

**Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun
(*Phragmites australis*) : volet intervention (R538.3) et volet analytique (R538.2)**

Chargé de projet au Ministère des Transports du Québec :

Yves Bédard, biologiste
Direction de la Capitale-Nationale
Service des inventaires et du plan
475, boulevard de l'Atrium, Québec, Québec, G1H 7H9
(418) 380-2003, poste 2225
yves.bedard@mtq.gouv.qc.ca

Chercheur principal :

Jacques Brisson, professeur titulaire
Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal
4101 est, rue Sherbrooke, Montreal (Qc) H1X 2B2
(514) 343-2116
jacques.brisson@umontreal.ca

Rapport final préparé par
Patrick Boivin, Arnaud Albert et Jacques Brisson

Juillet 2011



Institut de recherche en biologie végétale

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) est un centre de formation supérieure dont la mission porte sur la biologie des plantes dans tous ses aspects : fonctionnement, développement, évolution, écologie, etc. Issu d'un partenariat entre l'Université de Montréal et la Ville de Montréal, l'IRBV occupe des locaux modernes sur le site du Jardin botanique de Montréal. Il regroupe une quinzaine de chercheurs autonomes (professeurs au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal ou chercheurs à la Division de la recherche et du développement scientifique du Jardin botanique de Montréal) sans compter les nombreux assistants et chargés de recherche, étudiants à la maîtrise et au doctorat et chercheurs post-doctoraux. Les recherches sont de nature fondamentale et appliquée. Les chercheurs ont à leur disposition des laboratoires et des équipements scientifiques de pointe, en plus de serres expérimentales, de chambres de croissance, d'équipement de microscopie électronique et d'analyse d'image, de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens), du Centre sur la biodiversité et de 2 bibliothèques spécialisées en botanique.

Pour fins de citation :

Boivin, P., A. Albert et J. Brisson. 2011. Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (*Phragmites australis*) : volet intervention (R538.3) et volet analytique (R538.2). Rapport final préparé pour le Ministère des transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Montréal. 39 pages et annexes.

Équipe de travail

PATRICK BOIVIN (M.Sc. Appliquées)	Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) Université de Montréal Groupe PHRAGMITES
JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)	IRBV, Centre d'étude sur la forêt (CEF) Université de Montréal Groupe PHRAGMITES
ARNAUD ALBERT (Doctorant)	IRBV Université de Montréal Groupe PHRAGMITES
YVES BÉDARD (M. Sc. Biologie)	Ministère des transports du Québec Service des inventaires et des plans
NOÉMIE BOULANGER (B.Sc. Biologie)	IRBV
MATHIEU BÉLANGER (Étudiant B. Sc. Biologie)	IRBV
MARIE-ÈVE PAYEUR (M. Sc. Biologie)	IRBV
PIERRE-OLIVIER GUIMOND (Dec Bioécologie)	IRBV

Résumé

Le roseau commun (*Phragmites australis*) est la plante vasculaire la plus envahissante du Nord-Est de l'Amérique du Nord. Il est particulièrement abondant au Québec dans les marais et les fossés de drainage en bordure des routes. Le roseau procure certains avantages pour la sécurité routière, mais lorsqu'il s'échappe de l'emprise détenue par le Ministère des Transports du Québec (MTQ), il cause des ennuis aux riverains. Son principal impact est de réduire de façon substantielle la diversité écologique des marais qui sont traversés par les autoroutes, mais il cause aussi des ennuis aux agriculteurs et aux banlieusards. Préoccupé par la situation, le MTQ a demandé à une équipe de biologistes de l'Université Laval et de l'Université de Montréal de trouver des solutions concrètes pour freiner la progression du roseau en bordure des autoroutes. Les chercheurs de l'Université de Montréal se sont attaqués à deux aspects de cette problématique. Un premier aspect vise à déterminer de quelle manière le roseau s'introduit le long des autoroutes alors que le second vise à tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau au sein des emprises autoroutières. Dans le cadre du premier aspect, la détermination des modes de propagation du roseau a été élucidée par deux approches complémentaires : l'analyse de la diversité génétique des différentes populations de roseau installées le long de l'autoroute 20, et l'identification de manière morphologique de l'origine des nouveaux individus de roseau récemment établis dans des fossés de drainage fraîchement créés pour le parachèvement de l'autoroute 30 en 2010. Ces deux études confirment que les graines constituent le principal mode d'établissement de nouvelles populations, alors que l'expansion végétative contribue par la suite à la croissance clonale et locale de ces populations. Le rôle prédominant de la reproduction sexuée dans la propagation du roseau a d'importantes implications dans la gestion à venir de cette espèce. Il est crucial de limiter les sites propices à la germination des graines et d'éviter de laisser à nu les fossés nouvellement construits par la mise en place d'une couverture végétale dense ou de haies arbustives sur les talus. Pour le second aspect, l'aulne rugueux (*Alnus incana* ssp. *rugosa*) et le saule miyabeana (*Salix miyabeana*) sont les deux principales espèces compétitrices ayant été sélectionnées. Leur hauteur à maturité, leur croissance rapide, leur tolérance à l'humidité et au sel ainsi que leur capacité à faire des rejets confèrent à ces arbustes de bonnes aptitudes à s'implanter en marge des fossés autoroutiers. L'implantation de deux projets de haies expérimentales au printemps 2010 et le suivi trop récent de celles-ci ne nous permettent pas d'établir encore de constats quant à l'efficacité des haies pour limiter l'envahissement du roseau au sein des fossés routiers. Toutefois, nos données préliminaires de croissance nous indiquent qu'une

bonne proportion des individus plantés sur ces projets s'est établie correctement puisque plusieurs d'entre eux atteignent une hauteur de plus de 50 cm pour l'aulne rugueux et plus de 100 cm pour le saule miyabeana après une saison de croissance. Le suivi annuel de l'envahissement nous a permis d'observer les deux premières communautés de roseau commun au sein du fossé autoroutier de l'autoroute 50 à Fasset. Dans le secteur de Lachute sur l'autoroute 50, ce suivi nous a permis d'observer que le front d'envahissement du roseau provenant de l'est progresse toujours vers l'ouest. L'octroi récent d'un nouveau contrat avec le ministère des transports pour prolonger l'exécution des travaux d'implantation et de suivi des haies expérimentales permettront d'établir bientôt des constats quant à l'efficacité de ce type d'interventions.

Table des matières

ÉQUIPE DE TRAVAIL	3
RÉSUMÉ	4
TABLE DES MATIÈRES	6
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES FIGURES	8
LISTE DES PHOTOS	8
1. MISE EN CONTEXTE	9
2 VOLET ANALYTIQUE - OBJECTIF 2 : DÉTERMINER DE QUELLE MANIÈRE LE ROSEAU S'INTRODUIT LE LONG D'UNE ROUTE AFIN D'EMPÊCHER DE FAÇON PLUS EFFICACE L'ÉTABLISSEMENT DE NOUVELLES POPULATIONS.....	12
2.1 RAPPEL DES CONNAISSANCES	12
2.2 IDENTIFICATION MORPHOLOGIQUE DE NOUVEAUX ÉTABLISSEMENTS	12
2.3 DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS INSTALLÉES.....	15
2.4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	16
3. VOLET INTERVENTION - OBJECTIF 5 : TESTER L'EFFICACITÉ D'ESPÈCES ARBUSTIVES COMME REMPARTS À LA PROPAGATION DU ROSEAU LE LONG ET HORS DES EMPRISES	18
3.1 EFFET DE L'OMBRAGE SUR L'ENVAHISSEMENT PAR LE ROSEAU COMMUN	18
3.2 GRILLE D'ÉVALUATION POUR LA SÉLECTION DES ESPÈCES ARBUSTIVES POUR LA CONFECTION DES REMPARTS	19
3.2.1 <i>Revue de littérature pour la sélection d'espèces compétitrices à implanter</i>	19
3.2.2 <i>Description des critères</i>	19
3.3 SÉLECTION DES ESPÈCES ARBUSTIVES PROPICES À L'IMPLANTATION D'UNE HAIE	22
3.4 PROCESSUS DE DÉTERMINATION DE SITES POTENTIELS D'INTERVENTIONS	24
3.5 MÉTHODOLOGIE POUR LA CARACTÉRISATION DES SITES PROPICES À L'IMPLANTATION D'UNE HAIE ARBUSTIVE	25
3.5.1 <i>Caractérisation générale de la végétation et de la situation d'envahissement par le roseau</i>	25
3.5.2 <i>Échantillonnage de la végétation</i>	26
3.5.3 <i>Échantillonnage de l'envahissement par le roseau commun</i>	27
3.5.4 <i>Contexte d'envahissement environnant</i>	27
3.5.5 <i>Caractérisation physique du site</i>	28
3.6 SÉLECTION DES SITES DE PLANTATION.....	28
3.7 ÉLABORATION DU PROTOCOLE D'IMPLANTATION DE HAIES EXPÉRIMENTALES	28
3.7.1 <i>Description du site expérimental</i>	29

3.7.2 Préparation de terrain.....	29
3.7.3 Installation du paillis de plastique	30
3.7.4 Plantation.....	30
3.7.5 Entretien.....	30
3.7.6 Estimation des coûts.....	30
3.8 SUIVI DES PLANTATIONS ET DE L'ENVAHISSEMENT PAR LE ROSEAU COMMUN	31
3.9 BILAN DES TRAVAUX RÉALISÉS AU SEIN DE CHACUNE DES DT	31
3.9.1 DT Outaouais	31
3.9.2 DT Laurentides-Lanaudière	32
3.9.3 DT Ouest-de-la-Montérégie	33
3.9.4 DT Est-de-la-Montérégie	33
4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	35
BIBLIOGRAPHIE.....	37
ANNEXE 1 : GRILLE D'INFORMATIONS DES ESPÈCES ARBUSTIVES POTENTIELLES.....	40
ANNEXE 2 : GRILLE D'INFORMATION DES ESPÈCES ARBORESCENTES POTENTIELLES	45
ANNEXE 3 : FICHE DE CARACTÉRISATION DE LA VÉGÉTATION PRÉ-EXISTANTE	47
PARTICULARITÉS (MICROTOPOGRAPHIE, SENTIER)	48
ANNEXE 4 : CROQUIS D'IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS PHYSIQUES DU SITE DE PLANTATION ..	49
ANNEXE 5 : ÉCHANTILLONNAGE DE LA VÉGÉTATION SUR LE SITE DE FASSETT (EXTRAIT)	51
ANNEXE 6 : CARACTÉRISATION DE L'ENVAHISSEMENT DANS LES QUADRATS PERMANENTS	53
ANNEXE 7 : PROTOCOLE D'IMPLANTATION DE HAIES EXPÉRIMENTALES AUX ABORDS DE L'AUTOROUTE 50, À FASSETT	55
ANNEXE 8 : PROTOCOLE D'IMPLANTATION DE HAIES EXPÉRIMENTALES AUX ABORDS DE L'AUTOROUTE 50, À LACHUTE	83
ANNEXE 9 : PROTOCOLE D'IMPLANTATION DE HAIES EXPÉRIMENTALES AUX ABORDS DE L'AUTOROUTE 30, À SAINT-CONSTANT	119
ANNEXE 10 : PHOTOGRAPHIES DES TRAVAUX D'IMPLANTATION DE HAIES EXPÉRIMENTALES, DE LA CARACTÉRISATION DES SITES ET DU SUIVI DE LA VÉGÉTATION.....	157

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Détermination de l'origine des nouveaux établissements dans des tronçons de fossés de drainage récemment creusés pour le parachèvement de l'autoroute 30 près de Saint-Constant.....	13
Tableau 2 :	Critères de sélection pour le choix des espèces arbustives.....	19
Tableau 3 :	Principales caractéristiques des espèces arbustives retenues.....	23
Tableau 4 :	Personnes ressources des directions territoriales rencontrées.....	24
Tableau 5 :	Sites propices à l'implantation d'une haie arbustive expérimentale.....	24
Tableau 6 :	Variables mesurées lors de la caractérisation des sites.....	25

Liste des figures

Figure 1 :	Dispositif d'échantillonnage de la végétation.....	26
------------	--	----

Liste des photos

Photo 1 :	Quelques pousses de roseau commun issues de graines sur le talus de l'autoroute 30 en construction en 2010, près du village de Saint-Constant	14
Photo 2 :	Plusieurs rejets de roseau commun résultant d'un fragment de rhizome probablement échappé de la machinerie lors de la création du fossé central de l'autoroute 30 en construction en 2010, près du village de Saint-Constant.....	15
Annexe photographique	Photographies des travaux d'implantation de haies expérimentales, de la caractérisation des sites et du suivi de la végétation.....	Annexe 10

1. Mise en contexte

Historiquement, le roseau commun (*Phragmites australis* [Cav.] Trin. Ex Steud, ; *Poaceae*), sous sa forme native, était une composante stable des marais nord-américains. Toutefois, l'apparition du roseau commun sous sa forme exotique originaire d'Eurasie (haplotype M) serait responsable de la propagation récente de l'espèce. Au Québec, l'évolution de ce phénomène d'envahissement semble concorder avec le développement intensif du réseau routier dans la seconde moitié du XX^{ième} siècle. La construction de corridors autoroutiers modifie les propriétés édaphiques et occasionne de nouvelles conditions d'établissement en retirant le couvert végétal naturel. Cette situation semble profiter au roseau commun qui possède de très bonnes aptitudes à coloniser les sites récemment perturbés. De plus, le déboisement en marge des tronçons routiers et la présence de fossés de drainage interconnectés avec les canaux agricoles sont autant d'éléments qui constituent des voies de pénétration de l'espèce. L'invasion du roseau, favorisée par la présence des emprises comme voie de propagation, constitue une menace importante pour la biodiversité des milieux humides du sud de la province et constitue une nuisance en milieu agricole et urbain.

Le mode d'aménagement visant à prévenir l'établissement et la propagation du roseau dépend d'une connaissance adéquate de son mode de dissémination dans les emprises. On croyait que la dissémination par mode sexué (germination des graines, établissement des semis) était improbable, et que la propagation du roseau était par conséquent entièrement le résultat de la multiplication végétative (transport de fragments de tige et de rhizome). La découverte récente de semis établis et la diversité génétique de colonies démontrent toutefois que l'établissement par graines est une réalité. Cependant, nous ignorons entièrement dans quelle proportion l'un et l'autre des modes de propagation – par voie végétative ou sexuée – est responsable de l'établissement du roseau dans les emprises autoroutières.

Le roseau ne tolérant pas l'ombre, la plantation d'arbustes dans les emprises pourrait empêcher le roseau de se propager et d'envahir les tronçons autoroutiers traversant des écosystèmes particulièrement vulnérables à l'envahissement. Il importe toutefois de tester cette hypothèse avec un protocole expérimental rigoureux mesurant l'efficacité de plusieurs modes de préparation du terrain et d'un certain nombre d'espèces pouvant résister à la compétition du roseau.

En regard de cette problématique, le MTQ a mandaté l'IRBV / Université de Montréal et l'Université Laval à évaluer le mode de propagation du roseau ainsi qu'à développer une méthode de contrôle du roseau. Deux objectifs (volets) figurant dans le devis de recherche concernent l'IRBV / Université de Montréal.

A propos du volet analytique prévu au contrat (R538.2), la responsabilité de l'Université de Montréal concerne l'objectif 2 visant à déterminer de quelle manière le roseau s'introduit le long des autoroutes. Cet objectif du projet de recherche fait l'objet d'une thèse de doctorat en partie financée par le contrat de recherche signé entre le MTQ, l'Université de Montréal et l'Université Laval. Cette thèse de doctorat est réalisée au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal par Arnaud Albert, ingénieur agronome diplômé de l'École nationale supérieure d'agronomie de Rennes, en France (2008). La thèse est dirigée par Jacques Brisson et codirigée par Claude Lavoie, avec la participation de François Belzile, généticien et professeur-chercheur au Département de phytologie de l'Université Laval. Dans le cadre du présent mandat, la provenance sexuée ou végétative des nouveaux individus de roseau établis dans des fossés autoroutiers récemment construits a été identifiée par des observations morphologiques in situ. Cette méthode a pour objectif de vérifier l'existence des deux modes de propagation au Québec et de déterminer la contribution relative de chacun de ces modes dans l'établissement du roseau dans les fossés autoroutiers. Notons aussi qu'une approche complémentaire, financée par le CRSNG, est aussi mise en œuvre par Arnaud Albert, dans le cadre de son doctorat. La diversité génétique des différentes populations de roseau implantées le long de l'autoroute 20 a été évaluée par des analyses de biologie moléculaire. Cette méthode a pour objectif d'obtenir une vision globale de la dispersion du roseau et est un excellent indicateur du mode de propagation prédominant. On présume qu'une variabilité génétique élevée entre les populations indique que l'espèce se dissémine essentiellement par voie sexuée. Au contraire, une variabilité génétique faible au sein d'une même population suggère plutôt que la croissance végétative est un mécanisme de colonisation locale très important pour le roseau. Les résultats de cette analyse seront aussi brièvement abordés dans le présent rapport.

Dans le cadre du volet intervention prévu au contrat (R538.3), le présent rapport fait état des travaux se rattachant à l'objectif 5, c'est-à-dire de tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau. Plus précisément ce volet évalue l'efficacité de plusieurs modes de préparation du terrain et d'un certain nombre d'espèces d'arbuste pouvant résister à la compétition du roseau. Diverses étapes de planification, de caractérisation et d'implantation de

haies ont été mises de l'avant depuis 2008. Ces étapes sont (1) une revue de littérature pour la sélection des espèces arbustives à planter, (2) la détermination et la caractérisation des sites d'intervention, (3) l'élaboration d'un protocole d'implantation d'une haie arbustive et (4) la réalisation de projets de plantation et leur suivi. Pour faciliter l'implantation des différents projets de plantations de haies arbustives, notre équipe et les différents responsables des directions territoriales (DT) avons décidé de retenir les sites rattachés à un tronçon d'autoroute nouvellement construit et qui présente peu de colonies de roseau commun dans les limites de l'emprise. Cette situation qui réduit la nécessité des interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain permet de diminuer substantiellement les coûts des projets de plantation défrayés par chacune des DT. Toutefois, ce choix nous oblige à respecter différents calendriers de travaux de construction pour accomplir plusieurs étapes du volet intervention, repoussant ainsi la réalisation de certaines plantations au-delà du dépôt du rapport final lié au présent contrat. Dans ce contexte, le ministère du transport a récemment octroyé un nouveau contrat à l'IRBV / Université de Montréal (R538.4) afin de poursuivre l'implantation de nouvelles haies expérimentales ainsi qu'à réaliser leur suivi.

2 Volet analytique - objectif 2 : Déterminer de quelle manière le roseau s'introduit le long d'une route afin d'empêcher de façon plus efficace l'établissement de nouvelles populations

2.1 Rappel des connaissances

On a toujours supposé que le roseau s'introduisait le long d'une route par le biais de la multiplication végétative, c'est-à-dire la dissémination accidentelle à longue distance de fragments de rhizomes, de stolons et de tiges. En effet, la machinerie utilisée lors de l'entretien des emprises serait contaminée par des fragments de la plante qui ont une forte capacité à produire de nouveaux individus. De plus, les oiseaux et mammifères pourraient transporter des fragments de roseau, notamment comme matériel de nidification. Or, les évidences d'établissement par voie végétative ne sont qu'anecdotiques, et il n'existe aucune détermination quantitative à cet égard. De plus, on sait depuis peu que le roseau peut également se propager au Canada de manière sexuée. De nombreux indices suggèrent que les graines produites par le roseau seraient viables et que la reproduction sexuée constituerait le principal mode de dispersion de l'envahisseur. Mais on ignore si le phénomène est effectivement important. Il importe de savoir avec exactitude quel est le mode de dissémination prépondérant (végétatif ou sexué) du roseau de manière à l'empêcher de s'établir.

2.2 Identification morphologique de nouveaux établissements

Les sites avec du sol mis à nu, humide, exposé à la lumière constituent des habitats idéaux pour l'établissement du roseau. Les fossés de drainage nouvellement creusés, les fossés récemment rafraîchis ou de nouveaux segments de route sont ainsi des secteurs favorables à l'arrivée de nouveaux individus par graines via la reproduction sexuée, mais également au dépôt accidentel de fragments végétatifs par les machines et les remblais.

Une visite et une sélection des meilleurs sites potentiels a été réalisée au printemps 2010 en vue de l'échantillonnage à l'été de cette même année. Pour répondre à la question de la provenance du roseau, ces sites ne doivent pas contenir de roseaux en leur sein avant aménagement (pas de restes pour une croissance végétative) et doivent être situés proches de colonies de roseaux aux alentours (sources de graines). Le principal secteur autoroutier qui a convenu aux exigences (tronçon mis à nu récemment, pas de roseau à l'intérieur, roseau proche à l'extérieur) est un nouveau tronçon en construction de 8 km entre Kanawake et Candiac pour le parachèvement de

l'autoroute 30. Cette autoroute se situe dans une région très envahie par le roseau, ce qui garantissait de trouver facilement de nombreuses populations émergentes. Plusieurs fossés centraux ont été étudiés : ils sont séparés par diverses structures routières (viaduc, pont...) et sont distincts par des caractéristiques intrinsèques propres (largeur du fossé, degré de la pente des talus, végétation présente...). Ils ont été mis à nu par la machinerie à l'été 2009, laissant un terrain très propice à l'implantation du roseau en 2010, suite à sa dissémination l'hiver précédent. Lors du travail de terrain, une recherche intensive des jeunes pousses de roseau nouvellement implantées a été réalisée et une distinction de manière morphologique de leur origine (semis issus de graines ou rejets provenant de segments de tige ou rhizome) a été menée.

Dans les fossés centraux du tronçon récemment créé de l'autoroute 30 (tableau 1), pour une longueur totale de 4750 mètres, presque 4000 jeunes pousses de roseau commun ont été dénombrées. La grande majorité de ces nouveaux individus (94%) sont issus d'une graine, confirmant non seulement l'existence, mais aussi l'ampleur actuelle de la reproduction sexuée du roseau au Québec (photo 1). Plusieurs pousses provenant de fragments de rhizomes ont été trouvées (photo 2), réaffirmant le rôle des travaux d'excavation de sols dans la propagation involontaire du roseau par voie végétative. Il est probable que la survie des semis au premier hiver soit inférieure à celle des rejets issus de fragments. Sur la base d'un suivi de 38 semis réalisés en 2005-2006, une survie de 29% sur deux ans avait été observée. Si ces résultats sont représentatifs de la situation en cours dans le présent site d'étude, l'établissement par semis serait prépondérant, même si la dispersion par mode végétatif demeure significative. Dans le cadre de ses travaux de doctorat, Arnaud Albert déterminera en 2011 la survie relative des nouveaux individus identifiés sur le site d'étude.

Tableau 1 : Détermination de l'origine des nouveaux établissements dans des tronçons de fossés de drainage récemment creusés pour le parachèvement de l'autoroute 30 près de Saint-Constant.

Numéro tronçon	Longueur en mètres	Nombre de nouveaux individus	Individus issus de graines	Individus issus de fragments	Pourcentage reproduction sexuée	Pourcentage multiplication végétative
1	2030	3503	3336	167	95,2%	4,8%
2	190	20	5	15	25,0%	75,0%
3	280	122	120	2	98,4%	1,6%
4	350	17	16	1	94,1%	5,9%
5	1200	29	9	20	31,0%	69,0%
6	200	36	26	10	72,2%	27,8%
7	500	200	192	8	96,0%	4,0%
Total	4750	3927	3704	223	94,3%	5,7%

Il est à noter enfin que ces données prélevées au cours de l'été 2010 indiquent clairement que le roseau est déjà en voie d'envahir massivement les axes autoroutiers nouvellement construits. Il est important d'ajouter qu'il suffit qu'une seule de ces pousses parvienne à se maintenir durablement dans le fossé récemment aménagé et anciennement non envahi pour que la colonisation par le roseau soit entamée! Il en faut peu à cette espèce lors de l'implantation, car une fois bien établie, même en petit nombre, son expansion est assurée à moins que ne soit amorcée une méthode de gestion efficace.

Par conséquent, les sites fraîchement mis à nu sont favorables à l'établissement des graines provenant des populations alentours, alors que l'arrivée de fragments est aussi possible mais moins probable.



Photo 1 : Quelques pousses de roseau commun issues de graines sur le talus de l'autoroute 30 en construction en 2010, près du village de Saint-Constant (photographie : A. Albert).



Photo 2 : Plusieurs rejets de roseau commun résultant d'un fragment de rhizome probablement échappé de la machinerie lors de la création du fossé central de l'autoroute 30 en construction en 2010, près du village de Saint-Constant (photographie : A. Albert).

2.3 Diversité génétique des populations installées

Dans le cadre des travaux de doctorat d'Arnaud Albert, sous la direction de Claude Lavoie et avec la participation François Belzile (Université Laval), la diversité génétique a été examinée entre et dans plusieurs populations de roseau installées en bordure de l'autoroute 20. Sur un tronçon de plus de 400 kilomètres, près de 100 populations réparties aléatoirement ont été étudiées selon un dispositif d'échantillonnage systématique à deux échelles. Au premier niveau, un échantillon de feuille d'un seul individu localisé au centre de chaque station a été collecté. Au deuxième niveau, dans chaque colonie linéaire, huit autres fragments de tissu végétal ont été prélevés sur des individus différents et sur la longueur du fossé. L'ADN a été extrait de chacun des échantillons et un panel de six marqueurs microsatellites nucléaires ont été utilisés pour caractériser l'identité génotypique de chaque individu.

