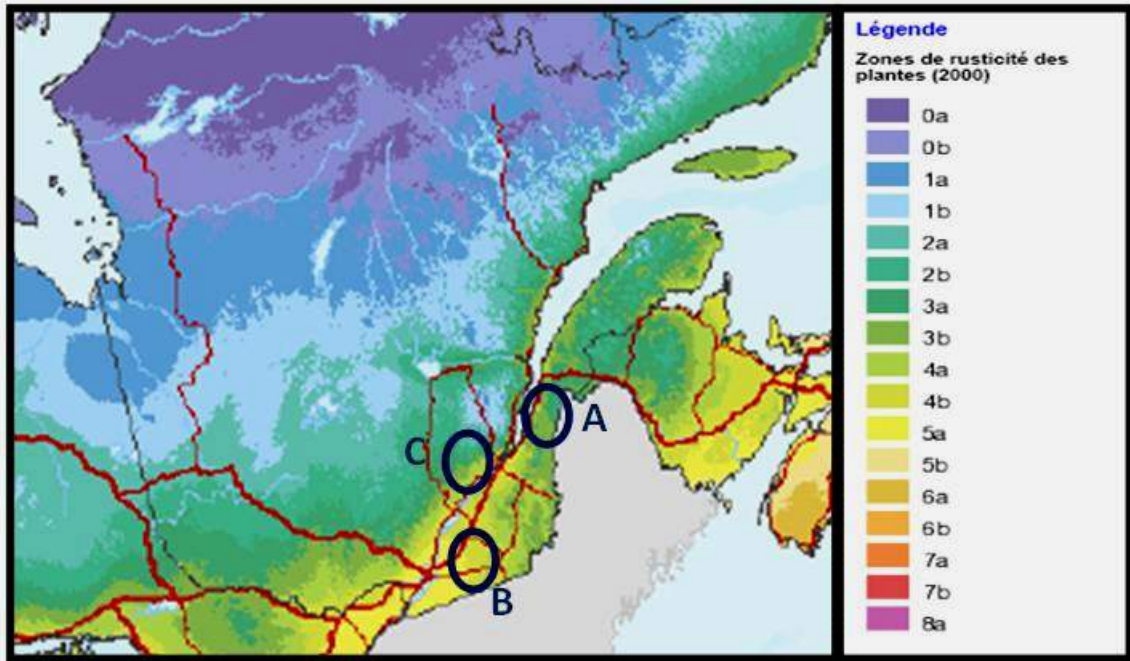


Figure 1. Positionnement des régions (Bas-St-Laurent (A), Montérégie (B) et Portneuf (C)) incluant des sites expérimentaux sur une carte des zones de rusticité du Québec (adapté de AAC 2010).

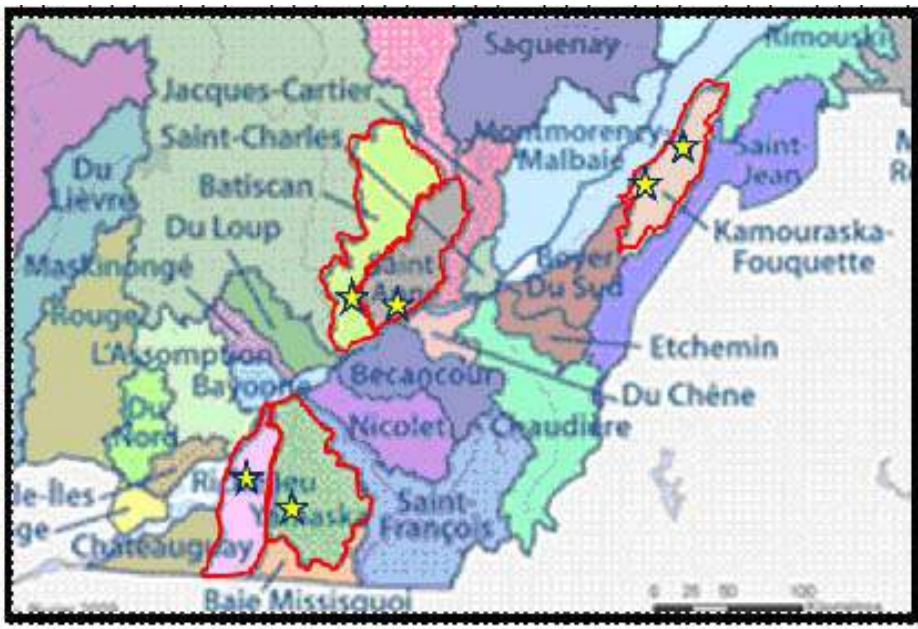


Figure 2. Positionnement des sites expérimentaux par rapport au découpage du Québec méridional en fonction des principaux bassins versants (adapté de MDDEP 2009a).

Tableau 1. Localisation des sites expérimentaux et zones de rusticité associées

Région	Bassin versant	Sous-bassin versant	Position de la plantation	Zone de rusticité ^b
Bas-Saint-Laurent	Rivière Fouquette	Rivière Fouquette (A) ^a	Replat et talus	4a à 3b
		Rivière Fouquette (B) ^a	Replat et talus	
Montérégie	Rivière Richelieu	Ruisseau Richer	Replat et talus	5a
	Rivière Yamaska	Rivière à la Barbue	Replat et talus	4b
Portneuf	Rivière Sainte-Anne	Rivière Niagarette	Replat et talus	4a
	Rivière Batiscan	Rivière des Envies	Replat et talus	3b

^aDeux localisations différentes dans le sous-bassin versant de la Rivière Fouquette étaient hôtes de 2 sites expérimentaux. Nous les avons identifiés par A et B pour les différencier dans nos analyses statistiques.

^bSource : Hydro-Québec (2010).

2.2 Critères de sélection des espèces

De façon générale, l'adaptabilité à différents types de sols ainsi qu'à de fortes conditions d'ensoleillement, en raison de leur emplacement en bordure de champs agricoles, constituaient des critères recherchés pour la sélection des espèces à l'étude, tant pour les arbustes que les herbacées. Concernant les espèces arbustives, la possibilité d'atteindre une hauteur maximale de 3,0 mètres a été considérée dans le processus de sélection. De façon plus spécifique, les critères retenus pour le choix des espèces transplantées en replat concernaient l'importance du potentiel florifère et du potentiel de production de sous-produits (ex : fruits comestibles) ainsi que l'aspect esthétique. En talus, l'importance du développement racinaire représentait le facteur prioritaire de sélection afin d'assurer une stabilisation des berges.

En ce qui concerne les herbacées, des espèces vivaces de différentes familles ont été sélectionnées. Les principaux critères étaient de maximiser la longueur de la période de floraison de la bande riveraine et de choisir des espèces qui tolèrent la compétition sans être envahissantes. Les espèces produisant beaucoup de semences par plant et/ou qui se retrouvent en grandes populations ont été favorisées afin de permettre une récolte éthique à l'état sauvage. Des espèces ayant un fort potentiel florifère afin d'attirer les pollinisateurs étaient recherchées pour le replat. De plus, la tolérance des espèces à l'humidité et à la sécheresse a été considérée dans la confection des deux mélanges destinés au replat. Le premier étant adapté pour tous les types de sol et le second plus adapté pour les sols argileux. Pour le talus, la capacité de stabilisation était le critère principal lors de la sélection.

2.3 Espèces à l'étude

2.3.1. Essai avec arbustes

Dans chacune des positions (replat et talus), une espèce a été désignée comme témoin dans le but de comparer l'établissement des espèces à l'essai à celui de l'espèce témoin. Les deux témoins choisis sont des espèces couramment utilisées dans les aménagements de bandes riveraines puisque leur adaptabilité à ce type de milieu est bien reconnue.

2.3.1.1 Arbustes pour le replat

Pour l'essai en replat, quatre espèces ont été transplantées en 2009 (*Corylus cornuta*, *Rosa blanda*, *Sheperdia canadensis*, *Spirea alba*) en même temps qu'une espèce témoin (*Cornus stolonifera*). Puis deux autres espèces (*Amelanchier alnifolia*, *Physocarpus opulifolius*) ont été transplantées en 2010 en même temps que de nouveaux plants témoins de la même espèce que ceux de 2009 (*Cornus stolonifera*). Des photos des espèces témoins ainsi que des espèces à l'essai sont présentées aux figures 3 et 4 alors que les caractéristiques de chaque espèce sont présentées au tableau 2.



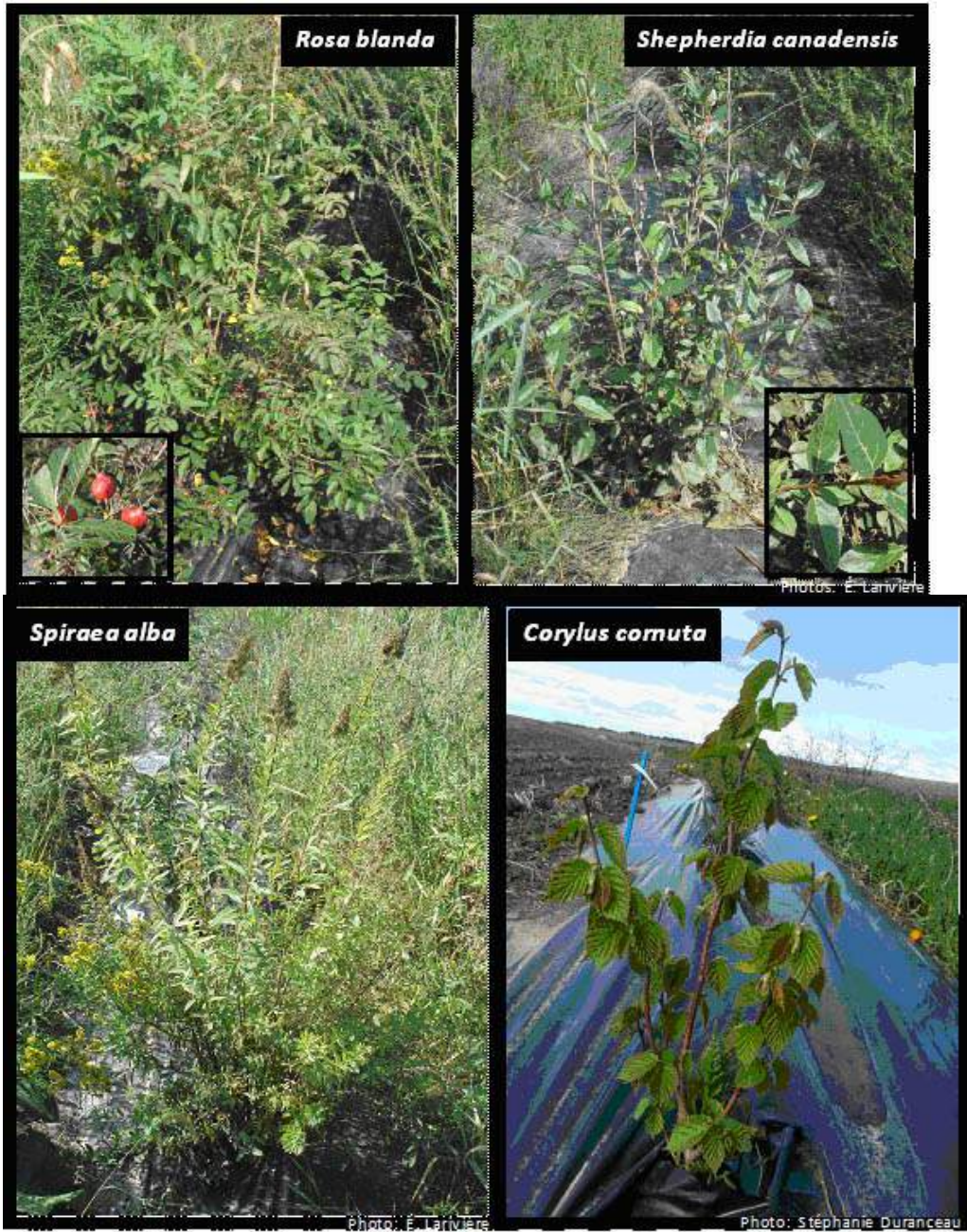


Figure 3. Espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2009.

Amelanchier alnifolia

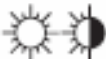











Physocarpus opulifolius



Figure 4. Espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2010.

Tableau 2. Caractéristiques des espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2009 ou 2010 (adapté de FIHOQ et AQPP, 2008)

Espèces		Caractéristiques								
Nom latin	Nom commun	Zone de rusticité	Exposition ¹	Localisation (bas, milieu ou haut de talus)	Humidité du sol	Type de sol	Croissance	Rôle de stabilisation	Faune : nourriture	Particularités
<i>Corylus cornuta</i>	Noisetier à long bec	3		Bas, milieu ou replat	Faible à moyenne	Tous	ND		X	Préfère les sols bien drainés et acides. Ignorée des cerfs. Drageonnante pouvant être considérée comme envahissante.
<i>Rosa blanda</i>	Rosier inerme	2		Milieu ou replat	Faible à moyenne	Tous	Rapide	X	X	Préfère les sols bien drainés. Tolère les sols lourds. Bonne résistance aux insectes et aux maladies. Drageonnante.
<i>Shepherdia canadensis</i>	Shépherdie du Canada	2a		Bas, milieu ou replat	Faible	Sableux	Lente	X		Tolère les sols pauvres, secs ou alcalins. Non flexible.
<i>Spiraea alba</i>	Spirée blanche	3		Bas, milieu ou replat	Moyenne	Tous	Moyenne	X	X	Préfère les sols loameux et humides.
<i>Cornus stolonifera</i> (témoin)	Cornouiller stolonifère	2a		Bas, milieu ou replat	Faible à élevée	Tous	Rapide	X	X	Tolère les sols compacts. Drageonnante. Ignorée des cerfs. Excellent pour stabiliser les talus abrupts.
<i>Physocarpus opulifolius</i>	Physocarpe à feuilles d'Obier	2		Bas, milieu ou replat	Faible à moyenne	Tous	Rapide	X	x	Tolère des sols compacts et les conditions de sécheresse. Éviter les sols détrempés.
<i>Amelanchier alnifolia</i>	Amélanchier à feuilles d'aulnes	2b		Replat	Moyenne	Tous	Moyenne	X	x	

¹Légende :  = soleil ;  = soleil ou mi-ombre ;  = soleil, mi-ombre ou ombre.

ND : Information non-disponible.

2.3.1.2 Arbustes pour le talus

Pour l'essai en talus, quatre espèces ont été transplantées en 2009 (*Cephalanthus occidentalis*, *Cornus rugosa*, *Myrica gale*, *Salix eriocephala*) en même temps qu'une espèce témoin (*Salix petiolaris*). Puis deux autres espèces (*Ilex verticillata*, *Viburnum cassinoides*) ont été transplantées en 2010 en même temps que de nouveaux plants témoins de la même espèce que ceux de 2009 (*Salix petiolaris*) (Figures 5 et 6; Tableau 3).





Figure 5. Espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2009.

Viburnum cassinoides













Ilex verticillata



Figure 6. Espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2010.

Tableau 3. Caractéristiques des espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2009 ou 2010 (adapté de FIHOQ et AQPP, 2008)

Espèces		Caractéristiques								
Nom latin	Nom commun	Zone de rusticité	Exposition ¹	Localisation (bas, milieu ou haut de talus)	Humidité du sol	Type de sols	Croissance	Rôle de stabilisation	Faune : nourriture	Particularités
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	Céphalanthé occidental	4a		Bas	Élevée	Tous	Moyenne	X	X	Intolérante au compactage. Fixatrice d'azote.
<i>Cornus rugosa</i>	Cornouiller rugueux	3a		Milieu ou replat	Moyenne à élevée	Tous	Moyenne		X	Drageonnante. Tolère les sols lourds. Ignorée des cerfs
<i>Myrica gale</i>	Myrique baumier	2a		Bas	Élevée	Loameux	Moyenne	X		Préfère les sols acides et tourbeux. Tolère les sols pauvres et détrempés. Drageonnante. Contrôle l'érosion
<i>Salix eriocephala</i>	Saule rigide	3		Bas	Moyenne à élevée	Tous	Moyenne	X	X	Préfère les sols organiques et humides. Peut subir une immersion prolongée.
<i>Salix petiolaris</i> (témoin)	Saule pétiolé	2		Bas	Moyenne à élevée	Tous	Rapide	X	X	Préfère les sols lourds et humides. Flexible. Tolère les sols pauvres et une sécheresse temporaire une fois établie.
<i>Ilex verticillata</i>	Houx verticillé	3b		Bas, milieu ou replat	Élevée	Loameux	Moyenne		X	Préférence pour les sols acides. Tolère les sols lourds. Non flexible.
<i>Viburnum cassinoides</i>	Viorne cassinoïde	2		Bas, milieu ou replat	Élevée	Loameux	Lente	X	X	Préférence pour les sols organiques. Plante ignorée des cerfs

¹Légende :  = soleil ;  = soleil ou mi-ombre ;  = soleil, mi-ombre ou ombre

2.3.2 Essai avec herbacées

2.3.2.1 Herbacées pour le replat

Deux mélanges de semences ont été testés en comparaison avec un mélange témoin:

- mélange pollinisateur sol argileux d'Indigo (traitement nommé par la suite « Pol_arg »)
- mélange pollinisateur généraliste d'Indigo (traitement nommé par la suite « Pol_gen »)
- **Témoin** : mélange Lab-Eau de Labon (traitement nommé par la suite « Tem »)

Les deux premiers mélanges ont été testés dans le but d'évaluer s'il convenait mieux de sélectionner des espèces directement adaptées à des sols argileux caractérisant la majorité de nos sites ou bien si des espèces généralistes n'ayant pas de préférence pour un type de sol en particulier pouvaient avoir le même potentiel d'établissement. Le mélange témoin Lab-Eau de Labon est un mélange très utilisé par les firmes conseils travaillant en bandes riveraines.

Tableau 4. Descriptif des mélanges d'herbacées ensemencées en replat.

Pol_arg	% en poids	Pol_gen	% en poids	Mélange Tem	% en poids
Vivaces		Vivaces			
<i>Asclepias incarnata</i>	6,6	<i>Achillea millefolium</i>	0,4	<i>Phleum pratense</i>	25
<i>Bidens cernua</i>	5,2	<i>Anaphalis margaritacea</i>	0,3	<i>Trifolium hybridum</i>	15
<i>Clematis virginiana</i>	6,9	<i>Astragalus canadensis</i>	12,6	<i>Festuca arundinacea</i>	15
<i>Desmodium canadense</i>	12,5	<i>Dollingeria umbellata</i>	2,5	<i>Festuca rubra</i>	10
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	2,7	<i>Epilobium angustifolium</i>	0,5	<i>Phalaris arundinacea</i>	10
<i>Helenium autumnale</i>	5,2	<i>Eupatorium maculatum</i>	10,0	<i>Melilotus officinalis</i>	10
<i>Lycopus uniflorus</i>	9,0	<i>Monarda fistulosa</i>	2,2	<i>Trifolium repens</i>	5
<i>Rudbeckia laciniata</i>	7,5	<i>Oenothera biennis</i>	0,4	<i>Poa palustris</i>	5
<i>Symphotrichum puniceum</i>	2,0	<i>Symphotrichum novae-angliae</i>	2,4	<i>Agrostis capillaris</i>	5
<i>Verbena hastata</i>	1,7				
Graminées		Graminées			
<i>Glyceria canadensis</i>	1,3	<i>Glyceria canadensis</i>	2,2		
<i>Elymus canadensis</i>	24,5	<i>Elymus canadensis</i>	41,3		
<i>Festuca rubra</i>	4,4	<i>Spartina pectinata</i>	17,8		
<i>Spartina pectinata</i>	10,5	<i>Festuca rubra</i>	7,4		

2.3.2.2 Herbacées pour le talus

Un seul mélange de semences a été utilisé avec différents taux d'ensemencement et l'ajout ou non d'arbustes. C'est le mélange stabilisation bande riveraine d'Indigo (« Stab »).

Les trois traitements étaient :

- 200 kg/ha de ce mélange, sans arbustes (traitement « Stab200 »)
- 200 kg/ha de ce mélange, avec des arbustes (*Salix* sp. et *Cornus* sp.) (traitement « Stab200+ »)
- 100 kg/ha de ce mélange, avec des arbustes (*Salix* sp. et *Cornus* sp.) (traitement « Stab100 »)

Tableau 5. Descriptif du mélange d'herbacées utilisé en talus.

