

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE
EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

JOSÉ GÉRIN-LAJOIE

EMPRISES AUTOROUTIÈRES DU SUD DU QUÉBEC :
DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET
EFFET DE LA FRÉQUENCE DE TONTE

SEPTEMBRE 2002

2162

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

AVANT-PROPOS

Suite aux réformes apportées en septembre 1991 concernant les exigences d'obtention du diplôme de 2^e cycle en Sciences de l'environnement, les étudiants peuvent maintenant présenter leurs résultats sous forme d'articles scientifiques plutôt que sous forme d'un mémoire conventionnel.

Il a été convenu avec ma directrice de recherche que deux articles issus de mon projet de recherche seraient soumis à des revues scientifiques soit *Canadian Journal of Botany* (chapitre I) ainsi que *Canadian Journal of Plant Science* (chapitre II). Étant donné que chacun de ces articles doit être soumis indépendamment, il y a une certaine répétition de l'information surtout au niveau des méthodes. Ce document comprend aussi une introduction générale et une conclusion générale encadrant les deux articles ou chapitres.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement ma directrice de recherche Mme Esther Lévesque pour sa disponibilité, son soutien, son encadrement, sa rigueur et ses critiques constructives. Elle m'a aidée à cheminer tout au long de ce projet et je lui en suis très reconnaissante.

Je remercie aussi le Ministère des Transports du Québec, Division de Québec, pour son appui financier ainsi que MM.Yves Bédard et Daniel Trottier, les instigateurs de ce projet de recherche. Ce sont des gens qui ont su insuffler leur dynamisme et une vision plus écologique au sein du Ministère, avec le support des autorités en place.

Je me dois de mentionner l'aide indispensable des personnes qui ont contribué à la cueillette des données sur le terrain ainsi qu'à la saisie des données: Carline Ghazal, Véronique Jutras, Marie Pinsonneault, Caroline Robert et Claudia St-Arnaud.

Merci aussi à mes deux évaluateurs, MM. Luc Bélanger et Jacques Brisson, pour leurs commentaires judicieux et leur disponibilité.

Merci donc à tous ces gens qui ont cru en moi et qui ont su m'assister dans ma démarche d'apprentissage, à la mesure de leurs compétences.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	II
REMERCIEMENTS.....	III
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES ANNEXES.....	XI
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I	6
RÉSUMÉ	7
INTRODUCTION.....	8
MÉTHODOLOGIE	10
Aire d'étude	10
Échantillonnage.....	10
Approche analytique.....	13
RÉSULTATS	15
Diversité et abondance.....	15
Richesse spécifique et taille de la végétation dans les quadrats.....	16
Espèces rares	16
Espèces halophytes	16
Espèces dominantes	17

Espèces problématiques	18
Cycle de vie	19
Statut	19
Nuisance	20
DISCUSSION	21
BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE I	33
CHAPITRE II	37
RÉSUMÉ	38
INTRODUCTION	39
MÉTHODOLOGIE	41
Aire d'étude	41
Échantillonnage	42
Approche analytique	44
RÉSULTATS	48
Uniformité entre les sites	48
Uniformité entre les talus	49
Influence de la fréquence de tonte sur la composition végétale des talus	50
Influence d'un milieu adjacent ouvert ou boisé sur la communauté végétale	52
Recrutement et taille des semis de ligneux	52
Changement directionnel de la communauté végétale dans les talus	54

Caractérisation des sols	55
DISCUSSION	57
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE II	71
CONCLUSION GÉNÉRALE	74
RÉFÉRENCES INTRODUCTION ET CONCLUSION GÉNÉRALES	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1: Caractéristiques générales des trois sites, étés 1999 et 2000. Le terme «Mixte» signifie un mélange de champs et de boisés. Les espèces les plus importantes sont présentées par ordre d'importance.....	24
Tableau 1.2: Caractéristiques climatiques, géographiques et physiques des 3 sites d'étude. T°: température. * : tiré de Environnement Canada, 2001. ...	25
Tableau 1.3: Classes de couvert d'une échelle de Braun-Blanquet modifiée de Barbour <i>et al.</i> , (1998).....	26
Tableau 1.4: Nombre moyen d'espèces, hauteur moyenne et taille maximale de la végétation avec la valeur minimale (Taille min.) et la valeur maximale (Taille max.) pour les différents groupes de quadrats de 1 m ² des trois sites expérimentaux.....	27
Tableau 1.5: Caractéristiques des espèces végétales avec un couvert moyen de plus de 5 % dans les talus de Saint-Hyacinthe (SH), Cap-Santé (CS) et Val-Bélair (VB), juillet 2000. V: vivace, A: annuelle, I: introduite, N: indigène.	28
Tableau 2.1: Classes de couvert d'une échelle de Braun-Blanquet modifiée de Barbour <i>et al.</i> (1998).....	59
Tableau 2.2: Description des variables mesurées pour les 390 quadrats permanents des emprises autoroutières des trois sites expérimentaux en 1999 et 2000. *: variables utilisées dans les analyses canoniques de correspondance (ACC).	60

Tableau 2.3 : Résultats des analyses canoniques de correspondance (ACC)et des analyses de correspondance redressées (DCA) réalisées dans le cadre du suivi de la végétation en 1999 et 2000. Enviro. : Environnement. N : Nombre. Esp. : Espèces. * : longueur de gradient du 1 ^{er} axe. ** : longueur de gradient du 2 ^e axe.....	61
Tableau 2.4 : Nombre de semis de ligneux répertoriés dans les 234 quadrats de 5 m ² échantillonnés au cours de l'été 2000 à Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair.	62
Tableau 2.5 : Caractéristiques générales (pH, conductivité, humidité, texture) des sols pour les talus (Q2-Q3) des trois sites expérimentaux. Moyenne (Moy.), écart-type (é.t.), valeur minimale (min.) et maximale (max.). Les valeurs en gras représentent les valeurs minimales et maximales pour chacun des paramètres, à l'échelle des trois sites.....	63
Tableau 2.6 : Azote, phosphore, potassium et pourcentage de matière organique des sols pour les talus (Q2-Q3) des trois sites expérimentaux. Moyenne (Moy.), écart-type (é.t.), valeur minimale (rnin.) et maximale (max.). Les valeurs en gras représentent les valeurs minimales et maximales pour chacun des paramètres, à l'échelle des trois sites.....	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1.0: Emplacement géographique des trois sites expérimentaux du projet-pilote de gestion écologique de la végétation du Ministère des Transports du Québec.	5
Figure 1.1: Schéma latéral d'une emprise autoroutière avec les traitements. ...	29
Figure 1.2: Vue transversale d'une emprise autoroutière avec les quadrats.	29
Figure 1.3: Cycles de vie des espèces végétales retrouvées a) dans tous les quadrats permanents de 1m ² des trois sites ou b) seulement dans ceux des talus (Q2-Q3). Le nombre total d'espèces pour chaque site est donné en haut de chaque groupe de barres et le nombre d'espèces par type de cycle de vie se trouve directement au-dessus de chaque barre. Saint-Hyacinthe est évalué au total et sans la portion boisée (3F) pour avoir un milieu comparable aux autres sites ainsi qu'un nombre égal de quadrats.....	30
Figure 1.4: Statuts divers des espèces végétales présentes a) dans tous les quadrats permanents de 1m ² (Q1 à Q5) des trois sites ou b) seulement dans ceux des talus (Q2-Q3). Le nombre total d'espèces pour chaque site est donné en haut de chaque groupe de barres et le nombre d'espèces par statut se trouve directement au-dessus de chaque barre. Saint-Hyacinthe est évalué au total et sans la portion boisée (3F) pour avoir un milieu comparable aux autres sites ainsi qu'un nombre égal de quadrats.....	31
Figure 1.5: Nuisance des espèces végétales retrouvées a) dans tous les quadrats permanents de 1 m ² des trois sites ou b) seulement dans ceux des talus (Q2-Q3). Le n total d'espèces pour chaque site est donné en haut de chaque groupe de barres et le n d'espèces par degré de nuisance se trouve directement au-dessus de chaque barre. Saint-Hyacinthe est évalué au total et sans la portion boisée (3F) pour avoir un milieu comparable aux autres sites ainsi qu'un nombre égal de quadrats.	32

Figure 2.1: Analyse canonique de correspondance (ACC-1) des données de végétation pour les quadrats Q2 à Q5 de Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair, juillet 1999. Résultats des échantillons (<i>sample scores</i>) avec a) variables environnementales, b) tri par sites et c) tri par quadrats.....	65
Figure 2.2: Analyse canonique de correspondance (ACC-2) des données de végétation des quadrats Q2 et Q3 pour Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair, juillet 1999. Résultats des échantillons (<i>sample scores</i>) avec a) variables environnementales et b) tri par sites.....	66
Figure 2.3: Analyses canoniques de correspondance des données de végétation des quadrats Q2 et Q3 pour Saint-Hyacinthe (ACC-3), Cap-Santé (ACC-4) et Val-Bélair (ACC-5), juillet 2000. Résultats des échantillons (<i>sample scores</i>).....	67
Figure 2.4: Dénombrement et taille (moyenne \pm erreur-type) en cm des plantules observés dans les quadrats de 5 m ² des traitements C1 à C4 de Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair en juillet 2000. Le secteur 3 ans boisé (C3F) ne s'applique qu'au site de Saint-Hyacinthe indiqué par s/o. ..	68
Figure 2.5: Analyses de correspondance redressées (DCA) sur la végétation des secteurs C3 de Saint-Hyacinthe entre 1999 (S) et 2000 (T), de Cap-Santé entre 1999 (C) et 2000 (D) et de Val-Bélair entre 1999 (V) et 2000 (W). ..	69
Figure 2.6: Dendrogramme d'une analyse de classification divisive (TWINSPLAN) des quadrats permanents (1m ²) Q2 et Q3 de Cap-Santé, juillet 1999 et juillet 2000. Les nombres en décimales représentent la valeur propre (<i>eigenvalue</i>) de cette division. Les nombres entiers correspondent au nombre de quadrats associés à chaque branche. Les trois premiers niveaux de l'analyse sont représentés ici.....	70

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Liste alphabétique des plantes vasculaires échantillonnées en 1999, 2000 et 2001 dans les trois emprises autoroutières.....	81
Annexe 2 : Dendrogramme d'une analyse de classification divisive (TWINSPAN) des quadrats permanents (1m²) Q2 et Q3 de Saint-Hyacinthe, juillet 1999 et juillet 2000. Les nombres en décimales représentent la valeur propre (<i>eigenvalue</i>) de cette division. Les nombres entiers correspondent au nombre de quadrats associés à chaque division. Les trois premiers niveaux de l'analyse sont représentés ici.....	98
Annexe 3 : Dendrogramme d'une analyse de classification divisive (TWINSPAN) des quadrats permanents (1m²) Q2 et Q3 de Val-Bélair, juillet 1999 et juillet 2000. Les nombres en décimales représentent la valeur propre (<i>eigenvalue</i>) de cette division. Les nombres entiers correspondent au nombre de quadrats associés à chaque branche. Les trois premiers niveaux de l'analyse sont représentés ici.....	99

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Au début de la colonisation de l'Amérique du Nord par les Européens au 16^{ème} siècle, le sud du Québec était majoritairement recouvert de forêts. La forêt laurentienne s'est établie progressivement suite au retrait du glacier Wisconsinien, passant d'un désert périglaciaire à un couvert forestier continu. Il y a environ 7 700 ans avant aujourd'hui (AA), le Saint-Laurent prenait son lit actuel (Richard, 1977). Les basses-terres du Saint-Laurent, formées de tills et assises sur des roches sédimentaires paléozoïques, constituèrent une zone d'érablières à partir de 6000 ans AA (Camiré, 1996). En 2000 AA, le couvert végétal de l'ensemble du Québec-Labrador ressemblait à celui d'aujourd'hui, à l'exception des modifications apportées par l'homme.

Déjà à cette époque, les activités humaines des autochtones d'Amérique avaient créé des ouvertures dans le paysage par la pratique de l'agriculture (Grondin, 1996, Marie-Victorin, 1995). Des espèces indigènes rudérales se sont implantées avec succès dans ces trouées, créant un paysage en mosaïque (Delcourt et Delcourt, 1991). L'arrivée massive de colons déboisant leurs terres pour la culture a accéléré ce processus. L'influence anthropique a mené à un morcellement de plus en plus important de la couverture forestière. Les perturbations humaines répétées ont fait en sorte que les composantes physiques du milieu ont perdu progressivement leur prépondérance sur les composantes historiques dans l'explication du gradient végétal, surtout sur les sites mésiques (Meilleur *et al.*, 1992).

La construction de routes et particulièrement d'autoroutes dans les dernières décennies a contribué de façon importante à cette fragmentation. Dans le contexte actuel d'urbanisation, d'agriculture intensive et de sylviculture, la végétation dans son expression naturelle est de plus en plus limitée dans l'espace (SETRA 1996, Way 1970). L'effet du défrichement par les autochtones sédentaires d'abord puis par les Européens a amené une rupture de l'équilibre écologique naturel.

Des centaines d'espèces eurasiatiques, méditerranéennes surtout, ont franchi l'Atlantique et se sont très vite acclimatées, quelquefois au point de déplacer la flore indigène et devenir envahissantes. Certaines de ces espèces sont même devenues caractéristiques de nos paysages familiers. Les pissemorts (*Taraxacum officinale*), marguerites (*Leucanthemum vulgare*), chicorées (*Cichorium Intybus*) et épervières (*Hieracium spp.*) égaient nos prairies fleuries alors que les salicaires (*Lythrum Salicaria*) et les butomes (*Butomus umbellatus*) sont devenus typiques des milieux plus humides (Marie-Victorin, 1995).

Seulement les deux tiers des plantes des prairies du nord-est des États-Unis (environ 100 espèces) seraient indigènes, le reste étant des plantes introduites. Les espèces indigènes étaient adaptées aux ouvertures permanentes de la forêt comme le long des cours d'eau ou dans les escarpements de falaises. Elles toléraient le plein soleil et avaient des stratégies efficaces de dispersion (Marks, 1983).

Les axes de transports (voies ferrées et routes) ont été des voies privilégiées de migrations végétales. Un nouvel état d'équilibre s'est mis en place, faisant en sorte que la flore actuelle diffère beaucoup de celle présente à l'époque de la colonisation. Les liens que constituent les routes de même que les activités de transport reliées à ces axes, contribuent à surmonter les barrières biogéographiques et à faciliter les échanges d'espèces entre les différentes régions. Cette tendance peut amener une plus grande uniformité quant à la diversité végétale régionale (Marie-Victorin, 1995).

Les bandes végétales le long des routes peuvent aussi agir comme réservoirs de biodiversité (Forman et Alexander, 1998) dans la perspective du peu d'espaces non aménagés encore disponibles dans le sud du Québec pour les espèces de prairies naturelles. En effet, la structure diversifiée des emprises (talus, fossé, haie) en fait des milieux pouvant abriter de nombreuses formes végétales et animales (Way, 1970).

Les emprises autoroutières sont des milieux qu'on veut garder ouverts pour une question de sécurité. On prévient donc l'implantation des arbres par des interventions mécaniques comme les tontes ou le débroussaillage (Ledant et Lens, 1981). Outre cet aspect sécuritaire, des considérations esthétiques ont amené le ministère des Transports du Québec (MTQ) à entretenir ces corridors verts selon une approche «pelouse». Ce type de gestion intensive a contribué à la banalisation du paysage et à l'appauprissement des habitats fauniques (Bédard et Trottier, 1999a) en plus de générer des coûts importants de main-d'œuvre et de machinerie (MTQ, 1999).

Avec l'émergence de préoccupations environnementales dans l'opinion publique et d'une vision plus écologique au sein du MTQ, un changement s'imposait quant aux pratiques d'entretien des emprises autoroutières. Les tendances actuelles visent à intégrer et à fondre ces énormes rubans d'asphalte dans le paysage environnant. Ces bandes végétales le long des autoroutes peuvent refléter la diversité floristique locale (herbacées, arbustes), rompant du même coup la monotonie visuelle. On favorise à la fois le côté sécuritaire en augmentant le degré d'éveil et d'attention des conducteurs et l'aspect visuel, tout en générant des économies (Bédard et Trottier, 1999b).

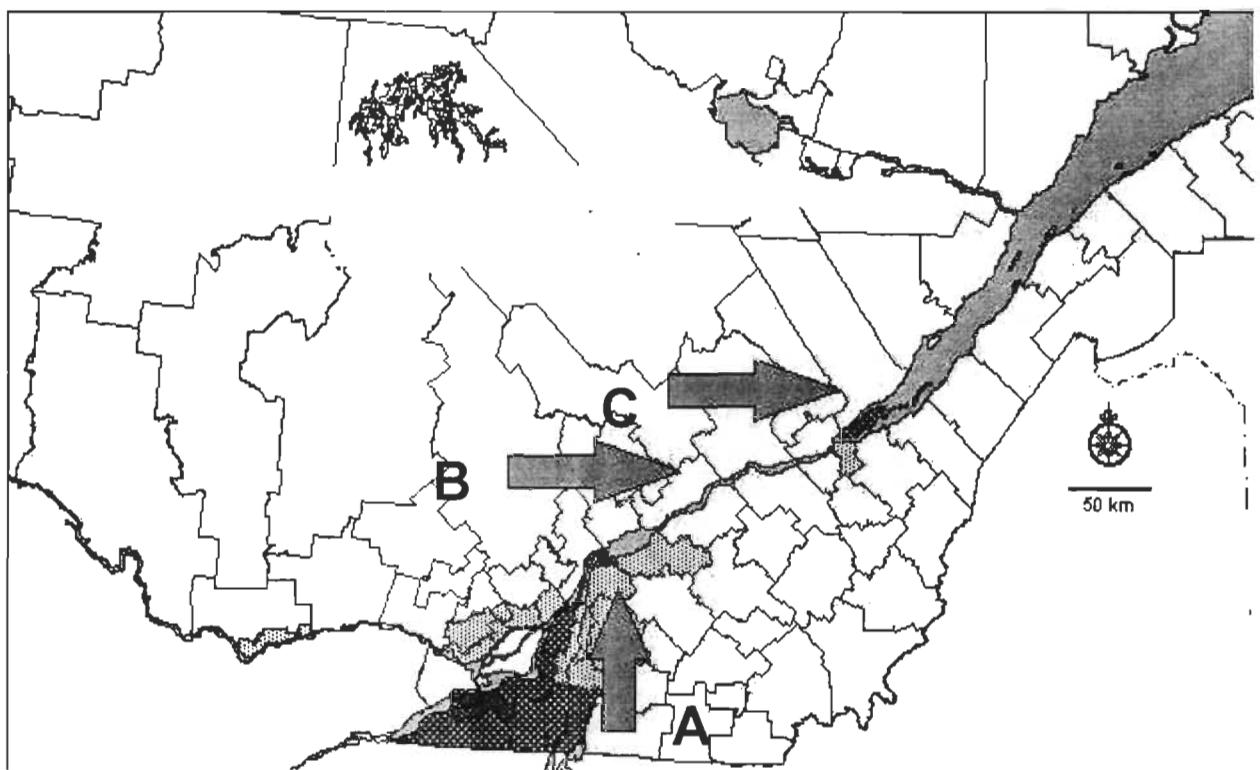
Afin d'étudier tous ces aspects, le MTQ a initié un projet - pilote de gestion écologique des emprises autoroutières dans trois sites expérimentaux représentatifs des milieux les plus fréquemment traversés dans le sud du Québec. Cette étude s'est déroulée sur une période de trois ans (1999-2001). Les sites sont situés: a) le long de l'autoroute 20 à Saint-Hyacinthe au cœur d'une zone d'agriculture intensive, b) le long de l'autoroute 40 à Cap-Santé en zone agro-forestière (fermes laitières, érablières) et c) le long de l'autoroute 573 à Val-Bélair en zone péri-urbaine (Figure 1.0).

Le projet expérimental comportait quatre volets de recherche: 1) la végétation, 2) les insectes et les petits mammifères, 3) les oiseaux et les mortalités animales par collision et 4) l'aspect visuel et la perception des

usagers. Mon projet de maîtrise a couvert le volet végétal et l'échantillonnage s'est déroulé pendant les étés 1999 et 2000.

Les objectifs spécifiques de mon projet de recherche étaient de:

1. caractériser la communauté végétale (diversité et abondance) des trois tronçons autoroutiers expérimentaux,
2. vérifier la présence d'espèces rares ou peu communes à ces milieux,
3. déterminer le cycle de vie, le statut et le degré de nuisance des espèces végétales,
4. examiner les facteurs influençant la répartition des espèces,
5. évaluer l'effet des tontes,
6. établir l'abondance des semis de ligneux à l'intérieur des emprises,
7. déterminer si un arrêt des tontes produisait un changement directionnel dans la végétation des talus.



St-Hyacinthe: Agricole (A)

Cap-Santé: Agro-forestier (B)

Val-Bélair: Péri-urbain (C)

Figure 1.0: Emplacement géographique des trois sites expérimentaux du projet-pilote de gestion écologique de la végétation du Ministère des Transports du Québec.

CHAPITRE I

**CARACTÉRISATION DE LA VÉGÉTATION DE TROIS EMPRISES
AUTOROUTIÈRES DU SUD DU QUÉBEC**

PAR

JOSÉ GÉRIN-LAJOIE² ET ESTHER LÉVESQUE¹

**¹ DÉPARTEMENT DE CHIMIE-BIOLOGIE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
C.P. 500, TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC)
G9A 5H7, CANADA**

² Auteure à laquelle vous devez adresser la correspondance:

José Gérin-Lajoie

Tél. : (418) 268-3062

flore@globetrotter.net

RÉSUMÉ

Dans une optique de gestion plus écologique de la végétation des emprises autoroutières, le ministère des Transports du Québec a initié un projet-pilote d'une durée de trois ans (1999-2001) visant à décrire la flore peu connue de ces milieux et à mesurer l'effet d'un espacement des tontes sur la communauté végétale. L'échantillonnage extensif (156 000 m²) et intensif (390 quadrats permanents de 1 m²) a été réalisé en 1999 et en 2000 sur trois tronçons autoroutiers représentant les milieux les plus fréquemment traversés par les routes dans le sud du Québec soit : agricole intensif, agro-forestier et péri urbain. Nous avons observé 337 espèces végétales vasculaires, comprises dans 59 familles. Ces espèces représentent 13 % des 2 673 espèces végétales vasculaires répertoriées au Québec pour une surface équivalant à environ 0,01 % du territoire québécois. La famille la plus importante en terme de nombre d'espèces était celle des astéracées (14 % des espèces des trois sites pour un couvert total de 19 %), mais la plus importante en terme d'abondance était celle des graminées (9 % de la flore pour un couvert total de 34 %). Nous n'avons pas relevé d'espèce rare, désignée menacée ou vulnérable dans aucun des trois sites. Toutefois nous avons observé la présence de plusieurs espèces halophytes, particulièrement en bordure des fossés. Environ 80 % des espèces présentes dans les trois sites étaient vivaces. Les talus du site agricole abritaient proportionnellement plus d'espèces annuelles et plus d'espèces introduites que ceux des sites agro-forestier et péri-urbain. Les talus étaient aussi les portions des emprises comprenant le plus d'espèces nuisibles et indésirables avec une proportion plus grande de ces espèces pour les sites péri-urbain et agricole. La grande superficie des emprises en fait un réservoir de diversité pour de nombreuses espèces de prairies dans le paysage fortement anthropisé du sud du Québec.

Mots-clés: emprises autoroutières, caractérisation de la végétation, diversité végétale, gestion écologique de la végétation, gestion extensive, espèces dominantes, cycle de vie, statut et nuisance des espèces végétales.

INTRODUCTION

Les paysages du sud du Québec présentent un visage de plus en plus fragmenté (Jobin *et al.*, 1996). L'agriculture intensive, les coupes forestières, l'urbanisation et plus récemment le phénomène de plantation dans les champs abandonnés réduisent la superficie des prairies à l'état naturel. Dans cet optique, les bords de routes constituent des surfaces non négligeables où les espèces végétales de prairies peuvent s'épanouir. Seulement au Québec, les bords d'autoroutes couvrent 2000 km linéaires par environ 90 m de largeur (Bédard et Trottier, 1999a, 1999b ; MTQ, 1999).

Les emprises représentent des habitats particuliers par a) leur configuration topographique entraînant un fort drainage, b) l'épandage de sels de déglaçage, c) la composition calcaire des assises (gravier de carbonate de calcium), d) leur contiguïté avec un milieu stérile d'un côté (route) et de l'autre, des habitats pouvant être très variés (champs cultivés, golfs, forêts et zones industrielles) et finalement e) les tontes appliquées à la végétation.

La configuration étroite des emprises les rend particulièrement sensibles aux influences externes, donc aux milieux traversés (Brisson *et al.*, 1997). Leur nature linéaire en fait des corridors favorisant la dissémination et la circulation d'organismes et/ou d'espèces nuisibles telles le phragmite (*Phragmites australis*) et l'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia*) sur de grandes distances. De façon transversale, les zones adjacentes aux emprises peuvent être plus exposées à l'entrée d'espèces exotiques (Forman et Alexander, 1998). Les emprises peuvent aussi favoriser la dispersion d'espèces indigènes végétales (*Phragmites australis*) ou animales (ex : l'urubu à tête rouge, *Carthates aura*) (Boutin *et al.*, 2001).

Les routes avec leurs emprises peuvent aussi agir comme barrière pour le déplacement de certains organismes, particulièrement les petits mammifères, certains insectes ainsi que les batraciens et les reptiles (Oxley *et al.*, 1974, Forman et Alexander, 1998).

Les emprises autoroutières peuvent donc avoir un rôle connecteur mais à la fois être un élément de fragmentation. Elles ont aussi le potentiel de servir de refuge, dans le sens d'habitat, pour certaines espèces moins communes, rares ou typiques des prairies (Given, 1998).

Un projet-pilote de gestion écologique des emprises autoroutières du sud du Québec a donc été initié pour une durée de trois ans (1998-2001) afin d'étudier plusieurs de ces aspects. Aucun inventaire de la diversité, tant végétale qu'animale, n'avait été réalisé dans ces milieux au Québec.

Afin de documenter les caractéristiques de la flore présente dans les emprises autoroutières du sud du Québec, les objectifs spécifiques de cette étude étaient: 1) de caractériser la communauté végétale (richesse spécifique et abondance) des trois tronçons autoroutiers expérimentaux; 2) de vérifier la présence d'espèces rares ou peu communes à ces milieux et 3) de déterminer le cycle de vie, le statut et le degré de nuisance des espèces.

