

**Brise-vent végétal
et plantes florifères
indigènes et naturalisées**



ENVIRONNEMENT



**ÉTUDES ET RECHERCHES
EN TRANSPORT**

**Brise-vent végétal
et plantes florifères
indigènes et naturalisées**

ENVIRONNEMENT

**Friedrich Oehmichen
Sandra Barone
Nancy Cain
Kim Marineau
Céline Bouchard
Stéphane Daigle**

ÉTUDES ET RECHERCHES
EN TRANSPORT

BRISE-VENT VÉGÉTAL ET PLANTES FLORIFÈRES INDIGÈNES ET NATURALISÉES

Friedrich Oehmichen, architecte paysagiste et chargé de projet
Planification et aménagement ECO-Design

Sandra Barone, architecte paysagiste
Planification et aménagement ECO-Design

Nancy Cain, biologiste
Planification et aménagement ECO-Design

Kim Marineau, biologiste
Planification et aménagement ECO-Design

Céline Bouchard, réviseure et correctrice
Planification et aménagement ECO-Design

Stéphane Daigle, statisticien
Institut de recherche biologie végétale

Réalisé pour le compte du ministère des Transports

Mai 2006

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports du Québec et a été financée par la Direction de la recherche et de l'environnement.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transports du Québec.

Supervision

Guy Bédard, architecte paysagiste
Responsable du projet
Service des projets de la Direction de l'Est-de-la-Montérégie

Denis Stonehouse, architecte paysagiste
Service de l'environnement et des études d'intégration au milieu de la
Direction de la recherche et de l'environnement

Yves Bédard, biologiste
Aménagement du territoire, environnement et paysage
Direction de Québec

Jules Gilbert, chef du Centre de services
Centre de services de Saint-Hyacinthe

Photographies

Sandra Barone et Friedrich Oehmichen

Illustrations

Sandra Barone

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec, 2006
ISBN 2-550-47100-8
ISBN 2-550-47101-6 (pdf)

Titre et sous-titre du rapport Brise-vent végétal et plantes florifères indigènes et naturalisées		N° du rapport du ministère des Transports du Québec RTQ-06-03	
		Date de publication du rapport (Année – Mois) 2006-05	
Titre du projet de recherche Brise-vent végétal et plantes florifères indigènes et naturalisées		N° du contrat (RRDD-AA-CCXX) 1220-00-RZ01	N° de projet ou dossier R388.1
Responsable de recherche Friedrich Oehmichen		Date du début de la recherche Avril 2000	Date de fin de la recherche Septembre 2005
Auteur(s) du rapport Friedrich Oehmichen et Sandra Barone			
Chargé de projet, direction Guy Bédard, Direction de l'Est-de-la-Montérégie		Coût total de l'étude 87 000 \$	
Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) Planification et Aménagement Éco-Design 1945, chemin d'Oka, C. P. 3986 Oka (Québec) J0N 1E0		Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) <i>Préciser DRE ou autre direction du MTQ</i> Direction de la recherche et de l'environnement 930, chemin Sainte-Foy Québec (Québec) G1S 4X9	
<p>Problématique</p> <p>La problématique hivernale visée par cette recherche est celle que l'on rencontre dans des espaces ouverts et faiblement accidentés, soit la problématique présente sur la majorité du territoire montréalais, lieu de l'expérimentation. En conséquence, la poudrière et les chaussées glacées sont parmi les obstacles qui obligent les conducteurs à redoubler de prudence et d'adresse. À cela s'ajoutent les conditions atmosphériques de la région de Montréal où les précipitations de neige sont faibles, avec des périodes de redoux et de verglas, ce qui limite les accumulations de neige en raison d'un brise-vent. La nécessité d'intervenir uniquement dans l'emprise de la route pour l'implantation d'un brise-vent est également un critère retenu.</p>			
<p>Objectifs</p> <p>Augmenter la sécurité des usagers du réseau en période hivernale. Développer un concept de brise-vent végétal adapté à la problématique particulière du territoire de la Montérégie et au critère d'implantation dans l'emprise. Répertoire les végétaux pouvant offrir des performances techniques comme brise-vent, adaptés aux conditions des abords de route. Rehausser la qualité du paysage autoroutier par l'emploi de plantes florifères variées. Diminuer les besoins d'entretien hivernaux et estivaux. S'inscrire dans la philosophie de nouvelle gestion écologique des emprises du Ministère.</p>			
<p>Méthodologie</p> <p>Réaliser un bilan des recherches antérieures sur les brise-vent végétaux implantés dans des milieux routiers, ainsi que sur les plantes (arbustes et herbacées) pouvant satisfaire les critères de performance du contexte d'expérimentation. Proposer une sélection des végétaux les plus appropriés, ainsi qu'une typologie de plantation pour des portions linéaires de route et des situations de boucles d'échangeur. Préparer des plans et devis menant à une expérimentation sur des tronçons pilotes de l'autoroute 20, en Montérégie. Réaliser un suivi de la performance des aménagements pendant 24 mois. Proposer des méthodes d'intervention basées sur les résultats obtenus.</p>			
<p>Résultats et recommandations</p> <p>La recherche documentaire a souligné l'emploi et l'efficacité d'arbustes et de plantes herbacées comme capteur de neige. Cependant, aucune information n'existait au sujet des plantes herbacées florifères. L'identification de variétés susceptibles de s'adapter au contexte autoroutier et les projets pilotes réalisés sur deux tronçons de l'autoroute 20 en Montérégie ont permis de tester 12 espèces de plantes florifères. L'implantation en saison de croissance a donné une excellente reprise des variétés, qui s'est maintenue chaque été. Leur évaluation en période hivernale a permis de dégager les aspects suivants : deux d'entre elles présentent un fort potentiel et l'évaluation de deux variétés supplémentaires se poursuivra. Les autres espèces sont recommandées pour la mise en valeur du réseau routier.</p>			
Mots-clés Brise-vent végétal	Nombre de pages 142 pages	Nombre de références bibliographiques 28	Langue du document <input checked="" type="checkbox"/> Français <input type="checkbox"/> Anglais Autre (spécifier) :

TABLE DES MATIÈRES

1. PROBLÉMATIQUE.....	11
2. OBJECTIFS	13
2.1 Sécurité.....	13
2.2 Bénéfices écologiques.....	13
2.3 Économie.....	14
2.4 Choix de végétaux et attrait visuel.....	14
2.5 Expérimentation.....	15
3. SURVOL DES RECHERCHES ANTÉRIEURES	17
3.1 Arbres et arbustes	19
3.2 Plantes herbacées	19
3.3 Facteurs d'influence sur l'efficacité d'un brise-vent végétal.....	24
3.4 Critères de performance et de design d'une brise-vent végétal	27
3.5 Résumé des recherches antérieures.....	27
4. EXPÉRIENCE MENÉE À OKA.....	29
5. PLANTES ARBUSTIVES ET HERBACÉES SÉLECTIONNÉES.....	35
5.1 Rusticité.....	50
5.2 Résistance au sel des plantes vivaces.....	51
5.3 Plantes privilégiées.....	52
6. MÉTHODOLOGIE POUR DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	53
6.1 Choix des sites	53
6.2 Dispositif expérimental linéaire.....	53
6.2.1 <i>Espèces sélectionnées</i>	53
6.2.2 <i>Configuration</i>	54
6.3 Dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief	59
6.3.1 <i>Espèces sélectionnées</i>	59
6.3.2 <i>Configuration</i>	60
6.4 Travaux de plantations	63
6.5 Entretien réalisé par l'entrepreneur	66
6.6 Entretien supplémentaire.....	66
6.7 Caractéristiques du sol et matériaux des sites	67
6.7.1 <i>Caractéristiques du sol à l'endroit du dispositif expérimental linéaire</i>	67
6.7.2 <i>Caractéristiques du sol à l'endroit du dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief</i>	67
6.8 Récolte des données	68
6.8.1 <i>Performance des espèces</i>	68
6.8.2 <i>Épaisseur de la neige</i>	68

7. MÉTHODOLOGIE.....	73
7.1 La croissance.....	73
7.2 La hauteur de la neige	74
8. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES.....	75
8.1 Température	75
8.2 Précipitations	79
9. RÉSULTAT ET DISCUSSION	83
9.1 Comparaison de la hauteur moyenne des espèces	83
9.2 Résultats des analyses statistiques de la croissance des végétaux..	83
9.2.1 <i>Effets du paillis.....</i>	84
9.2.2 <i>Effet de l'espèce</i>	87
9.2.3 <i>Discussion sur la performance des plants</i>	88
9.2.4 <i>Maladies et parasites.....</i>	90
9.2.5 <i>Domages par le chlorure de sodium (NaCl)</i>	91
9.2.6 <i>Présence d'anomalies</i>	91
9.3 Effet brise-vent.....	91
9.3.1 <i>Effet brise-vent pour le dispositif expérimental avec relief.....</i>	91
9.3.2 <i>Effet brise-vent pour le dispositif expérimental linéaire</i>	94
9.3.3 <i>Discussion sur l'effet brise-vent du dispositif expérimental linéaire</i>	95
9.3.4 <i>Discussion sur l'effet brise-vent du dispositif expérimental de haie</i>	
<i>brise-vent avec relief.....</i>	96
10. CONCLUSION	97
11. RECOMMANDATIONS.....	101
BIBLIOGRAPHIE	105
ANNEXE 1	109
ANNEXE 2	113
ANNEXE 3	121
ANNEXE 4	129
ANNEXE 5	137

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Rapport entre la vitesse des vents et l'accumulation de neige permise par un brise-vent d'herbacées.....	21
Tableau 2	Effets de la porosité d'un brise-vent sur la distance d'accumulation de la neige sous le vent	26
Tableau 3	Observation de l'accumulation de la neige chez <i>Panicum virgatum</i> 'Strictum' <i>Miscanthus sacchariflorus</i> et <i>Coreopsis tripteris</i>	33
Tableau 4	Description des espèces arbustives	37
Tableau 5	Description des espèces herbacées.....	39
Tableau 6	Aspects esthétiques des espèces arbustives	45
Tableau 7	Aspects esthétiques des espèces herbacées.....	47
Tableau 8	Espèces utilisées dans le dispositif expérimental linéaire	56
Tableau 9	Description des espèces utilisées dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief	61
Tableau 10	Nombre de plants par parcelle établis dans le dispositif expérimental linéaire.....	65
Tableau 11	Nombre de plants par parcelle établis dans le dispositif expérimental haie brise-vent combiné avec relief.....	65
Tableau 12	Composantes du sol du dispositif expérimental linéaire	67
Tableau 13	Composantes du sol dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief	67
Tableau 14	Résumé du climat d'août à décembre 2002	76
Tableau 15	Résumé du climat de l'année 2003.....	77
Tableau 16	Résumé du climat de l'année 2004.....	78
Tableau 17	Résumé du climat de janvier à avril 2005.....	79
Tableau 18	Tableau sommaire des précipitations pour les années suivant la mise en terre des plants.....	81
Tableau 19	Comparaison de la croissance des espèces avec la culture en pépinière	85
Tableau 20	Taux de survie des espèces	89
Tableau 21	Appréciation sommaire des végétaux du dispositif expérimental avec relief à l'hiver 2003-2004.....	91
Tableau 22	Appréciation visuelle des végétaux du dispositif expérimental avec relief à l'hiver 2004-2005.....	92
Tableau 23	Appréciation visuelle des végétaux du dispositif expérimental linéaire	94
Tableau 24	Usage recommandé des végétaux	102

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Différents plans de clôtures à neige et de brise-vent hivernaux	18
Figure 2	Effets d'une haie brise-vent de blé à différents intervalles	20
Figure 3	Distribution de la neige avec haie à porosité entre 65 et 75 %.....	22
Figure 4	Haies de maïs à porosité de 50 %.....	22
Figure 5	Surface d'ensemencement dans le comté de Pocahontas.....	24
Figure 6	Variation de la distance et de l'accumulation de la neige par rapport à la porosité d'une clôture à neige en bois	25
Figure 7	Accumulation de neige sur des quenouilles aux abords du lac des Deux-Montagnes	30
Figure 8	Brise-vent naturel constitué de quenouilles	31
Figure 9	Exemple de la capacité des quenouilles de capter la neige	31
Figure 10	Comparaison visuelle de la densité des tiges de <i>Panicum Virgatum</i> 'Strictum', de <i>Miscanthus sacchariflorus</i> et de <i>Coreopsis tripteris</i> .	32
Figure 11	Photographies des plantes utilisées dans le dispositif expérimental haie brise-vent combiné avec relief	55
Figure 12	Dispositif expérimental linéaire	58
Figure 13	Photographies des plantes utilisées dans le dispositif expérimental haie brise-vent combiné avec relief	62
Figure 14	Dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec modulation du terrain.....	63
Figure 15	Implantation projetée de piquets sur le dispositif expérimental linéaire	70
Figure 16	Implantation « .tel que construit » de piquets dans le dispositif expérimental linéaire.....	71
Figure 17	Implantation projetée de piquets dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec modulation de terrain	72
Figure 18	Implantation « tel que constuit » de piquets dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec modulation de terrain	72
Figure 19	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum' en hiver 2004-2005	93
Figure 20	<i>Silphium perfoliatum</i> en hiver 2004-2005	93
Figure 21	<i>Vernonia noveboracensis</i> en hiver 2004-2005	93
Figure 22	<i>Helianthus decapetalus</i> en hiver 2004-2005	93
Figure 23	<i>Coreopsis tripteris</i> en hiver 2004-2005.....	93
Figure 24	<i>Heliopsis helianthoides</i> en hiver 2004-2005	93

1. PROBLÉMATIQUE

Quel défi, dans le contexte socio-économique actuel, que d'arriver à la fois à diminuer les coûts et à augmenter les bénéfices de quelque opération que ce soit! Les abords des autoroutes, avec leurs immenses surfaces, n'échappent pas à cette problématique contemporaine, surtout lorsque l'on considère que ces surfaces nécessitent des travaux d'entretien considérables.

Le défi consiste en l'occurrence à trouver de nouveaux schémas d'aménagement des abords autoroutiers permettant de réduire les coûts d'entretien des autoroutes et d'augmenter les avantages pour les utilisateurs et pour l'environnement. C'est dans ce contexte qu'est élaboré le concept de brise-vent végétal constitué de plantes herbacées florifères combiné à des travaux de terrassement. Cette démarche s'inscrit dans une nouvelle approche, une philosophie qui prône une gestion du patrimoine vert dans les emprises autoroutières afin de les rendre plus fonctionnelles, plus sécuritaires, plus économiques et plus attrayantes.

Il s'agit donc, en fait, de définir de nouvelles fonctions pour la végétation des abords routiers. À cet effet, des herbacées florifères sont plantées comme brise-vent pour retenir la neige hors de la route et de nouvelles méthodes de gestion plus écologiques et plus économiques sont appliquées.

Cette recherche comporte deux phases principales. La première est consacrée à la documentation. Les résultats qui en découlent sont présentés aux chapitres III, IV et V. La deuxième phase, expérimentale celle-là, porte sur des brise-vent mis en place dans deux secteurs de l'autoroute 20 en Montérégie. Le premier brise-vent se trouve le long d'un tronçon d'autoroute, alors que le deuxième est réalisé à l'intérieur d'un échangeur. Les chapitres VI, VII et VIII traitent de la préparation, des travaux et du suivi de ces expériences.

Le territoire de la Montérégie est le lieu par excellence pour mettre en œuvre ce projet, l'accent étant mis sur la recherche de solutions à la problématique hivernale posée par des paysages agricoles de plaine, ouverts et sans relief ni obstacles tels que des boisés ou des bâtiments. Cette région réunit en effet l'ensemble de ces conditions hivernales particulières. Dans un tel contexte, la combinaison des chutes de neige et du facteur éolien rend les conditions de conduite automobile dangereuses. Même par temps ensoleillé, les vents balayent la neige des champs vers la route, entraînant poudrierie, diminution de la visibilité et chaussée glacée. Ces conditions peuvent parfois persister plusieurs jours, même en cas de chutes de neige relativement faibles. Dans le territoire retenu, les précipitations de neige peu abondantes et les fréquentes périodes de réchauffement et de verglas permettent de réduire la hauteur du brise-vent en raison de la faible accumulation totale de neige durant l'hiver. Même si l'accumulation annuelle moyenne atteint 241 cm, l'accumulation totale de neige chaque mois ne dépasse pas 63 cm, selon les normales climatiques moyennes établies par la station Saint-Hyacinthe du ministère du

Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Le balayage partiel de la neige par le vent, ajouté aux fontes provoquées par les hausses de température, entraîne cependant une diminution de l'accumulation mensuelle de neige au sol qui, ainsi réduite, ne dépasse pas 46 cm en moyenne. Ces renseignements propres à la Montérégie sont déterminants lors du choix des espèces végétales composantes d'un brise-vent.

2. OBJECTIFS

2.1 Sécurité

Le projet veut d'abord répondre au besoin d'augmenter la sécurité pour la circulation automobile en période hivernale, alors que les vents causent une poudrierie qui rend les routes dangereuses en raison de la perte de visibilité, de l'accumulation de la neige sur les voies et de la chaussée glacée, problème particulièrement criant aux endroits dépourvus de clôtures à neige. La solution à vérifier est l'implantation de brise-vent végétaux, adaptés à la problématique particulière du territoire de la Montérégie, qui permettent de retenir la neige et de diminuer l'épaisseur des dépôts sur la chaussée. Cette recherche a donc pour objectif d'établir de quelle manière les surfaces actuellement gazonnées peuvent être en partie transformées en brise-vent végétaux et clôtures à neige vivantes pour réduire les dangers causés par la poudrierie.

Ce rapport de recherche examine le potentiel d'efficacité des plantes florifères indigènes et naturalisées comme brise-vent et clôtures à neige en fonction des conditions rigoureuses du milieu autoroutier. Bien que ce potentiel n'ait pas encore été étudié et évalué de manière approfondie, il constitue une approche à considérer.

2.2 Bénéfices écologiques

La végétalisation des abords autoroutiers doit offrir un bénéfice écologique maximal; c'est pourquoi cette nouvelle approche privilégie une végétation florifère diversifiée. Les espèces végétales indigènes et naturalisées occupent une place importante dans cette recherche parce qu'elles constituent l'élément essentiel des habitats naturels et servent de milieu de vie pour la majorité des communautés animales qui forment avec elles des écosystèmes dynamiques.

Dans une optique de biodiversité, une haie brise-vent composée de plusieurs rangées d'herbacées augmente indéniablement le potentiel écologique du corridor autoroutier. De nouveaux habitats pour différentes espèces d'oiseaux et pour de petits mammifères peuvent naître de ce couvert végétal. Insectes, amphibiens et reptiles ont également la possibilité de s'y établir si l'ensemble des conditions environnementales leur est favorable. Un couvert végétal diversifié servant à abriter, à nourrir et constituant un lieu de reproduction pour certaines espèces animales s'avère un excellent moyen de maximiser les avantages en faveur de la faune à l'intérieur du corridor autoroutier. Par ce premier objectif, la présente étude rejoint déjà l'approche du ministère des Transports du Québec concernant la gestion écologique de la végétation le long des autoroutes. Celles-ci auraient donc un potentiel de corridor faunique pour des espèces de la faune ailée. Il est en effet possible d'assurer une certaine protection aux oiseaux lors de leurs déplacements à l'intérieur d'un couloir, lequel est défini par la longueur du brise-vent lui-même. L'ajout

d'espèces herbacées indigènes aux espèces naturalisées peut constituer un facteur inestimable de survie pour certains oiseaux granivores.

Des bénéfices écologiques additionnels résultent de la plantation d'étendues de fleurs le long des autoroutes, dont un contrôle accru des herbes indésirables par la présence d'une végétation dense et relativement haute. De plus, comme les plantes sont d'excellents indicateurs de la qualité des milieux et qu'elles produisent de l'oxygène, elles contribuent ainsi à réduire les effets des polluants.

2.3 Économie

Dans la poursuite du projet de recherche sur la gestion écologique des abords autoroutiers mis en œuvre par le ministère des Transports du Québec, le concept de brise-vent propose des méthodes d'entretien permettant de réduire considérablement les interventions comme la tonte et le déneigement, ce qui se traduit par une réduction des coûts d'entretien tant en période estivale qu'en période hivernale. En été, le nombre de tontes est réduit et les surfaces à tondre sont diminuées en raison du remplacement des pelouses par des arbustes et herbacées. Une seule tonte, effectuée à la fin de l'hiver ou au printemps, s'avère alors suffisante. En période hivernale, l'utilisation d'arbustes ou de plantes herbacées hautes en guise de clôtures à neige permet une diminution de l'entretien de la chaussée en termes de nombre d'interventions, de temps, d'effectifs et de machinerie (usure).

Il va de soi qu'un tel projet ne peut être envisagé sans une analyse rigoureuse des coûts et des bénéfices relatifs aux différentes solutions proposées.

2.4 Choix de végétaux et attrait visuel

Le choix de végétaux particuliers dans la composition de plantations de brise-vent, c'est-à-dire d'espèces qui gardent leurs tiges pendant l'hiver, devient en même temps une occasion d'augmenter l'attrait visuel des abords routiers. L'exercice permet en effet d'améliorer l'aspect esthétique des bords d'autoroutes en mettant en valeur la beauté de graminées hautes et de plantes florifères. La sélection d'espèces plus florifères, et par conséquent plus visibles et plus attrayantes, est un atout incontestable dans le contexte autoroutier. La hauteur et la couleur de la végétation proposée, changeant au gré des saisons, rendent également l'apparence de l'infrastructure routière plus intéressante et plus dynamique. Qu'il suffise d'imaginer d'immenses masses de plantes florifères hautes très colorées en été et en automne, encadrées par la texture fine et élégante de graminées; ces compositions florales deviennent une attraction visuelle et peuvent faire de l'autoroute un véritable corridor touristique.

Afin de remplacer les graminées usuelles comme couvert végétal, il est également nécessaire de sélectionner des graminées et des plantes florifères indigènes et naturalisées adaptées au contexte autoroutier. Il est alors utile de constituer un document en forme de tableau facile d'utilisation et regroupant une liste des plantes convenant à la réalisation de brise-vent. Les plantes sont identifiées dans les tableaux suivants : tableau descriptif des arbustes (tableau 4); tableau descriptif des herbacées (tableau 5); tableau des aspects esthétiques des arbustes (tableau 6); et tableau des aspects esthétiques des herbacées (tableau 7).

2.5 Expérimentation

L'élaboration des concepts expérimentaux est réalisée au moyen de projets pilotes. Deux concepts et dispositifs expérimentaux sont privilégiés : d'une part, une composante uniquement végétale pour le tracé linéaire; d'autre part, dans le cas d'un échangeur, le dispositif expérimental combine deux composantes, les végétaux et la topographie du terrain.

Les plantes de chaque dispositif expérimental sont choisies en fonction du patron d'implantation, de leurs caractéristiques biophysiques et esthétiques ainsi que de leur disponibilité sur le marché. Les dispositifs expérimentaux, une fois testés sur le terrain, donnent par la suite lieu à des recommandations qui peuvent plus tard être intégrées à un guide de mise en œuvre ou à des normes du Ministère.

Cette expérience doit, dans un premier temps, permettre de comparer l'efficacité de deux espèces végétales faisant partie du dispositif expérimental linéaire – un des brise-vent – par rapport à la situation normale sans brise-vent, et cela à l'aide de témoignages. Dans un deuxième temps, elle rend possible l'évaluation de la croissance et du développement architectural des deux espèces sélectionnées.

Parallèlement, cette recherche étudie l'effet du paillis sur le développement architectural des plantes. Cette étude sert aussi à évaluer la croissance et le développement architectural des quatre espèces de plantes vivaces et de graminées qui composent le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec le relief. Il est aussi possible d'observer l'efficacité de la combinaison haie et modulation de terrain pour la rétention de la neige.

3. SURVOL DES RECHERCHES ANTÉRIEURES

Ce survol a pour but de rassembler les résultats d'études antérieures qui traitent de l'efficacité des brise-vent composés de plantes herbacées et arbustives pour retenir la neige en bordure de route. Il couvre des recherches universitaires et des publications spécialisées ainsi que les recherches réalisées par les ministères des Transports du Québec et de l'Ontario. Une recherche est également effectuée dans le réseau Internet, ce qui donne accès à des études de cas très récentes menées aux États-Unis.

La préoccupation quant au contrôle du déplacement de la neige par le vent ne date pas d'hier. Selon Greb et Black (1971), dans les années trente, les cultivateurs des régions arides de la Russie et de la Sibérie utilisaient des brise-vent hivernaux pour retenir la neige à l'intérieur des champs de culture. Grâce à cette technique, le taux d'humidité de la terre augmentait au moment de la fonte de cette épaisse couche de neige, favorisant ainsi la croissance des plantes cultivées. À la même époque, les entreprises de chemin de fer d'Amérique du Nord s'intéressent aussi au contrôle de la neige et utilisent les arbres comme brise-vent pour réduire l'accumulation de neige sur les voies ferrées.

Depuis, divers organismes et ministères se sont aussi penchés sur la question des coûts d'entretien des routes liés à l'effet de poudrierie et au danger qu'elle constitue pour les automobilistes. Leur attention s'est tout naturellement portée sur l'efficacité des haies brise-vent pour freiner la neige avant qu'elle n'atteigne la chaussée. Les recherches effectuées par Gullickson, Josiah et Flynn (1999) pour le département des Transports du Minnesota démontrent avec éloquence l'efficacité de l'utilisation d'arbres et d'arbustes comme clôtures à neige (figure 1). Le personnel du département des Transports du comté de Pocahontas, en Iowa, ainsi que les chercheurs Greb et Black (1971) du Colorado et du Montana, ont aussi employé dans leurs expériences des herbacées comme les graminées des prairies hautes, le blé et le sorgho ainsi que du maïs non coupé afin de tester leur efficacité à cette fin dans des champs. Voici donc un compte-rendu des résultats des recherches les plus pertinentes sur l'utilisation de brise-vent végétaux aux abords des routes.

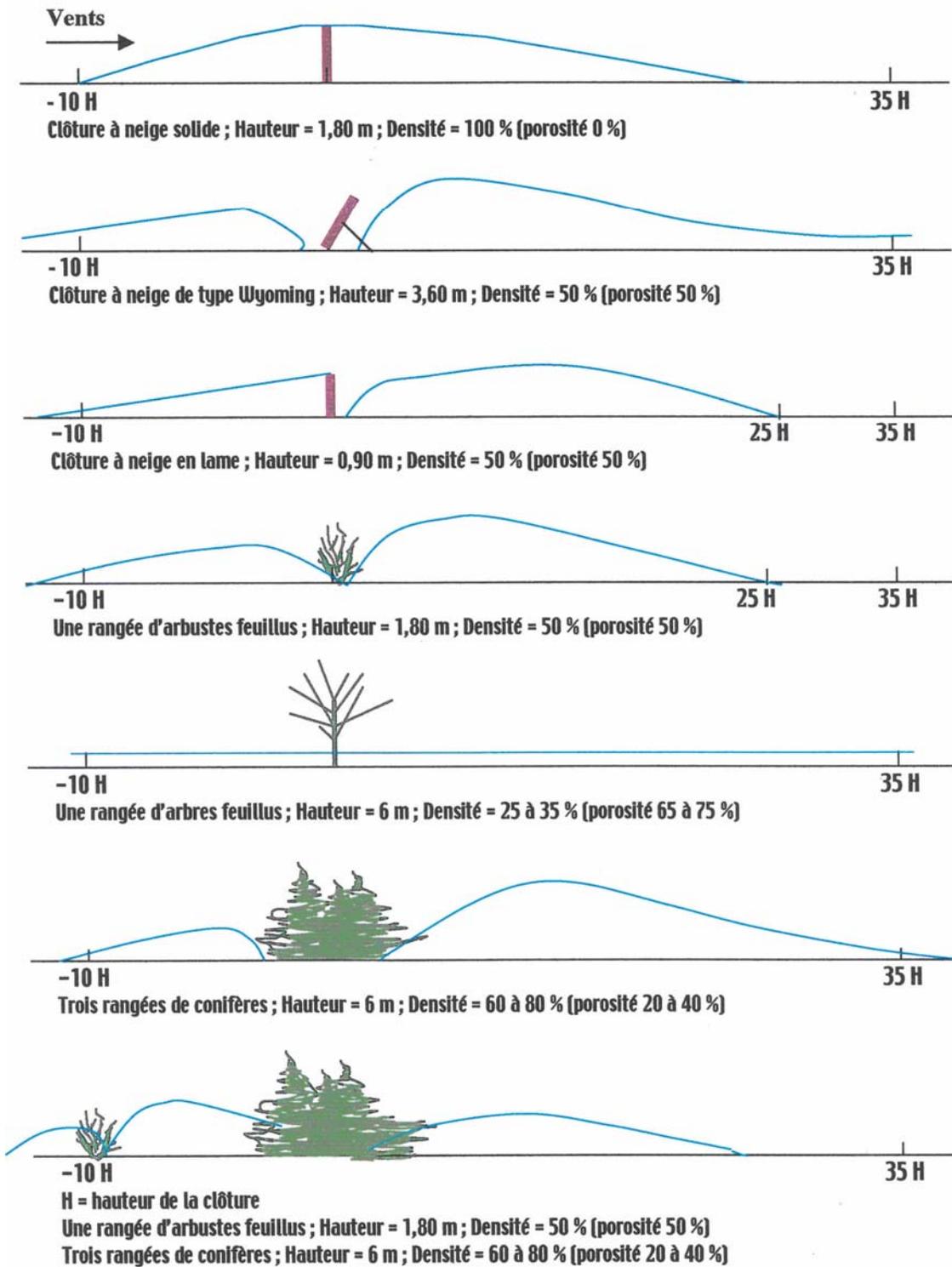


Figure 1 Différents plans de clôtures à neige et de brise-vent hivernaux

3.1 Arbres et arbustes

La majorité des études suivantes traitent de l'utilisation des arbres et des arbustes dans la composition de brise-vent situés à l'intérieur de terres agricoles dans le but de retenir la neige dans les champs. Les brise-vent composés d'arbustes donnent des résultats concluants quant à la performance et à l'efficacité de la végétation arbustive pour freiner et surtout retenir la neige. Ainsi, Scholten (1988) cite les résultats de plusieurs études menées avec une végétation arbustive. En voici quelques-unes : Zycov (1951), en Sibérie, utilise un seul rang de caraganiers (*Caragana arborescens*) sous des peupliers (*Populus sp.*), ce qui produit une accumulation de neige d'une hauteur égale à celle des caraganiers, et cela sur une bordure de trois à quatre mètres à partir de la plantation. Des résultats similaires sont obtenus au Dakota (George *et al.*, 1963; George, 1971; Frank et George, 1975; Samson, 1979) lors de l'étude faite sur le frêne blanc (*Fraxinus pennsylvanica Marsh*) planté en alternance avec le chèvrefeuille (*Lonicera sp.*). Scholten rapporte que d'après ces auteurs, une fois les arbustes enlevés, la neige se répand sur une plus grande surface des champs. Il souligne également que l'étude de Panfilov (1932), en Russie, utilise un rang simple d'*Eleagnus sp.* Il obtient ainsi une accumulation de neige très épaisse à proximité de la haie. Selon lui, des résultats semblables sont également obtenus avec l'utilisation d'*Eleagnus angustifolia*.