Mélange Stab	% en poids
Espèces vivaces indigènes	
<i>Andropogon gerardii</i>	17,4
<i>Calamagrostis canadensis</i>	0,2
<i>Carex lurida</i>	6,8
<i>Deschampsia cespitosa</i>	4,8
<i>Bromus ciliatus</i>	12,3
<i>Elymus canadensis</i>	17,8
<i>Agrostis scabra</i>	5,2
<i>Glyceria canadensis</i>	0,9
<i>Juncus effusus</i>	3,9
<i>Poa palustris</i>	5,8
<i>Scirpus atrovirens</i>	4,6
<i>Spartina pectinata</i>	5,8
Graminées annuelles favorisant l'établissement	
<i>Avena sativa</i>	12,6
<i>Lolium multiflorum</i>	1,9

Dans les parcelles recevant les traitements Stab100 ou Stab200+, des plants de cornouillers (*Cornus* sp.) et de saules (*Salix* sp.) étaient plantés en quinconce aux 50 centimètres, l'une ou l'autre espèce étant choisie aléatoirement.

2.4 Dispositif expérimental et transplantation

2.4.1 Essai avec arbustes

Tel que dit précédemment, pour l'essai en replat, quatre espèces ont été transplantées en 2009 (*Corylus cornuta*, *Rosa blanda*, *Shepherdia canadensis*, *Spiraea alba*) en même temps qu'une espèce témoin (*Cornus stolonifera*). Puis deux autres espèces (*Amelanchier alnifolia*, *Physocarpus opulifolius*) ont été transplantées en 2010 en même temps que de nouveaux plants témoins de la même espèce que ceux de 2009 (*Cornus stolonifera*). Nous avons dû adopter cette façon d'implanter les différentes espèces car la pépinière n'a pu nous fournir toutes les espèces à l'étude lors de la première année. De la même façon, pour l'essai en talus, quatre espèces ont été transplantées en 2009 (*Cephalanthus occidentalis*, *Cornus rugosa*, *Myrica gale*, *Salix eriocephala*) en même temps qu'une espèce témoin (*Salix petiolaris*). Puis deux autres espèces (*Ilex verticillata*, *Viburnum cassinoides*) ont été transplantées en 2010 en même temps que de nouveaux plants témoins de la même espèce que ceux de 2009 (*Salix petiolaris*).

Les différentes espèces choisies ont été transplantées en suivant un dispositif en blocs complets aléatoires. Pour un site donné, les deux positions (replat et talus) étaient divisées en quatre blocs. Chaque bloc contenait une parcelle de chacune des sept espèces et chaque espèce était représentée par six individus (Figure 7). Étant donné qu'il y avait six espèces testées et une espèce témoin, plantée deux fois, cela faisait un total de huit parcelles. Les espèces étaient attribuées aux parcelles de façon aléatoire à l'intérieur de chaque bloc. La longueur d'une parcelle était de 10 m ce qui implique un espacement d'environ 1,5 m entre les plants. Un paillis de plastique a été déroulé en replat préalablement à la transplantation pour diminuer l'émergence de mauvaises herbes. Pour le talus, une collerette de plastique (environ 2,25 m²) a

été installée à la base de chaque arbuste puisqu'il est impossible d'installer un paillis de plastique continu avec la machinerie dans une pente. La figure 8 donne un aperçu de deux sites expérimentaux suite à la transplantation des arbustes en replat ou talus.

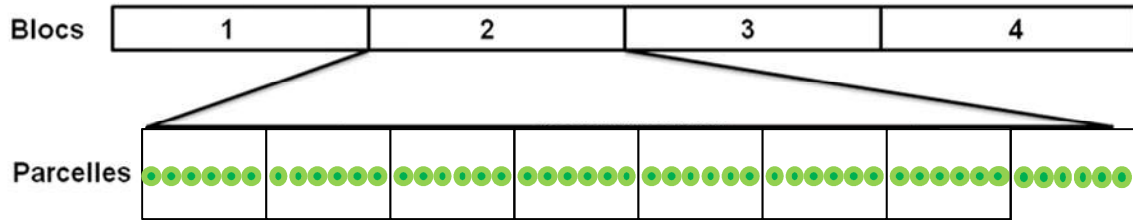


Figure 7. Dispositif expérimental pour chacune des positions de bandes riveraines (replat et talus) de chacun des sites expérimentaux pour la transplantation des arbustes.



Figure 8. Transplantation en replat au site de St-Tite dans Portneuf (à gauche) et en talus à La Pocatière dans le Bas St-Laurent (à droite) (photo : S. Duranceau).

2.4.2. Essai avec herbacées

Les différents mélanges choisis ont été ensemencés en suivant un dispositif en blocs complets aléatoires. Pour un site donné, les deux positions (replat et talus) étaient divisées en quatre blocs. Chaque bloc regroupait une parcelle de chacun des trois traitements définis au préalable.

En replat, la longueur d'une parcelle était de 10 mètres et la largeur de 2 mètres. En talus, la longueur était également de 10 mètres mais la largeur variait de 2 à 3 mètres selon la hauteur du talus.

Avant l'ensemencement, un décapage du sol en replat et en talus a été effectué, complété par un léger travail du sol au râteau. Afin de favoriser le contact entre les semences et le sol, une chaîne a été passée sur les parcelles suite à l'ensemencement en replat. En talus, une membrane faite de fibres de coco à 100% a été installée sur les parcelles.

L'ensemencement en talus a été effectué à l'automne 2009 (novembre) pour les sites suivants : Saint-Marc-sur-Richelieu (Ruisseau Richer), Saint-Paul-d'Abbotsford (Rivière à La Barbu), La Pocatière (Rivière Fouquette) et Mont Carmel (Rivière Fouquette). Pour ces quatre sites, un reprofilage de pente a été effectué avant l'ensemencement en talus. Les deux autres sites en talus ainsi que ceux en replat ont été ensemencés au printemps 2010.

Les arbustes transplantés dans les parcelles de talus ayant les traitements Stab100 et Stab200+ étaient des cornouillers (*Cornus* sp.) et des saules (*Salix* sp.) (Figure 9). Les plants étaient transplantés en quinconce aux 50 centimètres. Leur nombre par parcelle variait en fonction de la taille des parcelles, particulièrement hétérogène dans les parcelles de talus. La densité moyenne recherchée était de 20 plants / 10 m².



Figure 9. Ensemencement d'herbacées avec arbustes en talus au site de Saint-Tite (photo : S. Duranceau).

2.5 Prise de données et variables mesurées

2.5.1 Essai avec arbustes

Au cours des trois années de suivi, six périodes d'observation ont été réalisées. Les variables observées sont expliquées au tableau 6.

Périodes d'observations des arbustes :

Périodes d'observations	Arbustes transplantés en 2009	Arbustes transplantés en 2010
Printemps 2009	x	
Automne 2009	x	
Printemps 2010	x	x
Automne 2010	x	x
Printemps 2011	x	x
Automne 2011	x	x

Tableau 6. Variables observées et calculées sur chaque arbuste

Variable	Description
Enracinement initial {échelle 1-3}	Observation de la qualité d'enracinement des plants jugée selon le développement racinaire en pot juste avant la transplantation. La cote 1 correspond à un plant peu enraciné, la cote 2 à un plant moyennement enraciné et la cote 3 à un plant ayant un bon enracinement.
Survie {échelle 0-1}	Évaluation si le plant est vivant (1) ou non (0).
Diamètre du collet ^a	Mesure du collet à l'aide d'un vernier. L'observateur se positionne dos au cours d'eau pour assurer une uniformité dans le suivi temporel de cette variable.
Diamètres de couronne (calcul de Croissance)	1) À l'aide d'un ruban à mesurer, mesure du plus grand diamètre de la couronne (D1) et du diamètre perpendiculaire à D1. 2) Avec ces diamètres, calcul de la surface de l'ellipse que représente la couronne d'un arbuste à chaque prise de données. Pour chaque année, la croissance a ainsi été calculée en soustrayant la surface de la couronne au printemps à celle de l'automne, la différence étant ensuite divisée par la surface de la couronne au printemps dans le but de pouvoir comparer les espèces entre elles. Le résultat a été multiplié par 100 afin d'obtenir un pourcentage de croissance.
Hauteur (calcul d'Élongation)	1) Mesures de la hauteur maximale du plant à partir de la base de sa tige principale en relevant les branches. 2) Pour chaque année, l' élongation a été ensuite calculée en soustrayant la hauteur du plant au printemps à celle de l'automne, la différence étant ensuite divisée par la hauteur du plant au printemps afin de pouvoir comparer les espèces entre elles. Le résultat a été multiplié par 100 dans le but d'obtenir un pourcentage d'élongation.

État du plant {échelle 0-3} NB : La cote 0 correspond à l'absence de signes de cette catégorie et la cote 3 à un symptôme d'importance majeure.	Bris	Observation de nature biotique (branche sectionnée par un animal) ou abiotique (cassure suite aux crues printanières, gel ou autres).
	Nécrose	Observation de branches ou de feuilles mortes sur le plant.
	Défoliation	Observation de signes de défoliation (feuilles mangées par des animaux).
	Chlorose	Observation d'une décoloration des feuilles reflétant une carence nutritive ou un autre stress.
Inflorescence ^a	Nombre d'inflorescences présentes sur le plant.	
Cote de santé générale {échelle 0-5}	Cote accordée au plant en considérant son apparence générale, sa vigueur et l'importance globale des symptômes observés pour la variable état du plant si présents. La cote 0 correspond à un plant mort et la cote 5 correspond à un plant très vigoureux	
Compétition {échelle 0-5}	Degré d'envahissement de la collerette et du plant, en recouvrement et en hauteur, par la végétation présente sur le site. La cote 0 correspond à une absence de compétition et la cote 5 est accordée lorsqu'on ne peut apercevoir le plant sous la végétation compétitrice.	

^a Les résultats de ces variables n'ont pas été traités et ne sont pas présentés dans le présent document en raison du peu de données disponibles. La mesure du diamètre du collet était souvent impossible à prendre en raison du développement en talle de plusieurs arbustes. Par ailleurs, l'évaluation du nombre d'inflorescences était difficile à réaliser au moment où les observations étaient faites.

2.5.2 Essai avec herbacées

Le tableau 7 indique les variables mesurées dans les essais d'herbacées.

Les « espèces spontanées » sont définies comme celles provenant de la banque de semences du sol et non des mélanges ensemencés suite aux travaux de profilage. Les espèces qui ont été ensemencées sont qualifiées par la suite d'« espèces réintroduites ».

Tableau 7. Variables observées sur chaque parcelle d'herbacées lors des prises de données.

Variable	Description
Pourcentage de végétation	Le pourcentage de végétation, en opposition au sol nu, a été estimé pour chaque parcelle. La végétation sèche (morte) était incluse dans le pourcentage.
Pourcentage de recouvrement par espèce	Le recouvrement de <u>chaque espèce présente (réintroduite ou spontanée)</u> sur la parcelle a été estimé en pourcentage ^a . Les plantes sèches n'ont pas été comptabilisées.
Nombre d'arbustes	Le nombre de plants de <i>Salix</i> sp. et de <i>Cornus</i> sp. présents a été noté pour les parcelles en talus dont le traitement associé était Stab100 ou Stab200+.

^a Identification des espèces spontanées observées (ou au minimum le genre) dont le % de couverture représentait 5% et plus, puis évaluation de ce % par tranche de 5% (par exemple 5-10-15-20-...-100%). Toutes les autres espèces dont la couverture était inférieure à 5% ont été associées à 1% de recouvrement lorsqu'au moins une dizaine d'individus étaient observés.

Identification de toutes les espèces réintroduites observées et évaluation pour chacune d'elle du % de couverture le plus réaliste possible (moins de 1%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, etc).

Il est possible que la somme des pourcentages accordés aux espèces spontanées et réintroduites dépasse 100% ou soit supérieure au pourcentage total de couverture végétale évalué puisque plusieurs étages de plantes se superposent normalement. D'autre part, il est également possible que cette somme soit inférieure au pourcentage total de couverture végétale évalué puisque seulement les espèces vivantes se voient attribuer un pourcentage de couverture, alors que les espèces sèches sont incluses dans le pourcentage de végétation.

2.6 Traitement statistique des données

Une analyse de variance avec la procédure mixed (test de Fisher protégé) suivie d'un test de comparaison deux à deux (test de T) ont été faits pour les variables calculées. Les postulats de normalité et d'homogénéité des données ont été vérifiés par une analyse de résidus. Lorsque nécessaire, les données ont été transformées par une transformation Racine ou Log afin de se conformer aux normes d'homogénéité et de normalité. Dans ces cas, les moyennes détransformées sont présentées. Les analyses statistiques des données ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS version 9.1.

3. Arbustes : Résultats et Discussion

3.1 Replat

3.1.1 Survie

Toutes les espèces ont présenté des taux de survie de plus de 80 % dans les régions du Bas St-Laurent et de Portneuf et ce, après trois saisons de plantation (plants transplantés en 2009; Figure 10) ou deux saisons de plantation (plants transplantés en 2010; Figure 11). En revanche les arbustes implantés en Montérégie indiquaient un taux de survie inférieur à 80 % à l'automne 2011 pour toutes les espèces transplantées en 2009 et en 2010 (Figures 10 et 11). On peut expliquer cette différence en regardant les taux de survie par site (Figures 12 et 13). On constate que les arbustes plantés sur le site de La Barbuie ont moins bien survécu, ce qui a pénalisé les moyennes pour la région. L'espèce *S. canadensis* a particulièrement moins bien survécu par rapport aux autres espèces transplantées en 2009 alors que c'est l'espèce *A. alnifolia* qui a moins bien survécu parmi les espèces transplantées en 2010 (Tableau 8).

Il est à noter que les autres variables traitées dans les sections suivantes reflètent les résultats des arbustes qui ont survécu seulement.