MÉTHODOLOGIE

Aire d'étude

Trois sites expérimentaux représentatifs des milieux les plus fréquemment traversés au Québec ont été sélectionnés: a) le long de l'autoroute 20 à St-Hyacinthe au cœur d'une zone d'agriculture intensive, b) le long de l'autoroute 40 à Cap-Santé en zone agro-forestière (fermes laitières, érablières) et c) le long de l'autoroute 573 à Val-Bélair en zone péri-urbaine (Figure 1.0). Les caractéristiques générales de chacun des sites sont présentées dans le Tableau 1.1.

Le site de Saint-Hyacinthe se trouve dans le domaine de l'érablière à caryer cordiforme. C'est la zone la plus chaude au Québec, constituée d'une vaste plaine dominée par des dépôts argileux (Tableau 1.2). Ces dépôts sont fréquemment recouverts de sables littoraux, fluviatiles ou éoliens avec des crêtes morainiques dispersées ici et là (Grondin, 1996).

Les deux autres sites (Cap-Santé et Val-Bélair) font partie du domaine de l'érablière à tilleul. Cette zone est caractérisée par des sites mésiques à drainage modéré avec des sols relativement riches, des dépôts sableux d'origine marine, deltaïque ou fluviatile. La flore y est plus pauvre que dans l'érablière à caryer. Une dominance de l'érable rouge peut être observée dans les sites les mieux drainés (Grondin, 1996).

Échantillonnage

Les tronçons expérimentaux mesuraient chacun environ quatre km de long. Chaque site a été divisé en quatre parcelles d'environ 1 km linéaire avec des traitements différents en terme de fréquence de tonte automnale (Figure 1.1). La première parcelle (C1) subissait une coupe à tous les ans, la deuxième (C2) une coupe après deux ans et la troisième (C3) une coupe après trois ans. La parcelle témoin (CT) recevait la fréquence de tonte appliquée dans son secteur soit de trois à quatre fois par année à Saint-Hyacinthe, une fois par

année à Cap-Santé et trois fois par année à Val-Bélair. À Saint-Hyacinthe une autre parcelle, coupée après une période de trois ans, a été aménagée devant le seul secteur boisé du site expérimental afin de vérifier l'impact de la présence d'arbres sur la communauté végétale (C3F).

Chaque traitement (C1, C2, C3 et CT) a été subdivisé en quatre zones d'environ 250 mètres de longueur à l'aide de trois transects perpendiculaires à la route (T1 à T3) afin d'avoir des repères de distances sur la route. Nous avons ensuite déterminé trois transects aléatoires (J1-J2-J3) entre le T1 et le T3 de chacun des traitements afin d'éviter l'effet de bordure en passant d'un traitement à l'autre (Figure 1.1).

Suite aux résultats d'un échantillonnage préliminaire effectué en 1998, il ressortait que la végétation des emprises autoroutières était stratifiée de façon parallèle à la route. En effet, un gradient topographique de la route vers la clôture influence l'humidité du sol et par le fait même, la végétation (Gérin-Lajoie, 1998). L'accotement vert, à proximité de la route, est la partie la plus sèche, la plus perturbée ainsi que la plus dénudée. En pente descendante, les talus sont bien drainés, ouverts et constitués majoritairement d'herbacées. Dans le bas de la pente, un fossé de drainage reçoit les eaux d'écoulement et se maintient de mouillé à humide. Finalement, la berge en pente ascendante vers la clôture peut être arbustive ou boisée et abriter des espèces de sous-bois.

Nous avons donc positionné cinq quadrats permanents (Q1 à Q5) en fonction de ces strates, le long de tous les transects aléatoires (J1, J2 et J3). Ainsi les Q1 étaient situés dans l'accotement vert, les quadrats deux et trois (Q2 et Q3) dans le haut et le bas du talus extérieur, les Q4 se retrouvaient dans le fossé latéral et finalement les Q5 étaient établis dans la berge, juste avant la clôture (Figure 1.2). Ce patron d'échantillonnage se retrouvait des deux côtés de l'autoroute, pour les trois sites, mais pas dans le talus central.

À l'intérieur de chaque quadrat de 1 m², nous avons identifié toutes les espèces végétales présentes ainsi que leur recouvrement d'après une échelle de Braun-Blanquet modifiée (Tableau 1.3). Nous avons aussi mesuré la hauteur moyenne et la hauteur maximale de la végétation pour chacun de ces quadrats. Ces mesures ont été prises en juillet 1999 et en juillet 2000.

La conception et la gestion des tontes ont été assumées par le MTQ. À l'intérieur des secteurs expérimentaux, une bande d'une largeur de deux mètres, adjacente à la route et située dans l'accotement vert, continuait à être coupée à une fréquence de trois à quatre fois par saison de croissance. Cette «bande de propreté» répond à des normes de sécurité afin d'assurer le dégagement des panneaux indicateurs et des glissières ainsi qu'une meilleure visibilité. Par le fait même, cela permet le contrôle de l'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia*) qui est une nuisance pour la santé publique.

Nous avons dressé une liste d'espèces globale incluant les espèces rencontrées dans les sites de Saint-Hyacinthe, de Cap-Santé et de Val-Bélair en 1999 et en 2000 (Annexe 1). Cette liste a été construite à partir des espèces relevées dans les quadrats permanents de 1m² en 1999, en 2000 et en 2001 ainsi que dans les parcelles de 5 m² en 2000 (échantillonnage exhaustif). On y a aussi inclus les espèces observées en marchant les segments de 250 m de long entre T1 et T2 de chaque traitement, de la route à la clôture (environ 5000 m²) en 1999 et en 2000 (échantillonnage extensif). Les espèces ont été identifiées selon la nomenclature de Marie-Victorin (1995) et ont été classées par famille. La nouvelle nomenclature est indiquée lorsqu'il y a eu changement de nom selon Larouche (1997).

En ce qui concerne les espèces considérées problématiques telles le phragmite, la salicaire, l'herbe à poux, l'herbe à puce, la prêle et la renouée japonaise, nous avons examiné plus attentivement leur couvert.

Pour ce qui est de la présence d'espèces rares ou susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, nous avons vérifié notre liste d'espèces

avec le document produit par Bouchard *et al.*, 1983 et la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (Lavoie, 1992). Nous avons aussi porté attention aux plantes qui sont normalement peu communes dans ce type de milieu.

Approche analytique

Abondance

L'abondance a été évaluée en fonction du point moyen de la classe de recouvrement, pour toutes les espèces retrouvées dans les trois sites, afin de déterminer quelles familles et quelles espèces étaient les plus abondantes en terme de surface occupée.

Cycle de vie, statut et nuisance

Pour le classement des espèces selon ces trois critères, nous nous sommes basés en grande partie sur les informations colligées par Boutin *et al.*, 2001 dans le cadre de leur étude sur les haies brise-vent et les bordures herbacées.

Pour les trois aspects, nous avons représenté des distributions de fréquence à partir des pourcentages du nombre total d'espèces, pour chacun des sites, selon les données récoltées en juillet 2000. Pour le site de Saint-Hyacinthe, nous avons présenté les données en incluant le traitement C3F et en l'excluant afin de pouvoir comparer les trois sites avec un nombre égal de quadrats échantillonnés: 120 quadrats (Q1 à Q5) ou 48 quadrats (Q2 et Q3) en excluant le C3F à Saint-Hyacinthe. Si on incluait le C3F, on avait 150 quadrats (Q1 à Q5) ou alors 60 (Q2 et Q3). De plus, cette section boisée n'était pas vraiment représentative de la dominance des grandes cultures intensives à Saint-Hyacinthe.

Nous avons considéré les espèces présentes à deux niveaux de résolution. Premièrement au niveau de l'ensemble des quadrats (Q1 à Q5) et

deuxièmement au niveau des talus seulement (Q2 et Q3), où s'effectuent principalement les tontes.

En ce qui concerne le cycle de vie, les espèces ont été classées en quatre catégories soit: vivaces, bisannuelles, annuelles ou indéterminées, selon Gleason et Cronquist (1991) et Marie-Victorin (1995).

Pour ce qui est des observations sur la nuisance, nous avons classé les espèces en quatre catégories, soit: nuisibles, indésirables, non nuisibles et indéterminées. Une espèce était déclarée nuisible selon la loi québécoise sur les abus préjudiciables à l'agriculture et le règlement sur les mauvaises herbes (Anonyme, 1981). Une espèce était considérée indésirable lorsqu'elle se retrouve souvent dans les pâturages et les cultures céréalières (Doyon *et al.*, 1987; MAPAQ, 1989). Les espèces non nuisibles étaient celles qui n'ont pas la réputation de porter préjudice à l'agriculture. Quant aux indéterminées, ce sont les espèces pour lesquelles l'information n'était pas disponible.

Quant au statut, les espèces ont été classées en trois catégories soit: indigènes, introduites ou indéterminées. Cette classification a été faite selon Gleason et Cronquist (1991) et Marie-Victorin (1995).

RÉSULTATS

Diversité et abondance

Nous avons répertorié 337 espèces de plantes vasculaires le long des trois tronçons autoroutiers. La liste complète de ces espèces est présentée en annexe (Annexe 1). Ce nombre représente 13 % des 2 673 espèces de plantes vasculaires répertoriées au Québec (Larouche, 1997). Ces espèces sont comprises à l'intérieur de 59 familles. Les espèces ont été identifiées dans les 390 parcelles (1 m² et 5 m²) et/ou dans les sections de 250 m marchées dans chacun des traitements, des deux côtés de la route (26 sections au total) lors des relevés effectués en 1999 et en 2000.

Les monocotylédones et les dicotylédones représentaient respectivement 25 % et 68 % des espèces présentes sur les sites à l'étude, en terme de fréquence d'espèces. À l'intérieur du premier groupe, les graminées équivalaient à 9 % de la flore des trois sites avec 29 espèces pour un couvert total de 34 %. En ce qui concerne les cypéracées, on a retrouvé 30 espèces, soit également 9 % de la flore des trois sites, mais avec un couvert moyen de seulement 1,6 %. On a relevé neuf espèces de juncacées représentant 3 % des espèces présentes sur les trois sites avec un couvert moyen de 2 %.

Parmi les dicotylédones, les astéracées (composées) représentaient 14 % des espèces des trois sites avec 48 espèces pour un couvert total de 18 %. La famille des rosacées quant à elle comportait 29 espèces ou 9 % des espèces des trois sites pour un couvert total de 8 %. Venaient ensuite les légumineuses (13 espèces, 4 % de la flore et 16 % de couvert total), les salicacées (11 espèces, 3 % de la flore et 1 % du couvert total) puis les labiées (9 espèces, 3 % de la flore et 1,3 % du couvert total).

Visuellement, on a constaté un effet de mosaïque avec des espèces réparties en talles et d'autres plutôt disséminées.

Richesse spécifique et taille de la végétation dans les quadrats

La richesse spécifique moyenne était plus élevée à Cap-Santé et ce pour toutes les strates de quadrats (Tableau 1.4). Le site de Val-Bélair était assez similaire à celui de Cap-Santé, quoiqu'un peu moins riche en espèces mais celui de Saint-Hyacinthe se distinguait vraiment des deux autres. En effet, on a remarqué que les Q3 et les Q4 de ce site pouvaient comporter deux fois moins d'espèces. Par contre, les Q5 de Saint-Hyacinthe affichaient un nombre d'espèces comparable à celui des autres sites.

La hauteur moyenne de la végétation était évidemment moins élevée dans les Q1 qui continuaient à être coupés pendant la durée du projet expérimental. Dans les talus, le gradient était à l'inverse de la richesse spécifique. En effet la végétation était généralement plus haute dans les talus de Saint-Hyacinthe et beaucoup plus basse dans ceux de Cap-Santé, particulièrement dans les Q2 (Tableau 1.4).

La taille maximale variait beaucoup à l'intérieur du même groupe de quadrats. On a relevé, de façon générale, un ratio de 1:4 entre la valeur la plus faible et la valeur la plus élevée de la taille maximale moyenne calculée pour chaque strate de quadrat (Tableau 1.4). À Saint-Hyacinthe et à Val-Bélair, les tailles maximales de végétation se retrouvaient dans les Q4 tandis qu'à Cap-Santé, ce sont les Q5 qui affichaient la végétation la plus haute.

Espèces rares

Nous n'avons relevé la présence d'aucune espèce rare, désignée menacée ou vulnérable pour le Québec (Bouchard *et al.*, 1983 ; Lavoie, 1992). Toutefois, cela n'exclue pas la possibilité que certaines de ces espèces aient pu se retrouver sur les sites, à l'extérieur de nos zones d'échantillonnage.

Espèces halophytes

Nous avons remarqué la présence de certaines espèces réputées halophytes, particulièrement dans le bas des talus, à proximité des fossés. Les

espèces observées comprenaient *Ranunculus Cymbalaria*, *Hordeum jubatum*, *Puccinellia distans* et *Eleocharis uniglumis* (Marie-Victorin, 1995). Ce phénomène est probablement dû aux sels de déglaçage utilisés sur les autoroutes l'hiver. Les sels ont tendance à se lessiver vers le bas de la pente, ce qui occasionne des conditions similaires à celles retrouvées en bord de mer. D'autres espèces tolèrent une concentration de sel plus élevée dans le sol telles la quenouille (*Typha* sp.), le phragmite (*Phragmites australis*), la fétuque (*Festuca rubra*) et l'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia*).

Espèces dominantes

Nous avons répertorié les espèces les plus abondantes dans chacun des sites, c'est-à-dire celles présentant un couvert moyen supérieur à 5 % (Tableau 1.5). Quinze espèces au total ont été relevées pour les trois sites, soit neuf espèces à chaque site. Nous avons constaté que 87 % de ces espèces étaient des vivaces et 53 % des espèces introduites. Les quatre espèces les plus abondantes, tous sites confondus, font partie de la famille des graminées soit, par ordre d'importance, le pâturin des prés (*Poa pratensis*), la fétuque rouge (*Festuca rubra*), le chiendent (*Elytrigia repens* var. *repens*) et le phragmite (*Phragmites australis*) (Tableau 1.5).

Parmi ces 15 espèces, quatre d'entre elles étaient considérées nuisibles: le laiteron (*Sonchus arvensis*), le pissenlit (*Taraxacum officinale*), la marguerite (*Leucanthemum vulgare*) et la prêle (*Equisetum arvense*). On y retrouvait aussi quatre espèces indésirables, soit la lupuline (*Medicago lupulina*), la vesce jargeau (*Vicia cracca*), le brome inerme (*Bromus inermis*) et l'agrostis blanc (*Agrostis stolonifera*).

Les espèces dominantes variaient quelque peu d'un site à l'autre mais certaines d'entre elles étaient communes aux trois sites telles le pâturin des prés (*Poa pratensis*), le chiendent (*Elytrigia repens* var. *repens*), la vesce jargeau (*Vicia cracca*) et l'agrostis blanc (*Agrostis stolonifera*) (Tableau 1.5). D'autres espèces étaient communes à deux sites telles la lupuline (*Medicago*

lupulina) et le pissonlit (*Taraxacum officinale*), communes à Saint-Hyacinthe et à Cap-Santé de même que la fétuque (*Festuca rubra*) et le fraisier sauvage (*Fragaria virginiana*), communes à Cap-Santé et à Val-Bélair. Enfin, quelques espèces étaient particulières à un site parmi les espèces dominantes. Ainsi le phragmite, le brome inerme et le laiteron des prés étaient typiques à Saint-Hyacinthe. À Cap-Santé, on retrouvait la marguerite comme espèce dominante caractéristique de ce site. Quant à Val-Bélair, les espèces dominantes particulières à cet endroit étaient la gesse des prés (*Lathyrus pratensis*), la prêle des champs (*Equisetum arvense*) et le trèfle agraire (*Trifolium aureum*) (Tableau 1.5).

Espèces problématiques

À l'intérieur des quadrats permanents de 1 m² le phragmite avait un couvert moyen élevé à Saint-Hyacinthe (16,1 %, 4^{ème} espèce en abondance) mais nul à Cap-Santé et très faible (0,1 %) à Val-Bélair. Le couvert moyen de la salicaire (*Lythrum salicaria*) était plus important à Saint-Hyacinthe (4,8 %) comparativement à Cap-Santé (0,3 %) et à Val-Bélair (2 %).

L'herbe à poux était plus abondante dans les talus de Val-Bélair et de Saint-Hyacinthe avec un couvert moyen respectif de 4,5 % et de 3 % tandis qu'à Cap-Santé, son couvert est resté très faible (0,3 %). Lorsqu'on considérait le couvert de l'herbe à poux seulement dans les accotements verts (Q1), on notait alors un couvert moyen de 12,4 % à Saint-Hyacinthe, de 1,3 % à Cap-Santé et de 18,3 % à Val-Bélair.

Tout au cours de notre étude, nous avons observé de l'herbe à puce (*Toxicodendron radicans radicans*) dans seulement deux quadrats permanents localisés près de la clôture (Q5), soit un à Cap-Santé et l'autre à Saint-Hyacinthe. Toutefois, le couvert de l'herbe à puce y était très abondant, soit de 68 % dans le quadrat de Cap-Santé et de 15 % dans le quadrat de Saint-Hyacinthe. La prêle faisait partie des espèces avec un couvert supérieur à 5 % à Val-Bélair, soit 7 % de recouvrement moyen. Elle était un peu moins

abondante à Cap-Santé (4 %) et peu présente à Saint-Hyacinthe (1 %). Finalement, nous n'avons pas noté la présence de renouée japonaise (*Polygonum sachalinense*) à aucun endroit dans les sites à l'étude. Nous n'avons pas remarqué non plus l'entrée de nouvelles espèces problématiques pendant la durée de l'étude.

Cycle de vie

De façon générale, pour les trois sites, la majorité des espèces étaient des vivaces (environ 80 %), en tenant compte de l'ensemble des quadrats (Q1 à Q5) (Figure 1.3). En considérant exclusivement les talus de chacun des sites (Q2 et Q3), cette proportion restait sensiblement la même à Cap-Santé et à Val-Bélair mais passait à 66 % à Saint-Hyacinthe.

La proportion d'annuelles observées dans les talus de Saint-Hyacinthe était donc plus élevée, atteignant une valeur de 23 %, soit presque le double de la proportion présente dans les autres sites. En effet, à Cap-Santé et à Val-Bélair, ce ratio est demeuré autour de 12 %, à la fois dans les talus et dans l'ensemble des quadrats (Figure 1.3).

Les espèces bisannuelles n'étaient pas très abondantes. Elles représentaient entre 2 et 5 % des espèces dans tous les sites, que l'on considère l'ensemble des quadrats ou seulement les talus.

Statut

En ce qui concerne le statut des espèces, nous avons constaté une plus grande proportion d'espèces indigènes à l'intérieur de l'ensemble des quadrats (Q1 à Q5) pour chacun des trois sites, soit autour de 56 % pour Saint-Hyacinthe et Val-Bélair et 70 % à Cap-Santé (Figure 1.4). Par contre, cette tendance s'inversait en examinant les talus (Q2-Q3), avec des proportions respectives de 27 % et de 36 % à Saint-Hyacinthe et à Val-Bélair. Toutefois, les espèces indigènes demeuraient majoritaires dans les talus de Cap-Santé (53 %).

On a noté presque trois fois plus d'espèces introduites (70 %) que d'espèces indigènes (26 %) dans les talus de Saint-Hyacinthe, sans la section boisée. Quant aux talus de Val-Bélair, le nombre d'espèces introduites atteignait presque le double (61 %) du nombre d'espèces indigènes (36 %).

Nuisance

En considérant l'aspect de la nuisance des espèces pour l'ensemble des quadrats (Q1 à Q5) de Saint-Hyacinthe sans la section boisée, on a relevé presque la moitié des espèces (47 %) dans les catégories réunies d'espèces nuisibles et indésirables (Figure 1.5). Cette proportion était respectivement de 34 % et de 39 % pour Cap-Santé et Val-Bélair. Dans l'analyse exclusive des talus, cette proportion augmentait respectivement à 63 % et à 61 % pour Val-Bélair et Saint-Hyacinthe comparativement à 48 % pour Cap-Santé. En dissociant ces deux catégories, le site de Saint-Hyacinthe (sans 3F) abritait un peu plus d'espèces nuisibles dans ses talus (28 %) que Val-Bélair (25 %). Par contre, Val-Bélair l'emportait sur Saint-Hyacinthe pour la proportion d'espèces indésirables (38 % comparativement à 33 %).

DISCUSSION

La caractérisation de la végétation de trois emprises autoroutières a contribué de façon importante aux connaissances sur ce type de milieu dans le sud du Québec. Ces habitats n'avaient jamais été décrits auparavant. Dans l'optique d'une augmentation des espaces occupés par l'agriculture, les plantations forestières, l'étalement urbain et les zones industrielles, les emprises autoroutières constituent un réservoir d'espèces de prairies et contribuent à la biodiversité floristique du sud du Québec. Pour bon nombre de ces espèces, les bords de routes sont les sites disponibles les plus importants (Way, 1977). Même si elles ne sont pas riches en espèces rares, les emprises autoroutières peuvent contribuer à l'enrichissement d'un paysage (Legrand *et al.*, 1989 ; Meunier *et al.*, 1998).

La végétation des trois emprises comportait des particularités propres à chaque site, mais dans son ensemble, elle était similaire malgré des utilisations du sol différentes dans chaque région. En effet, les tontes répétées des emprises autoroutières depuis des années ont eu comme effet d'en faire des milieux semblables aux prairies en fait de conditions écologiques. On y retrouve les mêmes dominantes, en terme de couvert, soit les graminées et les légumineuses. Les coupes répétées se trouvent à réduire la biomasse, éliminer certaines espèces et influencer la distribution, l'abondance et la compétition interspécifique tout comme le broutement ou les feux (Parish *et al.*, 1990; Grime 1979).

De plus, on procède généralement à l'ensemencement de graminées sur les talus suite à la construction des routes. Au Québec, le ministère des Transports utilise de façon courante un mélange comprenant *Festuca rubra*, *Poa* sp., *Agrostis* sp. et *Phleum* sp. auxquelles peuvent s'ajouter des légumineuses comme *Lotus* sp. (MTQ et Université Laval, 1981).

En effet, les graminées s'adaptent bien aux milieux pauvres et secs que représentent les talus des emprises et elles tolèrent bien les tontes (Burrows,

1990). La famille des astéracées était aussi très présente, contribuant grandement à la succession de floraisons dans les emprises.

Ces milieux, monotones à première vue, se sont révélés beaucoup plus diversifiés qu'on le croyait au départ. En effet, les trois emprises à l'étude comprenaient 13 % des plantes vasculaires du Québec sur une surface correspondant à environ 0,01 % du territoire québécois. Dans des milieux comparables, un total de 378 espèces a été répertorié dans l'inventaire floristique d'une série d'îlots boisés, de bordures, de lisières, de friches et de fossés d'habitats ruraux du sud du Québec (Jobin *et al.*, 1996). Ces bandes végétales sont en fait des milieux de transition ou écotones dans des espaces restreints. Un écotone comporte une gamme de structures et de compositions végétales dans un espace assez restreint (Meunier *et al.*, 1998).

La diversité végétale rencontrée dans les emprises était favorisée par leur configuration créant différentes conditions d'humidité de la route vers le fossé et du fossé vers la clôture. De même, l'historique d'entretien des différentes zones a contribué à une certaine hétérogénéité de la composition végétale en fonction de la position par rapport à la route et des pratiques de gestion locales.

Le type d'utilisation du sol local et régional semble influencer la richesse spécifique. Ainsi, le site agro-forestier avait la diversité végétale la plus élevée contrairement au site d'agriculture intensive où le nombre d'espèces était le plus faible. Pour ce dernier site, l'usage intensif d'herbicides dans ce type d'environnement peut être une cause de la moins grande diversité végétale par la dérive qui peut se produire (Jobin *et al.*, 1996). Malgré ce fait, on retrouve proportionnellement plus espèces annuelles et introduites à ce dernier site. Ces espèces sont des spécialistes des perturbations qui diversifient l'assemblage d'espèces déjà en place (Bazzaz 1990 ; Crawley 1986). Les lisières ouvertes sont donc sujettes à être colonisées par des espèces herbacées introduites ou provenant des champs dont plusieurs espèces sont considérées nuisibles, malgré l'utilisation de pesticides (Jobin *et al.*, 1996).

Visuellement, l'effet de mosaïque déjà présent sera d'autant plus visible en laissant la végétation prendre une certaine hauteur et surtout s'exprimer dans sa floraison. Certaines espèces telles l'épilobe (*Epilobium angustifolium*), la centaurée noire (*Centaurea nigra*), les asters (*Aster* sp.) et les verges d'or (*Solidago* sp.) croissent en talles et créent des taches de couleur distribuées ici et là. D'autres espèces, telles la chicorée (*Cichorium intybus*), les épervières (*Hieracium* sp.), la marguerite (*Leucanthemum vulgare*) et le trèfle rouge (*Trifolium pratense*), se répartissent plutôt de façon uniforme sur toute la surface, produisant ainsi un effet d'ensemble.

L'emploi massif de sels de déglaçage le long des routes constitue une problématique à surveiller étant donné le statut toxique maintenant attribué aux sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanure, selon la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE, 1999 article 64).

Il est connu qu'un arrêt des tontes aura pour effet de diminuer la diversité spécifique à long terme (Parish *et al.*, 1990 ; Grime, 1979 ; Harper, 1977). Par contre, une fauche trop intensive réduira elle aussi le nombre d'espèces (Legrand *et al.*, 1989). La fauche est essentielle au maintien d'une flore de prairie, mais on peut doser sa fréquence pour rencontrer des exigences esthétiques, écologiques et financières (Meunier *et al.*, 1998 ; Dasnias, 1996 ; Legrand *et al.*, 1989). On doit donc rechercher un type de gestion permettant à la fois un niveau minimal d'intervention, le maintien d'une flore variée et colorée ainsi que le contrôle des espèces ligneuses.

Les données récoltées lors de cette étude pourront servir de valeurs de référence pour évaluer l'impact à plus long terme de ces nouvelles approches sur la dynamique de la végétation des emprises autoroutières.