3.2 Plantes herbacées

Peu d'études sont consacrées à l'utilisation des herbacées comme haie brise-vent destinée à capter la neige près des routes. Cependant, dans les régions semi-arides du Colorado et du Montana, tel que nous l'avons mentionné précédemment, Greb et Black (1971) ont mené des recherches utilisant des clôtures à neige et des haies brise-vent herbacées composées de blé et de sorgho pour amasser et retenir la neige sur de grandes surfaces à l'intérieur des champs. Bien que leur objectif ait été différent de celui de notre étude – ils cherchaient plutôt à amasser de grandes étendues de neige à l'intérieur des champs pour augmenter l'irrigation des terres – leurs résultats sur neuf années d'expérimentation permettent néanmoins de mieux comprendre, aujourd'hui, le comportement de la neige en présence de haies herbacées.

Leur premier essai a été effectué avec le blé (*Agropyron elongatum*) (Black et Siddoway, dans Greb et Black, 1971) disposé en plusieurs haies de 76 m de longueur, composées chacune de deux rangs plantés à 0,90 m de distance l'un de l'autre. Certaines haies étaient placées à un intervalle de 9 m, d'autres avec un écart de 18 m. En une seule saison, le blé a atteint une hauteur variant de 0,90 m à 1,20 m, et le degré de porosité¹ de la haie était estimé à environ 65 %. Selon ces chercheurs, les haies composées de blé démontrent une bonne durabilité et une grande efficacité pour capter la neige dans les champs. La figure 2 montre que les haies disposées à un intervalle de 9 m permettent une accumulation moyenne de neige de 0,63 m. Celles qui sont disposées à 18 m d'intervalle amassent la neige au sol sur une épaisseur moyenne de 0,53 m. Ce résultat de recherche n'est utile, dans la présente étude, que s'il y a alternance du brise-vent avec les cultures de maïs adjacentes.

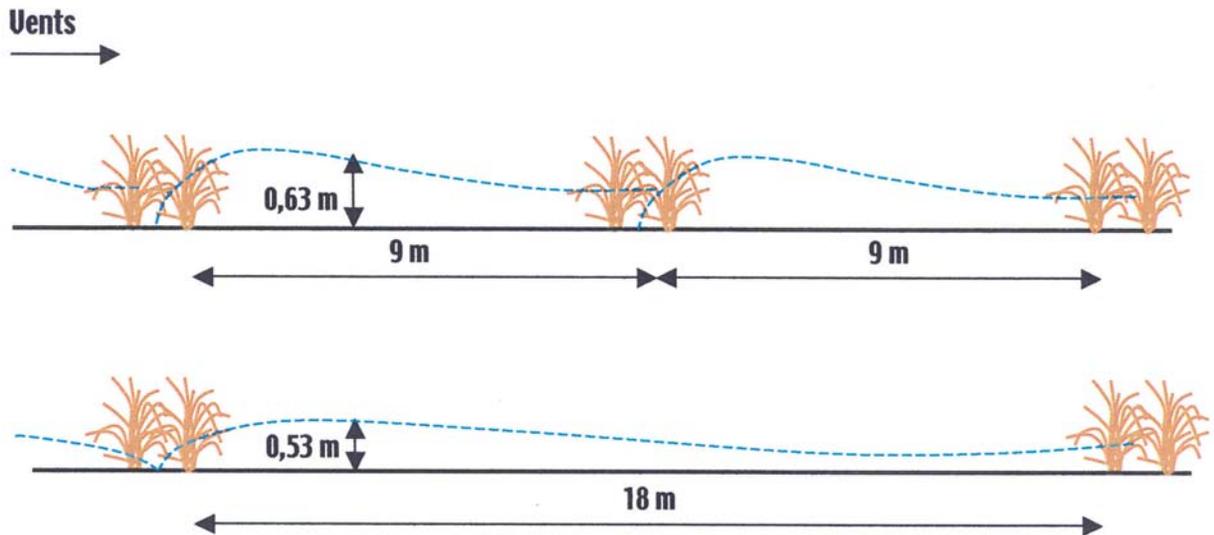


Figure 2 Effets d'une haie brise-vent de blé à différents intervalles

Pour les haies placées à un intervalle de 9 m, la hauteur moyenne de neige amassée dans les champs dépasse de 0,38 m celle des champs adjacents non munis de haies brise-vent, tandis que dans les cas des haies placées à 18 m d'intervalle le dépassement moyen est de 0,20 m. Dans les deux cas, l'épaisseur de neige accumulée près de la haie est encore plus grande. L'essai est donc convaincant dans chacun des cas.

¹ Porosité : pourcentage d'espace ouvert dans la barrière ou à l'intérieur du périmètre morphologique d'un arbuste (Peterson et Schmidt, 1984; Peterson 1984).

Selon Greb et Black (1971), la capacité des haies à retenir la neige dépend de leur capacité à réduire la vitesse des vents. Le tableau 1 présente l'effet d'un brise-vent composé de deux rangs de plantes herbacées d'une hauteur approximative de 80 cm.

Tableau 1 Rapport entre la vitesse des vents et l'accumulation de neige permise par un brise-vent d'herbacées

Pourcentage de réduction de la vitesse du vent	Distance de l'accumulation de neige sous le vent
83 %	1,50 m
61 %	3,30 m
42 %	4,87 m
33 %	7,00 m

Source : Black et Siddoway 1971, dans Greb et Black 1971

Greb et Black (1971) ont également effectué des tests exploratoires au Colorado, avec du maïs et différentes variétés de sorgho (*Sorghum vulgare* et *Sorghum sudanense*). Les haies de *Sorghum vulgare*, constituées de rangées doubles placées de 7,50 à 15 m d'intervalle, atteignaient une hauteur de 0,50 m. L'étude démontre que ces haies de sorgho ont la capacité d'accumuler la neige de manière uniforme à l'intérieur des champs. Et il s'avère que cette variété de sorgho a tendance à capter une très grande quantité de neige à l'intérieur de la haie, ce qui n'est pas un inconvénient pour cette étude (Greb et Black 1971).

Quelques années plus tard, Greb et Black ont testé la capacité du maïs et de *Sorghum sudanense* à capter la neige et à la distribuer de manière plus uniforme à l'intérieur des champs. Ces haies de 90 m de longueur étaient composées de deux rangées de sorgho espacées de 0,35 m et placées dans les champs à 11 m d'intervalle. Les données ont été mesurées par rapport à la quantité de plants, à la hauteur des tiges, à la porosité de la haie et au pourcentage de perte des variétés. La quantité d'eau souterraine a également été mesurée sur une profondeur de 1,80 m, de même que la quantité d'eau par rapport à la neige accumulée. En raison de sa facilité de culture, de la flexibilité et de la résistance de ses tiges ainsi que de la résistance de la plante, *Sorghum sudanense* a affiché des performances supérieures à celles du maïs.

Sans tenir compte de l'espèce, Greb et Black (1971) ont constaté qu'une haie d'herbacées avec des rangées doubles est assez dense pour atteindre plus de 78 % de porosité. Selon les auteurs, une porosité de 65 à 75 % est idéale pour assurer une distribution suffisamment uniforme de la neige sur une distance égale à 12 fois la hauteur de la haie. La figure 3, ci-dessous, illustre les résultats.

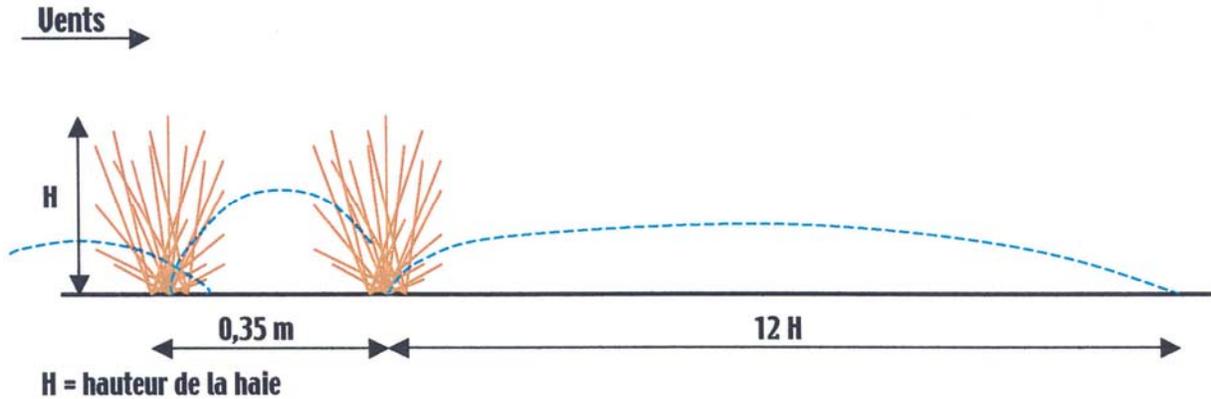


Figure 3 Distribution de la neige avec haie à porosité entre 65 et 75 %

Le département des Transports de l'Iowa utilise pour sa part les plantes herbacées pour retenir la neige aux abords des routes. Ce programme consiste à encourager les propriétaires des champs de maïs à ne pas couper un certain nombre de rangs afin qu'ils servent de clôture à neige vivante. Selon Tabler (1991), le nombre minimal de rangées requis est de 6 à 8, ce qui donne à la haie une porosité de 50 %. La stratégie la plus efficace est, selon lui, de placer deux de ces haies séparées par un espacement de 50 à 60 m, tel qu'il est illustré à la figure 4. Le département soutient que des haies hautes de 2,20 m peuvent amasser environ 75 tonnes de neige par mètre linéaire, c'est-à-dire autant qu'une clôture à neige de 2,7 m de hauteur.

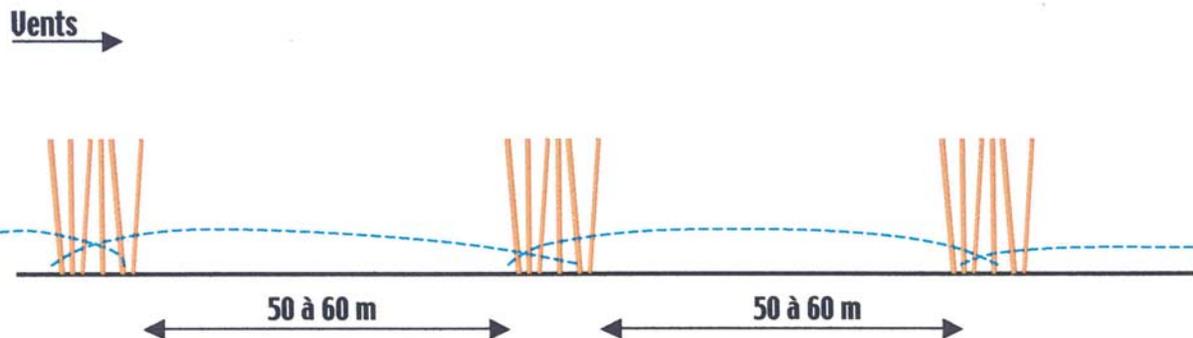


Figure 4 Haies de maïs à porosité de 50 %

À la suite de ces études menées par le Programme national de recherche stratégique autoroutière, le personnel du département des Transports conclut qu'il coûte plus cher de déneiger la route que de faire usage de ce type de clôture à neige vivante.

Un autre projet pilote, destiné à tester l'efficacité des brise-vent composés d'herbacées florifères à l'intérieur des champs agricoles du comté de Pocahontas, a été mené par Heissel (1999) pour le département des Transports de l'Iowa. Dans cette étude, ce sont les graminées hautes indigènes des prairies et les fleurs vivaces qui sont privilégiées. On a d'abord sélectionné deux secteurs problématiques en hiver et on a amené les propriétaires des terres adjacentes à participer à l'étude. Chaque surface semée mesure 30 m de largeur sur 800 m de longueur. La surface d'ensemencement, telle qu'elle est illustrée à la figure 5, commence à la clôture et se dirige vers l'intérieur des terres. Une prairie fleurie est semée sur la première largeur de 18 m. Le mélange est composé des graminées suivantes : schizachyrium à balais (*Schizachyrium scoparium*), bouteloua (*Bouteloua curtipendula*), seigle (*Secale sp. hérissée*); et des fleurs vivaces suivantes : échinacée (*Echinacea pallida*), rudbeckie (*Rudbeckia hirta*), *Cassia fasciculata*, liatrie (*Liatris sp.*), *Ratibida pinnata* et *Petalostemum purpureum*. Les 12 mètres suivants sont ensemencés avec un mélange composé uniquement de graminées hautes indigènes des prairies, soit le panic (*Panicum virgatum*), le barbon de Gérard (*Andropogon gerardii*) et le faux sorgho (*Sorghastrum nutans*). Durant la première année, les tontes successives assurent une bonne croissance de la prairie. La deuxième année, les graminées hautes sont moins vigoureuses que ce à quoi on pouvait s'attendre. De plus, les tiges de barbon de Gérard et de faux sorgho s'écrasent durant l'hiver sous le poids de la neige. Ainsi, la haie de 12 m, trop peu dense, ne peut pas retenir la neige. D'après un entretien téléphonique avec D. Heissel (mars 2002), il faut ajouter davantage de panic, car c'est la seule espèce dont les tiges restent debout durant tout l'hiver. D'autres plants de panic sont donc semés au printemps 2002. D'après Heissel, ce n'est qu'au cours de l'hiver 2002-2003 qu'on prévoit être en mesure d'évaluer les premiers résultats de la performance de cette plantation. Toutefois, nous n'avons pas repris contact avec Heissel depuis.

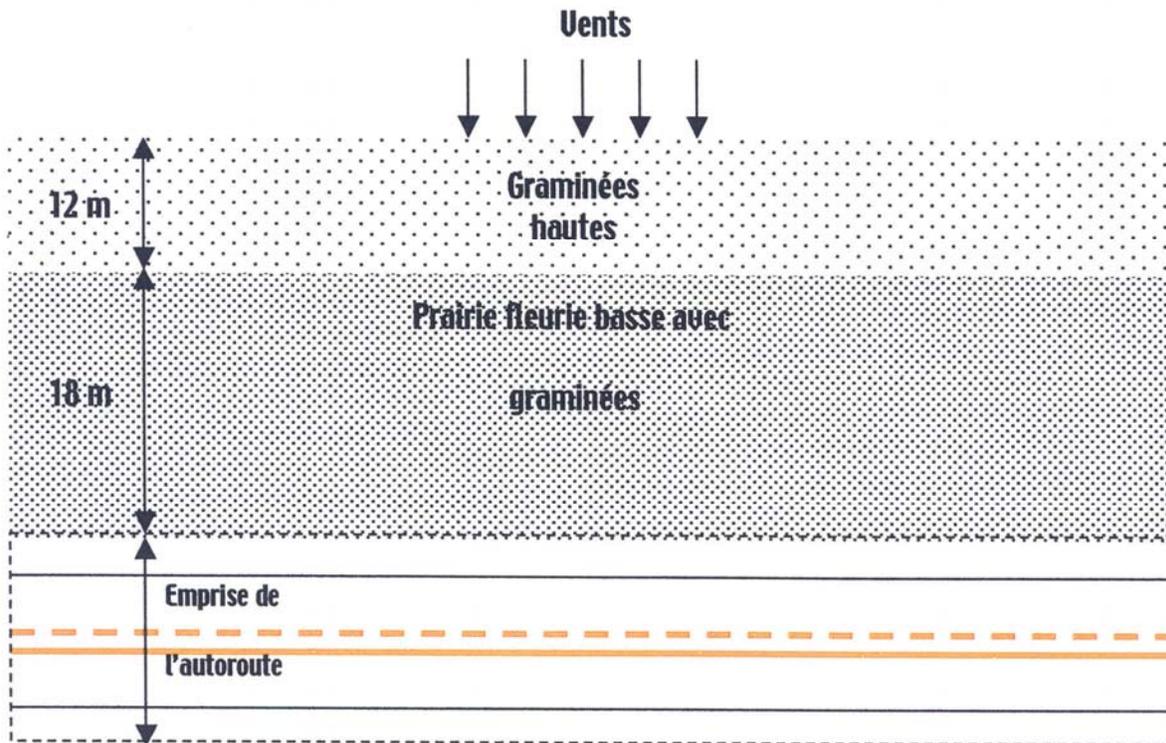


Figure 5 Surface d'ensemencement dans le comté de Pocahontas

Source : Heissel, 1999

3.3 Facteurs d'influence sur l'efficacité d'un brise-vent végétal

Scholten (1988) soutient que les principaux facteurs qui influent sur la quantité de neige amassée par les écrans sont les précipitations de neige, la masse spécifique des divers types de densité de neige, la topographie, la distance et la forme des obstacles, la présence d'un couvre-sol de chaque côté du brise-vent, la direction et la vitesse des vents, la hauteur ainsi que la densité et la position transversale des brise-vent par rapport à la direction des vents dominants.

E.J. George (1971) rapporte que la turbulence créée par le vent derrière les clôtures brise-vent denses en bois provoque un soufflement inversé de la neige des champs vers l'écran, et cela en arrière de l'écran par rapport au vent. En effet, l'épaisseur de neige déposée près de ces clôtures denses est plus significative. Inversement, plus l'écran est poreux, plus longue est l'étendue de neige.

Dans le même ordre d'idée par rapport aux auteurs précédents, Greb, Mickelson et Hinze (1962) établissent une relation entre porosité, hauteur et longueur d'étendue de neige. Ces essais ont été effectués à Akron, au Colorado, à l'aide de clôtures à neige en bois construites avec cinq degrés différents de porosité. L'accumulation de la neige y a été mesurée en épaisseur ainsi qu'en longueur (voir la figure 6).

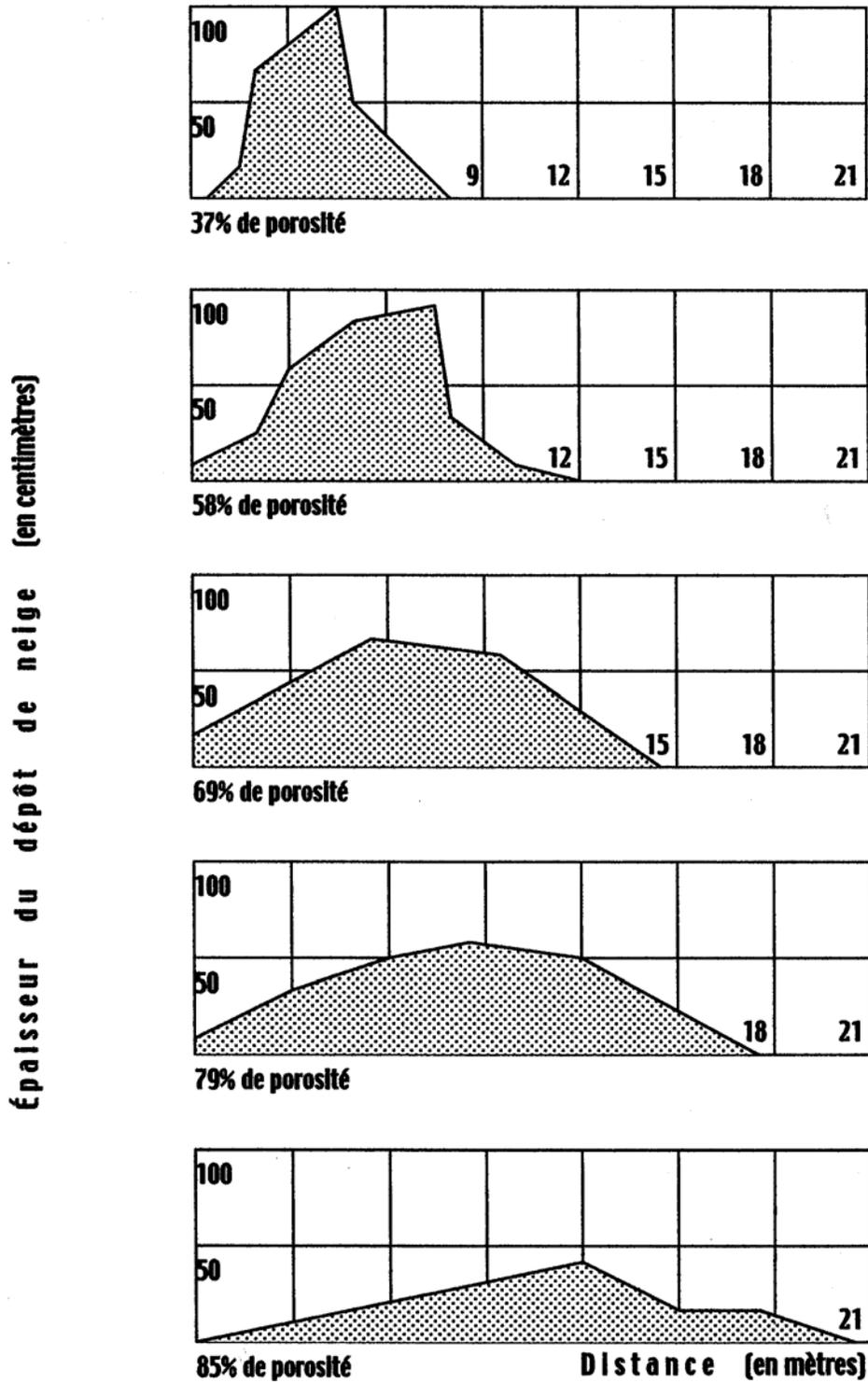


Figure 6 Variation de la distance et de l'accumulation de la neige par rapport à la porosité d'une clôture à neige en bois

Source : Greb, Mickelson et Hinze, 1962

Enfin, Shaw (1988) décrit au tableau 2 le résultat de l'étude menée au Wyoming par Peterson et Schmidt (1984), au cours de laquelle ils sont parvenus à établir une relation entre la porosité d'un écran composé d'arbres et d'arbustes et la distance d'accumulation de la neige. Des haies dont la hauteur est équivalente produisent des accumulations d'épaisseur différente lorsque leur porosité est modifiée.

L'étude de Shaw lui a permis de constater en premier lieu que plus la plantation est dense (haie moins poreuse), plus courte est la distance d'accumulation de la neige. Il a constaté par ailleurs que plus la plantation est haute, plus longue est la distance d'accumulation de la neige sous le vent. On peut donc conclure qu'il y a un rapport optimal entre la densité du brise-vent et sa hauteur pour capter la neige à l'intérieur d'une certaine distance.

Tableau 2 Effets de la porosité d'un brise-vent sur la distance d'accumulation de la neige sous le vent

Porosité de l'écran	Distance d'accumulation de la neige (H = hauteur de l'écran)
23 %	8 H
36 %	12 H
50 %	30 H

D'après Gullickson *et al.* (1999), l'efficacité d'un brise-vent dépend de la hauteur des plantes choisies, de la largeur de la plantation, de la densité de la barrière, de la localisation de la plantation et de son emplacement par rapport à la direction des vents dominants, de la vitesse des vents, de la quantité de neige tombée et de la densité de la neige. Selon ces auteurs, un brise-vent efficace doit être planté sans interruption sur au moins 200 m de longueur. Ils constatent enfin que les brise-vent à densité supérieure à 65 % (porosité inférieure à 35 %) produisent des bandes plus étroites d'accumulation de neige.

Selon Tabler (1991), il existe essentiellement deux approches dans l'utilisation des plantes pour contrôler la poudrière. La première reproduit l'effet d'une clôture et capte la neige soufflée par le vent à l'aide d'arbres et d'arbustes plantés de façon linéaire. La seconde approche reproduit l'effet d'un bosquet à l'aide d'arbres, d'arbustes et d'herbacées et retient la neige sur place. D'après l'auteur, les herbacées sont davantage utilisées pour retenir la neige sur place, et ce, dans le cas de talus de remblai, de médianes et d'échangeurs.

3.4 Critères de performance et de design d'une brise-vent végétal

À l'aide de ces études réalisées avec des arbustes et des herbacées, Tabler (1991) a déterminé les critères de performance et de conception à rechercher lors de l'utilisation d'une haie brise-vent. Voici une liste de ceux qu'il propose.

- Les arbustes plantés en rangs agissent comme clôture à neige et retiennent la neige balayée par la poudrière.

- Les principes et les relations quantitatives mis au point pour la structure des clôtures à neige de fabrication industrielle s'appliquent également aux brise-vent composés d'arbustes, à la condition toutefois de tenir compte du changement de hauteur et de porosité de l'écran au fil du vieillissement des plants.

- Les haies brise-vent sont efficaces comme clôtures à neige si elles sont dessinées convenablement. Les principaux facteurs à considérer sont leur capacité à retenir la neige, l'absence de vides et un recul suffisant par rapport à la route afin d'éviter que la neige se dépose sur la chaussée.

- Des changements dans la porosité et la hauteur de la barrière influent sur la largeur de l'accumulation de la neige. En vieillissant, les arbustes deviennent moins poreux et la distance de l'accumulation de la neige diminue. Cependant, la hauteur des arbustes augmente, ce qui fait augmenter la largeur de cette surface.

- Les principales difficultés quant aux écrans végétaux sont l'irrégularité de la hauteur et de la porosité ainsi que la prévision de l'évolution de ces facteurs dans le temps. Les exigences biologiques des plants doivent être prises en considération à la fois pour la plantation et pour l'entretien des écrans végétaux, tout comme les facteurs écologiques qui pourraient affecter leur croissance et même leur survie.

3.5 Résumé des recherches antérieures

En résumé, ce qui ressort de ces diverses études en ce qui a trait à l'utilisation d'arbustes en guise de brise-vent est que leur efficacité à retenir la neige dépend de la hauteur et de la densité, ou de la porosité, de la haie. Le brise-vent est plus efficace à retenir la neige sur une petite distance s'il est moins poreux et pas très haut. À l'inverse, un brise-vent plus poreux et plus haut permet d'amasser une couche de neige plus étendue.

Contrairement aux objectifs de ces chercheurs qui visaient essentiellement à produire de grandes étendues de neige sur des terres agricoles afin de les irriguer, c'est l'effet inverse qui est recherché ici. Il s'agit en effet que l'accumulation de la neige se fasse à l'intérieur et à proximité du brise-vent, sur 5 à 10 m tout au plus.

Comme on l'a vu, l'efficacité de l'utilisation de plantes herbacées en guise de brise-vent est reconnue, aussi l'attention doit-elle être portée ici sur l'utilisation des plantes herbacées et florifères comme brise-vent, spécifiquement en bordure des routes. L'hypothèse de base de la présente recherche est donc d'utiliser une végétation à densité accrue pour retenir la neige sur une surface limitée, l'espace disponible dans l'emprise de la route étant généralement réduit.

4. EXPÉRIENCE MENÉE À OKA

Une observation portant sur l'efficacité des graminées ornementales à retenir la neige est effectuée à Oka depuis 1985. Les données recueillies permettent d'évaluer la capacité de leur structure végétale à résister aux rigueurs du climat hivernal. Il est également intéressant de voir quelles espèces restent attrayantes même à cette époque de l'année, à l'état sec. C'est avec fascination que l'on constate que, malgré un diamètre minuscule, les tiges de plusieurs espèces de graminées réussissent à résister admirablement bien au vent, à la neige et même à la glace. Cela est probablement attribuable au fait qu'elles restent flexibles même une fois sèches. Leur structure tubulaire est certainement une des raisons de cette résistance. Parce que l'ensemble des tiges de certaines graminées hautes présente une densité très élevée, leur capacité remarquable à retenir la neige peut être observée lorsque les îlots de plants atteignent un certain volume.

Ces observations mènent à l'utilisation de certaines espèces comme clôtures à neige vivantes pour abriter des plantes plus fragiles sous la neige accumulée. Conséquemment, il ressort de ces expériences que les graminées à tiges plus fines et à croissance plus dense offrent le meilleur potentiel, principalement si leurs feuilles, une fois sèches, restent attachées aux tiges l'hiver durant.

Certains résultats d'études antérieures rapportent que la forme – ou la structure – de l'accumulation de la neige créée par un brise-vent végétal change selon la porosité de ce dernier. En d'autres mots, moins le brise-vent végétal est poreux, moins longue sera l'accumulation de la neige sous le vent et plus la plantation aura la capacité de capter la neige. Cette observation est d'une importance fondamentale, puisqu'elle démontre le potentiel des plantes et qu'elle permet d'envisager l'implantation de brise-vent herbacés le long des routes et autoroutes à l'intérieur de l'emprise, où l'espace est limité.

À l'hiver 2000-2001, pendant les jours de poudrière, une observation systématique de la performance des différentes plantes herbacées comme brise-vent a été faite à Oka afin de vérifier les résultats obtenus par les chercheurs mentionnés plus haut. Les accumulations de neige autour des différentes plantes herbacées à porosité réduite ont également été observées et étudiées afin de vérifier et de documenter ces constats. La Grande Baie, dans le parc d'Oka, se présente comme un excellent champ d'observation.



Figure 7 Accumulation de neige sur les quenouilles aux abords du lac des Deux-Montagnes

Cette baie fait partie du lac des Deux Montagnes. Étant très grande, comme son nom l'indique, elle est bien exposée aux vents. Les eaux y sont peu profondes, ce qui permet à la quenouille (*Typha sp.*) de s'y implanter avec facilité. Comme la profondeur de l'eau varie beaucoup, les quenouilles poussent en massifs non homogènes, soit par groupements de toutes les dimensions et formes possibles.

Le site de la Grande Baie offre des possibilités d'observation intéressantes pour les raisons suivantes :

- la croissance inégale des quenouilles permet de trouver des groupements dont la forme et la dimension correspondent aux dimensions recherchées pour la plantation des haies brise-vent;
- la Grande Baie est assez large et assez bien exposée au vent pour engendrer de la poudrerie en très grande quantité;
- le site est facilement accessible.



Figure 8 Brise-vent naturel constitué de quenouilles

Malgré l'épaisseur relative des tiges de quenouilles et l'espace assez important qui les sépare, le fait que leurs larges feuilles restent attachées durant l'hiver permet de penser que la porosité du groupement doit être plutôt réduite. Cependant, les moyens d'établir avec fiabilité le degré de porosité de ces groupements de quenouilles fait malencontreusement défaut.



Figure 9 Exemple de la capacité des quenouilles de capter la neige

Les photos présentées dans ce rapport permettent de constater que la quenouille agit efficacement comme clôture à neige et que les accumulations de la neige sous le vent restent relativement courtes. Dans certains cas, ces accumulations finissent abruptement, créant ainsi une dynamique éolienne différente à cet endroit. Il est également intéressant de noter que les différents groupes de plantes sont remplis de neige à pleine capacité, soit jusqu'au sommet de leur feuillage.

Sur le terrain de la pépinière Oka Fleurs, trois groupements de plantes font l'objet d'observations : un premier composé de panic (*Panicum virgatum* 'Strictum'), un deuxième fait de roseaux de Chine (*Miscanthus sacchariflorus*) et un troisième fait de coreopsis de l'Atlantique (*Coreopsis tripteris*). Ces trois groupements démontrent qu'ils ont la capacité de retenir la neige efficacement en cas de poudrière (voir le tableau 3). Les deux graminées, soit le panic et le roseau de Chine, sont particulièrement intéressantes parce que leurs feuilles restent attachées à leurs tiges sèches durant tout l'hiver. En effet, ces deux plantes ont un très bon potentiel comme brise-vent et clôture à neige parce que la disposition de leurs tiges est très dense, ce qui réduit la porosité du massif. La neige est donc captée en abondance entre leurs tiges, et on observe une courte accumulation de neige sous le vent.