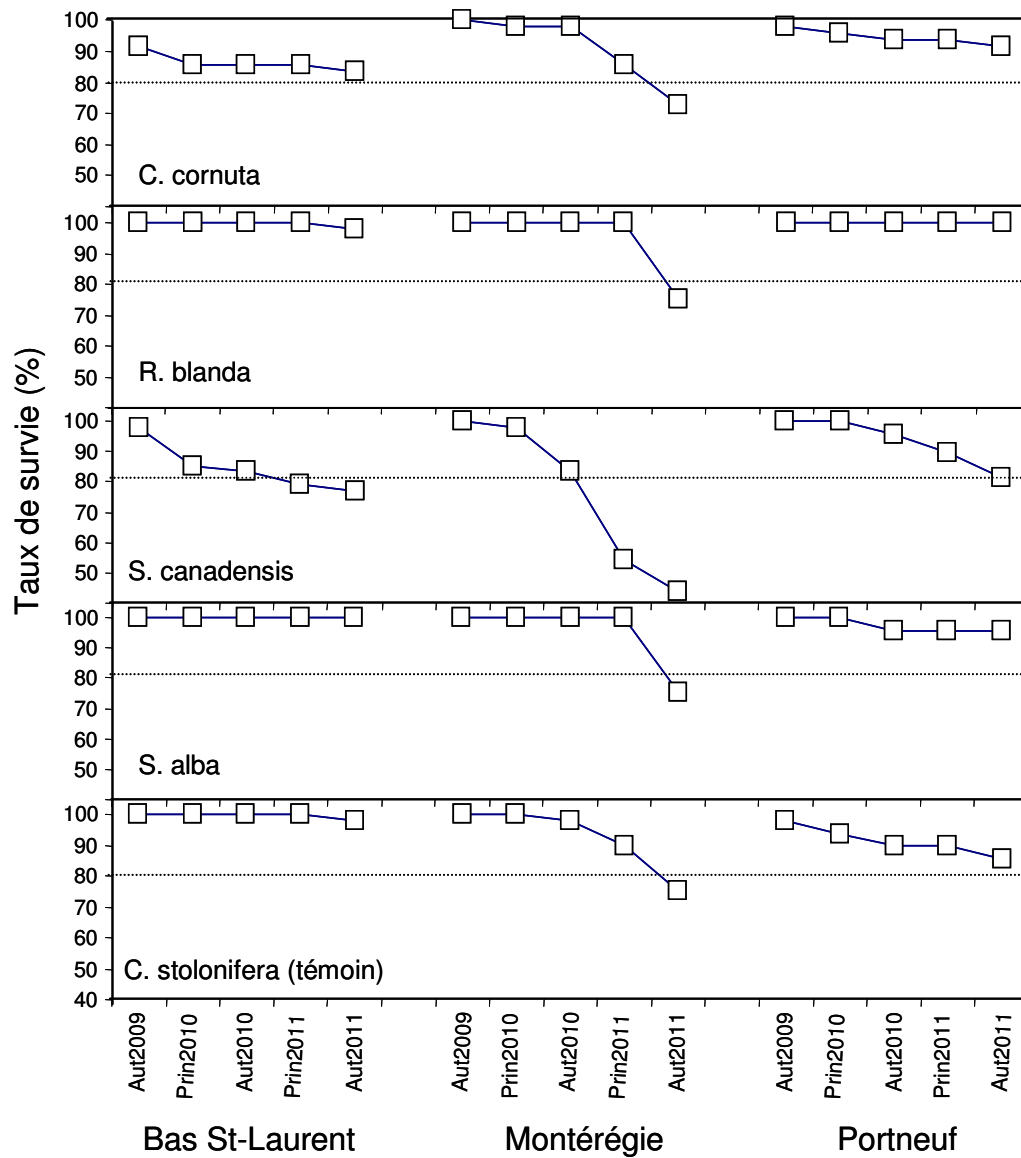


Figure 10. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

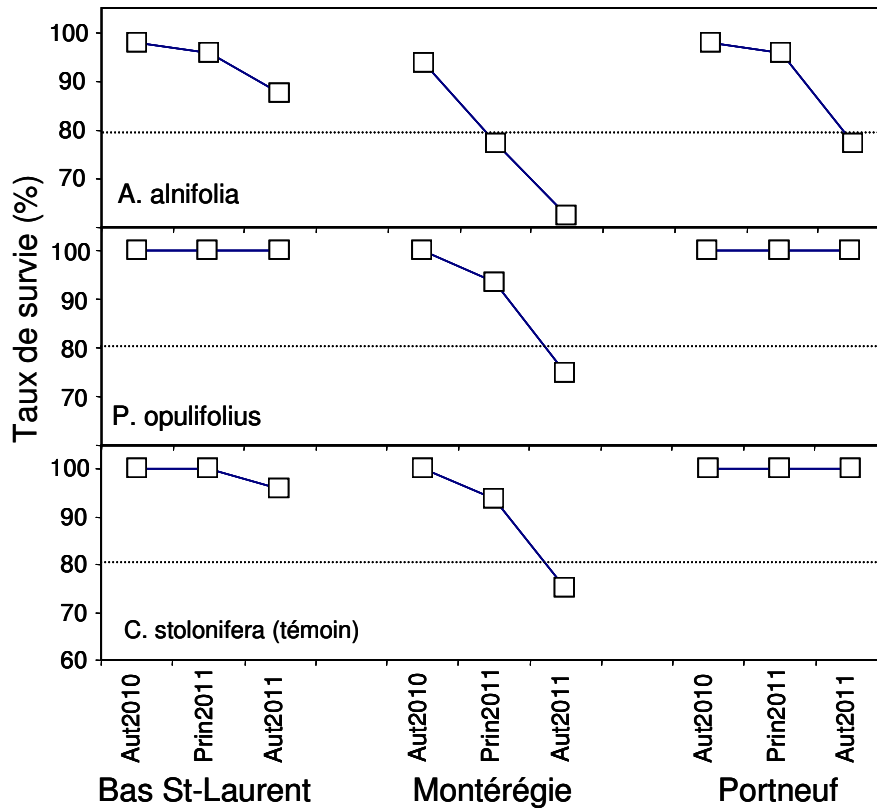


Figure 11. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

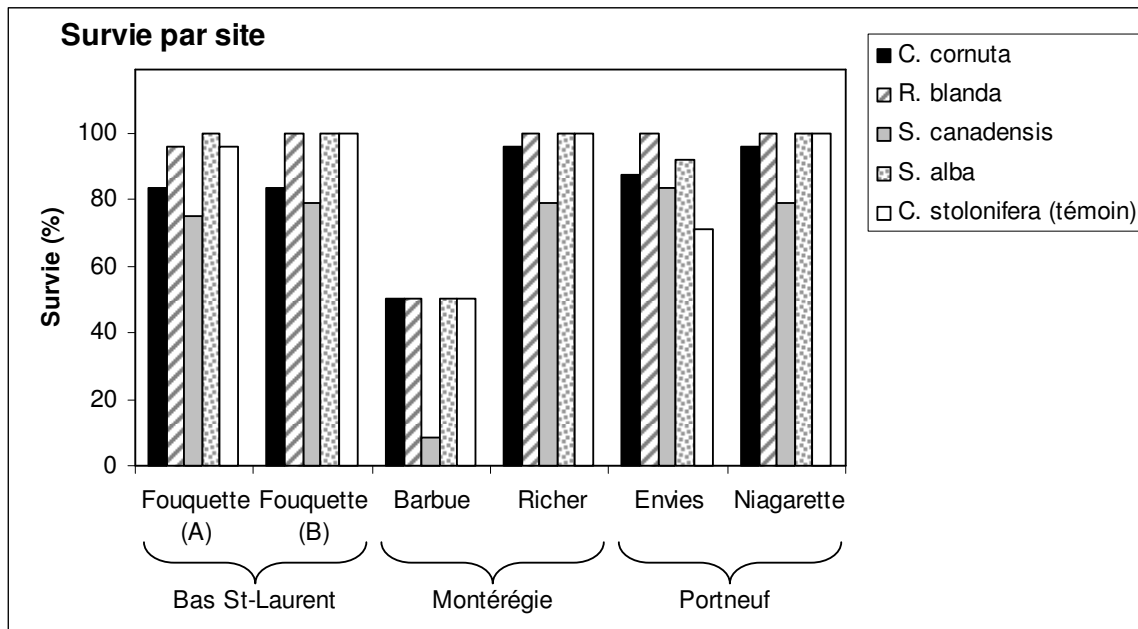


Figure 12. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

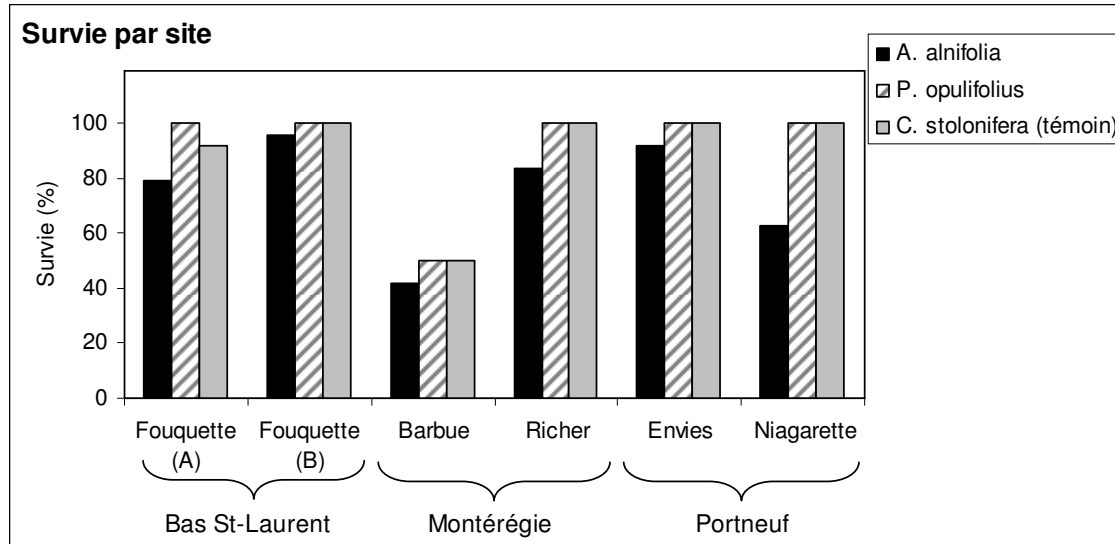


Figure 13. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

Tableau 8. Taux de survie à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.

<i>Espèces transplantées en 2009</i>	Survie automne 2011 (%)		<i>Espèces transplantées en 2010</i>	Survie automne 2011 (%)	
C. cornuta	82,6	a	A. alnifolia	75,7	b
R. blanda	91,0	a	P. opulifolius	91,7	a
S. canadensis	67,4	b	C. stolonifera (témoin)	90,3	a
S. alba	90,3	a			
C. stolonifera (témoin)	86,1	a			
	<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>		<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>
Région	NS	0,71	Région	NS	0,86
Espèce	<0,001	8,35	Espèce	<0,001	9,94
Région*Espèce	NS	1,16	Région*Espèce	NS	0,69

NS, non significatif à $P > 0,05$

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.1.2 Croissance

La comparaison statistique des taux moyens de croissance de la couronne des arbustes (calculés entre 2009 et 2011 pour les plants transplantés en 2009; et entre 2010 et 2011 pour les plants transplantés en 2010) a permis de constater que les différences observées sont principalement entre les espèces et que l'interaction avec les régions est faible (Tableau 9). Pour les plants transplantés en 2009, on constate que la majorité des espèces ont moins bien performé que le témoin sauf *S. alba* qui a eu une croissance similaire. Les espèces *C. cornuta* et *S. canadensis* ont présenté les moins bonnes performances. Pour les espèces transplantées en 2010, on remarque

par contre que *P. opulifolius* a eu une croissance bien supérieure à celle du témoin alors que l'espèce *A. alnifolia* a démontré une faible croissance. Les espèces arbustives de *S. alba* et de *P. opulifolius* se sont donc démarquées.

Tableau 9. Croissance moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.

Espèces transplantées en 2009	Croissance moyenne (%)		Espèces transplantées en 2010	Croissance moyenne (%)	
C. cornuta	533	c	A. alnifolia	279	c
R. blanda	783	b	P. opulifolius	2098	a
S. canadensis	573	c	C. stolonifera (témoin)	822	b
S. alba	902	a			
C. stolonifera (témoin)	1034	a			
	<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>		<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>
Région	NS	1,22	Région	NS	3,12
Espèce	<0,001	18,76	Espèce	<0,001	90,90
Région*Espèce	NS	1,70	Région*Espèce	<0,001	5,79

NS, non significatif à $P>0,05$

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.1.3 Élongation

La comparaison statistique des taux moyens d'élongation des arbustes (calculés entre 2009 et 2011 pour les plants transplantés en 2009; et entre 2010 et 2011 pour les plants transplantés en 2010) a permis de constater que les différences observées sont principalement entre les espèces (Tableau 10).

En comparant les espèces à l'essai par rapport au témoin, on constate que seulement *S. canadensis* a moins bien performé que le témoin. *S. alba* s'est particulièrement démarqué avec une élongation plus élevée que toutes les autres espèces. Parmi les espèces transplantées en 2010, *P. opulifolius* a montré une élongation significativement plus élevée que les autres espèces, dont le témoin alors que *A. alnifolia* a présenté une faible élongation.

Les tendances observées pour l'élongation des espèces à l'essai par rapport à celle du témoin suivent logiquement les tendances observées pour la variable croissance.

Tableau 10. Élongation moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et au printemps 2010, avec les analyses de variance respectives.

<i>Espèces transplantées en 2009</i>	Croissance moyenne (%)	<i>Espèces transplantées en 2010</i>	Croissance moyenne (%)
C. cornuta	112c	A. alnifolia	32,0 c
R. blanda	138b	P. opulifolius	186,5 a
S. canadensis	76e	C. stolonifera (témoin)	114,2 b
S. alba	166a		
C. stolonifera (témoin)	94d		
	<i>Valeurs de F</i>		<i>Valeurs de F</i>
Région	Pr>F 0,021	Région	NS
Espèce	<0,001	Espèce	<0,001
Région*Espèce	<0,001	Région*Espèce	<0,001

NS, non significatif à P>0,05

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.1.4 État du plant

Les figures 14 et 15 regroupent l'ensemble des observations effectuées pendant les trois saisons de croissance (c'est-à-dire une moyenne des six prises de données) pour les arbustes transplantés en 2009, et une moyenne des observations effectuées pendant deux saisons de croissance (c'est-à-dire une moyenne de quatre prises de données) pour les arbustes transplantés en 2010. Bien que l'on constate une interaction significative entre les espèces et les régions pour les quatre catégories d'observation (bris, défoliation, nécrose et chlorose) (Tableau 11), toutes les valeurs attribuées aux symptômes observés, sur une échelle de 0 à 3, dépassent rarement 1, sauf pour la nécrose de *R. blanda* et *S. canadensis*, ce qui permet de conclure à un très bon état général des plants.

Par ailleurs, la fréquence d'observation de bris d'origine biotique apparaît relativement égale à celle de bris de nature abiotique, sauf pour *S. canadensis* où les bris biotiques étaient plus importants que les bris abiotiques (Figure 16). Toutefois, la détermination de l'origine du bris s'avérait parfois difficile sur le terrain. Lorsqu'aucune marque de dents d'animaux n'était évidente, la catégorie du bris était abiotique par défaut. Étant donné le peu d'information que cette variable nous donnait avec les données de 2010, l'analyse des bris biotiques et abiotiques n'a pas été faite de nouveau avec les données 2011.

Pour les prises de données réalisées à l'automne, la variable chlorose s'est avérée plus difficile à caractériser que les autres variables car les signes de chlorose et ceux reflétant le dépérissement naturel des feuilles à cette période de l'année pouvaient être confondus. Étant donné le peu de présence de chlorose en 2009 et 2010, cette variable n'a pas été mesurée en 2011. Les moyennes présentées ici sont donc sur les données de deux ou une année.

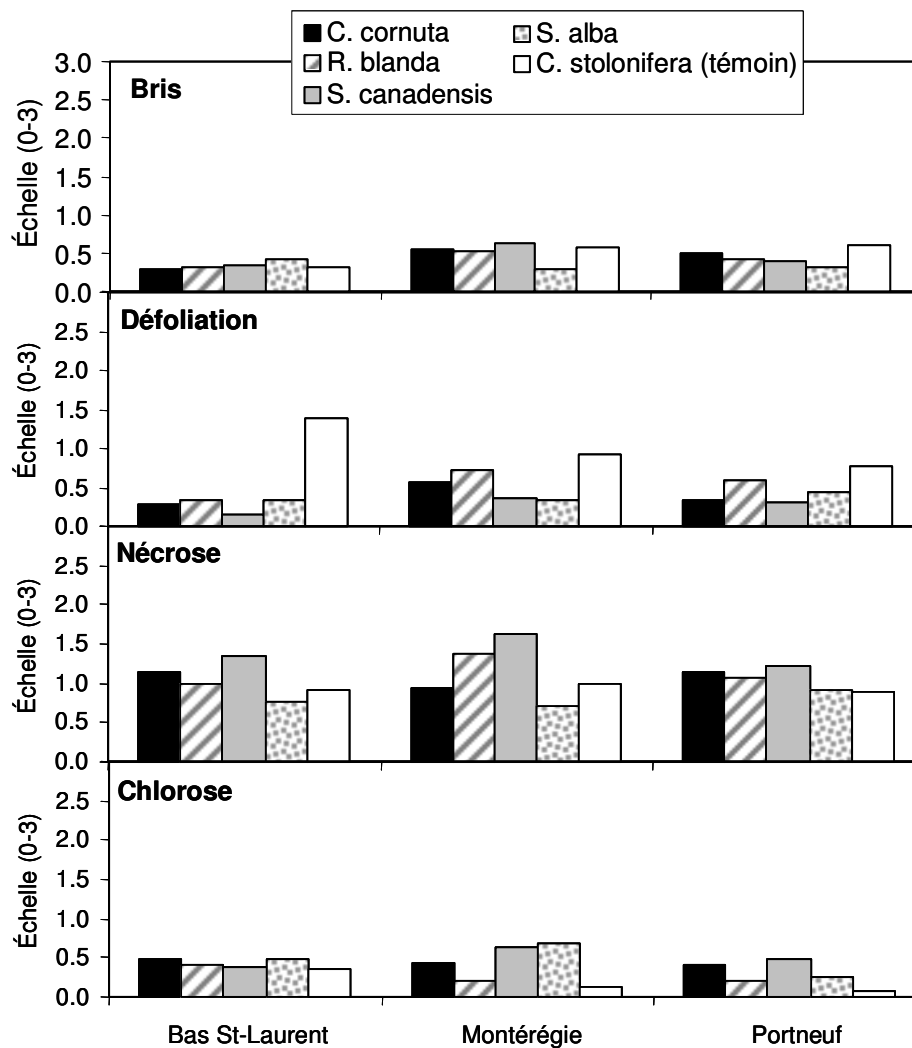


Figure 14. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

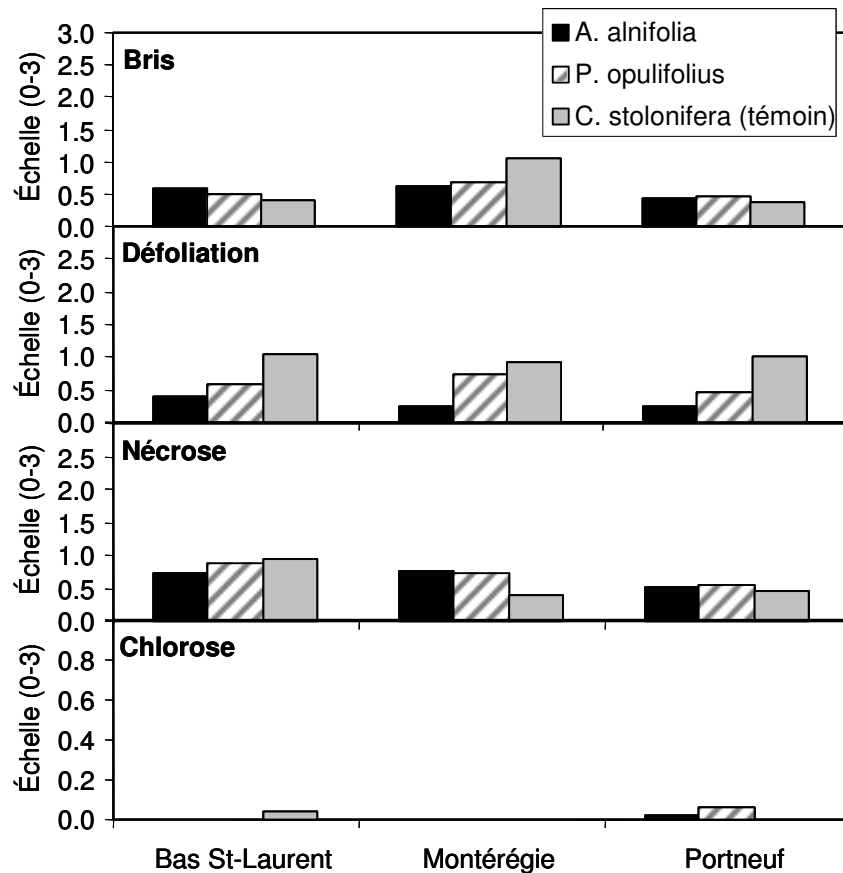


Figure 15. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 11. Analyses de variance sur les moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation des espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009 et celles transplantées au printemps 2010 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Espèces	Bris		Défoliation		Nécrose		Chlorose	
Transplantées en 2009								
	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F
Région	NS	1,03	NS	0,30	NS	0,31	NS	0,91
Espèce	0,002	4,46	<0,001	186,31	<0,001	44,23	<0,001	20,30
Région*Espèce	<0,001	5,93	<0,001	30,28	<0,001	7,07	<0,001	5,65
Transplantées en 2010								
	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F
Région	0,032	13,22	NS	0,10	NS	6,26	NS	0,60
Espèce	NS	0,07	<0,001	230,7	0,004	5,64	NS	0,39
Région*Espèce	<0,001	6,31	<0,001	6,47	<0,001	9,47	NS	1,97

NS, non significatif à P>0,05

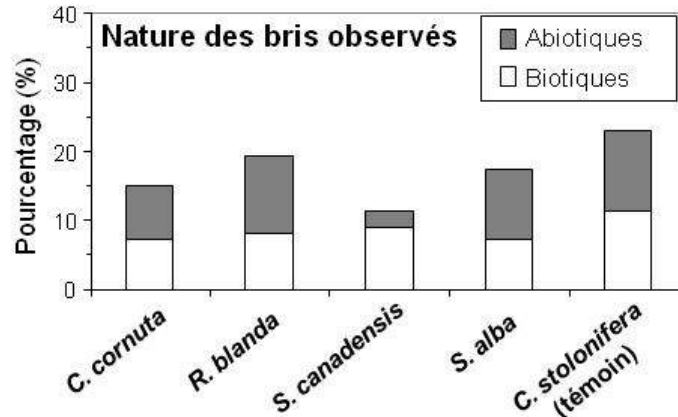


Figure 16. Moyennes des observations de bris d'origine biotique (branche sectionnée par un animal) et abiotique (cassure suite aux crues printanières, gel ou autres) pour les deux premières années d'observation pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009.

3.1.5 Cote de santé générale

D'une façon générale pour toutes les régions, on remarque qu'entre la transplantation et les observations de 2011, les moyennes de cote santé se sont améliorées pour les arbustes transplantés en 2009 (Figure 17) mais ce n'est pas le cas pour les arbustes transplantés en 2010 (Figure 18). Les arbustes de *C. cornuta* et *S. stolonifera* ont particulièrement bien repris après une première année de transplantation un peu difficile.

La comparaison statistique des moyennes de la cote santé évaluée à l'automne 2011, après deux ans de suivi, a permis de constater que des différences sont observées entre les espèces et que ces différences varient selon les régions (Tableau 12).

Après trois saisons de croissance, l'espèce *S. canadensis* performe moins bien que le témoin dans les trois régions, même si sa cote de santé tend à aller en s'améliorant. En revanche, les arbustes de *S. alba* présentent toujours une cote de santé supérieure ou équivalente à celle du témoin. Par ailleurs, *P. opulifolius* performe mieux que le témoin à toutes les périodes d'observation alors que *A. alnifolia* tend à avoir une cote de santé inférieure à celle du témoin.