Au premier niveau, parmi les 96 populations à l'étude, 81 génotypes différents ont été observés et aucun génotype n'était commun à plus de trois colonies. On en conclut que la diversité génétique est élevée entre les populations. Compte tenu du caractère récent de l'invasion au Canada et d'une introduction probablement en petit nombre du roseau au cours du XIX^{ème} siècle avec quelques génotypes seulement, une grande variabilité génétique ne peut être due qu'à une recombinaison des gènes, processus réalisable uniquement par la reproduction sexuée. Au second niveau, 44

colonies ne contenaient qu'un seul génotype (parmi neuf individus collectés), 27 colonies possédaient deux génotypes différents et le reste des 27 populations comprenaient entre trois et huit génotypes. C'est ainsi qu'au sein des populations, la diversité génétique est globalement faible. En général, dans une même population, tous les génotypes identifiés sont identiques, ce qui signifie que la population en présence se propage sur place de manière végétative, par les rhizomes et les stolons. L'expansion végétative est donc dominante à courte distance et dans le temps.

Ces résultats suggèrent fortement que les graines jouent un rôle prédominant dans l'établissement initial de nouvelles populations (haute diversité génétique entre stations), après quoi la dispersion asexuée contribue à l'expansion de ces populations à une échelle locale (faible diversité génétique au sein des stations). L'importance de la reproduction sexuée dans la propagation du roseau a d'importantes implications dans la gestion à venir de cette espèce fortement envahissante.

2.4 Conclusion et recommandations

Cette étude sur les modes d'établissement et de propagation du roseau commun au Québec confirme de manière convaincante que les phénomènes observés précédemment par le groupe de recherche PHRAGMITES avec les articles publiés en 2008 par Jacques Brisson (nouvelles plantules viables issues de graines) et en 2010 par François Belzile (grande variabilité génétique des populations) sont généralisables à la situation des fossés de drainage présents en bordure des autoroutes du Québec.

Le roseau est un extraordinaire envahisseur des fossés d'autoroutes du Québec et son élimination est quasi impossible, mais il est essentiel de préserver les sites qui ne sont pas encore colonisés et qui sont potentiellement envahissables. C'est pourquoi il est crucial d'étudier comment le roseau pourrait s'installer dans ces sites et établir de nouvelles populations, d'où la nécessité de comprendre ses modes de propagation. En connaissant les processus d'implantation et en quantifiant la part de chaque voie de dispersion, les gestionnaires du ministère pourront mettre en place des mesures adaptées pour protéger les emprises autoroutières qui ne sont pas encore envahies. Les résultats actuels des recherches peuvent d'ores et déjà influencer fortement les stratégies en matière de prévention.

La reproduction sexuée existe bel et bien et participe de manière significative à l'établissement du roseau, il est ainsi évident qu'il faut limiter les sites propices à la germination des graines. Des fossés laissés sans couvert végétal, humides et ensoleillés, représentent de véritables lits de germination pour le roseau. Pour empêcher ce phénomène, le ministère doit poursuivre ses efforts d'ensemencement hydraulique après l'achèvement de nouveaux tronçons autoroutiers, surtout si des colonies de roseaux se trouvent à proximité, avec la mise en place d'une végétation dense à croissance rapide et avec des espèces herbacées indigènes et compétitives. La plantation de haies arbustives sur les talus en bordure des autoroutes est également une solution, pour créer de l'ombrage dans les fossés, l'ombre étant un facteur hautement inhibiteur de la germination des graines de roseau. En complément, il pourrait être avantageux d'éviter la montée en floraison par une coupe des inflorescences en fin d'été, avant le mûrissement des semences, dans les colonies à proximité des sites vulnérables.

Néanmoins, il faut constater que la multiplication végétative avec la dissémination accidentelle de fragments de roseau reste une voie plausible de propagation de cette espèce. Le nettoyage de la machinerie après travail, l'élimination des déchets verts et la limitation des transferts de dépôts et de remblais contenant des restes de roseau sont les principales pratiques à appliquer, et la vigilance, déjà de mise, ne doit pas être interrompue.

3. Volet intervention - objectif 5 : Tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises

3.1 Effet de l'ombrage sur l'envahissement par le roseau commun

La propagation du roseau commun en Amérique du Nord est fortement associée aux perturbations anthropiques (Saltonstall, 2002). Ces perturbations vont de pair avec une disponibilité accrue de la lumière, condition essentielle à son succès d'établissement. L'intolérance à l'ombre du roseau commun a d'abord été documentée par des suivis de végétation en Grande-Bretagne, où l'on a constaté l'absence de communautés denses de roseau en milieu fermé, ainsi que la diminution de leur densité en bordure des zones boisées (Kassas, 1952 et Lambert, 1946). Plus récemment, des études ont permis de mesurer un retrait du roseau commun face à l'avancée de la végétation arbustive (Havens et al, 2003 et Ostendrop, 1989). Haslam (1971 et 1972) affirme que l'ombrage permet de diminuer la densité des communautés, la hauteur des tiges, la grosseur et le nombre d'inflorescences. Elle note que l'ombrage tend à augmenter le ratio biomasse foliaire : biomasse des tiges, un indicateur général de mauvaise performance des végétaux. L'ombrage diminue aussi le succès de germination des graines (Haslam, 1971; Kudo et Ito, 1988; Ostendrop, 1989). Buttery et Lambert (1965) ont documenté le retrait du roseau au dépend de *Glyceria Maxima*, une espèce herbacée occupant la même niche écologique. L'effet de la compétition pour la lumière a lieu au printemps alors que *G. maxima* amorce sa croissance avant le roseau commun. Le contrôle de la végétation par ombrage est souvent critiqué pour son manque d'efficacité sur de grandes superficies (Standish, 2002), mais son utilisation sur les fossés de drainage autoroutier semble prometteuse. Notons toutefois qu'il existe peu de données quantitatives chiffrant l'impact de l'ombrage sur la croissance et la dispersion du roseau commun, notamment dans son aire d'invasion en Amérique du Nord.

3.2 Grille d'évaluation pour la sélection des espèces arbustives pour la confection des remparts

3.2.1 Revue de littérature pour la sélection d'espèces compétitrices à planter

Les corridors autoroutiers sont des milieux très hostiles pour la croissance des espèces ligneuses. Les arbustes et arbres qui y sont plantés ou qui y poussent spontanément sont soumis à des conditions environnementales difficiles : sel de déglacage, refroidissement éolien hivernal, compétition herbacée, compaction du sol et herbicides provenant des cultures adjacentes au corridor routier. Ces conditions exposent les végétaux à des stress importants qui réduisent leur survie et leur croissance. La majorité des espèces ligneuses plantées atteignent généralement une hauteur d'environ 30% inférieure à la hauteur moyenne citée dans la littérature (communication personnelle : Guy Bédard). Une revue de littérature et des entretiens avec des spécialistes ont été réalisés afin de déterminer les critères de sélection visant à cibler les espèces arbustives les plus aptes à s'implanter et à agir comme un rempart arbustif efficace à la propagation du roseau. Quatorze critères ont été identifiés (tableau 2).

Tableau 2: Critères de sélection pour le choix des espèces arbustives

Critères	
1. Type de plante	8. Tolérance à la dessiccation
2. Rusticité	9. Tolérance au sel de voirie et indice de sensibilité
3. Hauteur	10. Statut au Québec (exotique ou indigène)
4. Largeur	11. Potentiel envahissant
5. Croissance	12. Susceptibilité au broutage
6. Reproduction végétative	13. Disponibilité
7. Tolérance à l'humidité	14. Contexte d'utilisation par le MTQ

3.2.2 Description des critères

Type de plante

Le type de végétaux fait référence au mode de croissance, arbustif ou arborescent. L'appellation d'arbuste réfère à une plante ligneuse qui peut développer plusieurs tiges partant de la base, et dont la hauteur totale à maturité est de moins de 7 mètres. L'arbre est une plante ligneuse qui développe généralement un tronc (parfois deux ou trois) et qui est surmontée d'une cime dont la

hauteur à maturité atteint plus de 7 mètres. Dans la zone comprenant l'accotement et talus, soit celle comprise entre la route et le fossé, le MTQ exige qu'aucun arbre ne soit planté pour des raisons de sécurité routière.

Rusticité

L'utilisation d'espèces ornementales exotiques nous oblige à considérer leur rusticité afin de s'assurer que les espèces sélectionnées soient bien adaptées à la région où s'effectue la plantation. Rappelons que les zones de rusticité sont classées de 0 à 8, tel que déterminées par Environnement Canada d'après les conditions climatiques moyennes de chaque région. Ce classement établit les zones du Canada qui sont les plus propices à la survie de différentes espèces végétales selon un classement correspondant.

Hauteur

La hauteur des espèces plantées est établie par la hauteur atteinte dans un contexte non contraignant. Cette hauteur est importante puisque les espèces plantées doivent atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres afin qu'elle puisse suffisamment réduire la quantité de lumière dans les zones adjacentes au fossé.

Largeur

La largeur des espèces ligneuses plantées équivaut au diamètre des branches latérales obtenu dans un contexte non contraignant. Cette mesure permet de mieux évaluer la distance de plantation que l'on doit respecter.

Croissance

La vitesse de croissance des espèces ligneuses réfère à 5 classes de croissance en hauteur: très rapide (plus de 90 cm/an), rapide (90 à 60 cm/an), moyenne (60 à 30 cm/an), lente (30 à 15 cm/an) et très lente (moins de 15 cm/an). Les espèces plantées doivent croître rapidement afin de constituer une strate arbustive bien structurée et capable de limiter efficacement la quantité de lumière disponible au niveau de la strate herbacée.

Tolérance à l'humidité du sol

La zone associée au fossé est généralement humide, notamment en période printanière et automnale. Dans ces conditions, les espèces plantées en marge du fossé doivent être tolérantes à

un sol très humide et résister à une permanence d'eau au printemps. La préférence des espèces pour différents types de sol, dont les niveaux d'humidité, sont les suivants:

- Sec : sol où l'humidité est faible durant la presque totalité de la saison de croissance.
- Moyenne : sol où l'humidité est variable, parfois très faible et parfois présente en surplus, mais jamais sur de très longues périodes. Peut aussi être qualifié comme frais et bien drainé.
- Humide : sol humide durant presque toute la durée de la saison de croissance.
- Très humide : sol saturé en eau pendant de longues périodes.

Reproduction végétative

Dans un contexte de programmation d'entretien du lit du fossé (mode 1/3 – 2/3) à tous les 5 ou 10 ans ou lorsque nécessaire, il est avantageux que les espèces plantées puissent se reproduire végétativement, notamment sous forme de rejets. Cela permettrait d'assurer la survie des individus plantés lorsque ces derniers doivent être rabattus suite aux travaux d'entretien. En zone agricole, les espèces plantées susceptibles de se reproduire par drageonnement sont généralement mal perçues par les agriculteurs, ces derniers craignant qu'elles se propagent dans leur champ et colmatent leur système de drainage.

Tolérance à la dessiccation hivernale

Ce phénomène survient lorsque le soleil dessèche les parties de la plante qui ne sont pas couvertes par la neige et que les racines gelées ne peuvent fournir aux parties exposées l'eau dont elles ont besoin (MRNF). La résistance à la dessiccation est jugée nécessaire afin d'optimiser la survie des espèces plantées.

Tolérance au sel de déglacage

Les corridors autoroutiers reçoivent d'importantes quantités de sels de déglacage. Les sels de déglacage sont essentiellement acheminés aux arbres et arbustes (1) en s'infiltrant dans le sol avec l'eau où ils sont absorbés par le système racinaire et (2) sous forme d'embrun, qui atteint les parties aériennes (Coupal, 1986). Considérant que la tolérance au sel est un critère déterminant pour la sélection des espèces ligneuses, nous avons identifié le niveau de tolérance de chacune sur la base de plusieurs documents de référence.

Statut au Québec

Dans un contexte de contrôle d'espèces envahissantes où nous intégrons la notion de perte de biodiversité, il importe de bien connaître si une espèce plantée possède un statut indigène,

naturalisée ou introduite. À qualité égale, une espèce indigène sera privilégiée au détriment d'une espèce exotique.

Potentiel envahissant

Potentiel de l'espèce à se propager de manière incontrôlable. Parmi les espèces susceptibles d'être envahissantes, nous nous référons plus particulièrement aux plantes exotiques envahissantes, dont l'introduction ou la propagation menace l'environnement, l'économie ou la société (ACIA, 2008).

Broutage par le cerf de Virginie

Dans certains secteurs du réseau autoroutier, la présence de la grande faune comme le cerf de Virginie est très importante. Il importe alors d'éviter les espèces ligneuses susceptibles d'attirer ces grands mammifères en bordure de route afin d'éviter des collisions avec les automobiles.

Disponibilité

Fait référence à la possibilité d'acquérir les plants sur le marché (disponibles commercialement, en disponibilité limitée ou non disponible) ainsi qu'au type de format disponible. Trois formats sont présentés au sein de la grille (annexe 1):

- Multicavités 45-110, 45 alvéoles de 110 cm³
- Multicavité PFD : environ 15 alvéoles de 330 cm³
- Pot de 1 litre : permet l'implantation de végétaux plus matures.

Utilisation MTQ

Ce critère évalue si les espèces sélectionnées sont déjà utilisées par le ministère des transports et dans quel contexte il les utilise (haies brise-vent, stabilisation de pentes, renaturalisation de berges, aménagement paysager). Cette information a été fournie, entre autres, par les responsables des directions territoriales.

3.3 Sélection des espèces arbustives propices à l'implantation d'une haie

Sur la base des critères identifiés, quatorze espèces arbustives ont été caractérisées (grille-annexe 1). Bien que l'ensemble des critères soit important, certains d'entre eux sont plus sélectifs que d'autres puisqu'ils garantiront une meilleure efficacité et pérennité des plantations. Parmi ceux-ci, nous reconnaissons les aptitudes suivantes :

- Capable d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres,

- Vitesse de croissance,
- Tolérance à l'humidité ou une permanence d'eau au printemps,
- Capacité de faire des rejets,
- Tolérance au sel variant de moyenne à élevée.

Sur la base de ces critères, deux espèces arbustives ont été sélectionnées, soit l'aulne rugueux (*Alnus incana* ssp. *rugosa*) et le saule miyabeana (*Salix miyabeana*). Ces espèces arbustives semblent posséder de bonnes aptitudes à s'implanter en marge d'un fossé autoroutier (tableau 3). Nous proposons également la possibilité d'intégrer une haie d'arbres lorsque l'emprise autoroutière (berge) est suffisamment large (9 m et plus). Cette haie permettra de réduire la vitesse du vent en période hivernale. Pour assurer une sélection adéquate des espèces arborescentes, nous avons appliqué les mêmes critères à onze espèces (Grille – annexe 2).

Tableau 3: Principales caractéristiques des espèces arbustives retenues.

Caractéristiques	Aulne rugueux	Saule miyabeana
Type de plante :	Arbuste	Arbuste
Rusticité :	1a	2
Hauteur :	6 m	5-6 m
Largeur :	5 m	2,5 m
Croissance :	Rapide	Rapide
Reproduction végétative :	Rejets surtout, drageons	Rejets
Tolérance à l'humidité du sol :	Très humide	Très humide
Tolérance à la dessiccation :	Faible	Modérée
Tolérance au sel :	Moyenne	Élevée
Statut au Québec :	Indigène	Introduite
Potentiel envahissant :	Non	Faible
Broutage par la grande faune :	Fréquent	Modéré
Disponibilité :	Multicavités 45-110 et PFD	Boutures
Contexte d'utilisation MTQ :	Bordure de cours d'eau	Écran sonore

3.4 Processus de détermination de sites potentiels d'interventions

Pour amorcer le processus d'identification de sites potentiels d'intervention, nous avons rencontré, tout d'abord, plusieurs représentants des directions territoriales du MTQ (tableau 4). La rencontre de ces personnes ressources nous a permis de bénéficier de leurs connaissances liées à la problématique d'envahissement du roseau commun sur leur territoire. Lors des visites de terrain, nous avons récolté quelques données préliminaires (localisation, orientation, photographies) et un croquis général du lieu a été réalisé.

Tableau 4: Personnes ressources des directions territoriales rencontrées

Personnes	Fonction	Direction territoriale
Yves Bédard Bernard Jeffrey	Biologiste, Service des inventaires et du plan Technicien en aménagement paysager et environnement	Capitale-Nationale
Fabien Lecours	Architecte paysagiste	Chaudière-Appalaches
Yves Boutin Nicolas Wampach	Géologue, Coordonnateur environnement Technicien principal en environnement, Service des inventaires et du plan	Outaouais
Nicolas Ste-Marie Serge Bisailon	Service des inventaires et du plan Chef des opérations, Centre de services de Napierville	Ouest-de-la-Montérégie
Ginette Claude	Biologiste, Service des inventaires et du plan	Laval – Mille-îles Montréal et de l'Ouest
Guy Bédard Annie Duchesne	Architecte paysagiste, Service des projets Architecte paysagiste, Service des projets	Est-de-la Montérégie
Jonathan Ménard	Biologiste, Service des inventaires et du plan	Laurentides-Lanaudière

Ces rencontres ont également permis de mieux comprendre les problématiques locales de gestion des emprises autoroutières comme la gestion des eaux pluviales, le contrôle de la végétation en marge du fossé et les problèmes associés à la grande faune. À la suite de ce premier processus d'identification, cinq sites propices à l'implantation d'une haie arbustive expérimentale ont été identifiés (tableau 5). Les sites ont été caractérisés entre l'été 2008 et l'automne 2009.

Tableau 5: Sites propices à l'implantation d'une haie arbustive expérimentale.

Tronçon	Localité	Direction territoriale	Caractérisation	Envahissement
Autoroute 50 Nord-Sud	Fassett	Outaouais	Été 2008	À proximité (-1 km)
Autoroute 73 Sud	Saint-Isidore	Chaudière-Appalaches	Automne 2008	Intrusion discontinue
Autoroute 30	Saint-Constant	Ouest-de-la-Montérégie	Été 2009	Régional
Autoroute 50 Nord-Sud	Lachute	Laurentides-Lanaudière	Été 2009	Front venant de l'est
Autoroute 35	St-Alexandre	Est-de-la-Montérégie	Automne 2009	Régional

3.5 Méthodologie pour la caractérisation des sites propices à l'implantation d'une haie arbustive

La caractérisation des sites vise à mieux connaître la situation physique du milieu, la nature de la végétation préexistante et le contexte d'envahissement par le roseau commun (tableau 6). Cette connaissance détaillée permet de développer de meilleures directives pour la préparation de terrain et assure un suivi efficace des sites de plantation.

Tableau 6: Variables mesurées lors de la caractérisation des sites

Caractérisation	Variables	Zones et éléments d'échantillonnage
Végétation	a) Recouvrement par espèce et par catégorie pour les principaux groupes végétaux.	a) Points d'échantillonnage sur talus, fossé et berge de 1 mètre de long selon la méthode du <i>Line intercept</i> (transect).
Envahissement	a) Densité de tiges de roseau commun sur le site b) Longueur de la population c) Localisation de roseau commun (GPS)	a) Parcelle 1 m ² au centre du fossé b) Distance continue (m) au sein du fossé c) Population avoisinante
Physique	a) Orientation (degré) b) Localisation (GPS, mesures de distance) c) Pente (degré) d) Longueur	a) Autoroute b) Haie naturelle, canaux de drainage, chemin VTT, pylône, clôture. c) Talus, marges du fossé, fossé, berge d) Accotement, talus, fossé, berge.

3.5.1 Caractérisation générale de la végétation et de la situation d'envahissement par le roseau

Dans le cadre du processus d'échantillonnage, la caractérisation de la végétation est effectuée avant les interventions afin de bien connaître qu'elles sont les types de communautés végétales qui

colonisent et dominent le futur site de plantation. Elle permet également d'établir le niveau d'envahissement par le roseau commun au sein du fossé.

3.5.2 Échantillonnage de la végétation

La végétation préexistante, qui caractérise le talus, le fossé et la berge de l'autoroute, est échantillonnée en 7 classes de recouvrement avec la méthode du *Line intercept* le long de plusieurs portions de 1 mètre réparties à égale distance (figure 1). Le nombre de portions d'échantillonnage varie généralement selon la largeur que totalise le talus, le fossé et la berge. Généralement 6 à 10 portions ont été nécessaires à la caractérisation d'une station. Le nombre de stations pour un même site est déterminé en fonction de la variabilité de la composition floristique du site d'échantillonnage.

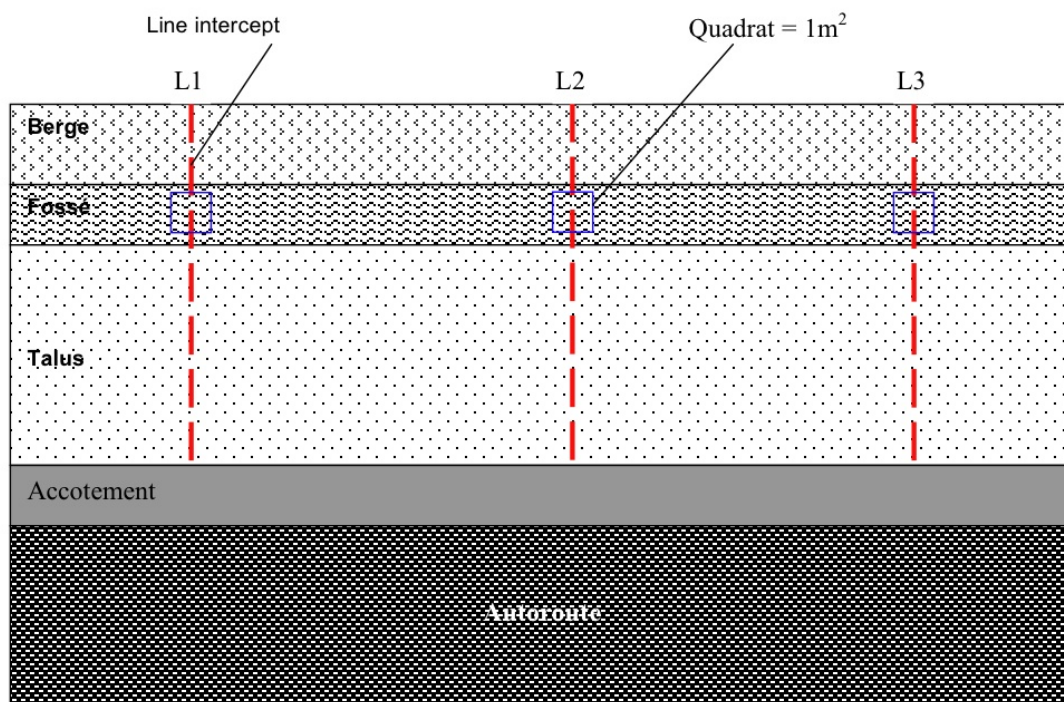


Figure 2: Dispositif d'échantillonnage de la végétation

La majorité des espèces herbacées, arbustives et arborescentes ont été identifiées à l'espèce à l'exception de certains groupes taxonomiques plus complexes (carex, graminées, joncs, etc.) où l'identification s'est limitée au genre et aux grandes sections pour les carex. Pour chaque portion échantillonnée, le recouvrement de toutes les espèces herbacées et arbustives présentes a été estimé à l'aide d'une échelle semi-quantitative de recouvrement : 1 = 0-1%, 2 = 1-5%, 3 = 5-10%, 4

= 10-25%, 5 = 25-50%, 6 = 50-75% et 7 = 75% et plus (annexe 3, 10). Le recouvrement du sol nu est également estimé selon les mêmes classes. L'emplacement des portions d'échantillonnage a été noté afin d'assurer un meilleur suivi de l'évolution de la végétation lors des échantillonnages annuels.

Les stations sont localisées à l'aide des coordonnées GPS définissant le point de départ du transect ou *line intercept*. De ce point, nous déterminons l'orientation du transect à l'aide d'une boussole (déclinaison corrigée), laquelle doit former un angle de 90° par rapport au tronçon routier. La fin du transect est généralement délimitée par la clôture grillagée du ministère du transport qui détermine la limite de l'emprise autoroutière. Pour localiser physiquement ce transect, une tige de métal a été enfoncée dans le sol à proximité de la clôture. Ces éléments (GPS, azimuth et tige) facilitent le repérage des stations lors du suivi de la végétation suite aux interventions de plantation d'une haie arbustive en marge du fossé.

3.5.3 Échantillonnage de l'envahissement par le roseau commun

Outre la caractérisation du roseau commun sous forme de recouvrement tel que défini précédemment, le niveau d'envahissement de l'espèce est déterminé en terme de densité de tiges retrouvées au sein du fossé. Pour évaluer cette densité, nous avons procédé au dénombrement de tiges de phragmites à l'intérieur d'un quadrat de 1 m² (figure 1, annexe 6 et 10) positionné au centre du fossé à chacune des stations. Lorsque le fossé est colonisé simultanément par la quenouille et le roseau, le nombre de tiges de quenouille est également dénombré. Pour localiser l'emplacement du quadrat, nous avons noté la distance sur le ruban à mesurer utilisé pour l'échantillonnage à l'aide du *line intercept*.