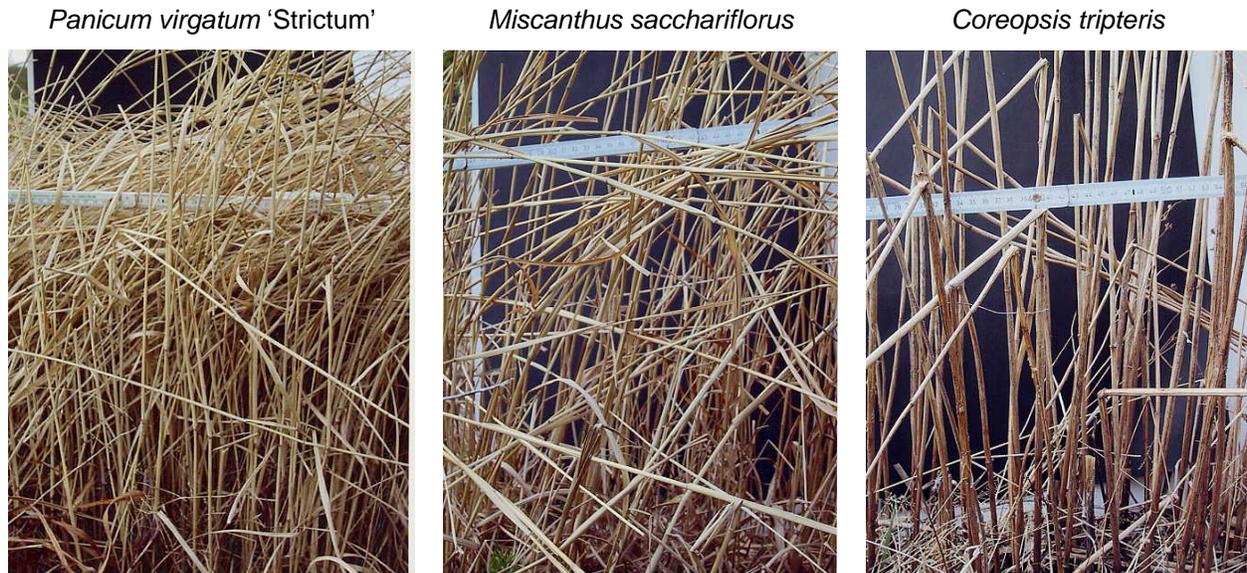


Figure 10 Comparaison visuelle de la densité des tiges de *Panicum virgatum* 'Strictum', de *Miscanthus sacchariflorus* et de *Coreopsis tripteris*

Même le coreopsis de l'Atlantique (*Coreopsis tripteris*) réussit à retenir un peu de neige, et cela malgré ses tiges plus espacées que celles des graminées et ses feuilles en partie arrachées par les vents hivernaux.

Une première tentative pour mesurer la porosité du massif est faite par le moyen de photos et par un comptage des tiges sur une surface de 25 cm². Les photos sont prises devant un carton noir placé à 25 cm à l'intérieur de chaque massif. Cela permet de comparer les résultats visuellement et de calculer le nombre de tiges devant le carré noir pour chacune des plantes photographiées.

Tableau 3 Observation de l'accumulation de la neige chez *Panicum virgatum* 'Strictum', *Miscanthus sacchariflorus* et *Coreopsis tripteris*

Nom botanique	Nombre de tiges pour un carré de 25 cm ²	Capacité à retenir la neige	Potentiel comme brise-vent et clôture à neige	Quantité de neige retenue	Accumulation de la neige sous le vent	Garde son feuillage en hiver	Densité (tiges + feuillage séché)
<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	92	Bonne	Excellent	Abondante	Courte	Oui	Forte
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	34	Bonne	Excellent	Abondante	Courte	Oui	Forte
<i>Coreopsis tripteris</i>	21	Bonne	Moyen	Abondante	—	Non	Moyenne

Comptage fait le 20 avril 2001

Le tableau ci-dessus démontre que les groupes de tiges du panic (*Panicum virgatum* 'Strictum') sont denses. Cette caractéristique fait de cette espèce une plante à grand potentiel comme brise-vent herbacé. Le roseau de Chine (*Miscanthus sacchariflorus*) offre une efficacité semblable parce que ses tiges sont plus épaisses et ses feuilles plus larges. Mentionnons également que *Miscanthus* atteint une hauteur supérieure à celle de *Panicum*. Ces données demeurent cependant strictement empiriques, puisque ce ne sont pas les mêmes densités qui sont comparées et les mesures ne sont que qualitatives, sans réplique.

5. PLANTES ARBUSTIVES ET HERBACÉES SÉLECTIONNÉES

La sélection des arbustes offrant le meilleur potentiel en tant que brise-vent est faite en fonction des critères suivants :

- la zone de rusticité 4;
- la haute densité des branches dès le niveau du sol afin d'assurer un degré de porosité optimal;
- une croissance vigoureuse des plants afin de favoriser l'établissement rapide et efficace de la haie;
- la facilité de reproduction en pépinière, afin de rendre ces plantes disponibles rapidement et à des coûts raisonnables;
- une floraison présentant un degré de visibilité intéressant, voire excellent, afin de rendre la haie visuellement attrayante.

Depuis 1985, Sandra Barone et Friedrich Oehmichen cultivent de nombreuses variétés de plantes herbacées. Tout au long de ces années, ils ont dressé un inventaire des plantes présentant un potentiel optimal en vue d'une utilisation éventuelle le long des abords autoroutiers. Quant à la performance de ces plants dans un milieu de culture en champ, elle a fait l'objet d'observations spécifiques au cours de ces années. Dans le contexte de la présente recherche, les critères dans le choix des plantes herbacées sont tirés de ces années d'études. Ils sont présentés ci-dessous :

- hauteur minimale de 1 mètre;
- capacité de maintien des tiges et des feuilles pendant l'hiver;
- rusticité jusqu'en zone 4;
- croissance vigoureuse;
- capacité de produire des fleurs visibles;
- facilité de reproduction en pépinière.

Les tableaux 4 et 5 décrivent les arbustes et les herbacées ainsi que leur performance au regard de considérations fonctionnelles. Les tableaux 6 et 7 présentent leurs composantes esthétiques plus spécifiquement liées aux objectifs de la présente recherche. Nos critères de sélection tiennent également compte de la disponibilité de ces plantes sur le marché et de leur coût. Les tableaux 5 et 7 identifient les espèces herbacées pouvant convenir uniquement comme solutions de remplacement des graminées traditionnellement utilisées en tant que couvert végétal.

Quant aux plantes herbacées d'une hauteur inférieure à 1 m et dont le seul potentiel est de remplacer les graminées traditionnelles, elles sont décrites succinctement par Oehmichen et Barone (1999) dans le rapport final du projet de recherche ayant pour objet l'ensemencement des abords autoroutiers en plantes florifères effectué pour le ministère des Transports du Québec.

Tableau 4 Description des espèces arbustives

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Zone* de rusticité	Origine de la plante	Famille	Distribution au Québec	Milieu ou habitat	Sol	Résistance				Hauteur de la plante
							Sèche- resse*	Inondation*	Sel**	Vent*	
ARBUSTES FEUILLUS											
Amelanchier canadensis Amélanchier du Canada Shadblow Serviceberry	4	Amérique, Nouv.-Ecos., indigène	Rosaceae	Est du Québec	marécage, tourbière			forte			2 - 6 m
Amelanchier leavis Amélanchier glabre Glabrous Shadbush	4	Amérique, indigène	Rosaceae	Est du Québec	lieux secs, bord des bois		forte				2 - 13 m
Caragana arborescens Pois de Sibérie Siberian Peashrub	2	Sibérie, Mongolie	Fabaceae		milieux secs, exposés, enseuleillés	alcalin	forte		forte	forte	2 - 4 m
Cornus sericea (C. stolonifera) Cornouiller stolonifère Redosier Dogwood	1 b	Québec, indigène	Cornaceae	Nord-Est du Québec	humide, soleil, ombre		moyenne	forte	faible	forte	1 - 2,5 m
Hamamelis virginiana Hamamélis de Virginie Common Witchhazel	4 b	Amérique, indigène	Hamamelidaceae	Ouest, Centre- du-Québec	milieux riches et humides	acide, humifère	faible				1 - 3 m
Ilex verticillata Houx verticillé Common Winterberry	3 b	Canada, indigène	Aquifoliaceae	Ouest, Centre- du-Québec	bois humide, marécages, rivages	acide	moyenne	forte			2 - 3 m
Lonicera tatarica Chèvrefeuille de Tartarie Tartarian Honeysuckle	2	Asie, Russie, Sibérie	Caprifoliaceae		bien drainé		forte	faible	forte	forte	1 - 3 m
Ribes alpinum Gadélier alpin Alpine Currant	2	Europe	Saxifragaceae		milieux secs	riche, calcaire	forte	faible	forte		1 - 2 m
Salix purpurea 'Gracilis' Saule arctique nain Purple osier Willow	2 b	Europe	Salicaceae		milieux riverains		moyenne	forte	forte		1 - 1,5 m
Symphoricarpos albus Symphorine blanche Snowberry	2	Amérique	Caprifoliaceae	Est du Québec	montagnes et rivages rocheux	calcaire, argileux, rocheux	forte	moyenne	modéré		1 - 1,5 m
Tamarix ramosissima (T. pentandra) Tamaris à cinq étamines Salt Cedar Five Stamen Tamarix)	3	Asie, Europe	Tamaricaceae		milieux secs	acide, pauvre, bien drainé	forte	faible	forte	forte	2 - 3 m
Viburnum dentatum Viorne dentée Arrowwood Viburnum	4	Amérique	Caprifoliaceae			acide, sable, argile, bien drainé	forte		modéré	forte	2 - 4 m
Viburnum lentago Viorne lentago Nannyberry	2	Amérique, indigène	Caprifoliaceae	Ouest du Québec	terrains riches non marécageux	calcaire	forte	faible			2 - 5 m
Viburnum trilobum (V. americanum) Viorne trilobée (Pimbina) American Cranberrybush Viburnum	2	Amérique, indigène	Caprifoliaceae	Ouest, Centre- du-Québec	bois et taillis	fertile, lourd, bien drainé	faible	forte			2 - 4 m

*en fonction de leur habitat naturel

**Mathieu (1986)

Planification et aménagement ECO-DESIGN

Tableau 4 Description des espèces arbustives (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Vitesse de croissance	Floraison			Grandeur feuilles	Disponibilité commerciale	Coûts des plantes - 2001			REMARQUES
		Couleur	Période	Apparence			Cellule 45-110	3 litres	6 litres	
ARBUSTES FEUILLUS										
Amelanchier canadensis Amélanchier du Canada Shadblow/Serviceberry	moyenne	blanc	printanière	très visible	3-6 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	racines superficielles, sensible à la pollution, attire les oiseaux
Amelanchier leavis Amélanchier glabre Glabrous Shadbush	moyenne	blanc	printanière	très visible	3-8 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	attire les oiseaux
Caragana arborescens Pois de Sibérie Siberian Peashrub	rapide	jaune pâle	printanière	visible	2,5 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	attire les oiseaux
Cornus sericia (C. stolonifera) Cornouiller stolonifère Redosier Dogwood	rapide	blanc	printanière	visible	3 - 12 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	stolons
Hamamelis virginiana Hamamélis de Virginie Common Witchhazel	moyenne	jaune	autumnales	visible	8-15 cm	faible	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	racines profondes
Ilex verticillata Houx verticillé Common Winterberry	lente	jaune	printanière	peu visible	4 - 7 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	racines fines traçantes, ne tolère pas sol calcaire, fruits décoratifs très visibles
Lonicera tatarica Chèvrefeuille de Tartarie Tartarian Honeysuckle	rapide	blanc, rose	printanière	visible	3 - 5 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	
Ribes alpinum Gadélier alpin Alpine Currant	rapide	jaune	printanière	peu visible	3 - 5 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	
Salix purpurea 'Gracilis' Saule arctique nain Purple osier Willow	rapide	argenté	printanière	visible	5 - 8 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	
Symphoricarpos albus Symphorine blanche Snowberry	rapide	blanc	printanière	peu visible	5 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	racines drageonnantes, stabilise berges, fruits décoratifs très visibles
Tamarix ramosissima (T. pentandra) Tamaris à cinq étamines Five-stamen Tamarix	moyenne	rose	estivale	très visible	0,5 cm	faible	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	retient le sable, racines peu nombreuses, transplantation difficile
Viburnum dentatum Viorne dentée Arrowwood Viburnum	moyenne	blanc crème	printanière	très visible	5 - 10 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	attire les oiseaux
Viburnum lentago Viorne lentago Nannyberry	rapide	blanc crème	printanière	très visible	5 - 10 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	racines drageonnantes, attire les oiseaux
Viburnum trilobum (V. Americanum) Viorne trilobée (Pimbina) American Cranberrybush Viburnum	moyenne	blanc vert	printanière	très visible	5 - 12 cm	bonne	0,55 \$	3,50 \$	5,50 \$	racines traçantes, attire les oiseaux, fruits décoratifs très visibles

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Tableau 5 Description des espèces herbacées

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Origine de la plante	Famille	Distribution au Québec	Milieu ou habitat	Sol	Résistance en fonction de leur habitat				Hauteur de la plante	Remplace ensem. traditionnel
						Sécheresse	Inondation	Sel	Vent		
FLEURS VIVACES											
<i>Alcea ficifolia</i> Rose tremière Hollyhock	Sibérie	Malvaceae			fertile, bien drainé	moyen.	faible		moyen.	2 - 2,5 m	
<i>Aster laevis</i> Aster Smoth Aster	Amérique, indigène	Asteraceae	générale, Golfe du St-Laurent	clairières sèches	bien drainé	forte	faible			1 - 1,2 m	
<i>Aster novae-angliae</i> Aster de la Nouvelle-Angleterre New England Aster	Amérique, indigène	Asteraceae	Ouest du Québec	lisière de boisés, champs secs, milieux humides	humide	forte	faible		forte	1 - 1,5 m	oui
<i>Aster novi-belgii</i> Aster de Nouvelle-Belgique New Belgium Aster	Amérique, indigène	Asteraceae	générale	rivages, maritimes, prairie humide	humide, fertile	faible		forte	forte	1 - 1,5 m	
<i>Aster umbellatus</i> Aster à ombelles Flat-topped White Aster	Amérique, indigène	Asteraceae	Québec tempéré, Laurentides	marécages, lisière de boisés, alluvions argileuses	argileux	faible	moyen.			1 - 2 m	
<i>Cephalaria gigantea (C. tatarica)</i> Scabieuse géante Giant Scabious	Caucase	Dipsacaceae		prairies humides, pâturages	argileux, detrempé, bien drainé	faible				2 - 2,5 m	
<i>Coreopsis tripteris</i> Coréopsis de l'Atlantique Tall Tickseed	Amérique, Ontario	Asteraceae		prairies, bois	riche, pauvre pierreux, bien drainé	forte				1,5 - 2 m	oui
<i>Eupatorium maculatum</i> Eupatoire maculée Joe-Pye-weed	Amérique, indigène	Asteraceae	Nord à l'Est du Québec	alluvions argileuses, abords de tourbières, lieux humides	argileux, calcaire			forte		1 - 2 m	oui
<i>Helenium autumnale</i> Héliénie automnale Swamp Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Valée du St-Laurent	marais et rivages	argileux			forte	forte	1 - 2 m	oui
<i>Helianthus atrorubens (H. sparsifolius)</i> Soleil à cœur noir Dark-Eye Sunflower	Amérique,	Asteraceae		bois ouverts, secs	fertile, calcaire	moyen.				1 - 1,5 m	
<i>Helianthus decapetalus</i> Soleil à dix rayons Ten-rayed Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Ouest, Centre-du-Québec	bois humides, rivages ombragés		faible	forte			1 - 2 m	
<i>Helianthus laetiflorus</i> Hélianthe à belles fleurs Beautiful Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	adventice de la Prairie	ballasts des chemins de fer, lieux secs	rocailleux	forte				1 - 2 m	oui
<i>Helianthus maximiliani</i> Soleil de Maximilien Maximilian Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Ouest du Québec	ballasts des chemins de fer		moyen.				1 - 4 m	
<i>Helianthus mollis</i> Soleil Ashy Sunflower	Amérique	Asteraceae		lieux secs	sablonneux, rocailleux	forte	faible			1 - 2 m	oui

Planification et aménagement ECO-DESIGN

Tableau 5 Description des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Floraison			Grandeur feuilles	Disponibilité commerciale	Coûts des plantes en pot - 2001					REMARQUES
	Couleur	Période	Apparence			Cellule 45-110	10 cm	1 litre	3 litres	6 litres	
FLEURS VIVACES											
Alcea ficifolia Rose trémière Hollyhock	jaune, rose,rouge, blanche	estivale, automnale	très visible	10-15 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Attire oiseaux mouches, garde les feuilles en hiver à la base
Aster laevis Aster Smoth Aster	bleue, pourpre	automnale	très visible	13 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Aster novae-angliae Aster de la Nouvelle-Angleterre New England Aster	violet, rose, blanc	automnale	très visible	3 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Aster novi-belgii Aster de Nouvelle-Belgique New Belgium Aster	bleue, rose, blanche	estivale, automnale	très visible	2 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Aster umbellatus Aster à ombelles Flat-topped White Aster	blanc crème	estivale	très visible	2 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	S'associe à <i>Eupatorium maculatum</i> , <i>Matteuccia struthiopteris</i>
Cephalaria gigantea (C. tatarica) Scabieuse géante Giant Scabious	jaune soufre	estivale	très visible	45 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Coreopsis tripteris Coréopsis de l'Atlantique Tall Tickseed	jaune	estivale	très visible	15 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Eupatorium maculatum Eupatoire maculée Joe-Pye-weed	pourpre	estivale	très visible	10-12 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Helenium autumnale Hélénie automnale Swamp Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	2 - 5 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Helianthus atrorubens (H. sparsifolius) Soleil à cœur noir Dark-Eye Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	20-30 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Développe longs stolons
Helianthus decapetalus Soleil à dix rayons Ten-rayed Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	5 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomes ramifiés, Multiflorus Maximus = 1,8 m
Helianthus laetiflorus Hélianthe à belles fleurs Beautiful Sunflower	jaune	estivale	très visible	5 - 10 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Tiges teintées de rouge, graines attirent oiseaux, rhizomateux, envahissant
Helianthus maximiliani Soleil de Maximilien Maximilian Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	8 - 17 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Helianthus mollis Soleil Ashy Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	15 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux, graines attirent oiseaux

Tableau 5 Description des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Origine de la plante	Famille	Distribution au Québec	Milieu ou habitat	Sol	Résistance en fonction de leur habitat				Hauteur de la plante	Remplace ensem. traditionnel
						Sécheresse	Inondation	Sel	Vent		
FLEURS VIVACES (cont.)											
Helianthus occidentalis Soleil Naked Stemmed Sunflower	Amérique	Asteraceae	Est du Québec	espaces ouverts, lieux secs	sablonneux, bien drainé	forte	faible		forte	1,5 m	oui
Helianthus salicifolius Soleil à feuilles de saule Willow leaved Sunflower	Amérique	Asteraceae		prairies, lieux secs	calcaire	forte	faible			1,5 - 3 m	
Helianthus strumosus Soleil scrofuleux Strumose Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Ouest du Québec	lieux secs		forte				1 - 2 m	oui
Helianthus tuberosus Topinambour Jerusalem Artichoke	Amérique, naturalisée	Asteraceae	ça et là dans le Québec	près des dépotoirs		forte				1 - 3 m	
Heliopsis helianthoides Héliopsis faux-soleil False Sunflower	Amérique, naturalisée	Asteraceae	Est du Québec	lieux secs		forte				1 m	oui
Inula helenium Grande aunée Elecampane	Asie, introduite	Asteraceae	occasionnel	champs, bords des chemins	bien drainé	forte				1,5 - 2 m	
Inula racemosa 'Sonnenspeer' Aunée Sonnenspeer Elecampane	Asie	Asteraceae		montagnes	bien drainé	forte				1,5 - 2,5 m	
Rudbeckia laciniata Rudbeckie à feuille découpée Cutleaf Coneflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Centre-du-Québec	bords des chemins et de rivières	humide	faible	moyen.			1 - 2 m	oui
Rudbeckia nitida Rudbeckie Shiny Coneflower	Amérique,	Asteraceae			humide	faible	moyen.			1 - 2 m	
Senecio doria Séneçon d'or (Haute Senecio) Ragwort	Asie, Europe	Asteraceae		lisières des bois humides	riche	faible	forte			1 - 1,8 m	
Silphium perfoliatum Cup Plant (Compass Plant)	Amérique, Ontario	Asteraceae	adventice au Québec	prairies humides, marecages	humide, riche, alcalin	faible	forte			1,5- 2,5 m	oui
Solidago altissima Verge d'or très élevée Tall Goldenrod	Amérique, indigène	Asteraceae	Ouest du Québec	lieux ouverts bien drainés		forte	faible			1 - 2 m	
Solidago canadensis Verge d'or du Canada Canada Goldenrod	Amérique, indigène	Asteraceae	partout dans le Québec	vallée du Saint-Laurent	sablonneux	forte	faible			1 - 1,5 m	
Solidago gigantea Verge d'or géante Giant Goldenrod	Amérique	Asteraceae	général	terrains humides, bords des rivières			forte			1 - 3 m	

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Tableau 5 Description des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Floraison			Grandeur feuilles	Disponibilité commerciale	Coûts des plantes en pot - 2001					REMARQUES
	Couleur	Période	Apparence			Cellule 45-110	10 cm	1 litre	3 litres	6 litres	
FLEURS VIVACES (cont.)											
Helianthus occidentalis Soleil Naked Stemmed Sunflower	jaune	estivale, automne	très visible	10-20 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux, feuilles basales, graines attirent oiseaux
Helianthus salicifolius Soleil à feuilles de saule Willow leaved Sunflower	jaune	automne	visible	20 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux
Helianthus strumosus Soleil scrofuleux Strumose Sunflower	jaune	estivale	très visible	18 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux
Helianthus tuberosus Topinambour Jerusalem Artichoke	jaune	estivale	très visible	30 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux
Heliopsis helianthoides Héliopsis faux-soleil False Sunflower	jaune	estivale	très visible	5 - 12 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Inula helenium Grande aunée Elecampane	jaune	estivale	très visible	25-50 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux
Inula racemosa 'Sonnenspeer' Aunée Sonnenspeer Elecampane	jaune	estivale, automne	très visible	25-50 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Rudbeckia laciniata Rudbeckie à feuille découpée Cutleaf Coneflower	jaune pâle	estivale	très visible	10 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Stolon
Rudbeckia nitida Rudbeckie Shiny Coneflower	jaune pâle	estivale	très visible	10 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Hybride avec <i>R. laciniata</i>
Senecio doria Séneçon d'or (Haute Senecio) Ragwort	jaune pâle	estivale	très visible	10 cm	moyenne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Silphium perfoliatum Cup Plant (Compass Plant)	jaune	estivale	très visible	35 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Graines attirent oiseaux
Solidago altissima Verge d'or très élevée Tall Goldenrod	jaune	estivale, automne	très visible		faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Très semblable à <i>Solidago canadensis</i> , croissent ensemble
Solidago canadensis Verge d'or du Canada Canada Goldenrod	jaune	estivale, automne	très visible	8 - 10 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Solidago gigantea Verge d'or géante Giant Goldenrod	jaune	estivale, automne	très visible		faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	

Planification et aménagement ECO-DESIGN

Tableau 5 Description des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Origine de la plante	Famille	Distribution au Québec	Milieu ou habitat	Sol	Résistance en fonction de leur habitat				Hauteur de la plante	Remplace ensem. traditionnel
						Seche-resse	Inon-dation	Sel	Vent		
FLEURS VIVACES (cont.)											
Solidago rugosa Verge d'or rugueuse Rough Goldenrod	Amérique	Asteraceae	général	lieux secs, bois, clairières		forte				1 - 2 m	
Solidago sempervirens Verge d'or toujours verte Seaside Goldenrod	Amérique	Asteraceae	Baie St-Paul, vers l'est	rivages, estuariens, maritimes				forte		1 - 2,5 m	
Vernonia crinita (V. arkansana) Herbe de fer de l'Arkansas' Arkansas Ironwood	Amérique	Asteraceae		prairies humides	humide, riche	faible	faible			1,5 - 3 m	
Vernonia fasciculata Herbe de fer commune Common Ironweed	Amérique	Asteraceae		prairies humides	humide, riche	faible	faible			1 - 1,8 m	
Vernonia noveboracensis Herbe de fer de New York New York Ironweed	Amérique	Asteraceae		prairies humides mi-ombragées	humide, riche	faible	faible			1,5 - 3 m	
Veronicastrum virginicum Véronique de Virginie Culver's Physic	Amérique, Ontario	Scrophu-lariaceae		prairies, lisières, bois ouverts, bords de chemins	humide, riche	faible	faible			1 - 2 m	oui
GRAMINÉES											
Andropogon gerardii Barbon à Gerard Big Bluestem (Gerard's Beard-grass)	Amérique, indigène	Gramineae	Ouest, Centre-du-Québec	alluvions sablonneuses	sabloneux, bien drainé	forte	faible			1 - 2 m	oui
Miscanthus purpurascens Roseau Eulalia	Chine	Gramineae		montagnes	riche, bien drainé	forte	faible			1,75 m	
Miscanthus sacchariflorus Eulalie Silver Banner Grass	Chine	Gramineae		champs, montagnes, cours d'eau	humide, riche	moyen.	forte			1,8 - 2 m	
Miscanthus sinensis 'Goliath' Chinese Silver Grass Roseau de Chine	Chine	Gramineae		montagnes	humide, riche, bien drainé	moyen.	faible			2,5 m	
Miscanthus sinensis 'Silberfeder' Roseau de Chine Chinese Silver Grass	Chine	Gramineae		montagnes	humide, riche, bien drainé	moyen.	faible			2,25 m	
Panicum virgatum 'Strictum' Panic raide Switchgrass	Amérique, indigène	Gramineae	Ouest du Québec	rivages, alluvions sèches prairie	riche	forte	faible			1,75 m	oui
Sorghastrum nutans Faux-sorgho penché Indian-grass	Amérique, indigène	Gramineae	vallée de l'Outaouais	bois ouverts, et rivages côtes sèches	lourd, calcaire, bien drainé	forte	faible			1,8 m	oui
Sorghastrum nutans 'Indian Steel' Faux-sorgho penché 'Indian Steel' 'Indian Steel' Nodding Indian-grass		Gramineae		bois ouverts rivages, côtes sèches	lourd, calcaire, bien drainé	forte	faible			1,8 m	
Spartina pectinata Spartine pectinée Prairie Cordgrass	Amérique, indigène	Gramineae	St-Laurent, Lac Saint-Jean	marais saumâtres, rivage inondable	riche	faible	forte	forte		1,5 m	oui

Planification et aménagement ECO-DESIGN

Tableau 5 Description des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Floraison			Grandeur feuilles	Disponibilité commerciale	Coûts des plantes en pot - 2001					REMARQUES
	Couleur	Période	Apparence			Cellule 45-110	10 cm	1 litre	3 litres	6 litres	
FLEURS VIVACES (cont.)											
Solidago rugosa Verge d'or rugueuse Rough Goldenrod	jaune	estivale, automne	très visible		faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Fleurit jusqu'à novembre
Solidago sempervirens Verge d'or toujours verte Seaside Goldenrod	jaune	estivale,	très visible		faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Plante halophytique, apparence unique
Vernonia crinita (V. arkansana) Herbe de fer de l'Arkansas' Arkansas Ironwood	violet, pourpre	estivale, automne	visible	10-17 cm	faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Très visible à l'automne par les capsules de graines de teinte pourpre.
Vernonia fasciculata Herbe de fer commune Common Ironweed	violet, pourpre	estivale, automne	visible		faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Vernonia noveboracensis Herbe de fer de New York New York Ironweed	pourpre foncé	estivale, automne	visible	20 cm	moyenne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Veronicastrum virginicum Véronique de Virginie Culver's Physic	rose pâle, blanc	estivale, automne	visible	5-15 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Syn. <i>Veronica virginica</i>
GRAMINÉES											
Andropogon gerardii Barbon à Gerard Big Bluestem (Gerard's Beard-grass)		estivale	visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rare au Québec
Miscanthus purpurascens Roseau Eulalia		automne, hivernale	très visible très visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Miscanthus sacchariflorus Eulalie Silver Banner Grass		automne, hivernale	très visible très visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Rhizomateux
Miscanthus sinensis 'Goliath' Chinese Silver Grass Roseau de Chine		automne, hivernale	très visible très visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Miscanthus sinensis 'Silberfeder' Roseau de Chine Chinese Silver Grass		automne, hivernale	très visible très visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Panicum virgatum 'Strictum' Panic raide Switchgrass		estivale	visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Excellent fixateur de sable
Sorghastrum nutans Faux-sorgho penché Indian-grass		estivale	visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Sorghastrum nutans 'Indian Steel' Faux-sorgho penché 'Indian Steel' 'Indian Steel' Nodding Indian-grass		estivale	visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Spartina pectinata Spartine pectinée Prairie Cordgrass		estivale	peu visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	Longs rhizomes, envahissante

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Tableau 6 Aspects esthétiques des espèces arbustives

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	FLORAISON								
	Diamètre		Couleur				Période (Montréal)		
	< 50 mm?	50 mm	Jaune	Blanche	Rose Pourpre	Bleue Mauve	print. mai-juin	été juil-août	automne sept. octob.
ARBUSTES FEUILLUS									
<i>Amelanchier canadensis</i> Amélanchier du Canada Shadblow/Serviceberry	X			X			X		
<i>Amelanchier leavis</i> Amélanchier glabre Glabrous Shadbush	X			X			X		
<i>Caragana arborescens</i> Pois de Sibérie Siberian Peashrub	X		X				X		
<i>Cornus sericia (C. stolonifera)</i> Cornouiller stolonifère Redosier Dogwood	X			X			X		
<i>Hamamelis virginiana</i> Hamamélis de Virginie Common Witchhazel	X		X						X
<i>Ilex verticillata</i> Houx verticillé Common Winterberry	X		X				X		
<i>Lonicera tatarica</i> Chèvrefeuille de Tartarie Tartarian Honeysuckle	X				X		X		
<i>Ribes alpinum</i> Gadélier alpin Alpine Currant	X		X				X		
<i>Salix purpurea 'Gracillis'</i> Saule arctique nain Purpleosier Willow	X			X			X		
<i>Symphoricarpos albus</i> Symphorine blanche Snowberry	X			X			X		
<i>Tamarix ramosissima (T. pentandra)</i> Tamaris à cinq étamines Five-stamen Tamarix		X			X			X	
<i>Viburnum dentatum</i> Viorne dentée Arrowwood Viburnum		X		X			X		
<i>Viburnum lentago</i> Viorne lentago Nannyberry		X		X			X		
<i>Viburnum trilobum (V. Americanum)</i> Viorne trilobée (Pimbina) American Cranberrybush Viburnum		X		X			X		