Tableau 1.1: Caractéristiques générales des trois sites, étés 1999 et 2000. Le terme «Mixte» signifie un mélange de champs et de boisés. Les espèces les plus importantes sont présentées par ordre d'importance.

	Saint-Hyacinthe		Cap-Santé		Val-Bélair	
Année	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Nombre d'espèces	187	190	225	236	193	185
Nombre de familles	47	49	52	55	41	47
Milieu adjacent	Champs cultivés		Boisés		Mixte	
Espèces les plus fréquentes par ordre d'abondance	<i>Festuca rubra</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Vicia cracca</i> <i>Taraxacum officinale</i>		<i>Vicia cracca</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Taraxacum officinale</i> <i>Elytrigia repens</i> var. <i>repens</i> <i>Agrostis alba</i>		<i>Elytrigia repens</i> var. <i>repens</i> <i>Agrostis alba</i> <i>Taraxacum officinale</i> <i>Vicia cracca</i> <i>Poa pratensis</i>	
Fréquence de tonte/an avant projet	4	3	1	1	3	3
Année du traitement	1	2	2	3	2	3

Tableau 1.2: Caractéristiques climatiques, géographiques et physiques des 3 sites d'étude. T^o : température. * : tiré de Environnement Canada, 2001.

Site	Latitude Longitude *	Températures max., min. (moyenne en °Celsius) *	Précipitations totales annuelles (neige) (moyenne en mm) *	Nombre de jours avec $T > 0^oC$ (moyenne)*	Domaine végétal (Grantner, 1966)	Zone bio- climatique	Utilisation du territoire
						(Rousseau, 1974)	
Saint-Hyacinthe	45°37 72°57	11,1 1,3	1033,2 (206)	282	Érablière à caryers	Zone 9	Agriculture intensive, parc industriel
Cap-Santé	46°40 71°47	9,3 -0,4	1071,1 (243)	268	Érablière laurentienne	Zone 8	Agro - forestier (fermes laitières, érablières)
Val-Bélair	46°52 71°26	9 -1	1207,7 (337)	265	Érablière laurentienne	Zone 8	Péri - urbain (développeme nt domiciliaire, golf, zone commerciale)

Tableau 1.3: Classes de couvert d'une échelle de Braun-Blanquet modifiée de Barbour *et al.*, (1998).

Classe	Intervalle de couvert (%)	Moyenne de classe (%)
5	75-100	87.5
4	50-75	62.5
3	25-50	37.5
2	5-25	15.0
1	1-5	2.5

Tableau 1.4: Nombre moyen d'espèces, hauteur moyenne et taille maximale de la végétation avec la valeur minimale (Taille min.) et la valeur maximale (Taille max.) pour les différents groupes de quadrats de 1 m² des trois sites expérimentaux.

Quadrat	Saint-Hyacinthe				Cap-Santé				Val-Bélair			
	Nombre d'espèces moyenne (moyenne)	Hauteur moyenne (cm)	Taille min. (cm)	Taille max. (cm)	Nombre d'espèces moyenne (moyenne)	Hauteur moyenne (cm)	Taille min. (cm)	Taille max. (cm)	Nombre d'espèces moyenne (moyenne)	Hauteur moyenne (cm)	Taille min. (cm)	Taille max. (cm)
Q1	9	18	13	71	13	23	23	96	12	19	10	68
Q2	8	57	26	140	15	20	40	99	11	47	22	94
Q3	9	56	56	191	18	41	35	140	13	58	40	189
Q4	6	87	64	273	13	96	46	251	12	77	52	242
Q5	14	48	50	212	15	55	53	368	13	83	42	223

Tableau 1.5: Caractéristiques des espèces végétales avec un couvert moyen de plus de 5 % dans les talus de Saint-Hyacinthe (SH), Cap-Santé (CS) et Val-Bélair (VB), juillet 2000. V: vivace, A: annuelle, I: introduite, N: indigène.

Espèce	Cycle de vie	Statut	Nuisance	Couvert moyen		
				SH	CS	VB
<i>Poa pratensis</i>	V	I	Non-nuisible	19,3	12,6	9,3
<i>Festuca rubra</i>	V	N	Non-nuisible	-	17,6	12,0
<i>Elytrigia repens</i> var. <i>repens</i>	V	N	Nuisible *	14,2	5,2	16,5
<i>Phragmites australis</i>	V	N	Non-nuisible	16,1	-	-
<i>Vicia cracca</i>	V	I	Indésirable **	9,3	14,3	7,9
<i>Medicago lupulina</i>	A	I	Indésirable	14,2	5,8	-
<i>Fragaria virginiana</i>	V	N	Non-nuisible	-	13,6	5,4
<i>Lathyrus pratensis</i>	V	N	Non-nuisible	-	-	10,7
<i>Taraxacum officinale</i>	V	I	Nuisible	5,5	8,6	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	V	I	Indésirable	6,4	5,5	8,2
<i>Bromus inermis</i>	V	I	Indésirable	7,5	-	-
<i>Equisetum arvense</i>	V	N	Nuisible	-	-	7,2
<i>Trifolium aureum</i>	A	N	Non nuisible	-	-	6,5
<i>Leucanthemum vulgare</i>	V	I	Nuisible	-	6,0	-
<i>Sonchus arvensis</i>	V	I	Nuisible	5,7	-	-

*Une espèce est considérée nuisible selon la loi québécoise sur les abus préjudiciables à l'agriculture, Règlement sur les mauvaises herbes (L.R.Q., c. A-2,a.7)

**Une espèce est considérée indésirable lorsqu'elle est souvent retrouvée dans les pâturages et les cultures céréalières (Boutin et al., 2001; Doyon et al, 1987 et MAPAQ 1989)

Approche expérimentale

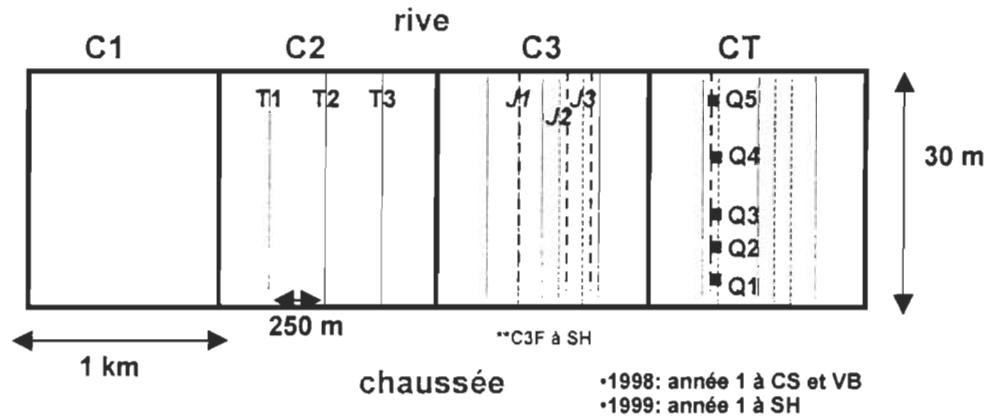


Figure 1.1: Schéma latéral d'une emprise autoroutière avec les traitements.

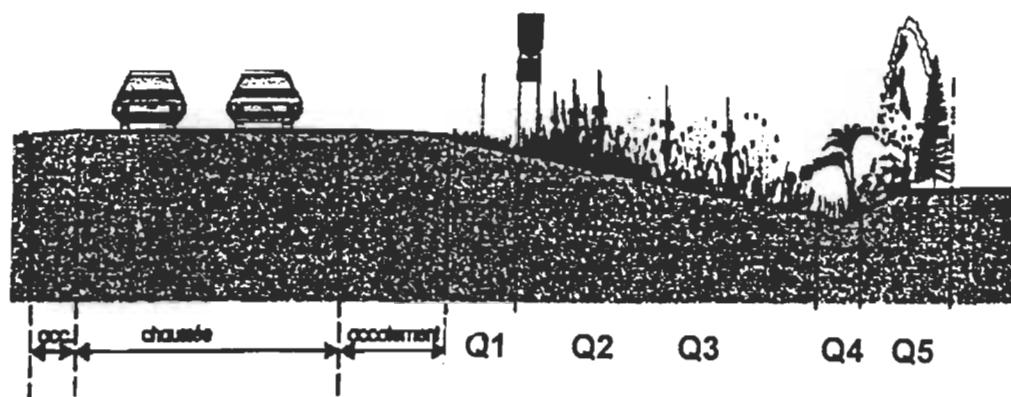


Figure 1.2: Vue transversale d'une emprise autoroutière avec les quadrats.

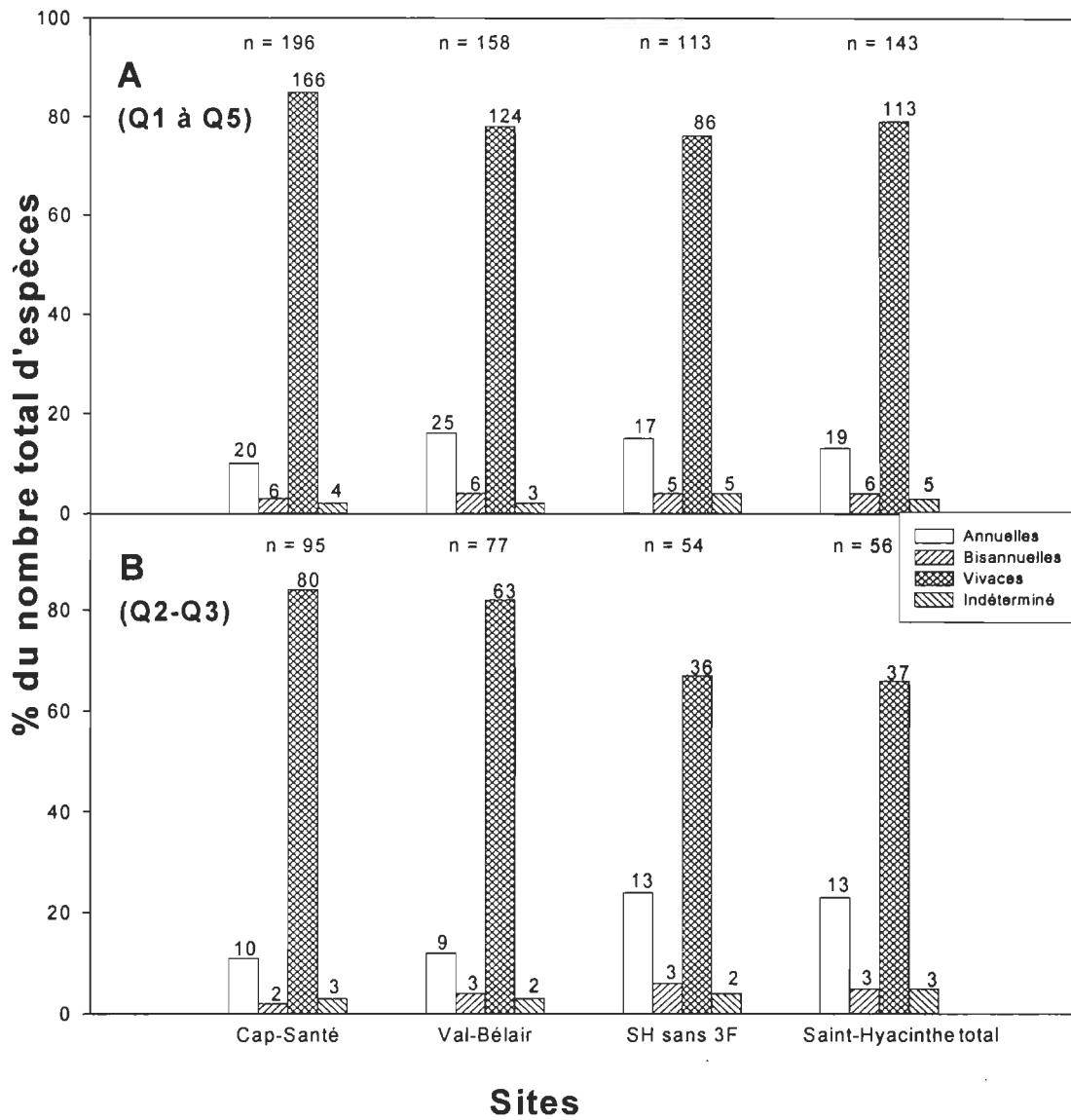


Figure 1.3: Cycles de vie des espèces végétales retrouvées a) dans tous les quadrats permanents de 1m² des trois sites ou b) seulement dans ceux des talus (Q2-Q3). Le nombre total d'espèces pour chaque site est donné en haut de chaque groupe de barres et le nombre d'espèces par type de cycle de vie se trouve directement au-dessus de chaque barre. Saint-Hyacinthe est évalué au total et sans la portion boisée (3F) pour avoir un milieu comparable aux autres sites ainsi qu'un nombre égal de quadrats.

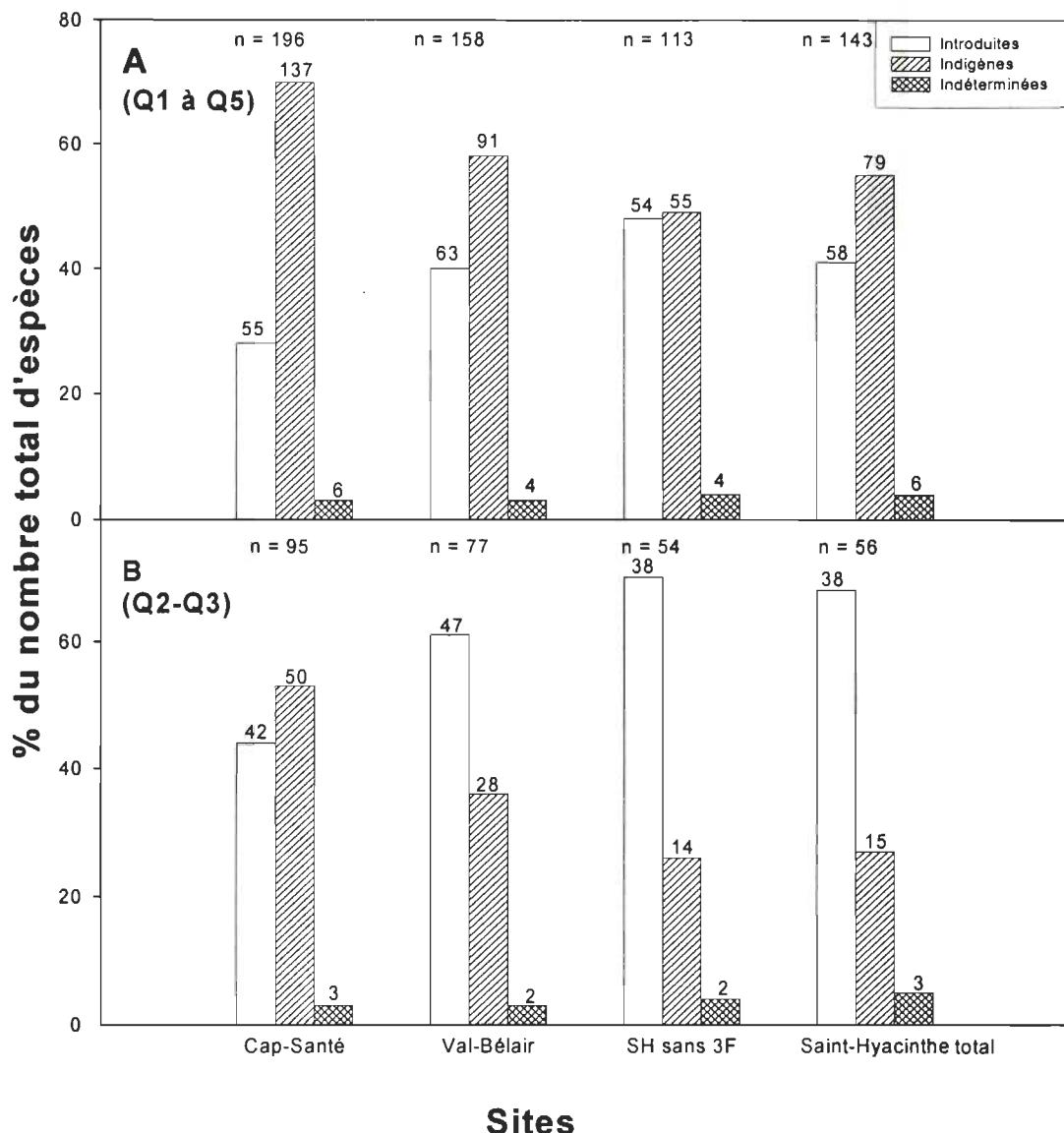


Figure 1.4: Statuts divers des espèces végétales présentes a) dans tous les quadrats permanents de 1m² (Q1 à Q5) des trois sites ou b) seulement dans ceux des talus (Q2-Q3). Le nombre total d'espèces pour chaque site est donné en haut de chaque groupe de barres et le nombre d'espèces par statut se trouve directement au-dessus de chaque barre. Saint-Hyacinthe est évalué au total et sans la portion boisée (3F) pour avoir un milieu comparable aux autres sites ainsi qu'un nombre égal de quadrats.

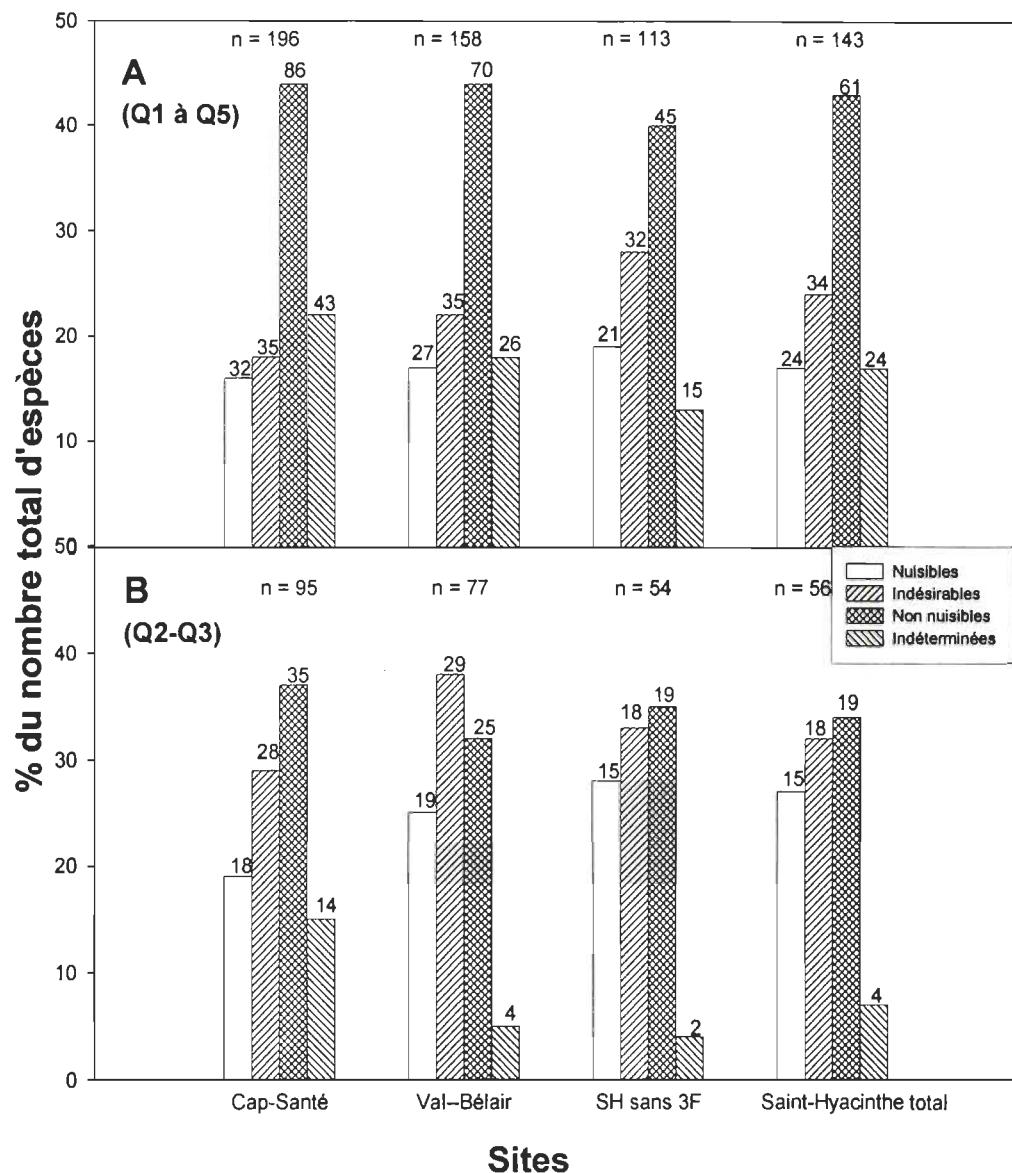


Figure 1.5: Nuisance des espèces végétales retrouvées a) dans tous les quadrats permanents de 1 m² des trois sites ou b) seulement dans ceux des talus (Q2-Q3). Le n total d'espèces pour chaque site est donné en haut de chaque groupe de barres et le n d'espèces par degré de nuisance se trouve directement au-dessus de chaque barre. Saint-Hyacinthe est évalué au total et sans la portion boisée (3F) pour avoir un milieu comparable aux autres sites ainsi qu'un nombre égal de quadrats.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE I

- Barbour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gillian, F.S. et Schwartz, M.W. 1998. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin/Cummings editors. 3ième edition.
- Bazzaz, F.A. 1990. Plant-plant interactions in successional environments *in* Perspectives on Plant Competition. Édité par J.B. Grace et D. Tilman, Academic Press, Inc.
- Bédard, Y. et Trottier, D. 1999a. L'utilisation et la gestion des végétaux dans les emprises autoroutières au Québec : une nouvelle approche *in* La Société de l'arbre du Québec : L'arbre, de la rue à l'autoroute. Compte rendu, Colloque sur l'utilisation de l'arbre en bordure des voies de circulation, Québec, 25 et 26 février 1999.
- Bédard, Y. et Trottier, D. 1999b. La gestion de la végétation dans les emprises autoroutières : une nouvelle approche *in* La gestion intégrée de la végétation : mythe ou réalité. Actes du congrès de l'Association Québécoise de Gestion de la Végétation, Trois-Rivières, 3 et 4 novembre 1999.
- Bouchard, A., Barabé, D., Dumais, M. et Hay, S. 1983. Les plantes vasculaires rares du Québec. *Syllogeus* N°48, 79 p.
- Boutin, C., Jobin, B., Bélanger, L. et Choinière, L. 2001. Comparing weed composition in natural and planted hedgerows and in herbaceous field margins adjacent to crop fields. *Canadian Journal of Plant Science* 81: 313-324.
- Brisson, J., Meilleur, A., Fortin, M.J., et Bouchard, A. 1997. Edge effects on vegetation in rights-of-way. *in* Sixth International Symposium, Environmental concerns in rights-of-way management, New-Orleans ,24 au 26 février 1997. Elsevier Science.

- Burrows, C.J. 1990. Processes of vegetation change. Édité par Unwin Hyman, London.
- Crawley, M.J. 1986b. The structure of plant communities *in* Plant Ecology. Édité par M.J. Crawley, Blackwell Scientific Publications, London.
- Doyon, D., Bouchard, C.J. et Néron, R. 1987. Inventaire des mauvaises herbes dans les cultures du Québec (1980-1984). Volume 3 : Principales données des relevés floristiques et agronomiques de la région du richelieu. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Service de Recherche en Phytotechnie de Québec, Québec, QC. 93 pp.
- Environnement Canada, 2001. Normales climatiques au Canada : 1961-1990. Service de l'environnement atmosphérique, Ottawa.
- Forman, R.T.T. et Alexander, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics, vol. 29, 207-231.
- Gérin-Lajoie, J. 1998. Caractérisation de la végétation de deux emprises autoroutières en milieux agro-forestier et semi-urbain dans le sud du Québec. Projet de fin d'études, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Given, D.R. 1998. La biodiversité: un enjeu pour les routes. Routes / Roads No.299:33-42.
- Gleason, H.A. et Cronquist, A. 1991. Manual of vascular plants of Northeastern United States and adjacent Canada. 2ième ed., New York Botanical Garden, New York, NY. 910 pp.
- Grantner, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Les Presses de l'Université Laval, Québec.
- Grime, J.P. 1979. Plant stategies and vegetation processes. Édité par by John Wiley & Sons.

- Grondin, P. 1996. Écologie forestière dans : Manuel de foresterie, Bédard, J. et Côté, M. éd. Presses de l'université Laval.
- Harper, J.P. 1977. Population biology of plants. Academic Press, New York, New York. USA.
- Jobin, B., Boutin, C. et DesGranges, J.L., 1996. Habitats fauniques du milieu rural québécois : une analyse floristique. Canadian Journal of Botany. 74: 323-336.
- Larouche, Benoît, 1997. Liste des espèces de plantes vasculaires du Québec. Version 2.0. Centre de données sur la biodiversité du Québec, Chicoutimi, Québec. 258p.
- Lavoie, G., 1992. Plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 180 p.
- Legrand, A., Keime, M.-P., Genard, M. 1989. Entretien des bords de route : Influence sur la faune et la flore. Secrétariat d'État à l'Environnement, France.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). 1989. Mauvaises herbes : Répressions, AGDEX 640, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec, QC. 184pp.
- Marie-Victorin, Fr. 1995 (3^e édition). La Flore Laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Canada.
- Meunier F., Gauriat, C., Verheyden, C. et Jouventin, P. 1998. Végétation des dépendances vertes autoroutières: influences d'un mode de gestion extensif et du milieu traversé. Revue d'Écologie (Terre Vie) 53:97-121.

Ministère des Transports du Québec (MTQ), 1999. En harmonie avec la nature : gestion écologique de la végétation le long des autoroutes. Dépliant d'information. Québec, Canada.

Ministère des Transports du Québec et Université Laval. 1981. Recherche sur l'aménagement des abords routiers au Québec. Rapport de travail 1980.

Oxley, D.J., Fenton, M.B., et Carmody, G.R. 1974. The effects of roads on populations of small mammals. *Journal of Applied Ecology*. 11 : 51-59.

Parish, R., Turkington, R. et Klein, E. 1990. The influence of mowing, fertilization, and plant removal on the botanical composition of an artificial sward. *Canadian Journal of Botany* 68:1080-5.

Rousseau, C. 1974. Géographie floristique du Québec - Labrador : Distribution des principales espèces vasculaires. Presses de l'Université Laval, Québec.