3.5.4 Contexte d'envahissement environnant

Il est important de bien connaître les populations avoisinantes de roseau puisqu'elles sont susceptibles d'envahir les emprises autoroutières, notamment dans un contexte d'implantation d'une nouvelle autoroute. Pour caractériser le contexte d'envahissement environnant, les populations avoisinantes ont été localisées à l'aide d'un GPS. Pour les communautés de roseau de plus grande taille et qui bordent la route, le début et la fin de celles-ci sont notés.

3.5.5 Caractérisation physique du site

La caractérisation physique du site vise à mieux comprendre le contexte du site de plantation et le milieu environnant. Les éléments physiques répertoriés permettent d'établir le caractère anthropique du secteur ainsi que les voies potentielles de propagation du roseau. Ces éléments présentés au tableau 3 (transects, canaux de drainage, haie naturelle, chemin VTT) sont photographiés et localisés précisément au sein d'un croquis (annexe 4). La localisation de certains éléments comme les transects, les canaux de drainage et chemin de VTT sont localisés à l'aide d'un GPS.

La pente et l'orientation des talus, fossés et berges sont également notées. Ces informations visent à définir un protocole de plantation adapté à ce site.

3.6 Sélection des sites de plantation

Parmi les cinq sites propices à l'implantation de haies expérimentales, quatre d'entre eux ont été retenus. Ces sites sont situés dans les localités de Fassett, Lachute, Saint-Constant et Saint-Alexandre, et sont respectivement associés aux directions territoriales de l'Outaouais, des Laurentides-Lanaudière, de l'Ouest-de-la-Montérégie et de l'Est-de-la-Montérégie (tableau 3). La sélection de ces sites a été déterminée par l'application de quatre critères: (1) le site doit être peu ou pas envahi par le roseau commun, (2) le contexte d'envahissement local par le roseau représente un potentiel élevé (proximité de colonies importantes), (3) la configuration du site et les contraintes d'utilisation du territoire (emprise Hydro-Québec, voie ferrée, champs agricole) doivent permettre l'implantation de zones de plantation de part et d'autre du tronçon autoroutier et (4) le tronçon sélectionné doit également permettre l'intégration d'environ dix segments qui juxtaposent une zone de plantation (100 m) et une zone témoin (100 m), lesquelles totalisent environ 200 mètres. Suite à cette sélection, une proposition de projet a été envoyée aux directions territoriales ci-haut mentionnées.

3.7 Élaboration du protocole d'implantation de haies expérimentales

La rédaction du protocole d'implantation de haies expérimentales permet de fournir un document de référence qui guide les directions territoriales dans l'élaboration des plans et devis.

Évidemment, la configuration autoroutière et le contexte d'envahissement étant différents pour chacune des DT, un protocole propre à chacune d'elle a été rédigé.

Le protocole traduit généralement un projet de plantation qui a pour objectif de tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises. Au sein du protocole, nous proposons l'implantation de deux espèces arbustives (aulne rugueux et saule miyabeana) sur une distance totale de 1000 mètres, avec un, deux ou trois rangs d'arbustes, selon six différents scénarios arbustifs bien précis. Cette approche vise à permettre au fil du temps de vérifier avec rigueur l'efficacité des scénarios proposés à contrer la propagation du roseau commun. Au terme du présent contrat, trois protocoles ont été produits et chacun d'eux comportait 27 à 37 pages (incluant les annexes). Ces derniers ont été remis à la direction respective entre février 2009 et juin 2010 (annexes : 7, 8, 9).

Pour rendre compte de ce processus d'élaboration des protocoles, nous avons jugé pertinent de décrire brièvement les six sections que renferme un protocole. L'exécution de certaines de ces sections est illustrée en annexe 10.

3.7.1 Description du site expérimental

La première section du protocole décrit le contexte d'envahissement du site expérimental ainsi que les raisons qui ont motivé le choix du site. Une figure illustrant la situation géographique de l'envahissement et de la localisation des zones de plantations y est présentée. Par la suite, le mode de plantation pour chacune des 10 zones de plantation est décrit et illustré par une coupe transversale du site ainsi que par des croquis d'implantation. Sur ces croquis, nous retrouvons le nombre de plants ou de boutures à planter, le nombre de mètres de paillis de plastique à dérouler ainsi que la localisation, selon le chaînage, des rangs d'arbustes qui devront être plantés sur la berge et le talus autoroutier.

3.7.2 Préparation de terrain

Les abords autoroutiers sont souvent des milieux artificialisés qui ont été créés au moment de la construction de l'autoroute. Les sols qu'on y retrouve proviennent généralement de déblais qui avec le temps finissent par se compacter. Les contaminants toxiques provenant de la circulation s'y

déposent et s'accumulent. Cette section du protocole établit, selon le site de plantation, si la nature du sol nécessite différents types d'intervention de préparation de terrain. Nous y présentons, entre autres, les modes de contrôle de la compétition herbacée, le travail du sol et l'amendement qui peuvent être préconisés pour un établissement adéquat des arbustes plantés.

3.7.3 Installation du paillis de plastique

Pour la majorité des zones de plantation, nous recommandons l'installation d'un paillis de plastique puisqu'en éliminant les mauvaises herbes et en réchauffant le sol, il assure une meilleure croissance des plants tout en facilitant l'entretien des végétaux. Cette troisième section décrit brièvement les caractéristiques du paillis de plastique ainsi que son mode d'installation.

3.7.4 Plantation

Cette section présente divers renseignements relatifs au format des espèces arbustives sélectionnées, à leur disponibilité et aux directives pour les conserver. Elle établit également le moment à privilégier pour la plantation ainsi que les techniques de mise en terre des boutures.

3.7.5 Entretien

Cette section précise que le paillis de plastique protège efficacement les semis d'arbres et d'arbustes contre les mauvaises herbes en empêchant leur germination, retardant et limitant considérablement les travaux d'entretien de désherbage. De plus, l'ensemencement de trèfle rampant en marge du paillis permettra de revégétaliser rapidement le sol mis à nu et limiter l'établissement d'espèces envahissantes.

3.7.6 Estimation des coûts

Dans la dernière section, les estimations des coûts ont été établies à titre indicatif afin de donner un ordre de grandeur du coût du projet suite à l'application des mesures de mise en place énumérées précédemment. Les estimations sont présentées à l'intérieur de deux tableaux, un

premier pour une évaluation des coûts associés à la préparation de terrain et l'installation du paillis de plastique et un second pour les coûts relatifs à la plantation des espèces arbustives.

3.8 Suivi des plantations et de l'envahissement par le roseau commun

Le suivi des plantations s'effectue à la fin de la saison de croissance. Des mesures de chacun des plants et boutures sont établies selon différentes classes de hauteur fixées à intervalle de 10 cm (annexe 10). L'évaluation de chacun des individus nous permet aussi d'évaluer la mortalité parmi les deux espèces plantées. Dans le cas où un taux de mortalité trop élevé est observé au sein des zones de plantation, des mesures de regarnissement sont proposées à la direction territoriale. Ces mesures visent à minimiser les discontinuités au sein des rangs plantés et à offrir une évaluation plus juste de l'efficacité des modes de plantation sur le contrôle de l'envahissement par le roseau.

Pour suivre l'envahissement du roseau le long des fossés autoroutiers associés aux zones plantées et témoins, nous évaluons le nombre de tiges de roseau et de quenouille au sein de quadrats permanents de 1 m² établis à trois endroits différents, soit : 0, 50 et 100 mètres. Au sein de ces mêmes quadrats, le recouvrement des trois principales espèces est évalué. De plus, en parcourant chacune des zones, nous notons si des colonies de roseau se sont implantées en dehors des limites prédéfinies des trois quadrats permanents. Si tel est le cas, nous implantons un nouveau quadrat, puis nous localisons et évaluons la largeur de la colonie.

3.9 Bilan des travaux réalisés au sein de chacune des DT

3.9.1 DT Outaouais

Au cours de la saison 2008, nous avons procédé à la caractérisation (physique et végétale) de sites propices à la plantation de haies arbustives sur l'autoroute 50 à Fassett. En prévision d'une plantation au printemps 2009, le site de l'autoroute 50 avait été sélectionné pour l'élaboration d'un premier protocole d'implantation de haies expérimentales. Le protocole a été rédigé et remis à la direction territoriale (DT) de l'Outaouais afin qu'il soit traduit sous forme de plan et devis. Compte tenu du calendrier des travaux, l'implantation du projet de plantation sur l'autoroute 50 à Fassett a été réalisée au printemps 2010. Soulignons que lors de l'implantation, certaines modifications au protocole de 2009 ont été apportées sur la localisation de certaines zones de plantation afin que

celles-ci respectent les distances de sécurité prévues pour des plantations situées à proximité d'emprise de transport d'électricité. Les travaux ont été réalisés par un sous-contractant de la compagnie Roxboro, maître d'œuvre des travaux de construction de l'autoroute 50 à Fassett. Un bilan des travaux de plantation réalisés en septembre 2010 a permis d'établir que 1474 aulnes rugueux de format 45-110 et 3753 boutures de saules miyabeana ont été plantés. De ceux-ci, plus de 40% des aulnes et 70% des saules n'ont pas survécu à la saison estivale de 2010. La période tardive de plantation et les mauvaises conditions d'entreposage semblent être responsables de cette situation. Des mesures pour regarnir les zones de plantation ayant subi de la mortalité ont été réalisées au printemps 2011 par le Groupement forestier de l'Outaouais.

Le suivi de la croissance de tiges dans les différentes zones de plantation en septembre 2010 nous indique qu'une bonne proportion des individus s'étant établi correctement atteignent une hauteur de plus de 50 cm pour l'aulne rugueux et plus de 100 cm pour le saule miyabeana. Le suivi de l'envahissement nous a permis d'observer les deux premières communautés de roseau commun au sein de l'emprise de l'autoroute 50. Tout d'abord, au sein d'un canal agricole perpendiculaire au fossé autoroutier, une première communauté de 2 mètres de longueur se situe à peine à 5 mètres de la zone de plantation numéro 1. La seconde communauté constitue la première observation de roseau commun au sein du fossé autoroutier de ce secteur. Cette communauté d'environ 3 mètres est situé en marge de la zone de plantation numéro 9.

3.9.2 DT Laurentides-Lanaudière

Au cours de l'automne 2009, nous avons procédé à la caractérisation (physique et végétale) des sites propices à la plantation de haies arbustives, sur l'autoroute 50 à Lachute. À l'hiver 2010, une proposition de projet de plantation a été soumise à la direction territoriale Laurentides-Lanaudière. Suite à l'acceptation de la proposition, un protocole d'implantation de haies expérimentales a été rédigé et remis à la direction territoriale afin qu'il soit traduit sous forme de plan et devis en avril 2010. Le projet de plantation a débuté au mois de juin 2010. Les travaux de plantation ont été réalisés par l'entreprise Bernard Paysagiste Inc. Un bilan des travaux de plantation réalisé en septembre 2010 a permis de relever 1976 aulnes rugueux et 4251 saules miyabeana qui ont été plantés. Parmi ceux-ci, environ 40% des aulnes et 60% des saules ont survécu à la saison estivale 2010. Les températures exceptionnellement chaudes du mois de juin ont rendu les conditions de

plantation difficiles, et les mortalités observées au cours de la saison estivale ont nécessité que certaines zones soient regarnies au printemps 2011.

Le suivi de la croissance de tiges dans les différentes zones de plantation en septembre 2010 nous indique qu'une proportion notable d'individus s'est établie correctement puisque plusieurs d'entre eux atteignent une hauteur de plus de 20 cm pour l'aulne rugueux et plus de 80 cm pour le saule miyabeana. À l'automne 2010, le suivi annuel de l'envahissement, nous a permis d'observer que le front d'envahissement du roseau provenant de l'est progresse toujours vers l'ouest au sein du fossé autoroutier nord de l'autoroute 50. De plus, un récent relevé effectué le 26 juin 2011 montre que les plants et boutures plantés au printemps 2011 se sont tous bien établis.

3.9.3 DT Ouest-de-la-Montérégie

Au cours de l'automne 2009, nous avons procédé à la caractérisation (physique et végétale) des sites propices à la plantation de haies arbustives, sur l'autoroute 30 à St-Constant. Au printemps 2010, une proposition de projet de plantation a été soumise à la direction territoriale Ouest-de-la-Montérégie. Suite à l'acceptation de la proposition, un protocole d'implantation de haies expérimentales a été rédigé et remis à la direction territoriale en mai 2010 afin qu'il soit traduit sous forme de plan et devis par la firme LACASSE Experts-Conseils mandatée par le MTQ. Le projet de plantation s'amorcera au mois d'août 2011.

Des inventaires partiels réalisés à l'automne 2009 ont permis de constater que de nombreuses communautés de roseau commun avoisinent ce segment de l'autoroute 30. Ces sources de semences situées à proximité des nouveaux fossés autoroutiers laissent présager une invasion future de ce tronçon.

3.9.4 DT Est-de-la-Montérégie

Au cours de l'automne 2009, nous avons procédé à la caractérisation (physique et végétale) des sites propices à la plantation de haies arbustives, sur l'autoroute 35 dans le secteur de St-Alexandre et St-Sébastien. Au printemps 2010, une proposition de projet de plantation a été soumise à la direction territoriale de l'Est-de-la-Montérégie. Bien que cette proposition ait eu l'appui du service, aucune démarche relative à l'exécution du protocole d'implantation de haies

expérimentales n'a encore été entamée en raison du calendrier des travaux qui prévoit procéder à des plantations (haies brise-vent) en 2013.

Des inventaires réalisés à l'automne 2009 ont permis de constater que de nombreuses communautés de roseau commun se situent à proximité de ce segment d'autoroute. Ces sources de semences laissent présager une invasion future de ce tronçon. Soulignons également que d'importantes mesures d'élimination du roseau commun (colonies excavées) dans les limites de l'emprise ont été réalisées lors de la construction.

4 Conclusion et recommandations

Pour chacune des directions territoriales, nous avons pu observer que la problématique d'envahissement du roseau commun est bien présente localement. Les haies arbustives expérimentales récemment implantées en bordure de l'autoroute 50 dans le secteur de Fassett et Lachute sont en processus d'établissement. La vitesse de croissance chez les deux espèces plantées est telle qu'il semble probable que les haies arbustives seront susceptibles d'avoir un impact sur l'invasion du roseau au sein des fossés autoroutiers. Dans le cadre de l'implantation de nouvelles haies arbustives, rappelons également qu'un troisième projet de plantation s'amorce au mois d'août prochain sur l'autoroute 30 à Saint-Constant. Considérant que l'objectif de ce projet vise à tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau dans les emprises autoroutières, il importe que le processus de suivi amorcé en 2010 se poursuive au cours des prochaines années afin que nous puissions évaluer la performance des arbustes pour résister au sel, à la dessiccation et à l'envahissement par le roseau. Avec l'appui des différentes DT impliquées dans ce projet, un nouveau contrat (R538.4) a été octroyé récemment à l'Université de Montréal afin qu'elle puisse compléter les travaux entrepris dans le présent contrat (R538.3).

Le succès de l'approche de l'utilisation d'espèces arbustives comme remparts à la propagation de roseau dépend largement du succès d'établissement et de croissance des roseaux. Les travaux effectués dans le cadre du présent projet nous ont permis de dégager quelques éléments clés pour le succès d'établissement : nous les présentons ici sous forme de recommandations.

Recommandations :

- Avant la production des plans et devis, le gestionnaire du MTQ doit s'assurer que le projet de plantation de haies expérimentales respecte les servitudes (Hydro-Québec, Gaz Métropolitain, chemin ferroviaire) et que la croissance des espèces plantées n'entravera pas cette servitude à plus long terme ⚠
- Lors de la préparation de terrain, il est important que le sol soit bien travaillé afin de faciliter le déroulage du paillis de plastiques ainsi que la plantation des boutures et des plants ⚠

- Dans la zone de plantation, il est important que le sol ne soit pas pierreux et qu'il ait une épaisseur d'au moins 20 cm de terre meuble. Si l'épaisseur du sol n'est pas suffisante, on doit procéder à l'épandage d'une couche de terre arable ;
- Pour l'exécution du déroulage de paillis plastique, il est préférable que l'opérateur soit expérimenté puisque les zones de plantations au niveau du talus sont légèrement en pente et nécessite un ajustement adéquat de la dérouleuse ;
- La qualité des boutures est primordiale pour un établissement adéquat et rapide de celles-ci. La qualité des boutures peut être souvent compromise au moment du transport et l'entreposage. Pour pallier a cela, il est important de s'assurer que les boutures soient conservées à une température de 4⁰ Celsius lors du transport ainsi qu'entre le début et la fin des travaux de plantation ;
- Il est fortement recommandé de procéder à la plantation très tôt au printemps (avril et mai) et déconseillé de planter au-delà du mois de mai, notamment lorsqu'il s'agit de boutures. Dans un contexte où les travaux de préparation de terrain et de la pose du plastique ne peuvent être réalisés s en période printanière, nous pouvons envisager que ceux-ci puissent être effectués s à partir de la mi-août , et que seuls s des plants enracinés de bonne taille (aulne rugueux en format 45-110 produit très tôt au printemps) puissent être plantés ;
- Plusieurs facteurs (sécheresse, mauvaise qualité des boutures, conservation inadéquate des plants) peuvent être responsables d'une mortalité inhabituelle au sein d'une plantation. Le suivi sur la survie est important puisqu'il nous permet d'établir si une mortalité importante des plants ou boutures a entraîné une discontinuité au sein de la plantation. Des interventions de regarnissage doivent être effectuées es lorsque cette discontinuité est susceptible de laisser passer trop de lumière et d'être perméable à l'envahissement par le roseau.

Bibliographie

- AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS, 2008. Plantes exotiques envahissantes au Canada, ACIA. Ottawa (Ontario). 20 pages.
- BÉDARD, G. 2008 Communication personnelle. Architecte paysagiste. Ministère du transport. DT Est-de-la-Montérégie.
- BELLAVANCE, M. 2007. Compétition interspécifique et plasticité morphologique chez *Phragmites australis* et le complexe *Typha latifolia*-*Typha angustifolia*. Mémoire de maîtrise. Université de Montréal.
- BELZILE, F., J. LABBÉ, and *al.* 2010. Seeds contribute strongly to the spread of the invasive genotype of the common reed (*Phragmites australis*). *Biological Invasions* DOI 10.1007/s10530-009-9634-x
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2008. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Fassett. Rapport préparé pour Ministère des transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Montréal. 15 pages et annexes
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2010. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun. Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Lachute. Rapport préparé pour Ministère des transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal, Montréal. 18 pages et annexes.
- BOIVIN, P. et J. BRISSON. 2010. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun. Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 30, à Saint-Constant. Rapport préparé pour Ministère des transports du Québec. Université de Montréal, Montréal. 17 pages et annexes.

- BRISSON, J., E. PARADIS, and al. 2008. Evidence of sexual reproduction in the invasive common reed (*Phragmites Australis* subsp. *Australis*; Poaceae) in eastern Canada: a possible consequence of global warming? *Rhodora* 110(942): 225-230.
- BRISSON, J., S. DE BLOIS and C. LAVOIE. 2010. Roadsides as invasion pathway for common reed (*Phragmites australis*). Invasive Plant Science and Management 3 : 506-514.
- BUTTERY, B.R and J.M LAMBERT. 1965. Competition between *Glyceria maxima* and *Phragmites Communis* in the region of Surlingham Broad: I. The competition mechanism. *Journal of Ecology*, 53 (1) :163-181.
- COUPAL M. J. et L. VIAU, 1986. Pour une sélection rationnelle des arbres à planter en milieu urbain. Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval. 73 pages et annexes.
- HASLAM, S.M. 1971. Community regulation in *Phragmites Communis* trin: II. Mixed stands. *The journal of ecology*, 59: 75-88.
- HASLAM, S.M. 1972. Biological flora of the British Isles. *Phragmites communis* Trin. *Journal of Ecology*, 60 (2): 585-610.
- HAVENS, K., H. BERQUIST ET W. PRIEST. 2003. Common reed grass, *Phragmites australis*, Expansion into constructed wetlands: Are we mortgaging our wetland future? *Estuaries* Vol. 26 (2B): 417-422.
- KAASAS, M. 1952. Studies in the ecology of Chippenham fen. III. The Forty Acres wood. *Journal of Ecology*, 40: 50-61.
- KUDO, G. ET K. ITO. 1988. Rhizome Development of *Phragmites australis* in reed community. *Ecological Research*, 3: 239-252.
- LAMBERT, J.M. 1946. The distribution and status of *Glyceria Maxima* (Hartm.) Holmb. In the region of Surlingham and Rockland Broads, Norfolk. *Journal of Ecology*, 33 :230-267.
- MRNF.<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/fimaq/contrôle/fimaq-contrôle-insectes-dessication.jsp>

- OSTENDORP, W. 1989. 'Die-back' of reeds in Europe-a critical review of literature. *Aquatic Botany*, 35: 5-26.
- SALTONSTALL, K. 2002. Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99 : 2445–2449.
- STANDISH, R J. 2002. Experimenting with methods to control *Tradescantia fluminensis*, an invasive weed of native forest remnants in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 26 (2): 161-170.

Annexe 1 : Grille d'informations des espèces arbustives potentielles

Grille d'informations des espèces arbustives potentielles :

Espèces	Type de plante	Rusticité	Hauteur	Largeur	Croissance	Reproduction végétative	Type d'humidité du sol	Tolérance à la dessiccation	Tolérance au sel	Indice de sensibilité au sel ²⁵	Statut au Québec	Potentiel envahissant	Broutage grande faune	Disponibilité	Contexte d'utilisation par le MTQ ²⁴
Argousier <i>Hippophae rhamnoides</i>	arbuste ¹	zone 3a ¹	3 m ¹	3 m	moyenne ¹	drageon ¹	sec ¹ et moyen	modérée	élevée ²⁷	1	introduite	élevé	rarement ²⁴	1-2-3	Talus, haie brise-vent, etc.
Aulne crispé <i>Alnus crispa</i>	arbuste ¹	zone 1a ¹	3 m ¹	1,5 m	rapide ¹	drageon ¹	humide et sec	modérée	moyenne		indigène ¹	modéré	rarement	1-2	Tout usage
Aulne rugueux <i>Alnus incana ssp rugosa</i>	arbuste ¹	zone 1a ¹	6 m ¹	5 m	rapide ^{1,2}	drageons ^{1,2} , rejets ² , marcottage ¹³	très humide ¹	faible ²	moyenne ³	3	indigène ¹		fréquent ¹³	1 - 2	Bordure de cours d'eau
Caragana arborescent <i>Caragana arborescens</i>	arbuste ¹	zone 2a ¹	5 m ¹	2 m	rapide ^{1,2}	rejets ²	sec ¹	élevée ^{2,25}	moyenne ²	1	introduit ²	modéré ¹⁶ élevé ²³		1 - 3	Écran, talus, brise-vent
Chèvrefeuille du Canada <i>Lonicera canadensis</i>	arbuste ¹	zone 3a ¹	2 m ¹	2 m	rapide ¹	rejets	sec et moyen ¹	modérée	élevée	2	indigène	élevé		3 (pépinière Aiglon ou Québec Multiplant)	Talus et bordure de route
Chèvrefeuille de Tartarie <i>Lonicera tatarica</i>	arbuste ²	zone 3 ⁶	3 m ²		rapide ²	rejets ²	humide ⁵	moyenne ²	moyenne ²		introduit ²	faible ¹⁶ élevé ²³		1 – 2 – 3	Bordure de route
Érable de l'Amour <i>Acer ginnala</i>	arbuste ¹	zone 2b ¹	6 m ¹	5 m	rapide ^{1,2}	rejets ²	sec ¹	faible ²	moyenne ⁸		introduit ²	modéré ²		1 - 2 - 3	Bordure de route, brise-vent
Noisetier à long bec <i>Corylus cornuta</i>	arbuste ³	zone 3a ³	2-4 m ³		moyenne ^{2,3}	drageons, rejets ² , marcotte ¹³	moyenne à sec ³	moyenne ²	faible ³		indigène ^{2,13}		rarement ¹³	1 – 2 - 3	Aucun
Olivier de Bohème <i>Elaeagnus angustifolia</i>	arbuste ¹	zone 2b ¹	8 m ¹	8 m	rapide ^{1,2}	rejets ²	sec ¹	élevée ²	élevée ^{2,25}	2	introduit ²	élevé ^{16,23}	rarement ¹⁷	1 - 2 - 3	Rarement en bordure de route