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Tableau 6 Aspects esthétiques des espèces arbustives (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	FEUILLAGE Texture		EMPLOI EN AMÉNAGEMENT			REMARQUES
	Grosse	Fine	Parc	Brise-vent	Renaturalisation	
ARBUSTES FEUILLUS						
Amelanchier canadensis Amélanchier du Canada Shadblow Serviceberry	X		X	X		Attire oiseaux
Amelanchier leavis Amélanchier glabre Glabrous Shadbush	X		X	X		Attire oiseaux
Caragana arborescens Pois de Sibérie Siberian Peashrub		X	X	X		
Cornus sericia (C. stolonifera) Cornouiller stolonifère Redosier Dogwood	X		X	X	X	Attire oiseaux
Hamamelis virginiana Hamamélis de Virginie Common Witchhazel	X		X			
Ilex verticillata Houx verticillé Common Winterberry		X	X			Attire oiseaux
Lonicera tatarica Chèvrefeuille de Tartarie Tartarian Honeysuckle		X	X	X		Attire oiseaux
Ribes alpinum Gadélier alpin Alpine Currant		X	X	X		
Salix purpurea 'Gracillis' Saule arctique nain Purpleosier Willow		X	X		X	
Symphoricarpos albus Symphorine blanche Snowberry		X	X			Attire oiseaux
Tamarix ramosissima (T. pentandra) Tamaris à cinq étamines Five-stamen Tamarix		X	X	X		
Viburnum dentatum Viorne dentée Arrowwood Viburnum	X		X			
Viburnum lentago Viorne lentago Nannyberry	X		X			Attire oiseaux
Viburnum trilobum (V. Americanum) Viorne trilobée (Pimbina) American Cranberrybush Viburnum	X		X			Attire oiseaux

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Tableau 7 Aspects esthétiques des espèces herbacées

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	FLORAISON									FEUILLAGE		EMPLOI EN AMENAGEMENT			REMARQUES
	Diamètre		Couleur				Période (Montréal)			Texture		Parc	Brise-vent	Renaturation	
	< 50mm	? 50 mm	Jaune	Blanche	Rose Pourpre	Bleue Mauve	print. mai-juin	été juil-août	automne sept. oct.	Grosse	Fine				
FLEURS VIVACES															
Alcea ficifolia Rose trémière Hollyhock		X	X	X	X			X	X		X		X		
Aster laevis Aster Smoth Aster	X				X	X			X	X		X			
Aster novae-angliae Aster de la Nouvelle-Angleterre New England Aster	X			X	X	X			X	X		X		X	
Aster novi-belgii Aster de Nouvelle-Belgique New Belgium Aster	X			X	X	X		X	X	X		X	X		
Aster umbellatus Aster à ombelles Umbellate Aster	X			X					X	X		X			
Cephalaria gigantea (C. tatarica) Scabieuse géante Giant scabious	X		X					X			X				
Coreopsis tripteris Coréopsis de l'Atlantique Tall Tickseed		X	X					X			X		X		X
Eupatorium maculatum Eupatoire maculée Joe-Pye-weed	X				X			X			X		X		X
Helenium autumnale Héliénie automnale Swamp Sunflower	X		X						X	X	X		X		X
Helianthus atrorubens (H. sparsifolius) Soleil à cœur noir Dark-Eye Sunflower		X	X					X	X	X	X		X		
Helianthus decapetalus Soleil à dix rayons Ten-rayed Sunflower		X	X					X	X	X	X		X		
Helianthus laetiflorus Hélianthe à belles fleurs Beautiful Sunflower		X	X					X				X			X
Helianthus maximillianii Soleil de Maximilien Maximilian Sunflower		X	X					X	X	X	X				Graines recherchées par les oiseaux
Helianthus mollis Soleil Ashy Sunflower		X	X					X	X	X	X			X	Graines recherchées par les oiseaux

Planification et aménagement ECO-DESIGN

Tableau 7 Aspects esthétiques des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	FLORAISON									FEUILLAGE Texture		EMPLOI EN AMÉNAGEMENT			REMARQUES	
	Diamètre		Couleur				Période (Montréal)			Grosse	Fine	Parc	Brise-vent	Renaturation		
	< 50mm	? 50 mm	Jaune	Blanche	Rose Pourpre	Bleue Mauve	print. mai-juin	été juil.-août	automne sept. oct.							
FLEURS VIVACES (cont.)																
Helianthus occidentalis Soleil Naked Stemmed Sunflower		X	X					X	X	X	X				X	Graines recherchées par les oiseaux
Helianthus salicifolius (H. orgyalis) Soleil à feuilles de saule Willow leaved Sunflower		X	X						X	X		X	X			
Helianthus strumosus Soleil scrofuleux Strumose Sunflower		X	X					X			X				X	Graines recherchées par les oiseaux
Helianthus tuberosus Topinambour Jerusalem Artichoke		X	X					X			X					
Heliopsis helianthoides Héliopside faux-soleil False Sunflower		X	X					X			X		X		X	
Inula helenium Grande aunée Elecampane		X	X					X			X					
Inula racemosa 'Sonnenspeer' Aunée Sonnenspeer Elecampane		X	X					X	X		X		X			
Rudbeckia laciniata Rudbeckie à feuille découpée Cutleaf Coneflower		X	X					X			X		X		X	
Rudbeckia nitida Rudbeckie Shiny Coneflower		X	X					X			X		X			
Senecio doria Séneçon d'or Ragwort	X		X					X			X		X			
Silphium perfoliatum Cup Plant (Compass Plant)	X		X					X			X				X	Graines recherchées par les oiseaux
Solidago altissima Verge d'or très élevée Tall Goldenrod	X		X					X	X	X		X				
Solidago canadensis Verge d'or du Canada Canada Goldenrod	X		X					X	X	X		X				
Solidago gigantea Verge d'or géante Giant Goldenrod	X		X					X	X	X		X				

Planification et aménagement ECO-DESIGN

Tableau 7 Aspects esthétiques des espèces herbacées (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	FLORAISON									FEUILLAGE		EMPLOI EN AMENAGEMENT			REMARQUES
	Diamètre		Couleur				Période (Montréal)			Texture		Parc	Brise-vent	Renaturation	
	< 50mm	? 50 mm	Jaune	Blanche	Rose Pourpre	Bleue Mauve	print. mai-juin	été juillet-août	automne sept. octobre	Grosse	Fine				
FLEURS VIVACES (cont.)															
<i>Solidago rugosa</i> Verge d'or rugueuse Rough Goldenrod	X		X					X	X	X		X			Fleurit jusqu'à novembre
<i>Solidago sempervirens</i> Verge d'or toujours verte Seaside Goldenrod	X		X					X	X	X		X			
<i>Vernonia crinita (V. Arkansana)</i> Herbe de fer de l'Arkansas Arkansas Ironweed	X				X	X		X	X		X				Fleur pourpre très visible à l'automne
<i>Vernonia fasciculata</i> Herbe de fer Common Ironweed	X				X	X		X	X		X				
<i>Vernonia noveboracensis</i> Herbe de fer de New York New York Ironweed	X				X	X		X	X		X	X			
<i>Veronicastrum virginicum</i> Véronique de Virginie Culver's Physic	X			X	X			X	X			X	X		X
GRAMINEES															
<i>Andropogon gerardii</i> Barbon à Gerard Gerard's Beard-grass								X	X	X		X	X		
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> Eulalie Silver Banner Grass		X		X						X	X	X	X		Inflorescence apparente en hiver
<i>Miscanthus sinensis 'Goliath'</i> Roseau de Chine Chinese Silver Grass		X		X						X	X	X	X		Inflorescence apparente en hiver
<i>Miscanthus sinensis 'Silberfeder'</i> Roseau de Chine Chinese Silver Grass		X		X						X	X	X	X		Inflorescence apparente en hiver
<i>Miscanthus purpurascens</i> Roseau Eulalia		X		X						X	X	X	X		Inflorescence apparente en hiver
<i>Panicum virgatum 'Strictum'</i> Panic raide Switchgrass								X	X	X		X			X
<i>Sorghastrum nutans</i> Faux-sorgho penché Nodding Indian-grass								X	X	X		X	X		X
<i>Sorghastrum nutans 'Indian Steel'</i> Faux-sorgho penché 'Indian Steel' 'Indian Steel' Nodding Indian-grass								X	X	X		X	X		
<i>Spartina pectinata</i> Spartine pectinée Pectinate spartina								X	X	X		X	X		X

Planification et aménagement ECO-DESIGN

5.1 Rusticité

La rusticité, c'est-à-dire la capacité d'une plante à résister au froid, est une donnée primordiale à prendre en considération lors du choix de végétaux destinés à créer des brise-vent dans les différentes régions du Québec. La zone de rusticité des arbustes décrits au tableau 4 de la présente recherche est établie en fonction du classement des plantes effectué par Sherk et Buckley (1972) à l'Institut de recherche sur les végétaux, à Ottawa.

Quant aux espèces vivaces et aux graminées présentées au tableau 5, la définition de leur rusticité relève de considérations autres que celles qui concernent les arbustes. En effet, contrairement aux plantes ligneuses (arbres et arbustes) directement exposées aux rigueurs du climat hivernal, les tiges des plantes non ligneuses ou herbacées (fleurs vivaces et graminées) sèchent en automne. Durant l'hiver, leurs rhizomes ou leurs bourgeons de régénération sont en dormance, cachés dans le sol ou au niveau du sol. Elles sont donc mieux protégées du froid et du gel, surtout lorsqu'elles bénéficient d'une bonne couverture de neige. L'abondance de plantes vivaces au sein de la flore des différentes régions du Québec est une excellente preuve de l'efficacité de cette façon de passer l'hiver.

La rusticité dépend aussi des caractéristiques génétiques de chaque plante vivace. Par conséquent, les plantes originaires de climats plus doux peuvent, dans certains cas, offrir une résistance moindre aux froids rigoureux de nos hivers. C'est la raison pour laquelle on a sélectionné des plantes vivaces issues d'une zone climatique appropriée ou des plantes qui, dans la région de Montréal, survivent sans problème à un minimum de 12 hivers consécutifs.

L'utilisation de graines provenant de plantes-mères issues de climats différents, même lorsqu'il s'agit d'espèces réputées pour leur rusticité dans la région visée, peut aussi jouer un rôle et faire une différence. Il existe toujours un danger de choisir des graines dont le génotype est moins rustique. Selon Oehmichen et Barone (1999), une règle essentielle doit être appliquée. Il s'agit de veiller à sélectionner des graines provenant de plantes-mères situées dans la même zone climatique que celle de la région destinée à recevoir le brise-vent.

La couverture de neige est un autre facteur important de la rusticité des plantes vivaces, mais plus difficile à déterminer. En se basant sur l'expérience de la culture des vivaces en champ, il est possible d'affirmer qu'une couverture de neige d'au moins 30 cm pourrait fournir une protection hivernale suffisante pour permettre la survie, jusqu'en zone 3 (zone de rusticité déterminée par Agriculture Canada), des vivaces présentées au tableau 5. Par ailleurs, les conséquences du réchauffement planétaire sur le changement du climat de chaque région devront demeurer un souci constant. Ces observations devront faire l'objet de relevés réguliers de la fréquence des précipitations de neige et de son épaisseur au sol.

Citons en exemple la région de Saint-Hyacinthe, plus particulièrement concernée par la présente recherche, qui a connu en 2001-2002 des accumulations de neige mensuelles maximales de l'ordre de :

- 12 cm en décembre 2001, par rapport à une moyenne de 22 cm;

- 20 cm en janvier 2002, par rapport à une moyenne de 41 cm;

- 21 cm en février 2002, par rapport à une moyenne de 46 cm.

(Moyenne de neige maximale au sol, mesurée entre 1991 et 2000.)

Source : Station climatologique de La Providence, près de Saint-Hyacinthe)

Des changements importants de l'accumulation de neige au sol, comme c'est le cas ici, ont certainement un impact, puisque les changements des conditions environnementales ou météorologiques peuvent augmenter ou diminuer les possibilités de survie des plantes herbacées. On constate donc combien il est important de les observer et d'en tenir compte lors du choix des plantes vivaces qui doivent composer un brise-vent.

5.2 Résistance au sel des plantes vivaces

En ce qui concerne la résistance au sel des végétaux, on note également une différence fondamentale entre les plantes vivaces et les arbres et arbustes. En effet, les tiges des plantes vivaces hautes sèchent en automne, tandis que durant l'hiver leurs bourgeons de régénération dormants demeurent à l'abri sous le sol ou au niveau de celui-ci. Contrairement aux bourgeons des arbustes, ceux des herbacées sont ainsi protégés par la neige, leurs organes vitaux ne se trouvant pas aussi exposés aux éclaboussures et aux embruns salins que les arbustes.

Il est à noter que, si l'effet du sel sur la qualité du sol est significative sur la première largeur de 2 m bordant la chaussée, elle l'est moins au-delà de cette bande où le sel déplacé par le déneigement aura tendance à couler, avec la fonte des neiges au printemps sur un sol encore gelé. De toute évidence, la résistance au sel des plantes herbacées est variable selon les espèces. C'est à travers le comportement et la distribution naturelle des différentes espèces maritimes que l'on peut le mieux observer ces différences (voir le tableau 5). Les secteurs de l'emprise visés par l'implantation des brise-vent sont toutefois assez éloignés de la chaussée pour être moins sujets à l'impact des éclaboussures de sel. Cependant, compte tenu du fait que la résistance au sel des plantes herbacées sélectionnées dans la présente étude est inconnue, il sera nécessaire d'observer leur résistance à cet égard.

5.3 Plantes privilégiées

La présente étude privilégie les plantes herbacées florifères. Le survol des recherches antérieures a démontré l'efficacité des haies brise-vent composées d'arbustes ou de graminées comme le blé et le maïs pour capter et retenir la neige. Les observations effectuées à Oka permettent, pour leur part, de constater le potentiel des herbacées florifères et des graminées pour leur utilisation dans d'éventuelles haies brise-vent. Notre étude porte donc spécifiquement sur les plantes herbacées qui pourraient être utilisées avec des graminées ornementales dans la constitution de haies brise-vent. Nous espérons obtenir des résultats qui pourront servir à aménager plus utilement les abords des routes.

6. MÉTHODOLOGIE POUR DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

6.1 Choix des sites

Deux secteurs précis sont retenus par le ministère des Transports du Québec en vue de l'implantation du dispositif expérimental qui permettra d'évaluer les plantes herbacées pour une utilisation potentielle dans des brise-vent. Ils représentent des cas types de la problématique liée aux effets des vents hivernaux sur l'autoroute 20. Il s'agit en l'occurrence de milieux ouverts où ces vents circulent librement, entraînant poudrierie, diminution de la visibilité et chaussée glacée, et donc des conditions de conduite dangereuses. Ces deux secteurs font partie de la zone de rusticité 4b (*Zones de rusticité des plantes au Canada* 2000, Agriculture et Agroalimentaire Canada).

Le dispositif expérimental linéaire est implanté dans le premier secteur, soit dans la municipalité de Sainte-Hélène-de-Bagot, près de la sortie 157 de l'autoroute, sur le côté nord et à l'ouest de la halte routière de Saint-Nazaire.

Le second secteur est situé dans la municipalité de La Présentation, près de Saint-Hyacinthe, à l'intérieur de la boucle sud-est de l'échangeur de la sortie 123. C'est là qu'est implanté le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec le relief.

6.2 Dispositif expérimental linéaire

6.2.1 Espèces sélectionnées

Le dispositif expérimental linéaire implanté pour nos travaux privilégie des espèces non envahissantes pour respecter les terres agricoles adjacentes. Les critères de sélection de ces plantes herbacées sont les suivants :

- espèce non envahissante, ni par rhizome ni par graine;
- résistance à la sécheresse;
- diamètre de la fleur plus grand que 50 mm;
- texture grossière de la feuille;
- feuillage de grandeur moyenne (entre 5 et 15 cm);
- hauteur très différente entre les deux espèces à maturité (pour le dispositif linéaire);
- reproduction rapide par semis, par bouturage ou par division;
- disponibilité commerciale immédiate dans les quantités requises.

En raison de l'espace disponible pour effectuer les travaux, seules deux espèces sont sélectionnées aux fins de cette recherche. Il s'agit d'*Heliopsis helianthoides* et de *Coreopsis tripteris* (figure 11). Elles font l'objet d'une évaluation de leur capacité de rétention de la neige et de leur rendement, de leur croissance et de leur développement architectural dans les conditions difficiles des abords autoroutiers. Cela dit, six autres espèces sont également choisies dans le but d'étudier leur établissement et leur croissance dans les conditions particulières des abords autoroutiers. Il s'agit d'*Andropogon gerardii*, *Helenium autumnale*, *Rudbeckia laciniata*, *Rudbeckia nitida*, *Vernonia fasciculata* et de *Veronicastrum virginicum* (figure 11). Ces espèces sont plantées en nombre suffisant pour permettre une évaluation expérimentale. Ces huit espèces de vivaces et de graminées sont présentées dans le tableau 8.

6.2.2 Configuration

La haie brise-vent faisant l'objet de cette étude est plantée parallèlement à l'autoroute; elle mesure 1080 m de longueur sur 3,90 m de largeur et compte 8 rangées de plantes. Le dispositif expérimental linéaire est un dispositif à blocs aléatoires comprenant quatre répliquas (blocs 1-4; figure 12). Les dimensions des parcelles sont déterminées en fonction de la longueur nécessaire à l'évaluation de l'effet brise-vent d'une seule espèce, et le nombre total de parcelles est choisi en fonction de la superficie de terrain mise à notre disposition pour ces travaux de recherche. La largeur du dispositif expérimental linéaire est aussi déterminée en fonction du terrain disponible. Ainsi, chaque parcelle mesure 80 m de longueur sur 3,90 m de largeur, soit 312 m².



Coreopsis tripteris



Heliopsis helianthoides



Rudbeckia laciniata



Helenium autumnale



Rudbeckia nitida



Vernonia fasciculata



Veronicastrum virginicum



Andropogon gerardii

Figure 11 Photographies des plantes utilisées dans le dispositif linéaire

Tableau 8 Espèces utilisées dans le dispositif expérimental linéaire

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Origine de la plante	Famille	Distribution au Québec	Milieu ou habitat	Sol	Résistance en fonction de leur habitat				Hauteur de la plante	Remplace ensemenc. traditionnel
						Sécheresse	Inondation	Sel	Vent		
FLEURS VIVACES											
<i>Coreopsis tripteris</i> Coréopsis de l'Atlantique Tall Tickseed	Amérique, Ontario	Asteraceae		prairies bois	riche, pauvre pierreux, bien drainé	forte				1,5 - 2 m	oui
<i>Helenium autumnale</i> Hélénie automnale Swamp Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	valée du Saint-Laurent	marais, rivages	argileux		forte	forte		1 - 2 m	oui
<i>Heliopsis helianthoides</i> Héliopsis faux-soleil False Sunflower	Amérique, naturalisée	Asteraceae	Est du Québec	lieux secs		forte				1 m	oui
<i>Rudbeckia laciniata</i> Rudbeckie à feuille découpée Cutleaf Coneflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Centre-du-Québec	bords de chemins, rivières	humide	faible	moyen			1 - 2 m	oui
<i>Rudbeckia nitida</i> Rudbeckie Shiny Coneflower	Amérique	Asteraceae			humide	faible	moyen			1 - 2 m	
<i>Vernonia fasciculata</i> Herbe de fer commune Common Ironweed	Amérique	Asteraceae		prairies humides	humide, riche	faible	faible			1 - 1,8 m	
<i>Vernonia noveboracensis</i> Herbe de fer de New York New York Ironweed	Amérique	Asteraceae		prairies humides mi-ombragées	humide, riche	faible	faible			1,5 - 3 m	
<i>Veronicastrum virginicum</i> Véronique de Virginie Culver's Physic	Amérique, Ontario	Scrophulariaceae		prairies, lisières, bois ouverts, bords de chemins	humide, riche	faible	faible			1 - 2 m	oui
GRAMINÉES											
<i>Andropogon gerardii</i> Barbon à Gérard Big Bluestem (Gerard's Beard-grass)	Amérique, indigène	Gramineae	Ouest, Centre-du-Québec	alluvions sablonneuses	sabloneux, bien drainé	forte	faible			1 - 2 m	oui

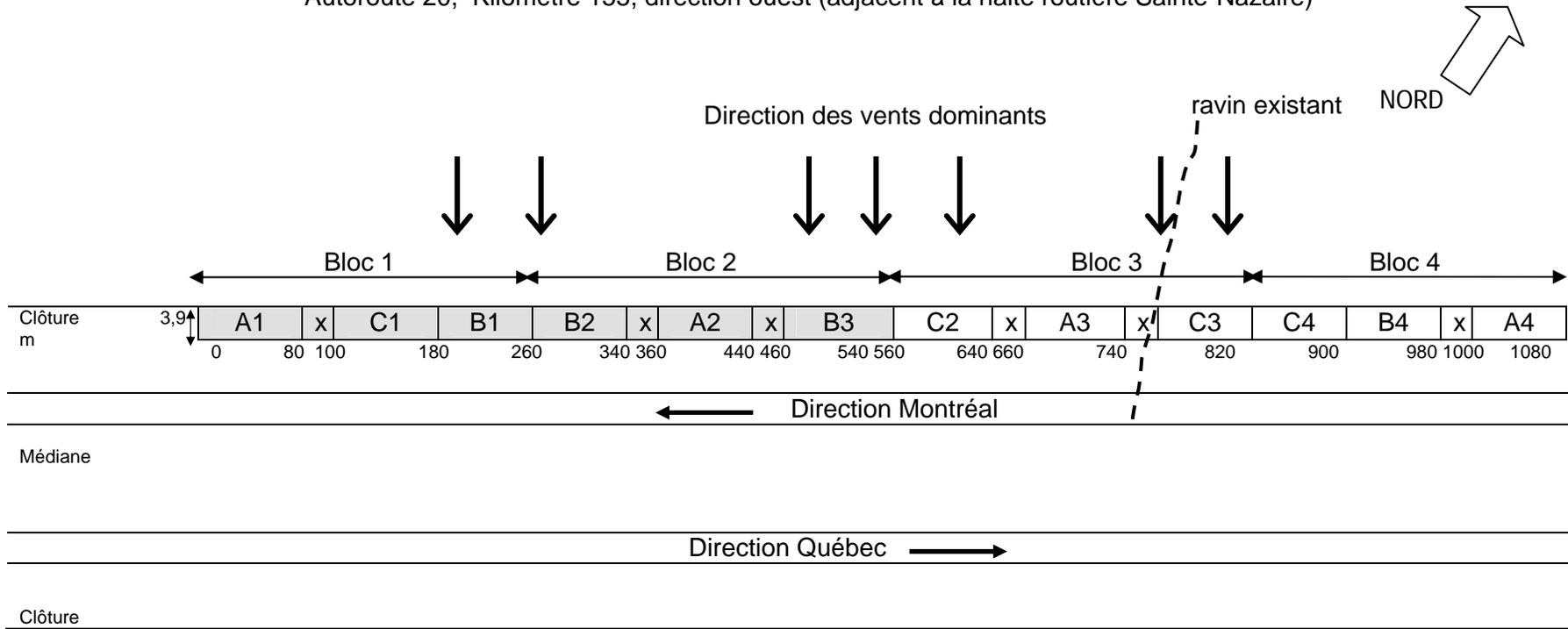
Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Tableau 8 Espèces utilisées dans le dispositif expérimental linéaire (continuité)

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Floraison			Grandeur des Feuilles	Disponibilité commerciale	Coûts des plantes en pots - 2001					REMARQUES
	Couleur	Période	Apparence			Cellule 45-110	10 cm	1 litre	3 litres	6 litres	
FLEURS VIVACES											
Coreopsis tripteris Coréopsis de l'Atlantique Tall Tickseed	jaune	estivale	très visible	15 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Helenium autumnale Hélénie automnale Swamp Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	2 - 5 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Heliopsis helianthoides Héliopsis faux-soleil False Sunflower	jaune	estivale	très visible	5 - 12 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Rudbeckia laciniata Rudbeckie à feuille découpée Cutleaf Coneflower	jaune pâle	estivale	très visible	10 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	stolon
Rudbeckia nitida Rudbeckie Shiny Coneflower	jaune pâle	estivale	très visible	10 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	hybride avec <i>R. laciniata</i>
Vernonia fasciculata Herbe de fer commune Common Ironweed	violet, pourpre	estivale, automnale	visible		faible	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Vernonia noveboracensis Herbe de fer de New York New York Ironweed	pourpre foncé	estivale, automnale	visible	20 cm	moyenne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
Veronicastrum virginicum Véronique de Virginie Culver's Physic	rose pâle, blanc	estivale, automnale	visible	5-15 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	syn. <i>Veronica virginica</i>
GRAMINÉES											
Andropogon gerardii Barbon à Gérard Big Bluestem (Gerard's Beard-grass)		estivale	visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	rare au Québec

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**

Autoroute 20, Kilomètre 155, direction ouest (adjacent à la halte routière Sainte-Nazaire)



Traitements des blocs 1 à 4 :



Parcelles avec paillis



Parcelles sans paillis

A – Ensemencement, gazon tondu - chaque section fait 80 m

B – *Heliopsis helianthoides* – une section de 80 m plantée à 50 cm, centre à centre.

C – *Coreopsis tripteris* – une section de 80 m plantée à 50 cm, centre à centre.

x – Extrémités en sections de 20 m, aménagées entre les plantations et les espaces vides - Plantées au quart de la densité de la section plantée adjacente, soit 100 cm de distance, centre à centre. Chaque section est composée d'une plante différente parmi les suivantes : *Andropogon gerardii*, *Helenium autumnalis*, *Rubbeckia laciniata*, *Rudbeckia nitida*, *Vernonia fasciculata*, *Veronicastrum virginicum*

Figure 12 Dispositif expérimental linéaire

Lors de conversations téléphoniques tenues en 2001 et en 2003, Max Perchanok, du ministère des Transports de l'Ontario, recommandait qu'une haie brise-vent ait un minimum de 80 à 100 m de longueur pour éviter que l'effet de turbulence des extrémités ne fausse les résultats des travaux. La longueur minimale de plantation ininterrompue du dispositif expérimental linéaire implanté ici mesure 200 m, soit 15 m de plus que le minimum recommandé de 185 m (Gullickson 1999, p. 24 et 39).

Les parcelles sont constituées de plantes herbacées fournies en pots de 1 litre et plantées en quinconce avec maintien d'un espace de 50 cm du centre d'un plant au centre du plant suivant. Un nombre de 5081 plants d'*Heliopsis helianthoides* et de 5124 plants de *Coreopsis tripteris* est planté.

Les parcelles A1, A2, A3 et A4 sont les parcelles témoins, soit l'équivalent d'un abord routier commun. Les parcelles A1 et A3 sontensemencées avec une végétation herbacée florifère basse composée de pâturin du Canada à 15 %, de fétuque durette à 20 %, de fétuque rouge traçante à 42 %, de ray-grass annuelle (*Lolium multiflorum*) à 10 %, de trèfle blanc à 8 % et de trèfle rouge à 5 %, à un taux de semis de 220 kg/ha (*Devis de plantation brise-vent florifère*, 2002). La parcelle A2 estensemencée avec du trèfle rouge pur à 100 %, à un taux de semis de 40 kg/ha. La parcelle A4 est constituée de la surface existante tondue.

De petites parcelles de 20 m de longueur sont ajoutées aux extrémités des parcelles A1, A2, A3 et A4. Marquées d'un X, elles sont aménagées afin de diminuer les effets de turbulence des vents aux extrémités des haies brise-vent. La densité de plantation de ces petites parcelles est égale au quart de la densité utilisée dans les parcelles d'étude, soit 100 cm de distance entre les centres de chaque plant. Une espèce différente est plantée dans chaque parcelle X.

6.3 Dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief

6.3.1 Espèces sélectionnées

En raison de la grandeur des superficies qui composent un échangeur, et parce que les plantations ne sont pas adjacentes aux terres agricoles, ces haies peuvent accueillir des plantes à rhizomes. Les critères de sélection de ces herbacées ont été les suivants :

- résistance à la sécheresse;
- reproduction rapide par semis, par bouturage ou par division;
- disponibilité commerciale immédiate dans les quantités requises.

Quatre espèces ont été sélectionnées pour l'évaluation de leur croissance et de leur structure (hauteur de la plante, nombre de tiges, développement des feuilles et densité du feuillage) dans les conditions spécifiques des abords autoroutiers. Les caractéristiques de ces plantes sont présentées dans le tableau 9. Il s'agit d'*Helianthus decapetalus*, *Silphium perfoliatum*, *Vernonia noveboracensis* et *Panicum virgatum* (figure 13).

6.3.2 Configuration

Dans le secteur de l'échangeur, l'effet de haie et celui de modulation de terrain sont combinés dans la mise en place du dispositif expérimental (figure 14). Il y a donc une butte de terre végétale qui sert d'obstacle aux vents dominants. Une haie composée d'herbacées florifères est implantée dans une partie concave de la butte. Un ensemencement hydraulique florifère de trèfle rouge et un autre de mélange florifère similaire à celui du dispositif expérimental linéaire sont effectués dans la partie convexe de la butte, et cela avant les travaux de plantation.

Le dispositif expérimental de brise-vent combiné avec le relief est un dispositif à blocs aléatoires comportant quatre répliquas (blocs 1 à 4). Il est constitué d'une haie courbe d'une longueur totale de 148,75 m. Chaque parcelle mesure 8,75 m de longueur sur 7,50 m de largeur, soit 65,62 m². Un total de 17 parcelles sont mises en place, dont une parcelle supplémentaire qui reçoit un traitement d'ensemencement.

Les parcelles D1, D2, D3, D4, E1, E2, E3, E4, F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3 et G4 sont constituées d'espèces herbacées fournies en pots de 1 litre et plantées en quinconce avec le maintien d'un espace de 50 cm du centre d'un plant au centre du plant suivant.