Way J.M. 1977. Roadside verges and conservation in Britain : A review. *Biology Conservation* 12: 65-74.

CHAPITRE II

ÉLÉMENTS STRUCTURANTS DE LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE AU SEIN DES EMPRISES AUTOROUTIÈRES DU SUD DU QUÉBEC

PAR

JOSÉ GÉRIN-LAJOIE² ET ESTHER LÉVESQUE¹

¹ DÉPARTEMENT DE CHIMIE-BIOLOGIE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
C.P. 500, TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC)
G9A 5H7, CANADA

² Auteure à laquelle vous devez adresser la correspondance

Tél. : (418) 268-3062

flore@globetrotter qc.ca

RÉSUMÉ

Dans l'optique d'une gestion plus écologique des emprises autoroutières du Québec éridional, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a initié un projet-pilote afin de tester l'effet de différentes fréquences de tonte sur la communauté végétale et les semis de ligneux. Trois types d'utilisation du sol ont été sélectionnés pour les sites expérimentaux soit agricole intensif, agro-forestier et péri-urbain. Nous avons utilisé des analyses canoniques de correspondance afin d'évaluer l'influence de plusieurs facteurs environnementaux, dont la fréquence de tonte, sur la répartition et l'abondance des espèces à l'intérieur de quadrats permanents. Nous y avons aussi répertorié les semis ligneux. Un historique de tontes répétées a favorisé la présence d'herbacées de milieux ouverts. La gestion antérieure a eu un certain effet uniformisant au niveau des talus, mais des différences dues au site étaient encore perceptibles. La topographie des emprises, la teneur en argile, l'humidité et la conductivité des sols ont été des facteurs plus structurants au niveau de la communauté végétale des emprises que les fréquences de tonte, dont on n'a pu isoler l'effet. De façon générale, la présence d'un milieu adjacent boisé ou ouvert n'a pas semblé influencer la végétation des talus. Par contre, le recrutement de semis ligneux était supérieur en présence d'arbres à proximité, particulièrement pour les groupements d'érable rouge (*Acer rubrum*). La densité maximale des semis de plantes ligneuses a été de 0,11 plant/m² et leur taille n'a pas excédé 30 cm, même après trois ans sans tonte. Nous n'avons pas observé de changement directionnel clair de la végétation dans les talus des emprises, sur une période de deux ans. Les variations observées entre les traitements d'un même site semblent être plus reliées à l'hétérogénéité des sols et des conditions d'humidité déjà présentes au départ, qu'aux traitements eux-mêmes.

Mots-clés: emprises autoroutières, gestion écologique, fréquence de tonte, structure de la végétation, diversité végétale, changement directionnel, dynamiques de succession, analyse canonique de correspondance.

INTRODUCTION

Les emprises autoroutières sont des milieux particuliers à plusieurs égards. Ces bandes végétales longues et étroites, sur des assises calcaires bien drainées, peuvent recevoir un apport important de sels de déglaçage au cours de l'hiver. Les sols y sont très compactés, suite aux travaux de mise en place de l'autoroute (Andrews, 1990). De plus, elles subissent des tontes plus ou moins intensives, selon les secteurs. Ces tontes répétées simplifient la structure de la communauté végétale et interrompent les processus de succession. Ces différents facteurs favorisent la présence d'herbacées de milieux ouvert, empêchent l'expression des dynamiques naturelles de floraison et de fructification (Froment et Joye, 1986) et conduisent au développement d'une flore spécialisée (Burrows, 1990). En effet, le fauchage réduit la dominance de certaines espèces et permet la coexistence d'autres espèces moins compétitives, augmentant ainsi la diversité spécifique (Grime, 1979, Parish *et al.*, 1990). Par contre, cela exclut les espèces intolérantes à la tonte (Harper, 1977).

Les tontes ont aussi des répercussions sur les communautés animales locales (insectes, oiseaux et petits mammifères) en réduisant leur biodiversité potentielle (ASF, 1998). Quant au succès d'implantation des ligneux dans les emprises, les communautés d'herbacées typiques occupant les champs abandonnés inhibent le développement de la forêt pour un certain temps. Cette résistance du milieu est favorisée par la densité de la couverture végétale, l'action des herbivores et la grande compétitivité des graminées pour les ressources en eau (Crawley, 1986a).

La tonte, comme agent de perturbation, devient donc un élément structurant important pour la végétation. Même au sein de communautés stables, les perturbations à petite et grande échelle peuvent générer des parcelles de succession par l'entrée d'annuelles, diversifiant ainsi la communauté végétale (Bazzaz 1990, Crawley 1986b).

En termes écologiques, les bords de route peuvent être classés comme habitats de bordure ou écotones (Andrews, 1990), effectuant la transition entre la chaussée stérile et différents milieux adjacents. Les écotones sont naturellement plus riches que leurs milieux immédiats, avec des espèces spécifiques à cette zone (Ledant et Lens, 1981). La nature linéaire des emprises les met en contact avec plusieurs types de rives et les rend sensibles aux influences externes (Legrand *et al.*, 1989, Brisson *et al.*, 1997). À grande échelle, les routes traversent des gradients topographiques qui peuvent amener une variation considérable de la végétation des emprises plutôt que la continuité d'un seul type (Bennet, 1992). Par contre, les tontes et les conditions écologiques similaires qui caractérisent la plupart des emprises autoroutières peuvent avoir un effet uniformisant sur la végétation (Dasnias, 1996).

S'inspirant des courants européens en matière de gestion des espaces verts et par souci écologique, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a initié un projet pilote de gestion extensive des emprises autoroutières dans le sud du Québec. La gestion extensive consiste surtout à limiter le nombre de fauchages et à laisser s'exprimer les dynamiques spontanées de la végétation dans une vision de friche gérée (Dasnias, 1996).

Les objectifs spécifiques de cette recherche étaient: 1) d'examiner les facteurs influençant la répartition des espèces végétales dans les emprises autoroutières, 2) d'évaluer l'effet de la fréquence de tonte sur la végétation, 3) d'établir l'abondance des semis de ligneux à l'intérieur des emprises et 4) de déterminer si un arrêt des tontes produisait un changement directionnel dans la végétation des talus autoroutiers.

MÉTHODOLOGIE

Aire d'étude

Trois sites expérimentaux représentatifs des milieux les plus fréquemment traversés par les autoroutes du sud du Québec ont été sélectionnés a) le long de l'autoroute 20 à St-Hyacinthe au cœur d'une zone d'agriculture intensive, b) le long de l'autoroute 40 à Cap-Santé en zone agro-forestière (fermes laitières, érablières), et c) le long de l'autoroute 573 à Val-Bélair en zone péri-urbaine (Figure 1.1).

Le site de Saint-Hyacinthe est situé dans le domaine de l'érablière à caryer cordiforme. C'est la zone la plus chaude au Québec, constituée d'une vaste plaine dominée par des dépôts argileux. Les deux autres sites (Cap-Santé et Val-Bélair) font partie du domaine de l'érablière à tilleul, caractérisé par des sites mésiques à drainage modéré avec des sols relativement riches, des dépôts sableux d'origine marine, deltaïque ou fluviatile. La flore y est plus pauvre que dans le domaine de l'érablière à caryer. Une dominance de l'érable rouge peut être observée dans les sites les mieux drainés (Grondin, 1996). La richesse spécifique des sites et les caractéristiques géographiques, climatiques et physiques des trois sites sont décrites dans Gérin-Lajoie et Lévesque, 2002 (Chapitre I).

Échantillonnage

Notre échantillonnage a couvert les années 1999 et 2000. Les tronçons expérimentaux mesuraient entre quatre et sept km de long. Chaque site a été subdivisé en quatre parcelles d'environ un km chacune, avec des traitements différents en terme de fréquence de tonte automnale (Figure 1.1). La première parcelle (C1) subissait une coupe à tous les ans, la deuxième (C2) après deux ans et la troisième (C3), une coupe après trois ans. La parcelle témoin (CT) a reçu la fréquence de tonte appliquée dans son secteur entre le printemps et l'automne, soit trois à quatre fois par année à Saint-Hyacinthe, une fois par année à Cap-Santé et trois fois par année à Val-Bélair. À Saint-Hyacinthe, une autre parcelle, coupée après trois ans (C3F), a été aménagée devant le seul secteur boisé du site expérimental afin de vérifier l'impact de la présence d'arbres sur la communauté végétale. Ce patron se répétait de chaque côté de l'autoroute, le long des voies nord et sud.

La conception et la gestion des tontes ont été assumées par le MTQ. Une bande d'une largeur de deux mètres, adjacente à la route et située dans l'accotement vert, continuait à être coupée à l'intérieur des secteurs expérimentaux. Cette coupe s'est effectuée à une fréquence de trois à quatre fois par saison de croissance. Cette «bande de propreté» devait répondre à des normes de sécurité afin d'assurer le dégagement des panneaux indicateurs et des glissières. Cela permettait, par le fait même, de mieux contrôler l'herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia*) qui est une nuisance pour la santé publique.

Chaque traitement (C1, C2, C3 et CT) a été subdivisé en quatre zones d'environ 250 mètres de longueur à l'aide de trois transects perpendiculaires à la route (T1 à T3). Ces transects servaient de repères sur la route pour les trois volets de ce projet de recherche, soit la végétation, l'avifaune et les mortalités par collision et finalement, les insectes et les petits mammifères. Nous avons ensuite déterminé trois transects aléatoires (J1-J2-J3), perpendiculaires à la route, entre le T1 et le T3 de chacun des traitements afin d'éviter l'effet de bordure en passant d'un traitement à l'autre (Figure 1.1).

Suite aux résultats d'un échantillonnage préliminaire effectué en 1998, il ressortait que la végétation des emprises autoroutières était stratifiée parallèlement à la route selon un gradient d'humidité du sol (Gérin-Lajoie, 1998).

Nous avons donc positionné cinq quadrats permanents de 1 m², (Q1 à Q5), le long de chaque transect aléatoire, en fonction de ces strates. Les quadrats un (Q1) se situaient dans l'accotement vert, les quadrats deux et trois (Q2 et Q3) étaient dans le haut et le bas du talus extérieur, les quadrats quatre (Q4) se retrouvaient dans le fossé latéral tandis que les quadrats cinq (Q5) étaient situés dans la berge, juste avant la clôture (Figure 1.2). Ce patron se retrouvait des deux côtés de l'autoroute, pour les trois sites, mais pas dans le talus central.

Ces quadrats permanents étaient délimités par des clous marqués de 6 pouces enfoncés dans le sol, nous permettant ainsi d'échantillonner exactement le même emplacement d'une année à l'autre. Nous avons identifié toutes les espèces végétales présentes à l'intérieur de ces quadrats permanents ainsi que leur recouvrement, en juillet 1999 et en août 2000, d'après une échelle de Braun-Blanquet modifiée (Tableau 2.1). En effet, nous avons inclus les espèces avec un couvert inférieur à 1 % dans la classe 1.

De plus, nous avons déterminé le couvert, selon la même échelle, de la surface occupée par projection au sol du sol nu, de la litière, des mousses, du gravier, des pierres ainsi que de l'eau courante ou stagnante dans les quadrats permanents. La hauteur de la plus haute tige vivante de même que la hauteur moyenne de la végétation ont été mesurées à l'intérieur des quadrats. Les pentes des transects établis aléatoirement (n=78) ont été prises à l'aide d'un clinomètre (%) entre la route et le canal (pente 1) ainsi qu'entre le fossé et la clôture (pente 2). La variable «tontes totales» représente le nombre de tontes subies par ce quadrat depuis le début du projet alors que «fréquence de tonte» fait référence à la fréquence annuelle de coupes effectuées dans le secteur.

Des échantillons de sol ont été récoltés à l'ouest des 390 quadrats permanents à l'aide d'une carotteuse de 6,5 cm de diamètre. Nous avons prélevé 10 cm de profondeur, à partir de la surface du sol. Les échantillons ont été pesés frais, séchés à l'étuve à 60 C° jusqu'à un poids stable pour ensuite être analysés au laboratoire des chaussées du MTQ. Les paramètres mesurés ont été les suivants: le % d'humidité par différence de poids; la granulométrie (% sable, % limon et % argile) par la méthode Fritsch; le pH et la conductivité (mS) selon *Manual on soil sampling and methods of analysis* avec un rapport sol : eau de 1 :2; la matière organique oxydable (%) selon la méthode LC 31-228 en corigeant ensuite selon le pourcentage ayant passé le tamis 2 mm; l'azote organique (%) selon la méthode micro-Kjeldahl et enfin, le phosphore (mg/kg) et le potassium (mg/kg) selon la méthode Mehlich III.

Nous avons aussi caractérisé le milieu adjacent à l'emprise en déterminant la présence ou non d'arbres vis-à-vis chacun des transects. Afin d'évaluer la présence de semis d'arbres ou d'arbustes dans les emprises, nous avons ajouté en 2000 une surface contiguë de 4m x 1m, à l'est de chacun des quadrats permanents, parallèlement à la route. Les semis ont été identifiés à l'espèce, et leur taille mesurée (cm).

Approche analytique

Les variables utilisées dans les analyses ont été mesurées pour chacun des quadrats et sont divisées en deux grandes catégories, soit les variables reliées à la végétation et celles associées à l'environnement (Tableau 2.2).

Uniformité entre les sites

Afin de vérifier si le type de gestion antérieur avait eu un effet uniformisant à long terme, nous avons effectué une première analyse canonique de correspondance (ACC-1) (CANOCO, version 4) sur les données récoltées au début de l'étude (juillet 1999). À cette date, les données pour les Q1, situés en bordure des voies rapides, n'étaient pas disponibles. Pour des raisons de sécurité, ces quadrats ont été échantillonnés seulement lors de la deuxième

tournée en août 1999, en présence d'une escorte. L'analyse a donc porté sur les valeurs de recouvrement (%) de toutes les espèces observées dans les quadrats permanents de 1 m² (Q2 à Q5) des trois sites. Le recouvrement d'une espèce à l'intérieur d'un quadrat était calculé selon la moyenne de classe attribuée pour chaque intervalle de couvert de Braün-Blanquet (Tableau 2.1). À cette série de données sur les espèces, se sont ajoutés les paramètres environnementaux cités dans le Tableau 2.2 et marqués d'une astérisque.

Nous avons effectué une sélection automatique pas à pas des variables environnementales afin de ne retenir que celles qui sont significatives ($P<0,05$). Deux tests de Monte Carlo (999 permutations) ont été exécutés afin de vérifier la contribution significative ou non du 1^{er} axe ainsi que de tous les axes.

Uniformité entre les talus

Pour évaluer si un effet uniformisant s'observait dans le secteur le plus intensivement tondu, soit les talus, nous avons procédé à une deuxième analyse canonique de correspondance (**ACC-2**). Nous y avons inclus les couverts des espèces comprises dans les Q2 et Q3 des trois sites confondus avec les paramètres environnementaux associés à ces quadrats. Ici encore, une sélection automatique pas à pas des variables environnementales significatives ($P<0,05$) a été effectuée, de même que les deux tests de Monte Carlo (999 permutations).

Influence de la fréquence de tonte sur la composition végétale des talus

Afin de vérifier si la composition végétale des talus était influencée par les différents traitements ou fréquences de tonte, nous avons effectué des analyses canoniques de correspondance pour chaque site séparément, soit **ACC-3** pour Saint-Hyacinthe, **ACC-4** pour Cap-Santé et **ACC-5** pour Val-Bélair. Ces analyses ont été faites à partir des données récoltées en juillet 2000 et portant sur le recouvrement des espèces des talus (Q2 et Q3) et les paramètres environnementaux associés à chaque quadrat et ce, après deux ou trois ans de

traitement. En effet, le site de Saint-Hyacinthe a été inclus dans le projet expérimental en 1999 plutôt qu'en 1998 pour les deux autres sites.

Influence d'un milieu adjacent ouvert ou boisé sur la communauté végétale

Les milieux adjacents des sites de Saint-Hyacinthe et de Val-Bélair sont en partie boisés et en partie ouverts, tandis que ceux de Cap-Santé sont tous boisés. Nous avons donc examiné la distribution des quadrats adjacents à un milieu boisé, au sein des analyses réalisées précédemment sur les talus de Saint-Hyacinthe (ACC-3) et de Val-Bélair (ACC-5).

Recrutement et taille des semis de ligneux

La distribution de l'abondance et de la taille des semis de ligneux à l'intérieur des quadrats de 5 m² a été comparée entre les traitements et les sites à l'aide d'un modèle linéaire général (GLM) (Systat, version 10). Lorsque la distribution des données était normale, nous avons effectué une analyse de variance à deux voies. Dans le cas contraire, nous avons appliqué un test non paramétrique, soit le Kruskal-Wallis, suivi d'une analyse de comparaison multiple si le test précédent révélait des différences significatives. Aux fins des comparaisons multiples, nous avons utilisé le rang moyen plutôt que la somme des rangs.

Changement de la communauté végétale dans les talus

Pour quantifier tout changement au niveau des communautés végétales entre les deux années d'échantillonnage, en relation avec les différentes fréquences de tonte, nous avons comparé la distribution des quadrats (Q2 et Q3) entre 1999 et 2000 à l'aide d'analyses de correspondance redressées (DCA-1, DCA-2 et DCA-3) (Canoco, version 4). Ces analyses ont été effectuées à partir des données de recouvrement des espèces et des variables environnementales ayant changé entre les deux années, ces dernières étant intégrées de façon passive *a posteriori*. En traçant des flèches entre les points correspondant aux résultats des mêmes échantillons et ce, de l'année 1999 vers

l'année 2000, on était à même de visualiser l'importance et la direction de ces changements.

Nous avons aussi utilisé des analyses de classification divisive (TWINSPAN, 1987) comme autre outil pour mesurer le changement de la végétation à l'intérieur des quadrats permanents de 1 m² situés dans les talus, entre 1999 et 2000. Ce type d'analyse se base uniquement sur le couvert des espèces. Nous avons intégré les deux années de données dans la même analyse et ce, pour chacun des sites séparément. Cette analyse force des divisions entre les échantillons, en fonction d'espèces indicatrices, afin de créer des sous-groupes selon leur similitude intra-groupe et leurs différences inter-groupes. On voulait vérifier comment ces analyses classeraient nos mêmes échantillons, à une année d'intervalle.

Caractérisation des sols

Afin de vérifier si l'hétérogénéité de la végétation était liée à la nature des sols, nous avons examiné les paramètres des sols en calculant les moyennes, les valeurs maximales et minimales ainsi que l'erreur-type à l'intérieur de chaque traitement et ce, pour chacun des sites.

RÉSULTATS

La richesse spécifique végétale des trois sites confondus était de 337 espèces vasculaires au total. Cette valeur tient compte des espèces observées en 1999 et en 2000 dans les quadrats permanents de 5 m² et de celles retrouvées dans les relevés de 250 m pour chaque traitement (Annexe 1). Les résultats des analyses canoniques de correspondance (ACC) et des analyses de correspondance redressées (DCA) effectuées dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau 2.3.

Uniformité entre les sites

L'analyse canonique de correspondance (ACC-1) s'est révélée significative pour le 1^{er} axe et pour tous les axes ($P=0,01$) (Tableau 2.3). Des proportions de 5,9 % et de 46,6 % de la variance totale étaient expliquées respectivement par les espèces seulement et par les espèces et l'environnement. Lors de la sélection pas-à-pas des variables environnementales en cours d'analyse, les variables boue, % sable dans le sol, pierres, sol nu, champignons, gravier, matière organique et couvert de sable ont été éliminées parce que non significatives. Un quadrat Q5 du traitement trois ans de Donnacona (DNC3J1Q5) a été éliminé à cause de valeurs extrêmes résultant d'un pourcentage très élevé en matière organique et d'un pH très acide.

Les facteurs environnementaux les plus déterminants dans la répartition des quadrats sur le premier axe ont été l'humidité et la conductivité dans le sol ainsi que la surface occupée par l'eau courante ou stagnante (Figure 2.1). Cet axe expliquant 15,6 % de la variance sépare les quadrats des fossés (Q4), dominés par des espèces de milieux humides telles les quenouilles, le phragmite, la salicaire, les cypéracées et les joncacées, des autres quadrats. Le deuxième axe représentant 13,2 % de la variance a contribué à circonscrire les berges (Q5) ainsi qu'à différencier en partie les trois sites entre eux. Ainsi on peut observer, à partir du haut vers le bas, le site de Cap-Santé, suivi du site

de Val-Bélair et finalement celui de Saint-Hyacinthe. Le pH a aussi influencé la répartition des quadrats le long du deuxième axe (Figure 2.1).

On constate donc que les quadrats 4 et 5 (Q4 et Q5) se différencient nettement des autres quadrats et que les sites se distinguent encore entre eux. Par contre, on observe un chevauchement pour les quadrats deux et trois (Q2 et Q3). L'effet d'homogénéisation s'est donc manifesté, mais uniquement dans la zone tondue régulièrement, soit les talus. Nous devons signaler ici qu'à Saint-Hyacinthe, la tonte est effectuée de la route jusqu'à la clôture et que par conséquent, tous les quadrats de ce site se font tondre et sont plus semblables.

Uniformité entre les talus

Nous avons procédé ici à l'analyse exclusive des talus des trois sites confondus, afin de mieux cerner l'effet uniformisant de la tonte sur les talus (ACC-2). Lors de la sélection pas-à-pas des variables environnementales en cours d'analyse, les variables couvert de litière, pH, gravier et eau courante ont été éliminées parce que non significatives. Trois quadrats ayant des valeurs extrêmes ont été écartés de l'analyse. Deux de ces quadrats se retrouvaient à Saint-Hyacinthe (SSC2J2Q3 et SS3FJ1Q3) et étaient caractérisés par la présence presque exclusive, pour les Q2 et Q3 en 1999, de deux espèces, soit respectivement *Chenopodium Bonus Henricus* et *Ranunculus cymbalaria*. Le troisième était à Val-Bélair (VNC3J3Q3) et se distinguait par un fort couvert de quenouilles pour un Q3 ainsi que par la présence de douce-amère (*Solanum dulcamara*). L'analyse était significative pour le premier axe ($P : 0,001$) ainsi que pour tous les axes ($P : 0,001$) (Tableau 2.3). Le premier axe expliquant 18,2 % de la variance, séparait clairement les talus des sites de Cap-Santé et de Val-Bélair de ceux de Saint-Hyacinthe par le nombre d'années depuis le début du projet, mais aussi par la richesse en matière organique et les pentes plus prononcées des deux premiers sites (Figure 2.2). Les quadrats de Saint-Hyacinthe étaient aussi caractérisés par des sols plus humides et plus riches en argile et en limon ainsi que par une conductivité plus élevée et une plus grande surface de sol à nu. Le deuxième axe, expliquant 12,8 % de la variance

(Tableau 2.3), répartissait les quadrats des talus en fonction de la hauteur de la végétation et de la richesse en phosphore. Ainsi, on retrouvait plus de quadrats de Saint-Hyacinthe caractérisés par une végétation de grande taille et des sols riches en phosphore (Figure 2.2). En effet, on a observé une forte abondance du phragmite (*Phragmites australis*) dans les talus de Saint-Hyacinthe (16 % de couvert, Chapitre II). Les mêmes tendances se sont exprimées en excluant de l'analyse le nombre d'années depuis le début du projet.

Influence de la fréquence de tonte sur la composition végétale des talus

Après avoir constaté que les talus (Q2 et Q3) étaient différents des autres groupes de quadrats et que les talus des trois sites étaient différents entre eux, nous avons effectué les analyses subséquentes sur les talus uniquement, en examinant chaque site séparément. Cela nous a permis d'évaluer l'effet des traitements, soit les différentes fréquences de tonte, sur la composition végétale.

À **Saint-Hyacinthe**, l'analyse canonique de correspondance (ACC-3) s'est révélée significative au niveau du 1^{er} axe ($P: 0,001$) ainsi qu'au niveau de tous les axes ($P : 0,001$) (Tableau 2.3). Lors de la sélection pas-à-pas des variables environnementales en cours d'analyse, les variables pH, litière, sol nu, matière organique, limon, K, P, et hauteur moyenne ont été retirées parce que non significatives ($P>0.05$). De même, deux quadrats Q3 du traitement C4 ont été retirés (SSC4J3Q3 et SSC4J2Q3). La répartition des quadrats sur le premier axe, expliquant 36 % de la variance (Tableau 2.3), s'est plutôt faite selon des gradients opposés d'humidité et de teneur en azote dans les sols et n'était pas reliée à l'effet traitement. Le C1, tondu une fois/année, s'est distingué des autres traitements sur le deuxième axe (Figure 2.3) expliquant 18,7 % de la variance (Tableau 2.3). L'examen des variables environnementales associées à l'analyse nous a révélé que cette ségrégation s'effectuait en fonction de la fréquence de tonte et implicitement d'une taille maximale moins élevée de la végétation. Par contre, les autres traitements ne formaient pas de groupements.

À **Cap-Santé**, le C1 et le CT avaient la même fréquence de tonte annuelle soit une tonte estivale pour le CT et une tonte automnale pour le C1. L'ACC-4 s'est avérée significative pour le 1^{er} axe ($P : 0,001$) ainsi que pour tous les axes ($P : 0,001$) (Tableau 2.3). Lors de la sélection pas-à-pas des variables environnementales en cours d'analyse, les variables matière organique, N, sable, sol nu pH, limon, P et gravier ont été retirées parce que non significatives ($P > 0,05$). Trois quadrats Q3 ont été enlevés parce que trop extrêmes, dont un dans le traitement C4 (DNC4J1Q3) et deux dans le traitement C1 (DSC1J1Q3 et DSC1J2Q3). On a observé une répartition des traitements sur le premier axe qui expliquait 25,2 % de la variance (Tableau 2.3). Cette ségrégation s'est effectuée en fonction de la fréquence de tonte, avec d'un côté le C1 et le CT puis de l'autre, le C2 et le C3 (Figure 2.3). Cependant, le C1 et le CT se sont répartis de part et d'autre du deuxième axe expliquant 22 % de la variance. Le C1 était caractérisé par une végétation de plus grande taille ainsi que par des sols plus argileux et plus riches en potassium. Le CT quant à lui affichait des valeurs de conductivité plus élevées (Tableau 2.6).