Espèces	Type de plante	Rusticité	Hauteur	Largeur	Croissance	Reproduction végétative	Type d'humidité du sol	Tolérance à la dessiccation	Tolérance au sel	Indice de sensibilité au sel ²⁵	Statut au Québec	Potentiel envahissant	Broutage par grande faune	Disponibilité	Contexte d'utilisation par le MTQ ²⁴
Physocarpe à feuilles d'obier <i>Physocarpus opulifolius</i>	arbuste ¹	zone 2a ¹	3 m ¹	3 m	moyenne ¹	rejets ²	moyenne ¹	élevée ²	moyenne ³		indigène ²			1 – 2 - 3	Tout usage
Saule discolore <i>Salix discolor</i>	arbuste ¹	zone 2a ¹	6 m ¹	4 m	rapide ¹	rejets	humide ¹	modérée	moyenne		indigène	modéré	modéré	1-2	Bordure de cours d'eau
Saule des vanniers <i>Salix viminalis</i>	arbuste ¹	zone 4a ¹	5 m ¹	2,5 m	rapide ¹	rejets ¹	très humide ¹	modéré ²⁹	élevée ¹¹		introduit ⁴	faible ²⁹	modéré ¹⁵		Tout usage
Saule miyabeana <i>Salix miyabeana</i>	arbuste ¹⁴	zone 2 ¹⁴	5-6m ²⁹	2,5 m	rapide ¹⁴	rejets ²⁹	très humide ²⁹	modéré ²⁹	élevé ²⁹		introduit ²	faible ²⁹	modéré ¹⁵		Aucun
Sumac vinaigrier <i>Rhus typhina</i>	arbuste ¹	zone 3a ¹	5 m ¹	4,5 m	rapide ^{1, 2}	nombreux drageons ¹ , rejet ^{2, 13}	sec ¹	élevée ²	élevée ³ moyenne ²⁷	1	indigène ^{2, 13}	élevé ¹	modéré ¹⁹	1 – 2 - 3	Tout usage sauf en secteur habité
Sureau doré plumeux «Sutherland gold » <i>Sambucus racemosa</i>	arbuste ¹	zone 4b ¹	2 m ¹	2 m	moyenne ¹	rejets ²	moyenne ¹	faible ²	faible ¹⁰		indigène ²				
Vigne de rivage <i>Vitis riparia</i>	plante grimpante ¹	zone 2a ¹	10 m ¹	8 m	Très rapide ¹	drageons ¹ , rejets ²	humide ¹	moyenne ²	élevée ⁹		indigène ²	élevé ¹		1 – 2 - 3	Bordure de cours d'eau
Viorne commune <i>Viburnum Lantana</i>	arbuste ¹	zone 2b ¹	4 m ¹	3 m	rapide ¹	drageons ¹	humide ¹	modérée	moyen			faible	modéré	2-3 (pépinière Aiglon ou Québec Multiplant)	Talus, bordure de cours d'eau
Viorne lentago <i>Viburnum lentago</i>	arbuste ¹	zone 2a ¹	5 m ¹	4 m	moyenne	drageons ¹	humide ¹		faible ²⁸		indigène ¹			Disponible Aiglon	

Références (grille - annexe 1 et 2)

- 1- B. Dumont. 2005. Les niches écologiques des arbres, arbustes et conifères. Boucherville. B. Dumont Éd. : 414 p.
- 2- United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services
<http://plants.usda.gov/> [22 septembre 2008]
- 3- GL Hightshoe. 1988. Native Trees, Shrubs, and Vines for Urban and Rural America. New York. Van Nostrand Reinhold: 819 p.
- 4- Fr. Marie-Victorin. 1935. Flore Laurentienne. 3e ed. revue et mise à jour par Luc Brouillet et Isabelle Brouillet. 1995. Presses de l'Université de Montréal : 1083 pages.
- 5- Natural Resources Conservation Services, 2002. Technical Notes: History, biology, ecology, suppression and revegetation of Russian-olive sites (*Elaeagnus angustifolia* L.)
<http://plant-materials.nrcs.usda.gov/pubs/wapmctn470302.pdf> [22 septembre 2008]
- 6- Michigan State University Extension, 1999. Ornamental Plants, *Lonicera tartarica*
<http://web1.msue.msu.edu/imp/modzz/00000901.html> [22 septembre 2008]
- 7- Environnement Canada, Santé Canada, 2001, Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation, Sels de voirie, Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada 2001 : 188 pages.
- 8- Michigan State University Extension, 1996. Tree and shrub tolerance to the de-icing salt spray
<http://web1.msue.msu.edu/msue/iac/disasterresp/HORTICULTURE/03900109.pdf> [22 septembre 2008]
- 9- Ottawa Forest and Greenspace, Advisory Committee, Native Trees and Shrubs Database
<http://www.ofnc.ca/ofgac/displaytreelisten.php?orderby=Height&order=DESC> [22 septembre 2008]
- 10- État du Wisconsin, 1999. Facilities Development Manual
<https://trust.dot.state.wi.us/static/standards/fdm/27/27-20-5-f12.pdf> [22 septembre 2008]
- 11- Labrecque, M. et T. I. Teodorescu. 2005. Preliminary evaluation of a living willow (*Salix* spp.) sound barrier along a highway in Quebec, Canada. *Journal of Arboriculture* 31(2): 95-98
- 12- Forest Service et Department of Agriculture and Southern Group of State Foresters, 1994. Fact sheet, *Populus alba*, <http://hort.ufl.edu/trees/POPALBA.pdf> [22 septembre 2008]
- 13- R. Jobidon. 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. *Revue de littérature, Mémoire de recherche forestière* no 117. Gouvernement du Québec : 180 p.
- 14- M. Labrecque et T.I. Teodorescu. 2008. Important Developments for Short Rotation Intensive Culture (SRIC) of Willow in Different Regions of Eastern Canada. *Biofuels, bioenergy, and bioproducts from sustainable agricultural and forest crops: proceedings of the short rotation crops international conference; 2008 August 19-20; Bloomington, MN.*
- 15- TecSult Environnement Inc. 2002. Régulation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Fréquentation des milieux humides de la rivière Pikauba par l'orignal à l'été et l'automne 2002. Rapport d'étape.
- 16- Canadian Botanical Conservation Network, Invasive Alien Plants
<http://www.rbg.ca/cbcn/en/projects/invasives/> [29 septembre 2008]
- 17- John W. Jett. Resistance of Ornamentals to Deer Damage. West Virginia University Extension Service
<http://www.wvu.edu/~Agexten/hortcult/treeshrub/resistan.htm> [29 septembre 2008]
- 18- Edward F. Gilman et Dennis G. Watson. 2006. *Sorbus aucuparia*: European Mountain-Ash. University of California, Institute of Food and Agriculture Sciences
<http://edis.ifas.ufl.edu/ST599> [29 septembre 2008]
- 19- Robert A. Pierce II et Ernie P. Wiggers. 1997. Controlling Deer Damage in Missouri. University of Missouri Extension

<http://extension.missouri.edu/xplor/miscpubs/mp0685.htm> [29 septembre 2008]

- 20- Communication personnel. Alain Cogliastro. Septembre 2008. Botaniste à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV).
- 21- Gilbert H. Fechner. *Picea pungens* Engelm. USDA Forest Service
http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/Volume_1/picea/pungens.htm [29 septembre 2008]
- 22- L. D'Orangeville, A. Cogliastro, A. Bouchard et S. Daigle. 2006. Nutrition et croissance comparées de différents peupliers hybrides sur des dépôts marginaux pour l'agriculture. Projet 2-03-63-42. Rapport final préparé pour le ministère des Ressources Naturelles du Québec – Programme de mise en valeur des Ressources du milieu forestier – Volet II. Institut de recherche en biologie végétale, Montréal. 42 pages.
- 23- P.M. Catling et G. Mitrow. 2007. A Prioritized List of the Invasive Alien Plants of Natural Habitats in Canada. *Canadian Botanical Association Bulletin*, 38 (4) : 55-57.
- 24- Communication personnel. Fabien Lecours. Septembre 2008. Architecte paysagiste MTQ. DT Chaudière-Appalaches.
- 25- Lumis, G.P., G. Hofstra et R. Hall. 1983. Salt damage to roadside plants. Fiche technique du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, 3p.
- 26- Beaudouin R. Observation sur la tolérance aux embruns salins d'espèces ligneuses en plantation aux abords des autoroutes. Direction de la recherche, ministère des Forêts.
- 27- Gouvernement de l'Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales. Les brise-vent qui tolèrent les dérives du sel de voirie.

<http://www.omafr.gov.on.ca/french/crops/hort/news/hormatt/2007/08hrt07a7.htm>

- 29- Communication personnel. Michel Labrecque. Septembre 2008. Botaniste à l'IRBV

Annexe 2 : Grille d'information des espèces arborescentes potentielles

Grille d'information des espèces arborescentes potentielles (références voir annexe 1) :

Espèce	Type de plante	Rusticité	Hauteur	Croissance	Reproduction végétative	Type d'humidité du sol	Tolérance à la dessiccation	Tolérance au sel	Indice de sensibilité au sel ²⁵	Statut au Québec	Potentiel envahissant	Broutage	Disponibilité	Contexte d'utilisation par le MTQ
Aubépine ergot de coq <i>Crataegus crus-galli</i>	arbre ¹	zone 2b	10 m ¹	lente ¹	rejets ²	humide ¹	élevée ³	moyenne ⁸		indigène ³				Bordure de rue
Chêne rouge <i>Quercus rubra</i>	arbre ¹	zone 3a ¹	25 m ¹	moyenne ¹	rejets	moyenne à sec	élevée ²⁵	moyenne ²⁷	2	indigène			2	
Épinette du Colorado <i>Picea pungens</i>	arbre ¹	zone 2a ¹	20 m ¹	moyenne ¹	aucune ²¹	moyenne ¹	élevée ²	élevée ^{7, 27}	1	introduit ²			1-2-3	Talus, brise-vent, bordure de routes
Peuplier argenté <i>Populus alba var nivea</i>	arbre ¹	zone 4 ¹²	15 m ¹	rapide ²	drageons, rejets ²	moyenne ¹²	moyenne ²	faible ²		introduit ²	faible ¹⁶ élevé ²³		1 – 2 (sur commande)	Échangeur, bordure de route en milieu urbain
Frêne d'Amérique <i>Fraxinus americana</i>	arbre ¹	zone 3b ¹	15 m ¹	moyenne ¹	rejets	moyenne		moyenne ²⁷	2	indigène				
Pin gris <i>Pinus banksiana</i>	arbre ¹	zone 2a ¹	15 m ¹	lente ¹	aucune	sec ¹		élevée ²⁷	1	indigène				
Peuplier deltoïde <i>Populus deltoides</i>	arbre ³	zone 3b ³	22,5-30 m ³	rapide ³	drageons, rejets ²	humide à sec ³	moyenne ²	élevée ^{7, 27}	1	indigène ⁴			1-2-3	Talus, brise-vent, bordure de cours d'eau
Peuplier hybride <i>Deltoïde-nigra</i> x <i>maximowiczii</i> clône #915508	arbre ²²	zone 3d ²²	25-30 m ²⁰	rapide ²²	drageon, rejet (faible) ²⁰	humide à sec ²⁰	moyenne ²⁰	modéré ²²			nul ²⁰	faible ²²		Aucune
Peuplier hybride <i>Deltoïde nigra</i> clône #3570	arbre ²²	zone 2 ²²	25-30 m ²⁰	rapide ²²	Drageons, rejets (faible) ²⁰	humide à moyenne ²⁰	faible ²⁰	modéré ²²			nul ²⁰	modéré ²²		Aucune
Sorbier d'Europe <i>Sorbus aucuparia</i>	arbre ¹	zone 3a ¹	10 m ¹	moyenne ¹	rejets ²	moyenne ¹	faible ²	élevée ⁷	2	introduit ¹	faible ¹⁸		1 – 2 – 3 (sur commande)	Problématique de la brûlure bactérienne

Annexe 3 : Fiche de caractérisation de la végétation pré-existante

Page: ____/____

Date: _____

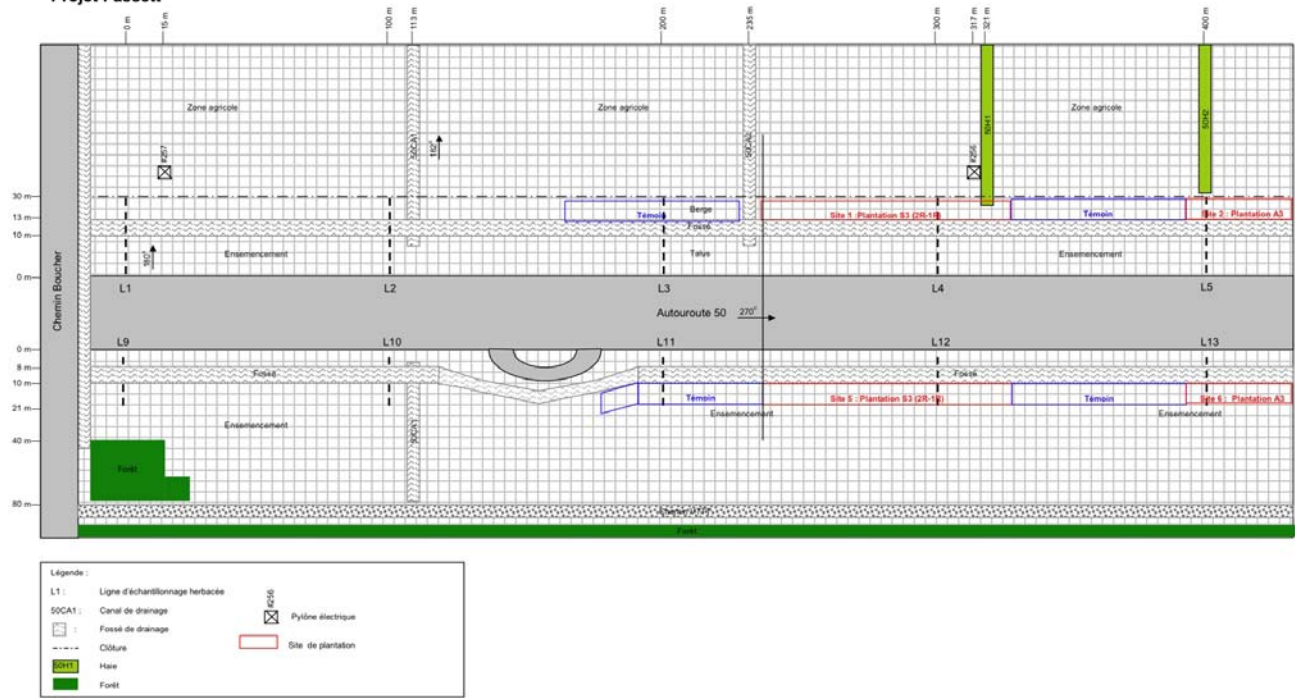
Site : _____ **Coupe :** _____

1	- de 1%	4	10 à 25%	(10 à 25 cm)	7	+ de 75%
2	1 à 5 %	5	25 à 50%	(25 à 50 cm)		
3	5 à 10%	6	50% à 75%	(50 à 75cm)		

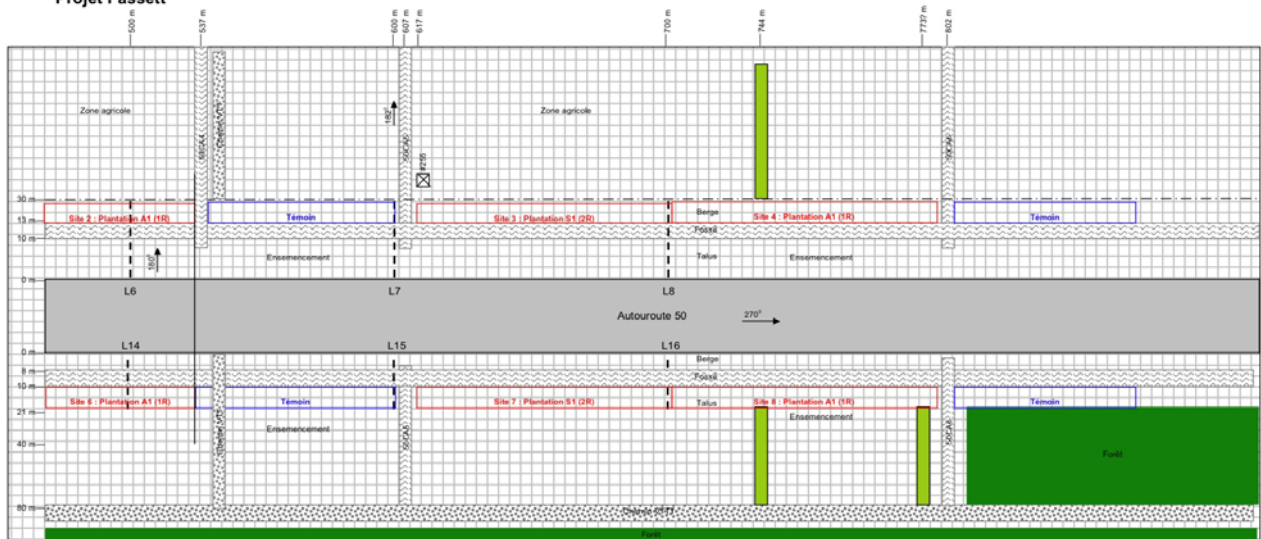
[illegible]

Annexe 4 : Croquis d'implantation des éléments physiques du site de plantation

Projet Fassett



Projet Fassett



Annexe 5 : Échantillonnage de la végétation sur le site de Fassett (extrait)

Caractérisation de la végétation pré-existante

Relevés par Patrick Boivin, entrée de données par Noémie Boulanger-Lapointe

Date	Coupe	Zone	Intercept	Côté	Espèce	Recouvrement	Notes
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Trifolium pratense	7	Pas d'accotement
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Trifolium hybridum	5	
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Ambrosia artemisiifolia	4	
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Setaria glauca	2	
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Lolium multiflorum	1	
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Trifolium repens	2	
09-09-2008	L1	Talus	1 à 2	Sud	Sol	5	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Trifolium pratense	5	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Trifolium hybridum	4	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Trifolium repens	4	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Ambrosia artemisiifolia	5	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Lolium multiflorum	3	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Setaria glauca	2	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Festuca sp.	2	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Sagittaria purpurea	1	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	Vicia cracca	2	
09-09-2008	L1	Talus	3 à 4	Sud	sol	5	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	Trifolium pratense	5	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	Trifolium hybridum	5	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	sol	6	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	Ambrosia artemisiifolia	4	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	Festuca sp.	3	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	Vicia cracca	2	
09-09-2008	L1	Talus	5 à 6	Sud	Amphicarpa bracteata	2	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Trifolium pratense	5	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Ambrosia artemisiifolia	3	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Festuca sp.	2	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Trifolium hybridum	4	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Trifolium repens	2	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	sol	6	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Lolium multiflorum	3	
09-09-2008	L1	Talus	7 à 8	Sud	Convolvulus sepium	1	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Trifolium hybridum	5	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Trifolium pratense	3	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Amphicarpa bracteata	2	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Ambrosia artemisiifolia	4	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Setaria glauca	1	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Festuca sp.	2	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	sol	6	
09-09-2008	L1	Talus	9 à 10	Sud	Echinochloa Crus-galli	1	
09-09-2008	L1	fossé	11 à 12	Sud	Leersia oryzoides	7	
09-09-2008	L1	fossé	11 à 12	Sud	Hélicaris sp.	5	
09-09-2008	L1	fossé	11 à 12	Sud	Alisma subcordatum	3	
09-09-2008	L1	fossé	11 à 12	Sud	Echinochloa Crus-galli	2	
09-09-2008	L1	fossé	11 à 12	Sud	sol	2	
09-09-2008	L1	berge	14 à 15	Sud	Trifolium pratense	7	
09-09-2008	L1	berge	14 à 15	Sud	Ambrosia artemisiifolia	5	
09-09-2008	L1	berge	14 à 15	Sud	Amphicarpa bracteata	2	
09-09-2008	L1	berge	14 à 15	Sud	Lolium multiflorum	2	

Annexe 6 : Caractérisation de l'envahissement dans les quadrats permanents

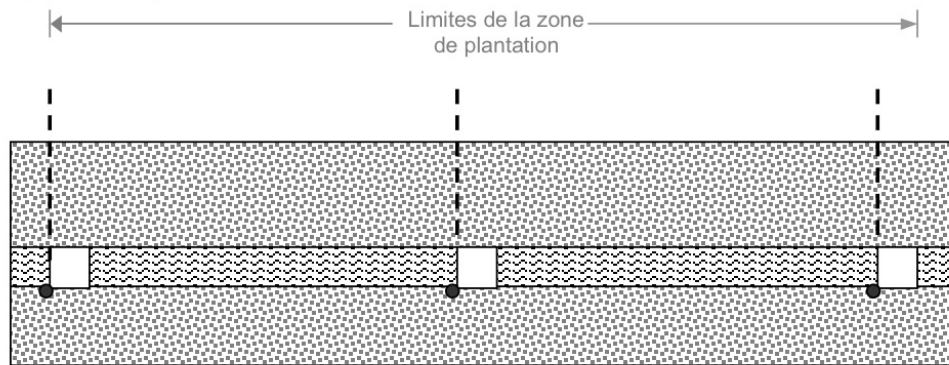
Caractérisation de l'envahissement dans les quadrats permanents

Page: ____

Site: _____

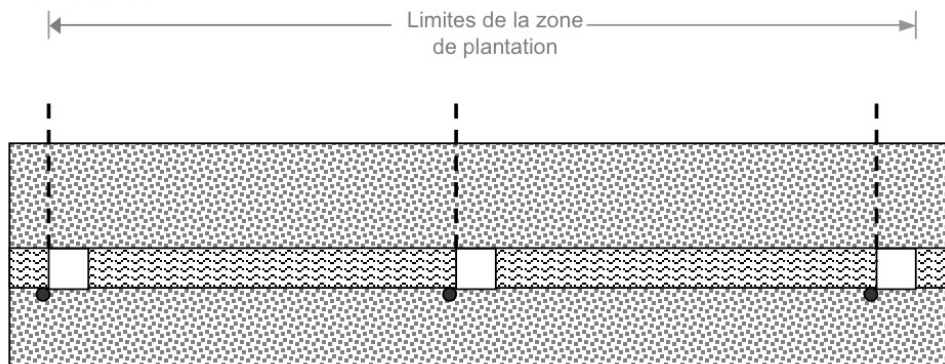
Date: _____

Zone: _____



Observations hors quadrats _____

Zone: _____



Observations hors quadrats _____

Annexe 7 : Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Fassett

Institut de recherche
en biologie végétale

IRBV

JARDIN BOTANIQUE
DE MONTRÉAL

Université 
de Montréal

Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun

Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Fassett

Rapport préliminaire préparé par
Patrick Boivin et Jacques Brisson

Préparé pour
Ministère des transports du Québec

Décembre 2008

Institut de recherche en biologie végétale

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) est un centre de formation supérieure dont la mission porte sur la biologie des plantes dans tous ses aspects : fonctionnement, développement, évolution, écologie, etc. Issu d'un partenariat entre l'Université de Montréal et la Ville de Montréal, l'IRBV occupe des locaux modernes sur le site du Jardin botanique de Montréal. Il regroupe une quinzaine de chercheurs autonomes (professeurs au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal ou chercheurs à la Division de la recherche et du développement scientifique du Jardin botanique de Montréal) sans compter les nombreux assistants et chargés de recherche, étudiants à la maîtrise et au doctorat et chercheurs post-doctoraux. Les recherches sont de nature fondamentale et appliquée. Les chercheurs ont à leur disposition des laboratoires et des équipements scientifiques de pointe, en plus de serres expérimentales, de chambres de croissance, d'équipement de microscopie électronique et d'analyse d'image, de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens) et de 2 bibliothèques spécialisées en botanique.

Équipe de travail

PATRICK BOIVIN (M.Sc. Appliquées)	Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) Groupe PHRAGMITES
JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)	IRBV, Centre d'étude sur la forêt (CEF) Université de Montréal, Département des Sciences biologiques Groupe PHRAGMITES
YVES BÉDARD (M. Sc. Biologie)	Ministère des transports du Québec Service des inventaires et des plans
NOÉMIE BOULANGER (B.Sc. Biologie)	IRBV
MATHIEU BÉLANGER (collecte de données)	IRBV

Pour fins de citation :

Boivin, P. et J. Brisson. 2008. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Fassett. Rapport préparé pour Ministère des transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Montréal. 15 pages et annexes.