Tableau 9 Description des espèces utilisées dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Origine de la plante	Famille	Distribution au Québec	Milieu ou habitat	Sol	Résistance en fonction de leur habitat				Hauteur de la plante	Remplace ensemencement traditionnel
						sécheresse	inondation	sel	vent		
FLEURS VIVACES											
<i>Helianthus decapetalus</i> Soleil à dix rayons Ten-rayed Sunflower	Amérique, indigène	Asteraceae	Ouest, Centre-du-Québec	bois humides, rivages, ombragés		faible	forte			1 - 2 m	
<i>Silphium perfoliatum</i> Cup Plant (Compass Plant)	Amérique, Ontario	Asteraceae	adventice au Québec	prairies humides, marecages	humide, riche, alcalin	faible	forte			1,5- 2,5 m	oui
<i>Vernonia noveboracensis</i> Herbe de fer de New York New York Ironweed	Amérique	Asteraceae		prairies humides mi-ombragées	humide, riche	faible	faible			1,5 - 3 m	
GRAMINÉES											
<i>Panicum virgatum 'Strictum'</i> Panic raide Switchgrass	Amérique, indigène	Gramineae	Ouest du Québec	rivages, alluvions sèches, prairie	riche	forte	faible			1,75 m	oui

Nom scientifique (synonyme) Nom commun français Nom commun anglais	Floraison			Grandeur Feuilles	Disponibilité commerciale	Coûts des plantes en pot - 2001					REMARQUES
	Couleur	Période	Apparence			Cellule 45-110	10 cm	1 litre	3 litres	6 litres	
FLEURS VIVACES											
<i>Helianthus decapetalus</i> Soleil à dix rayons Ten-rayed Sunflower	jaune	estivale, automnale	très visible	5 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	rhizomes ramifiés
<i>Silphium perfoliatum</i> Cup Plant (Compass Plant)	jaune	estivale	très visible	35 cm	bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	graines attirent les oiseaux
<i>Vernonia noveboracensis</i> Herbe de fer de New York New York Ironweed	pourpre foncée	estivale, automnale	visible	20 cm	moyenne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	
GRAMINÉES											
<i>Panicum virgatum 'Strictum'</i> Panic raide Switchgrass		estivale	visible		bonne	0,45 \$	1,75 \$	3,00 \$	5,00 \$	7,00 \$	excellent fixateur de sable

Planification et aménagement **ECO-DESIGN**



Helianthus decapetalus



Silphium perfoliatum



Vernonia noveboracensis



Panicum virgatum

Figure 13 Photographies des espèces utilisées dans le dispositif expérimental haie brise-vent combiné avec relief

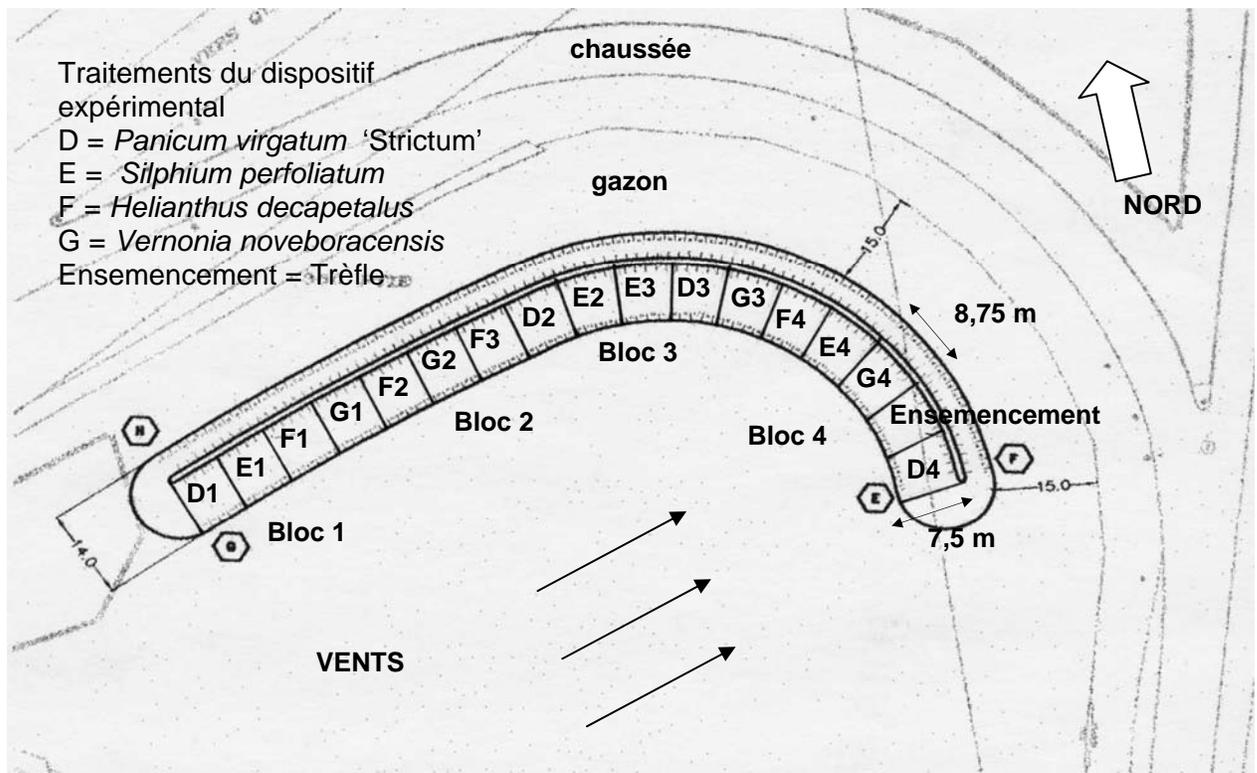


Figure 14 Dispositif expérimental haie brise-vent combiné avec modulation du terrain

6.4 Travaux de plantations

Les travaux de réalisation ont eu lieu du 4 au 17 septembre 2002. Ils ont été menés par un entrepreneur paysager selon les plans et devis préparés par le ministère des Transports du Québec en juin 2002. Les photos présentées en annexe de ce rapport illustrent ces travaux de plantation.

Un désherbage chimique est effectué à l'aide de glyphosate (Roundup) appliqué au taux maximal recommandé par le fournisseur – le taux exact d'application utilisé au chantier n'est pas enregistré. Trois jours plus tard, l'entrepreneur effectue l'épandage de 50 mm de compost sur les lits de plantation. Il incorpore ensuite au sol le compost et les matières végétales subsistantes au moyen d'une herse. La terre est également travaillée sur 25 à 30 cm de profondeur avec un rotoculteur. Le compost est constitué d'un terreau de type organique qui contient 25 % de matières organiques (D'Aoust, 2002).

Une épaisseur de 6 cm de paillis est épanchée sur les blocs 1 et 2. Les blocs 3 et 4 n'en reçoivent pas. Ce paillis est constitué de copeaux de bois de grande taille et contient essentiellement des résidus d'essences feuillues. Le ratio carbone/azote dans ce paillis est de 117. Selon le *Rapport d'études de sol* (D'Aoust, 2002), la proportion de carbone est donc relativement importante. L'ensemencement hydraulique a été réalisé le 6 septembre 2002.

Les responsables de la recherche assurent par des visites quotidiennes une surveillance rigoureuse de la qualité des plants et des travaux de plantation dans le but de contrôler les paramètres de la recherche. D'après leurs observations, il semble que le compost n'ait pas été mélangé et épanché uniformément. Tous les plants sont venus dans des pots de 1 litre, leur système racinaire est bien développé et le taux d'humidité à l'intérieur des pots est convenable. La plantation est effectuée manuellement et les plants sont placés à l'aide d'un gabarit en contreplaqué.

Les bords de cette bande de plantation ne sont pas toujours faciles à planter, puisque la terre n'est pas ameublie suffisamment en profondeur. L'épaisseur de terre ameublie est d'environ 20 cm en moyenne, variant de 15 à 25 cm. Des piquets colorés sont plantés pour indiquer la présence de grosses pierres impossibles à déplacer. À la fin des travaux de plantation, une corde est installée à l'aide de piquets pour délimiter les parcelles identifiées par un X dans les illustrations de ce rapport. Le comptage final du nombre de végétaux plantés dans chaque parcelle a été effectué le 17 septembre 2002.

Les résultats des comptages sont présentés au tableau 10 pour le dispositif linéaire et au tableau 11 pour le dispositif de haie brise-vent combiné avec le relief.

Tableau 10 Nombre de plants par parcelle établis dans le dispositif expérimental linéaire

Parcelle	Espèce ou traitement	Nombre de plants
A1	Ensemencement florifère	S. O.
A2	Ensemencement trèfle rouge	S. O.
A3	Ensemencement florifère	S. O.
A4	Surface tondue	S. O.
B1	<i>Heliopsis helianthoides</i>	1278
B2	<i>Heliopsis helianthoides</i>	1262
B3	<i>Heliopsis helianthoides</i>	1286
B4	<i>Heliopsis helianthoides</i>	1255
C1	<i>Coreopsis tripteris</i>	1276
C2	<i>Coreopsis tripteris</i>	1284
C3	<i>Coreopsis tripteris</i>	1295
C4	<i>Coreopsis tripteris</i>	1269
X1	<i>Andropogon gerardii</i>	124
X2	<i>Helenium autumnale</i>	125
X3	<i>Rudbeckia laciniata</i>	124
X4	<i>Rudbeckia nitida</i>	124
X5	<i>Vernonia fasciculata</i> (espace réduit par la présence d'un ravin)	30
X6	<i>Veronicastrum virginicum.</i>	125

Tableau 11 Nombre des plants par parcelle établis dans le dispositif expérimental haie brise-vent combiné avec relief

Espèces	Nombre de plants					
	Code / Bloc	1	2	3	4	Total
<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	D	280	275	273	280	1108
<i>Silphium perfoliatum</i>	E	280	280	280	280	1120
<i>Helianthus decapetalus</i>	F	285	278	263	263	1089
<i>Vernonia noveboracensis</i>	G	279	282	279	272	1112

6.5 Entretien réalisé par l'entrepreneur

Pendant les travaux de plantation, l'entrepreneur effectue un arrosage des plants mis en terre tous les jours vers 15 heures. L'entretien est toujours prévu au contrat de l'entrepreneur pour les deux années suivant la plantation (2003 et 2004), et il comprend les opérations suivantes :

- le désherbage manuel des plantes adventices;
- la fertilisation avec un engrais à dégagement lent appliqué au printemps sur toutes les surfaces plantées;
- six arrosages annuels concentrés sur la période de croissance, en plus d'un suivi attentionné des besoins en eau des végétaux.

Aucun document de suivi d'entretien n'est fourni par l'entrepreneur jusqu'à décembre 2003. Les plants ne présentent toutefois pas de signes de sécheresse. Cependant, l'entretien prévu au contrat de l'entrepreneur ne semble pas être effectué en ce qui concerne l'arrachage des mauvaises herbes. Une croissance accrue des mauvaises herbes est constatée dans les parcelles sans paillis, et cela à chaque visite pendant la saison de croissance. Certaines parcelles recouvertes de paillis présentent également des quantités anormales de mauvaises herbes.

6.6 Entretien supplémentaire

Voici les recommandations d'entretien supplémentaire faites à partir des observations effectuées.

Selon le *Rapport d'études de sol* (D'Aoust, 2002), seule une application d'un amendement de phosphore et de magnésium est recommandée sur toutes les surfaces plantées afin de combler les déficits du sol actuel.

Aucune tonte des végétaux ne doit être effectuée à l'intérieur des dispositifs expérimentaux.

En général, les espèces herbacées ne sont pas la cible des rongeurs, comme c'est le cas des arbustes. Néanmoins, les sites doivent faire l'objet de surveillance afin de détecter leur présence. Si une éventuelle protection contre les rongeurs s'avère nécessaire, il est recommandé d'appliquer un répulsif à rongeurs ou d'installer des appâts déposés à l'intérieur de bouts de tuyaux de drainage d'environ 45 cm de longueur fixés dans le sol à l'aide d'un clou de 20 cm.

Aucun document de suivi de l'entretien supplémentaire n'est fourni par l'entrepreneur jusqu'en décembre 2004.

6.7 Caractéristiques du sol et matériaux des sites

Après la fin des travaux de plantation, une évaluation des caractéristiques du sol des deux sites, ainsi que du compost et du paillis, est effectuée. Ces résultats font l'objet d'un rapport en 2002 (D'Aoust, 2002).

6.7.1 Caractéristiques du sol à l'endroit du dispositif expérimental linéaire

La texture du sol à l'endroit du dispositif expérimental linéaire est très constante. Celui-ci est constitué d'un loam sableux et d'un loam sablo-argileux. Il possède une bonne capacité de rétention d'eau et la pierrosité est quasi nulle. Aucune couche indurée ou constituée d'argile lourde n'a été décelée. Le tableau 12 présente les composantes analysées du sol, selon le *Rapport d'études de sol* (D'Aoust, 2002). Les analyses contenues dans ce rapport montrent que le sol est très déficient en phosphore et en magnésium, et que son pH est élevé.

Tableau 12 Composantes du sol du dispositif expérimental linéaire

COMPOSANTE ANALYSÉE	pH	MATIÈRE ORGANIQUE
Terre végétale amendée	7,4	2 à 5 %
Terre végétale en place	6,2 à 7,5	4,5 %
Moyenne	6,9	
Compost		25 %

6.7.2 Caractéristiques du sol à l'endroit du dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief

Le sol où est situé le dispositif expérimental de brise-vent combiné avec le relief est un loam sablo-argileux. Il possède une bonne capacité de rétention d'eau et un drainage adéquat (D'Aoust, 2002). Selon le *Rapport d'études de sol* (D'Aoust, 2002), le sol en question a une déficience en phosphore. Le tableau 13 présente les composantes analysées du sol, selon ce rapport.

Tableau 13 Composantes du sol dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief

COMPOSANTE ANALYSÉE	pH	MATIÈRE ORGANIQUE
Terre végétale amendée		4,4 à 9,9 %
Terre végétale en place	7,7	2,6 à 3,2 %
Compost		34 %

6.8 Récolte des données

6.8.1 Performance des espèces

Pour mesurer la performance des différentes espèces sélectionnées, les variables suivantes sont évaluées par un sous-échantillonnage composé de 15 plants :

- le diamètre de la couronne de chaque plant;
- la hauteur des plants à leur croissance maximale;
- le taux de survie par espèce.

Une observation visuelle et non quantitative est également effectuée par rapport à :

- la présence de tiges penchées;
- la présence de maladies et de parasites;
- la présence de dommages par le chlorure de sodium (NaCl);
- la facilité des tiges à passer à travers le paillis au printemps;
- la présence d'anomalies.

Les mesures prises sur le terrain sont comparées avec les mesures théoriques inscrites dans les tableaux de description des espèces – des données sur la croissance des espèces utilisées pour ce projet par rapport aux résultats dans des conditions normales ou avec moins de contraintes qu'en milieu autoroutier.

6.8.2 Épaisseur de la neige

L'épaisseur de la neige captée par la haie brise-vent est mesurée à l'aide de dispositifs constitués de piquets métalliques en T de 2,40 m de long plantés dans le sol. Théoriquement, ces dispositifs doivent être placés selon les directives suivantes. Une rangée de 10 piquets plantés à 1 m d'intervalle est placée au centre de chaque parcelle du dispositif expérimental linéaire. Le premier piquet est situé à la limite du brise-vent, à côté de la clôture. Les autres piquets sont plantés en direction de la route tous les mètres jusqu'à une distance de 10 m, tel qu'il est illustré à la figure 15. Il faut en tout 12 rangées de 10 piquets chacune pour évaluer l'épaisseur de la neige dans chaque parcelle. Cependant, des contraintes d'ordre technique et pratique modifient la distribution et la quantité de piquets initialement prévue. Les dispositifs sont donc composés de trois piquets, dont les deux premiers sont placés à la limite du dispositif

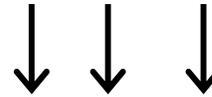
expérimental et un troisième est planté 3 m plus loin vers la chaussée de la route, tel qu'il est illustré à la figure 16.

Dans la totalité du dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec le relief, on place théoriquement une seule rangée de 10 piquets disposés à 2 m d'intervalle, tel qu'il est indiqué à la figure 17. La rangée doit être située entre les parcelles E4 et G4. Les piquets doivent être plantés derrière la haie (du côté sud), en direction de la chaussée de la boucle de l'échangeur, et cela jusqu'à 20 m vers le fossé, derrière la haie. Cependant, des contraintes d'ordres technique et pratique modifient la distribution et la quantité de piquets initialement prévue. Conséquemment, six dispositifs constitués chacun de deux piquets sont implantés selon le schéma illustré à la figure 18.

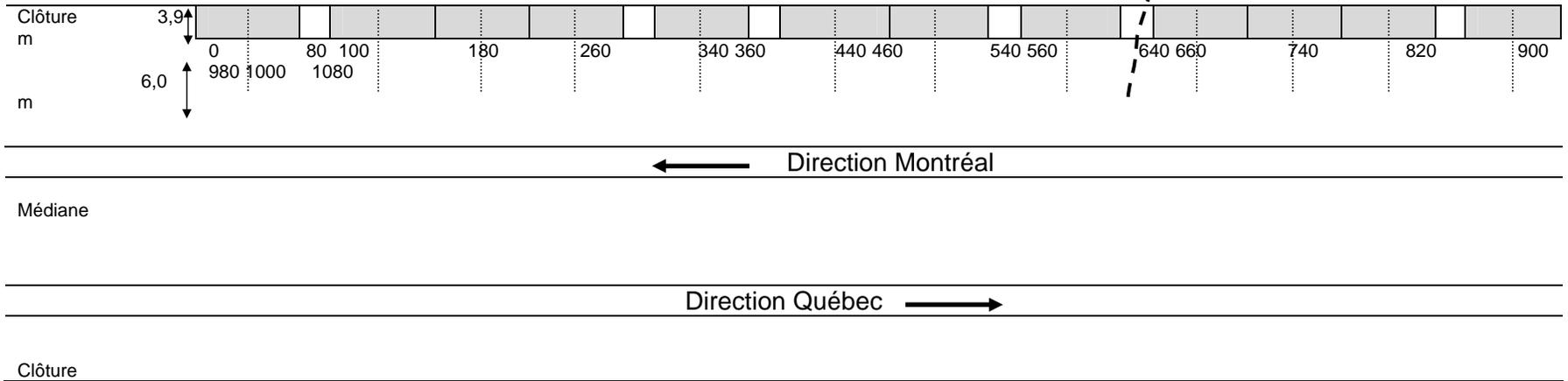
Autoroute 20, Kilomètre 155, direction ouest (adjacent à la halte routière Sainte-Nazaire)



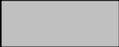
Direction des vents dominants



ravin existant



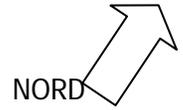
LÉGENDE

 Parcelle

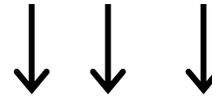
 1 rangé de 10 piquets, 1 mètre entre chaque piquet, implantés au centre de chaque parcelle.

Figure 15 Implantation projetée de piquets sur le dispositif expérimental linéaire

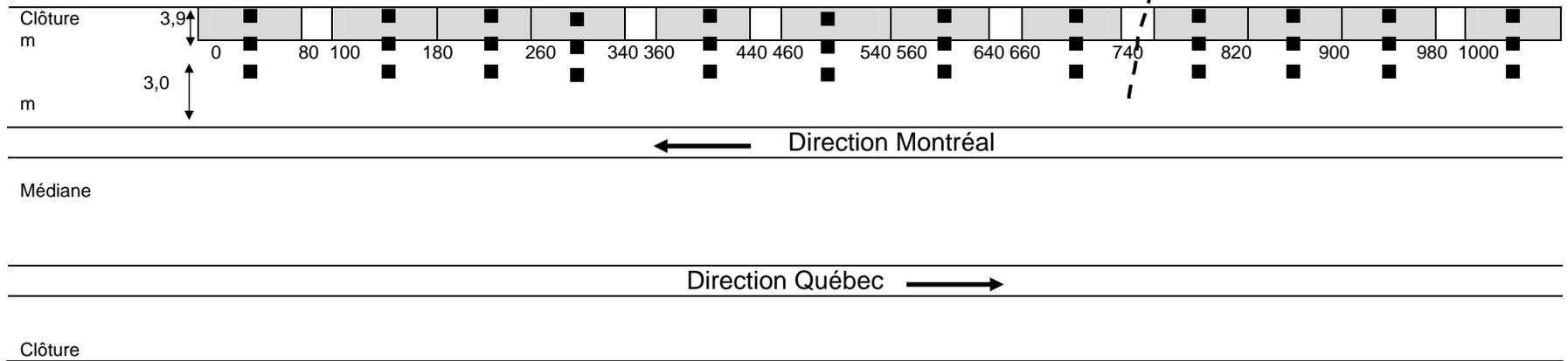
Autoroute 20, Kilomètre 155, direction ouest (adjacent à la halte routière Sainte-Nazaire)



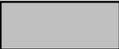
Direction des vents dominants



ravin existant



LÉGENDE

 Parcelle

 1 rangé de 3 piquets A, B et C, implantés au centre de chaque parcelle (voir détail du rangé de piquets)

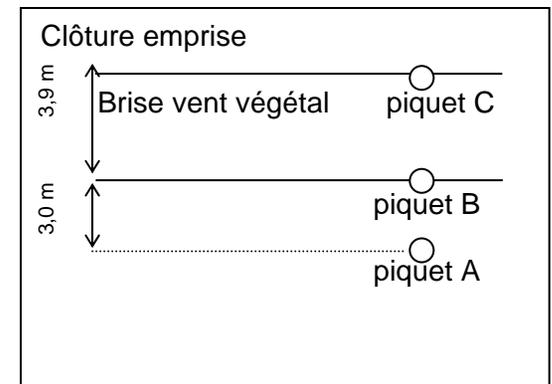


Figure 16 Implantation « tel que construit » de piquets dans le dispositif expérimental linéaire

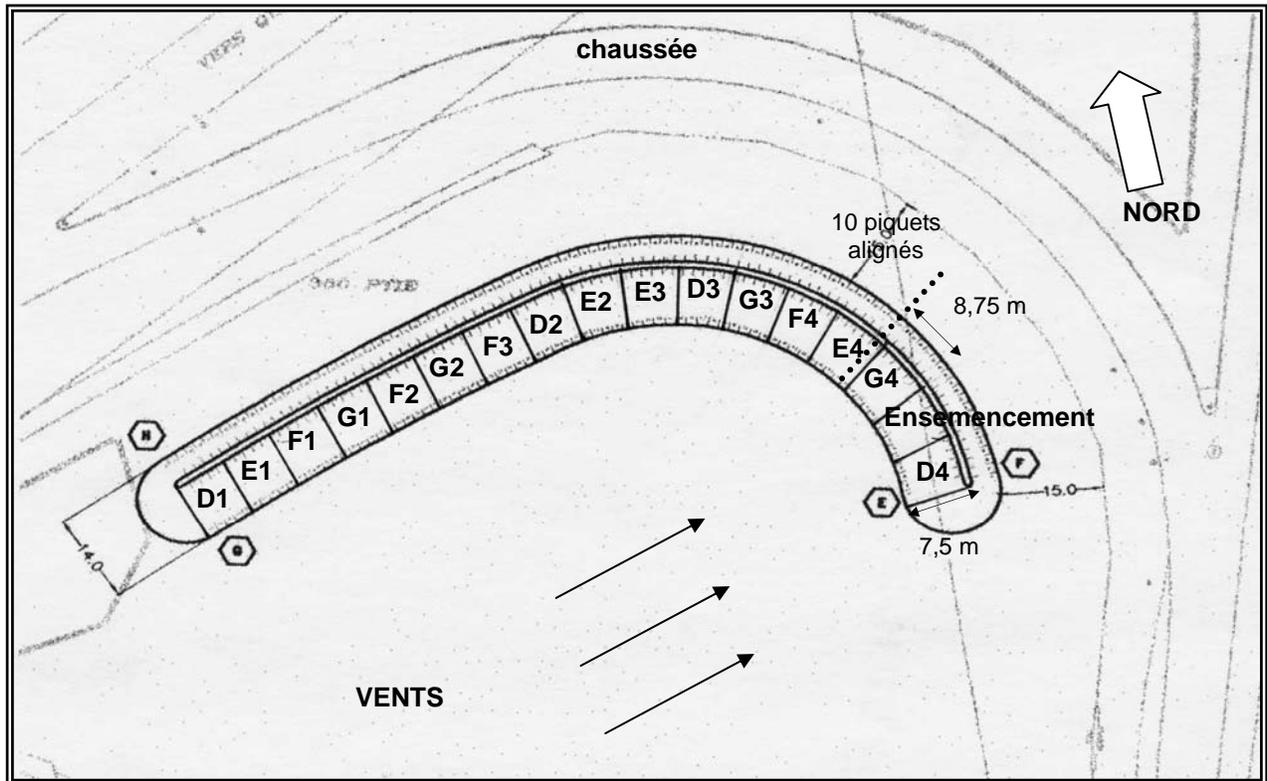


Figure 17 Implantation projetée de piquets dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec modulation de terrain

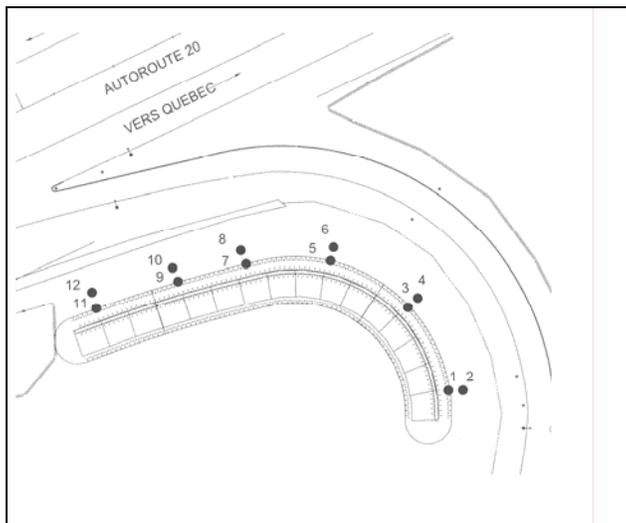


Figure 18 Implantation « tel que construit » de piquets dans le dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec modulation de terrain

7. MÉTHODOLOGIE

La collecte des données durant la période de croissance des plants est faite entre les mois de juillet et octobre pour les années 2003 et 2004. Huit visites sont effectuées pendant ces deux années, à la cadence d'une visite par mois, soit le 25 juillet, le 27 août, le 29 septembre et le 31 octobre pour l'année 2003, et le 27 juillet, le 24 août, le 29 septembre et le 25 octobre pour l'année 2004.

La collecte des données hivernales faisant l'objet d'un suivi des accumulations s'effectue pendant les hivers 2002-2003 et 2003-2004 pour le dispositif expérimental avec relief, et à l'hiver 2004-2005 pour le dispositif expérimental linéaire.

7.1 La croissance

La collecte des données sur la croissance des plants, soit 15 mesures de hauteur et de diamètre dans chaque parcelle du dispositif, est effectuée en deux visites. La première visite a lieu le 27 août 2003 (annexe II), et la deuxième le 24 août 2004 (annexe III). Lors des visites de juillet, de septembre et d'octobre 2003 et 2004, seule une évaluation visuelle de l'état de santé général des plants est effectuée, et ce, pour chaque parcelle des deux dispositifs expérimentaux. Cette évaluation consiste à observer les aspects suivants :

- la présence de tiges penchées;
- la présence de maladies et de parasites;
- la présence de dommages par le chlorure de sodium (NaCl);
- la facilité des tiges à passer à travers le paillis (dans les parcelles avec paillis);
- la présence d'anomalies.

Lors des visites du 27 août 2003 et du 24 août 2004, des mesures sont prises dans chaque parcelle des deux dispositifs expérimentaux dans un sous-échantillonnage composé de 15 individus. Ces mesures sont relevées sur des plants choisis aléatoirement et elles comprennent les données suivantes :

- le diamètre de la couronne du plant à 100 cm du niveau du sol;
- la hauteur de chaque plant.

Le taux de survie par espèce est aussi évalué au moment de ces visites.

Les données collectées en 2003 et 2004, ainsi que les photos prises lors de chaque visite, sont insérées sur les fiches d'évaluation de la performance des espèces (annexes II et III). Les résultats des analyses statistiques sont présentés à l'annexe IV.

7.2 La hauteur de la neige

Durant les hivers 2002-2003 et 2003-2004, les plants ne présentent pas encore une taille convenable pour agir comme brise-vent ou trappe à neige. Pour cette raison, la collecte des données hivernales concernant le suivi des accumulations s'effectue pour le seul site du dispositif expérimental avec relief entre janvier et mars en 2003 et en 2004. Seul le dispositif avec relief fait l'objet d'un suivi hivernal pour valider la performance de la butte de terre quant à son rôle comme brise-vent. Il n'y a pas de relevé de données chiffrées pour le dispositif linéaire avec relief. Le suivi se fait uniquement par appréciation visuelle.

Ce n'est qu'à l'hiver 2004-2005 que le dispositif expérimental linéaire fait l'objet d'un suivi hivernal pour en évaluer la capacité de rétention de la neige. Trois visites ont lieu sur le site pour mesurer la hauteur de la neige. Les relevés de données chiffrées ont lieu le 14 février, le 17 février et le 22 mars 2005. Les mesures prises pendant ces visites sont présentées à l'annexe V.

8. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

La description des conditions météorologiques, soit la température et les précipitations, concerne la période qui s'étend de la mise en terre des plants, en août 2002, jusqu'à la fin de la recherche, en avril 2005. Cela permet de connaître les conditions dans lesquelles les plants se sont développés et de savoir si des phénomènes particuliers pouvant influencer sur leur croissance ont eu lieu. Il n'est pas possible de faire un parallèle absolu entre les données climatiques et les résultats de croissance des végétaux puisque plusieurs facteurs peuvent affecter les résultats, notamment les conditions des sols, la compétition dans les secteurs non traités, la présence d'éléments pathogènes, la qualité des plants, leur plasticité intrinsèque, etc. Par ailleurs, les variations climatiques peuvent contribuer à expliquer certains résultats prometteurs ou décevants pour les différentes espèces.

La source des données présentées dans ce rapport est le site Web du Centre de ressources en impacts et adaptation au climat et à ses changements (CRIACC) (www.criacc.qc.ca). La présente étude utilise les données collectées à l'Aéroport international de Montréal-Pierre-Eliot-Trudeau (Dorval) et qui sont présentées aux tableaux 14, 15, 16 et 17.

8.1 Température

La plantation dans les dispositifs expérimentaux s'est faite en 2002 pendant le mois d'août, qui était chaud et sec. Ces conditions météorologiques se sont poursuivies durant tout le mois de septembre, et ce n'est que plus tardivement à l'automne qu'un virage vers le froid a eu lieu. En effet, à la mi-octobre, l'air en provenance du nord-ouest a fait chuter la température moyenne de plus de 1 degré par rapport à la normale. Cette baisse de température n'était cependant pas suffisante pour avoir un effet sur la croissance des plants. Contrairement à ce temps généralement plus froid, la deuxième partie de l'automne a été marquée par des températures chaudes extrêmes, et un cap de 20 degrés était atteint le 11 novembre à quelques endroits au Québec, ce qui a pu contribuer à allonger la période de croissance des plants. Pendant toute la période de chaleur et de sécheresse, l'entrepreneur a procédé à l'arrosage des plants lorsque cela était nécessaire. Le manque de précipitations en août 2002 n'a donc pas pu limiter l'apport en eau dans les plantations des dispositifs.

Durant l'hiver 2002-2003 (tableau 14), la température est plus froide que la normale dans le sud de la province. Au début du mois de décembre, la température descend sous les -20°C à Montréal (Dorval). Les journées à -40°C ou moins, avec refroidissement éolien, sont aussi plus nombreuses dans le sud du Québec. Il s'agit de l'hiver le plus froid depuis neuf ans. Des températures aussi basses peuvent influencer sur le taux de survie des certaines espèces telles que *Vernonia noveboracensis*, *Vernonia fasciculata* et *Veronicastrum virginicum*, puisqu'elles n'ont probablement pas le temps de faire suffisamment de réserves pour bien passer l'hiver.

Tableau 14 Résumé du climat d'août à décembre 2002

AÉROPORT Montréal- Trudeau 2003	AOÛT		SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE		DÉCEMBRE	
	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000
Température moyenne ($^{\circ}\text{C}$)	22,4	19,5	16,1	14,4	6,5	7,9	1,5	1,6	-8,2	-6,6
Neige (cm)					0,0	2,0	30,3	22,6	59,6	48,5
Précipitations totales (mm)	65,0	94,2	108,0	91,3	156,4	77,6	89,8	93,0	72,6	82,3
Ensoleillement (heures)	248,2	242,5	197,8	174,9	128,4	140,5	98,2	83,8	89,4	81,3

Le printemps 2003 (tableau 15) commence avec des températures moyennes sous la normale dans le Centre-du-Québec, ce qui peut retarder le réchauffement du sol des dispositifs expérimentaux, principalement dans les parcelles recouvertes de paillis. Un dégel tardif du sol peut avoir comme conséquence le retardement de son réchauffement, et donc du réveil des plants.

Le début de l'été est marqué par une vague de chaleur qui s'étend sur toute la province. La plus longue séquence de chaleur est enregistrée à Bagotville. Pendant six jours (du 21 au 27 juin) les températures maximales quotidiennes y atteignent 30°C . Le 26 juin est la journée la plus chaude de l'année, $36,5^{\circ}\text{C}$ sont enregistrés à La Tuque. Cette même journée, le facteur humidex est calculé à près de 40 à 43°C presque partout au Québec. Les plants des espèces sélectionnées pour les dispositifs expérimentaux résistent bien aux conditions extrêmes et semblent profiter de cette chaleur, malgré les faibles précipitations en juillet et août.