À **Val-Bélair**, le tronçon témoin de ce site recevait trois tontes entre le printemps et l'automne de chaque année. L'ACC-5 s'est avérée significative pour le 1^{er} axe ($P : 0,001$) ainsi que pour tous les axes ($P : 0,001$) (Tableau 2.3). Lors de la sélection pas-à-pas des variables environnementales en cours d'analyse, les variables P, matière organique, gravier, fréquence de tonte, sol nu, hauteur max, pH, N, conductivité et litière ont été retirées parce que non significatives ($P > 0,05$). Trois quadrats Q3 ont été éliminés parce que non significatifs, dont un dans le C1 (VNC1J2Q3) et deux dans le C3 (VNC3J3Q3 et VNC3J2Q3). Le CT se distinguait nettement des autres traitements en fonction du premier axe, expliquant 25,8 % de la variance et influencé par le nombre total de tontes subies depuis le début du projet (Figure 2.3). Le deuxième axe expliquait 20,9 % de la variance (Tableau 2.3). Par contre les autres traitements n'étaient pas clairement différenciés en relation avec les variables environnementales.

Influence d'un milieu adjacent ouvert ou boisé sur la communauté végétale

Suite aux analyses canoniques de correspondance effectuées sur les talus de Saint-Hyacinthe (ACC-3) et de Val-Bélair (ACC-5), nous avions identifié de façon distincte les quadrats présentant un milieu adjacent boisé au sein des figures respectives à ces deux sites. Nous n'avons observé aucun regroupement particulier de ces quadrats. Un milieu adjacent ouvert ou arborescent n'a donc pas influencé significativement la communauté végétale des talus attenants pour aucune de ces deux emprises autoroutières.

Recrutement et taille des semis de ligneux

Recrutement

Dans les trois emprises, nous avons dénombré 63 semis de 11 espèces de ligneux dans les 234 parcelles de 5 m², en juillet 2000 (Q1 à Q3). De ce nombre, 39 plants ont été observés à Cap-Santé, 13 à Saint-Hyacinthe et 11 à Val-Bélair. Sur une surface totale de 1170 m², cela signifiait une densité moyenne de 0,05 plant/m². L'érable rouge (*Acer rubrum*) était l'espèce dominante avec 56 % des semis (n=35) (Tableau 2.4).

À Saint-Hyacinthe, on a dénombré 13 semis de ligneux en 2000 à l'intérieur des 90 parcelles de 5 m², pour une densité de 0,03 plant/m². Ces semis étaient présents dans trois des cinq traitements soit le C1, le C3 et le C3F avec une seule espèce observée, soit l'érable rouge (*Acer rubrum*). De ces 13 semis, on en a retrouvé 11 (85 %) devant la section forêt (Figure 2.4).

Dans le site agro-forestier de Cap-Santé, on a relevé un total de 39 plants de semis ligneux, retrouvés dans tous les traitements, pour une densité de 0,11 plant/m² en 2000. L'érable rouge représentait 49 % des semis sur un total de 9 espèces présentes. La viorne cassinoïde (*Viburnum cassinoides*), et le cerisier de Virginie (*Prunus virginiana*) étaient les deux autres espèces les plus abondantes (Tableau 2.4)

À Val-Bélair, on a retrouvé 11 plants de semis de ligneux dans deux traitements sur quatre, soit 3 plants dans le C2 (27 %) et 8 plants dans le CT (73 %) (Figure 2.4). Le CT était le seul traitement où le milieu adjacent était boisé. On a donc observé une densité de 0,05 plant/m² pour le site de Val-Bélair en 2000. Les cerisiers (*Prunus* sp.), l'érable rouge et la viorne cassinoïde étaient les espèces les plus abondantes (Tableau 2.4).

Nos données suggèrent donc un effet positif d'un milieu adjacent boisé sur l'importance du recrutement dans les emprises autoroutières.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour échantillons de taille inégale (Zar, 1999) a permis de faire ressortir qu'il n'y avait pas de différence significative du nombre de semis observé entre les différents traitements ($P=0,843$) mais qu'il y en avait une entre les différents sites ($P=0,028$). Le test de comparaisons multiples (de type Tukey) a révélé une différence significative entre le site de Saint-Hyacinthe et celui de Cap-Santé ($Q>Q_{0,05}$)

Taille

La taille des semis était variable et de distribution normale après transformation des données ($1/\sqrt{\cdot}$) de hauteur des semis ligneux. Suite à une analyse de variance (ANOVA) à deux voies sur la taille des semis, aucune différence significative n'est ressortie entre les sites ($P=0,669$), entre les différents traitements ($P=0,791$) ou entre ces deux facteurs combinés ($P=0,788$). En général, la taille des semis était inférieure à 30 cm, même dans les C3 où il n'y avait pas eu de tonte depuis trois ans (Figure 2.4).

À Saint-Hyacinthe, la hauteur des semis se situait autour de 10 cm. À Cap-Santé, la taille moyenne des semis était en général plus élevée, avec une taille maximale observée dans les C1 (une tonte par année) (Figure 2.4). À Val-Bélair, les semis observés dans les secteurs témoins (trois tontes/année) présentaient une taille identique ou supérieure à ceux présents dans les C2 (une tonte aux deux ans). La taille des semis de ligneux se situait autour de 10 cm.

Changement directionnel de la communauté végétale dans les talus

Nous présentons ici les résultats partiels des analyses de correspondance redressées qui incluaient les données des années 1999 et 2000. En effet nous n'avons considéré que les traitements C3 des trois sites car ces segments étaient ceux où l'arrêt des perturbations, les tontes, s'était produit depuis le plus longtemps, soit trois ans à Cap-Santé et Val-Bélair et deux ans à Saint-Hyacinthe

L'ordination indirecte de l'abondance végétale des quadrats permanents en 1999 et 2000 nous a permis de comparer le changement de composition végétale entre les deux années à l'aide d'analyses de correspondance redressées (DCA). En reliant par des flèches les points correspondant aux échantillons en 1999 vers les points des mêmes échantillons en 2000, on a constaté qu'il y avait un changement entre les deux années, mais sans direction claire (Figure 2.5). L'importance du changement est représentée par la longueur des flèches et on peut parler d'une direction dans le changement lorsque les flèches s'orientent majoritairement dans le même sens.

Cependant les changements peuvent être reliés à plusieurs autres facteurs que la modification du régime de tonte. Ainsi, d'une année à l'autre, le développement des plantes et du couvert qu'elles occupent est en fonction de la saison de croissance. Un printemps tardif et froid ou encore un été chaud et très sec peuvent faire en sorte qu'à la même date, d'une année à l'autre, le couvert des plantes soit différent. Ainsi le couvert de l'herbe à poux sera réduit au cours d'un été pluvieux et celui des sphaignes sera plutôt réduit lors d'un été très sec.

Quant aux analyses de classification divisive (TWINSPAN), elles ne nous ont pas permis de distinguer de groupements végétaux particuliers ou homogènes. Nous présentons ici les résultats de l'analyse de Cap-Santé, celles des deux autres sites se retrouvent en annexe (Annexes 2 et 3).

En général, les classifications ont réparti dans une seule division les mêmes quadrats permanents échantillonnés en 1999 et en 2000 (Figure 2.6). Ce type de classification n'a donc pu détecter de changement assez évident entre ces deux séries de données pour les classer dans des groupes différents.

Toutefois, on a constaté que certains traitements se différenciaient par rapport à l'ensemble des quadrats. Ainsi le C1 de Cap-Santé se distinguait des autres traitements par sa forte abondance en chardon des champs (*Cirsium arvense*) forçant un premier niveau de division avec les 23 quadrats faisant partie de ce traitement (Figure 2.6). À l'opposé, le témoin (CT) est caractérisé par la présence de scirpes à gaines rouges (*Scirpus rubrotinctus*) et de marguerites (*Leucanthemum vulgare*). Entre ces deux pôles, on retrouvait les quadrats faisant partie des C2 et C3. Les différences entre les traitements, pouvant être dues à d'autres facteurs que les tontes appliquées, ont donc surpassé les changements qu'on pourrait attribuer à l'évolution de la végétation entre deux années d'échantillonnage.

Caractérisation des sols

En observant les valeurs moyennes des sols des trois emprises, nous avons constaté qu'ils correspondaient majoritairement à des loams sablonneux, puis à des sables limoneux. Seul le témoin de Saint-Hyacinthe est classé comme loam. Les pH moyens sont neutres, autour de la valeur 7 (Tableau 2.5). Les taux d'azote sont similaires pour les trois sites, soit environ 0,4 mg/kg. Les autres paramètres présentent plus de variabilité telles les teneurs en phosphore plus élevées à Saint-Hyacinthe qu'aux deux autres sites (Tableau 2.6).

Les sols de Saint-Hyacinthe étaient assez homogènes quant au pH et à la conductivité (Tableau 2.5). Le C3F se démarquait des autres traitements par un pourcentage d'humidité plus élevé et des teneurs en phosphore et en potassium plus faibles (Tableau 2.6).

Le site de Cap-Santé présentait des sols avec une conductivité plus élevée dans le témoin (Tableau 2.5) ainsi que des taux de phosphore et de potassium plus élevés dans le C1 comparativement aux autres traitements (Tableau 2.6).

À Val-Bélair, on a constaté un pourcentage de matière organique très élevé dans le C3 associé à des sols plus humides qu'ailleurs sur ce site (Tableau 2.5). On a observé, dans le C1, le taux moyen d'azote le plus élevé des trois sites ainsi qu'un taux de potassium supérieur à celui des autres traitements de Val-Bélair (Tableau 2.6).

DISCUSSION

Le facteur le plus déterminant dans la répartition des espèces végétales sur les emprises autoroutières a été le taux d'humidité dans le sol. Ainsi, les quadrats situés dans les fossés (Q4) et ceux situés dans les berges entre le fossé et la clôture (Q5) se démarquent nettement des autres que ce soit à l'échelle des trois sites réunis ou à l'intérieur d'un seul site.

Quant aux talus, les conditions écologiques similaires qui caractérisent la plupart des emprises autoroutières de même que les tontes ont eu un effet uniformisant sur la végétation et ont conduit au développement d'une flore spécialisée en fonction de ces facteurs (Burrows, 1990; Crawley, 1986a). La formation la plus courante qu'on y rencontre est une prairie rudérale, à mi-chemin entre une prairie de fauche et une friche fauchée (Dasnias, 1996).

Celle-ci se compose surtout de graminées et les légumineuses (Parr et Way, 1988) ainsi que d'une grande variété d'astéracées (Chapitre II). Le fauchage a aidé à contrôler le côté compétitif des espèces dominantes et a permis la coexistence d'autres espèces, augmentant du coup la diversité spécifique (Grime, 1979, Parish *et al.*, 1990). D'un autre côté, cela a exclu les espèces intolérantes à la tonte. En arrêtant de tondre, ces dernières peuvent alors s'établir et la dynamique de succession favorisera les espèces les plus compétitives (Harper, 1977). Un certain niveau de perturbation peut donc permettre de briser la dominance des graminées et des légumineuses établies et créer des ouvertures où peuvent germer des herbacées annuelles et des pérennes (Lavorel *et al.*, 1994 ; Bazzaz 1990 ; Crawley 1986b).

L'effet des traitements, soit les différentes fréquences de tonte automnale, n'était pas clair après une période de deux ans. Ce laps de temps était trop court pour entraîner un changement mesurable des communautés végétales des emprises autoroutières. De plus, d'autres facteurs inhérents aux sites, dont

la nature des sols et les caractéristiques de chacun des sites, peuvent avoir contribué à la différenciation de certains traitements (Tilman, 1986). Ces communautés se sont révélées stables à cause d'une majorité d'espèces vivaces (Chapitre I), d'une couverture végétale très dense et de la grande compétitivité des graminées pour les ressources en eau (Crawley, 1986a).

Cette résistance du milieu a amené un faible recrutement des semis ligneux avec une taille n'excédant pas 30 cm même après trois ans sans intervention. Toutefois, la présence d'un milieu adjacent boisé a augmenté le succès d'implantation des semis. Dans des milieux similaires au New-Jersey, peu d'arbres se sont établis avant que se soient écoulés 12 ans après l'abandon des champs (Buell *et al.*, 1971). De plus, les graines d'arbres n'ont généralement pas une grande longévité et ne s'accumulent pas dans le réservoir de graines du sol (Harper, 1977).

L'absence de changement directionnel ne nous indique donc pas de tendance, pour l'instant, d'un processus de succession. Ces phénomènes dynamiques apparaissent aléatoires à court terme et ne peuvent nous servir à prédire l'évolution à long terme de la végétation dans les talus des emprises.

Tableau 2.1: Classes de couvert d'une échelle de Braun-Blanquet modifiée de Barbour *et al.* (1998).

Classe	Intervalle de couvert (%)	Moyenne de classe (%)
5	75-100	87.5
4	50-75	62.5
3	25-50	37.5
2	5-25	15.0
1	1-5	2.5

Tableau 2.2: Description des variables mesurées pour les 390 quadrats permanents des emprises autoroutières des trois sites expérimentaux en 1999 et 2000. *: variables utilisées dans les analyses canoniques de correspondance (ACC).

Variable	Description	Variable indépendante	Variable dépendante	Variable discontinue	Variable continue
Végétation					
Couvert végétal (%) *	Espèces (333)		X		X
Richesse spécifique	Nombre d'espèces / m ²		X		X
Présence de plantules	Nombre de semis / 5 m ²		X		X
Hauteur maximale de la végétation *	Cm		X		X
Hauteur moyenne de la végétation *	Cm		X		X
Environnement					
Couvert au sol (%) *	Litière	X			X
	Sol nu ou Boue	X			X
	Gravier (moins de 3 cm)	X			X
	Pierres (plus de 3 cm)	X			X
	Eau courante ou stagnante	X			X
	Mousses	X			X
	Champignons	X			X
Type d'utilisation du sol *	Agricole intensif	X		X	
	Agro-forestier	X		X	
	Péri-urbain	X		X	
Fréquence de tonte *	Par quadrat, annuellement	X			X
Tontes totales	Tontes subies depuis 2 ans	X			X
Milieu adjacent *	Présence d'arbres	X		X	
	Absence d'arbres	X		X	
Pentes (%) *	1)Route-fossé	X			X
	2)Fossé-clôture				
Année de projet *	Nombre d'années depuis début projet pilote	X		X	
Paramètres du sol *	% eau	X			X
	pH	X			X
	Conductivité	X			X
	Azote	X			X
	Phosphore	X			X
	Potassium	X			X
	Carbone total	X			X
	% matière organique	X			X
Granulométrie *	% sable	X			X
	% limon	X			X
	% argile	X			X

Tableau 2.3 : Résultats des analyses canoniques de correspondance (ACC) et des analyses de correspondance redressées (DCA) réalisées dans le cadre du suivi de la végétation en 1999 et 2000. Enviro. : Environnement. N : Nombre. Esp. : Espèces. * : longueur de gradient du 1^{er} axe. ** : longueur de gradient du 2^e axe.

	Quadrats (N)	Espèces actives (N)	Variables enviro. (N)	Inertie totale %	Variance totale expliquée par les espèces %	Variance totale expliquée par les espèces et l'enviro. %	Variance expliquée par 1 ^{er} axe (esp. seulement) %	Variance expliquée par 1 ^{er} axe (esp. et enviro.) %	Variance expliquée par 2e axe (esp. seulement) %	Variance expliquée par 2e axe (esp. et enviro.) %	P 1 ^{er} axe	P tous les axes
ACC-1	312	203	16	29,1	5,9	46,6	2,0	15,6	1,7	13,2	0,01	0,01
ACC-2	154	101	20	11,0	11,7	52,1	4,1	18,2	2,9	12,8	0,01	0,001
ACC-3	58	46	15	5,1	22,2	81,1	9,9	36,0	5,1	18,7	0,001	0,001
ACC-4	48	82	15	4,3	22,7	71,7	7,6	25,2	6,7	22,0	0,001	0,001
ACC-5	45	60	13	4,6	19,5	78,2	6,4	25,8	5,2	20,9	0,001	0,001
DCA-1	120	59	5	8,4	21,5	n/d	7,6	10,2	5,7	11,7	4,6 *	3,6 **
DCA-2	96	95	7	6,7	21,0	n/d	7,3	18,5	5,9	15,5	3,6 *	3,3 **
DCA-3	96	71	7	6,8	21,3	n/d	8,2	19,9	5,5	4,8	4,4 *	3,5 **

Tableau 2.4: Nombre de semis de ligneux répertoriés dans les 234 quadrats de 5 m² échantillonnés au cours de l'été 2000 à Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair.

Espèces	n	St-Hyacinthe	Cap-Santé	Val-Bélair
<i>Acer rubrum</i>	35	13	19	3
<i>Betula papyrifera</i>	1		1	
<i>Cornus stolonifera</i>	1		1	
<i>Populus tremuloides</i>	1		1	
<i>Prunus pensylvanica</i>	1		1	
<i>Prunus virginiana</i>	4		4	
<i>Prunus sp.</i>	4			4
<i>Salix babiana</i>	2		2	
<i>Salix discolor</i>	1		1	
<i>Viburnum cassinoides</i>	8		5	3
Semis non identifié	5		4	1
Nombre de semis	63	13	39	11
Nombre d'espèces	11	1	9	4

Tableau 2.5: Caractéristiques générales (pH, conductivité, humidité, texture) des sols pour les talus (Q2-Q3) des trois sites expérimentaux. Moyenne (Moy.), écart-type (é.t.), valeur minimale (min.) et maximale (max.). Les valeurs en gras représentent les valeurs minimales et maximales pour chacun des paramètres, à l'échelle des trois sites.

	Traitement	pH			Conductivité (mS)			Humidité (%)			Texture
		Moy. ± é.t. min. max.			Moy. ± é.t. min. max.			Moy. ± é.t. min. max.			
Saint-Hyacinthe	C1	7.4 ± 0.2	7.1	7.7	0.7 ± 0.4	0.3	1.4	20.7 ± 6.5	12	31	sable limoneux
	C2	7.4 ± 0.4	6.8	8.1	0.8 ± 0.3	0.4	1.5	21.4 ± 8.2	11	36	loam sablonneux
	C3	7.5 ± 0.3	6.9	7.8	0.6 ± 0.3	0.2	1.2	19.4 ± 8.5	7	33	sable limoneux
	C3F	7.5 ± 0.5	6.2	7.9	0.7 ± 0.6	0.2	2.4	27.3 ± 9.2	10	43	sable limoneux
	CT	7.4 ± 0.3	6.9	7.8	0.7 ± 0.4	0.3	1.6	21.4 ± 11.3	9	40	loam
Cap-Santé	C1	7.1 ± 0.3	6.7	7.5	0.4 ± 0.1	0.2	0.5	20.2 ± 2.8	15	24	loam sablonneux
	C2	7.3 ± 0.2	7.0	7.6	0.3 ± 0.1	0.2	0.6	17.3 ± 3.0	13	22	sable limoneux
	C3	7.2 ± 0.2	6.8	7.6	0.4 ± 0.1	0.3	0.6	18.8 ± 4.3	14	28	loam sablonneux
	CT	7.3 ± 0.2	6.8	7.6	0.7 ± 0.4	0.2	1.3	18.6 ± 5.5	11	28	loam sablonneux
Val-Bélair	C1	7.2 ± 0.6	6.4	8.2	0.5 ± 0.3	0.2	1.3	13.2 ± 6.3	4	24	loam sablonneux
	C2	7.3 ± 0.3	6.9	7.7	0.5 ± 0.5	0.2	2.1	14.5 ± 6.9	7	31	loam sablonneux
	C3	7.3 ± 0.4	6.7	7.7	0.7 ± 0.8	0.1	2.5	22.3 ± 16.3	4	55	loam sablonneux
	CT	7.2 ± 0.3	6.8	7.8	0.7 ± 0.5	0.2	1.8	16.8 ± 8.2	6	35	loam sablonneux

Tableau 2.6: Azote, phosphore, potassium et pourcentage de matière organique des sols pour les talus (Q2-Q3) des trois sites expérimentaux. Moyenne (Moy.), écart-type (é.t.), valeur minimale (min.) et maximale (max.). Les valeurs en gras représentent les valeurs minimales et maximales pour chacun des paramètres, à l'échelle des trois sites.

	Traitement	Azote (N) mg/kg			Phosphore (P) mg/kg			Potassium (K) mg/kg			Matière organique %						
		Moy.	± é.t.	min.	max.	Moy.	± é.t.	min.	max.	Moy.	± é.t.	min.	max.	Moy.	± é.t.	min.	max.
Saint-Hyacinthe	C1	0.4 ± 0.1	0.3	0.6		56 ± 22	26	95	134 ± 65	67	283	6 ± 1	3	9			
	C2	0.4 ± 0.2	0.2	0.6		57 ± 38	13	147	149 ± 28	112	202	6 ± 2	2	9			
	C3	0.3 ± 0.1	0.2	0.6		43 ± 30	16	124	122 ± 53	78	251	4 ± 1	2	6			
	C3F	0.3 ± 0.1	0.1	0.5		37 ± 14	21	62	66 ± 25	28	108	4 ± 1	2	7			
	CT	0.4 ± 0.1	0.2	0.5		47 ± 14	23	80	155 ± 45	79	242	6 ± 2	3	9			
Cap-Santé	C1	0.4 ± 0.1	0.3	0.4		46 ± 20	22	94	147 ± 56	71	260	4 ± 1	3	6			
	C2	0.4 ± 0.1	0.3	0.6		22 ± 10	13	43	68 ± 14	51	93	4 ± 1	2	5			
	C3	0.4 ± 0.1	0.3	0.5		23 ± 5	17	33	88 ± 19	57	130	4 ± 1	2	5			
	CT	0.4 ± 0.1	0.2	0.5		36 ± 13	20	61	83 ± 26	39	126	3 ± 1	2	6			
Val-Bélair	C1	0.5 ± 0.1	0.3	0.5		34 ± 6	26	50	116 ± 64	58	289	6 ± 2	4	8			
	C2	0.3 ± 0.1	0.3	0.5		34 ± 8	22	48	97 ± 28	38	135	4 ± 1	3	7			
	C3	0.4 ± 0.2	0.2	0.7		27 ± 8	16	46	85 ± 47	29	179	8 ± 5	3	19			
	CT	0.4 ± 0.1	0.2	0.5		28 ± 9	12	41	102 ± 39	51	177	6 ± 2	3	10			

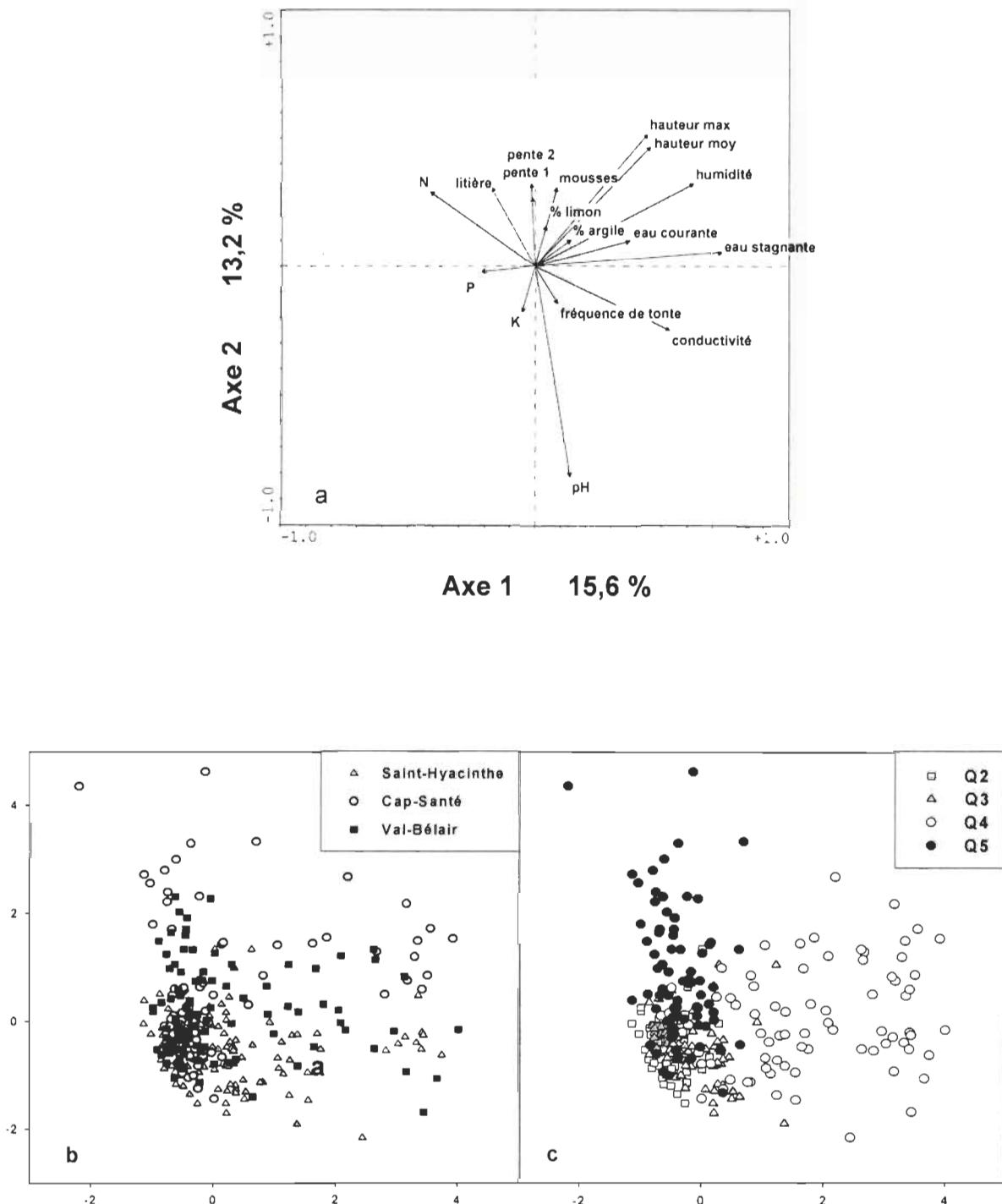


Figure 2.1: Analyse canonique de correspondance (ACC-1) des données de végétation pour les quadrats Q2 à Q5 de Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair, juillet 1999. Résultats des échantillons (*sample scores*) avec a) variables environnementales, b) tri par sites et c) tri par quadrats.