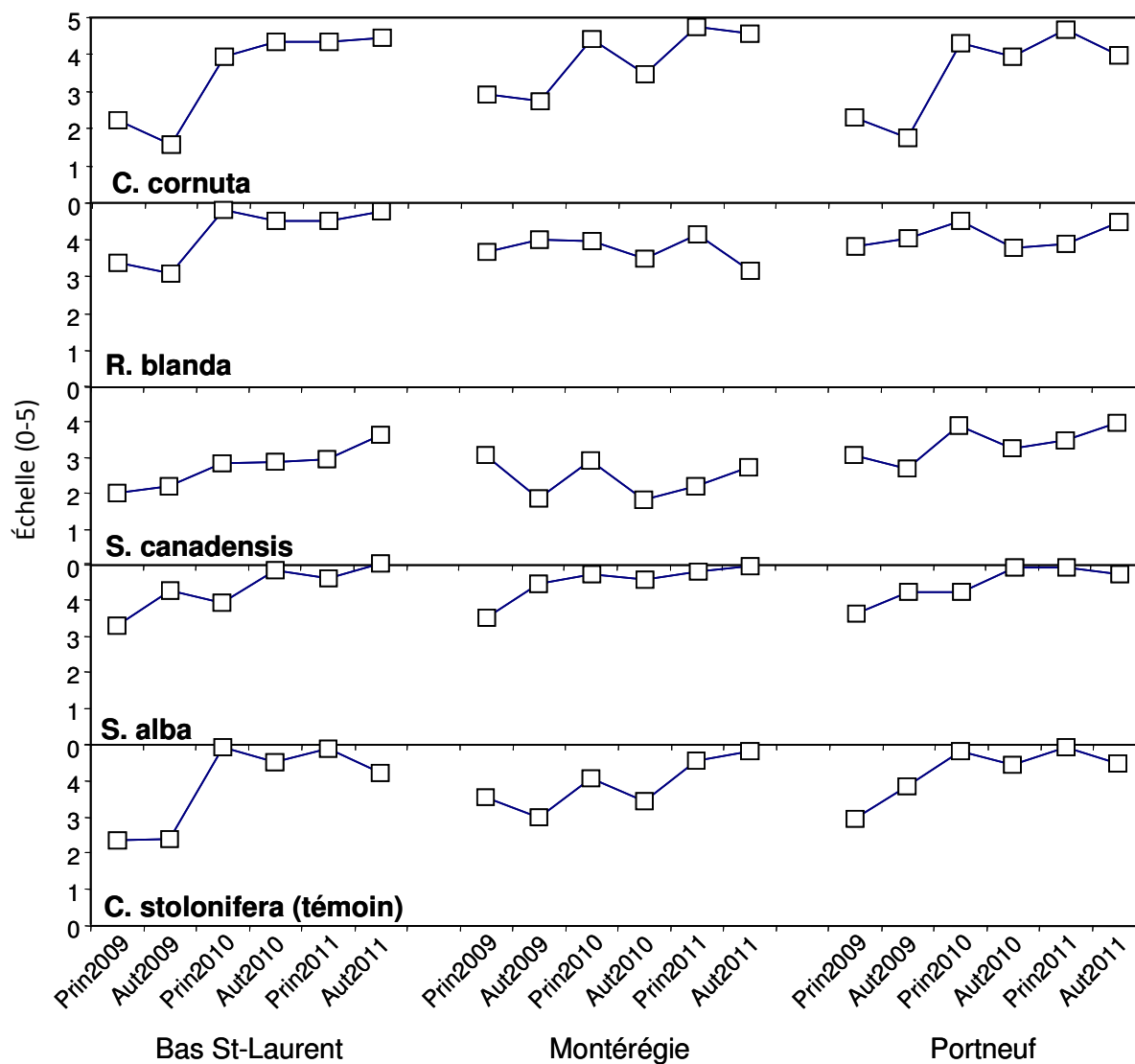


Figure 17. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

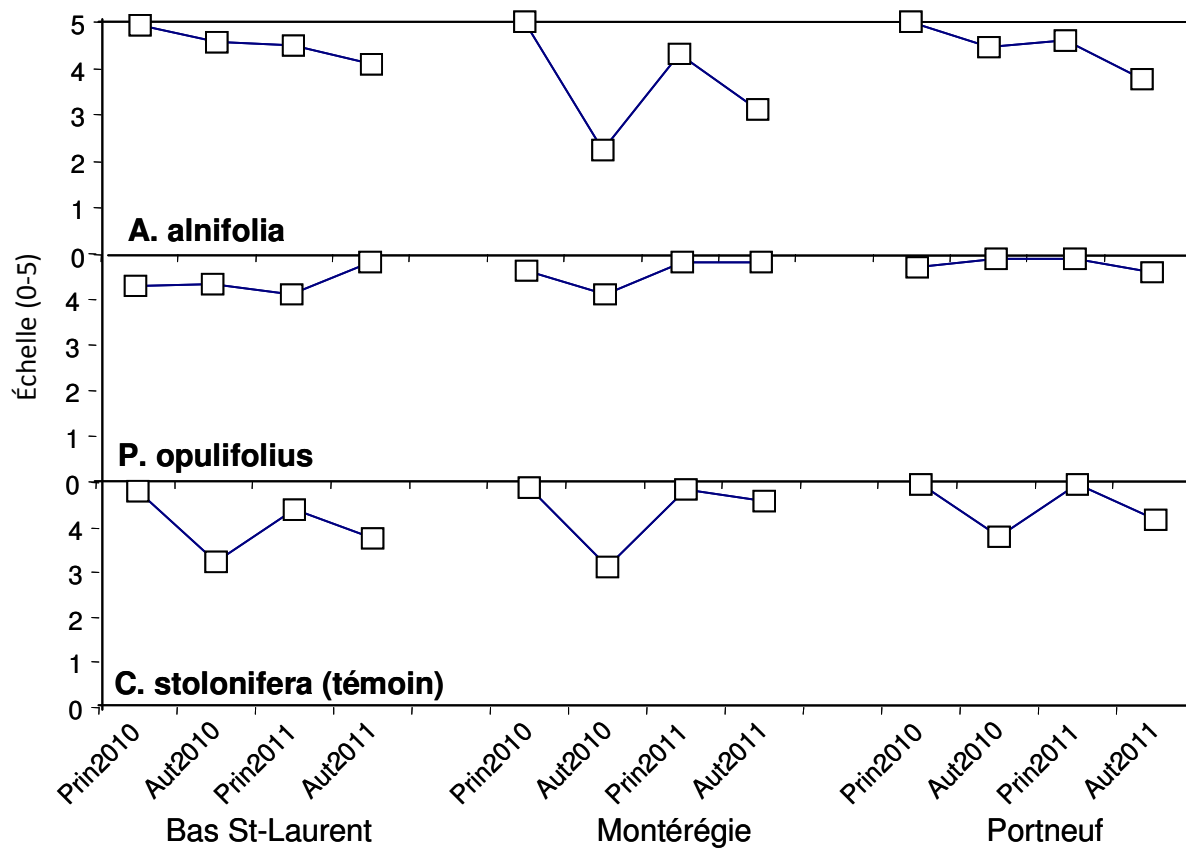


Figure 18. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

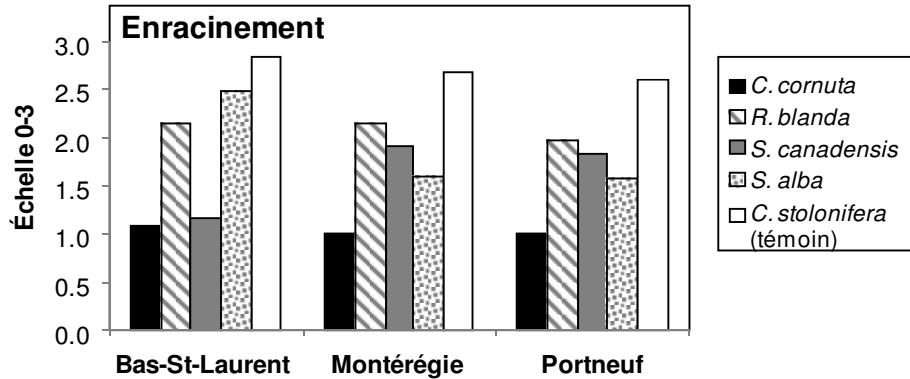


Figure 19. Observations de la qualité d'enracinement des arbustes évaluée avant la transplantation en replat au printemps 2009 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 13. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression pour les variables enracinement et cote de santé et pour les variables enracinement et survie après deux ans de suivi pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.

Espèce	Enracinement x Cote santé Automne 2010		Enracinement x Survie après 2 ans	
	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F
<i>C. stolonifera</i>	0,0111	NS	0,0091	NS
<i>C. cornuta</i>	0,0102	NS	0,0019	NS
<i>R. blanda</i>	0,0078	NS	0,0002	NS
<i>S. canadensis</i>	0,0016	NS	0,004	NS
<i>S. alba</i>	0,0581	0,007	0,0016	NS

NS, non significatif à $P > 0.05$

C. stolonifera=*Cornus stolonifera*; *C. cornuta*=*Corylus cornuta*; *R. blanda*=*Rosa blanda*;
S. canadensis=*Shepherdia canadensis*; *S. alba*=*Spiraea alba*.

3.1.7 Compétition

L'envahissement moyen par les espèces compétitrices a été plus important en Montérégie pour toutes les saisons de croissance (Figures 20 et 21). Seules les données prises à l'automne sont présentées puisque la compétition était presque nulle au printemps. Pour les plants transplantés en 2009, la compétition augmente la première année puis semble se stabiliser par la suite.

Afin de déterminer si cette variable pouvait avoir un effet sur la survie et la cote de santé des plants, des analyses de régression ont été réalisées dès la deuxième année du projet en regroupant les observations des trois régions avec les données des arbustes transplantés en 2009. Les coefficients de régression (r^2) indiquent qu'il n'y a pas de relation entre les variables compétition (mesurée à l'automne 2010) et survie (mesurée à l'automne 2010) (Tableau 14). À l'exception de l'espèce *S. canadensis* pour laquelle un coefficient de 0,3766 a été obtenu en Montérégie (données non présentées) pour la régression entre les variables compétition et cote de santé 2010, les coefficients étaient tous assez faibles et/ou non significatifs. La compétition a également été mise en relation avec la variable élancement mais aucun lien n'a été observé entre

ces deux variables pour l'année 2009 tout comme pour l'année 2010. Ces analyses n'ont pas été refaites avec les données 2011 étant donné leur peu de pertinence.

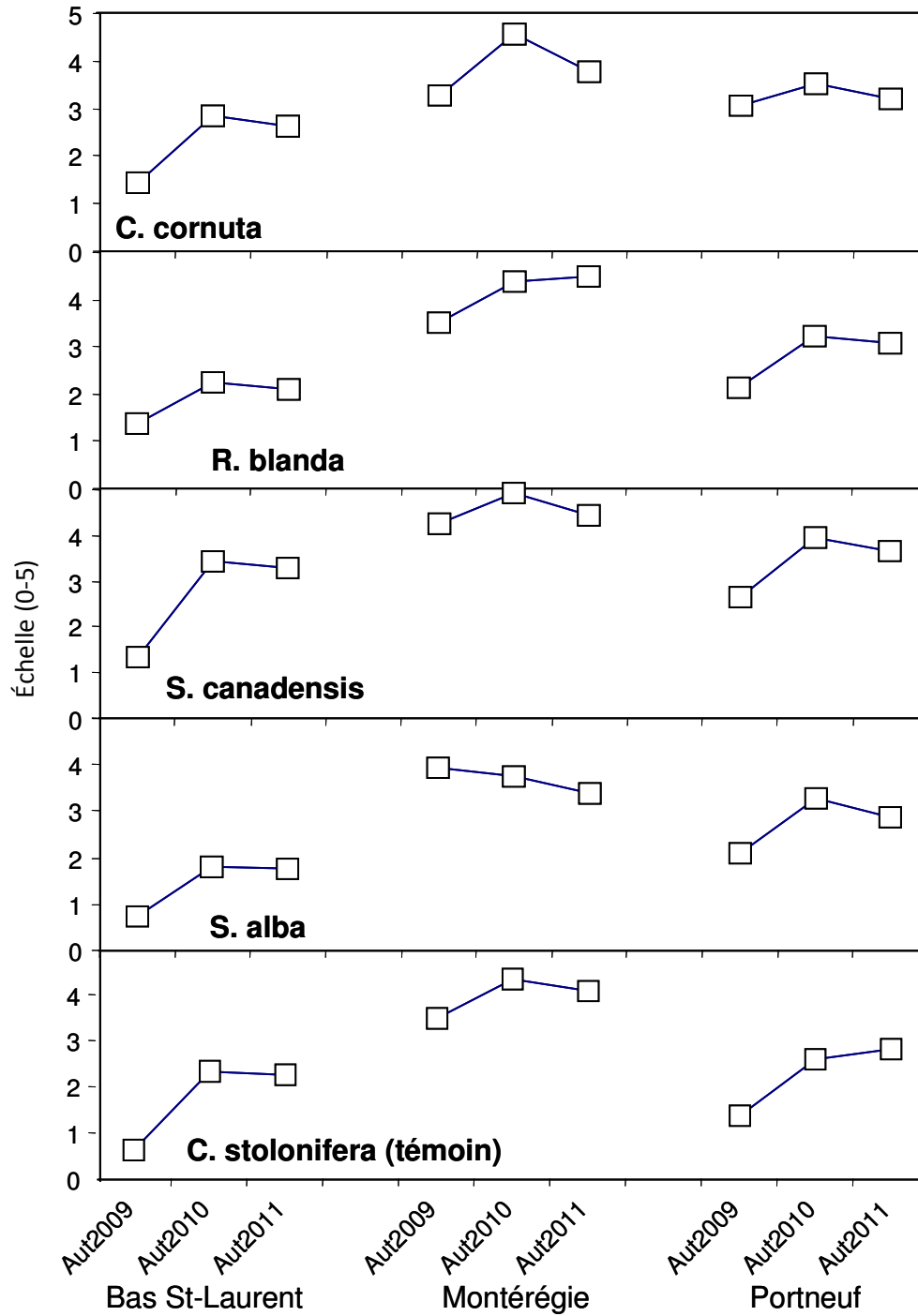


Figure 20. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en replat en 2009, entre la transplantation et l'automne 2011 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

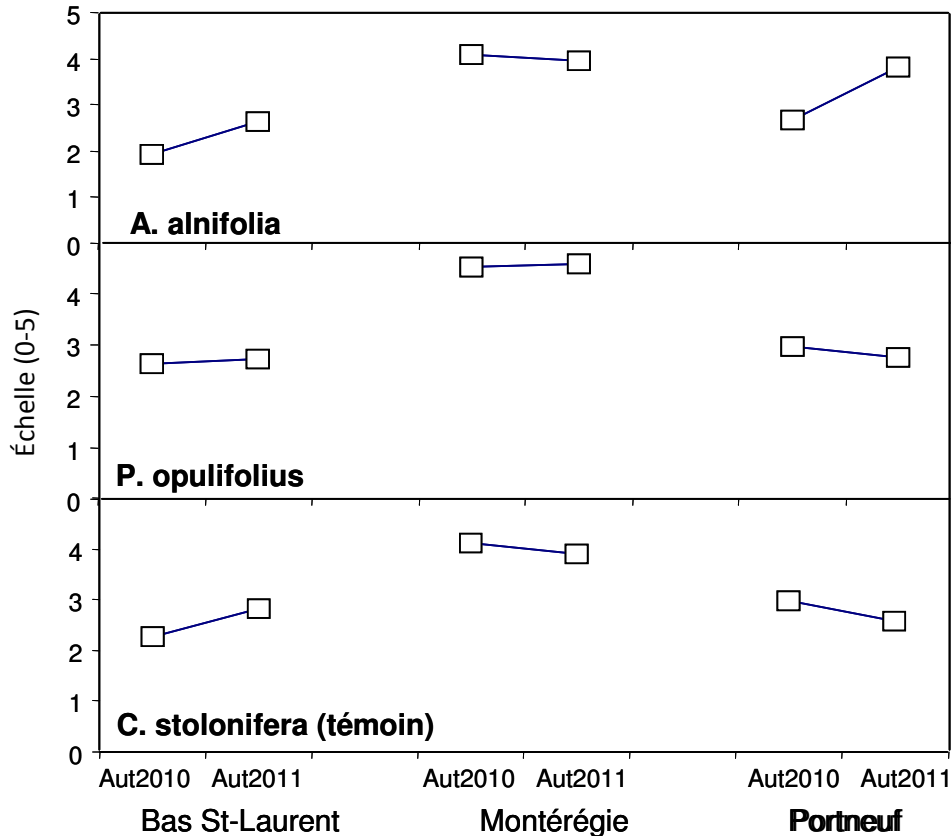


Figure 21. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en replat en 2010, entre la transplantation et l'automne 2011 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 14. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression entre la variable compétition de l'automne 2010 et les variables cote de santé de l'automne 2010, survie après deux ans de suivi et élongation de 2009 et 2010 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.

Espèce	Compétition Automne 2010 x Survie après 2 ans		Compétition Automne 2010 x Cote santé Automne 2010		Compétition Automne 2009 x Élongation 2009		Compétition Automne 2010 x Élongation 2010	
	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F
<i>C. stolonifera</i>	0	.	0,2355	<0.001	0,0273	NS	0,0026	NS
<i>C. cornuta</i>	0,0057	NS	0,0889	0,0004	0,0373	0,0228	0,0101	NS
<i>R. blanda</i>	0,0225	NS	0,1315	<0.001	0,1684	<0.001	0,0034	NS
<i>S. canadensis</i>	0,0209	NS	0,127	<0.001	0,0126	NS	0,014	NS
<i>S. alba</i>	0	.	0,0234	NS	0,1629	<0.001	0,0442	0,012

NS, non significatif à $P > 0.05$

C. stolonifera=*Cornus stolonifera*; *C. cornuta*=*Corylus cornuta*; *R. blanda*=*Rosa blanda*; *S. canadensis*=*Shepherdia canadensis*; *S. alba*=*Spiraea alba*.

3.1.8 Conclusion pour le replat

Pour toutes les régions confondues, toutes les espèces testées, sauf *S. canadensis* et *A. alnifolia*, ont présenté des taux de survie équivalents ou supérieurs à celui des témoins avec des valeurs variant entre 82% et 91%. L'étude des valeurs moyennes de croissance et d'élongation corrobore ces résultats puisqu'on a constaté que les arbustes de *S. canadensis* et *A. alnifolia* ont eu une croissance et une élongation particulièrement faibles. Cela s'est reflété dans les cotes de santé de ces deux dernières espèces puisque celles-ci étaient inférieures à celles des témoins. L'évaluation des symptômes de bris, défoliation, nécrose ou chlorose sur les plants n'a pas permis de conclure à un effet direct de ces facteurs sur la survie des plants. D'autres éléments doivent être pris en considération pour expliquer la difficulté de certains arbustes à s'implanter, tel que la nature même de leur patron de croissance, ou bien l'effet du sol. *S. canadensis* est d'ailleurs reconnue pour sa croissance lente (FIHOQ et AQPP, 2008), ce qui peut expliquer qu'elle semble avoir moins bien performé que les autres espèces notamment en terme de réponse à la compétition. La transplantation d'arbustes de plus forte taille ou encore un entretien de la bande riveraine pourrait être envisagé pour les premières années de transplantation de cette espèce afin de limiter les effets de la compétition par la végétation environnante. Dans l'une ou l'autre de ces éventualités, les coûts reliés à ces alternatives pourraient jouer en défaveur de l'utilisation de cette espèce. Le pH des sols est également une variable d'intérêt qui pourrait expliquer les différentes performances des espèces à l'essai. *S. canadensis*, par exemple, s'adapte bien aux sols alcalins (FIHOQ et AQPP, 2008).

Finalement, on constate globalement que les espèces *S. alba* et *P. opulifolius* se sont démarquées par leurs performances plus élevées que celles du témoin en terme de croissance ou d'élongation, associées à de très bonnes cotes de santé. Ces résultats en font des espèces particulièrement intéressantes à choisir si on souhaite introduire seulement une ou deux nouvelles espèces dans un milieu de bandes riveraines. Si un nombre plus élevé d'espèces est souhaitable, *C. cornuta* et *R. blanda* sont également de bons choix en se basant sur les résultats de notre étude.

Dans un autre ordre d'idée, le potentiel de drageonnement des espèces utilisées en replat est un facteur auquel une attention particulière mérite d'être portée. En effet, les producteurs agricoles ne souhaitent pas que les ramifications des arbustes transplantés dans leur bande riveraine viennent s'implanter dans le champ cultivé adjacent. Parmi les espèces de l'étude, *C. stolonifera*, *R. blanda*, *C. cornuta* ont la propriété de se propager par drageonnement (FIHOQ et AQPP, 2008). De plus, puisque l'espèce *Spiraea latifolia* est reconnue pour son port drageonnant (Hydro-Québec, 2005) et qu'elle s'apparente à l'espèce *S. alba*, on peut supposer que cette dernière risque de croître de la même façon. Le labourage du champ pourrait aider à limiter l'introduction des arbustes dans la zone cultivée.

3.2 Talus

3.2.1 Survie

Pour les plants transplantés en 2009 et en 2010, toutes les espèces ont présenté des taux de survie de plus de 80% dans les régions du Bas St-Laurent et de Portneuf et ce, après deux ou trois saisons de plantation (Figures 22 et 23). En revanche, les arbustes implantés en Montérégie indiquaient un taux de survie inférieur à 80% à l'automne 2011 pour toutes les espèces transplantées en 2009 et 2010. Lorsqu'on observe les taux de survie par site (Figures 24 et 25), on constate que les arbustes plantés principalement sur le site de La Barbue ont moins bien survécu, ce qui a pénalisé les moyennes pour la région. En Montérégie, l'espèce *M. gale* a particulièrement moins bien survécu par rapport aux autres espèces transplantées en 2009 alors que parmi les espèces transplantées en 2010, le témoin *S. petiolaris* a moins bien survécu (Tableau 15). Étant donné que le phénomène n'est pas généralisé à l'ensemble des sites, cette observation laisse supposer qu'un facteur ponctuel a pu être responsable de ces nombreuses mortalités. Bien que le sol ait été de type plutôt argileux au site de La Barbue, le manque d'eau se présente comme une explication probable à la mort des plants à cet endroit, notamment pour *M. gale* qui est une espèce nécessitant un taux d'humidité du sol élevé (FIHOQ et AQPP, 2008). La position du plant en mi-talus pourrait avoir limité l'accès à l'eau aux plants de cette espèce.

Il est à noter que les autres variables traitées dans les sections suivantes reflètent les résultats des arbustes qui ont survécu seulement.