Table des matières

ÉQUIPE DE TRAVAIL	2
TABLE DES MATIÈRES	3
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES.....	4
1 CONTEXTE	5
1.1 SITE EXPÉRIMENTAL	5
1.2 DISPOSITIFS DE PLANTATION	6
1.2.1 Arbustes.....	7
1.2.2 Arbres.....	7
2 PRÉPARATION DE TERRAIN	9
2.1 APPLICATION D'UN HERBICIDE	9
2.2 TRAVAIL DU SOL	10
2.3 AMENDEMENT DU SOL	10
3 INSTALLATION DU PAILLIS DE PLASTIQUE	11
4 PLANTATION	11
4.1 PLANTATION DE PLANTS EN MULTICAVITÉS	11
4.2 PLANTATION SOUS FORME DE BOUTURE	12
4.3 LE CHOIX DES ESPÈCES ARBUSTIVES ET ARBORESCENTES PLANTÉES	12
4.3.1 Arbustes.....	12
4.3.2 Arbres.....	12
4.4 DISPONIBILITÉ DES ESPÈCES PLANTÉES.....	13
4.5 CONSERVATION DES ESPÈCES PLANTÉES	13
5 ENTRETIEN	14
6 ESTIMATION DES COÛTS	14
6.1 ÉVALUATION DES COÛTS ASSOCIÉS À LA PRÉPARATION DE TERRAIN ET L'INSTALLATION DU PAILLIS DE PLASTIQUE.....	14
6.2 ÉVALUATION DES COÛTS RELATIFS À LA PLANTATION DES ESPÈCES ARBUSTIVES ET ARBORESCENTES	15
ANNEXE 1A	16
ANNEXE 1B	17
ANNEXE 2A	18
ANNEXE 2B	19
ANNEXE 2C	20
ANNEXE 2D	21
ANNEXE 2E	22
ANNEXE 2F.....	23
ANNEXE 2G.....	24
ANNEXE 3	25
ANNEXE 4	26
ANNEXE 5	27

Liste des tableaux

Tableau 1 : Localisation des types de plantation d'arbustes et d'arbres.	6
Tableau 2 : Localisation des interventions et largeur de terrain à traiter puis à préparer.	9
Tableau 3 : Possibilité d'établir des rangées d'arbre en marge de la clôture du côté sud du tronçon.	13
Tableau 4 : Estimation des coûts associés à la mise en place du paillis de plastique....	14
Tableau 5 : Estimation des coûts pour l'achat et la plantation des espèces arbustives et arborescentes.	15
Tableau A : Pentés observées pour chacune des zones de plantation.....	Annexe 3
Tableau B : Estimation des distances linéaires selon les types de plantation.....	Annexe 4
Tableau C : Estimation des superficies traitées et rotocultées selon le type de plantation.....	Annexe 4
Tableau D : Estimation des superficies d'ensemencement herbacé en marge du paillis.....	Annexe 5

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de l'envahissement du roseau commun et des zones de plantation sur le site Fassett.....	5
Figure 2 : Profil des différentes zones généralement observées en bordure du réseau autoroutier.	7
Figure 3 : Coupes transversales des zones de plantation sur l'autoroute 50.	8

1 Contexte

Le protocole proposé dans le présent rapport concerne la première étape d'un projet qui a pour objectif de tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises. Lors de cette première étape, nous proposons l'implantation de deux espèces arbustives (aulne rugueux et le saule miyabeana) sur une distance totale de 1000 mètres, avec un ou deux rangs d'arbustes, et avec ou sans rangée d'arbres, selon six différents scénarios arbustifs bien précis. Cette approche permettra au fil du temps de vérifier avec rigueur l'efficacité des scénarios proposés à contrer la propagation du roseau commun.

1.1 Site expérimental

Le site proposé est aux abords de l'autoroute 50 dans la région de Fassett. Ce site a été choisi parce qu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute nouvellement construit et exempt de roseau commun, limitant ainsi des interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Toutefois, la présence de plusieurs petites communautés de roseau commun au sein des fossés bordant la route 148 située à moins d'un kilomètre du site expérimental représente une source potentielle d'envahissement (figure 1). Pour évaluer la propagation du roseau via les canaux de drainage agricole, les zones de plantations seront implantées vis-à-vis ces populations.

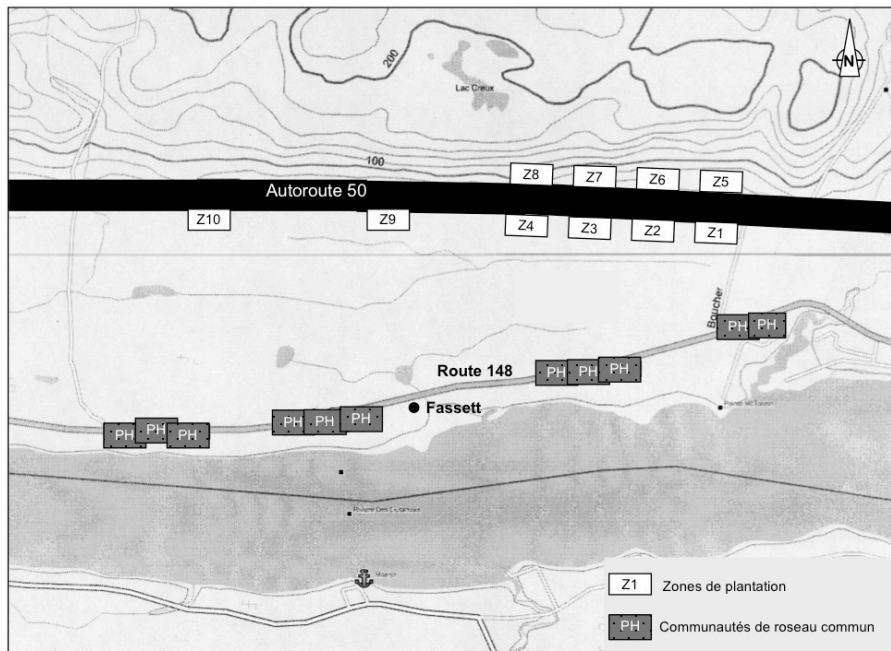


Figure 1: Situation géographique de l'envahissement du roseau commun et des zones de plantation sur le site Fassett.

Plus précisément, le projet de plantation comporte dix zones (tableau 1) dont huit se distribuent au sud et nord de l'autoroute (Z1 à Z8) sur une section de l'autoroute d'environ 800 mètres (plan de localisation, annexe 1a) alors que les deux autres zones (Z9 et Z10) sont non contigües et se localisent du côté sud seulement, à l'ouest du site (annexe 1b). Juxtaposé à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins à l'intérieur desquelles il n'y a pas interventions.

Tableau 1: Localisation des types de plantation d'arbustes et d'arbres.

Côté	Zones	Localisation (m)	Mode ¹	Type	Rempart Arbustes	Présence Arbres
Sud	Z1	240 - 340	B	S2_2R-1R	saule	Chêne-Épinette
	Z2	415 - 515	B	A2_1R-1R	saulne	Peuplier-Épinette
	Z3	610 - 710	A	S1_2R	saule	Épinette
	Z4	710 - 810	A	A1_1R	aulne	Épinette
Nord	Z5	240 - 340	B	S2_2R-1R	saule	N.A.
	Z6	415 - 515	B	A2_1R-1R	aulne	N.A.
	Z7	610 - 710	A	S1_2R	saule	N.A.
	Z8	710 - 810	A	A1_1R	aulne	N.A.
Sud	Z9	N.D.	C	S_1R - A_1R	saule-aulne	N.A.
	Z10	N.D.	C	A_1R - S_1R	aulne-saule	N.A.

¹ Mode de plantation A = plantation d'un seul côté du fossé; B = plantation des deux côtés du fossé; C = plantation avec combinaison des deux espèces d'un seul côté du fossé.

1.2 Dispositifs de plantation

L'emprise autoroutière qui borde la chaussée est caractérisée par l'accotement, le talus, le fossé et la berge selon le Ministère du transport (figure 2). Pour faciliter la localisation des interventions associées au dispositif de plantation, nous référerons aux zones telles que définies par le ministère. La berge est une portion de l'emprise d'autoroute généralement utilisé comme zone de plantation par le Ministère du transport. Dans le cadre de ce projet expérimental, la portion la plus basse du talus pourra également constituer une zone de plantation.

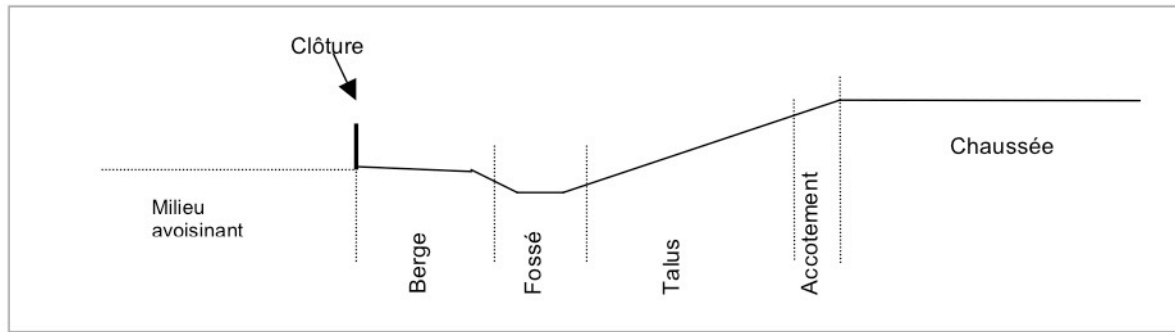


Figure 2 : Profil des différentes zones généralement observées en bordure du réseau autoroutier.

Les plantations arbustives sur l'autoroute 50 seront réalisées selon 3 modes de plantation, soit A, B et C. Le mode A correspond aux plantations où nous implantons une seule espèce d'arbuste au niveau de la berge. Pour le mode B, une seule espèce est implantée de part et d'autre du fossé, soit sur la berge et le talus. Enfin, le mode C combine la plantation de deux espèces sur le côté de la berge seulement (figure 3).

Toutes les zones de plantation sont constituées d'un rempart arbustif en marge du fossé. Cependant les zones 1 à 4 situées du côté sud, soient celles qui sont comprises entre 240 mètres et 810 mètres, disposent d'une superficie suffisante pour incorporer une ou deux espèces arborescentes à la limite de l'emprise autoroutière (tableau 1).

1.2.1 Arbustes

Sur chacune des zones de plantation, les espèces arbustives seront plantées en quinconce sur le paillis de plastique de manière à augmenter le nombre d'individus au mètre linéaire tout en réduisant la compétition entre les individus (voir détail de plantation à l'annexe 2a-f). Les différents modes de plantation proposés font varier la quantité d'arbuste plantés en fonction du nombre de rangs.

1.2.2 Arbres

Chacune des espèces arborescentes est plantée de manière alignée sur un même rang. Toutefois, sur les zones renfermant deux rangs de paillis de plastique (zones 1 et 2), chacune des espèces plantées respectivement sur chacun des rangs est disposée en quinconce l'une par rapport (voir détails de plantation à l'annexe 2g).

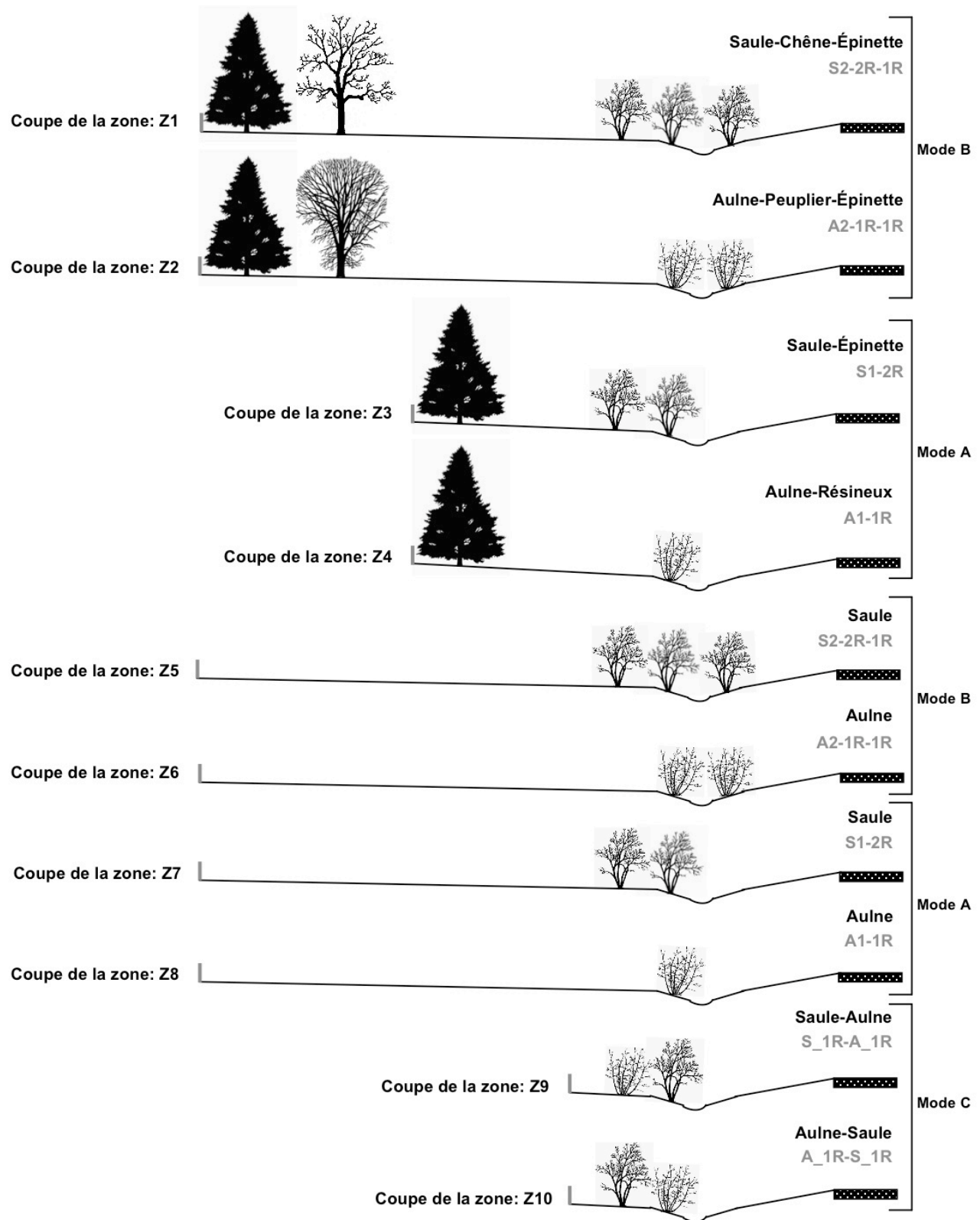


Figure 3 : Coupes transversales des zones de plantation sur l'autoroute 50.

2 Préparation de terrain

Les abords autoroutiers sont souvent des milieux artificialisés qui ont été créés au moment de la construction de l'autoroute. Les sols qu'on y retrouve proviennent généralement de déblais qui avec le temps finissent par se compacter. Les contaminants toxiques provenant de la circulation s'y déposent et s'accumulent. Selon les sites de plantation identifiés, la nature du sol nécessitera différents types d'intervention de préparation de terrain et les modes de contrôle de la compétition herbacée seront déterminantes pour un établissement adéquat des espèces.

Dans le cadre du projet de l'autoroute 50, la nature du sol, l'établissement récent d'une couverture herbacée et une intervention printanière impliqueront l'application des étapes de préparation de terrain décrites ci-dessous.

2.1 Application d'un herbicide

Dans une situation où il n'est pas possible de préparer le terrain l'année qui précède la plantation, un herbicide systémique (type glyphosate) devra être pulvérisé au printemps lors de l'émergence des semis herbacés. Soulignons que l'applicateur d'herbicide doit être pourvue de barrière latérale afin de limiter la dérive vers le fossé. De plus, la largeur d'application devra se limiter à 2,5 mètres pour les zones de plantation associées à un seul rang de paillis alors que ceux qui sont associés à 2 rangs de paillis consécutifs, la zone d'application devra couvrir 5 mètres (tableau 2). Cela permettra de réduire au minimum le sol perturbé en marge du paillis et diminuera par conséquent les risques d'érosion.

Tableau 2: Localisation des interventions et largeur de terrain à traiter puis à préparer.

Côté	Zones	Mode	Type	Localisation De l'intervention	Nombre rang de paillis	Traitée Préparée (m)	Plantation
Sud	Z1	B	S2_2R-1R	Berge	2	5	Saule
				Talus	1	2,5	Saule
				Berge (clôture)	2	5	Chêne-Épinette
	Z2	B	A2_1R-1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Talus	1	2,5	Aulne
				Berge (clôture)	2	5	Peuplier-Épinette
	Z3	A	S1_2R	Berge	2	5	Saule
				Berge (clôture)	1	2,5	Épinette
	Z4	A	A1_1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Berge (clôture)	1	2,5	Épinette
Nord	Z5	B	S2_2R-1R	Berge	2	5	Saule
				Talus	1	2,5	Saule
	Z6	B	A2_1R-1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Talus	1	2,5	Aulne
	Z7	A	S1_2R	Berge	2	5	Saule
	Z8	A	A1_1R	Berge	1	2,5	Aulne
Sud	Z9	C	S_1R - A_1R	Berge	2	5	Saule-Aulne
	Z10	C	A_1R - S_1R	Berge	2	5	Aulne- Saule

Selon l'espèce utilisée et le mode de plantation choisi, la zone de plantation peut être traitée sur une largeur différente. Par exemple, pour l'aulne rugueux implanté en mode A, les plantations seront effectuées dans la partie la plus basse de la berge (tableau 2). Cette zone devra être traitée sur une largeur de 2,5 mètres pour un rang (zone 4 et 8) alors que pour le saule de miyabeana en mode A, le traitement se fera sur une largeur 5 mètres pour 2 rangs consécutifs (zone 3 et 7).

Avant d'amorcer le travail du sol, une période de 7 à 10 jours sera nécessaire pour que la végétation indésirable ait absorbé suffisamment de produit herbicide pour entraîner une mortalité des semis.

2.2 Travail du sol

Suite à la période de traitement herbicide, la surface du couvert végétal traité doit être travaillé en deux étapes. Une première étape nécessitera que le sol soit travaillé au moyen d'une herse à disque, d'un cultivateur ou d'un vibroculteur afin de l'ameublir en profondeur et briser les mottes de terre. Pour la deuxième étape, visant à faciliter l'installation du paillis de plastique, le sol devra être travaillé au moyen d'un rotoculteur afin d'avoir une texture fine à une profondeur de 20 à 25 cm. Les largeurs à respecter pour le travail du sol correspondent à celles ayant été traitées préalablement et qui figurent au tableau 2.

Quelques portions du talus et berges associées aux zones de plantation présentent des pentes plus abruptes (annexe 3, tableau A). Le travail du sol sur ces secteurs peut impliquer l'adaptation de la machinerie au terrain en procédant par exemple au dégonflement partiel des pneus sur un côté de la machinerie.

2.3 Amendement du sol

Pour favoriser l'enracinement, un engrais phosphaté devra être incorporé au sol sur la zone de plantation de 1,2 mètre (48 pouces) associée au paillis de plastique renchaussé. Si le sol manque de matière organique, l'amendement du sol devra également comprendre l'incorporation de la mousse de tourbe au moyen d'un rotoculteur.

3 Installation du paillis de plastique

Nous recommandons l'installation d'un paillis de plastique noir puisqu'en éliminant les mauvaises herbes et en réchauffant le sol, il assure une meilleure croissance des plants tout en facilitant l'entretien des végétaux. La pose du paillis de plastique s'effectue lorsque le sol est bien meuble. Le film de plastique noir et imperméable utilisé possède une épaisseur de 0,07 mm (2,3 millièmes de pouce) et une largeur de 150 cm (60 pouces). Le paillis de plastique doit être résistant aux ultraviolets afin d'en ralentir la dégradation occasionnée par les rayons solaires, ce qui lui assure une longévité de plus de 5 ans. Avant d'étendre le paillis, les débris (grosses roches, souches, etc.) doivent être enlevés pour éviter qu'il se perforé. L'installation s'effectue à l'aide d'une dérouleuse mécanique entraînée par un tracteur et est réalisée immédiatement après la préparation finale du sol. Lorsque le paillis est étendu et renchaussé, il est recommandé de compacter le sol en marge du paillis à l'aide des roues d'un véhicule tout terrain (VTT).

Pour éviter l'érosion du sol à nu en marge du paillis, il est important de procéder à l'ensemencement d'un couvert herbacé qui s'établira rapidement, comme du trèfle rampant, et procurera une couverture basse et durable. L'ensemencement se fera sur une largeur de 50 cm de part et d'autre du paillis.

4 Plantation

La plantation s'effectue au printemps afin de bénéficier des pluies printanières qui favorisent l'établissement des arbustes plantés, notamment s'il s'agit de plantation sous forme de boutures. Qu'il s'agisse d'arbustes sous forme de plants ou de boutures, le paillis de plastique sera perforé. La perforation doit être fait en forme de « T » et suffisamment grande pour éviter que le plastique ne frotte contre le plant ou cause un étranglement au collet à moyen terme, notamment pour les boutures.

4.1 Plantation de plants en multicavités

Les arbustes proviendront de plants produits en multicavités de type 45-110. Ce format est constitué généralement de 45 cavités dont la dimension de la cavité est de 3,8 cm de diamètre par 12 cm de hauteur pour un volume de 110 ml. Certaines espèces d'arbre ne peuvent être produites en format 45-110, c'est le cas du chêne qui est produit en multicavités de type PFD. Ce format est

constitué de 15 cavités. Le choix de ces formats s'appuie sur les avantages suivants : sa facilité de manutention, son coût modique et son excellente capacité de reprise.

4.2 Plantation sous forme de bouture

Les boutures devront être faites à partir de plançons âgés d'un an et avoir un diamètre minimum de 10 mm ainsi qu'une longueur 35 cm afin qu'elles puissent être enfoncées à une profondeur de 25 cm pour qu'environ 10 cm de tige dépasse du sol. Cela permettra de produire des rejets plus haut sur la tige qui seront moins affectés par le frottement du plastique.

4.3 Le choix des espèces arbustives et arborescentes plantées

4.3.1 Arbustes

L'aulne rugueux (*Alnus rugosa*) et le saule miyabeana (*Salix miyabeana*) sont les espèces arbustives qui seront plantées en marge du fossé. Ces espèces ont été sélectionnées puisqu'ils répondent aux critères suivants :

- Capable d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres,
- Tolérance à l'humidité ou une permanence d'eau au printemps,
- Capacité de faire des rejets,
- Tolérance au sel variant de moyenne à élevée,
- Croissance rapide.

L'aulne rugueux sera planté sous forme de plants (45-110) alors que le saule miyabeana sera planté sous forme de bouture.

4.3.2 Arbres

Sur le côté sud de l'autoroute, dans les zones de plantation 1, 2, 3 et 4, nous recommandons la plantation d'arbres afin de recréer une bordure arborescente diminuant la vitesse du vent en période hivernale. Une telle protection est déjà existante du côté nord, de par la présence d'une forêt naturelle. L'épinette du Colorado (*Picea pungens*), le chêne rouge (*Quercus rubra*) et le peuplier deltoïde (*Populus deltoïdes*) sont les trois espèces arborescentes qui seront plantées en

marge de la clôture délimitant l'emprise autoroutière (figure 3). Leur bonne capacité à résister au sel de déglacage et à croître sur un sol ayant une texture loameuse ou argileuse sont les principales raisons qui ont orienté la sélection de ces espèces. L'intégration d'une haie arborescente et le nombre de rangées qui la compose ont été établis selon la largeur de la berge disponible, laquelle varie le long du tronçon (tableau 3).

Tableau 3: Possibilité d'établir des rangées d'arbre en marge de la clôture du côté sud du tronçon.



Côté	Zones	Type de plantation	Localisation de la mesure	Talus (m)	Fossé (m)	Berge (m)	Distance entre Arbustes-Arbres (m)	Nombre de rangées d'arbre
SUD	Z1	S2_2R-1R	300 m	9,5	2,0	17,0	$17 - 3 - 4,4 = 9,6$	2
	Z2	A2_1R-1R	400 m	13,5	2,5	13,0	$13 - 3 - 4,4 = 5,6$	2
	Z3	S1_2R	700 m	18,5	2,0	8,5	$8,5 - 2 - 2,2 = 4,3$	1
	Z4	A1_1R	700 m	18,5	2,0	8,5	$8,5 - 1 - 2,2 = 5,3$	1
	Z9	S_1R - A_1R	N.D.	15,0	3,0	9,5	$9,5 - 3 - 2,2 = 3,3$	0
	Z10	A_1R - S_1R	N.D.	21,5	3,0	6,0	$6 - 3 - 2,2 = 0,8$	0

4.4 Disponibilité des espèces plantées

Pour s'assurer que les espèces soient disponibles au printemps, le MTQ procédera à la mise en réserve de stock l'année qui précède la plantation et une inspection de la qualité des plants et des boutures devra être effectuée au préalable par le ministère.

4.5 Conservation des espèces plantées

Si un délai de plantation nécessitait que les espèces à planter soient conservées pendant quelques jours, les plants en multicavités devront être arrosés et conservés dans un endroit approprié afin d'éviter une exposition prolongée au soleil. Concernant les boîtes de bouture, celles-ci devront être conservées dans un endroit frais, sans lumière, pour 1 ou 2 jours, ou pour quelques jours dans un endroit réfrigéré à 4° C.

5 Entretien

Le paillis de plastique protège efficacement les semis d'arbres et d'arbustes contre les mauvaises herbes en empêchant leur germination. Ainsi, il permet de retarder et limiter considérablement les travaux d'entretien associés au désherbage. De plus, l'ensemencement de trèfle rampant en marge du paillis permettra de revégétaliser rapidement le sol mis à nu et limiter l'établissement d'espèce envahissante.

6 Estimation des coûts

Les estimations des coûts ont été établies à titre indicatif afin de donner un ordre de grandeur du coût du projet suite à l'application des mesures de mise en place énumérées précédemment.

6.1 Évaluation des coûts associés à la préparation de terrain et l'installation du paillis de plastique

Tel que décrit à la section portant sur les travaux de préparation de terrain, la mise en place du paillis de plastique nécessite plusieurs étapes. Selon le type de plantation, qui nécessite l'installation d'un ou deux rangs de paillis de plastiques, les distances linéaires (annexe 4, tableau B) à parcourir, les surfaces à préparer (annexe 4, tableau C) et à semer (annexe 5, tableau D) vont varier et entraîner des coûts de réalisation différents (tableau 4).