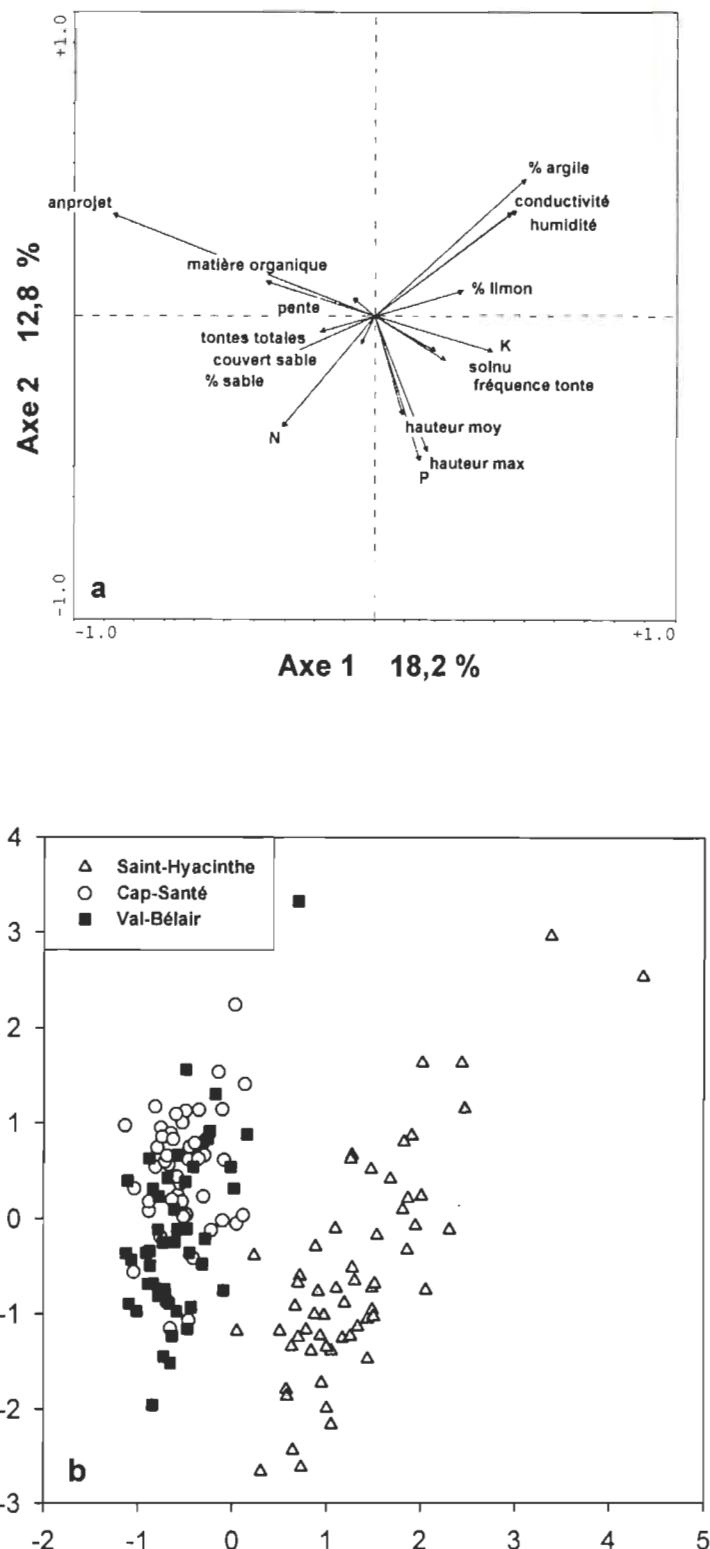


Figure 2.2: Analyse canonique de correspondance (ACC-2) des données de végétation des quadrats Q2 et Q3 pour Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair, juillet 1999. Résultats des échantillons (*sample scores*) avec a) variables environnementales et b) tri par sites.

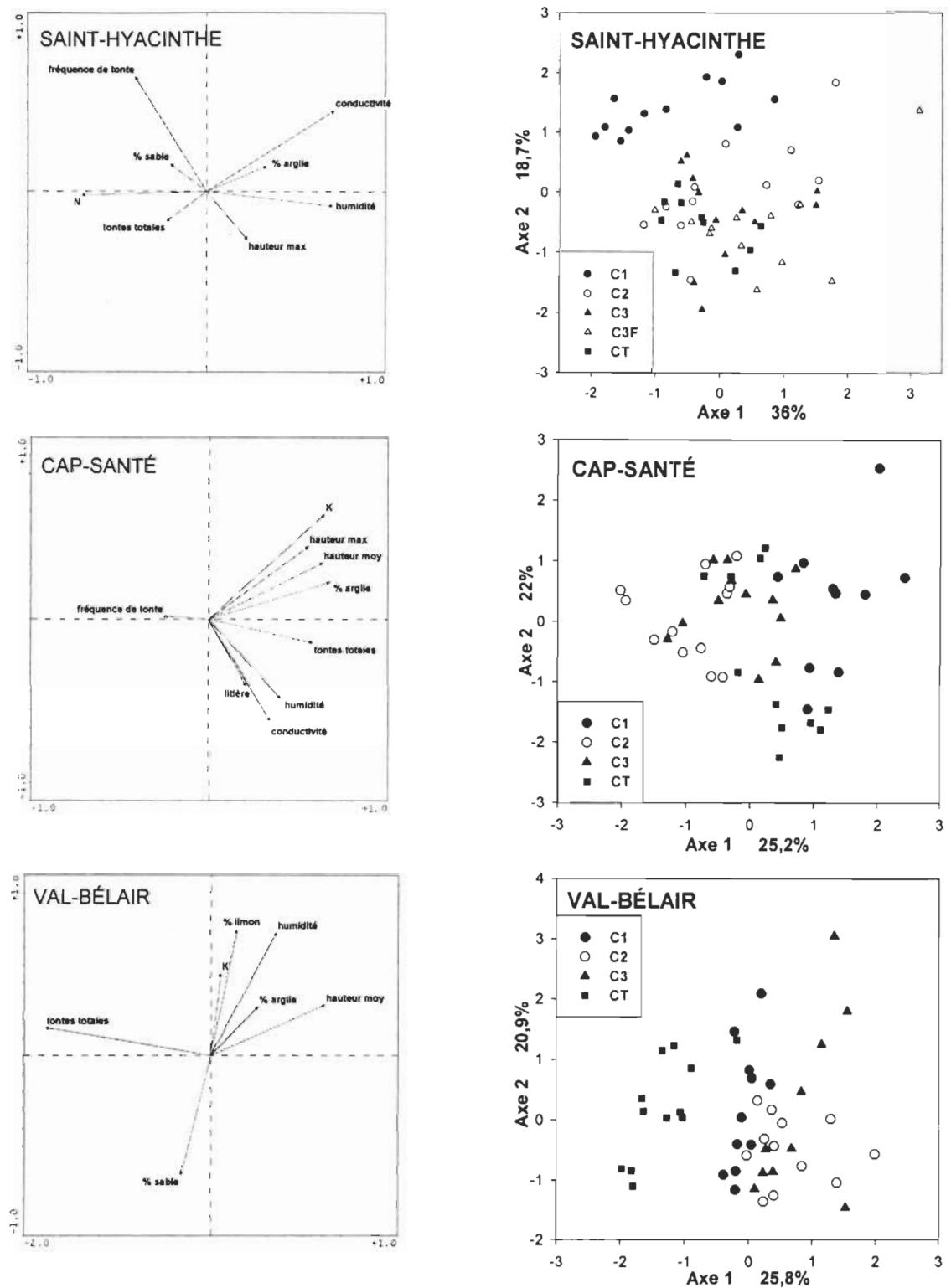


Figure 2.3: Analyses canoniques de correspondance des données de végétation des quadrats Q2 et Q3 pour Saint-Hyacinthe (ACC-3), Cap-Santé (ACC-4) et Val-Bélair (ACC-5), juillet 2000. Résultats des échantillons (*sample scores*).

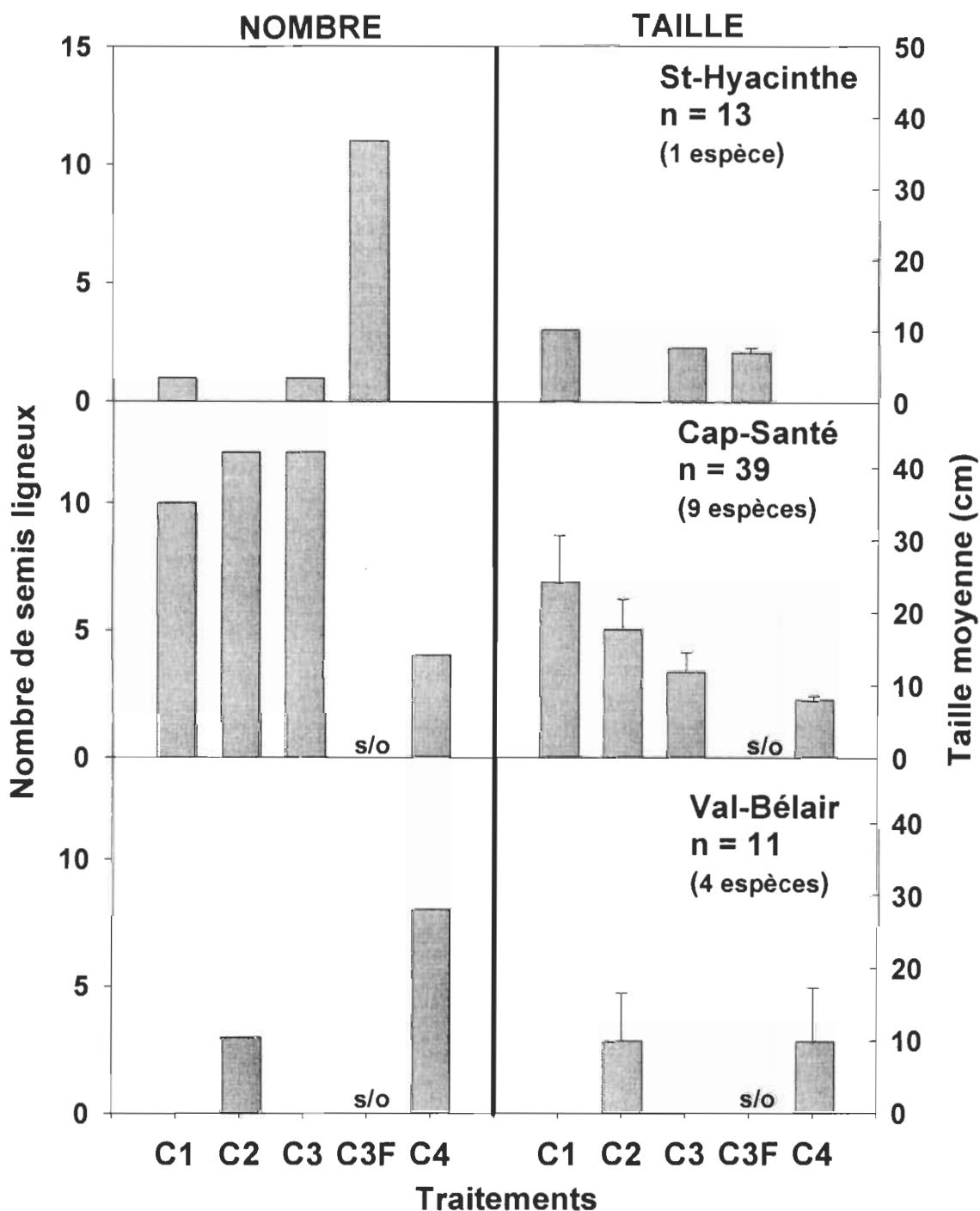


Figure 2.4: Dénombrement et taille (moyenne \pm erreur-type) en cm des semis ligneux observés dans les quadrats de 5 m^2 des traitements C1 à C4 de Saint-Hyacinthe, Cap-Santé et Val-Bélair en juillet 2000. Le secteur 3 ans boisé (C3F) ne s'applique qu'au site de Saint-Hyacinthe indiqué par s/o.

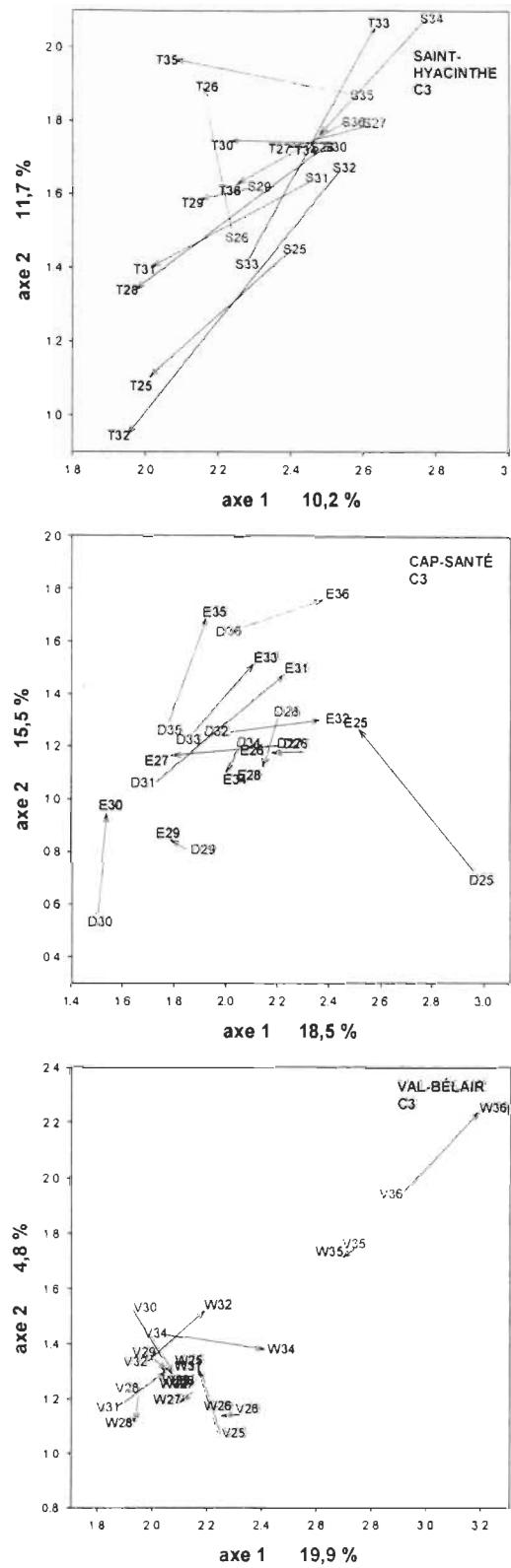


Figure 2.5: Analyses de correspondance redressées (DCA) sur la végétation des secteurs C3 de Saint-Hyacinthe entre 1999 (S) et 2000 (T), de Cap-Santé entre 1999 (C) et 2000 (D) et de Val-Bélair entre 1999 (V) et 2000 (W).

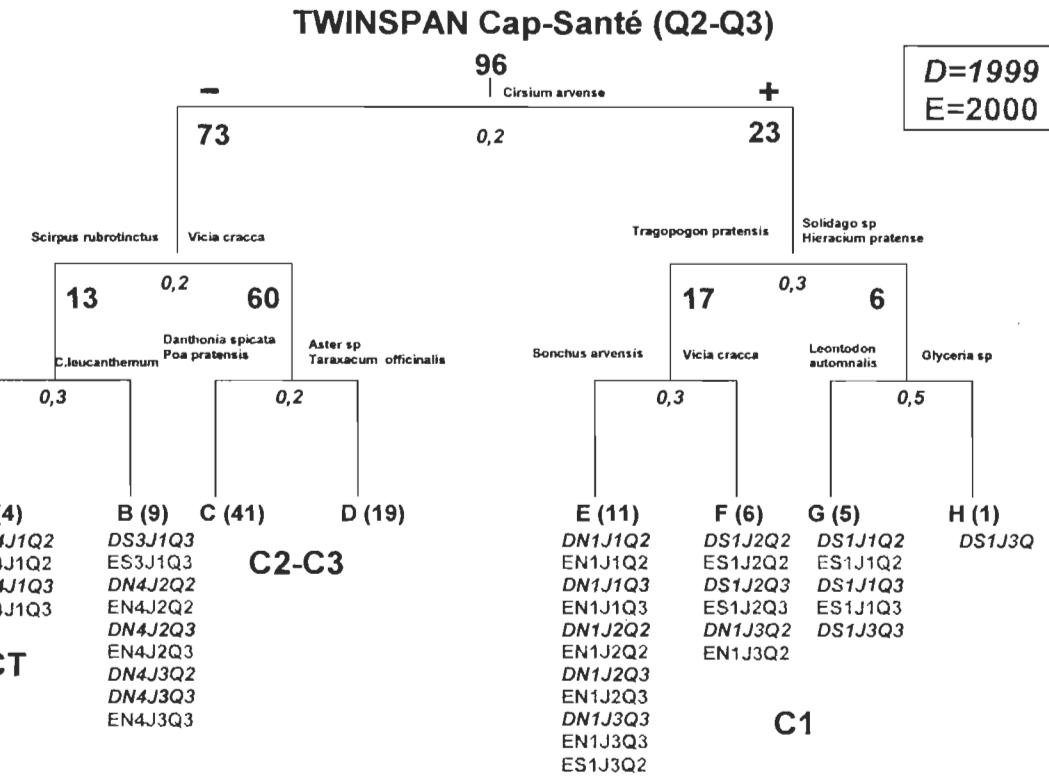


Figure 2.6 : Dendrogramme d'une analyse de classification divisive (TWINSPAN) des quadrats permanents ($1m^2$) Q2 et Q3 de Cap-Santé, juillet 1999 et juillet 2000. Les nombres en décimales représentent la valeur propre (*eigenvalue*) de cette division. Les nombres entiers correspondent au nombre de quadrats associés à chaque branche. Les trois premiers niveaux de l'analyse sont représentés ici.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU CHAPITRE II

- Andrews, A. 1990. Fragmentation of Habitat by Roads and Utility Corridors: A Review. *Australian Zoologist* 26:130-41.
- Autoroutes du sud de la France (ASF). 1998. *Nature, paysage et autoroutes : la vie cachée des dépendances vertes*. Paris, France.
- Barbour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gillian, F.S. et Schwartz, M.W. 1998. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin/Cummings editors. 3ième edition.
- Bazzaz, F.A. 1990. Plant-plant interactions in successional environments *in Perspectives on Plant Competition*. Édité par J.B. Grace et D. Tilman, Academic Press, Inc.
- Bennett, A.F. 1992. Restoring connectivity to fragmented landscapes: Does roadside vegetation have a role? *Victorian Naturalist* : 109:105-110.
- Brisson, J., Meilleur, A., Fortin, M.J., et Bouchard, A. 1997. Edge effects on vegetation in rights-of-way. *in Sixth International Symposium, Environmental concerns in rights-of-way management*, New-Orleans ,24 au 26 février 1997. Elsevier Science.
- Buell, M.F., Buell, H.F., Small, J.A. et Siccama, T.G. 1971. Invasion of trees in secondary succession on the New Jersey Piedmont. *Bulletin of the Torrey Botanical club* 98 : 67- 74 *in* Hill et al., 1995.
- Burrows, C.J. 1990. *Processes of vegetation change*. Édité par Unwin Hyman, London.
- CANOCO, version 4, 1998. ter Braak, C.J.F. et P. Smilauer.
- Crawley, M.J. 1986a. *Life history and plants in Plant Ecology*. Édité par M.J. Crawley, Blackwell Scientific Publications, London.

- Crawley, M.J. 1986b. The structure of plant communities *in* Plant Ecology. Edité par M.J. Crawley, Blackwell Scientific Publications, London.
- Dasnias, P., 1996. Programme de recherche sur les dépendances vertes des autoroutes françaises : Biodiversité végétale, Entretien et Aménagement. Revue bibliographique. Scétauroute Environnement, Guyancourt, France.
- Froment, A., et Joye, C. 1986. Vers une gestion écologique des espaces routiers. *Les Naturalistes Belges*. 67 : 97-116.
- Gérin-Lajoie, J. 1998. Caractérisation de la végétation de deux emprises autoroutières en milieux agro-forestier et semi-urbain dans le sud du Québec. Projet de fin d'études, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Gérin-Lajoie et Lévesque, 2002. Caractérisation de la végétation de trois emprises autoroutières du sud du Québec. Université du Québec à Trois-Rivières, Juin 2002.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American naturalist*, 111 : 463-474.
- Grondin, P. 1996. Écologie forestière dans : Manuel de foresterie, Bédard, J. et Côté, M. éd. Presses de l'université Laval.
- Harper, J.P. 1977. Population biology of plants. Academic Press, New York, New York. USA.
- Lavorel, S., Lepart, J., Debusscge, M., Lebreton, J.-D., Beffy, J.-L. 1994. Small scale disturbances and the maintenance of species diversity in Mediterranean old fields. *Oikos* 70:455-73.
- Ledant, J. P. et Lens P. 1981. Les bords de routes, éléments actifs du paysage. Interenvironnement Wallonie : réserves naturelles et ornithologiques de Belgique.

- Legrand, A., Keime, M.-P., Genard, M. 1989. Entretien des bords de route : Influence sur la faune et la flore. Secrétariat d'État à l'Environnement, France.
- Parish, R., Turkington, R. et Klein, E. 1990. The influence of mowing, fertilization, and plant removal on the botanical composition of an artificial sward. Canadian Journal of Botany 68:1080-5.
- Parr, T.W. et Way, J.M. 1988. Management of roadside vegetation: the long-term effects of cutting. Journal of Applied Ecology, 25:1073-1087.
- Systat 10.0 pour Windows. 2000. Logiciel informatique. SPSS Science Marketing Department. Chicago.
- Tilman, D. 1986. Resources, competition and the dynamics of plant communities *in Plant Ecology*. Edité par M.J Crawley, Blackwell Scientific Publications, London
- TWINSPAN, 1987. Logiciel d'analyse de classification divisive, PC-ORD.
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical analysis. 4th edition, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall, 265 p.

CONCLUSION GÉNÉRALE

De façon générale, les communautés végétales des emprises contribuent au maintien d'un minimum de flore de prairie en zone de grandes cultures. Elles jouent un rôle important de lien entre les prairies isolées au travers de paysages homogènes de cultures et de forêts (DASNIAIS, 1996). Ainsi un bord de route, même avec une flore et une faune banales peut contribuer à l'enrichissement d'un paysage (LEGENDRE *et al.*, 1989, MEUNIER *et al.*, 1998).

Avant ce projet-pilote, les emprises autoroutières du sud du Québec étaient méconnues. Aucun inventaire de la flore ou de la faune n'y avait jamais été réalisé. Ces milieux, monotones à première vue, se sont révélés plus diversifiés qu'on le croyait au départ. On y a dénombré 337 espèces pour les trois sites, soit 13 % de la flore vasculaire du Québec sur une surface équivalant à 0,01 % du territoire québécois (Chapitre II).

La diversité retrouvée était en grande partie reliée au gradient d'humidité résultant de la configuration des emprises ainsi qu'aux différents régimes de tontes imposés depuis plusieurs années. En ce qui concerne les talus, les tontes ont maintenu ces milieux ouverts, écologiquement proches des prairies par leur dominance en graminées et en légumineuses (DASNIAIS, 1996; PARR et WAY, 1988).

Les fossés abritaient les espèces de milieux humides et quant aux berges, on y retrouvait les espèces ligneuses et de sous-bois ainsi que des grands massifs monospécifiques, sauf pour Saint-Hyacinthe où les tontes s'effectuaient sur toute la largeur de l'emprise.

Les emprises étudiées ne contenaient pas d'espèces rares, protégées ou susceptibles d'être désignées menacées mais on y a observé des espèces halophytes normalement rencontrées en bord de mer, particulièrement près des fossés. Ce phénomène résultait d'une accumulation dans les sols des sels de déglaçage utilisés par la voirie l'hiver. On a fait le même constat dans plusieurs

pays, où la présence de plus d'une douzaine de plantes halophytes le long des routes a été relevée (Spencer *et al.*, 1988).

La flore des emprises était constituée majoritairement d'espèces vivaces (80 %) ce qui contribuait à la stabilité du système. On pourrait donc espacer les interventions sans crainte mais à long terme, une absence de perturbation favoriserait les espèces les plus compétitives, diminuant ainsi la diversité spécifique (Parish *et al.*, 1990; Grime, 1979; Harper, 1977).

À long terme, les tontes à répétition ont eu un certain effet uniformisant sur les talus des emprises en conditionnant une flore spécialisée à ce type de perturbations (Burrows, 1990). Toutefois, les caractéristiques spécifiques à chaque site ressortaient encore en les examinant séparément. L'historique de tonte variable, le type d'utilisation du sol dans le milieu adjacent, les conditions environnementales différentes et l'hétérogénéité des sols ont contribué à ces particularités locales.

L'effet des différentes fréquences de tontes automnales testées n'est pas ressorti clairement. Une période de deux ou trois ans a été trop courte pour mesurer un changement perceptible dans ces communautés végétales bien établies.

On ne s'attendait pas à un changement majeur de la végétation pendant la durée du projet. Les principales craintes étaient plutôt un aspect esthétique négligé, un envahissement des talus par les semis ligneux ainsi qu'une expansion et une propagation des espèces envahissantes, particulièrement le phragmite. Ce dernier volet a d'ailleurs fait l'objet d'un suivi parallèle entre 1999 et 2001.

L'arrêt des tontes estivales a permis la floraison des espèces en place qui s'est révélée très colorée dans une succession de différentes expressions. Une enquête menée par la chaire en paysage de l'Université de Montréal auprès de

la population sur leur perception de l'aspect esthétique de cette nouvelle gestion a révélé des opinions variables, mais généralement positives (Montpetit, 2002).

Quant à l'envahissement par les ligneux, cela ne semble pas se produire rapidement. Ce constat donne une marge de manœuvre au ministère des Transports pour réagir s'il se présentait une problématique locale, particulièrement en présence de milieux adjacents boisés.

En ce qui concerne le suivi du phragmite, il a révélé généralement une progression de la surface occupée dans les trois sites et l'apparition de nouvelles talles à Val-Bélair (St-Arnaud, 2002). Un suivi ultérieur du développement du phragmite y était recommandé.