La température moyenne est près de la normale pour le mois de juillet. Par contre, la température moyenne en août est supérieure à la normale, et plusieurs records de température sont battus durant le mois de septembre. Lors de nos visites sur le site pendant cette période, la majorité des plants n'ont pas montré de signes de sécheresse.

Tableau 15 Résumé du climat de l'année 2003

AÉROPORT Montréal- Trudeau 2003	JANVIER		FÉVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUIN	
	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000
Température moyenne (°C)	-12,6	-10,4	-10,8	-8,9	-3,8	-2,4	4,2	5,7	13,4	13,3	18,8	17,9
Neige (cm)	27,5	49,6	31,9	43,8	41,9	35,0	10,0	12,4				
Précipitations totales (mm)	22,6	70,4	62,8	59,7	88,3	72,2	76,9	76,1	110,5	75,5	70,0	84,4
Ensoleillement (heures)	129,3	101,6	149,7	127,9	143,5	159,2	165,1	181,9	200,1	228,4	287,6	245,7

AÉROPORT Montréal- Trudeau 2003	JUILLET		AOÛT		SEPT.		OCT.		NOV.		DÉC.	
	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000
Température moyenne (°C)	21,6	20,9	21,6	19,5	17,7	14,4	8,0	7,9	2,9	1,6	-4,9	-6,6
Neige (cm)							0,0	2,0	2,8	22,6	67,6	48,5
Précipitations totales (mm)	54,0	90,1	79,0	94,2	104,0	91,3	156,4	77,6	133,8	93,0	163,6	82,3
Ensoleillement (heures)	259,4	274,5	241,8	242,5	217,2	174,9	128,4	140,5	104,2	83,8	86,4	81,3

La chaleur revient en novembre. Le début de décembre est cependant marqué par un froid intense. On signale une valeur de refroidissement éolien de -20°C sur le sud de la province. La couverture de neige étant encore faible à cette date, le froid peut pénétrer profondément dans la terre et fragiliser les parties souterraines des plants. L'année 2004 (tableau 16) commence par un hiver plus froid que la normale. À l'aéroport Montréal-Trudeau, le mois de janvier 2004 est le troisième plus froid depuis 1941. Trois vagues de masse d'air froid se succèdent au Québec. En effet, des vents vifs occasionnent un refroidissement éolien important inférieur à -38°C , les trois fois. En conséquence, les températures sont bien en dessous de la normale, du moins pour le sud du Québec. Au mois de janvier, à Montréal, on relève 5 jours à des températures maximales sous les -20°C . Les températures des mois suivants (février, mars, avril et mai) sont près des moyennes saisonnières, et le printemps s'amorce avec des températures douces et près de la moyenne.

Tableau 16 Résumé du climat de l'année 2004

AÉROPORT Montréal- Trudeau 2004	JANVIER		FÉVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUIN	
	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000
Température moyenne (°C)	-15,1	-10,4	-7,9	-8,9	-0,3	-2,4	6,0	5,7	13,5	13,3	17,5	17,9
Neige (cm)	29,4	49,6	37,2	43,8	11,4	35,0	5,2	12,4				
Précipitations totales (mm)	34,2	70,4	39,6	59,7	59,2	72,2	68,8	76,1	81,8	75,5	64,0	84,4
Ensoleillement (heures)	128,1	101,6	157,3	123,9	152,1	158,9	191,2	173,3	217,6	229,7	316,8	245,5

AÉROPORT Montréal- Trudeau 2004	JUILLET		AOÛT		SEPT.		OCT.		NOV.		DÉC.	
	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000
Température moyenne (°C)	21,5	20,9	19,3	19,5	16,4	14,4	8,9	7,9	2,2	1,6	-7,4	-6,6
Neige (cm)							0,0	2,0	0,4	22,6	50,2	48,5
Précipitations totales (mm)	139,4	90,1	90,0	94,2	71,8	91,3	36,0	77,6	87,0	93,0	127,6	82,3
Ensoleillement (heures)	253,2	274,3	248,3	240,5	243,0	174,6	156,1	140,0	98,8	86,1	67,9	80,2

L'été est frais mais ensoleillé pour le mois de juin. Pour les mois de juillet et août, les températures sont près des normales saisonnières. Il n'y a pas de canicule en 2004. La survie des espèces, à cette période de l'année, est semblable à celle de l'année 2003. Donc, malgré la faible couverture de neige durant le mois de décembre 2003, qui a été très froid, le gel qui a pu pénétrer dans la terre n'a pas pour autant fragilisé les parties souterraines des plants. Le tableau 19 présente les hauteurs moyennes des plants pour chaque année, juxtaposées à celles prises en pépinière en 2003.

L'automne est très beau et remarquablement doux, avec des températures moyennes au-dessus des normales pour septembre, octobre et novembre. La saison de croissance est donc prolongée.

La température durant l'hiver 2004-2005 (tableau 17) est une fois de plus au-dessous de la normale. Le mois de décembre 2004 est le neuvième mois le plus froid depuis 1954, et les mois de janvier, février et mars 2005 sont encore nettement au-dessous de la moyenne. Toutefois, ces conditions de froid extrême risquent de n'avoir aucun effet sur les plants, si l'on se fie au fort taux de survie de ceux-ci à la suite de l'hiver de l'année précédente, soit 2003-2004.

Tableau 17 Résumé du climat de janvier à avril 2005

AÉROPORT Montréal- Trudeau 2005	JANVIER		FÉVRIER		MARS		AVRIL	
	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000	Mois	Norm. 1971- 2000
Température moyenne (°C)	-11,0	-10,4	-6,5	-8,9	-3,3	-2,4	7,7	5,7
Neige (cm)	40,8	49,6	37,0	43,8	29,0	35,0	0,0	12,4
Précipitations totales (mm)	63,6	70,4	43,6	59,7	44,0	72,2	158,8	76,1
Ensoleillement (heures)	135,4	101,6	132,4	123,9	211,2	158,9	204,2	173,3

8.2 Précipitations

L'automne 2002 est sec jusqu'à la fin du mois de septembre, et l'arrosage effectué par l'entrepreneur assure certainement la survie des plants des deux dispositifs expérimentaux. À la mi-novembre, le sud de la province de Québec reçoit des accumulations de neige variant de 15 à 35 cm.

L'hiver 2002-2003 est marqué par de faibles précipitations de neige aux mois de décembre et janvier. L'absence de neige combinée à de très basses températures peut avoir un effet sur le taux de survie des plants mis en terre en août. Les précipitations de neige sont cependant abondantes au mois de février et très abondantes au mois de mars.

Au printemps 2003, les précipitations de pluie sont au-dessus des normales de saison pour le sud du Québec. En Montérégie, où se trouvent les deux dispositifs expérimentaux, le mois de mai reçoit de 50 à 100 mm de pluie. Le mois de juillet est pour sa part très sec; le sud du Québec ne reçoit environ que la moitié des précipitations normales pour cette période de l'année. Au mois d'août, il pleut également moins que d'habitude pour cette période de l'année. Toutefois, lors de nos visites, les plants ne présentent pas de signes de sécheresse.

L'automne 2003 est passablement pluvieux. Si, au mois de septembre, il pleut un peu plus que la normale dans le sud du Québec, les précipitations sont très abondantes dans la deuxième moitié du mois d'octobre, alors qu'il tombe entre 105 et 170 mm de pluie. Le mois de novembre est aussi marqué par des pluies abondantes et connaît des rafales allant jusqu'à 100 km/h. Une pluie verglaçante tombe à la fin du mois. Ces phénomènes météorologiques peuvent faire pencher les tiges de certaines espèces comme *Coreopsis tripteris*, *Vernonia noveboracensis*, *Andropogon gerardii* ou *Panicum virgatum* 'Strictum'.

Durant le mois de décembre 2003, le sud du Québec reçoit beaucoup de précipitations en neige et en pluie. La Montérégie reçoit de 30 à 70 mm de pluie et de 40 à 60 cm de neige. D'octobre à décembre, cette région reçoit au moins la moitié du total saisonnier habituel de neige. Dans le sud de la province, l'année 2003 se termine avec un léger surplus de précipitations (10 à 15 %). Très peu de précipitations sont enregistrées durant le mois de janvier, lequel se situe au huitième rang pour le mois de janvier le moins enneigé depuis 1941. En février, les précipitations sont aussi sous les normales dans le sud du Québec. Le mois de mars est ponctué de chutes de neige un peu partout sur le territoire québécois. Cependant, ce mois de mars reste le cinquième moins enneigé depuis 1941. Les précipitations sont également sous les normales durant le printemps. Cependant, orages et pluies torrentielles caractérisent les mois de juillet et août dont les moyennes mensuelles sont nettement au-dessus des normales. En effet, à chaque visite durant l'année 2004, on peut remarquer que le sol est toujours frais et humide, et ce, dans tous les dispositifs expérimentaux avec ou sans paillis. De telles conditions sont bien favorables à la croissance des plants dans les dispositifs.

Néanmoins, un tel apport d'eau peut faire croître les tiges plus haut et les rendre moins rigides. En conséquence, celles-ci peuvent pencher, ne pas résister aux vents forts et aux précipitations de neige et se casser. L'automne (septembre, octobre et novembre) est marqué par des précipitations légèrement au-dessous des normales. Il n'y a cependant toujours pas de signes de sécheresse au sol dans les dispositifs, avec ou sans paillis.

Encore une fois, l'hiver 2004-2005 est marqué par très peu de précipitations de neige en début de saison. De telles conditions pourraient diminuer la valeur des mesures de neige dans les dispositifs expérimentaux. Conséquemment, l'effet brise-vent risquerait d'être compromis. Le tableau 18 résume les précipitations pendant la période de la présente étude.

Tableau 18 Tableau sommaire des précipitations pour les années suivant la mise en terre des plants

2002	Précipitations		2003	Précipitations		2004	Précipitations		2005	Précipitations	
	Pluie (mm)	Neige (cm)									
Janvier			Janvier	22,6	27,5	Janvier	34,2	29,4	Janvier	63,6	40,8
Février			Février	62,8	31,9	Février	39,6	37,2	Février	43,6	37,0
Mars			Mars	88,3	41,9	Mars	59,2	11,4	Mars	44,0	29,0
Avril			Avril	76,9	10,0	Avril	68,8	5,2	Avril	158,8	0,0
Mai			Mai	110,5		Mai	81,8		Mai		
Juin			Juin	70,0		Juin	64,0		Juin		
Juillet			Juillet	54,0		Juillet	139,4		Juillet		
Août	65,0		Août	79,0		Août	90,0		Août		
Septembre	108,0		Septembre	104,0		Septembre	71,8		Septembre		
Octobre	156,4	0,0	Octobre	156,4		Octobre	36,0		Octobre		
Novembre	89,8	30,3	Novembre	133,8	2,8	Novembre	87,0	0,4	Novembre		
Décembre	72,6	59,6	Décembre	163,6	67,6	Décembre	127,0	50,2	Décembre		

9. RÉSULTAT ET DISCUSSION

9.1 Comparaison de la hauteur moyenne des espèces

Le tableau 19 présente les moyennes de hauteur et de diamètre des plants pour chaque parcelle des dispositifs. Durant la première année de croissance (2003), aucun plant ne montre des signes de sécheresse. D'ailleurs, les *Heliopsis helianthoides* et les *Panicum virgatum* 'Strictum' semblent être plus hauts dans les dispositifs, linéaires et avec relief respectivement, qu'en pépinière. Cependant, toutes les autres espèces à l'intérieur des dispositifs expérimentaux linéaire et avec relief (28 août 2003) semblent être moins hautes qu'en pépinière (30 août 2003).

En 2004, les plants avec paillis et sans paillis atteignent des hauteurs exceptionnelles si l'on tient compte que le milieu autoroutier est très exposé aux vents forts et à la sécheresse. Cet excellent résultat est probablement attribuable aux conditions météorologiques favorables de l'été 2004, sans canicule et assez humide en raison des pluies et des orages fréquents.

La moyenne des diamètres et des hauteurs des espèces dans les deux dispositifs expérimentaux en 2003 et 2004 est présentée au tableau 19. Ce tableau juxtapose donc les valeurs moyennes obtenues pour les données collectées durant deux années consécutives, les hauteurs en 2003 pour les mêmes espèces cultivées en pépinière ainsi que les hauteurs extraites des tableaux de la description des espèces (tableaux 8 et 9).

9.2 Résultats des analyses statistiques de la croissance des végétaux

Les données collectées durant les saisons de croissance en 2003 et 2004 font l'objet d'un traitement statistique à l'aide d'une analyse de Wilcoxon pour le dispositif expérimental linéaire, et d'une analyse de variance (ANOVA) pour le dispositif expérimental avec relief. La comparaison des moyennes est effectuée entre les espèces, les traitements, les blocs et les années. Les résultats de ces analyses sont présentés à l'annexe IV.

9.2.1 Effets du paillis

Pour les années 2003 et 2004, l'effet du paillis est significatif pour *Heliopsis helianthoides* et *Coreopsis tripteris*, tant pour la hauteur que pour le diamètre des plants. En effet, les plants situés dans les parcelles avec paillis montrent une croissance très satisfaisante, avec un minimum de compétition causée par des herbes indésirables comparativement aux mêmes espèces sans paillis. Dès la première année, on observe une dominance des herbes indésirables dans les parcelles sans paillis. Cette invasion est massive malgré le traitement de toutes les parcelles avec du glyphosate avant même la mise en terre des plants; la quantité appliquée de ce désherbant est malencontreusement inconnue. Il est impossible de vérifier si l'invasion des herbes indésirables, majoritairement des graminées et de la vesce jargeau, est attribuable à une application incorrecte de l'herbicide ou à l'extrême rapidité de croissance de ces graminées qui réussissent à coloniser le terrain en peu de temps. Par ailleurs, on constate que, dans toutes les parcelles traitées avec du paillis, les plants mis en terre pour le projet n'ont pas de difficulté à le traverser.

Tableau 19 Comparaison de la croissance des espèces avec la culture en pépinière (dispositif linéaire)

Parcelle	Espèce et traitement de chaque parcelle (*sans paillis)	Diamètre moyen 2003-08-27	Hauteur moyenne 2003-08-27	Diamètre moyen 2004-08-24	Hauteur moyenne 2004-08-24	Hauteur (Mesure prise en pépinière le 2003-08-30)		Hauteur (Tableau description des espèces)
						Hauteur	Planté en	
DISPOSITIF LINÉAIRE								
B1	<i>Heliopsis helianthoides</i>	0,38 m	1,33 m	0,48 m	1,61 m	1,3 m	1998	1 m
B2	<i>Heliopsis helianthoides</i>	0,37 m	0,97 m	0,56 m	1,61 m			
B3	<i>Heliopsis helianthoides</i>	0,49 m	1,39 m	0,53 m	1,61 m			
B4	<i>Heliopsis helianthoides</i> *	0,33 m	1,0 m	0,58 m	1,37 m			
C1	<i>Coreopsis tripteris</i>	0,44 m	1,53 m	0,62 m	2,08 m	1,8 m	1995	1,5 – 2 m
C2	<i>Coreopsis tripteris</i> *	0,29 m	1,35 m	0,45 m	1,51 m			
C3	<i>Coreopsis tripteris</i> *	0,35 m	1,32 m	0,55 m	1,49 m			
C4	<i>Coreopsis tripteris</i> *	0,41 m	1,32 m	0,49 m	1,38 m			
X1	<i>Andropogon gerardii</i>	0,41 m	1,34 m	0,56 m	1,61 m	1,5 m	2001	1 – 2 m
X2	<i>Helenium autumnale</i>	0,49 m	0,67 m	0,53 m	1,10 m	1,1 m	1997	1 – 2 m
X3	<i>Rudbeckia laciniata</i>	0,51 m	0,88 m	0,64 m	1,68 m	1,8 m	2001	1 – 2 m
X4	<i>Rudbeckia nitida</i> *	0,40 m	1,38 m	0,67 m	1,75 m	1,6 m	1990	1 – 2 m
X5	<i>Vernonia fasciculata</i> *	0,17 m	0,6 m	Non visible	Non visible	1,7 m	1998	1 – 1,8 m
X6	<i>Veronicatrum virginicum</i> *	0,13 m	0,74 m	Non visible	Non visible	1,1 m	2001	1 – 2 m

Tableau 19 Comparaison de la croissance des espèces avec la culture en pépinière (dispositif avec relief)

Par-celle	Espèce et traitement de chaque parcelle (*sans paillis)	Diamètre moyen 2003-08-27	Hauteur moyenne 2003-08-27	Diamètre moyen 2004-08-24	Hauteur moyenne 2004-08-24	Hauteur (Mesure prise en pépinière le 2003-08-30)		Hauteur (Tableau description des espèces)
DISPOSITIF AVEC RELIEF								
D1	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	0,45 m	1,41 m	0,70 m	1,70 m	1,2 m	2002	1,75 m
D2	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	0,56 m	1,32 m	0,70 m	1,71 m			
D3	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	0,42 m	1,29 m	0,70 m	1,69 m			
D4	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	0,45 m	1,15 m	0,70 m	1,75 m			
E1	<i>Silphium perfoliatum</i>	0,33 m	1,10 m	0,70 m	2,31 m	1,6 m	2002	1,5 – 2,5 m
E2	<i>Silphium perfoliatum</i>	0,47 m	1,27 m	0,70 m	2,14 m			
E3	<i>Silphium perfoliatum</i>	0,45 m	1,24 m	0,70 m	2,26 m			
E4	<i>Silphium perfoliatum</i>	0,47 m	1,22 m	0,70 m	2,25 m			
F1	<i>Helianthus decapetalus</i>	0,54 m	1,37 m	0,70 m	1,81 m	1,0 m	2001	1 – 2 m
F2	<i>Helianthus decapetalus</i>	0,63 m	1,64 m	0,70 m	1,79 m			
F3	<i>Helianthus decapetalus</i>	0,62 m	1,49 m	0,70 m	1,78 m			
F4	<i>Helianthus decapetalus</i>	0,64 m	1,56 m	0,70 m	1,73 m			
G1	<i>Vernonia noveboracensis</i>	0,42 m	1,07 m	0,63 m	1,80 m	1,7 m	2000	1,5 – 3 m
G2	<i>Vernonia noveboracensis</i>	0,47 m	1,07 m	0,74 m	1,74 m			
G3	<i>Vernonia noveboracensis</i>	0,43 m	0,90 m	0,76 m	1,58 m			
G4	<i>Vernonia noveboracensis</i>	0,29 m	0,57 m	0,68 m	1,45 m			

9.2.2 Effet de l'espèce

L'effet de l'espèce sur la croissance est significatif dans la majorité des comparaisons de moyennes pour les traitements, les blocs et les années 2003 et 2004, pour tous les dispositifs expérimentaux.

Pour le dispositif expérimental linéaire, l'effet de l'espèce, en 2003, d'*Helenium autumnale* et de *Coreopsis tripteris* est significatif pour la hauteur, tant pour les plants avec paillis que pour ceux qui n'en avaient pas. En effet, la hauteur de *Coreopsis tripteris* est supérieure à celle d'*Helenium autumnale* (annexe IV). Cependant, l'effet de l'espèce n'est pas significatif pour le diamètre, et cela avec ou sans paillis. La plantation au mois d'août 2002, la basse température durant le mois de décembre 2002 et le peu de précipitations de neige à la même période, l'hiver rigoureux et un printemps frais ont peut-être retardé la croissance des plants durant l'année 2003. Ce retard peut expliquer le résultat peu significatif de l'année 2003 concernant le diamètre des plants. En 2004, par contre, l'effet de l'espèce est significatif tant pour le diamètre que pour la hauteur des plants, et cela avec ou sans paillis.

Dans le dispositif expérimental avec relief, en 2003, l'effet de l'espèce pour la variable diamètre est très significatif pour *Helianthus decapetalus*. Les diamètres d'*Helianthus decapetalus* sont en effet significativement plus élevés que les diamètres des *Panicum virgatum* 'Strictum', *Silphium perfoliatum* et *Vernonia noveboracensis*.

L'effet de l'espèce pour la variable hauteur, en 2003, est aussi significatif. Il faut noter qu'il y a plus de discrimination pour cette variable que pour le diamètre. Les plants d'*Helianthus decapetalus* dominent toujours, en hauteur, les trois autres espèces qui ne forment pas un groupe homogène, puisque les *Vernonia noveboracensis* accusent un retard significatif sur *Panicum virgatum* 'Strictum' et *Silphium perfoliatum*.

L'effet de l'espèce est toujours très significatif pour la hauteur en 2004. Il y a par contre des changements intéressants dans la comparaison des espèces. Les *Silphium perfoliatum* dépassent largement les trois autres, tandis que les *Vernonia noveboracensis* rattrapent leur retard et atteignent en 2004 une hauteur statistiquement comparable à celle d'*Helianthus decapetalus* et de *Panicum virgatum* 'Strictum'.

9.2.3 Discussion sur la performance des plants

La plantation effectuée au mois d'août et les conditions climatiques extrêmes durant le premier hiver (2002-2003) peuvent être les principales causes de la mortalité d'une partie des *Helenium autumnale*, *Rudbeckia laciniata*, *Rudbeckia nitida*, *Vernonia fasciculata*, *Veronicastrum virginicum* et *Vernonia noveboracensis* (tableau 20). De plus, le temps froid du printemps 2003 a repoussé le réchauffement du sol, ce qui a retardé la croissance des plants au printemps. Par contre, le froid extrême de l'hiver 2003-2004 n'a pas occasionné de mortalité supplémentaire, dans aucun des dispositifs expérimentaux. Tous les plants ayant survécu au premier hiver sont encore vivants et se sont bien établis durant l'année de croissance 2004, sauf dans les parcelles sans paillis où certaines espèces ne sont pas visibles ni repérables en raison de la compétition interspécifique. Les plants avec paillis ont donc bien résisté à la fois aux vagues de froid intense du mois de janvier 2004 et à la compétition interspécifique.

Après deux années de croissance, les meilleures performances selon l'analyse statistique et le taux de survie sont accomplies par *Silphium perfoliatum*. Selon l'analyse statistique, cette espèce obtient en effet la meilleure performance à la fin de la recherche. Elle atteint une taille plus qu'adéquate à la fin de la période de croissance de 2004, et la surface de chaque parcelle est couverte à 100 % en août 2004. Le développement architectural des plants est excellent, et en octobre 2004 les tiges ne sont que légèrement penchées.

Les espèces mentionnées ci-dessous poussent très bien et, malgré les différences de moyenne observées, elles sont toutes équivalentes selon les résultats des analyses statistiques pour 2004.

- *Heliopsis helianthoides*. Cette espèce a un excellent taux de survie et a atteint une bonne hauteur. Durant toute la recherche, les plants ne montrent pas de signes de sécheresse. En 2003, ils semblent même en meilleure condition que les plants en pépinière qui souffrent de sécheresse à la même période. Pour cette espèce, le développement architectural est bon dans les quatre parcelles, et les tiges des plants sont à peine penchées.

- *Coreopsis tripteris*. Cette espèce est trop penchée, sans doute à cause des vents forts aux abords de l'autoroute. Durant toute la recherche, les plants ne montrent pas de signes de sécheresse. Des taches de rouille sur les feuilles apparaissent au mois d'août, en raison de l'humidité excessive de l'été. Dans les parcelles sans paillis ou avec un paillis dont l'épaisseur est inférieure à 6 cm, le poids des herbacées indésirables grimpées sur les plants les fait aussi pencher.

Tableau 20 Taux de survie des espèces

Parcelle	Espèce et traitement de chaque parcelle (*sans paillis)	Taux de survie le 2003-08-27	Taux de survie le 2004-08-24
DISPOSITIF LINÉAIRE			
B1	<i>Heliopsis helianthoides</i>	98 %	98 %
B2	<i>Heliopsis helianthoides</i>	98 %	98 %
B3	<i>Heliopsis helianthoides</i>	98 %	98 %
B4	<i>Heliopsis helianthoides</i> *	25 %	40 à 50 %
C1	<i>Coreopsis tripteris</i>	95 %	95 %
C2	<i>Coreopsis tripteris</i> *	98 %	98 %
C3	<i>Coreopsis tripteris</i> *	80 %	30 à 40 %
C4	<i>Coreopsis tripteris</i> *	90 %	60 à 80 %
X1	<i>Andropogon gerardii</i>	90 %	90 %
X2	<i>Helenium autumnale</i>	48 %	48 %
X3	<i>Rudbeckia laciniata</i>	72 %	72 %
X4	<i>Rudbeckia nitida</i> *	85 %	85 %
X5	<i>Vernonia fasciculata</i> *	97 %	Non visibles
X6*	<i>Veronicastrum virginicum</i> *	25 %	Non visibles
DISPOSITIF AVEC RELIEF			
D1	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	98 %	98 %
D2	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	98 %	98 %
D3	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	98 %	98 %
D4	<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	98 %	98 %
E1	<i>Silphium perfoliatum</i>	98 %	98 %
E2	<i>Silphium perfoliatum</i>	98 %	98 %
E3	<i>Silphium perfoliatum</i>	98 %	98 %
E4	<i>Silphium perfoliatum</i>	98 %	98 %
F1	<i>Helianthus decapetalus</i>	98 %	98 %
F2	<i>Helianthus decapetalus</i>	98 %	98 %
F3	<i>Helianthus decapetalus</i>	98 %	98 %
F4	<i>Helianthus decapetalus</i>	98 %	98 %
G1	<i>Vernonia noveboracensis</i>	70 %	70 %
G2	<i>Vernonia noveboracensis</i>	60 %	60 %
G3	<i>Vernonia noveboracensis</i>	20 %	20 %
G4	<i>Vernonia noveboracensis</i>	20 %	20 %

- *Panicum virgatum* 'Strictum'. Cette espèce affiche une très bonne croissance en 2003 et en 2004. La surface de chaque parcelle est complètement couverte (les plants se touchent) en août 2004. Cependant, le développement architectural de cette espèce est peu attrayant à la fin de la période de croissance de 2004, en raison des tiges très flexibles qui sont presque toutes penchées.

- *Helianthus decapetalus*. Cette espèce a un excellent taux de croissance en 2003. En 2004, sa croissance est équivalente à celle des trois espèces précédentes, et elle couvre déjà la surface de chaque parcelle à 100 % (les plants se touchent). Le développement architectural des plants est excellent. En octobre 2004, les tiges ne sont que légèrement penchées.

Les moins bonnes performances, par rapport à l'évaluation visuelle et au taux de survie, sont enregistrées par les espèces suivantes :

- *Helenium autumnale*, *Rudbeckia laciniata*, *Veronicastrum virginicum*, *Vernonia fasciculata* et *Vernonia noveboracensis*. Leur taux de survie en 2004 est inférieur à 75 %, à l'exception de *Vernonia fasciculata* dont le taux de survie se situe à 95 % pour la première année. Il est possible que les conditions hivernales difficiles soient la cause d'un tel résultat. Par contre, en 2004, le nombre de plants dans presque toutes les parcelles X demeure le même qu'en 2003 malgré l'hiver rigoureux, sauf pour les parcelles de *Veronicastrum virginicum* et de *Vernonia fasciculata*. Au mois d'août 2004, ces deux espèces qui n'ont pas reçu de paillis ne sont plus visibles. La forte présence de plantes herbacées indésirables à l'intérieur de ces deux parcelles empêche également la vérification de leur présence.

- *Andropogon gerardii* et *Rudbeckia nitida*. Ces deux espèces ont une croissance inférieure à celle des plants en pépinière pour la première année, mais elles rattrapent leur retard en 2004 et leur hauteur surpasse légèrement celle des plants en pépinière. L'*Andropogon gerardii* a un taux de survie de 90 % malgré la forte présence des herbacées indésirables dans la parcelle, et les tiges ne sont pas penchées. Le *Rudbeckia nitida* a un taux de survie de 85 % et les tiges sont très penchées en octobre 2004. La fragilité des tiges de cette espèce, à cet endroit, diminue son potentiel comme brise-vent puisqu'elle ne semble pas résister facilement aux vents.

9.2.4 Maladies et parasites

La seule maladie présente au moment de nos évaluations est la rouille observée sur les *Coreopsis tripteris*. Toutefois, la présence de cette maladie semble ne pas avoir de conséquences visibles sur la performance de l'espèce. Les dommages causés par les parasites sont insignifiants pour toutes les espèces.

9.2.5 Dommages par le chlorure de sodium (NaCl)

Aucun signe de dommages par le chlorure de sodium (NaCl) n'est remarqué chez les espèces des deux dispositifs expérimentaux, ni en 2003 ni en 2004.

9.2.6 Présence d'anomalies

Aucun type d'anomalie n'est remarqué sur les espèces végétales des deux dispositifs expérimentaux, ni en 2003 ni en 2004.

9.3 Effet brise-vent

9.3.1 Effet brise-vent pour le dispositif expérimental avec relief

Les plants du dispositif expérimental avec relief ne présentent pas encore une taille significative pour agir comme brise-vent ou trappe à neige. Seul l'effet de la butte de terre joue ici un rôle comme brise-vent. En effet, la neige se déplaçant à la surface du sol modifie sa vitesse une fois au sommet de la butte, provoquant ainsi des accumulations en aval, dans le talus de remblai et au-delà, tout au long de l'hiver. À la mi-mars 2003, le profil d'accumulation de la neige en aval ne modifie plus l'écoulement régulier de celle-ci. La capacité de rétention de la butte, selon sa hauteur, atteint alors son maximum.

En janvier 2004, après leur première année de croissance complète, la hauteur des végétaux n'atteint pas des gabarits représentatifs de l'espèce à maturité. Néanmoins, les qualités recherchées pour évaluer l'efficacité des herbacées comme obstacle à la neige sont sommairement appréciées au tableau 21.

Tableau 21 Appréciation sommaire des végétaux du dispositif expérimental avec relief à l'hiver 2003-2004

Plante	Feuillage en hiver	Tige	Note
<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	Attaché	S. O.	
<i>Silphium perfoliatum</i>	Détaché	Rigide	Tige cassant à la base
<i>Helianthus decapetalus</i>	Détaché	Rigide	Haute densité
<i>Vernonia noveboracensis</i>	Partiellement détaché	Rigide	Reprise plus faible

Il faut remarquer qu'à l'hiver 2003-2004 les précipitations commencent tardivement et que les vents d'automne affectent la stabilité du *Silphium perfoliatum* qui présente plusieurs tiges penchées. Les précipitations de neige ne sont significatives, pour un suivi des accumulations, qu'à partir du mois de janvier 2004. En effet, la densité du feuillage du *Panicum virgatum* 'Strictum' provoque des accumulations à l'intérieur de la surface plantée. Les plantes semblent donc offrir une rétention de neige préalable à l'effet d'accumulation

offert par la butte. Dans le cas des autres variétés, ce phénomène semble être variable, puisque la rigidité des plantes ou la densité des tiges ne sont pas optimales. L'hiver 2003-2004 présente par ailleurs des précipitations de neige supérieures à la moyenne saisonnière, en plus de conditions favorables au transport de la neige par de forts vents et plusieurs périodes de verglas. Ces facteurs climatiques de 2003-2004, considérés comme exceptionnels, affectent de manière importante l'efficacité des végétaux.

Les observations réalisées à l'hiver 2004-2005 viennent corroborer celles de l'hiver précédent concernant les caractéristiques des plants à la fin de leur cycle végétatif. Ces observations sont présentées au tableau 22.