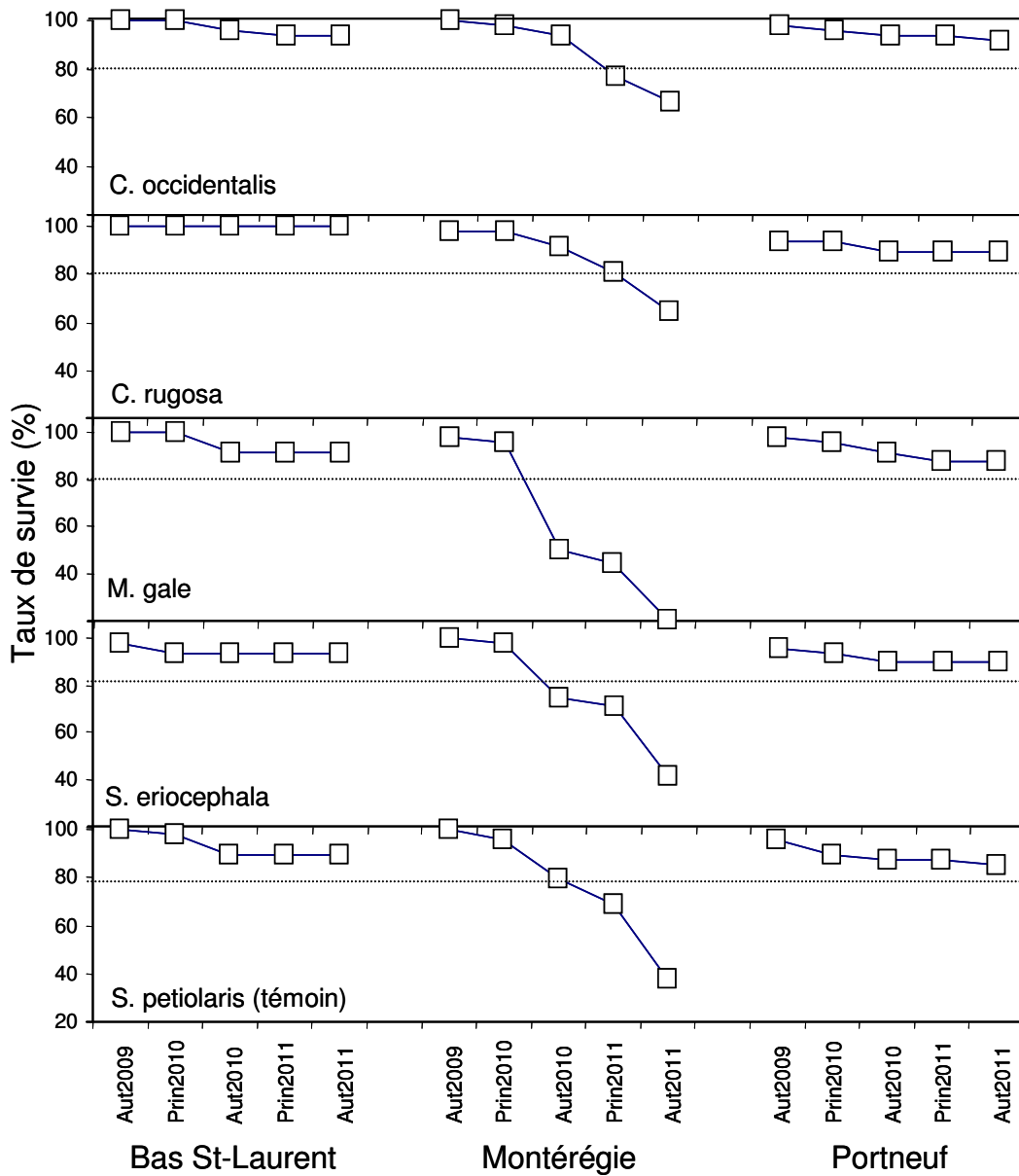


Figure 22. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

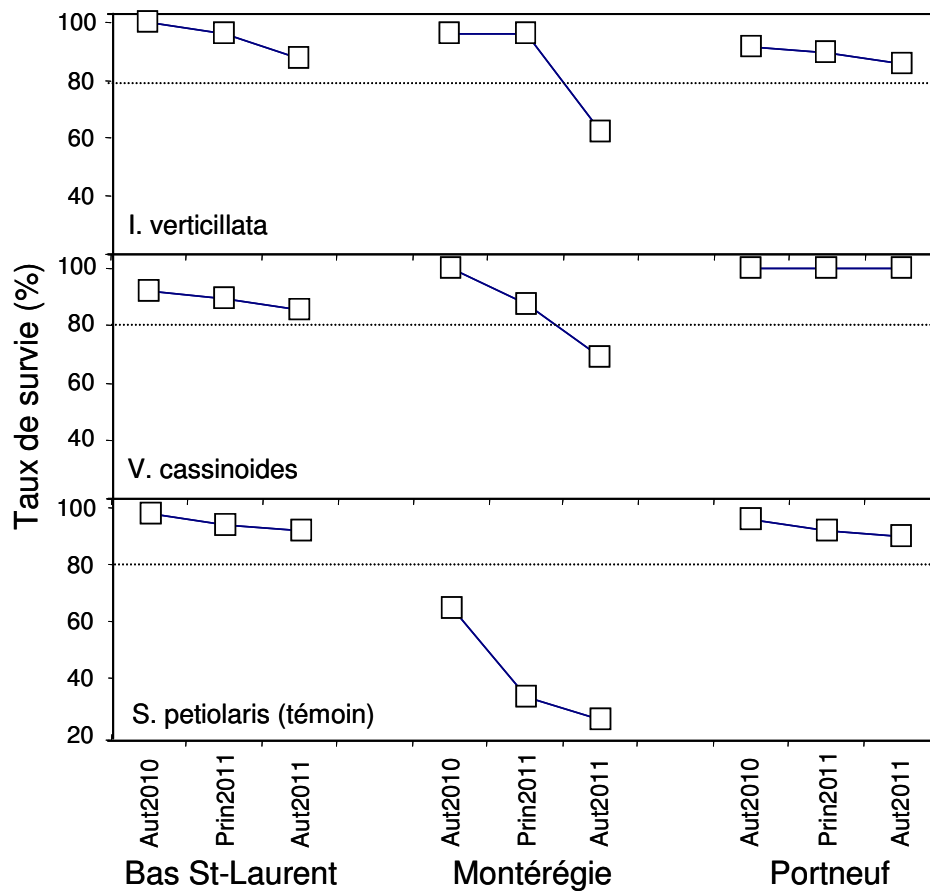


Figure 23. Évolution du taux de survie de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

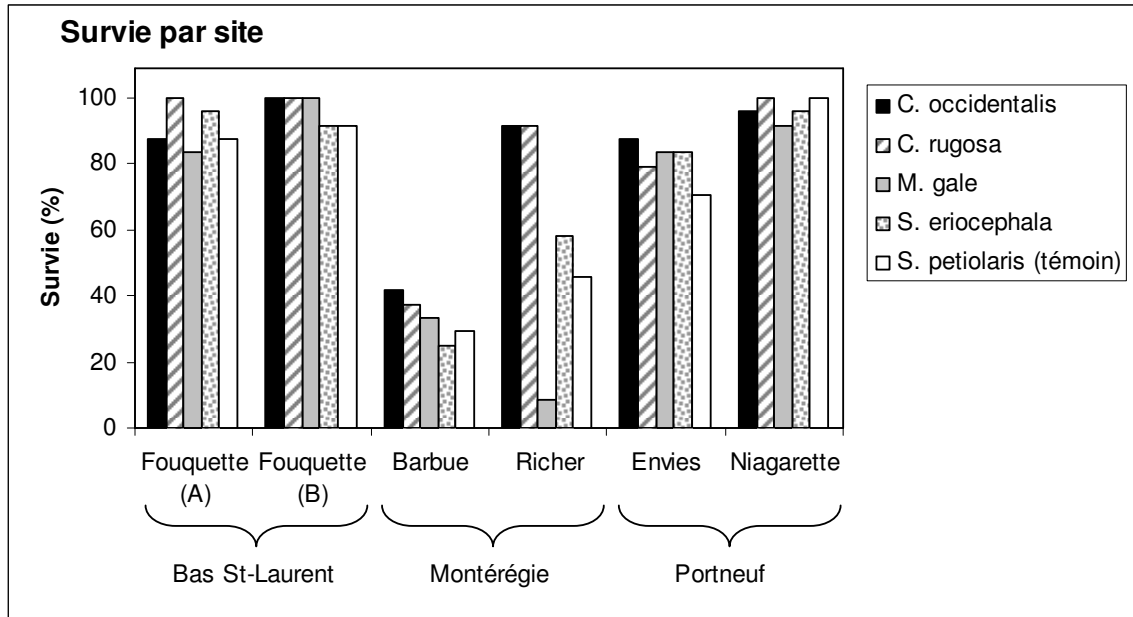


Figure 24. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

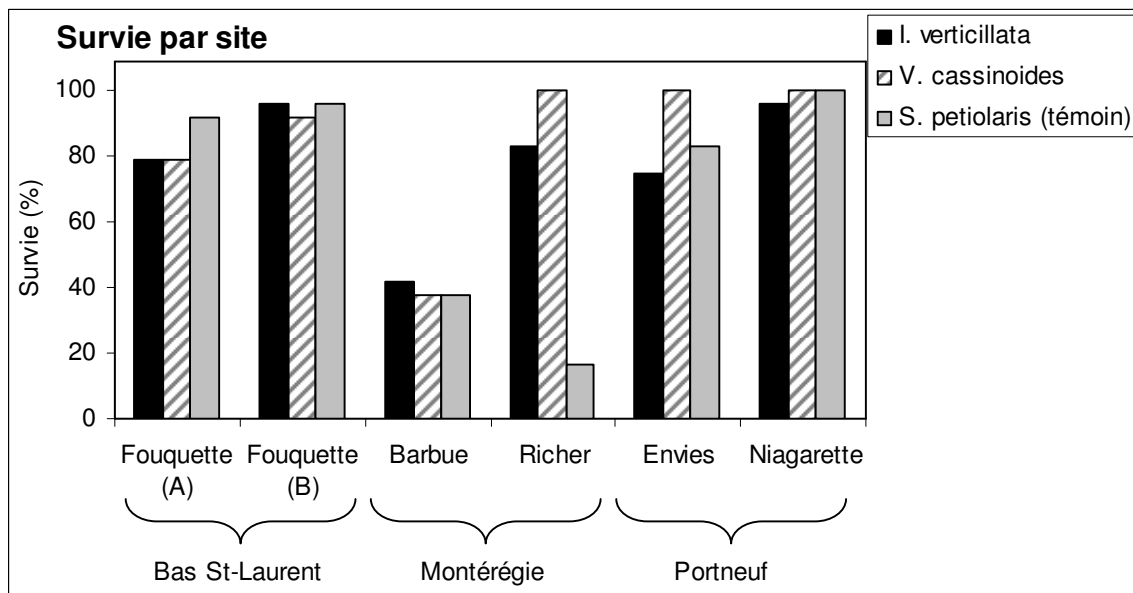


Figure 25. Taux de survie par site, à l'automne 2011, des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf.

Tableau 16. Croissance moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et analyse de variance.

Espèces transplantées en 2009		Croissance moyenne	
		($\%$)	
C. occidentalis		905	b
C. rugosa		2469	a
M. gale		599	c
S. eriocephala		701	c
S. petiolaris (témoin)		258	d
		<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>
Région		NS	1,04
Espèce		<0,001	77,31
Région*Espèce		<0,001	5,10

NS, non significatif à $P>0,05$
 Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

Tableau 17. Croissance moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 et analyse de variance.

Espèces transplantées en 2010		Croissance moyenne	
		($\%$)	
Bas St-Laurent	I. verticillata	1465	a
	V. cassinoides	955	b
	S. petiolaris (témoin)	1616	a
Montérégie	I. verticillata	806	a
	V. cassinoides	581	a
	S. petiolaris (témoin)	167	b
Portneuf	I. verticillata	732	a
	V. cassinoides	732	a
	S. petiolaris (témoin)	413	b
		<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>
Région		NS	2,44
Espèce		<0,001	12,34
Région*Espèce		<0,001	8,64

NS, non significatif à $P>0,05$
 Pour une même région, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.2.3 Élongation

Les différences d'élongation variaient principalement entre les espèces pour les plants transplantés en 2009 (Tableau 18), alors qu'une importante interaction entre espèces et régions a été notée pour les plants transplantés en 2010 (Tableau 19). Toutes les espèces transplantées en 2009 ont, en moyenne sur trois ans, aussi bien ou mieux performé que le témoin. *C. rugosa* et *S. eriocephala* se sont particulièrement démarqués. En revanche *I. verticillata* a eu une élongation, en moyenne sur deux ans, significativement moins élevée que celles du témoin et de *V. cassinoides*, ce qui ne reflète pas ses bonnes performances en terme de croissance présentée ci-haut. Dans le Bas St-Laurent, *S. petiolaris* a présenté un taux d'élongation très élevé, tout comme l'avait été son taux de croissance.

Tableau 18. Élongation moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et analyse de variance.

<i>Espèces transplantées en 2009</i>	Élongation moyenne	
	(%)	
<i>C. occidentalis</i>	89	b
<i>C. rugosa</i>	147	a
<i>M. gale</i>	82	bc
<i>S. eriocephala</i>	153	a
<i>S. petiolaris</i> (témoin)	70	c
	<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>
Région	NS	0,45
Espèce	<0,001	52,46
Région*Espèce	<0,001	6,37

NS, non significatif à $P>0,05$

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes

Tableau 19. Élongation moyenne de la couronne par année, en pourcentage d'augmentation par rapport à la taille initiale, pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 et analyse de variance.

<i>Espèces transplantées en 2010</i>		Élongation moyenne	
		($\%$)	
Bas St-Laurent	I. verticillata	45	c
	V. cassinoides	153	b
	S. petiolaris (témoin)	388	a
Montérégie	I. verticillata	44	b
	V. cassinoides	115	a
	S. petiolaris (témoin)	122	a
Portneuf	I. verticillata	87	c
	V. cassinoides	181	a
	S. petiolaris (témoin)	117	b
		<i>Pr>F</i>	<i>Valeurs de F</i>
Région		NS	0,90
Espèce		<0,001	98,69
Région*Espèce		<0,001	26,87

NS, non significatif à $P>0,05$

Pour une même région, les moyennes suivies d'une même lettres ne sont pas statistiquement différentes

3.2.4 État du plant

Les figures 26 et 27 illustrent les moyennes de l'ensemble des observations de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose effectuées pendant les deux ou trois saisons de croissance, selon que les plants aient été transplantés en 2009 ou 2010, et ce pour chaque région à l'étude. On constate tout d'abord que les niveaux d'affectation étaient de peu à moyennement élevés. Les symptômes de chlorose notamment ont été négligeables puisque les plants à l'étude ont très peu été affectés.

Les analyses de variance nous indiquent que les différences observées variaient principalement entre les espèces, sauf pour le bris des espèces transplantées en 2009 et la défoliation des espèces transplantées en 2010, où certaines espèces se sont comportées différemment d'une région à l'autre.

Globalement, on retiendra cependant que toutes les espèces à l'étude ont présenté l'équivalent ou moins de signes de bris, de défoliation ou de nécrose que le témoin (Figures 26 et 27). On

peut donc conclure que les plants étaient en bon état mis à part une certaine présence de nécrose.

Par ailleurs, la fréquence d'observation de bris d'origine abiotique semble supérieure à celle des bris de nature biotique dans le cas des deux espèces de *Salix* (*S. petiolaris* et *S. eriocephala*) (Figure 28). Cette évaluation a été effectuée uniquement avec les données des arbustes transplantés en 2009 et sur les deux premières années de mesure, étant donné le peu de pertinence de cette variable.

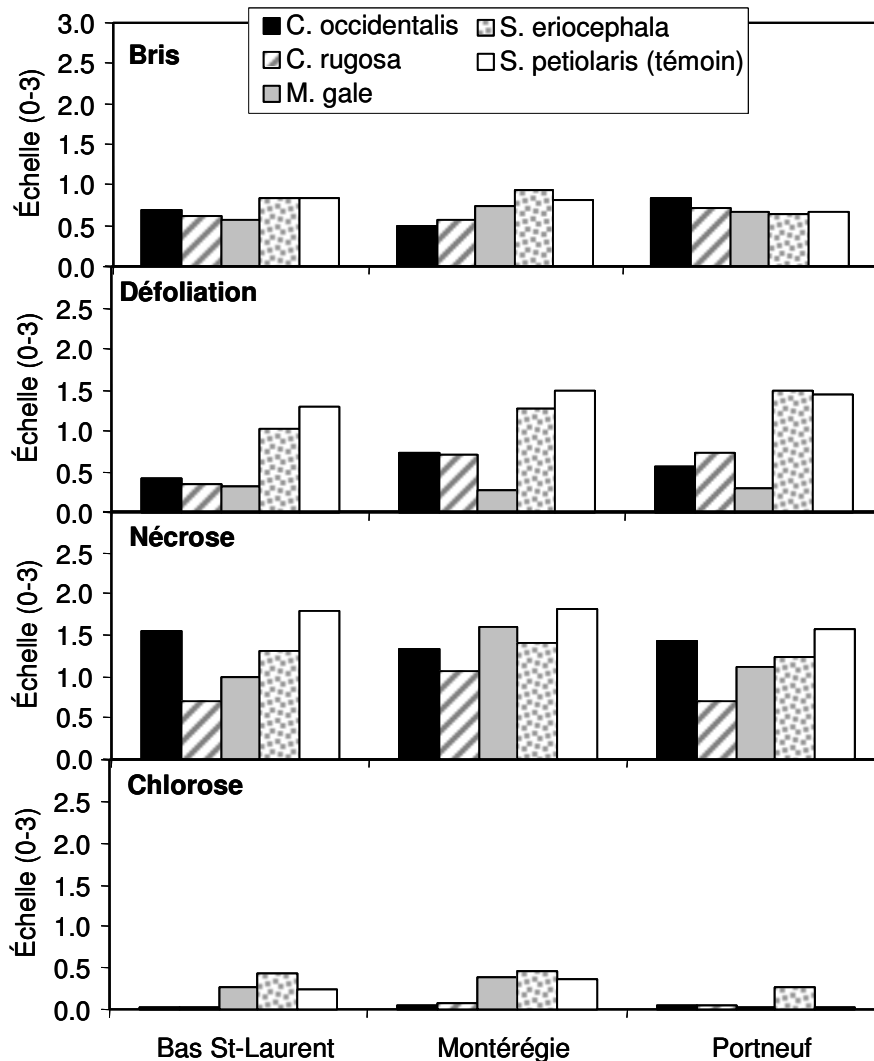


Figure 26. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

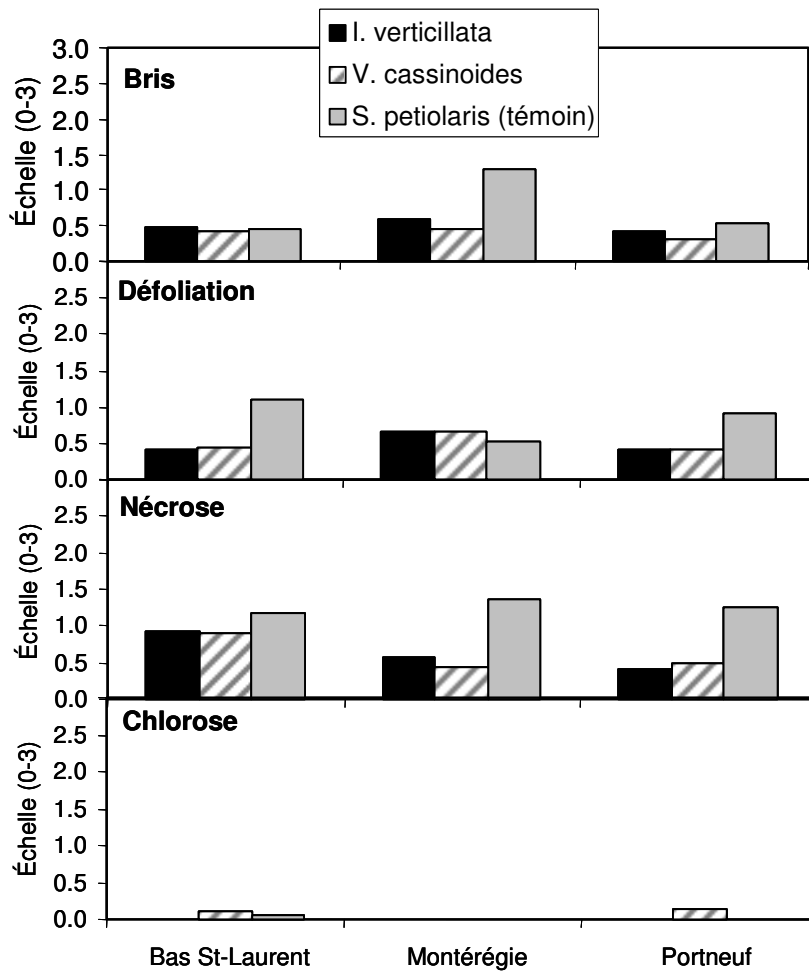


Figure 27. Moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 20. Analyses de variance sur les moyennes des symptômes de bris, de défoliation, de nécrose et de chlorose pour l'ensemble des périodes d'observation des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 et celles transplantées au printemps 2010 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Espèces	Bris		Défoliation		Nécrose		Chlorose	
Transplantées en 2009								
	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F
Région	NS	0,00	NS	1,26	NS	0,48	NS	5,17
Espèce	0,010	3,37	<0,001	267,09	<0,001	59,42	<0,001	45,17
Région*Espèce	<0,001	3,86	<0,001	5,27	<0,001	5,34	<0,001	5,59
Transplantées en 2010								
	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F	Pr > F	Valeurs de F
Région	NS	7,69	NS	0,43	NS	0,59	NS	3,34
Espèce	<0,001	27,26	<0,001	55,96	<0,001	114,21	<0,001	8,45
Région*Espèce	<0,001	7,03	<0,001	26,89	<0,001	11,27	0,029	2,72

NS, non significatif à P>0,05

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

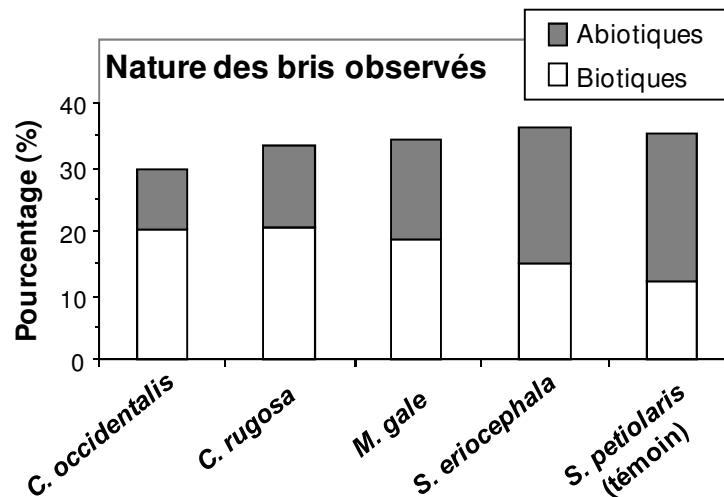


Figure 28. Moyennes des observations de bris d'origine biotique et abiotique pour l'ensemble des périodes d'observation pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009.