Finalement, l'état des connaissances actuelles sur ces milieux s'est beaucoup amélioré. Les données récoltées dans le cadre de ce projet serviront de référence dans un suivi ultérieur, afin de mesurer l'impact que peuvent avoir eu ces nouvelles approches de gestion à long terme, dans une dizaine d'années par exemple. Les résultats d'un arrêt des tontes estivales sera alors plus perceptible que maintenant. Toutefois, nous ne recommandons pas l'application d'une politique uniforme pour tous les secteurs. En effet, il serait important d'ajuster la gestion des dépendances vertes en fonction des particularités de chaque tronçon autoroutier

RÉFÉRENCES INTRODUCTION ET CONCLUSION GÉNÉRALES

- Bédard, Y et Trottier, D. 1999a. L'utilisation et la gestion des végétaux dans les emprises autoroutières au Québec : une nouvelle approche *in* La Société de l'arbre du Québec : L'arbre, de la rue à l'autoroute. Compte rendu, Colloque sur l'utilisation de l'arbre en bordure des voies de circulation, Québec, 25 et 26 février 1999.
- Bédard, Y. et Trottier, D. 1999b. La gestion de la végétation dans les emprises autoroutières : une nouvelle approche *in* La gestion intégrée de la végétation : mythe ou réalité. Actes du congrès de l'Association Québécoise de Gestion de la Végétation, Trois-Rivières, 3 et 4 novembre 1999.
- Brisson, J., Meilleur, A., Fortin, M.J., et Bouchard, A. 1997. Edge effects on vegetation in rights-of-way. *in* Sixth International Symposium, Environmental concerns in rights-of-way management, New-Orleans ,24 au 26 février 1997. Elsevier Science.
- Burrows, C.J. 1990. Processes of vegetation change. Édité par Unwin Hyman, London.
- Camiré, C. 1996. Écologie forestière dans : Manuel de foresterie, Bédard, J. et Côté, M. éd. Presses de l'université Laval.
- Dasnias, P., 1996. Programme de recherche sur les dépendances vertes des autoroutes françaises : Biodiversité végétale, Entretien et Aménagement. Revue bibliographique. Scétauroute Environnement, Guyancourt, France.
- Delcourt, H.R. et Delcourt, P.A. 1991. Quaternary Ecology : A paleoecological perspective. Chapman et Hall.

- Forman, R.T.T. et Alexander, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 29, 207-231.
- Grime, J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. Édité par John Wiley & Sons.
- Grondin, P. 1996. Écologie forestière dans : *Manuel de foresterie*, Bédard, J. et Côté, M. éd. Presses de l'université Laval.
- Harper, J.P. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, New York, New York. USA.
- Ledant , J. P. et Lens P.1981. Les bords de routes, éléments actifs du paysage. Interenvironnement Wallonie : réserves naturelles et ornithologiques de Belgique.
- Legrand, A., Keime, M.-P., Genard, M. 1989. Entretien des bords de route : Influence sur la faune et la flore. Secrétariat d'État à l'Environnement, France.
- Marie-Victorin, Fr. 1995 (3^e édition). *La Flore Laurentienne*. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Canada : 1083 p.
- Marks, P.L. 1983. On the origin field plants of the northeastern United States. *The American Naturalist* 122 No.2 : 210-28.
- Meilleur, A. et al., 1992. The use of understory species as indicators. *Vegetatio* 102: 13-32.
- Meunier F., Gauriat, C., Verheyden, C. et Jouventin, P. 1998. Végétation des dépendances vertes autoroutières: influences d'un mode de gestion extensif et du milieu traversé. *Revue d'Écologie (Terre Vie)* 53:97-121.

Ministère des Transports du Québec (MTQ), 1999. En harmonie avec la nature : gestion écologique de la végétation le long des autoroutes. Dépliant d'information. Québec, Canada.

Montpetit, C., 2002. Monitoring visuel du paysage de corridors autoroutiers soumis à une gestion écologique : le point de vue des usagers. *In* Domon, G., Poullaouec-Gonidec, P., Froment, J., Montpetit, C. Monitoring visuel du paysage de corridors autoroutier soumis à une gestion écologique : présentation du suivi visuel 2000-2001 et analyse des perceptions des usagers. Rapport présenté au ministère des Transports, Direction de Québec, février 2002. 66 p.

Parish, R., Turkington, R. et Klein, E. 1990. The influence of mowing, fertilization, and plant removal on the botanical composition of an artificial sward. Canadian Journal of Botany 68:1080-5.

Parr, T.W. et Way, J.M. 1988. Management of roadside vegetation: the long-term effects of cutting. Journal of Applied Ecology, 25:1073-1087.

Richard, P. 1977. Histoire post-wisconsinienne de la végétation du Québec méridional par l'analyse pollinique. Édité par Québec. Service de la recherche, Direction générale des forêts.

Service d'études techniques des routes et autoroutes(SETRA). 1994. La gestion extensive des dépendances vertes routières : intérêts écologiques, paysagers et économiques. Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme, Paris, France.

Spencer, H.J., Scott, N.E., Port, G.R. et Davison, A.W. 1988. Effects of roadside conditions on plants and insects. 1. Atmospheric Conditions. Journal of Applied Ecology 25:699-707.

St-Arnaud, C., 2002. Suivi du Phragmite commun (*Phragmites australis* Cav.) le long de trois emprises autoroutières, au sud du Québec. Université du Québec à Trois-Rivières, Mai 2002.

Way, J.M. 1970. Roads and the Conservation of Wildlife. The journal of the Institution of Highway Engineers. 5 –11

Annexe 1 : Liste alphabétique des plantes vasculaires échantillonnées en 1999, 2000 et 2001 dans les trois emprises autoroutières.

* Nomenclature selon 1) Marie-Victorin, Fr. 1995 (3^e édition). La Flore Laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Canada, et 2) Larouche, B., 1997. Liste des espèces de plantes vasculaires du Québec. Version 2.0. Centre de données sur la biodiversité du Québec, Chicoutimi, Québec. 258p.

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	Abbréviations	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar		
				1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Pinacées	<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.		ABI BAL	X	X		X	X	X			
Aceracées	<i>Acer negundo</i> L.		ACE NEG	X			X	X	X	X	X	X
Aceracées	<i>Acer pensylvanicum</i> L.		ACE PEN				X	X				X
Acéracées	<i>Acer rubrum</i> L.		ACE RUB	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acéracées	<i>Acer saccharum</i> Marsh.		ACE SAC						X			
Acéracées	<i>Acer spicatum</i> Lam.		ACE SPI				X	X	X			
Composées	<i>Achillea millefolium</i> L.		ACH MIL	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Achillea ptarmica</i> L.		ACH PTA									X
Polypodiacées	<i>Adiantum pedatum</i> L.		ADI PED	X	X							
Graminées	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	<i>Elytrigia repens</i> var. <i>repens</i> (L.) Desv. ex Jackson	AGR REP	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Agrostis alba</i> L.		AGR ALB	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Agrostis scabra</i> Willd.		AGR SCA			X						X
Alismatacées	<i>Alisma triviale</i> Pursh		ALI TRI	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bétulacées	<i>Alnus rugosa</i> (DuRoi) Spreng.	<i>Alnus incana rugosa</i> (DuRoi) Clausen	ALN RUG				X	X	X	X		
Composées	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		AMB ART	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Amelanchier laevis</i> Wieg.		AME LAE									X
Rosacées	<i>Amelanchier</i> sp.		AME sp.	X			X	X		X	X	
Légumineuses	<i>Amphicarpa bracteata</i> (L.) Fern.	<i>Amphicarpea bracteata</i> (L.) Fern.	AMP BRA				X			X		
Composées	<i>Anaphalis margaritacea</i> (L.) Benth. & Hook		ANA MAR				X	X	X	X	X	X
Renonculacées	<i>Anemone canadensis</i> L.		ANE CAN	X			X	X				
Ombellifères	<i>Angelica atropurpurea</i> L.		ANG ATR									X
Composées	<i>Antennaria neglecta</i> Greene		ANT NEG	X	X	X	X	X				
Composées	<i>Antennaria</i> sp.		ANT sp.		X							
Ombellifères	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.		ANT SYL						X			
Apocynacées	<i>Apocynum androsaemifolium</i> L.		APO AND				X	X				X
Araliacées	<i>Aralia nudicaulis</i> L.		ARA NUD		X				X	X		
Arialacées	<i>Aralia racemosa</i> L.		ARA RAC				X	X	X			
Composées	<i>Arctium lappa</i> L.		ARC LAP	X	X		X	X		X	X	

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	Abbréviations	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélair		
				1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Composées	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh		ARC MIN			X			X			
Aracées	<i>Arisaema atrorubens</i> (Ait) Blume	<i>Arisaema triphyllum triphyllum</i> (L.) Schott										
Rosacées	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Ell		ARI ATR				X	X	X			
Composées	<i>Artemisia vulgaris</i> L.		ARO MEL		X		X	X			X	X
Asclepiadacées	<i>Asclepias syriaca</i> L.		ART VUL									
Composées	<i>Aster radula</i> Ait.		ASC SYR	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Aster acuminatus</i> Michx.		AST RAD							X		
Composées	<i>Aster cordifolius</i> L.		AST ACU				X	X	X			
Composées	<i>Aster lateriflorus</i> (L.) Britton		AST COR	X			X	X	X			
Composées	<i>Aster novae-angliae</i> L.		AST LAT						X			
Composées	<i>Aster puniceus</i> L.		AST NOV		X	X						X
Composées	<i>Aster simplex</i> Willd.	<i>Aster lanceolatus lanceolatus</i> var. <i>lanceolatus</i> Willd.	AST PUN		X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Aster sp.</i>		AST SIM			X			X		X	X
Composées	<i>Aster umbellatus</i> Mill.		AST sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polypodiacées	<i>Athyrium Filix-femina</i> (L.) Roth		AST UMB	X			X	X	X	X	X	X
Crucifères	<i>Atriplex patula</i> L.		ATH FIL						X			
Graminées	<i>Avena sativa</i> L.		ATR PAT			X			X			X
Bétulacées	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.		AVE SAT			X						
Bétulacées	<i>Betula alleghaniensis</i> Britton		BAR VUL	X	X		X	X	X	X	X	X
Bétulacées	<i>Betula papyrifera</i> Marsh.		BET ALL				X	X	X			
Bétulacées	<i>Betula populifolia</i> Marsh.		BET PAP		X	X	X	X	X		X	X
Composées	<i>Bidens Cernua</i> L.		BET POP	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Bidens Frondosa</i> L.		BID CER	X		X	X	X		X	X	X
Crucifères	<i>Brassica kaber</i> (DC.) Wheeler	<i>Sinapis arvensis</i> L.	BID FRO			X			X	X		X
Crucifères	<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch		BRA KAB	X			X					
Crucifères	<i>Brassica campestris</i> L.		BRA NIG	X				X				
Graminées	<i>Bromus inermis</i> Leyss.		BRA CAM			X	X	X	X			
Graminées	<i>Bromus secalinus</i> L.		BRO INE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			BRO SEC		X	X		X	X		X	X

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	Abbréviations	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar		
				1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Butomacées	<i>Butomus umbellatus</i> L.		BUT UMB			x						
Graminées	<i>Calamagrostis canadensis</i> (Michx.) Nutt.											
Cypéracées	<i>Carex aquatilis</i> Wahl.		CAL CAN						x			x
Cypéracées	<i>Carex aurea</i> Nutt.		CAR AQU	x	x					x	x	x
Cypéracées	<i>Carex cephalantha</i> (L. H. Bailey) <i>Carex echinata echinata</i> Murr. Bickn.		CAR AUR	x	x	x	x	x				
Cypéracées	<i>Carex Crawfordii</i> Fern.		CAR CEP	x	x				x			
Cypéracées	<i>Carex crinata</i> Lam.		CAR CRA	x	x	x	x	x		x	x	x
Cypéracées	<i>Carex debilis</i> Michx.		CAR CRI	x			x	x		x	x	
Cypéracées	<i>Carex Deweyana</i> Schwein.		CAR DEB			x	x	x				x
Cypéracées	<i>Carex flava</i> L.		CAR DEW							x	x	x
Cypéracées	<i>Carex Grayii</i> Carey		CAR FLA	x	x		x	x		x	x	x
Cypéracées	<i>Carex gynandra</i> Schwein.		CAR GRA					x				
Cypéracées	<i>Carex Houghtonii</i> Torr.	<i>Carex houghtoniana</i> Torr. Ex Dewey	car gyn Sch						x			
Cypéracées	<i>Carex hystericina</i> Mühl.	<i>Carex hystericina</i> Mühl. ex Willd.	CAR HOU	x			x	x		x	x	
Cypéracées	<i>Carex interior</i>		CAR HYS		x		x	x	x	x	x	x
Cypéracées	<i>Carex lanuginosa</i> Michx.		CAR INT			x						
Cypéracées	<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.		CAR LAN			x			x			x
Cypéracées	<i>Carex lenticularis</i> Michx.		CAR LAS	x	x				x			x
Cypéracées	<i>Carex pallescens</i> L.		CAR LEN							x	x	
Cypéracées	<i>Carex Pseudo-Cyperus</i> L.		CAR PAL	x	x	x	x	x	x		x	x
Cypéracées	<i>Carex rosea</i> Schk.		CAR PSE-CYR					x				
Cypéracées	<i>Carex scoparia</i> Schk.		CAR ROS	x	x	x	x	x				
Cypéracées	<i>Carex sp</i>		CAR SCO		x	x		x	x			x
Cypéracées	<i>Carex stipata</i> Mühl.		CAR sp.	x	x		x		x	x	x	
Cypéracées	<i>Carex substricta</i> (Kükenth.) Mack.	<i>Carex aquatilis</i> var. <i>aquatilis</i> Wahl.	CAR STI	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cypéracées	<i>Carex vulpinoidea</i> Michx.		CAR SUB							x	x	
			CAR VUL							x		

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Ombellifères	<i>Carum carvi</i> L.		CAR	CAR						X		
Éricacées	<i>Cassandra calyculata</i> (L.) D. Don	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	CAS	CAL		X						
Composées	<i>Centaurea nigra</i> L.		CEN	NIG					X	X	X	X
Caryophyllacées	<i>Cerastium vulgatum</i> L.		CER	VUL	X	X	X	X	X	X	X	X
Cératophyllacées	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.		CER	DEM		X				X	X	X
Scrophulariacées	<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange		CHA	MIN				X				X
Chénopodiacées	<i>Chenopodium glaucum</i> L.		CHE	GLA	X		X			X	X	X
Chénopodiacées	<i>Chenopodium album</i> L.		CHE	ALB	X	X	X	X	X	X	X	X
Chénopodiacées	<i>Chenopodium Bonus-Henricus</i> L.		CHE	BON		X	X				X	X
Chénopodiacées	<i>Chenopodium urbicum</i> L.		CHE	URB	X					X		
Composées	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	CHR	LEU	X	X	X	X	X	X	X	X
Saxifragacées	<i>Chrysosplenium americanum</i> Schwein.		CHR	AME						X		
Composées	<i>Cichorium intybus</i> L.		CIC	INT	X	X	X	X	X	X	X	X
Ombellifères	<i>Cicuta maculata</i> L.		CIC	MAC		X	X		X	X		X
Composées	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		CIR	ARV	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore		CIR	VUL	X	X	X	X	X	X	X	X
Renonculacées	<i>Clematis virginiana</i> L.		CLE	VIR				X	X	X	X	X
Liliacées	<i>Clintonia borealis</i> (Ait.) Raf.		CLI	BOR				X	X	X		
Convolvulacées	<i>Convolvulus sepium</i> L.	<i>Calystegia sepium</i> <i>sepium</i> (L.) Br., R.	CON	SEP		X			X		X	X
Renonculacées	<i>Coptis groenlandica</i> (Oeder) Fern.	<i>Coptis trifolia</i> <i>groenlandica</i> (Oeder) Hultén	COP	GRO				X	X	X		
Cornacées	<i>Comus alternifolia</i> L.f.		COR	ALT							X	
Cornacées	<i>Comus canadensis</i> L.		COR	CAN		X		X	X	X		
Cornacées	<i>Cornus stolonifera</i> Michx.	<i>Cornus sericea</i> <i>sericea</i> L.	COR	STO	X	X		X	X	X	X	X
Bétulacées	<i>Corylus cornuta</i> Marsh.		COR	COR				X				

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélair			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Rosacées	<i>Crataegus</i> sp.		CRA sp.				X	X		X		
Cypéracées	<i>Cypéracée</i> sp.		Cypéracées sp..	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Orchidacées	<i>Cypripedium acaule</i> Ait.		CYP ACA				X					
Graminées	<i>Dactylis glomerata</i> L.		DAC GLO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Dalibarda repens</i> L.		DAL REP		X			X	X	X		
Graminées	<i>Danthonia spicata</i> (L.) Beauv.		DAN SPI	X	X	X	X	X	X			
Ombellifères	<i>Daucus Carota</i> L.		DAU CAR	X	X	X	X	X	X			
Polypodiacées	<i>Dennstaedtia punctilobula</i> (Michx.) Moore		DEN PUN						X			
Caryophyllacées	<i>Dianthus Armeria</i> L.		DIA ARM				X					
Caryophyllacées	<i>Dianthus</i> sp.		DIANTHUS	X	X						X	
Caprifoliacées	<i>Diervilla lonicera</i> Mill.		DIE LON					X				
Droséracées	<i>Drosera rotundifolia</i> L.		DRO ROT	X	X	X						
Polypodiacées	<i>Dryopteris spinulosa</i> (O. F. Muell.) Watt	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	DRY SPI							X		
Polypodiacées	<i>Dryopteris Thelypteris</i> (L.) A. Gray	<i>Thelypteris palustris</i> Schott	DRY THE		X	X						
Graminées	<i>Echinochloa Crus-galli</i> (L.) Beauv.		ECH CRU	X						X		
Cucurbitacées	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) T. & G.		ECH LOB				X		X		X	
Cypéracées	<i>Eleocharis ovata</i> (Roth) R. & S.		ELE OVA							X	X	
Cypéracées	<i>Eleocharis Smalii</i> Britton		ELE SMA				X		X			
Cypéracées	<i>Eleocharis erythropoda</i> Steud		ELE ERY									X
Cypéracées	<i>Eleocharis obtusa</i> (Willd.) Schultes		ELE OBT									X
Cypéracées	<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schultes		ELE UNI			X						
Cypéracées	<i>Eleocharis</i> sp.		ELE sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Onagracées	<i>Epilobium angustifolium</i> L.		EPI ANG	X			X	X	X	X	X	X
Onagracées	<i>Epilobium glaucum</i>		EPI GLA						X			
Onagracées	<i>Epilobium hirsutum</i> L.		EPI HIR							X	X	X

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar		
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000
Onagracées	<i>Epilobium palustre</i> L.		EPI PAL							x	x
Orchidacées	<i>Epipactis Helleborine</i> (L.) Crantz		EPI HEL							x	
Onagracées	<i>Epilobium strictum</i> Mühl.		EPI STR				x	x	x		
Equisétacées	<i>Equisetum arvense</i> L.		EQU ARV	x	x	x	x	x	x	x	x
Equisétacées	<i>Equisetum fluviatile</i> L.		EQU FLU					x			
Equisétacées	<i>Equisetum hyemale</i> L.		EQU HYE					x	x		
Equisétacées	<i>Equisetum palustre</i> L.		EQU PAL	x			x				
Equisétacées	<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.		EQU PRA	x	x	x	x		x	x	x
Equisétacées	<i>Equisetum sp.</i>		EQU sp.	x		x	x	x		x	
Equisétacées	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.		EQU SYL				x	x	x	x	x
Equisétacées	<i>Equisetum variegatum</i> Schleicher		EQU VAR	x				x			
Equisétacées	<i>Equisetum litorale</i> Kuehl.		EQU X LIT								x
Composées	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.		ERI PHI	x	x		x	x	x	x	x
Composées	<i>Erigeron strigosus</i> Mühl.		ERI STR	x	x	x	x	x	x	x	x
Crucifères	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.		ERY CHE	x	x	x	x				
Composées	<i>Eupatorium maculatum</i> L.		EUP MAC				x	x	x	x	x
Composées	<i>Eupatorium perfoliatum</i> L.		EUP PER			x	x	x	x		x
Composées	<i>Eupatorium rugosum</i> Houtt.		EUP RUG		x						
Euphorbiacées	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.		EUP HEL	x		x				x	
Polygonacées	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.		FAG ESC	x	x						
Graminées	<i>Festuca rubra</i> L.		FES RUB	x	x	x	x	x	x	x	x
Rosacées	<i>Fragaria virginiana</i> Duchesne		FRA VIR	x	x	x	x	x	x	x	x
Oléacées	<i>Fraxinus americana</i> L.		FRA AME					x			
Oléacées	<i>Fraxinus nigra</i> Marsh.		FRA NIG				x				
Oléacées	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.		FRA PEN					x		x	
Labiées	<i>Galeopsis Tetrahit</i> L.		GAL TET				x	x	x	x	x
Rubiacées	<i>Galium erectum</i> Huds.	<i>Galium mollugo</i> L.	GAL ERE		x			x			x
Rubiacées	<i>Galium palustre</i> L.		GAL PAL	x	x	x	x	x	x	x	x
Rubiacées	<i>Galium sp.</i>		GAL sp.		x	x	x	x			x

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	Abbréviations	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar		
				1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Éricacées	<i>Gaultheria procumbens</i> L.		GAU PRO		X	X						
Rosacées	<i>Geum aleppicum</i> var. <i>strictum</i> (Ait.) Fern.		GEU ALE str				X					
Rosacées	<i>Geum canadense</i> Jacq.		GEU CAN							X		
Rosacées	<i>Geum laciniatum</i> Murr.		GEU LAC								X	
Rosacées	<i>Geum macrophyllum</i> Willd.		GEU MACR	X						X		
Rosacées	<i>Geum maculatum</i>		GEU MAC		X						X	
Rosacées	<i>Geum sp.</i>		GEU sp.			X						
Labiées	<i>Glecoma hederacea</i> L.	<i>Glechoma hederacea</i> L.	GLE HED							X	X	X
Graminées	<i>Glyceria canadensis</i> (Michx.) Trin.		GLY CAN			X			X			
Graminées	<i>Glyceria Fernaldii</i> (Hitchc.) St. John	<i>Torreyochloa pallida</i> var. <i>fernaldii</i> (Hitchc.) Dore ex Koyama & Kowano	GLY FER				X			X		
Graminées	<i>Glyceria grandis</i> Wats.		GLY GRA	X						X	X	X
Graminées	<i>Glyceria sp.</i>		GLY sp.	X	X	X	X	X	X		X	
Graminées	<i>Glyceria striata</i> (Lam.) Hitchc.		GLY STR		X		X	X	X			X
Polypodiacées	<i>Gymnocarpium Dryopteris</i> (L.) Newm.		GYM DRY							X		
Graminées	<i>Graminée sp.</i>		GRA sp.	X		X	X				X	
Orchidacées	<i>Habenaria sp.</i>		HAB sp.									
Composées	<i>Hieracium aurantiacum</i> L.		HIE AUR	X		X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Hieracium canadense</i> Michx.		HIE CAN				X			X		
Composées	<i>Hieracium Pilosella</i> L.		HIE PIL	X	X		X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Hieracium pratense</i> Tausch	<i>Hieracium caespitosum</i> Dumort.	HIE PRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Hieracium vulgatum</i> Fries	<i>Hieracium lachenalii</i> K.C. Gmelin	HIE VUL				X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Hierochloe odorata</i> (Sw.) Wahl.		HIE ODO	X	X		X			X	X	X
Graminées	<i>Hordeum jubatum</i> L.		HOR JUB		X	X			X		X	X
Graminées	<i>Hordeum vulgare</i> L.		HOR VUL	X								X
Rubiacées	<i>Houstonia caerulea</i> L.		HOU CAE	X	X							

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Hypericacées	<i>Hypericum perforatum</i> L.		HYP PER		X	X	X	X	X	X	X	X
Hypericacées	<i>Hypericum virginicum</i> L.	<i>Triadenum virginicum</i> (L.) Raf.	HYP VIR				X					
Apocynacées	<i>Ilex verticillata</i> (L.) A. Gray		ILE VER			X			X			
Balsaminacées	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.		IMP CAP				X	X	X	X	X	X
Iridacées	<i>Iris versicolor</i> L.		IRI VER	X	X					X	X	X
	inconnu		INCONNU				X					X
Joncacées	<i>Juncus articulatus</i> L.		JUN ART		X	X	X	X	X	X	X	X
Joncacées	<i>Juncus balticus</i> Willd.		JUN BAL	X	X		X	X		X	X	
Joncacées	<i>Juncus brevicaudatus</i> (Engelm.) Fern.		JUN BRE									X
Joncacées	<i>Juncus bufonius</i> L.		JUN BUF	X	X							X
Joncacées	<i>Juncus compressus</i> Jacq.		JUN COM				X					
Joncacées	<i>Juncus effusus</i> L.		JUN EFF	X	X		X	X	X	X	X	X
Joncacées	<i>Juncus Gerardi</i> Loisel.		JUN GER	X	X	X	X	X		X	X	X
Joncacées	<i>Juncus nodosus</i> L.		JUN NOD	X	X	X	X		X	X	X	X
Joncacées	<i>Juncus sp.</i>		JUN sp.	X	X	X	X			X	X	X
Joncacées	<i>Juncus tenuis</i> Willd.		JUN TEN		X	X	X	X	X	X	X	X
Éricacées	<i>Kalmia angustifolia</i> L.		KAL ANG	X	X				X			
Composées	<i>Lactuca canadensis</i> L.		LAC CAN	X					X			
Composées	<i>Lactuca Serriola</i> L.		LAC SER	X	X	X	X	X	X			
Boraginacées	<i>Lappula Myosotis</i> Moench	<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	LAP MYO			X		X	X			
Piracées	<i>Lanix lanicina</i> (DuRoi) K. Koch		LAR LAR	X	X		X	X		X	X	
Légumineuses	<i>Lathyrus pratensis</i> L.		LAT PRA				X	X	X	X	X	X
Éricacées	<i>Ledum groenlandicum</i> Retzius		LED GRO			X						
Graminées	<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.		LEE ORY	X		X	X	X	X	X	X	X
Lemnacées	<i>Lemna minor</i> L.		LEM MIN	X	X	X	X		X			
Composées	<i>Leontodon autumnalis</i> L.		LEO AUT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Crucifères	<i>Lepidium densiflorum</i> Schrad.		LEP DEN	X	X	X				X	X	X
Crucifères	<i>Lepidium ruderale</i> L.		LEP RUD			X						