Tableau 4: Estimation des coûts associés à la mise en place du paillis de plastique.

Description de l'étape	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût total
Application d'un herbicide lors de l'émergence de semis herbacés	mètre carré	6500	0,60 ?	3900 \$
Travail du sol (herse à disque ou cultivateur ou vibroculteur)	mètre linéaire	2600	0,95 ?	2470 \$
Épandage d'engrais phosphaté	mètre linéaire	2600	0,60 ?	1560 \$
Travail superficiel du sol avec rotoculteur juste avant la pose du paillis.	mètre linéaire	2600	0,95	2470 \$
Fourniture, pose et perforation du paillis de plastique	mètre linéaire	2600	3,00	7800 \$
Compaction des bords du paillis de plastique par le passage d'un VTT	mètre linéaire	2600	0,20	520 \$
Ensemencement de trèfle blanc sur 50 cm de chaque côté du paillis	mètre carré	1900	0,50	950 \$
			Total :	19 670 \$

6.2 Évaluation des coûts relatifs à la plantation des espèces arbustives et arborescentes

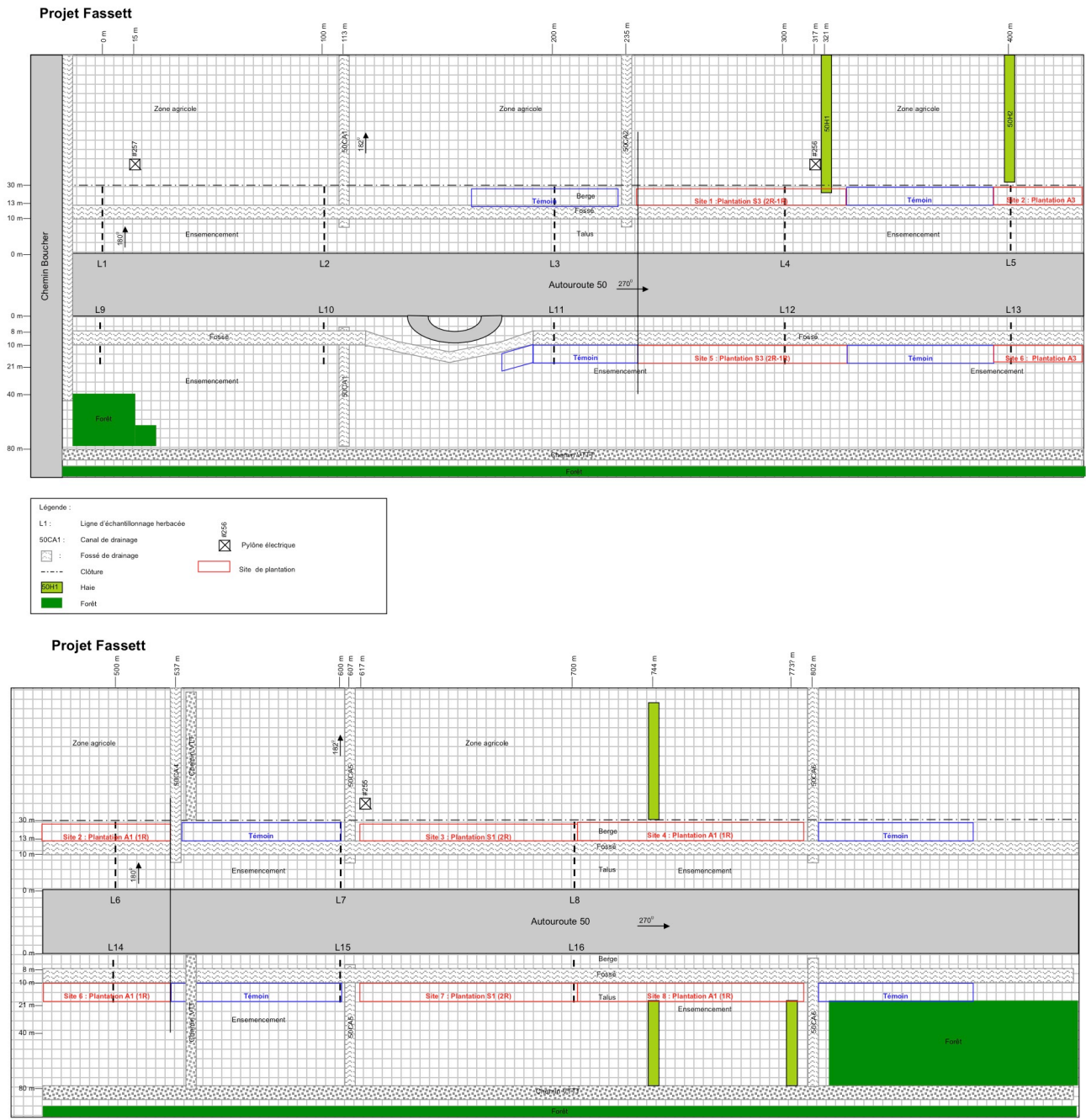
L'aulne rugueux sera planté sous forme de plants (45-110) alors que le saule miyabeana sera planté sous forme de bouture (35 cm). Selon les différents types de plantation présentés au tableau 5, le nombre total d'aulnes et de saules sont respectivement 1000 et 4664.

Tableau 5: Estimation des coûts pour l'achat et la plantation des espèces arbustives et arborescentes.

Localisation (m)	Zones	Type de plantation	Espèce arbustives	Nombre	Coût*	Espèces arborescentes	Nombre	Coût*
SUD	Z1	S2_2R-1R / FR	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	<i>Picea pungens</i> <i>Quercus rubra</i>	34 34	238 \$ 238 \$
	Z2	A2_1R-1R / FR	<i>Alnus rugosa</i>	400	2800 \$	<i>Picea pungens</i> <i>Populus deltoides</i>	34 34	238 \$ 238 \$
	Z3	S1_2R / R	<i>Salix miyabeana</i>	666	1332 \$	<i>Picea pungens</i>	34	238 \$
	Z4	A1_1R / R	<i>Alnus rugosa</i>	200	1400 \$	<i>Picea pungens</i>	34	238 \$
	Z9	S_1R - A_1R	<i>Salix miyabeana</i> <i>Alnus rugosa</i>	333 200	666 \$ 1400 \$	N.A.	0	
	Z10	A_1R - S_1R	<i>Alnus rugosa</i> <i>Salix miyabeana</i>	200 333	1400 \$ 666 \$	N.A.	0	
	Z5	S2_2R-1R / FR	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	N.A.	0	
	Z6	A2_1R-1R / FR	<i>Alnus rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.	0	
	Z7	S1_2R / R	<i>Salix miyabeana</i>	666	1332 \$	N.A.	0	
	Z8	A1_1R / R	<i>Alnus rugosa</i>	200	1400 \$	N.A.	0	
				Sous-total :	19 196 \$			Sous-total : 1 428 \$
							Total :	20 664 \$

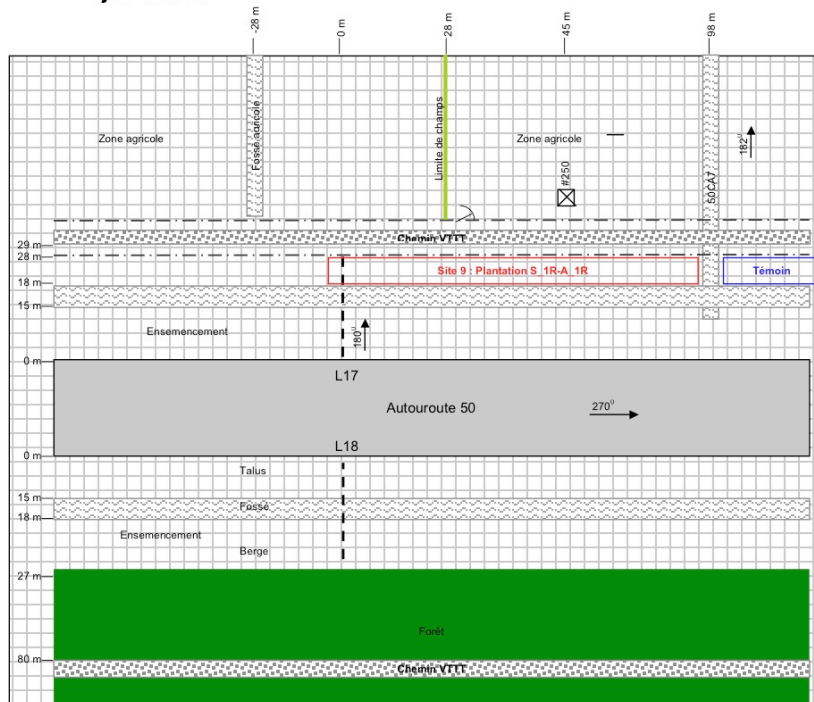
* Le coût des plants, boutures et plançon inclus le transport et la main d'œuvre.

Annexe 1a

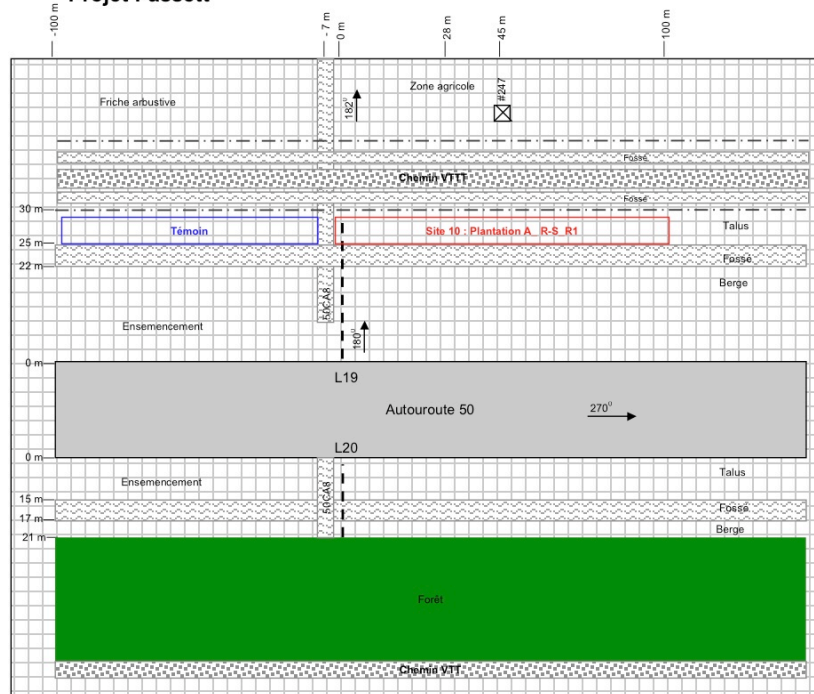


Annexe 1b

Projet Fassett



Projet Fassett



Annexe 2a

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z1 et Z5

Mode B. Espèce saule Type: S2_2R-1R *Salix myabena*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

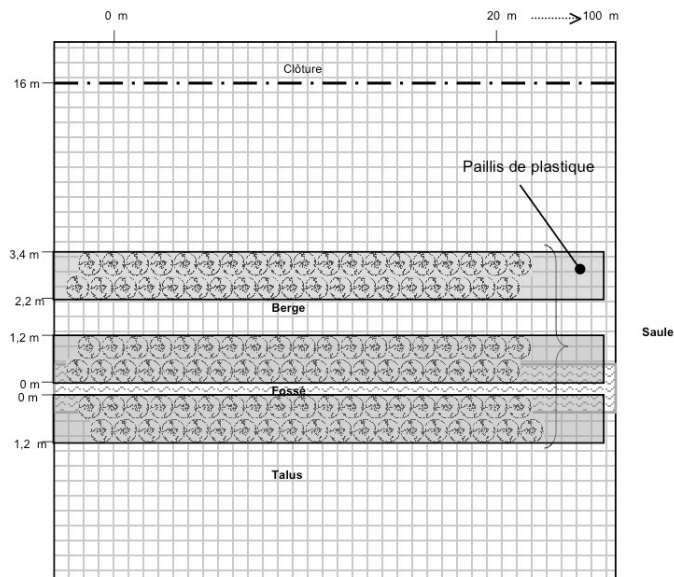
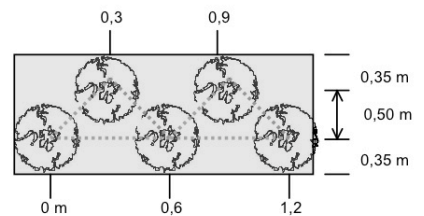


Schéma : Position des boutures sur le paillis



Mode B: Saule *myabena* – 3 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec boutures en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur paillis de plastique sur 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (2 rangs de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (1 rang de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis sur la berge = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,50 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, n = 1000

Annexe 2b

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z2 et Z6

Mode B: Espèce aulne Type: A2_1R-1R *Alnus rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

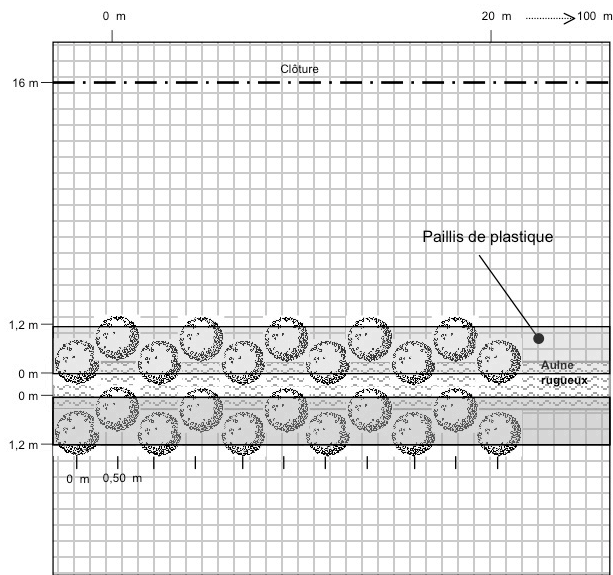
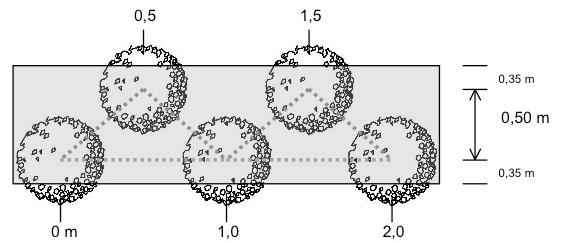


Schéma: Position des plants sur le paillis



Mode B: Aulne rugueux – 2 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec des plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé ainsi que du talus et du fossé
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis= 0,50 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2c

Détails de plantation arbustive pour les zones: Z3 et Z7

Mode A. Espèce saule **Type: S1_2R** *Salix myabena*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

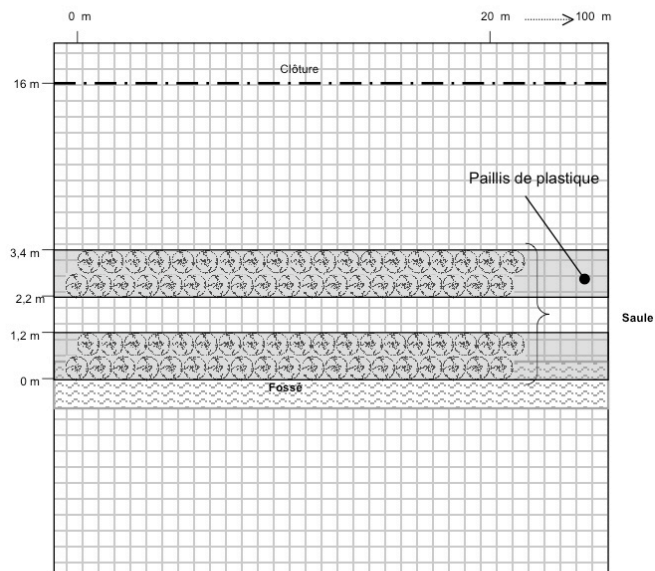
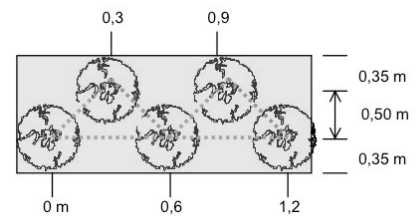


Schéma: Position des boutures sur le paillis



Mode A: *Saule miyabeana* – 2 rangs de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 2 rang de pailis de plastique de 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (2 rangs de pailis)
- Espacement entre les rangs de pailis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de pailis = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 2 rangs, n = 666

Annexe 2d

Détails de plantation arbustive pour les zones: Z4 et Z8

Mode A. Espèce Aulne Type: A_1R *Alnus rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

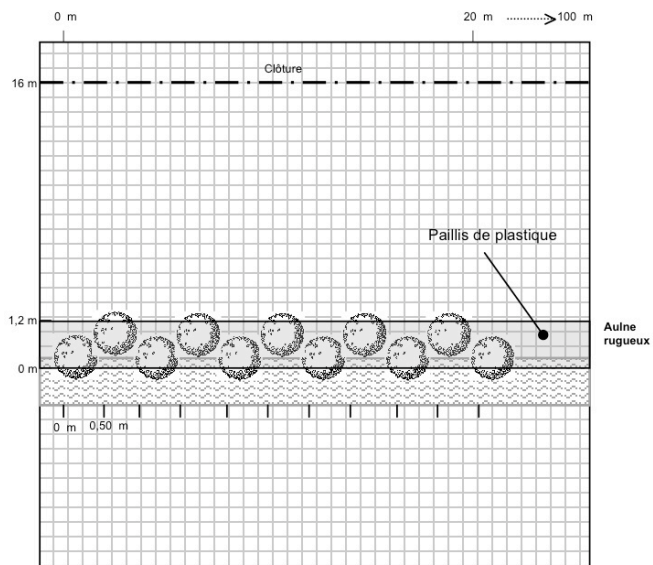
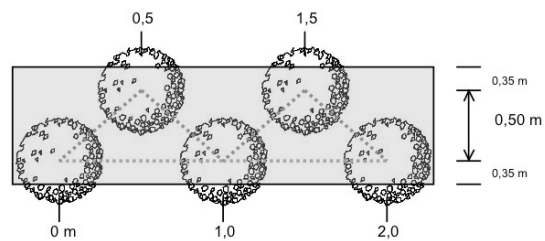


Schéma: Position des plants sur le paillis



Mode A: Aulne rugueux - 1 rang de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

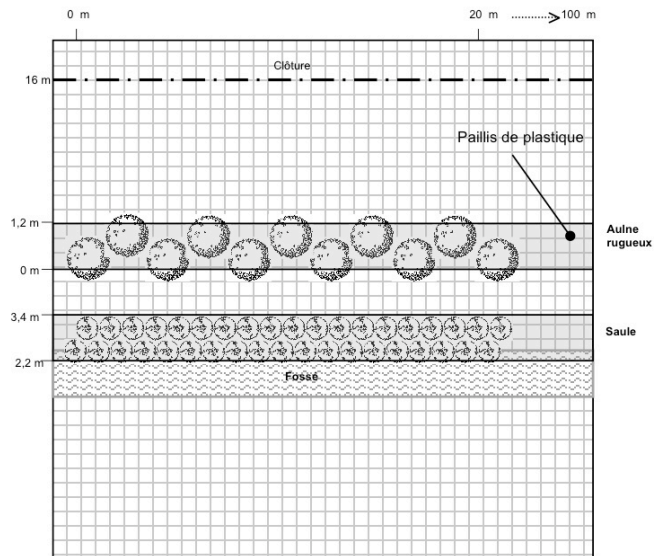
Annexe 2e

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z9

Mode C: Combinaison Saule-Aulne
Type: S_1R-A_1R

Salix miyabaena - *Alnus rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

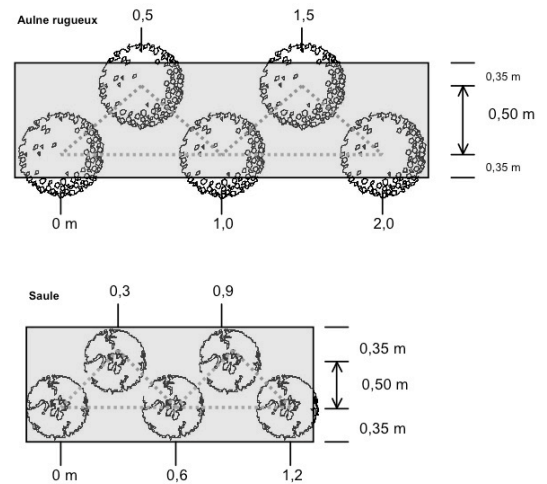


Mode C: combinaison 2 espèces - 1 rang saule et 1 rang de aulne sur paillis avec plants en quinconce

Aulne: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

Schéma: Position des boutures et des plants sur le paillis



Saules: sous forme de boutures

- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 1 rang de paillis de plastique de 100 m
- Plantation à 1 mètre du rang d'aulne
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis (voir schéma) = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 2 rangs, n = 333

Annexe 2f

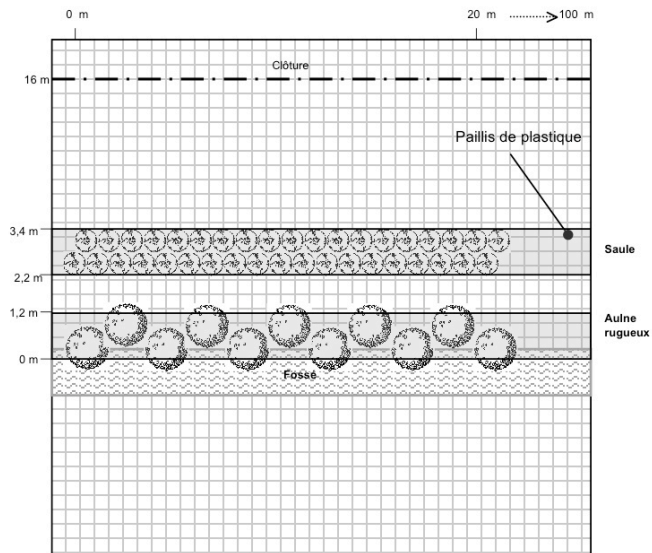
Détails de plantation arbustive pour la zone: Z10

Mode C: Combinaison Aulne-Saule

Alnus rugosa - *Salix miyabaena*

Type: A_1R-S_1R

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

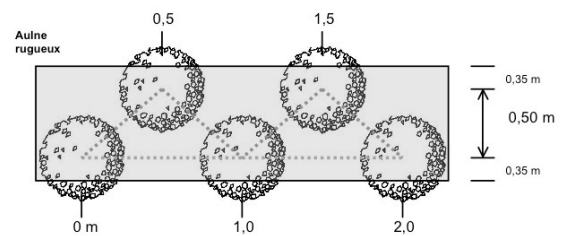
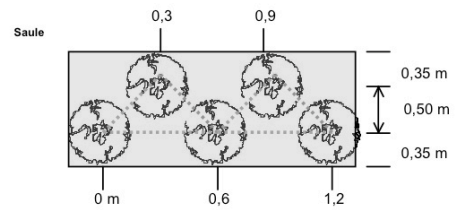


Mode C: combinaison 2 espèces - 1 rang Aulne et 1 rang de saule sur paillis avec plants en quinconce

Aulne: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

Schéma: Position des boutures et des plants sur le paillis



Saules: sous forme de boutures

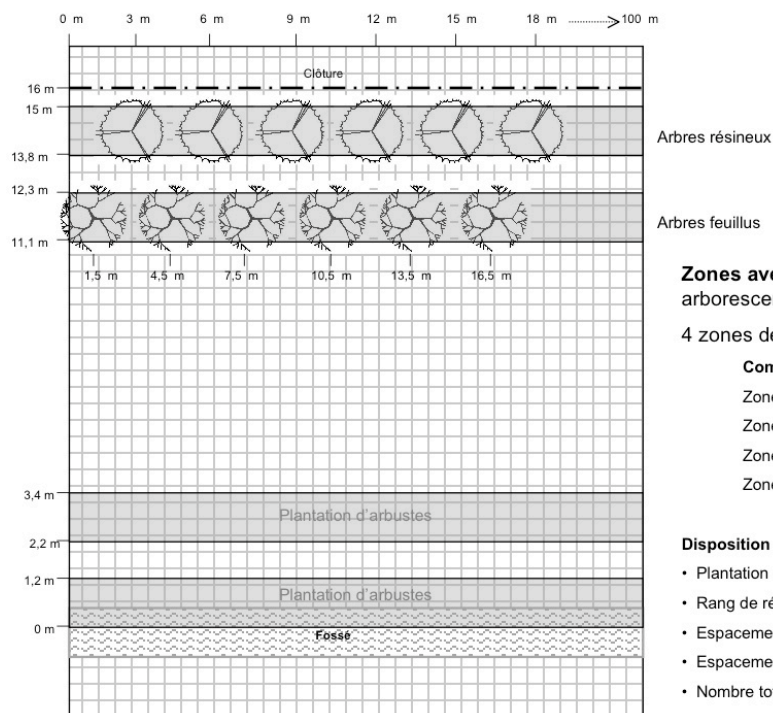
- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 1 rang de paillis de plastique de 100 m
- Plantation à 1 mètre du rang d'aulne
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis (voir schéma) = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures sur le rang, n = 333