3.2.5 Cote de santé générale

Entre 2009 et 2011, les cotes de santé des plants tendent à s'améliorer pour toutes les espèces (Figures 29 et 30). En Montérégie, les plants de *M. gale* et de *S. petiolaris*, ayant survécu aux premières années d'implantation, semblent avoir finalement acquis un bon état de santé. *C. rugosa* a une excellente cote de santé après trois ans d'implantation de même que les plants de *M. gale* encore présents (Tableau 21).

Pour les espèces transplantées en 2010, *I. verticillata* et *V. cassinoides* ont une meilleure cote de santé que le témoin (Tableau 22).

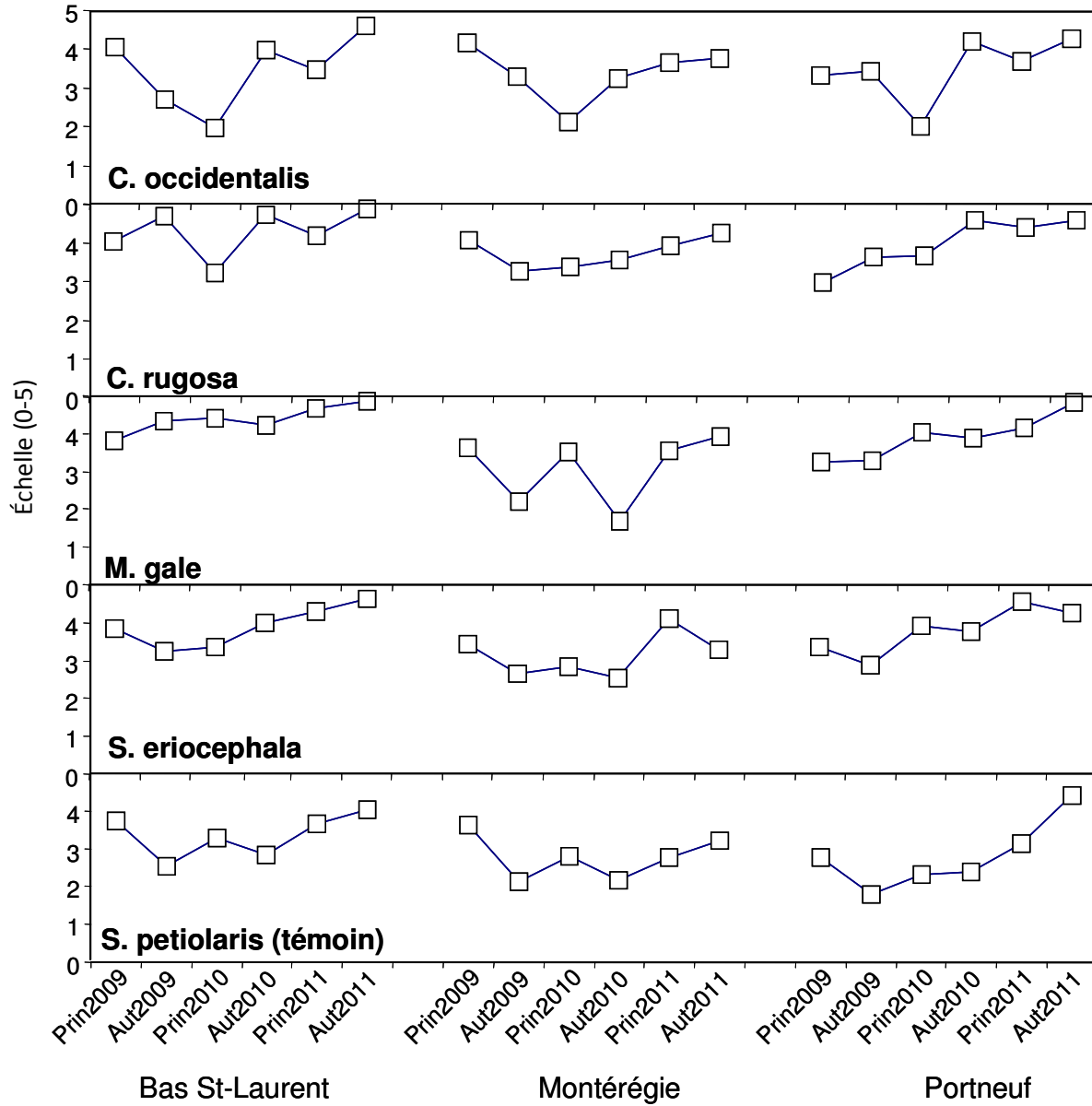


Figure 29. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

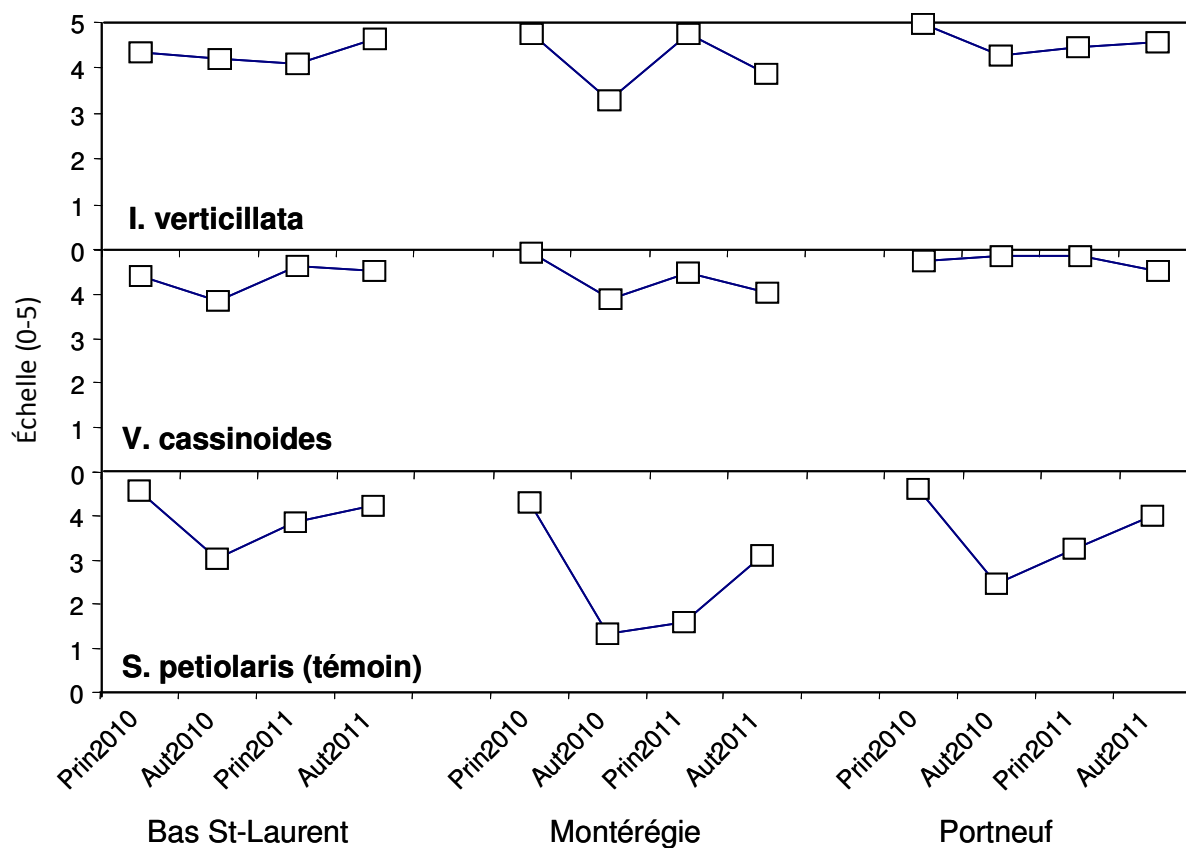


Figure 30. Évolution de la cote de santé de la transplantation jusqu'à l'automne 2011 pour les espèces arbustives transplantées en replat au printemps 2010, pour les régions du Bas St-Laurent, de la Montérégie et de Portneuf (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 21. Cote de santé à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle) et analyse de variance.

Région	Espèces	Cote santé automne 2011	
		<i>(0-5)</i>	
Bas St-Laurent	C. occidentalis	4,60	a
	C. rugosa	4,90	a
	M. gale	4,87	a
	S. eriocephala	4,62	a
	S. petiolaris (témoin)	4,05	b
Montérégie	C. occidentalis	3,76	b
	C. rugosa	4,28	a
	M. gale	3,90	abc
	S. eriocephala	3,29	bc
	S. petiolaris (témoin)	3,21	c
Portneuf	C. occidentalis	4,25	b
	C. rugosa	4,61	ab
	M. gale	4,81	a
	S. eriocephala	4,27	b
	S. petiolaris (témoin)	4,41	b
		Pr>F	Valeurs de F
Région		NS	1,89
Espèce		<0,001	10,79
Région*Espèce		0,028	2,18

NS, non significatif à P>0,05

Les moyennes suivies d'une même lettres ne sont pas statistiquement différentes..

Tableau 22. Cote de santé à l'automne 2011 des espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2010 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle) et analyse de variance.

Espèces	Cote santé automne 2011	
	<i>(0-5)</i>	
I. verticillata	a	
V. cassinoides	a	
S. petiolaris (témoin)	b	
	Pr>F	Valeurs de F
Région	NS	5,35
Espèce	<0,001	8,16
Région*Espèce	NS	0,68

NS, non significatif à P>0,05

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes .

3.2.6 Enracinement initial vs données de survie et cote de santé

Une variation de la qualité d'enracinement a été observée entre les espèces à l'intérieur d'une même région (Figure 31). Cette tendance semble relativement constante d'une région à l'autre. Afin de déterminer si cette variable pouvait avoir un effet sur la survie et la cote de santé des plants, des analyses de régression ont été réalisées dès la deuxième année du projet et ce, en regroupant les observations des trois régions. Les coefficients de régression (r^2) indiquent qu'il n'y a pas de relation entre les variables enracinement et cote de santé de l'automne 2010 ni entre les variables enracinement et survie mesurée à l'automne 2010 (Tableau 23). Pareillement aux espèces transplantées en replat, les variations interspécifiques pourraient se justifier par les caractéristiques biologiques de développement racinaire propres à chaque espèce ou encore par le moment de production des plants en pépinière.

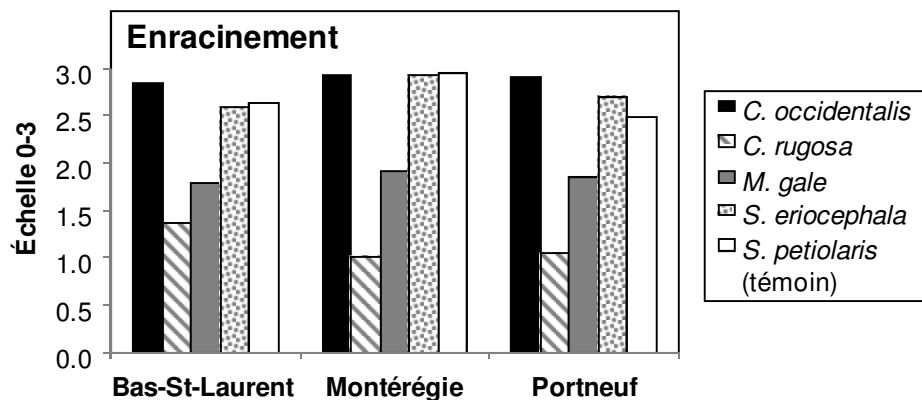


Figure 31. Moyennes des observations de la qualité d'enracinement des arbustes évaluée avant la transplantation en talus au printemps 2009 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 23. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression pour les variables enracinement et cote de santé finale (automne 2010) et pour les variables enracinement et survie après deux ans de suivi pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.

Espèce	Enracinement x Cote santé Automne 2010		Enracinement x Survie après 2 ans	
	R^2	$Pr>F$	R^2	$Pr>F$
<i>C. occidentalis</i>	0,0047	NS	0,001	NS
<i>C. rugosa</i>	0,0164	NS	0,0146	NS
<i>M. gale</i>	0,0395	0,0189	0,035	0,0247
<i>S. eriocephala</i>	0,009	NS	0,0099	NS
<i>S. petiolaris</i>	0,0033	NS	0,0179	NS

NS, non significatif à $P>0.05$

C. occidentalis= *Cephalanthus occidentalis*; *C. rugosa*= *Cornus rugosa*; *M. gale*= *Myrica gale*; *S. eriocephala*= *Salix eriocephala*; *S. petiolaris*= *Salix petiolaris*.

3.2.7 Compétition

Seules les données prises à l'automne sont présentées puisque la compétition était presque nulle au printemps. Pour les espèces transplantées en talus en 2009 ou 2010, l'envahissement moyen par les espèces compétitrices semble avoir été particulièrement important durant l'année 2010 (Figures 32 et 33). Globalement, on remarque que l'envahissement des parcelles était très constant entre les espèces et les régions.

Afin de déterminer si cette variable pouvait avoir un effet sur la survie et la cote de santé des plants, des analyses de régression ont été réalisées dès la deuxième année du projet en regroupant les observations des trois régions avec les données des plants transplantés en 2009. Les coefficients de régression (r^2) indiquent qu'il n'y a pas de relation entre les variables compétition (mesurée à l'automne 2010) et survie (mesurée à l'automne 2010), cote de santé (mesurée à l'automne 2010) et élongation après deux ans puisque ces coefficients étaient tous assez faibles et/ou non significatifs (Tableau 24). Étant donné le peu de pertinence de cette analyse, elle n'a pas été répétée avec les données de l'année 2011.

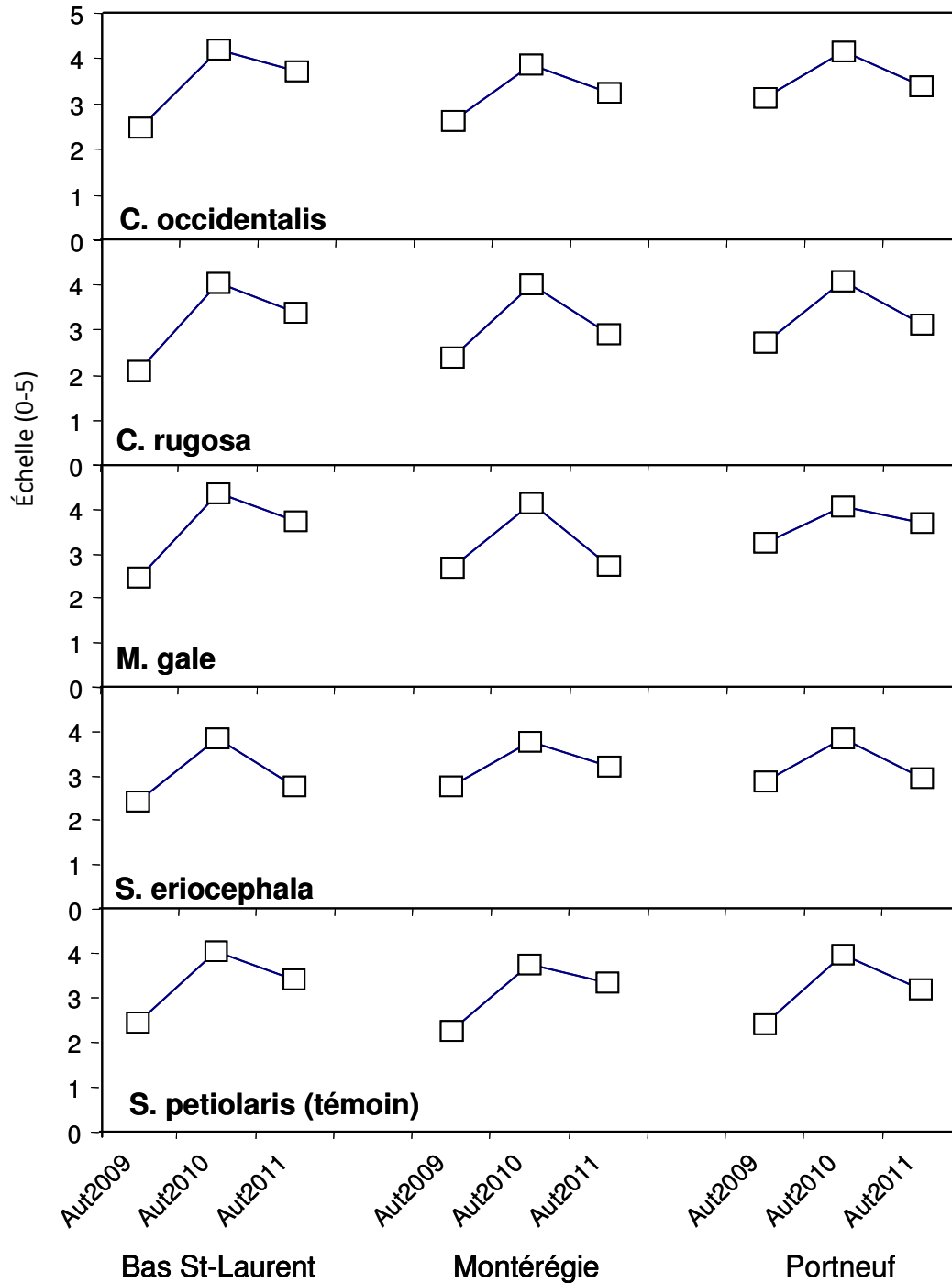


Figure 32. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en talus en 2009, entre la transplantation et l'automne 2011 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

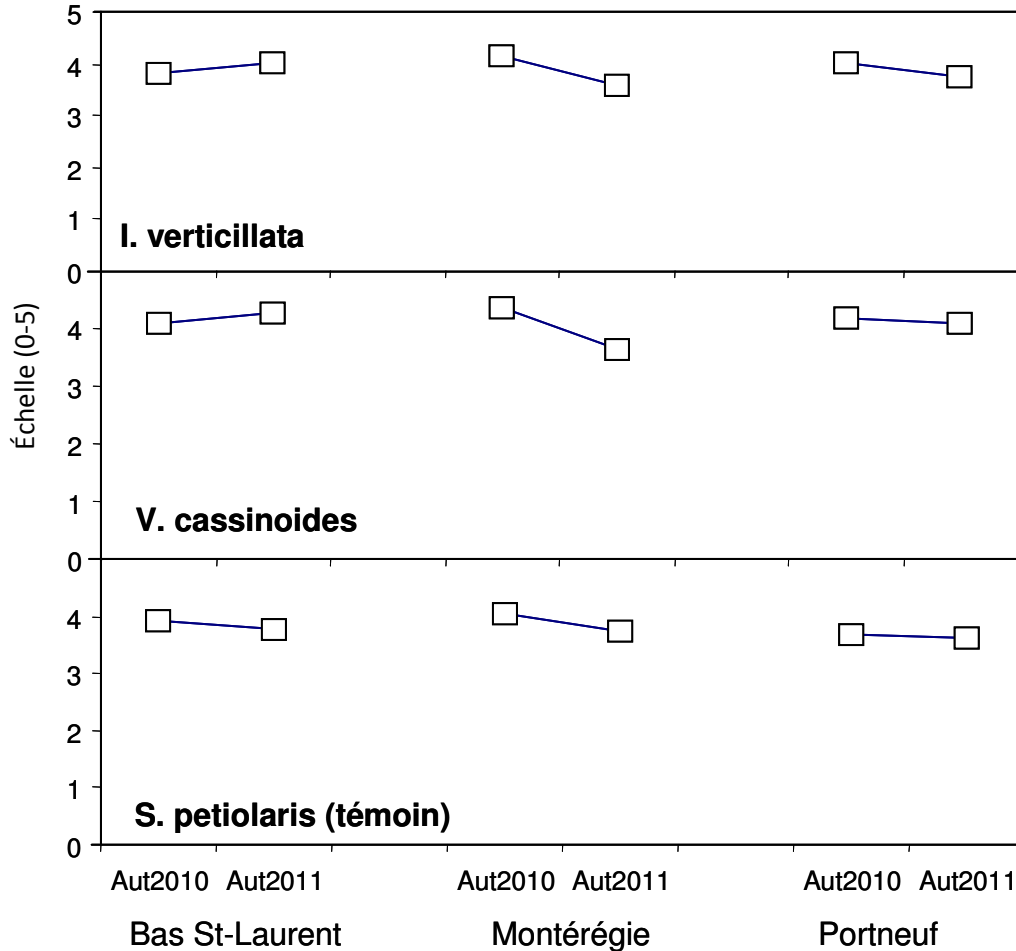


Figure 33. Évolution du niveau de compétition (degré d'envahissement par la végétation présente sur le site) sur les arbustes transplantés en talus en 2010, entre la transplantation et l'automne 2011 (voir tableau 6 pour l'explication de l'échelle).