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	Val-Bélair																	
			St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélair			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000
Liliacées	Liliacée sp.																			
Scrophulariacées	<i>Linaria vulgaris</i> Hill.																			
Caprifoliacées	<i>Linnaea borealis</i> L.		LIN VUL		X	X			X	X	X									
Boraginacées	<i>Lithospermum officinale</i> L.		LIN BOR				X		X	X	X									
Lobeliacées	<i>Lobelia inflata</i> L.		LIT OFF			X			X	X	X							X	X	X
Légumineuses	<i>Lotus corniculata</i> L.		LOB INF		X															
Joncacées	<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.		LOT COR		X	X	X													
Joncacées	<i>Luzula</i> sp.		LUZ CAM			X	X													
Caryophyllacées	<i>Lychnis alba</i> Mill.		LUZ sp.					X												
Caryophyllacées	<i>Lychnis Flos-cuculi</i> L.		LYC ALB																	X
Lycopodiacées	<i>Lycopodium clavatum</i> L.		LYC FLO																X	X
Labiées	<i>Lycopus americanus</i> Mühl.		LYC CLA																	
Primulacées	<i>Lysimachia ciliata</i> L.		LYC AME			X	X			X	X							X	X	X
Primulacées	<i>Lysimachia terrestris</i> (L.) BSP.		LYS CIL																	
Lythracées	<i>Lythrum Salicaria</i> L.		LYS TER			X	X					X						X	X	X
Liliacées	<i>Maianthemum canadense</i> Desf.		LYT SAL		X	X	X		X	X	X							X	X	X
Malvacées	<i>Malva moschata</i> L.		MAI CAN		X	X	X		X	X	X									
Composées	<i>Matricaria maritima</i> L.		MAL MOS																	X
Composées	<i>Matricaria matricanoides</i> (Less.) Porter		MAT MAR		X		X											X	X	
Polypodiacées	<i>Matteuccia Struthiopteris</i> (L.) Todaro		MAT MAT		X	X	X		X	X	X						X	X	X	
Légumineuses	<i>Medicago lupulina</i> L.		MAT STR									X								
Légumineuses	<i>Medicago sativa</i> L.		MED LUP		X	X	X		X	X	X						X	X	X	
Légumineuses	<i>Melilotus alba</i> Desr.	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam.	MED SAT		X	X	X		X									X		
Labiées	<i>Mentha arvensis</i> L.		MEL ALB		X	X	X		X	X	X						X	X	X	
Labiées	<i>Mentha canadensis</i> L.		MEN ARV																	X
Labiées	<i>Mentha</i> sp.		MEN CAN									X						X	X	X
Labiées	<i>Mentha spicata</i> L.		MEN sp.									X	X							
			MEN SPI															X		

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Scrophulariacées	<i>Mimulus ringens</i> L.		MIM RIN							X	X	
Saxifragacées	<i>Mitella nuda</i> L.		MIT NUD			X						
Rubiacées	<i>Mitchella repens</i> L.		MIT REP				X	X	X			
Graminées	<i>Muhlenbergia uniflora</i> (Mühl.) Fern.		MUH UNI			X						X
Boraginacées	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.		MYO ARV		X							
Boraginacées	<i>Myosotis laxa</i> Lehm.		MYO LAX					X	X		X	X
Aquifoliacées	<i>Nemopanthus mucronatus</i> (L.) Trel.		NEM MUC				X	X	X			
Onagracées	<i>Oenothera biennis</i>		OEN BIE		X	X	X	X	X	X	X	X
Onagracées	<i>Oenothera perennis</i> L.		OEN PER			X		X			X	X
Polypodiacées	<i>Onoclea sensibilis</i> L.		ONO SEN	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ophioglossacées	<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.		OPH VUL		X		X					
Orchidacées	Orchidée sp.		ORCHID sp			X						
Osmondaciées	<i>Osmunda cinnamomea</i> L.		OSM CIN						X	X		
Osmondaciées	<i>Osmunda Claytoniana</i> L.		OSM CLA						X			
Osmondaciées	<i>Osmunda regalis</i> L.		OSM REG		X	X						
Oxalidacées	<i>Oxalis montana</i> Raf.		OXA MON					X	X			X
Oxalidacées	<i>Oxalis stricta</i> L.		OXA STR	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Panicum boreale</i> Nash	<i>Dichanthelium boreale</i> (Nash) Freckmann	PAN BOR	X	X	X		X	X			
Graminées	<i>Panicum capillare</i> L.		PAN CAP				X	X	X	X	X	
Graminées	<i>Panicum lanuginosum</i> Ell.	<i>Dichanthelium acuminatum</i> var <i>fascinulatum</i> (Torr.) Freckmann	PAN LAN			X			X			X
Graminées	<i>Panicum</i> sp.		PAN sp.	X	X	X	X	X		X	X	X
Ombellifères	<i>Pastinaca sativa</i> L.		PAS SAT	X	X		X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Phalaris arundinacea</i> L.		PHA ARU	X	X		X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Phleum pratense</i> L.		PHL PRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Phragmites communis</i> Trin.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trinius ex Steudel	PHR COM	X	X	X				X	X	X

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe Donnacona Val-Bélair											
			Abbréviations			1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Pinacées	<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss		PIC GLA			X	X	X	X	X		X		
Pinacées	<i>Pinus Strobus</i> L.		PIN STR						X	X		X	X	
Plantaginacées	<i>Plantago lanceolata</i> L.		PLA LAN		X				X	X	X	X	X	
Plantaginacées	<i>Plantago major</i> L.		PLA MAJ		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Poa palustris</i> L.		POA PAL			X	X		X	X	X	X	X	X
Graminées	<i>Poa annua</i> L.		POA ANN						X				X	X
Graminées	<i>Poa pratensis</i> L.		POA PRA		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Polygalacées	<i>Polygala sanguinea</i> L.		POL SAN		X			X	X	X				
Polygonacées	<i>Polygonum achoreum</i> Blake		POL ACH						X					
Polygonacées	<i>Polygonum aviculare</i> L.		POL AVI		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Polygonacées	<i>Polygonum ciliinode</i> Michx.		POL CIL									X		
Polygonacées	<i>Polygonum Convolvulus</i> L.		POL CON		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Polygonacées	<i>Polygonum Hydropiper</i> L.		POL HYD						X			X		
Polygonacées	<i>Polygonum Persicaria</i> L.		POL PER		X	X	X		X		X	X		
Polygonacées	<i>Polygonum sagittatum</i> L.		POL SAG						X	X	X		X	X
Polygonacées	<i>Polygonum scabrum</i> Moench.		POL SCA		X			X						X
Polygonacées	<i>Polygonum</i> sp.		POL sp.		X	X				X	X			
Salicacées	<i>Populus balsamifera</i> L.		POP BAL		X				X	X		X	X	X
Salicacées	<i>Populus deltoides</i> Marsh.		POP DEL									X		
Salicacées	<i>Populus grandidentata</i> Michx.		POP GRA						X	X	X			X
Salicacées	<i>Populus</i> sp.		POP sp.							X				
Salicacées	<i>Populus tremuloides</i> Michx.		POP TRE		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Potentilla anserina</i> L.	<i>Argentina anserina</i> (L.) Rydb.	POT ANS		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Potentilla argentea</i> L.		POT ARG		X	X	X							X
Rosacées	<i>Potentilla norvegica</i> L.		POT NOR		X	X			X	X				X
Rosacées	<i>Potentilla recta</i> L.		POT REC		X	X	X							
Rosacées	<i>Potentilla reptans</i> L.		POT REP		X	X	X							X
Rosacées	<i>Potentilla simplex</i> Michx.		POT SIM		X	X			X	X		X		
Labiées	<i>Prunella vulgaris</i> L.		PRU VUL		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Prunus pensylvanica</i> L.f.		PRU PEN						X	X	X	X	X	X

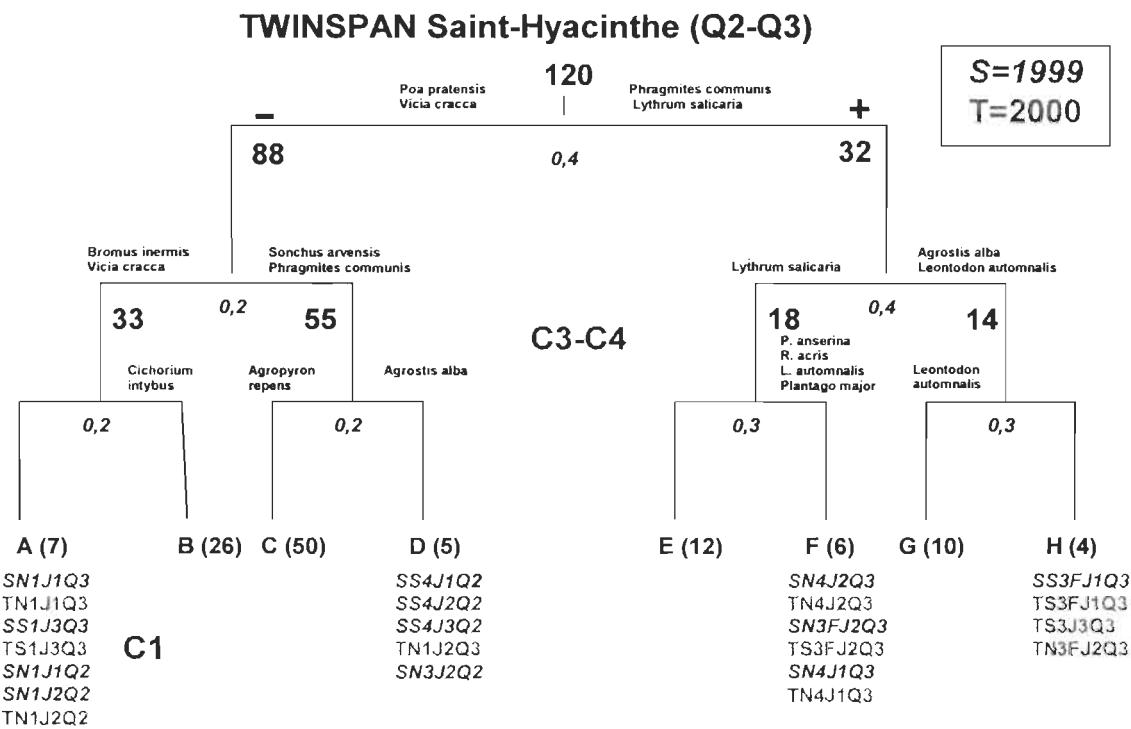
Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Rosacées	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.		PRU SER		X							
Rosacées	<i>Prunus</i> sp.		PRUNUS sp.		X			X	X		X	X
Rosacées	<i>Prunus virginiana</i> L.		PRU VIR	X	X		X	X	X	X	X	X
Polypodiacées	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn		PTE AQU	X	X		X	X	X			
Graminées	<i>Puccinellia distans</i> (L.) Parl.		PUC DIS			X					X	X
Graminées	<i>Puccinellia Nuttalliana</i>		PUC NUT			X						
Fagacées	<i>Quercus rubra</i> L.		QUE RUB						X			
Renonculacées	<i>Ranunculus abortivus</i> L.		RAN ABO	X								
Renonculacées	<i>Ranunculus acris</i> L.		RAN ACR	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Renonculacées	<i>Ranunculus Cymbalaria</i> Pursh.		RAN CYM	X	X	X	X					
Renonculacées	<i>Ranunculus repens</i> L.		RAN REP				X	X			X	X
Rhamnacées	<i>Rhamnus alnifolius</i> L'Hér.	<i>Rhamnus alnifolia</i> L'Hér.	RHA ALN	X								
Scrophulariacées	<i>Rhinanthus Crista-galli</i> L.	<i>Rhinanthus minor</i> minor L.	RHI CRI				X	X	X			
Anacardiacées	<i>Rhus radicans</i> L.	<i>Toxicodendron radicans</i> <i>radicans</i> (L.) Kuntze	RHU RAD	X	X	X	X	X	X			
Anacardiacées	<i>Rhus typhina</i> L.	<i>Rhus hirta</i> (L.) Sudworth	RHU TYP		X	X	X	X			X	X
Saxifragacées	<i>Ribes glandulosum</i> Grauer		RIB GLA					X				
Saxifragacées	<i>Ribes nigrum</i> L.		RIB NIG		X							
Crucifères	<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borbas		ROR ISL						X			
Rosacées	<i>Rosa</i> sp.		ROSA sp.	X	X	X						
Rosacées	<i>Rubus allegheniensis</i> Porter		RUB ALL				X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Rubus hispida</i> L.		RUB HIS	X	X	X		X	X			X
Rosacées	<i>Rubus idaeus</i> L.		RUB IDA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Rubus pubescens</i> Raf.		RUB PUB		X	X	X	X	X			
Rosacées	<i>Rubus</i> sp.		RUB sp.	X	X		X	X				
Composées	<i>Rudbeckia hirta</i> L.		RUD HIR	X	X	X	X	X				
Polygonacées	<i>Rumex Acetosella</i> L.		RUM ACE	X	X		X	X	X	X	X	X
Polygonacées	<i>Rumex crispus</i> L.		RUM CRI	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Alismatacées	<i>Sagittaria cuneata</i> Sheldon		SAG CUN			x						
Alismatacées	<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.		SAG LAT			x	x	x	x			
Alismatacées	<i>Sagittaria</i> sp.		SAG sp.						x			
Salicacées	<i>Salix Bebbiana</i> Sarg.		SAL BEB	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salicacées	<i>Salix discolor</i> Mülh.		SAL DIS		x	x	x	x	x	x	x	x
Salicacées	<i>Salix fragilis</i> L.		SAL FRA							x		
Salicacées	<i>Salix lucida</i> Mülh.		SAL LUC		x		x			x		x
Salicacées	<i>Salix nigra</i> Marsh.		SAL NIG			x			x		x	x
Salicacées	<i>Salix petiolaris</i> J. E. Smith		SAL PET	x	x							
Salicacées	<i>Salix rigida</i> Mülh.	<i>Salix x paraleuca</i> Fern.	SAL RIG		x		x	x	x	x	x	x
Salicacées	<i>Salix</i> sp.		SAL sp.	x			x	x		x	x	x
Caprifoliacées	<i>Sambucus canadensis</i> L.		SAM CAN								x	
Caprifoliacées	<i>Sambucus pubens</i> Michx.	<i>Sambucus racemosa pubens</i> var <i>pubens</i> (Michx.) Koehne	SAM PUB				x			x		
Rosacées	<i>Sanguisorba canadensis</i> L.		SAN CAN	x	x					x	x	x
Caryophyllacées	<i>Saponaria Vaccaria</i> L.	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert	SAP VAC							x		
Cypéracées	<i>Scirpus americanus</i> Pers.		SCI AME		x	x						
Cypéracées	<i>Scirpus atroclinctus</i> Fern.		S.atroclinctus	x		x	x	x	x			
Cypéracées	<i>Scirpus atrovirens</i> Willd.		S.atrovirens	x	x	x						x
Cypéracées	<i>Scirpus rubrotinctus</i> Fern.	<i>Scirpus microcarpus</i> J. & K. Presl	SCI RUB	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cypéracées	<i>Scirpus Smithii</i> Gray		SCI SMI	x								
Cypéracées	<i>Scirpus</i> sp.		SCI sp.	x	x					x		x
Cypéracées	<i>Scirpus validus</i> Vahl	<i>Scirpus tabernaemontani</i> K.C. Gmelin	SCI VAL	x	x	x		x	x			
Composées	<i>Senecio vulgaris</i> L.		SEN VUL		x	x						
Graminées	<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.		SET GLA						x			x
Graminées	<i>Setaria</i> sp.		SET sp.	x			x	x	x			x
Graminées	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.		SET VIR			x						
Caryophyllacées	<i>Silene cucubalus</i> Wibel	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	SIL CUC	x			x	x	x	x		
Caryophyllacées	<i>Silene noctiflora</i> L.		SIL NOC			x						

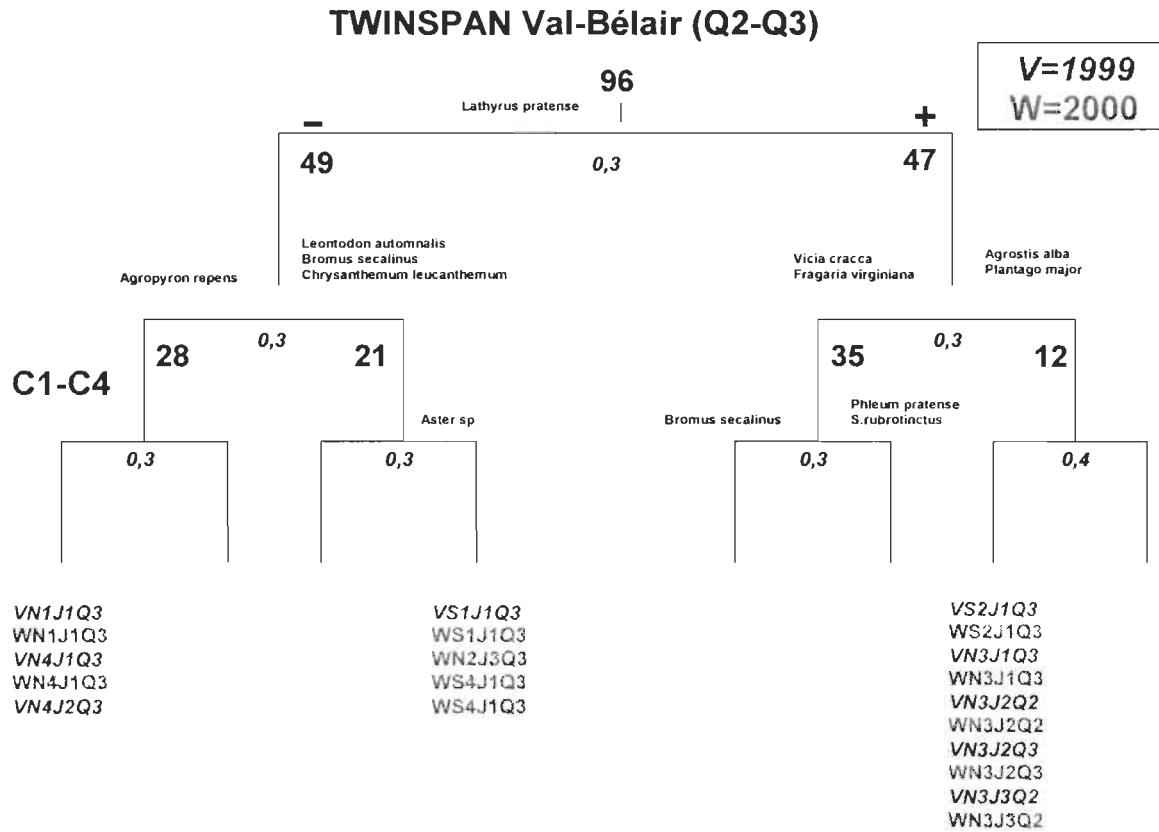
Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Iridacées	<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.		SIS ANG	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Liliacées	<i>Smilacina racemosa</i> (L.) Desf.	<i>Maianthemum racemosum</i> <i>racemosum</i> (L.) Link	SMI RAC				X	X				
Solanacées	<i>Solanum dulcamara</i> L.		SOL DUL							X	X	X
Composées	<i>Solidago canadensis</i> L.		SOL CAN			X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Solidago graminifolia</i> (L.) Salisb. <i>Euthamia graminifolia</i> var. <i>graminifolia</i> (L.) Nutt.		SOL GRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Solidago hispida</i> Mühl.		SOL HIS	X								
Composées	<i>Solidago nemoralis</i> Ait.		SOL NEM		X	X	X	X	X	X		
Composées	<i>Solidago rugosa</i> Mill.		SOL RUG				X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Solidago</i> sp.		SOL sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Sonchus arvensis</i> L.		SON ARV	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Composées	<i>Sonchus oleraceus</i> L.		SON OLE			X		X	X			
Composées	<i>Sonchus</i> sp		SON sp			X						
Rosacées	<i>Sorbus americana</i> Marsh.		SOR AME						X			
Rosacées	<i>Sorbus Aucuparia</i> L.		SOR ACU		X				X			
Sparganiacées	<i>Sparganium</i> sp.		SPA sp	X					X			
Sparganiacées	<i>Sparganium chlorocarpum</i> Rydb. <i>Sparganium erectum</i> L.		SPA CHL							X		
Graminées	<i>Spartina pectinata</i> Link		SPA PEC			X						
Orchidacées	<i>Spiranthes lacera</i> Raf.		SPI lace							X		
Rosacées	<i>Spiraea latifolia</i> (Ait.) Borkh.		SPI LAT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosacées	<i>Spiraea tomentosa</i> L.		SPI TOM	X		X	X			X		
Orchidacées	<i>Spiranthes cernua</i> (L.) L. C. Rich		SPI CER	X								
Graminées	<i>Sporobolus vaginiflorus</i> (Torr.) Wood.		SPO VAG			X			X			
Labiéees	<i>Stachys palustris</i> L.		STA PAL			X						
Caryophyllacées	<i>Stellaria graminea</i> L.		STE GRA	X		X	X		X	X		X
Liliacées	<i>Streptopus roseus</i> Michx.		STE ROS					X				
Boraginacées	<i>Symphytum officinale</i> L.		SYM OFF	X						X	X	X
Aracées	<i>Symplocarpus foetidus</i> (L.) Nutt.		SYM FOE		X			X			X	
Composées	<i>Tanacetum vulgare</i> L.		TAN VUL	X								

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe			Donnacona			Val-Bélar			
			Abbréviations	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Composées	<i>Taraxacum officinale</i> Weber		TAR OFF		X	X	X	X	X	X	X	X
Taxacées	<i>Taxus canadensis</i> Marsh.		TAX CAN			X	X				X	
Renonculacées	<i>Thalictrum dioicum</i> L.		THA DIO						X			
Renonculacées	<i>Thalictrum pubescens</i> Pursh.		THA PUB				X	X		X		
Crucifères	<i>Thlaspi arvense</i> L.		THL ARV					X			X	
Cupressacées	<i>Thuja occidentalis</i> L.		THU OCC		X		X	X	X			
Saxifragacées	<i>Tiarella cordifolia</i> L.		TIA COR		X		X	X			X	
Composées	<i>Tragopogon pratensis</i> L.		TRA PRA	X		X	X	X	X	X		X
Primulacées	<i>Trientalis borealis</i> Raf.		TRI BOR		X		X	X	X		X	
Légumineuses	<i>Trifolium agrarium</i> L.	<i>Trifolium aureum</i> Pollich	TRI AGR	X	X	X	X	X	X	X		X
Légumineuses	<i>Trifolium arvense</i> L.		TRI ARV		X			X			X	
Légumineuses	<i>Trifolium hybridum</i> L.		TRI HYB	X		X	X	X	X	X		X
Légumineuses	<i>Trifolium pratense</i> L.		TRI PRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Légumineuses	<i>Trifolium repens</i> L.		TRI REP	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Liliacées	<i>Trillium erectum</i> L.		TRI ERE								X	
Légumineuses	<i>Trifolium</i> sp.		TRI sp.			X						
Pinacées	<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.		TSU CAN		X		X	X			X	
Composées	<i>Tussilago Farfara</i> L.		TUS FAR				X	X	X	X		X
Typhacées	<i>Typha angustifolia</i> L.		TYP ANG	X		X	X	X	X	X	X	X
Typhacées	<i>Typha latifolia</i> L.		TYP LAT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Typhacées	<i>Typha</i> sp.		TYP sp	X							X	
Ulmacées	<i>Ulmus americana</i> L.		ULM AME		X			X			X	X
Éricacées	<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.		VAC ANG						X		X	X
Éricacées	<i>Vaccinium myrtilloides</i> Michx.		VAC MYR	X	X	X	X		X	X		
Valérianacées	<i>Valeriana officinalis</i> L.		VAL OFF		X			X				
Scrophulariacées	<i>Verbascum Thapsus</i> L.		VER THA					X				
Scrophulariacées	<i>Veronica Beccabunga</i> L.		VER BEC			X					X	

Familles	Noms selon Marie-Victorin, 1995	Noms corrigés selon Larouche, 1997	St-Hyacinthe Donnacona Val-Bélair									
			Abbréviations		1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000
Scrophulariacées	<i>Veronica peregrina</i> L.		VER PER					X			X	
Scrophulariacées	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.		VER SER					X	X			X
Caprifoliacées	<i>Viburnum alnifolium</i> Marsh.	<i>Viburnum lantanoides</i> Michx.	VIB ALN				X	X			X	
Caprifoliacées	<i>Viburnum cassinoides</i> L.	<i>Viburnum nudum</i> var. <i>cassinoides</i> (L.) Torrey & Gray	VIB CAS		X	X	X	X				
Caprifoliacées	<i>Viburnum trilobum</i> Marsh.	<i>Viburnum opulus</i> var. <i>americanum</i> Ait.	VIB TRI				X	X			X	
Légumineuses	<i>Vicia Cracca</i> L.		VIC CRA	X	X	X	X	X	X	X	X	
Légumineuses	<i>Vicia sativa</i> L.		VIC SAT		X			X		X	X	
Violacées	<i>Viola labradorica</i> Schrank		VIO LAB								X	
Violacées	<i>Viola septentrionalis</i> Greene		VIO SEP				X					
Violacées	<i>Viola sp.</i>		VIO sp.	X	X	X	X		X		X	
Vitacées	<i>Vitis riparia</i> Michx.		VIT RIP		X	X	X	X				
Bryophytes	Mousses			X	X	X	X				X	
Bryophytes	<i>Sphagnum</i> sp.				X		X					



Annexe 2 : Dendrogramme d'une analyse de classification divisive (TWINSPAN) des quadrats permanents ($1m^2$) Q2 et Q3 de Saint-Hyacinthe, juillet 1999 et juillet 2000. Les nombres en décimales représentent la valeur propre (*eigenvalue*) de cette division. Les nombres entiers correspondent au nombre de quadrats associés à chaque division. Les trois premiers niveaux de l'analyse sont représentés ici.



Annexe 3 : Dendrogramme d'une analyse de classification divisive (TWINSPAN) des quadrats permanents ($1m^2$) Q2 et Q3 de Val-Bélair, juillet 1999 et juillet 2000. Les nombres en décimales représentent la valeur propre (*eigenvalue*) de cette division. Les nombres entiers correspondent au nombre de quadrats associés à chaque branche. Les trois premiers niveaux de l'analyse sont représentés ici.