Annexe 2g

Détails de plantation arborescent

Haies: Espèces arborescentes - Croquis type pour les sites avec 2 rangs

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle



Zones avec haies d'arbres: 2 rangs de paillis avec avec espèces arborescentes

4 zones de plantation

Combinaison d'espèces résineuses et feuillus

- Zone 1: Épinette du Colorado - Chêne rouge
- Zone 2: Épinette du Colorado - Peuplier deltoïdes (variété hybride)
- Zone 3: Épinette du Colorado
- Zone 4: Épinette du Colorado

Disposition de la plantation pour les zones 1 et 2

- Plantation sur 2 rang de paillis de plastique de 100 m
- Rang de résineux à 1 mètre de la clôture
- Espacement de 1 m entre les rangs de paillis
- Espacement entre les plants sur une rangée à tout les 3 mètres
- Nombre totale de résineux sur un rang de paillis de 100m, $n = 34/\text{site}$
- Nombre totale de feuillus sur un rang de paillis de 100m, $n = 34 / \text{site}$

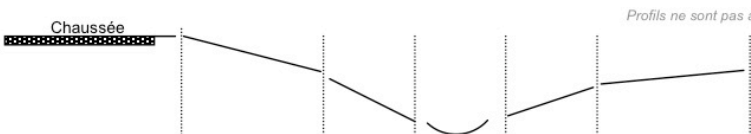
Disposition de la plantation pour les zones 3 et 4

- Idem mais élimination du rang de feuillus

Annexe 3

Tableau A: Pentes observées pour chacune des zones de plantation

Profils ne sont pas à l'échelle



Côté	Type de Plantation	Zones	Localisation de la mesure	Talus	Bas talus	Fossé	Bas berge	Berge
SUD	S2_2R-1R	Z1	250 m	10°	10°		18°	2°
			300 m	8°	8°		10°	2°
	A2_1R-1R	Z2	400 m	8°	8°		4°	4°
			450 m	12°	8°		4°	4°
			500 m	10°	10°		6°	6°
	S1_2R	Z3	650 m	12°	16°		16°	4°
			700 m	12°	16°		4°	4°
	A1_1R	Z4	700 m	12°	16°		4°	4°
			750 m	12°	16°		16°	2°
	S_1R - A_1R	Z9	Continu Sur 300 m	6°	6°		18°	2°
	A_1R - S_1R	Z10	Continu Sur 200 m	14°	14°		18°	2°

■ Zones de plantation



Côté	Type de Plantation	Zones	Localisation de la mesure	Berge	Bas berge	Fossé	Bas talus	Talus
NORD	S2_2R-1R	Z5	250 m	2°	8°		4°	4°
			300 m	2°	10°		6°	6°
	A2_1R-1R	Z6	400 m	4°	16°		10°	10°
			450 m	4°	16°		10°	10°
			500 m	2°	18°		10°	10°
	S1_2R	Z7	650 m	10°	24°		16°	14°
			700 m	8°	22°		18°	16°
	A1_1R	Z8	700 m	8°	22°		18°	16°
			750 m	4°	22°		18°	18°

■ Zones de plantation

Annexe 4

Tableau B: Estimation des distances linéaires selon les types de plantation

Plantation	Espèce	Type de plantation	Calcul des distances de linéaire	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_1R (Z4 et Z8)	1 rang = 100 m x 2 réplcats = 200 m	200 m
		A2_1R-1R (Z2 et Z6)	2 rangs = 200 m x 2 réplcats = 400 m	400 m
	Saule	S1_2R (Z3 et Z7)	2 rangs = 200 m x 2 réplcats = 400 m	400 m
		S2_2R-1R (Z1 et Z5)	3 rangs = 300 m x 2 réplcats = 600 m	600 m
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R Z10	2 rangs = 200 m	200 m
	Saule-Aulne	S_1R- A_1R Z9	2 rangs = 200 m	200 m
Sous-total :				2000 m
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z1 et Z2) Arbres – 1 R (Z3 et Z4)	2 rangs +2 rangs +1 rang +1 rang = 600m	600 m
Total :				2600 m

Tableau C: Estimation des superficies traitées et rotocultées selon le type de plantation.

Plantation	Espèce	Scénario	Calcul des superficies traitées et rotocultées	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_1R (Z4 et Z8)	1 rang sur la berge 100 m x 2,5 m x 2 réplcats = 500 m ²	500 m ²
		A2_1R-1R (Z2 et Z6)	2 rangs de part et d'autre du fossé 200 m x 2,5 m x 2 réplcats = 1000 m ²	1000 m ²
	Saule	S1_2R (Z3 et Z7)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 2 réplcats = 1000 m ²	1000 m ²
		S2_2R-1R (Z1 et Z5)	2 rangs et 1 rang / de part et d'autre du fossé ((100 m x 5 m) + (100 x 2,5 m)) x 2 réplcats = 1500 m ²	1500 m ²
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R Z10	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m = 500 m ²	500 m ²
		S_1R- A_1R Z9	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m = 500 m ²	500 m ²
Sous-total :				5000 m ²
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z1 et Z2)	Deux rangées d'arbre pour 2 sites 100 m x 5 m x 2 zones = 1000 m ²	1500 m ²
		Arbres – 1 R (Z3 et Z4)	Une rangée d'arbre : 2 côtés = 2 sites 100 m x 2,5m x 2 zones = 500 m ²	
Total :				6500 m ²

Annexe 5

Tableau D: Estimation des superficies d'ensemencement herbacé en marge du paillis.

Plantation	Espèce	Type de plantation	Calcul des superficies ensemencées de trèfle blanc	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_1R (Z4 et Z8)	1 côté* pour 1 rang 100 m x 2 rélicats = 200 m x 0,5 m	100 m ²
		A2_1R-1R (Z2 et Z6)	2 côtés pour 2 rangs de part et d'autre du fossé 200 m x 2 rélicats = 400 m x 0,5 m	200 m ²
	Saule	S1_2R (Z3 et Z7)	3 côtés pour 2 rangs sur un même côté 300 m x 2 rélicats = 600 m x 0,5 m	300 m ²
		S2_2R-1R (Z1 et Z5)	4 côtés pour 2 rangs et 1 rang de part et d'autre du fossé 400 m x 2 rélicats = 800 m x 0,5 m	400 m ²
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R Z10	3 côtés pour 2 rangs sur un même côté 300 m x 0,5 m	150 m ²
		S_1R- A_1R Z9	3 côtés pour 2 rangs sur un même côté 300 m x 0,5 m	150 m ²
Sous-total :				1300 m ²
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z1 et Z2)	Deux rangées d'arbre : 4 côtés pour 2 rangs = 2 zones 400 m x 2 zones x 0,5 m = 400 m ²	600 m ²
		Arbres – 1 R (Z3 et Z4)	Une rangée d'arbre : 2 côtés = 2 zones 200 m x 2 zones x 0,5 m = 200 m ²	
Total :				1900 m ²

* Le fossé n'étant pas ensemencé, il y a ensemencement du côté de la berge seulement.

Annexe 8 : Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Lachute

Institut de recherche
en biologie végétale

IRBV

JARDIN BOTANIQUE
DE MONTRÉAL

Université 
de Montréal

Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun

Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Lachute

Rapport préparé par
Patrick Boivin et Jacques Brisson

Préparé pour
Ministère des transports du Québec

Février 2010

Institut de recherche en biologie végétale

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) est un centre de formation supérieure dont la mission porte sur la biologie des plantes dans tous ses aspects : fonctionnement, développement, évolution, écologie, etc. Issu d'un partenariat entre l'Université de Montréal et la Ville de Montréal, l'IRBV occupe des locaux modernes sur le site du Jardin botanique de Montréal. Il regroupe une quinzaine de chercheurs autonomes (professeurs au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal ou chercheurs à la Division de la recherche et du développement scientifique du Jardin botanique de Montréal) sans compter les nombreux assistants et chargés de recherche, étudiants à la maîtrise et au doctorat et chercheurs post-doctoraux. Les recherches sont de nature fondamentale et appliquée. Les chercheurs ont à leur disposition des laboratoires et des équipements scientifiques de pointe, en plus de serres expérimentales, de chambres de croissance, d'équipement de microscopie électronique et d'analyse d'image, de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens) et de 2 bibliothèques spécialisées en botanique.

Équipe de travail

PATRICK BOIVIN (M.Sc. Appliquées)	Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) Groupe PHRAGMITES
JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)	IRBV, Centre d'étude sur la forêt (CEF) Université de Montréal, Département des Sciences biologiques Groupe PHRAGMITES
YVES BÉDARD (M.Sc. Biologie)	Ministère des transports du Québec Service des inventaires et des plans
VINCENT BONNER (B.Sc. Biologie)	IRBV
KARINE DUBOIS (candidate M.Sc.)	IRBV

Pour fins de citation :

Boivin, P. et J. Brisson. 2010. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun. Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 50, à Lachute. Rapport préparé pour Ministère des transports du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, Montréal. 18 pages et annexes.

Table des matières

ÉQUIPE DE TRAVAIL	2
TABLE DES MATIÈRES	3
LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES FIGURES	5
1 CONTEXTE	6
1.1 SITE EXPÉRIMENTAL	6
1.2 DISPOSITIFS DE PLANTATION	8
1.2.1 Arbustes.....	9
1.2.2 Arbres.....	9
2 PRÉPARATION DE TERRAIN	12
2.1 APPLICATION D'UN HERBICIDE	12
2.2 TRAVAIL DU SOL	13
2.3 AMENDEMENT DU SOL	14
3 INSTALLATION DU PAILLIS DE PLASTIQUE.....	14
4 PLANTATION	15
4.1 PLANTATION DE PLANTS EN MULTICAVITÉS.....	15
4.2 PLANTATION SOUS FORME DE BOUTURE	15
4.3 LE CHOIX DES ESPÈCES ARBUSTIVES ET ARBORESCENTES PLANTÉES.....	15
4.3.1 Arbustes.....	15
4.3.2 Arbres.....	16
4.4 DISPONIBILITÉ DES ESPÈCES PLANTÉES.....	17
4.5 CONSERVATION DES ESPÈCES PLANTÉES.....	17
5 ENTRETIEN	17
6 ESTIMATION DES COÛTS	17
6.1 ÉVALUATION DES COÛTS ASSOCIÉS À LA PRÉPARATION DE TERRAIN ET L'INSTALLATION DU PAILLIS DE PLASTIQUE	17
6.2 ÉVALUATION DES COÛTS RELATIFS À LA PLANTATION DES ESPÈCES ARBUSTIVES ET ARBORESCENTES	18
ANNEXE 1A PLAN DE LOCALISATION : Z1-Z3 ET Z2-Z4.....	19
ANNEXE 1B PLAN DE LOCALISATION : Z5-Z6 ET Z7-Z9.....	20

ANNEXE 1C	PLAN DE LOCALISATION : Z8-Z10.....	21
ANNEXE 2A	DÉTAILS DE PLANTATION Z1.....	22
ANNEXE 2B	DÉTAILS DE PLANTATION Z2.....	23
ANNEXE 2C	DÉTAILS DE PLANTATION Z3.....	24
ANNEXE 2D	DÉTAILS DE PLANTATION Z4.....	25
ANNEXE 2E	DÉTAILS DE PLANTATION Z5.....	26
ANNEXE 2F	DÉTAILS DE PLANTATION Z6.....	27
ANNEXE 2G	DÉTAILS DE PLANTATION Z7	28
ANNEXE 2H	DÉTAILS DE PLANTATION Z8	29
ANNEXE 2I	DÉTAILS DE PLANTATION Z9	30
ANNEXE 2J	DÉTAILS DE PLANTATION Z10.....	31
ANNEXE 2K	DÉTAILS DE PLANTATION DES ARBRES	32
ANNEXE 3.....		33
ANNEXE 4.....		34
ANNEXE 5.....		35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Localisation des types de plantation d'arbustes et d'arbres..	8
Tableau 2 : Localisation des interventions et largeur de terrain à traiter puis à préparer.	12
Tableau 3 : Possibilité d'établir des rangées d'arbres en marge de la clôture du côté nord du tronçon.	16
Tableau 4 : Estimation des coûts associés à la mise en place du paillis de plastique....	18
Tableau 5 : Estimation des coûts pour l'achat et la plantation des espèces arbustives et arborescentes.	18
Tableau A : Pentés observées pour chacune des zones de plantation.....	Annexe 3
Tableau B : Estimation des distances linéaires selon les types de plantation.....	Annexe 4
Tableau C : Estimation des superficies traitées et rotocultées selon le type de plantation.....	Annexe 4
Tableau D : Estimation des superficies d'ensemencement herbacé en marge du paillis.....	Annexe 5

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de l'envahissement du roseau commun et des zones de plantation sur le site Lachute	8
Figure 2 : Profil des différentes zones généralement observées en bordure du réseau autoroutier.	9
Figure 3a : Figure 3a : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté nord de l'autoroute 50..	10
Figure 3b : Coupes transversales des zones de plantation sur le côté sud de l'autoroute 50.	11

1 Contexte

Le protocole proposé dans le présent rapport s'inscrit dans une série de projets qui ont pour objectif de tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises.

Lors de cette première étape, nous proposons l'implantation de deux espèces arbustives (aulne rugueux et le saule miyabeana) sur une distance totale de 1000 mètres, avec un ou deux rangs d'arbustes, et avec ou sans rangée d'arbres, selon six différents scénarios arbustifs bien précis. Cette approche permettra au fil du temps de vérifier avec rigueur l'efficacité des scénarios proposés à contrer la propagation du roseau commun.

1.1 Site expérimental

Le site sélectionné est aux abords de l'autoroute 50 dans la région de Lachute. Ce site a été retenu puisqu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute nouvellement construit et exempt de roseau commun, limitant ainsi les interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Toutefois, la présence d'un important front d'envahissement du roseau qui semble progresser vers l'ouest via l'autoroute 50 et de plusieurs petites communautés de roseau au sein des fossés bordant la route 148 (figure 1) laissent présager une invasion future de ce nouveau tronçon reliant Lachute et Grenville.

Plus précisément, le projet de plantation concernera dix zones (tableau 1) qui se distribuent de part et d'autres du tronçon d'autoroute, entre le kilomètre 249,5 et 254 (Z1 à Z10). Chacune des zones de plantation possède une longueur de 100 mètres et comporte différents modes de plantation (un ou plusieurs rangs d'arbustes) selon la largeur et la pente associées à la berge, le fossé et le talus. Les différentes zones de plantation sont implantées au nord et au sud de l'autoroute sous forme de paire (ex. : Z1-Z3) et localisés sur la base du chaînage établi lors de la construction de ce tronçon (plan de localisation, annexe 1a à 1c). Juxtaposé à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins à l'intérieur desquelles il n'y a pas interventions.

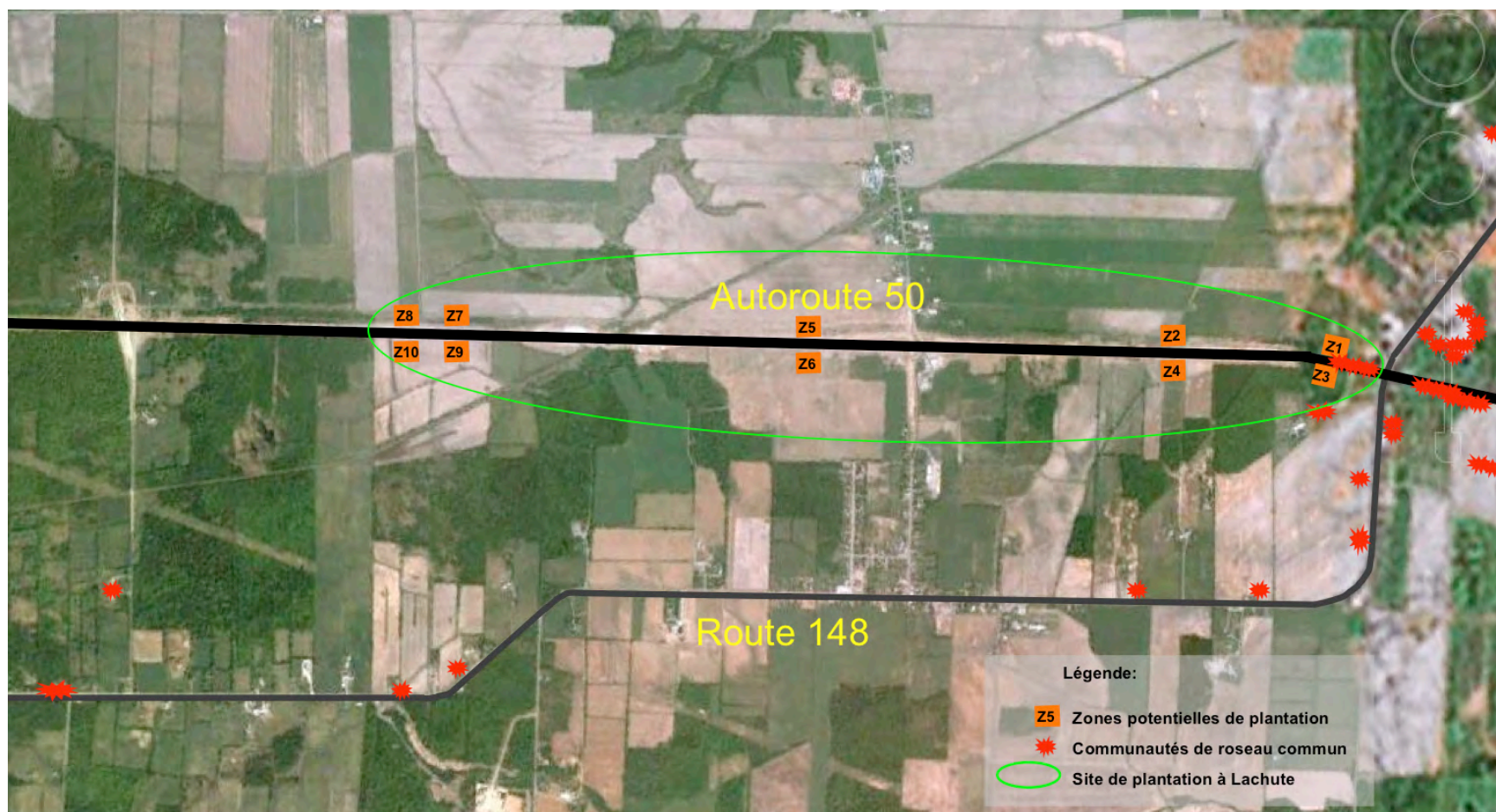


Figure 1: Situation géographique de l'envahissement du roseau commun et des zones de plantation sur le site Lachute.

Tableau 1: Localisation des types de plantation d'arbustes et d'arbres.

Côté	Zones	Localisation Chaînage (m)	Mode ¹	Type	Rempart Arbustes	Présence Arbres
Nord	Z1	41+255	A	S1_3R	saule	N.A.
	Z2	41+355	B	A2_1R-1R	aulne	oui
		40+665				
		40+765				
	Z5	38+845	A	A1_2R	aulne	N.A.
	Z7	38+945	B	S2_2R-1R	saule	oui
37+380						
Z8	37+480	C	A_1R - S_1R	aulne-saule	oui	
	37+180					
	37+280					
Sud	Z3	41+255	A	S1_2R	saule	N.A.
	Z4	41+355	B	A2_1R-1R	aulne	N.A.
		40+665				
		40+765				
	Z6	38+845	A	A1_2R	aulne	N.A.
		38+945				
	Z9	37+380	B	S2_2R-1R	saule	N.A.
		37+480				
Z10	37+180	C	A_1R - S_1R	aulne-saule	N.A.	
	37+280					

¹ Mode de plantation A = plantation d'un seul côté du fossé; B = plantation des deux côtés du fossé; C = plantation avec combinaison des deux espèces d'un seul côté du fossé.

1.2 Dispositifs de plantation

Selon la terminologie du Ministère du transport, l'emprise autoroutière qui borde la chaussée est caractérisée par l'accotement, le talus, le fossé et la berge (figure 2). Pour faciliter la localisation des interventions associées au dispositif de plantation, nous référerons aux zones telles que définies par le ministère. La berge est une portion de l'emprise d'autoroute généralement utilisé comme zone de plantation par le Ministère du transport. Dans le cadre de ce projet expérimental, la portion la plus basse du talus pourra également constituer une zone de plantation lorsque le talus est suffisamment large.

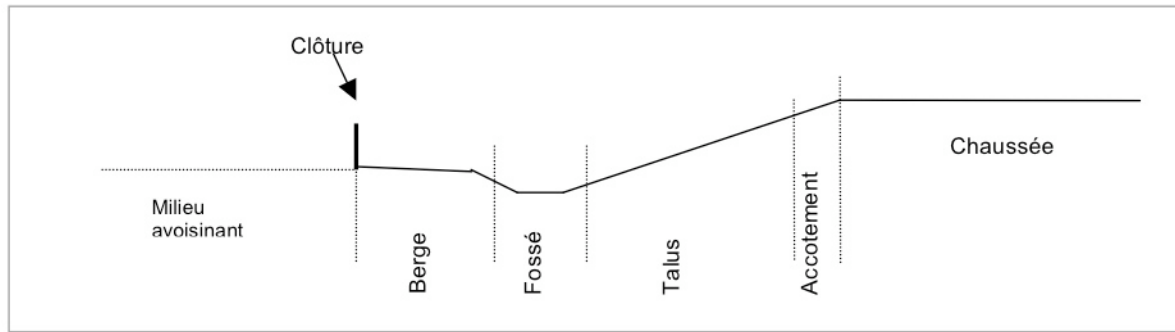


Figure 2 : Profil des différentes zones généralement observées en bordure du réseau autoroutier.

Les plantations arbustives sur l'autoroute 50 seront réalisées selon 3 modes de plantation. Le mode A correspond aux plantations où nous implantons une seule espèce d'arbuste au niveau de la berge. Pour le mode B, une seule espèce est implantée de part et d'autre du fossé, soit sur la berge et le talus. Enfin, le mode C combine la plantation de deux espèces sur un seul côté du fossé (figure 3a et 3b).

Toutes les zones de plantation sont constituées d'un rempart arbustif en marge du fossé. Cependant les zones 2, 7 et 8 situées du côté nord disposent d'une superficie suffisante pour incorporer une ou deux espèces arborescentes à la limite de l'emprise autoroutière (tableau 1).

1.2.1 Arbustes

Sur chacune des zones de plantation, les espèces arbustives seront plantées en quinconce sur le paillis de plastique de manière à augmenter le nombre d'individus au mètre linéaire tout en réduisant la compétition entre les individus (voir détail de plantation à l'annexe 2a-2j). Les différents modes de plantation proposés font varier la quantité d'arbustes plantés en fonction du nombre de rangs.

1.2.2 Arbres

Chacune des espèces arborescentes est plantée sur un même rang. Toutefois, sur la zone 2 qui renferme deux rangs de paillis de plastique, chacune des espèces plantées respectivement sur chacun des rangs est disposée en quinconce l'une par rapport à l'autre (voir détails de plantation à l'annexe 2k).

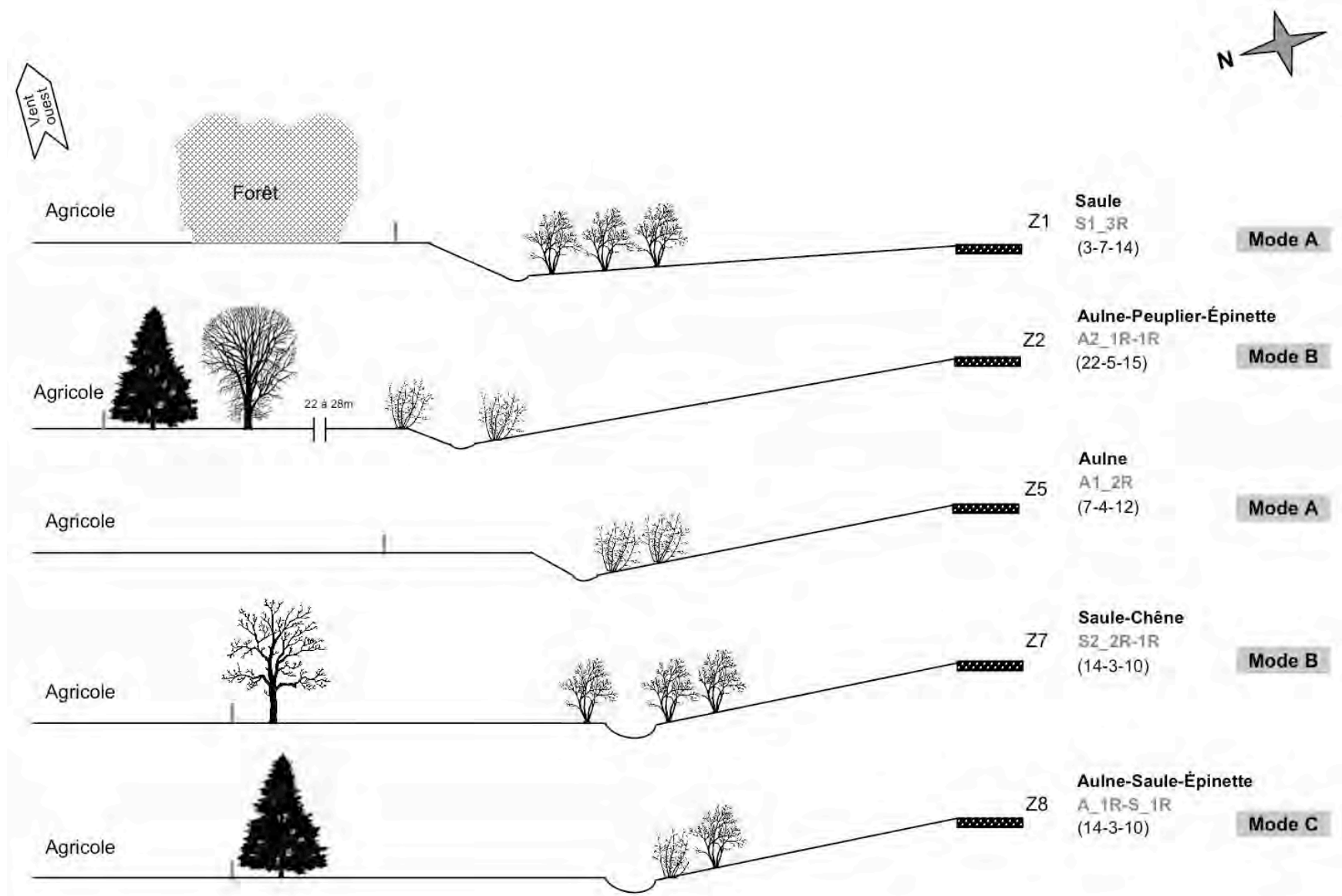


Figure 3a : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté nord de l'autoroute 50.