Tableau 24. Coefficients de régression résultant de l'analyse de régression entre la variable compétition de l'automne 2010 et les variables cote de santé de l'automne 2010, survie après deux ans de suivi et élongation de 2009 et 2010 pour les espèces arbustives transplantées en talus au printemps 2009. Les observations des trois régions ont été regroupées.

Espèce	Compétition Automne 2010 x Survie après 2 ans		Compétition Automne 2010 x Cote santé Automne 2010		Compétition Automne 2009 x Élongation 2009		Compétition Automne 2010 x Élongation 2010	
	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F	R ²	Pr>F
<i>C. occidentalis</i>	0,0003	NS	0,0415	0,0154	0,0102	NS	0,0061	NS
<i>C. rugosa</i>	0,0029	NS	0,0016	NS	0,0749	0,0011	0,0047	NS
<i>M. gale</i>	0,0133	NS	0,0008	NS	0,0032	NS	0,0011	NS
<i>S. eriocephala</i>	0,0007	NS	0,0193	NS	0,0119	NS	0	NS
<i>S. petiolaris</i>	0,00002	NS	0,0033	NS	0	NS	0,0713	0,0028

NS, non significatif à P>0.05

C. occidentalis= *Cephalantus occidentalis*; *C. rugosa*= *Cornus rugosa*; *M. gale*= *Myrica gale*; *S. eriocephala*= *Salix eriocephala*; *S. petiolaris*= *Salix petiolaris*.

3.2.8 Conclusion pour le talus

Toutes les espèces à l'étude transplantées en 2009 ou 2010 dans les régions du Bas St-Laurent et de Portneuf ont présenté des taux de survie de plus de 80% et ce après trois ou deux saisons de plantation, selon l'essai. Par contre en Montérégie, la survie des plants en talus a été globalement inférieure à 80% pour toutes les espèces et ce notamment en raison d'une grande mortalité des plants à un des deux sites utilisés. Dans cette région, les espèces *M. gale* et *S. petiolaris* ont eu tendance à moins bien s'implanter que les autres espèces.

Globalement, hormis quelques difficultés d'implantation pour *M. gale* et *S. petiolaris* en Montérégie, toutes les espèces testées en talus ont eu une implantation satisfaisante et affichaient un bon état de santé après trois ou deux saisons de croissance, selon l'essai. Ces espèces peuvent donc être recommandées pour l'aménagement de berges agricoles. *M. gale* sera néanmoins à éviter sur des sols trop secs ou devra être implantée en bas de talus ou proche de cours d'eau permanents.

4. Herbacées : Résultats et discussion

4.1. Replat

À l'automne 2011, le pourcentage de végétation (pourcentage de végétation vivante ou sèche, en opposition au sol nu) des parcelles en replat était en moyenne de 96%, tous traitements et régions confondus. Le pourcentage de recouvrement total des parcelles (somme des recouvrements des espèces réintroduites et spontanées) était en moyenne de 134% (données non présentées). Ceci indique qu'une végétation importante et étagée était présente sur les parcelles.

Parmi cette végétation, les espèces ayant été ensemencées n'étaient pas toutes présentes sur les parcelles et seulement certaines espèces ont été identifiées en 2010 et un nombre plus élevé d'espèces en 2011 (Tableaux 25 et 26). Parmi les espèces recensées en 2011, on remarque dans le mélange pollinisateur en sol argileux d'Indigo (Pol_arg) la présence de *E. perfoliatum* dans 46% des parcelles pour un recouvrement moyen de 16% lorsque présente, *H. autumnale* dans 50% des parcelles pour un recouvrement moyen de 20% et *V. hastata* dans 33% des parcelles pour un recouvrement moyen de 12%. Les autres espèces fréquentes dans les parcelles ensemencées avec le mélange pollinisateur en sol argileux présentaient des recouvrements moyens très faibles, soit en bas de 7%. Dans les parcelles ayant été ensemencées avec le mélange pollinisateur généraliste d'Indigo (Pol_gen), on retrouve principalement *A. millefolium* dans 75% des parcelles avec un recouvrement moyen de 11% et *M. fistulosa* dans 67% des parcelles pour un recouvrement moyen de 14%. Enfin dans les parcelles ensemencées avec le mélange témoin Lab-Eau de Labon (Témoin), on constate que les légumineuses étaient dominantes avec les *Melilotus* et *Trifolium* présents dans 80% et 90% des parcelles pour un recouvrement moyen de 24% et 17%, respectivement.

Globalement, les herbacées réintroduites étaient plus présentes après une année de croissance mais on ne peut conclure à la réussite de leur établissement car les fréquences n'étaient pas élevées et les recouvrements moyens étaient généralement bas, soit 24% et moins pour le mélange Lab-Eau de Labon (Témoin) et 20% et moins pour les mélanges d'intérêt. Beaucoup d'espèces spontanées provenant de la banque de graines du sol se sont établies et ont probablement nuit à l'implantation des espèces ensemencées.

En se basant sur ces résultats, cette technique ne serait pas à recommander, compte tenu des faibles taux de survie et d'implantation.

Tableau 25. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en replat pour les trois mélanges[§] – moyennes des observations de 2010.

Pol arg				Pol gen				Tem			
Espèces	Fréquence ^a	Recouvrement/ parcelle ^b	Recouvrement maximum ^c	Espèces	Fréquence	Recouvrement/ parcelle	Recouvrement maximum	Espèces	Fréquence	Recouvrement/ parcelle	Recouvrement maximum
	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)
E. canadensis	- ^d	-	-	E. canadensis	-	-	-	A. capillaris	-	-	-
F. rubra	-	-	-	F. rubra	-	-	-	F. rubra ^e	-	-	-
G. canadensis	-	-	-	G. canadensis	-	-	-	Meililotus sp. ^f	100,0	45,2	90
S. pectinata	-	-	-	S. pectinata	-	-	-	P. arundinacea	-	-	-
A. incarnata	4,2	0,0	0,5	A. millefolium	66,7	2,4	5	P. pratense	16,7	4,5	5
B. cernua	20,8	2,8	5	A. margaritacea	-	-	-	Trifolium sp. ^g	95,8	59,2	90
C. virginiana	-	-	-	A. canadensis	-	-	-	F. arundinacea	-	-	-
D. canadense	91,7	2,1	5	D. umbellata	-	-	-	P. palustris	-	-	-
E. perfoliatum	29,2	0,6	1	E. angustifolium	8,3	7,5	10				
H. autumnale	16,7	1,8	5	E. maculatum	-	-	-				
L. uniflorus	8,3	1,0	1	M. fistulosa	-	-	-				
R. laciniata	-	-	-	O. biennis	25,0	1,3	5				
S. puniceum	-	-	-	S. novae-angliae	-	-	-				
V. hastata	-	-	-								

^a Pourcentage de parcelles où l'espèce était présente

^b Recouvrement moyen lorsque l'espèce était présente

^c Recouvrement maximum, mesuré dans au moins une parcelle

^d Espèce réintroduite non retrouvée dans la parcelle

^e *F. rubra ssp. Commutata*

^f incluant *M. officinalis* introduit dans le mélange Témoin

^g incluant *T. repens* et *T. hybridum* introduits dans le mélange Témoin

[§] Pol arg= mélange pollinisateur sol argileux d'Indigo; Pol gen= mélange pollinisateur généraliste d'Indigo; Témoin= mélange Lab-Eau de Labon.

Tableau 26. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en replat pour les trois mélanges⁵ – moyennes des observations de 2011.

Pol arg				Pol gen				Tem			
Espèces	Fréquence ^a	Recouvrement/ parcelle ^b	Recouvrement maximum ^c	Espèces	Fréquence	Recouvrement/ parcelle	Recouvrement maximum	Espèces	Fréquence	Recouvrement/ parcelle	Recouvrement maximum
	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)
E. canadensis	54,2	1,0	1	E. canadensis	45,8	1,0	1	A. capillaris	15,0	1,0	1
F. rubra	4,2	10,0	10	F. rubra	4,2	5,0	5	F. rubra ^e	-	-	-
G. canadensis	4,2	1,0	1	G. canadensis	-	-	-	Melilotus sp ^f	80,0	23,6	95
S. pectinata	- ^d	-	-	S. pectinata	-	-	-	P. arundinacea	75,0	1,5	5
A. incarnata	12,5	2,3	5	A. millefolium	75,0	11,1	40	P. pratense	50,0	1,0	1
B. cernua	-	-	-	A. margaritacea	8,3	1,0	1	Trifolium sp ^g	90,0	16,5	70
C. virginiana	4,2	1,0	1	A. canadensis	-	-	-	F. arundinacea	-	-	-
D. canadense	75,0	7,9	40	D. umbellata	20,8	2,2	4	P. palustris	-	-	-
E. perfoliatum	45,8	16,1	60	E. angustifolium	16,7	2,8	5				
H. autumnale	50,0	19,8	70	E. maculatum	25,0	5,3	20				
L. uniflorus	45,8	5,9	20	M. fistulosa	66,7	13,8	60				
R. laciniata	37,5	4,3	10	O. biennis	66,7	4,8	15				
S. puniceum	20,8	1,8	3	S. novae-angliae	4,2	2,0	2				
V. hastata	33,3	12,0	40								

^a Pourcentage de parcelles où l'espèce était présente

^b Recouvrement moyen lorsque l'espèce était présente

^c Recouvrement maximum, mesuré dans au moins une parcelle

^d Espèce réintroduite non retrouvée dans la parcelle

^e *F. rubra ssp. Commutata*

^f incluant *M. officinalis* introduit dans le mélange Témoin

^g incluant *T. repens* et *T. hybridum* introduits dans le mélange Témoin

⁵ Pol arg= mélange pollinisateur sol argileux d'Indigo; Pol gen= mélange pollinisateur généraliste d'Indigo; Témoin= mélange Lab-Eau de Labon.

4.2. Talus

À l'automne 2011, le pourcentage de végétation (pourcentage de végétation vivante ou sèche, en opposition au sol nu) des parcelles en talus était en moyenne de 87%, tous traitements et régions confondus. Le pourcentage de recouvrement total des parcelles (somme des recouvrements des espèces réintroduites et spontanées) était en moyenne de 129% (données non présentées). Ceci indique qu'une végétation importante et étagée était présente sur les parcelles.

Parmi cette végétation, les espèces qui ont étéensemencées n'étaient pas toutes présentes et seulement certaines espèces ont été identifiées en 2010 et un nombre plus élevé d'espèces en 2011 (Tableaux 27 et 28). Après une année d'implantation, les espèces réintroduites, lorsque présentes dans les parcelles, avaient des valeurs de recouvrement très basses puisqu'elles couvraient de 1 à 2 % des parcelles, ce qui indique qu'elles n'étaient qu'à l'état de traces.

On remarque également que les arbustes ont eu du mal à s'implanter, sans doute étant étouffés par la végétation spontanée, et leur nombre a diminué entre 2010 et 2011 (Tableau 29).

Aux vues de ces résultats, on peut conclure que le mélange pour stabilisation bande riveraine d'Indigo ne s'est pas établi sur les parcelles sujettes à un fort envahissement d'espèces spontanées, et ce quel que soit le taux de semis testé, avec ou sans arbustes ajoutés. Cette technique ne serait donc pas à recommander.

Tableau 27. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en talus pour les trois mélanges[§] – moyennes des observations de 2010.

2010	stab100			stab200			stab200+		
	Fréquence ^a	Recouvrement/ parcelle ^b	Recouvrement maximum ^c	Fréquence	Recouvrement/ parcelle	Recouvrement maximum	Fréquence	Recouvrement/ parcelle	Recouvrement maximum
Espèces	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A. sativa	83,3	7,0	20	79,2	8,2	30	91,7	7,6	40
L. multifolium	50,0	1,8	10	50,0	2,2	5	58,3	1,8	5
A. scabra	4,2	1,0	1	-	-	-	-	-	-
A. gerardii	- ^d	-	-	-	-	-	-	-	-
B. ciliatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. canadensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. lurida	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. cespitosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. canadensis	20,8	3,8	5	16,7	7,5	10	16,7	4,0	5
G. canadensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J. effusus	-	-	-	4,2	3,0	3	-	-	-
P. palustris	-	-	-	-	-	-	4,2	3,0	3
S. atrovirens	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. pectinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Pourcentage de parcelles où l'espèce était présente

^b Recouvrement moyen lorsque l'espèce était présente

^c Recouvrement maximum, mesuré dans au moins une parcelle

^d Espèce réintroduite non retrouvée dans la parcelle

[§] Stab100= 100 kg/ha de mélange stabilisation bande riveraine d'Indigo, avec des arbustes (*Salix* sp. et *Cornus* sp.) ; Stab200= 200 kg/ha de ce mélange, sans arbustes ; Stab200+= 200 kg/ha de ce mélange, avec des arbustes (*Salix* sp. et *Cornus* sp.)

Tableau 28. Pourcentage de fréquence et de recouvrement par espèce des herbacées réintroduites en talus pour les trois mélanges[§] – moyennes des observations de 2011.

2011	stab100			stab200			stab200+		
	Fréquence ^a	Recouvrement/parcelle ^b	Recouvrement maximum ^c	Fréquence	Recouvrement/parcelle	Recouvrement maximum	Fréquence	Recouvrement/parcelle	Recouvrement maximum
Espèces	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A. sativa				8,3	1,0	1			
L. multifolium	29,2	1,0	1 ^d	37,5	1,0	1	29,2	1,0	1
A. scabra	83,3	1,0	1	79,2	1,0	1	79,2	1,0	1
A. gerardii	16,7	1,0	1	12,5	1,0	1	12,5	1,0	1
B. ciliatus	- ^e	-	-	4,2	1,0	1	-	-	-
C. canadensis	29,2	1,0	1	45,8	1,0	1	33,3	2,1	10
C. lurida	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. cespitosa	4,2	1,0	1	-	-	-	-	-	-
E. canadensis	91,7	1,0	1	95,8	1,0	1	83,3	1,0	1
G. canadensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J. effusus	8,3	1,0	1	12,5	3,0	5	8,3	1,0	1
P. palustris	45,8	1,0	1	79,2	1,0	1	66,7	1,0	1
S. atrovirens	-	-	-	-	-	-	4,2	1,0	1
S. pectinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Pourcentage de parcelles où l'espèce était présente

^b Recouvrement moyen lorsque l'espèce était présente

^c Recouvrement maximum, mesuré dans au moins une parcelle

^d Lorsqu'il y avait des traces d'une espèce, la valeur minimale de 1% de recouvrement était attribuée

^e Espèce réintroduite non retrouvée dans la parcelle

[§] Stab100= 100 kg/ha de mélange stabilisation bande riveraine d'Indigo, avec des arbustes (*Salix* sp. et *Cornus* sp.) ; Stab200= 200 kg/ha de ce mélange, sans arbustes ; Stab200+= 200 kg/ha de ce mélange, avec des arbustes (*Salix* sp. et *Cornus* sp.)

Tableau 29. Nombre total d'arbustes (*Cornus* et *Salix*) associés aux traitements Stab100 et Stab200+[§] – moyennes des observations de 2010 et 2011.

Région	Traitement	2010	2011
		(nombre)	
Bas St-Laurent	stab100	22,8	14,0
	stab200+	20,8	11,9
Montérégie	stab100	35,5	27,8
	stab200+	34,3	30,8
Portneuf	stab100	43,9	34,6
	stab200+	45,6	32,5

[§] Nombre moyen d'arbustes par parcelle dénombrés durant l'été.

Le nombre de départ était de 40 à 60 plants selon la taille de la parcelle,

5. Recommandations

Le tableau 30 résume les performances obtenues pour l'implantation des arbustes dans le cadre de la présente étude. Globalement, tous les arbustes testés semblent très propices à être implantés pour la revégétalisation de bandes riveraines. Les espèces *A. alnifolia*, *S. canadensis* et *M. gale* ont connu certaines difficultés d'implantation particulièrement en Montérégie. Pour ces espèces, une attention particulière devrait être portée aux conditions de croissance si on veut réussir leur implantation, tel que limiter la compétition ou s'assurer d'un bon apport en eau.

Tableau 30. Bilan de la performance des implantations d'arbustes durant l'étude.

Replat :	
<i>Corylus cornuta</i>	TB ^a
<i>Cornus stolonifera</i> (témoin)	TB
<i>Physocarpus opulifolius</i>	TB
<i>Rosa blanda</i>	TB
<i>Spiraea alba</i>	TB
<i>Amelanchier alnifolia</i>	B
<i>Shepherdia canadensis</i>	B

Talus :	
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	TB
<i>Cornus rugosa</i>	TB
<i>Ilex verticillata</i>	TB
<i>Salix eriocephala</i>	TB
<i>Salix petiolaris</i> (témoin)	TB
<i>Viburnum cassinoides</i>	TB
<i>Myrica gale</i>	B

^a Échelle de cotation: TB, très bien; B, bien; M, moyen; E, échec.

Pour l'implantation de mélange d'herbacées, les résultats de cette étude indiquent qu'en replat, après deux ans d'établissement, les espèces réintroduites n'étaient pas présentes systématiquement dans toutes les parcelles. Également, les recouvrements moyens de ces espèces étaient généralement bas (24% et moins). Cette technique ne serait donc pas à recommander, compte tenu du faible taux de survie et d'implantation et de la forte compétition occasionnée par les espèces spontanées provenant de la banque de graines du sol.

Également, le mélange stabilisation bande riveraine d'Indigo, testé en talus, n'a pas réussi à s'implanter à l'issue de la période couverte par cette étude.

6. Références

- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2010. Zones de rusticité des plantes au Canada. [En ligne] <http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/climate/hardiness/intro.html> (consulté le 5 décembre 2010).
- Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) et Association québécoise des producteurs en pépinières (AQPP). 2008. Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines du Québec. [En ligne] http://www.fihoq.qc.ca/Repertoire_vegetaux.pdf (consulté le 1^{er} novembre 2010).
- Hydro-Québec. 2005. Répertoire des arbres et arbustes ornementaux, 3^e édition. Hydro-Québec Distribution, Montréal, Canada. 547 p.
- Hydro-Québec. 2010. L'ABC du choix d'un arbre. [En ligne] http://www.hydroquebec.com/arbres/images/img_zones_rusticite.gif (consulté le 5 décembre 2010).
- Ministère du développement durable de l'environnement et des parcs (MDDEP). 2009a. Bassins versants – Redécoupage du Québec méridional. [En ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/redecoupage/inter.htm> (consulté le 1^{er} novembre 2010).