Tableau 22 **Appréciation visuelle des végétaux du dispositif expérimental avec relief à l'hiver 2004-2005**

Plante	Feuillage en hiver	Tige	Note
<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	Attaché	S. O.	Haute densité des tiges
<i>Silphium perfoliatum</i>	Détaché	Rigide	Cassante à la base
<i>Helianthus decapetalus</i>	Détaché	Rigide	Haute densité des tiges
<i>Vernonia noveboracensis</i>	Partiellement détaché	Rigide	Reprise plus faible

Le *Panicum virgatum* 'Strictum' (figure 19) semble confirmer sa capacité à capter la neige. Cependant, sa hauteur moindre peut limiter les quantités retenues. La densité de cette espèce au sol est très élevée. L'utilisation de cette variété combinée à d'autres plus hautes pourrait être envisagée.

La totalité des tiges de *Silphium perfoliatum* (figure 20) penchent au début de la saison hivernale. Les tiges restent bien droites et rigides, mais elles cèdent toutes à la base. Elles perdent de leur résistance et présentent une fragilité aux conditions que l'on trouve en milieu ouvert. Ce résultat élimine la possibilité, pour cette plante, de jouer un rôle comme brise-vent.

Les plants d'*Helianthus decapetalus* (figure 21) demeurent droits et rigides tout au long de la saison hivernale. La très haute densité des tiges permet la rétention de la neige dans la surface plantée.

Les plants de *Vernonia noveboracensis* (figure 22) présentent une reprise et des densités très variables selon les parcelles. Leur possibilité d'agir comme obstacle au déplacement de la neige en est donc affectée. Certaines accumulations sont constatées dans les parcelles où la reprise est meilleure, mais les tiges présentent une rigidité moins grande qu'*Helianthus decapetalus*. Pour toutes ces raisons, la performance de la plante est mitigée.



Figure 19 *Panicum virgatum*
'Strictum' en hiver 2004-2005



Figure 20 *Silphium perfoliatum*
en hiver 2004-2005



Figure 21 *Vernonia noveboracensis*
en hiver 2004-2005



Figure 22 *Helianthus decapetalus*
en hiver 2004-2005



Figure 23 *Coreopsis tripteris*
en hiver 2004-2005



Figure 24 *Heliopsis helianthoides*
en hiver 2004-2005

9.3.2 Effet brise-vent pour le dispositif expérimental linéaire

À l'hiver 2005, toutes les conditions permettant d'effectuer le suivi du dispositif expérimental linéaire sont réunies, les plantes atteignent leur maturité et les points de contrôle sont mis en place. Malgré la présence de plusieurs variétés dans le dispositif linéaire, seuls les *Coreopsis tripteris* (figure 23) et les *Heliopsis helianthoides* (figure 24) font l'objet d'un suivi hivernal pour évaluer leur capacité de rétention. Le premier constat concerne l'observation visuelle des plants pour leurs qualités en tant qu'obstacle à la neige (tableau 23).

Tableau 23 **Appréciation visuelle des végétaux
du dispositif expérimental linéaire**

Plante	Feuillage en hiver	Tige	Note
<i>Heliopsis helianthoides</i>	Partiellement détaché	Rigide	Haute densité des tiges
<i>Coreopsis tripteris</i>	Partiellement détaché	Rigide	Tige cassant à la base

Les plants de *Coreopsis tripteris* (figure 23) sont affectés par deux facteurs climatiques, soit les forts vents et les périodes de verglas. Plusieurs tiges sont penchées à la fin de la saison automnale et au début de la saison hivernale, avec comme résultat une moins bonne performance à retenir la neige. À la fin du cycle végétatif, les tiges semblent perdre de leur résistance et présentent une fragilité aux conditions que l'on trouve en milieu ouvert.

Les plants d'*Heliopsis helianthoides* (figure 24), lorsque la reprise est concluante à plus de 80 %, présentent quant à eux un bon comportement à la fin de la saison de croissance. Les tiges se tiennent bien droites avec une grande densité au sol. Le feuillage se maintient à environ la moitié de sa densité à la fin de l'automne, pour disparaître complètement au cours de l'hiver. Toutefois, la densité des tiges semble suffire pour offrir des obstacles et permettre l'accumulation de la neige à l'intérieur des surfaces plantées. Il est possible d'associer ce résultat au comportement du phragmite, dont il ne reste que les tiges en hiver mais qui joue bien son rôle de trappe à neige grâce à la densité de ses tiges. La profondeur de 3,9 m du dispositif ne semble cependant pas suffire pour contenir la totalité de la neige accumulée entre les tiges à l'hiver 2005.

9.3.3 Discussion sur l'effet brise-vent du dispositif expérimental linéaire

Le dispositif expérimental linéaire mis en place pour diminuer l'enneigement sur la chaussée est conçu de manière à capter la neige à l'intérieur des surfaces de plantation. L'effet de trappe à neige est observé à l'intérieur du dispositif, soit 3,9 m, à la suite des mesures prises entre janvier et mars 2005 (annexe V). Ce phénomène avait déjà été constaté avec d'autres variétés de plantes herbacées (phragmite) et des plantes arbustives.

L'effet initial de rétention de la neige semble se produire à l'intérieur de l'obstacle. Lorsque la capacité d'accumulation est atteinte, l'ensemble de la zone plantée devient lui-même un obstacle qui provoque une accumulation en aval de ce dernier. Ce phénomène subséquent est amplement couvert par la littérature traitant des brise-vent. À la suite du calcul des moyennes des mesures de neige et de leur interprétation graphique pour chacune des espèces et pour chacun des piquets (annexe V), il ressort effectivement une tendance vers une accumulation de neige supérieure sur les parcelles d'*Heliopsis helianthoides* et de *Coreopsis tripteris*. Cette analyse permet de formuler les conclusions suivantes :

- les parcelles avec le *Coreopsis tripteris* sont plus efficaces pour capter la neige que les parcelles avec l'*Heliopsis helianthoides* pendant l'hiver 2004-2005;
- devant le dispositif expérimental linéaire (piquet b), les parcelles avec le *Coreopsis tripteris* amassent 22,2 % plus de neige que les parcelles témoins;
- à l'intérieur des parcelles (mesuré à l'avant et à l'arrière – piquets b et c respectivement), le *Coreopsis tripteris* capte 9 % plus de neige que les parcelles témoins pour toute la saison hivernale;
- selon les mesures des piquets a, b et c, le *Coreopsis tripteris* capte 5,9 % plus de neige que les parcelles témoins;
- *Coreopsis tripteris* et *Helianthus helianthoides* peuvent améliorer leur capacité de rétention de la neige au fur et à mesure qu'ils croissent et deviennent plus denses, et donc moins poreux;
- à l'avenir, il sera important de relever des mesures de neige additionnelles à l'intérieur de la parcelle avec l'ajout des 3 à 4 piquets à chaque mètre.

Le suivi hivernal porte donc davantage sur l'effet initial de rétention à l'intérieur de l'obstacle, composé pour cette recherche de plantes herbacées. Malgré des hivers dont les précipitations se sont éloignées des moyennes saisonnières, des conclusions peuvent être tirées pour évaluer le comportement des différentes espèces testées.

De façon générale, d'après les résultats obtenus dans les parcelles où les végétaux démontrent une bonne qualité en tant qu'obstacle à la neige (rigidité et densité), on peut constater que l'effet de trappe à neige semble être obtenu, puisque des accumulations significatives se sont formées dans la zone plantée. Cependant, aucune parcelle ne permet une rétention complète de la neige soufflée par les vents. L'accumulation de neige dans l'obstacle est moindre que pour des rangées de maïs à une profondeur similaire, et des accumulations sont toujours mesurables en aval du brise-vent.

9.3.4. Discussion sur l'effet brise-vent du dispositif expérimental de haie brise-vent avec relief

Le profil de la butte du dispositif avec relief semble contribuer à augmenter la capacité de rétention de la neige des surfaces plantées, puisque les modulations de la pente entraînent une modification dans la vitesse d'écoulement de la neige et provoque un dépôt en aval du sommet.

Les constats issus des observations visuelles démontrent des tendances suffisamment concluantes pour déterminer les variétés performantes et donc aptes à être réutilisées dans la composition d'un brise-vent de type trappe à neige. Il est aussi pertinent d'envisager la combinaison de ces espèces avec d'autres ou d'augmenter la profondeur des parcelles plantées afin d'améliorer l'efficacité globale du brise-vent.

Les variétés recommandées pour la conception de brise-vent sont les suivantes : *Heliopsis helianthoides*, *Panicum virgatum* 'Strictum' et *Helianthus decapetalus*.

10. CONCLUSION

Cette étude portait sur l'utilisation de plantes vivaces florifères comme brise-vent hivernaux en milieu autoroutier. L'introduction d'herbacées à floraison remarquable comme brise-vent hivernaux permettra, dans le futur, de définir de nouvelles fonctions à ce type de végétaux.

Les principaux objectifs étaient de connaître le potentiel et l'efficacité des espèces herbacées florifères comme brise-vent et de vérifier leur niveau d'adaptation aux conditions autoroutières en mesurant leur taux de survie et leur développement. Un autre objectif visait l'augmentation de la sécurité pour la circulation routière en hiver en essayant de réduire la poudrierie et les accumulations de neige sur la chaussée. Il s'agissait également d'offrir un avantage écologique maximal par l'utilisation d'espèces végétales indigènes ou naturalisées et d'améliorer l'aspect esthétique des abords des routes par l'utilisation d'espèces florifères. Finalement, des objectifs d'ordre économique visaient une gestion écologique des abords autoroutiers en vue de diminuer les coûts d'entretien liés à la tonte et au déneigement de la chaussée, pour les périodes estivale et hivernale respectivement.

Une première phase de recherche documentaire a été effectuée en vue de connaître l'expérience acquise en matière d'utilisation d'arbres, d'arbustes et d'herbacées comme brise-vent hivernaux. Le survol des recherches antérieures a démontré que les arbustes et les herbacées telles que les graminées sont efficaces comme brise-vent pour capter la neige. Cependant, aucune recherche n'avait jusqu'ici porté sur les plantes herbacées vivaces florifères, d'où l'originalité de la présente étude.

L'étape de la recherche documentaire a permis de comprendre et de souligner les facteurs qui influent sur l'étendue de neige amassée par des écrans, soit la direction des vents, la hauteur du brise-vent ainsi que la densité ou le degré de porosité du brise-vent. Ces éléments devaient être considérés lors de la conception et de l'implantation du brise-vent florifère.

Des observations faites à Oka depuis 1985 ont démontré la forte capacité des quenouilles (*Typha sp.*) et des phragmites à capter la neige aux abords du lac des Deux Montagnes. Ces observations sur le terrain ont en effet démontré qu'une végétation herbacée à densité accrue est efficace pour capter la neige à l'intérieur du massif en raison de sa porosité réduite.

Une sélection d'arbustes et d'herbacées offrant le meilleur potentiel en tant que brise-vent et ayant un potentiel optimal en vue d'une utilisation le long des abords routiers a été effectuée. Les critères de performance pour chaque groupement de végétaux ont été établis en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques et selon les conditions environnementales en milieu autoroutier.

Les sites choisis le long de l'autoroute 20 représentent des cas types de la problématique liée aux effets des vents hivernaux. Deux dispositifs expérimentaux ont été implantés, et les données concernant la croissance et le développement des plants ainsi que l'accumulation de neige ont été collectées de juillet 2003 à mars 2005.

Le dispositif expérimental linéaire était composé de deux espèces d'herbacées et de deux types de traitement, l'un avec paillis et l'autre sans paillis. Il devait permettre de tester l'effet brise-vent des herbacées ainsi que leur croissance en milieu autoroutier. À l'intérieur de ce dispositif, six petites parcelles, chacune plantée d'une espèce d'herbacée différente, devaient servir à tester leur capacité de survie aux abords de l'autoroute.

Les plants d'*Heliopsis helianthoides* et de *Coreopsis tripteris* ont offert des performances équivalentes quant à leur croissance (diamètre et hauteur), le deuxième étant plus performant en hauteur que le premier. Le taux de survie était aussi semblable chez les deux espèces pour les deux années de collecte des données, soit 2003 et 2004. Les plants d'*Heliopsis helianthoides* sont visuellement très attrayants durant toute l'année et, à l'automne, nulle tige n'est penchée pour les parcelles traitées avec paillis. Les plants de *Coreopsis tripteris* ont également un effet visuel très attrayant pendant la floraison, mais une partie de leurs tiges sont penchées à l'automne. L'effet du paillis est significatif pour les deux espèces dès la première année.

Selon le calcul des moyennes d'accumulation de neige, l'effet brise-vent est plus significatif pour le *Coreopsis tripteris* que pour l'*Heliopsis helianthoides*, malgré le fait que les tiges du *Coreopsis tripteris* ne restent pas toutes droites. Cependant, le suivi hivernal effectué sur une seule année n'est pas concluant. Durant la période de collecte des données, des facteurs climatiques contraignants tels que du verglas ou de la neige peu abondante peuvent influencer sur les résultats. Idéalement, le suivi hivernal doit être répété une deuxième année avant de tirer une conclusion concernant l'espèce qui se prête le mieux à une utilisation comme brise-vent hivernal. Il serait aussi intéressant de prendre les mesures de la neige à l'intérieur des parcelles, ainsi qu'en aval du brise-vent. D'où l'importance de compléter la pose de piquets, tel que l'indique la figure 12.

La mise en valeur des abords autoroutiers est une réussite avec les deux espèces. Pendant leur floraison, elles ornent ce trajet autoroutier de façon spectaculaire. La multitude de fleurs de ces deux espèces peut en effet être perçue même de très loin, créant ainsi un effet visuel positif à ne pas manquer.

Quant à la capacité d'implantation des six autres espèces, *Andropogon gerardii* et *Rudbeckia nitida* ont un taux de survie allant au-delà de 75 %. Le taux de survie d'*Helenium autumnale* et de *Rudbeckia laciniata* se situe entre 20 et 50 %. Les plants de *Veronicastrum virginicum* et de *Vernonia fasciculata*, les seuls de ce groupe ayant reçu le traitement sans paillis, ne sont plus visibles à partir du mois d'août de la deuxième année de croissance, soit 2004.

Le dispositif expérimental avec relief, qui est composé de quatre espèces d'herbacées, a reçu un seul traitement avec paillis. Il devait servir à tester la croissance des herbacées en milieu autoroutier. *Silphium perfoliatum* est l'espèce qui a offert la meilleure performance en termes de hauteur. L'effet visuel de sa floraison est déjà éclatant en 2003. À la deuxième année de croissance, en 2004, le diamètre des plants est assez grand pour recouvrir la surface de chaque parcelle à 100 %, mais leurs tiges sont couchées au sol en janvier 2005 et ne peuvent donc pas capter la neige. Les espèces *Panicum virgatum* et *Helianthus decapetalus* atteignent une bonne hauteur lors de la première année d'observation. À la deuxième année, les plants constituent des masses très denses, bien visibles et très plaisantes visuellement. La floraison tardive d'*Helianthus decapetalus* est attrayante et très visible. Elle constitue certainement un grand atout pour cette plante. La surface de chaque parcelle est également recouverte à 100 % pour ces deux espèces. Les tiges de *Panicum virgatum* penchent dès le mois d'août, mais cela ne semble pas empêcher la parcelle de capter la neige. Quant aux tiges d'*Helianthus decapetalus*, elles restent debout et semblent avoir un grand potentiel comme trappe à neige. Les tiges de *Vernonia noveboracensis* restent droites durant tout l'hiver, mais les plants présentent un taux de survie inférieur à 50 %. Ce n'est donc pas une espèce facile à introduire dans les abords autoroutiers, surtout si la plantation se fait en août. Sa floraison pourpre est cependant très spéciale et différente de celle de toutes les autres espèces. Les espèces utilisées dans le dispositif expérimental avec relief fleurissent à des périodes différentes. Ainsi, dans son ensemble, ce dispositif se révèle très attrayant visuellement sur une longue période.

Cette recherche a démontré que certaines plantes florifères ont la capacité de servir efficacement comme brise-vent hivernal. Même si les mesures de neige relevées à l'hiver 2004-2005 n'ont pas donné de résultats spectaculaires, elles démontrent quand même le potentiel de ces plantes florifères à capter la neige, protégeant ainsi la chaussée. Leur performance peut même être améliorée par la combinaison de ces plantes à d'autres plantes herbacées, comme des graminées, pour augmenter la densité des masses de plantation et diminuer ainsi leur degré de porosité, un avantage pour le brise-vent floral.

Les plantes florifères implantées dans les deux dispositifs expérimentaux contribuent bien à l'augmentation du potentiel écologique du corridor routier. En effet, leurs fleurs attirent différents insectes par leur nectar, leur pollen et leurs semences qui attirent aussi différentes espèces d'oiseaux. Le *Silphium perfoliatum* s'avère un véritable attrait pour les chardonnerets, tandis que les rhizomes épais d'*Helianthus decapetalus* sont pour leur part recherchés par différents rongeurs. L'implantation de grands groupements de ces deux plantes combinées à différentes plantes florifères ou graminées augmente également le potentiel écologique du lieu.

Comme les plantes étudiées dans cette expérience n'ont besoin que d'une tonte par année, un avantage économique est aussi envisageable.

L'attrait visuel des différentes plantes est certainement impressionnant, même vu par les occupants d'une voiture roulant à 100 km/h. Leurs nombreuses fleurs, ainsi que leur densité et l'intensité de leurs couleurs, font de *Coreopsis tripteris*, *Heliopsis helianthoides*, *Silphium perfoliatum*, *Helianthus decapetalus* et *Vernonia noveboracensis* des espèces présentant un très grand attrait visuel. Leur potentiel pour rendre l'infrastructure routière plus intéressante et dynamique est en effet bien évident dans la présente étude. Il est donc possible d'envisager la transformation des tronçons routiers en véritables corridors touristiques par l'implantation des différentes plantes florifères combinées à des graminées et à d'autres plantes.

11. RECOMMANDATIONS

Voici les recommandations qui découlent des résultats obtenus dans la présente étude.

Pour l'implantation des plantes herbacées en milieu autoroutier, la mise en place de paillis s'avère une méthode très efficace et fortement recommandée pour le contrôle des plantes herbacées indésirables (plantes herbacées adventices) à l'intérieur des plantations.

Avant la plantation, il est aussi important d'éliminer complètement les plantes indésirables du site, soit mécaniquement, soit chimiquement.

Il est recommandé d'utiliser les espèces offrant les plus hauts taux de survie et la meilleure croissance, soit *Heliopsis helianthoides*, *Coreopsis tripteris*, *Andropogon gerardii*, *Panicum virgatum* 'Strictum', *Silphium perfoliatum* et *Helianthus decapetalus*.

Il est recommandé d'entretenir les plantations par l'arrosage et le contrôle des plantes indésirables durant au moins les deux premières années. La tonte des tiges sèches doit être faite une fois par an, au printemps.

Il est recommandé de planter les espèces *Heliopsis helianthoides*, *Coreopsis tripteris* et *Panicum virgatum* 'Strictum' à une distance de 50 cm, de centre à centre. Pour les espèces *Silphium perfoliatum*, *Vernonia noveboracensis* et *Helianthus decapetalus*, il est recommandé de respecter une distance de plantation égale à 90 cm, de centre à centre.

Il est recommandé de laisser sur place, à l'intérieur de la plantation, le plus de matière organique possible – tiges tondues et feuilles sèches de l'année précédente. L'utilisation d'une tondeuse combinée à une déchiqueteuse pour pouvoir remettre la matière déchiquetée immédiatement sur le site de plantation est une possibilité à envisager.

Il est recommandé de fertiliser au moment où les plants montreront les premiers signes d'épuisement, soit le ralentissement de leur croissance.

Il est recommandé d'installer les piquets manquants sur le dispositif expérimental linéaire tel qu'il est illustré à la figure 12, et de procéder à un autre suivi hivernal avec prise de mesures à chaque chute de neige abondante entre les mois de janvier et mars d'une même année.

Pour conclure de façon brève les recommandations de la présente étude, le tableau 24 présente une synthèse de l'ensemble des végétaux utilisés et de leur usage recommandé soit comme brise-vent, soit comme plantes de mise en valeur des abords de route.

Tableau 24 Usage recommandé des végétaux

Plantes testées (* sans paillis)	Usage		Remarques
	Brise-vent	Mise en valeur	
DISPOSITIF LINÉAIRE	Brise-vent	Mise en valeur	Remarques
<i>Heliopsis helianthoides</i>	À valider	Excellente	Tiges droites et cassantes
<i>Coreopsis tripteris</i>	Acceptable	Excellente	Tiges droites
<i>Andropogon gerardii</i>		Excellente	Tiges droites
<i>Helenium autumnale</i>			Taux de mortalité élevé la première année seulement
<i>Rudbeckia laciniata</i>			Taux de mortalité élevé la première année seulement
<i>Rudbeckia nitida</i> *		Bonne	Tiges penchées
<i>Vernonia fasciculata</i> *			Plants supprimés par les mauvaises herbes
<i>Veronicastrum virginicum</i> *			Taux de mortalité élevé Plants supprimés par les mauvaises herbes
DISPOSITIF AVEC RELIEF			
<i>Panicum virgatum</i> 'Strictum'	Potentiel	Excellente	Tiges penchées
<i>Silphium perfoliatum</i>		Excellente	Tiges cassées
<i>Helianthus decapetalus</i>	Potentiel	Excellente	Tiges droites
<i>Vernonia noveboracensis</i>			Taux de mortalité élevé la première année seulement

Au-delà de l'utilisation des plantes florifères comme brise-vent, les espèces étudiées démontrent un bon potentiel pour d'autres fonctions. Ainsi, certaines plantes reconnues pour leur vigueur remarquable, comme le *Silphium perfoliatum* et l'*Helianthus decapetalus*, peuvent être introduites ponctuellement ou par groupes dans la végétation existante aux abords des routes. Les associations végétales déjà en place aux abords des routes sont largement dominantes et assez monotones si l'on pense aux populations de phragmites. L'aspect esthétique de cette végétation pourrait donc être largement amélioré par l'introduction de plantes vigoureuses telles que le *Silphium* et l'*Helianthus*. Selon les résultats de la présente étude, leur performance par rapport à leur croissance en milieu autoroutier est assez bonne pour leur permettre de s'établir à côté et peut-être même à l'intérieur des peuplements de phragmites. Seraient-elles capables d'y apporter de la diversité ou même de les repousser? Si oui, de quelle manière? Ce sont des questions à explorer dans des recherches futures.

Une dernière observation mérite d'être mise en relief. Certaines plantes sur les deux dispositifs expérimentaux montrent depuis leur deuxième année de croissance un feuillage assez dense pour que quelques rangées suffisent à produire un écran opaque. Ces plantes hautes dont la croissance est très rapide et assez vigoureuse démontrent un bon potentiel pour constituer des écrans anti-éblouissement bien efficaces – écrans contre la lumière éblouissante des phares – si elles sont plantées dans le terre-plein central des autoroutes.

La présente étude est un premier pas dans l'exploration du potentiel bien défini des plantes florifères pour l'aménagement du réseau routier québécois, et elle constitue une contribution pour pousser plus avant l'introduction de plantes florifères dans l'aménagement de l'environnement routier.

BIBLIOGRAPHIE

- Agriculture ET agroalimentaire Canada. *Zones de rusticité des plantes au Canada* [En ligne], 1967, [<http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/climate/hardiness/webmap.html>] (avril 2003). Mise à jour le 27 mars 2001.
- Barone, S., et F. Oehmichen. *Les graminées au jardin et à la maison*, Montréal, Les Éditions de l'Homme, 2001.
- Brickell, C., T. Cole et J.D. Zuk. *Reader's Digest A-Z Encyclopedia of Garden Plants*, Québec, The Reader's Digest Association, 1997.
- Centre de ressources en impacts et adaptation au climat et à ses changements (CRIACC). *Climat : Bilan de l'année 2003*, [En ligne], [<http://www.criacc.qc.ca/index.html>] (13 février 2004). Mise à jour le 24 janvier 2004.
- Centre de Ressources en Impacts et Adaptation au Climat et à ses Changements (CRIACC). *Climat : Bilan mensuel (d'août 2002 à avril 2005)*, [En ligne], [<http://www.criacc.qc.ca/index.html>] (13 février 2004; 5 mars 2005; 26 mai 2005). Mise à jour le 16 mai 2005).
- Collectif. *Botanica*, Cologne, Könemann Verlagsgesellschaft mbH, 1999.
- D'Aoust, M., et G. Couture. *Études de sol - Rapport final*, Montréal, Éco-Vision environnement et agriculture, décembre 2002.
- Darke, R. *The Color Encyclopedia of Ornamental Grasses*, Portland (Oregon), Timber Press, 1999.
- Dirr, M.A. *Manual of Woody Landscape Plants. Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses*, Champaign (Illinois), Stipes Publishing Company, 1990.
- Dumont, B. *Guide des végétaux d'ornement pour le Québec : Les arbustes*, La Prairie, Éditions Marcel Broquet, 1992, Tome III.
- Frank, A.B., et E.J. George. « Windbrakes for Snow Management in North Dakota », *Proc. Council of Snow Management on the Great Plains*, Great Plains Agriculture Council, Publishing, No. 73, 1973, p. 144-154.
- Gaudreau, R., et al. *Logiciel Seve*, version 3.1 Windows, (Logiciel), Montréal, Pays Image, 1995, disquettes.

- George, E.J. « Effect of Tree Windbreaks and Slat Barriers on Wind Velocity and Crop Yields », dans Scholten, H., *Snow Distribution on Crop Fields. Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., Nos. 22-23, 1988, p. 363-380.
- George, E.J., D. Broberg et E.L. Worthington. « Influence of Various Types of Field Windbreak on Reducing Wind Velocities and Depositing Snow », dans Scholten, H., *Snow Distribution on Crop Fields. Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., Nos. 22-23, 1988, p. 363-380.
- Greb, B.W., et A.L. Black. *Vegetative Barriers and Artificial Fences for Managing Snow in the Central and Northern Plains*, Northern Plains Branch, Soil and Water Conservation Research Division, Agricultural Research Service, USDA and Colorado and Montana Agricultural Experiment Stations, 1971.
- Gullickson, D., S.J. Josiah et P. Flyn. *Catching the Snow with Living Snow Fences*, Minnesota Department of Transportation, Office of Environmental Services, Forest Unity, University of Minnesota Extension Service, 1999, 125 p.
- Hansen, R., et F. Stahl. *Les plantes vivaces et leurs milieux*, Stuttgart, Eugen Hulmer GmbH & Co., 1962.
- Jelitto, L., et W. Schacht. *Hardy Herbaceous Perennials*, Portland (Oregon), Timber Press, 1990.
- Marie-Victorin, frère. *Flore laurentienne*, 3^e édition, Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal, 1985.
- Mathieu, C. *Sel de déglacage et aménagement paysager*, Québec, ministère des Transports du Québec, 1986.
- Oehmichen, F., et S. Barone. *Projet de recherche sur l'ensemencement de plantes florifères sur les abords de route (PREPF) : rapport final*, Québec, collection « Études et recherches en transports », ministère des Transports du Québec, 1999, 59 p.
- Panfilov, J.E. « The Influence of Shelterbelts », dans Scholten, H., *Snow Distribution on Crop Fields. Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V. Nos. 22-23, 1988, p. 363-380.
- Peterson, T.C., et R.A. Schmidt. *Outdoor Scale Modeling of Shrub Barriers in Drifting Snow. Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., No. 31, 1984, p. 167-181.

- Samson, L.J. « Thinning to Achieve Desired Density in Field Shelterbelts », dans Scholten, H., *Snow Distribution on Crop Fields. Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 1988, Nos. 22-23, 1988, p. 363-380.
- Shaw, D.L. « The Design and Use of Living Snow Fences in North America », *Ecosystems and Environment*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., Nos. 22-23, 1988, p. 351-362.
- Sherk, L.C., et A.R. Buckley. *Arbustes ornementaux pour le Canada*, ministère de l'Agriculture du Canada, 1972, 189 p.
- Tabler, R.D. *Snow Fence Guide*, Washington D.C., Strategic Highway Research Program, National Research Council, 1991.
- Zycov, I.V. « Peculiarities of Snow Meltin and the Importance of Shelterbelts in the Forest-steppe of Siberia », dans Scholten, H., *Snow Distribution on Crop Fields. Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., Nos. 22-23, 1988, p. 363-380.

Annexe 1



Photo 1 : Dispositif expérimental linéaire avant la plantation



Photo 2 : Dispositif expérimental linéaire durant la plantation



Photo 3 : Dispositif expérimental linéaire à la fin de la plantation



Photo 4 : Dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief avant la plantation



Photo 5 : Dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief durant la plantation



Photo 6 : Détail de plantation du dispositif expérimental de haie brise-vent combiné avec relief

Annexe 2

Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Heliopsis helianthoides*

Nombre de plants installés : 1278

Parcelle : B1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 27 août 2003

Diamètre de chaque plant (cm)	53	48	44	43	47	38	35	29	40	35	29	36	33	29	33
Hauteur de chaque plant (cm)	117	110	135	130	139	111	100	153	162	140	162	131	132	126	145

Diamètre moyen : 0,38 m Hauteur moyenne : 1,33 m

Observation visuelle	25/07/2003	27/08/2003	29/09/2003	31/10/2003
Survie de l'espèce (%)		98 %		
Présence de tiges penchées	non	non	non	oui
Maladies et parasites	non	non	non	non
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non	non	non	non
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non	non	non	non
Anomalies	non	non	non	non
Remarques	Plants en bonne santé. Présence de mauvaises herbes (prêle).	Plants en bonne santé. Aucun signe de sécheresse. Pleine floraison. Très plaisant visuellement.	Pleine floraison. Très plaisant, visuellement.	Peu de tiges penchées. Croissance plus lente que sur les parcelles B3 et B4. Très plaisant visuellement.



Nom du plant : *Coreopsis tripteris*

Nombre de plants installés : 1276

Parcelle : C1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 27 août 2003

Diamètre de chaque plant (cm)	37	57	74	52	32	52	43	29	39	52	58	34	26	43	36
Hauteur de chaque plant (cm)	173	159	165	163	155	128	135	172	169	149	162	149	143	170	106
Diamètre moyen : 0,44 m		Hauteur moyenne : 1,53 m													
<u>Observation visuelle</u>	25/07/2003				27/08/2003				29/09/2003				31/10/2003		
Survie de l'espèce (%)					95 %										
Présence de tiges penchées	oui				oui				oui				oui		
Maladies et parasites	non				oui				non				oui		
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non				non				non				non		
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non				non				non				non		
Anomalies	non				oui				oui				oui		
Remarques	Beaucoup de tiges penchées.				Beaucoup de tiges penchées. Plants attaqués par la rouille (taches jaunes de 5 mm de diamètre). Début de la floraison. Déplaisant visuellement.				Beaucoup de tiges penchées. Plants attaqués par la rouille.				Beaucoup de tiges penchées. Le sol est-il trop fertile? Y a-t-il eu trop de pluie durant la saison? Présence de rouille sur les feuilles. Déplaisant visuellement.		



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant: *Panicum virgatum* 'Strictum'

Nombre de plants installés : 280

Parcelle : D1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 27 août 2003

Diamètre de chaque plant (cm)	35	41	50	51	48	57	48	41	44	46	45	44	39	38	50
Hauteur de chaque plant (cm)	134	137	142	151	146	147	155	145	143	149	138	134	131	135	131

Diamètre moyen : 0,45 m Hauteur moyenne : 1,41 m

Observation visuelle	25/07/2003	27/08/2003	29/09/2003	31/10/2003
Survie de l'espèce (%)		98 %		
Présence de tiges penchées	non	non	non	non
Maladies et parasites	non	non	non	non
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non	non	non	non
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non	non	non	non
Anomalies	non	non	non	non
Remarques	Plants en bonne santé. Début de la floraison.	Plants en bonne santé. Pleine floraison. Croissance plus lente à l'extrémité ouest de la parcelle. Très plaisant visuellement.	Plants en bonne santé. Pleine floraison. Plants beaucoup plus bas qu'en pépinière. Très plaisant visuellement.	Plants en bonne santé. Belle couleur automnale. Plants beaucoup plus bas qu'en pépinière. Très plaisant visuellement.