7. Diffusion des résultats

DIFFUSION DES RÉSULTATS

<i>Activités prévues</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (Thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)</i>
Journée de démonstration Journée de champ Atelier	Nous avons participé à la journée provinciale biodiversité et santé des sols en milieu agricole. Élise Larivière a présenté le projet et nous avons fait visiter un site d'implantation des herbacées à la ferme Sylvain Laquerre à St-Casimir	L'aménagement des bandes riveraines en milieu agricole. Ferme Sylvain Laquerre inc. 129, 3 ^e rang. Saint-Casimir, Québec. (pièce jointe <i>Diffusion 1</i> rapport d'étape no.2)	10 sept. 2010	Une centaine de personnes ont participé à cette journée.	Logo et mention
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Présentation des résultats apparaissant dans l'essai de l'étudiante de second cycle en agroforesterie, Élise Larivière, dans le cadre de son séminaire II.	Présentation power point faite par Élise Larivière. (voir pièce jointe <i>Diffusion 2</i> rapport d'étape no.2)	7 déc. 2010	Une vingtaine de personnes (étudiants en agroforesterie et professeur)	mention
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Présentation faite aux membres du comité biodiversité du Plan d'action concerté en agroenvironnement 2007-2010. MAPAQ, Québec.	Présentation power point faite par Élise Larivière, accompagnée de Monique Poulin. Cette présentation a engendré beaucoup de questions et de bonnes discussions. (voir pièce jointe <i>Diffusion 3</i> rapport d'étape no.2)	10 déc. 2010	Une dizaine de gens du MAPAQ et MDDEP	Logo et mention
Colloque Présentation Conférence	Présentation orale du projet dans le cadre du 7 ^e colloque étudiant de l'Institut Hydro-Québec en	Présentation power point faite par Élise Larivière. Thème du colloque :	22 mars 2011	Environ 25 personnes (professeurs	Logo et mention

Activités prévues	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
Forum Stand	environnement, développement et société (IEDS), à l'Université Laval	Adaptation aux changements environnementaux: perspectives interdisciplinaires. (voir pièce jointe <i>Diffusion 4</i> rapport d'étape no.2)		et étudiants)	
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Présentation d'une affiche de résultats du projet lors du colloque de Plant Canada	Thème du colloque : Plant Adaptation to Environmental Change Lieu : Saint Mary's University, Halifax, Nouvelle-Écosse (voir pièce jointe <i>Diffusion 6</i> ci-jointe)	18 Juillet 2011	20-30	Logo et mention
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Présentation d'une affiche de résultats du projet lors du colloque du Centre des Sciences de la Biodiversité du Québec (CSBQ)	Colloque annuel du CSBQ, Montréal (voir pièce jointe <i>Diffusion 6</i> ci-jointe)	8 Déc. 2011	20-30	Logo et mention
Article dans les journaux, revues spécialisées, revues régionales ou scientifiques Feuilleton, brochure		(voir pièce jointe <i>Diffusion 5</i> rapport d'étape no.2)	Mars 2011		

8. Annexes

Annexe I – Dates des prises de données sur les arbustes et les herbacées

ARBUSTES :

Région	Bassin versant ou sous-bassin versant	Lieu	Position	Printemps 2009	Automne 2009	Printemps 2010	Automne 2010	Printemps 2011	Automne 2011
Portneuf	Niagarette	St-Casimir	Replat	8 juillet	24 sept	5, 6 et 7 mai	21 et 22 sept	13 mai	17 sept
			Talus	8 juillet	24 sept	5, 6 et 7 mai	21 et 22 sept	13 mai	17 sept
	des Envies	St-Tite	Replat	10 juillet	25 sept	4 mai	20 et 21 sept	12 mai	18 sept
			Talus	10 juillet	25 sept	4 mai	20 et 21 sept	12 mai	18 sept
Montérégie	Richer	St-Marc-sur-Richelieu	Replat	15 juillet	29 sept	28 et 29 avril	16 sept	10 mai	10 sept
			Talus	15 juillet	29 sept	28 et 29 avril	16 sept	10 mai	10 sept
	Barbue	St-Paul-d'Abbotsford	Replat	16 juillet	28 sept	29 et 30 avril	15 et 17 sept	11 mai	11 sept
			Talus	16 juillet	28 sept	29 et 30 avril	15 et 17 sept	11 mai	11 sept
Bas-Saint-Laurent	Fouquette	St-Alexandre-de-Kamouraska et St-André-de-Kamouraska	Replat	21 juillet	2 oct	13 mai	28 sept	16 mai	24 sept
		La Pocatière et Mont Carmel	Talus	22 juillet	6 oct	12 mai	27 sept	16 et 17 mai	24 et 25 sept

HERBACÉES :

Région	Bassin versant ou sous-bassin versant	Lieu	Position	Été 2010	Été 2011
Portneuf	Niagarette	St-Casimir	Replat	26 juillet	15 août
			Talus	26 juillet	15 août
	des Envies	St-Tite	Replat	29 juillet	19 août
			Talus	29 juillet	19 août
Montérégie	Richer	St-Marc-sur-Richelieu	Replat	27 juillet	17 août
			Talus	27 juillet	17 août
	Barbue	St-Paul-d'Abbotsford	Replat	28 juillet	16 août
			Talus	28 juillet	16 août
Bas-Saint-Laurent	Fouquette	St-André-de-Kamouraska et Kamouraska	Replat	30 juillet et 2 août	18 août
		St-André-de-Kamouraska et La Pocatière (Mont-Carmel)	Talus	30 juillet et 2 août	18 août

Annexe II – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2009

Région	Espèces	Survie ^a					Croissance annuelle ^b			Croissance moyenne ^{c,d}	Élongation annuelle ^b			Élongation moyenne ^{c,d}
		Aut. 2009	Print.. 2010	Aut. 2010	Print.. 2011	Aut. 2011	2009	2010	2011		2009	2010	2011	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Bas St-Laurent	C. cornuta	92	85	85	85	83	-48,5	500,9	1716,7	471,6	-17,7	37,4	71,4	82,2
	R. blanda	100	100	100	100	98	28,5	611,3	274,1	822,7	-6,1	98,2	32,6	104,9
	S. canadensis	98	85	83	79	77	20,7	210,5	659,6	664,3	-7,4	20,9	62,4	63,4
	S. alba	100	100	100	100	100	122,2	326,0	430,9	986,4	11,2	106,1	85,9	148,1
	C. stolonifera (témoin)	100	100	100	100	98	57,0	465,6	148,8	984,0	2,0	30,3	9,6	47,9
Montérégie	C. cornuta	100	98	98	85	73	99,0	889,9	432,0	495,5	2,3	69,1	54,4	127,9
	R. blanda	100	100	100	100	75	139,2	435,5	56,9	575,6	66,9	61,1	15,8	157,0
	S. canadensis	100	98	83	54	44	-21,0	105,0	334,0	387,3	-1,0	26,1	8,8	68,4
	S. alba	100	100	100	100	75	183,1	221,5	86,0	776,4	46,7	61,8	59,2	152,5
	C. stolonifera (témoin)	100	100	98	90	75	290,4	345,9	53,7	743,6	37,4	39,0	21,9	122,6
Portneuf	C. cornuta	98	96	94	94	92	-39,5	970,4	910,7	643,7	4,2	42,2	61,6	130,1
	R. blanda	100	100	100	100	100	108,4	411,3	322,0	985,6	53,2	41,2	27,4	155,8
	S. canadensis	100	100	96	90	81	18,6	124,9	494,3	704,2	10,9	4,2	61,8	100,8
	S. alba	100	100	96	96	96	182,7	315,2	245,2	954,0	59,6	90,7	67,9	201,6
	C. stolonifera (témoin)	98	94	90	90	85	412,5	196,6	110,2	1440,2	55,3	27,2	12,3	125,2

Suite Annexe II

Région	Espèces	Bris ^{c,d}	Défoliation ^d	Nécrose ^d	Chlorose ^e	Cote santé						Compétition		
						Print. 2009	Aut. 2009	Print. 2010	Aut. 2010	Print. 2011	Aut. 2011	Aut. 2009	Aut. 2010	Aut. 2011
		(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)
Bas St-Laurent	C. cornuta	0,28	0,28	1,15	0,48	2,2	1,6	3,9	4,3	4,4	4,5	1,44	2,85	2,64
	R. blanda	0,31	0,34	0,98	0,40	3,4	3,1	4,8	4,5	4,5	4,8	1,38	2,23	2,09
	S. canadensis	0,33	0,15	1,33	0,39	2,0	2,2	2,8	2,9	3,0	3,6	1,35	3,43	3,27
	S. alba	0,43	0,34	0,77	0,48	3,3	4,3	3,9	4,8	4,6	5,0	0,73	1,79	1,75
	C. stolonifera (témoin)	0,32	1,39	0,90	0,35	2,3	2,4	4,9	4,5	4,9	4,2	0,65	2,33	2,26
Montérégie	C. cornuta	0,56	0,57	0,93	0,42	2,9	2,8	4,4	3,5	4,8	4,6	3,27	4,56	3,78
	R. blanda	0,51	0,73	1,36	0,21	3,7	4,0	4,0	3,5	4,2	3,2	3,52	4,38	4,48
	S. canadensis	0,63	0,36	1,63	0,65	3,1	1,9	2,9	1,8	2,2	2,7	4,25	4,91	4,45
	S. alba	0,27	0,33	0,70	0,69	3,5	4,4	4,7	4,5	4,8	4,9	3,94	3,75	3,37
	C. stolonifera (témoin)	0,56	0,92	0,98	0,14	3,6	3,0	4,1	3,4	4,6	4,8	3,50	4,34	4,09
Portneuf	C. cornuta	0,50	0,35	1,13	0,41	2,3	1,8	4,3	4,0	4,7	4,0	3,04	3,52	3,20
	R. blanda	0,43	0,59	1,07	0,21	3,8	4,0	4,5	3,8	3,9	4,5	2,13	3,21	3,07
	S. canadensis	0,38	0,32	1,22	0,47	3,1	2,7	3,9	3,3	3,5	4,0	2,67	3,96	3,64
	S. alba	0,32	0,43	0,91	0,26	3,6	4,2	4,2	4,9	4,9	4,7	2,08	3,26	2,88
	C. stolonifera (témoin)	0,59	0,76	0,89	0,07	3,0	3,8	4,8	4,4	4,9	4,5	1,38	2,58	2,83

^a par rapport au nombre de plants transplantés au printemps 2009.

^b une valeur négative est possible si les plants ont été endommagés durant l'année

^c valeurs déformées suite à une transformation racine ou log dans SAS pour respecter les postulats d'analyse de variance.

^d moyenne sur 3 ans.

^e moyenne sur 2 ans (2009 et 2010).

Annexe III – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en replat au printemps 2010

Région	Espèces	Survie			Croissance annuelle		Croissance moyenne	Élongation annuelle		Élongation moyenne
		Aut. 2010	Print. 2011	Aut. 2011	2010	2011		2010	2011	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Bas St-Laurent	A. alnifolia	98	96	88	182,2	179,1	408,1	0,1	5,1	26,7
	P. opulifolius	100	100	100	349,9	479,8	1479,6	24,0	125,2	160,0
	C. stolonifera (témoin)	100	100	96	175,4	223,0	545,2	23,4	27,6	70,3
Montérégie	A. alnifolia	94	77	63	-3,0	100,6	99,8	-10,5	2,4	17,2
	P. opulifolius	100	94	75	617,1	259,2	1357,6	56,0	44,4	112,1
	C. stolonifera (témoin)	100	94	75	200,1	122,4	399,5	32,7	35,7	97,8
Portneuf	A. alnifolia	98	96	77	460,4	153,6	536,2	45,8	17,6	64,8
	P. opulifolius	100	100	100	1479,5	353,0	4602,7	138,7	82,2	316,6
	C. stolonifera (témoin)	100	100	100	817,7	431,6	2556,8	95,3	57,0	192,2

Suite Annexe III

Région	Espèces	Bris ^{c,d}	Défoliation ^d	Nécro- -se ^d	Chloro- se ^e	Cote santé				Compétition	
						Print.. 2010	Aut. 2010	Print.. 2011	Aut. 2011	2010	2011
		(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)
Bas St-Laurent	A. alnifolia	0,591	0,39	0,73	0,00	4,94	4,56	4,50	4,11	1,94	2,65
	P. opulifolius	0,482	0,59	0,89	0,00	4,29	4,33	4,10	4,83	2,65	2,73
	C. stolonifera (témoin)	0,394	1,03	0,93	0,04	4,81	3,25	4,39	3,77	2,27	2,82
Montérégie	A. alnifolia	0,621	0,25	0,77	0,00	5,00	2,26	4,31	3,13	4,10	3,96
	P. opulifolius	0,667	0,73	0,74	0,00	4,65	4,10	4,81	4,81	4,52	4,58
	C. stolonifera (témoin)	1,052	0,92	0,40	0,00	4,90	3,10	4,83	4,58	4,13	3,88
Portneuf	A. alnifolia	0,434	0,26	0,52	0,02	5,00	4,45	4,60	3,77	2,68	3,82
	P. opulifolius	0,451	0,47	0,53	0,06	4,71	4,88	4,88	4,58	2,96	2,77
	C. stolonifera (témoin)	0,376	1,00	0,44	0,00	4,98	3,81	4,96	4,19	2,98	2,58

Annexe IV – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2009

Région	Espèces	Survie ^a					Croissance annuelle ^b			Croissance moyenne ^{c,d}	Élongation annuelle ^b			Élongation moyenne ^{c,d}
		Aut. 2009	Print.. 2010	Aut. 2010	Print.. 2011	Aut. 2011	2009	2010	2011		2009	2010	2011	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	
Bas St-Laurent	C. occidentalis	100	100	96	94	94	192,2	1669,1	844,1	1161,8	22,1	114,8	67,6	80,4
	C. rugosa	100	100	100	100	100	117,1	5130,9	189,3	2551,8	30,2	133,0	28,4	138,2
	M. gale	100	100	92	92	92	135,9	301,5	85,2	1055,8	20,0	53,2	25,0	109,9
	S. eriocephala	98	94	94	94	94	92,0	1655,5	255,8	1167,4	24,3	172,6	29,6	171,8
	S. petiolaris (témoin)	100	98	90	90	90	136,9	259,1	189,7	546,9	18,2	77,8	24,1	67,6
Montérégie	C. occidentalis	100	98	94	77	67	162,7	847,4	9125,7	532,9	19,1	39,5	21,5	65,2
	C. rugosa	98	98	92	81	65	199,4	1130,8	853,9	1667,6	38,7	66,5	32,4	127,5
	M. gale	98	96	50	45	21	48,6	132,8	45,1	362,9	17,3	36,0	11,6	58,9
	S. eriocephala	100	98	75	71	42	110,4	729,7	553,1	524,3	31,4	111,6	28,6	150,9
	S. petiolaris (témoin)	100	96	79	69	38	55,8	1604,6	1819,3	177,4	21,2	188,0	48,7	68,5
Portneuf	C. occidentalis	98	96	94	94	92	344,0	1033,9	1003,6	1196,4	44,7	64,2	58,0	127,0
	C. rugosa	94	94	90	90	90	296,3	563,7	270,9	3538,1	54,8	105,4	35,8	178,2
	M. gale	98	96	92	88	88	71,6	140,7	139,5	561,2	22,8	21,3	27,9	82,6
	S. eriocephala	96	94	90	90	90	98,4	242,6	114,1	562,3	35,8	76,6	32,3	137,1
	S. petiolaris (témoin)	96	90	88	88	85	8,0	173,2	417,8	177,5	5,5	53,3	54,1	72,7

Suite Annexe IV

Région	Espèces	Bris ^{c,d}	Défoliation ^d	Nécrose ^d	Chlorose ^e	Cote santé						Compétition		
						Print. 2009	Aut. 2009	Print. 2010	Aut. 2010	Print. 2011	Aut. 2011	Aut. 2009	Aut. 2010	Aut. 2011
		(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)
Bas St-Laurent	C. occidentalis	0,691	0,42	1,55	0,01	4,06	2,71	1,98	3,97	3,47	4,60	2,50	4,19	3,72
	C. rugosa	0,604	0,35	0,71	0,02	4,06	4,71	3,25	4,73	4,19	4,90	2,08	4,04	3,38
	M. gale	0,574	0,31	0,99	0,26	3,79	4,33	4,40	4,23	4,68	4,87	2,46	4,38	3,74
	S. eriocephala	0,841	1,03	1,31	0,43	3,85	3,23	3,37	3,98	4,29	4,62	2,43	3,84	2,76
	S. petiolaris (témoin)	0,834	1,29	1,79	0,23	3,75	2,52	3,28	2,85	3,67	4,05	2,45	4,04	3,42
Montérégie	C. occidentalis	0,499	0,74	1,32	0,05	4,16	3,29	2,10	3,23	3,64	3,76	2,63	3,87	3,24
	C. rugosa	0,563	0,71	1,06	0,06	4,08	3,26	3,38	3,57	3,94	4,28	2,38	4,00	2,90
	M. gale	0,750	0,27	1,60	0,38	3,63	2,21	3,49	1,67	3,54	3,90	2,70	4,13	2,73
	S. eriocephala	0,933	1,26	1,41	0,47	3,44	2,65	2,82	2,52	4,12	3,29	2,77	3,76	3,19
	S. petiolaris (témoin)	0,806	1,49	1,81	0,36	3,63	2,13	2,79	2,18	2,76	3,21	2,25	3,73	3,33
Portneuf	C. occidentalis	0,840	0,56	1,43	0,04	3,33	3,44	2,00	4,20	3,70	4,25	3,13	4,17	3,41
	C. rugosa	0,715	0,74	0,70	0,04	2,98	3,65	3,68	4,60	4,42	4,61	2,73	4,07	3,13
	M. gale	0,655	0,30	1,11	0,03	3,25	3,29	4,03	3,88	4,15	4,81	3,26	4,07	3,69
	S. eriocephala	0,631	1,48	1,23	0,26	3,38	2,86	3,93	3,77	4,56	4,27	2,88	3,86	2,95
	S. petiolaris (témoin)	0,662	1,44	1,57	0,01	2,77	1,78	2,33	2,37	3,14	4,41	2,41	3,98	3,18

Annexe V – Moyennes brutes des variables observées et calculées pour les espèces d'arbustes transplantées en talus au printemps 2010

Région	Espèces	Survie			Croissance annuelle		Croissance moyenne	Élongation annuelle		Élongation moyenne
		Aut. 2010	Print. 2011	Aut. 2011	2010	2011		2010	2011	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Bas St-Laurent	I. verticillata	100	96	88	548,5	2294,5	1465,3	23,6	44,3	44,7
	V. cassinoides	92	90	85	477,5	303,0	954,7	87,6	42,2	153,1
	S. petiolaris (témoin)	100	96	94	707,6	133,0	1616,1	233,1	54,5	387,6
Montérégie	I. verticillata	96	96	63	659,8	245,6	805,5	25,9	19,9	44,2
	V. cassinoides	100	88	69	280,8	158,9	581,2	67,4	31,9	114,5
	S. petiolaris (témoin)	67	35	27	183,0	201,6	167,0	86,4	31,6	122,3
Portneuf	I. verticillata	92	90	85	507,1	205,2	731,5	40,1	43,1	86,7
	V. cassinoides	100	100	100	318,6	367,2	732,3	77,7	66,9	181,2
	S. petiolaris (témoin)	98	94	92	425,9	135,0	412,7	63,2	37,0	116,8

Suite Annexe V

Région	Espèces	Bris ^{c,d}	Défoliation ^d	Nécro- -se ^d	Chloro- se ^e	Cote santé				Compétition	
						Print.. 2010	Aut. 2010	Print.. 2011	Aut. 2011	2010	2011
		(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-3)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)
Bas St-Laurent	I. verticillata	0,474	0,41	0,93	0,00	4,33	4,19	4,09	4,62	3,83	4,02
	V. cassinoides	0,415	0,43	0,90	0,10	4,40	3,85	4,64	4,50	4,08	4,26
	S. petiolaris (témoin)	0,461	1,10	1,17	0,04	4,58	3,04	3,85	4,24	3,94	3,76
Montérégie	I. verticillata	0,586	0,65	0,59	0,00	4,73	3,27	4,73	3,87	4,15	3,58
	V. cassinoides	0,451	0,67	0,43	0,00	4,92	3,88	4,47	4,02	4,35	3,64
	S. petiolaris (témoin)	1,295	0,53	1,36	0,00	4,31	1,31	1,61	3,12	4,06	3,73
Portneuf	I. verticillata	0,429	0,40	0,42	0,00	4,96	4,27	4,45	4,55	4,02	3,74
	V. cassinoides	0,313	0,42	0,48	0,15	4,75	4,85	4,85	4,50	4,19	4,08
	S. petiolaris (témoin)	0,542	0,92	1,25	0,00	4,60	2,46	3,26	4,02	3,69	3,62