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Silphium perfoliatum*

Nombre de plants installés : 280

Parcelle : E1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 27 août 2003

Diamètre de chaque plant (cm)	35	33	22	37	43	35	38	27	24	32	32	29	34	39	34
Hauteur de chaque plant (cm)	120	142	127	130	138	139	136	104	122	83	98	63	80	82	85
Diamètre moyen : 0,33 m		Hauteur moyenne : 1,10 m													
Observation visuelle	25/07/2003				27/08/2003				29/09/2003				31/10/2003		
Survie de l'espèce (%)					98 %										
Présence de tiges penchées	non				non				non				oui		
Maladies et parasites	non				non				non				non		
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non				non				non				non		
Difficulté des tiges à passer travers le paillis	non				non				non				non		
Anomalies	non				non				non				non		
Remarques	Plants vigoureux. Croissance exubérante.				Plants en bonne santé. Surface couverte à 80 %. Pleine floraison. Très plaisant visuellement.				Plants en bonne santé. Se touchent à peine. Plants beaucoup plus bas qu'en pépinière. Très plaisant visuellement.				Plants en bonne santé. Tiges légèrement penchées vers la pente. Les parcelles E1, E2, E3 et E4 sont semblables, visuellement. Très plaisant visuellement.		



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Helianthus decapetalu*

Nombre de plants installés : 285

Parcelle : F1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 27 août 2003

Diamètre de chaque plant (cm)	49	52	48	51	59	53	70	58	49	46	62	58	47	59	44
Hauteur de chaque plant (cm)	142	148	143	138	130	132	149	132	138	114	159	138	133	123	135

Diamètre moyen : 0,54 m Hauteur moyenne : 1,37 m

Observation visuelle	25/07/2003	27/08/2003	29/09/2003	31/10/2003
Survie de l'espèce (%)		98 %		
Présence de tiges penchées	non	non	non	oui
Maladies et parasites	non	non	non	non
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non	non	non	non
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non	non	non	non
Anomalies	oui	oui	oui	non
Remarques	Croissance vigoureuse. Surface couverte à 100 %. Quelques trous dans les feuilles, mais sans grande importance.	Quelques feuilles mangées par les sauterelles. Plants en bonne santé. Plantation très dense. Très plaisant visuellement.	Plants moins denses qu'en F2, F3 et F4. Tiges minces, feuilles plus petites et sèches à la moitié inférieure du plant. Pleine floraison. Très plaisant visuellement.	Croissance vigoureuse. Tiges légèrement penchées. La plus haute de toutes les espèces plantées.



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Vernonia noveboracensis*

Nombre de plants installés : 279

Parcelle : G1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 27 août 2003

Diamètre de chaque plant (cm)	32	33	35	50	29	49	47	43	36	45	44	50	63	36	32
Hauteur de chaque plant (cm)	102	94	102	127	90	111	107	134	100	108	110	83	122	134	80
Diamètre moyen : 0,42 m		Hauteur moyenne : 1,07 m													
Observation visuelle	25/07/2003				27/08/2003				29/09/2003				31/10/2003		
Survie de l'espèce (%)					70 %										
Présence de tiges penchées	non				oui				oui				oui		
Maladies et parasites	non				non				oui				non		
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non				non				non				non		
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non				non				non				non		
Anomalies	non				oui				oui				oui		
Remarques	Environ 30 % des plants, - ceux situés en haut de la pente - n'ont pas survécu à l'hiver.				Plants en bonne santé. Peu de tiges penchées. Début de la floraison.				Parcelle la mieux réussie. Tiges très penchées vers la pente. Feuilles inférieures atteintes du blanc.				Plants bruns, feuillage noirci. Peu esthétique. Tiges très penchées vers la pente. Grands espaces vides à l'intérieur de la parcelle.		



Annexe 3

Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Heliopsis helianthoides*

Nombre de plants installés : 1278

Parcelle : B1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 24 août 2004

Diamètre de chaque plant (cm)	40	42	35	62	28	62	30	47	59	49	56	50	65	50	44
Hauteur de chaque plant (cm)	137	145	159	156	125	153	163	168	180	156	196	162	172	162	186

Diamètre moyen : 0,48 m Hauteur moyenne : 1,61 m

Observation visuelle	27/07/2004	24/08/2004	29/09/2004	25/10/2004
Survie de l'espèce (%)		100 %		
Présence de tiges penchées	non	non	non	non
Maladies et parasites	non	oui	oui	oui
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non	non	non	non
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non	non	non	non
Anomalies	non	oui	oui	non
Remarques	Pleine floraison. Plants en bonne santé. Très plaisant visuellement.	Fin de la floraison. Très plaisant visuellement. Présence de pucerons sur les tiges florales.	Peu de pucerons. Plantation bien dense. Plaisant visuellement.	Feuilles encore vertes. Présence de rouille. Plantation dense avec un bel effet d'écran. Plaisant visuellement.



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Coreopsis tripteris*

Nombre de plants installés : 1276

Parcelle : C1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 24 août 2004

Diamètre de chaque plant (cm)	74	90	77	52	70	55	52	54	105	45	45	33	60	58	57	
Hauteur de chaque plant (cm)	223	219	190	205	216	218	190	218	205	187	175	238	194	227	216	
Diamètre moyen : 0,62 m Hauteur moyenne : 2,08 m																
<u>Observation visuelle</u>	27/07/2004				24/08/2004				29/09/2004				25/10/2004			
Survie de l'espèce (%)					100 %											
Présence de tiges penchées	non				non				non				oui			
Maladies et parasites	non				oui				oui				oui			
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non				non				non				non			
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non				non				non				non			
Anomalies	non				oui				oui				non			
Remarques	Plantation très uniforme. Boutons floraux apparents. Texture très plaisante visuellement.				Début de la floraison. Tiges très épaisses, environ 2 cm de diamètre. Présence peu importante de rouille sur le feuillage.				Fin de la floraison. Présence peu importante de rouille sur le feuillage. Feuillage vert. Pas de mauvaises herbes. Très plaisant visuellement.				Effet d'écran, malgré quelques tiges penchées. Pas de mauvaises herbes. Très plaisant visuellement.			



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Panicum virgatum* 'Strictum'

Nombre de plants installés : 280

Parcelle : D1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 24 août 2004

Diamètre de chaque plant (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
Hauteur de chaque plant (cm)	169	167	173	176	161	169	174	175	167	171	160	177	173	174	170	
Diamètre moyen : 0,70 m Hauteur moyenne : 1,70 m																
<u>Observation visuelle</u>	27/07/2004				24/08/2004				29/09/2004				25/10/2004			
Survie de l'espèce (%)					100 %											
Présence de tiges penchées	non				non				non				non			
Maladies et parasites	non				non				non				non			
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non				non				non				non			
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non				non				non				non			
Anomalies	non				non				non				non			
Remarques	Dense et très uniforme. Aucune mauvaise herbe. Très plaisant visuellement.				Pleine floraison. Dense et très uniforme. Aucune mauvaise herbe. Très plaisant visuellement.				Pleine floraison. Dense et très uniforme. Aucune mauvaise herbe. Texture attrayante. Très plaisant visuellement.				Dense et très uniforme. Tiges bien droites. Aucune mauvaise herbe. Texture attrayante. Très plaisant visuellement.			



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Silphium perfoliatum*

Nombre de plants installés : 280

Parcelle : E1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 24 août 2004

Diamètre de chaque plant (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Hauteur de chaque plant (cm)	243	241	220	227	229	231	232	227	240	239	227	233	231	218	222

Diamètre moyen : 0,70 m Hauteur moyenne : 2,31 m

Observation visuelle	27/07/2004	24/08/2004	29/09/2004	25/10/2004
Survie de l'espèce (%)		100 %		
Présence de tiges penchées	non	non	non	oui
Maladies et parasites	non	non	non	non
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non	non	non	non
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non	non	non	non
Anomalies	non	non	non	non
Remarques	Début de la floraison. Plants en très bonne santé. Très plaisant visuellement.	Pleine floraison. Beaucoup d'abeilles. Très dense. Très plaisant visuellement.	Floraison terminée. Plants en bonne santé. Très dense. Plaisant visuellement.	Très peu de tiges penchées. Plants secs. Très dense.



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Helianthus decapetalus*

Nombre de plants installés : 285

Parcelle : F1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 24 août 2004

Diamètre de chaque plant (cm)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Hauteur de chaque plant (cm)	190	164	184	201	187	163	203	183	176	169	175	187	189	152	188

Diamètre moyen : — Hauteur moyenne : 1,81 m

Observation visuelle	27/07/2004	24/08/2004	29/09/2004	25/10/2004
Survie de l'espèce (%)		98 %		
Présence de tiges penchées	non	non	non	non
Maladies et parasites	non	non	non	non
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non	non	non	non
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non	non	non	non
Anomalies	non	non	non	non
Remarques	Très dense. Plants vigoureux et en très bonne santé.	La motte de chaque plant n'est plus visible, il est donc impossible de mesurer le diamètre du plant. Quelques feuilles sont mangées par les sauterelles.	Début de la floraison. Visible de très loin. Très dense, aucune mauvaise herbe. Très plaisant visuellement.	Tiges très droites formant un écran dense. Les plants drageonnent et dépassent les limites de la parcelle.



Planification et aménagement ECO-Design

Nom du plant : *Vernonia noveboracensis*

Nombre de plants installés : 279

Parcelle : G1

Performance de l'espèce à la fin de l'été (sous-échantillon de 15 plants) Date de la visite : 24 août 2004

Diamètre de chaque plant (cm)	55	58	49	64	56	62	55	72	67	72	70	64	67	62	75	
Hauteur de chaque plant (cm)	194	188	185	203	170	184	192	104	167	175	189	174	204	182	194	
Diamètre moyen : 0,63 m Hauteur moyenne : 1,80 m																
<u>Observation visuelle</u>	27/07/2004				24/08/2004				29/09/2004				25/10/2004			
Survie de l'espèce (%)					70 %											
Présence de tiges penchées	non				oui				non				non			
Maladies et parasites	non				non				non				non			
Signes de dommage par le chlorure de sodium (NaCl)	non				non				non				non			
Difficulté des tiges à passer à travers le paillis	non				non				non				non			
Anomalies	non				non				non				non			
Remarques	Les plants qui restent ont bien survécu au très dur hiver 2003-2004. Massif non uniforme. Boutons floraux visibles.				Début de la floraison.				Plants encore en fleurs.				Plants en bonne santé. Feuillage encore vert.			



Annexe 4

Relief	diamètre				hauteur			
	2003		2004		2003		2004	
	moy.	é-type	moy.	é-type	moy.	é-type	moy.	é-type
Espèces								
helianth	60,53	9,98	70,00	0,00	151,17	17,96	177,83	12,00
panicum	47,05	7,05	70,00	0,00	129,32	13,25	171,85	7,39
silphium	43,05	10,40	70,00	0,00	119,22	24,76	228,08	13,37
vernonia	39,85	12,21	70,13	17,50	90,32	27,55	164,40	26,14
Total	47,62	12,76	70,03	8,70	122,50	30,70	185,54	29,84

Linéaire	diamètre				hauteur				
	2003		2004		2003		2004		
	moy.	é-type	moy.	é-type	moy.	é-type	moy.	é-type	
Espèces	Paillis								
coreops	Non	34,93	9,99	49,80	16,30	133,36	17,55	146,11	24,72
	Oui	44,27	13,06	61,80	18,60	153,20	18,82	208,07	17,58
	Total	37,27	11,47	52,80	17,54	138,32	19,72	161,60	35,51
heliops	Non	33,40	9,80	57,67	13,48	100,27	15,88	136,67	16,22
	Oui	41,40	8,78	52,62	12,64	122,87	25,37	161,11	14,44
	Total	39,40	9,62	53,88	12,93	117,22	25,24	155,00	18,22
Total	Non	34,55	9,88	51,77	15,91	125,08	22,32	143,75	23,14
	Oui	42,12	9,98	54,92	14,74	130,45	27,20	172,85	25,48
	Total	38,33	10,59	53,34	15,35	127,77	24,92	158,30	28,30

é-type écart type

Effet paillis (Analyse Wilcoxon)

Conclusions: effet significatif paillis pour chaque année, chaque espèce, chaque variable (hauteur, diamètre)

-hauteur----- annee=2003 esp=coreops -----

Normal Approximation
 Z 3.3135
 One-Sided Pr > Z 0.0005
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0009

-diamètre----- annee=2003 esp=coreops -----

Normal Approximation
 Z 2.5297
 One-Sided Pr > Z 0.0057
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0114

-hauteur----- annee=2003 esp=heliops -----

Normal Approximation
 Z -3.0749
 One-Sided Pr < Z 0.0011
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0021

-diamètre----- annee=2003 esp=heliops -----

Normal Approximation
 Z -2.5582
 One-Sided Pr < Z 0.0053
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0105

-hauteur----- annee=2004 esp=coreops -----

Normal Approximation
 Z 5.5948
 One-Sided Pr > Z <.0001
 Two-Sided Pr > |Z| <.0001

-diamètre----- annee=2004 esp=coreops -----

Normal Approximation
 Z 2.2398
 One-Sided Pr > Z 0.0126
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0251

-hauteur----- annee=2004 esp=heliops -----

Normal Approximation
 Z -4.2622
 One-Sided Pr < Z <.0001
 Two-Sided Pr > |Z| <.0001

-diamètre----- annee=2004 esp=heliops -----

Normal Approximation
 Z 1.3506
 One-Sided Pr > Z 0.0884
 Two-Sided Pr > |Z| 0.1768

Effet espèce (Analyse Wilcoxon)

Conclusions: effet significatif entre chaque espèce pour chaque année, chaque variable, paillis ou non excepté pour le diamètre en 2003.

En 2004 les effets sont parfois faibles

-hauteur----- annee=2003 paillis=Non -----

Normal Approximation
 Z -4.8334
 One-Sided Pr < Z <.0001
 Two-Sided Pr > |Z| <.0001

-diamètre----- annee=2003 paillis=Non -----

Normal Approximation
 Z -0.4530
 One-Sided Pr < Z 0.3253
 Two-Sided Pr > |Z| 0.6505

-hauteur----- annee=2003 paillis=Oui -----

Normal Approximation
 Z 3.9025
 One-Sided Pr > Z <.0001
 Two-Sided Pr > |Z| <.0001

-diamètre----- annee=2003 paillis=Oui -----

Normal Approximation
 Z 0.5045
 One-Sided Pr > Z 0.3070
 Two-Sided Pr > |Z| 0.6139

-hauteur----- annee=2004 paillis=Non -----

Normal Approximation
 Z -1.7445
 One-Sided Pr < Z 0.0405
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0811

-diamètre----- annee=2004 paillis=Non -----

Normal Approximation
 Z 2.0530
 One-Sided Pr > Z 0.0200
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0401

-hauteur----- annee=2004 paillis=Oui -----

Normal Approximation
 Z 5.5847
 One-Sided Pr > Z <.0001
 Two-Sided Pr > |Z| <.0001

-diamètre----- annee=2004 paillis=Oui -----

Normal Approximation
 Z 1.6916
 One-Sided Pr > Z 0.0454
 Two-Sided Pr > |Z| 0.0907

----- annee=2003 -----

Dependent Variable: **diamètre**

R-Square: 0.58

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloc	3	3153.11250	1051.03750	14.52	<.0001
esp	3	14900.21250	4966.73750	9.66	0.0036
bloc*esp	9	4625.43750	513.93750	7.10	<.0001
Error	224	16211.73333	72.37381		

Tukey Grouping	Mean	N	esp
A	60.533	60	helianth
B	47.050	60	panicum
B	43.050	60	silphium
B	39.850	60	vernonia

Analyse de variance

Conclusions:

L'effet espèce était en 2003 hautement significatif. Les 'helianth' avaient des diamètres significativement plus élevés que les 3 autres espèces.

----- annee=2003 -----

Dependent Variable: **hauteur**

R-Square: 0.66

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloc	3	38717.8917	12905.9639	7.35	0.0001
esp	3	621840.6083	207280.2028	19.07	0.0003
bloc*esp	9	97846.2000	10871.8000	6.19	<.0001
Error	224	393222.300	1755.457		

Tukey Grouping	Mean	N	esp
A	191.85	60	helianth
B	131.08	60	panicum
B	109.58	60	silphium
C	49.49	60	vernonia

Analyse de variance

Conclusions:

L'effet espèce était aussi significatif sur la hauteur en 2003. Il faut noter qu'il y a plus de discrimination pour cette variable que pour le diamètre. Les 'helianth' dominent toujours les trois autres espèces qui ne forment pas un groupe homogène puisque les 'vernonia' tirent significativement de la patte sur 'panicum' et 'silphium'.

----- annee=2004 -----
 Dependent Variable: **diamètre**

Cette variable n'a pas été analysée en 2004 parce que les diamètre en 2004 ont plafonné à 70cm pour toutes les espèces exception faite de 'vernonia'.

Analyse de variance

----- annee=2004 -----
 Dependent Variable: **hauteur**
 R-Square: 0.69

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloc	3	32629.8917	10876.6306	6.81	0.0002
esp	3	676291.1583	225430.3861	23.85	0.0001
bloc*esp	9	85069.4167	9452.1574	5.92	<.0001
Error	224	357626.033	1596.545		

Tukey Grouping	Mean	N	esp
A	209.83	60	silphium
B	110.88	60	helianth
B	83.94	60	panicum
B	77.35	60	vernonia

Analyse de variance

Conclusions:

L'effet espèce était toujours aussi significatif sur la hauteur en 2004. Il y a par contre eu de changements intéressants dans la comparaison des espèces. Les 'silphium' ont largement dépassé les 3 autres tandis que les vernonia ont rattrapé leur retard et ont atteint une hauteur en 2004 statistiquement comparable à celles des 'helianth' et des 'panicum'.

Annexe 5



FICHE D'INVENTAIRE

Aménagement d'un brise-vent végétal
 Projet de recherche / Projet no 20-5372-0042
 Autoroute 20

Date : hiver 2004-2005

Environnement Canada
 Bilan mensuel

Précipitation de neige :
 12-04 : 59.5 cm / -N
 01-05 : 40.8 cm / -N
 02-05 : 37.0 cm / -N
 03-05 : 27.5 cm / -N
 Total : 164.8 cm / -N (194.4 cm)

Température :
 12-04 :
 01-05 : -11.0 °C / +N
 02-05 : -6.5 °C / -N
 03-05 : -3.3 °C / +N

Note:
 +N = plus froid ou plus de neige que la normale mensuelle
 -N = moins froid ou moins de neige que la normale mensuelle

Visite Piquet	Par- celle	Accumulation : cm			
		décembre	14 janvier	17 février	22 mars
1a)	A4		6	26	76
1b)	A4		16	30	62
1c)	A4		30	48	68
2a)	B4		12	26	40
2b)	B4		10	24	44
2c)	B4		30	38	50
3a)	C4		12	28	55
3b)	C4		12	28	52
3c)	C4		26	42	56
4a)	C3		20	42	60
4b)	C3		14	36	54
4c)	C3		28	42	62
5a)	A3		14	40	66
5b)	A3		12	36	60
5c)	A3		36	52	70
6a)	C2		12	50	80
6b)	C2		12	56	102
6c)	C2		44	54	66
7a)	B3		4	28	56
7b)	B3		12	34	54
7c)	B3		28	40	50
8a)	B2		4	38	66
8b)	B2		10	44	64
8c)	B2		24	28	36
9a)	B1		4	38	84
9b)	B1		8	50	96
9c)	B1		48	56	66
10a)	C1		6	36	50
10b)	C1		12	52	98
10c)	C1		68	60	58

Observations générales :

Plusieurs périodes de verglas

Visite faite par : _____

BRISE-VENT VÉGÉTAL ET PLANTES FLORIFÈRES INDIGÈNES ET NATURALISÉES

Analysis of Data

Date		14 janvier	14 janvier	14 janvier	17 février	17 février	17 février	22 mars	22 mars	22 mars
Distance		a 6,9	b 3,9	c 0	a 6,9	b 3,9	c 0	a 6,9	b 3,9	c 0
Traitement										
<i>None</i>										
A	3	14	12	36	40	36	52	66	60	70
A	4	6	16	30	26	30	48	76	62	68
	mean	10,0	14,0	33,0	33,0	33,0	50,0	71,0	61,0	69,0
<i>Heliopsis</i>										
B	1	4	8	44	38	50	56	84	96	66
B	2	28	4	10	38	44	28	66	64	36
B	3	4	12	28	28	34	40	56	51	50
B	4	12	10	30	26	24	38	44	50	55
	mean	12,0	8,5	28,0	32,5	38,0	40,5	62,5	65,3	51,8
	% increase compared to no hedge	120,0%	60,7%	84,8%	98,5%	115,2%	81,0%	88,0%	107,0%	75,0%
<i>Coreopsis</i>										
C	1	6	12	68	36	52	60	50	98	58
C	2	12	12	44	50	56	54	80	102	66
C	3	20	14	28	42	36	42	60	54	62
C	4	12	12	26	28	28	42	55	52	56
	mean	12,5	12,5	41,5	39,0	43,0	49,5	61,3	76,5	60,5
	% increase compared to no hedge	125,0%	89,3%	125,8%	118,2%	130,3%	99,0%	86,3%	125,4%	87,7%

Notes and comments:

The evaluation of the snow depth measurements indicate that the snow is trapped within the hedges, not in front as with woody hedges. This corresponds with field observations on other sites.

At the front edge of the hedge, the coreopsis trapped 22.2% more snow compared to no hedge over the whole winter season.

Within the hedge (measured at front and back) the coreopsis trapped 9% more snow compared to no hedge over the whole winter season.

Based on the three measurement stakes, the coreopsis trapped 5.9% more snow compared to no hedge.

Both the Coreopsis and the heliopsis hedges may improve in snow trapping capacity as they grow and thicken.

For future years, it would be important to make an additional measurement with the hedge at 2 m as well as 0 and 3.9 m.

BRISE-VENT VÉGÉTAL ET PLANTES FLORIFÈRES INDIGÈNES ET NATURALISÉES

Date	Total for 3 months			Total				
	a	b	c	Total a-c	Total b-c	Total a	Total b	
Distance	6,9	3,9	0					
Traitment				all stakes	within hedge	in front of hedge	at front edge of hedge	
<i>None</i>								
A	3	120	108	158	386	266	120	108
A	4	108	108	146	362	254	108	108
	mean	114,0	108,0	152,0	374,0	260,0	114,0	108,0
<i>Heliopsis</i>								
B	1	126	154	166	446	320	126	154
B	2	132	112	74	318	186	132	112
B	3	88	97	118	303	215	88	97
B	4	82	84	123	289	207	82	84
	mean	107,0	111,8	120,3	339,0	232,0	107,0	111,8
	% increase compared to no hedge	93,9%	103,5%	79,1%	90,6%	89,2%	93,9%	103,5%
<i>Coreopsis</i>								
C	1	92	162	186	440	348	92	162
C	2	142	170	164	476	334	142	170
C	3	122	104	132	358	236	122	104
C	4	95	92	124	311	216	95	92
	mean	112,8	132,0	151,5	396,3	283,5	112,8	132,0
	% increase compared to no hedge	98,9%	122,2%	99,7%	105,9%	109,0%	98,9%	122,2%

Figure 1. Measurement of Snow Depth Within Hedge
(sum of measurements at the front and back of hedge)

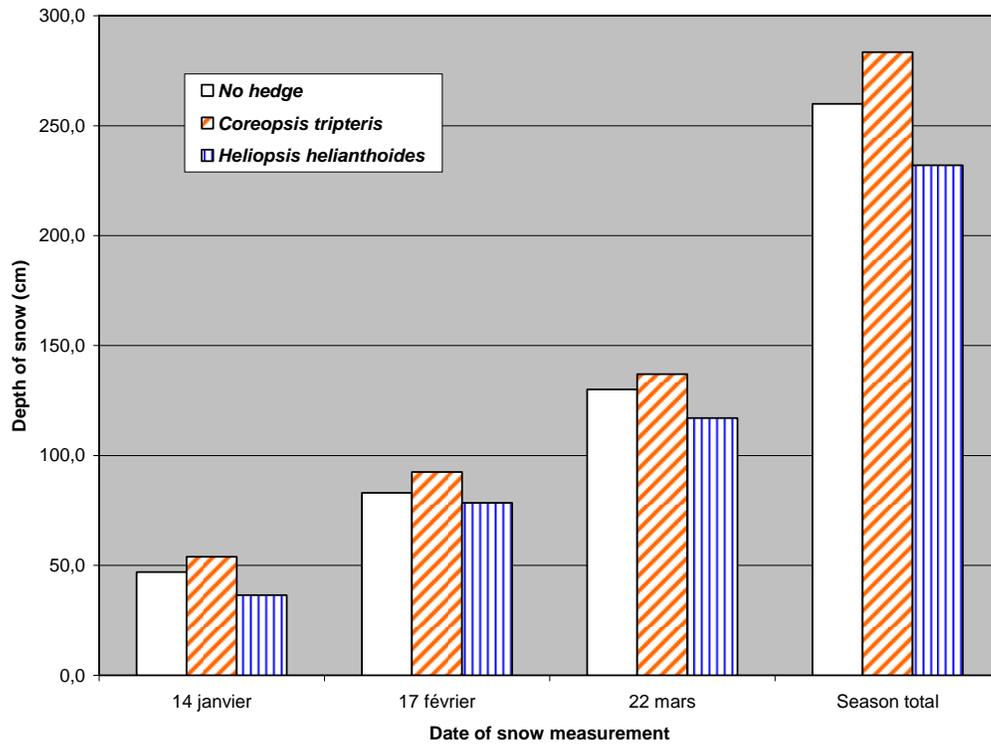


Figure 2. Measurement of Snow Depth at Front Edge of Hedge

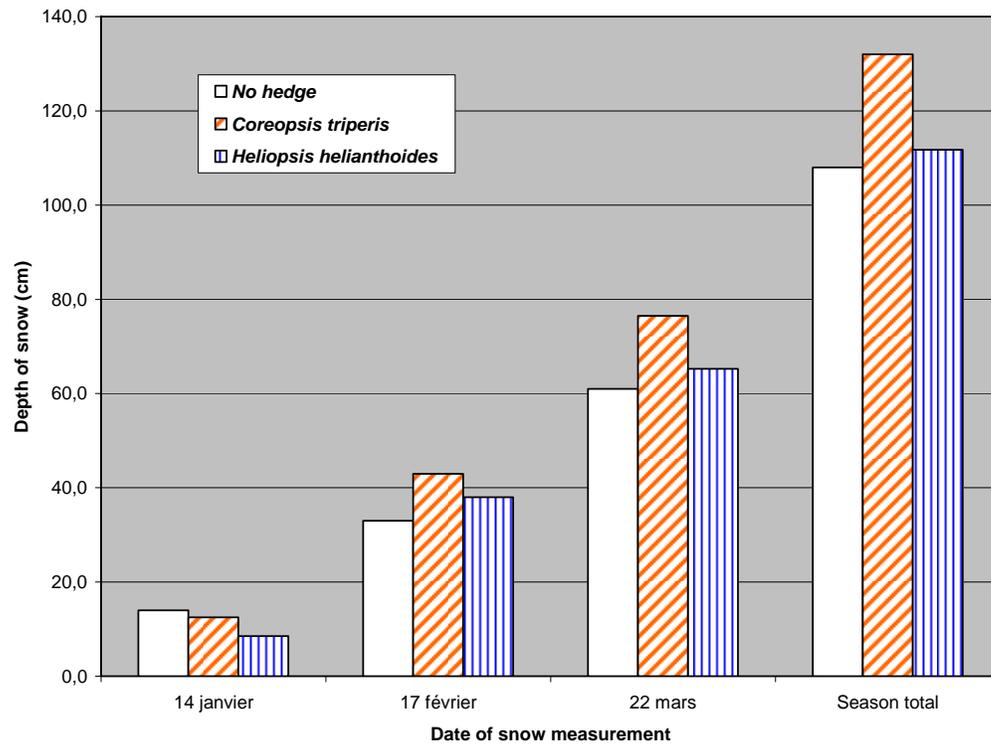
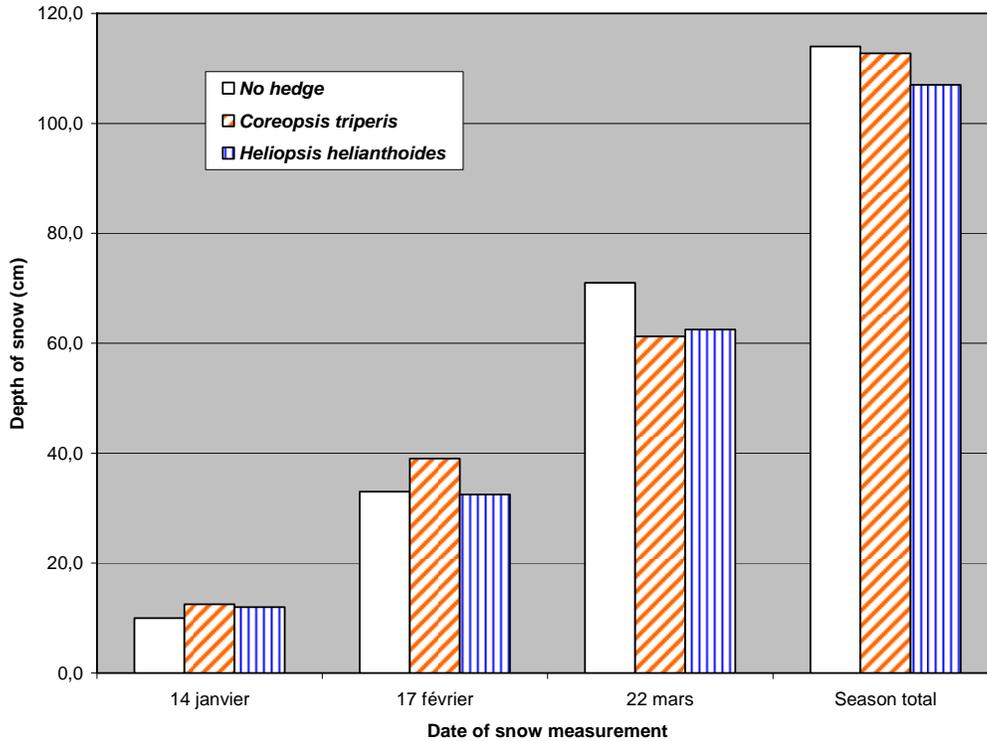


Figure 3. Measurement of Snow Depth 3 m in Front of Hedge



Comments :

The evaluation of the snow depth measurements indicate that the snow is trapped within the hedges, not in front as with woody hedges. This corresponds with field observations on other sites.

The *Coreopsis tripteris* trapped snow at the front edge of the hedge (Figure 1) and less at the back of the hedge (Figure 2). The *Heliopsis helianthoides* was less effective. At 3 m in front of the hedge, there was no increase in snow trapping with either species (Figure 3).

It is recommended that 3 to 4 stakes be placed every m within the hedge in a future evaluation to quantify the amount of snow trapped within the hedge.