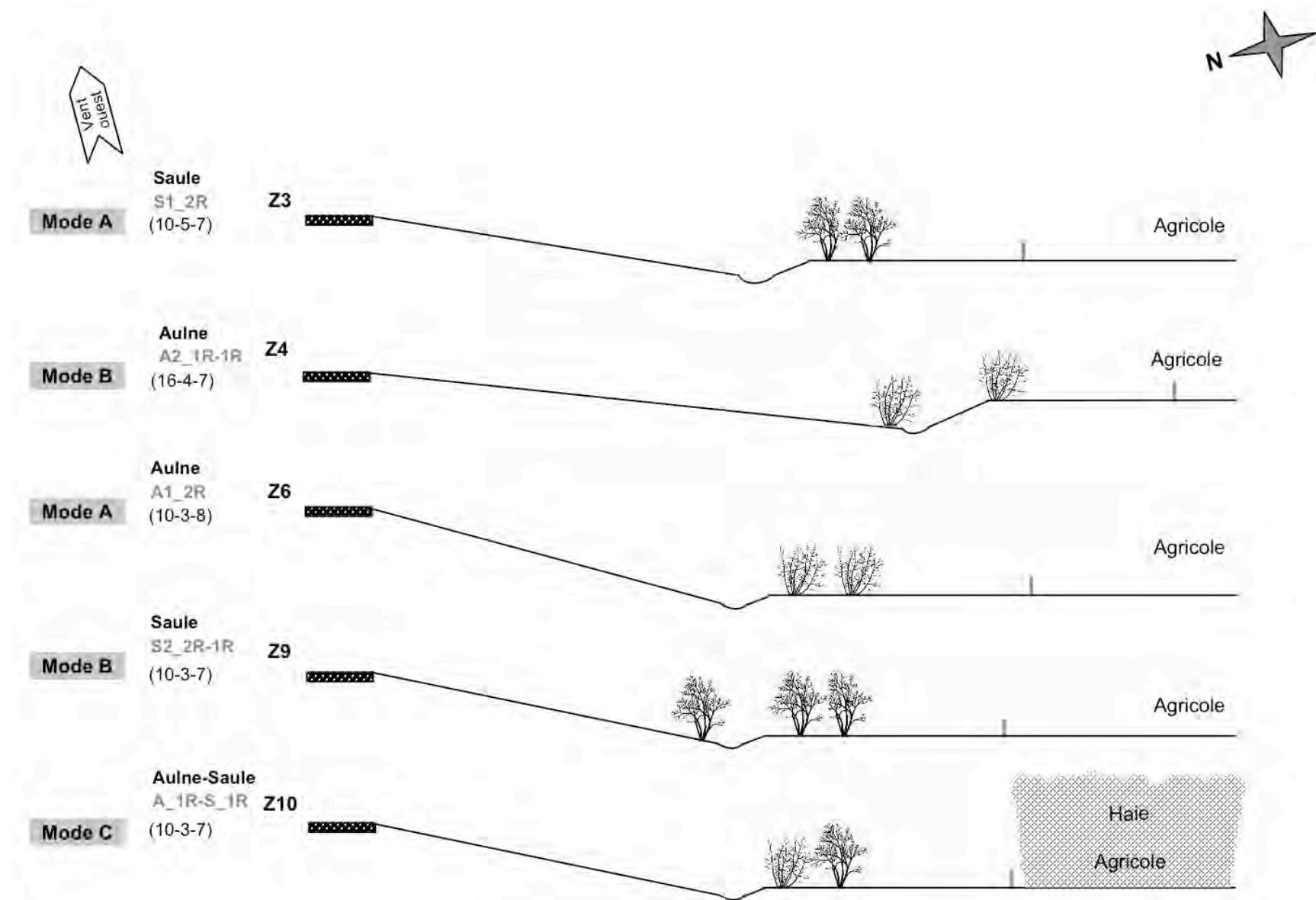


Figure 3b : Coupes transversales des zones de plantation sur le côté sud de l'autoroute 50.

2 Préparation de terrain

Les abords autoroutiers sont souvent des milieux artificialisés qui ont été créés au moment de la construction de l'autoroute. Les sols qu'on y retrouve proviennent généralement de déblais qui avec le temps finissent par se compacter. Les contaminants toxiques provenant de la circulation s'y déposent et s'accumulent. Selon les sites de plantation identifiés, la nature du sol nécessitera différents types d'intervention de préparation de terrain et les modes de contrôle de la compétition herbacée seront déterminantes pour un établissement adéquat des espèces.

Dans le cadre du projet de l'autoroute 50, la nature du sol, l'établissement relativement récent d'une couverture herbacée et une intervention printanière impliqueront l'application des étapes de préparation de terrain décrites ci-dessous.

2.1 Application d'un herbicide

Dans une situation où il n'est pas possible de préparer le terrain l'année qui précède la plantation, un herbicide systémique (type glyphosate) devra être pulvérisé au printemps lors de l'émergence des semis herbacés. Soulignons que l'applicateur d'herbicide doit être pourvue de barrière latérale afin de limiter la dérive vers le fossé.

Tableau 2: Localisation des interventions et largeur de terrain à traiter puis à préparer.

Côté	Zones	Mode	Type	Localisation De l'intervention	Nombre rang de paillis	Traitée Préparée (m)	Plantation
Nord	Z1	A	S1_3R	Talus	3	7,5	Saule
	Z2	B	A2_1R-1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Talus	1	2,5	Aulne
				Berge (clôture)	2	5	Peuplier-Épinette
	Z5	A	A1_2R	Talus	2	5	Aulne
	Z7	B	S2_2R-1R	Berge	1	2,5	Saule
				Talus	2	5	Saule
				Berge (clôture)	2	2,5	Chêne
	Z8	C	A_1R - S_1R	Berge	2	5	Aulne-Saule
				Berge (clôture)	1	2,5	Épinette
Sud	Z3	A	S1_2R	Berge	2	5	Saule
	Z4	B	A2_1R-1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Talus	1	2,5	Aulne
	Z6	A	A1_2R	Berge	2	5	Aulne
	Z9	B	S2_2R-1R	Berge	2	5	Saule
				Talus	1	2,5	Saule
	Z10	C	A_1R - S_1R	Berge	2	5	Aulne-Saule

De plus, la largeur d'application devra se limiter à 2,5 mètres pour les zones de plantation associées à un seul rang de paillis alors que ceux qui sont associés à 2 rangs de paillis consécutifs, la zone d'application devra couvrir 5 mètres (tableau 2). Cela permettra de réduire au minimum le sol perturbé en marge du paillis et diminuera par conséquent les risques d'érosion.

Selon l'espèce utilisée et le mode de plantation choisi, la zone de plantation peut être traitée sur une largeur différente. Par exemple, pour l'aulne rugueux implanté en mode A, les plantations seront effectuées dans la partie la plus basse du talus ou de la berge (tableau 2). Cette zone devra être traitée sur une largeur de 5 mètres pour deux rangs (zone 5 et 6) alors que pour le saule de miyabeana en mode A, le traitement se fera sur une largeur 7,5 mètres pour 3 rangs consécutifs (zone 1).

Avant d'amorcer le travail du sol, une période de 7 à 10 jours sera nécessaire pour que la végétation indésirable ait absorbé suffisamment de produit herbicide pour entraîner une mortalité des semis.

2.2 Travail du sol

Suite à la période de traitement herbicide, la surface du couvert végétal traité doit être travaillé en deux étapes. Une première étape nécessitera que le sol soit travaillé au moyen d'une herse à disque, d'un cultivateur ou d'un vibroculteur afin de l'ameublir en profondeur et briser les mottes de terre. Pour la deuxième étape, visant à faciliter l'installation du paillis de plastique, le sol devra être travaillé au moyen d'un rotoculteur afin d'avoir une texture fine à une profondeur de 20 à 25 cm. Les largeurs à respecter pour le travail du sol correspondent à celles ayant été traitées préalablement et qui figurent au tableau 2.

Quelques portions du talus et berges associées aux zones de plantation présentent des pentes plus abruptes (annexe 3, tableau A). Le travail du sol sur ces secteurs peut impliquer l'adaptation de la machinerie au terrain en procédant par exemple au dégonflement partiel des pneus sur un côté de la machinerie.

2.3 Amendement du sol

Pour favoriser l'enracinement, un engrais phosphaté devra être incorporé au sol sur la zone de plantation de 1,2 mètre (48 pouces) associée au paillis de plastique renchaussé. Si le sol manque de matière organique, l'amendement du sol devra également comprendre l'incorporation de la mousse de tourbe au moyen d'un rotoculteur.

3 Installation du paillis de plastique

Nous recommandons l'installation d'un paillis de plastique noir puisqu'en éliminant les mauvaises herbes et en réchauffant le sol, il assure une meilleure croissance des plants tout en facilitant l'entretien des végétaux. La pose du paillis de plastique s'effectue lorsque le sol est bien meuble. Le film de plastique noir et imperméable utilisé possède une épaisseur de 0,07 mm (2,3 millièmes de pouce) et une largeur de 150 cm (60 pouces). Le paillis de plastique doit être résistant aux ultraviolets afin d'en ralentir la dégradation occasionnée par les rayons solaires, ce qui lui assure une longévité de plus de 5 ans. Avant d'étendre le paillis, les débris (grosses roches, souches, etc.) doivent être enlevés pour éviter qu'il se perfore. L'installation s'effectue à l'aide d'une dérouleuse mécanique entraînée par un tracteur et est réalisée immédiatement après la préparation finale du sol. Lorsque le paillis est étendu et renchaussé, il est recommandé de compacter le sol en marge du paillis à l'aide des roues d'un véhicule tout terrain (VTT).

Pour éviter l'érosion du sol à nu en marge du paillis, il est important de procéder à l'ensemencement d'un couvert herbacé qui s'établira rapidement, comme du trèfle rampant, et procurera une couverture basse et durable. L'ensemencement se fera sur une largeur de 50 cm de part et d'autre du paillis.

4 Plantation

La plantation s'effectue au printemps afin de bénéficier des pluies printanières qui favorisent l'établissement des arbustes plantés, notamment s'il s'agit de plantation sous forme de boutures. Qu'il s'agisse d'arbustes sous forme de plants ou de boutures, le paillis de plastique sera perforé. La perforation doit être faite en forme de « T » et suffisamment grande pour éviter que le plastique ne frotte contre le plant ou cause un étranglement au collet à moyen terme, notamment pour les boutures.

4.1 Plantation de plants en multicavités

Les arbustes proviendront de plants produits en multicavités de type 45-110. Ce format est constitué généralement de 45 cavités dont la dimension de la cavité est de 3,8 cm de diamètre par 12 cm de hauteur pour un volume de 110 ml. Certaines espèces d'arbre ne peuvent être produites en format 45-110, c'est le cas du chêne qui est produit en multicavités de type PFD. Ce format est constitué de 15 cavités. Le choix de ces formats s'appuie sur les avantages suivants : sa facilité de manutention, son coût modique et son excellente capacité de reprise.

4.2 Plantation sous forme de bouture

Les boutures devront être faites à partir de jeunes plançons âgés de 1 an et avoir un diamètre minimum de 10 mm ainsi qu'une longueur 35 cm afin qu'elles puissent être enfoncées à une profondeur de 25 cm pour qu'environ 10 cm de tige dépasse du sol. Cela permettra de produire des rejets plus haut sur la tige qui seront moins affectés par le frottement du plastique.

4.3 Le choix des espèces arbustives et arborescentes plantées

4.3.1 Arbustes

L'aulne rugueux (*Alnus incana* ssp. *rugosa*) et le saule miyabeana (*Salix miyabeana*) sont les espèces arbustives qui seront plantées en marge du fossé. Ces espèces ont été sélectionnées puisqu'ils répondent aux critères suivants :

- Capable d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres,

- Tolérance à l'humidité ou une permanence d'eau au printemps,
- Capacité de faire des rejets,
- Tolérance au sel variant de moyenne à élevée,
- Croissance rapide.

L'aulne rugueux sera planté sous forme de plants (45-110) alors que le saule miyabeana sera planté sous forme de bouture.

4.3.2 Arbres

Sur le côté nord de l'autoroute, dans les zones de plantation 2, 7 et 8, où la distance de la berge est suffisamment grande, nous proposons la plantation d'arbres. Parmi les trois espèces qui seront plantées en marge de la clôture délimitant l'emprise autoroutière (figure 3a), nous avons le chêne rouge (*Quercus rubra*) et le peuplier deltoïde (*Populus deltoïdes*) qui sont deux espèces indigènes alors que la troisième espèces, nous avons l'épinette du Colorado (*Picea pungens*) qui est une espèce résineuses exotiques mais non envahissantes. Leur bonne capacité à résister au sel de déglacage et à croître sur un sol ayant une texture loameuse ou argileuse sont les principales raisons qui ont orienté la sélection de ces espèces. L'intégration d'une haie arborescente et le nombre de rangées qui la compose ont été établis selon la largeur de la berge disponible, laquelle varie le long du tronçon (tableau 3).

Tableau 3: Possibilité d'établir des rangées d'arbre en marge de la clôture du côté sud du tronçon.



Côté	Zones	Type de plantation	Localisation de la mesure	Talus (m)	Fossé (m)	Berge (m)	Distance entre Arbustes-Arbres (m)	Nombre de rangées d'arbres
NORD	Z1	S1_3R	41+255 (L3) 41+355 (L2)	14,0	7,0	3	N.A.	0
	Z2	A2_1R-1R	40+665 (L8)	15,0	5,0	28,0	$28 - 4,4 - 5,9 = 17,7$	2
			40+765 (L7)	15,0	5,0	22,0	$22 - 2,2 - 3,2 = 16,6$	
	Z5	A1_2R	38+845 (L27)	12,0	4,0	7,0	$7 - 4,4 - 3,2 = -0,6$	0
			38+945 (L26)	10,0	5,0	10,0	$10 - 4,4 - 3,2 = 2,4$	
	Z7	S2_2R-1R	37+380 (L34)	10,0	2,0	14,5	$14,5 - 4,4 - 3,2 = 6,9$	1
			37+480 (L33)	10,0	3,0	14,0	$14,0 - 4,4 - 3,2 = 6,4$	
	Z8	A_1R - S_1R	37+280 (L35)	10,0	2,0	14,0	$14,0 - 4,4 - 3,2 = 6,4$	1

4.4 Disponibilité des espèces plantées

Pour s'assurer que les espèces soient disponibles au printemps, le MTQ procèdera à la mise en réserve de stock l'année qui précède la plantation, et une inspection de la qualité des plants et des boutures devra être effectuée au préalable par le ministère.

4.5 Conservation des espèces plantées

Si un délai de plantation nécessitait que les espèces à planter soient conservées pendant quelques jours, les plants en multicavités devront être arrosés et conservés dans un endroit approprié afin d'éviter une exposition prolongée au soleil. Concernant les boîtes de bouture, celles-ci devront être conservées dans un endroit frais, sans lumière, pour 1 ou 2 jours, ou pour quelques jours dans un endroit réfrigéré à 4⁰ C.

5 Entretien

Le paillis de plastique protège efficacement les semis d'arbres et d'arbustes contre les mauvaises herbes en empêchant leur germination. Ainsi, il permet de retarder et limiter considérablement les travaux d'entretien associés au désherbage. De plus, l'ensemencement de trèfle rampant en marge du paillis permettra de revégétaliser rapidement le sol mis à nu et limiter l'établissement d'espèces envahissantes.

6 Estimation des coûts

Les estimations des coûts ont été établies à titre indicatif afin de donner un ordre de grandeur du coût du projet suite à l'application des mesures de mise en place énumérées précédemment.

6.1 Évaluation des coûts associés à la préparation de terrain et l'installation du paillis de plastique

Tel que décrit à la section portant sur les travaux de préparation de terrain, la mise en place du paillis de plastique nécessite plusieurs étapes. Selon le type de plantation, qui nécessite l'installation d'un ou deux rangs de paillis de plastiques, les distances linéaires (annexe 4, tableau B) à parcourir, les surfaces à préparer (annexe 4, tableau C) et à ensemercer (annexe 5, tableau D) vont varier et entraîner des coûts de réalisation différents (tableau 4).

Tableau 4: Estimation des coûts associés à la mise en place du paillis de plastique.

Description de l'étape	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût total
Application d'un herbicide lors de l'émergence de semis herbacés	mètre carré	6750	0,60 ?	4050 \$
Travail du sol (herse à disque ou cultivateur ou vibroculteur)	mètre linéaire	2900	0,95 ?	2755 \$
Épandage d'engrais phosphaté	mètre linéaire	2900	0,60 ?	1740 \$
Travail superficiel du sol avec rotoculteur juste avant la pose du paillis.	mètre linéaire	2900	0,95	2755 \$
Fourniture, pose et perforation du paillis de plastique	mètre linéaire	2900	3,00	8700 \$
Compaction des bords du paillis de plastique par le passage d'un VTT	mètre linéaire	2900	0,20	580 \$
Ensemencement de trèfle blanc sur 50 cm de chaque côté du paillis	mètre carré	2450	0,50	1225 \$
Total :				21 805 \$

6.2 Évaluation des coûts relatifs à la plantation des espèces arbustives et arborescentes

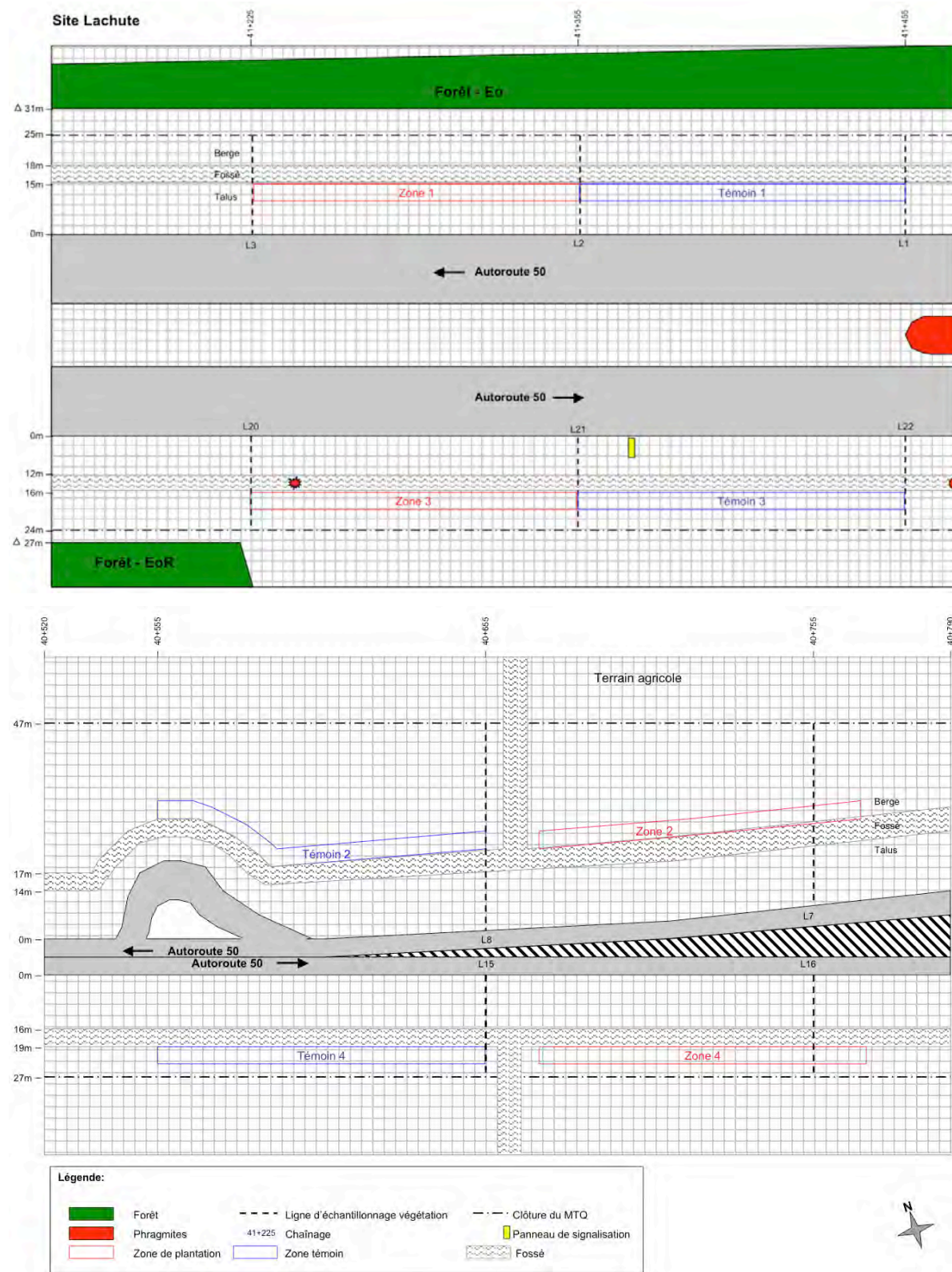
L'aulne rugueux sera planté sous forme de plants (45-110) alors que le saule miyabeana sera planté sous forme de bouture (35 cm). Selon les différents types de plantation présentés au tableau 5, le nombre total d'aulnes et de saules sont respectivement 2000 et 4332.

Tableau 5: Estimation des coûts pour l'achat et la plantation des arbustes et des arbres.

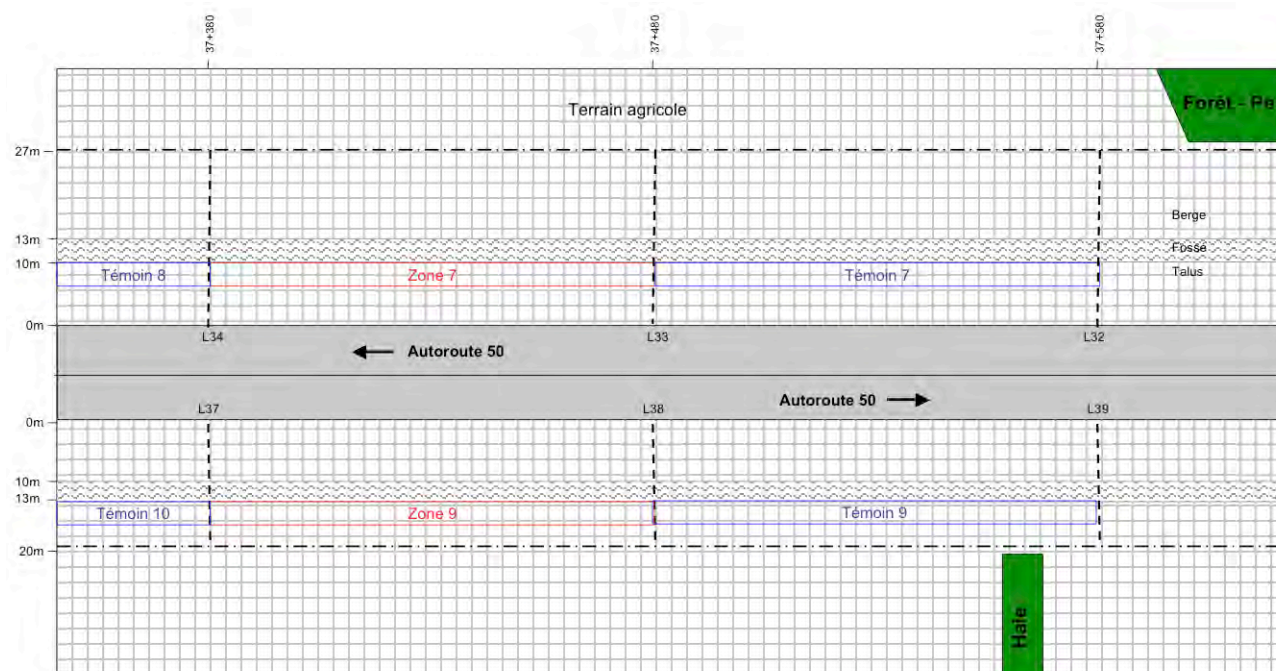
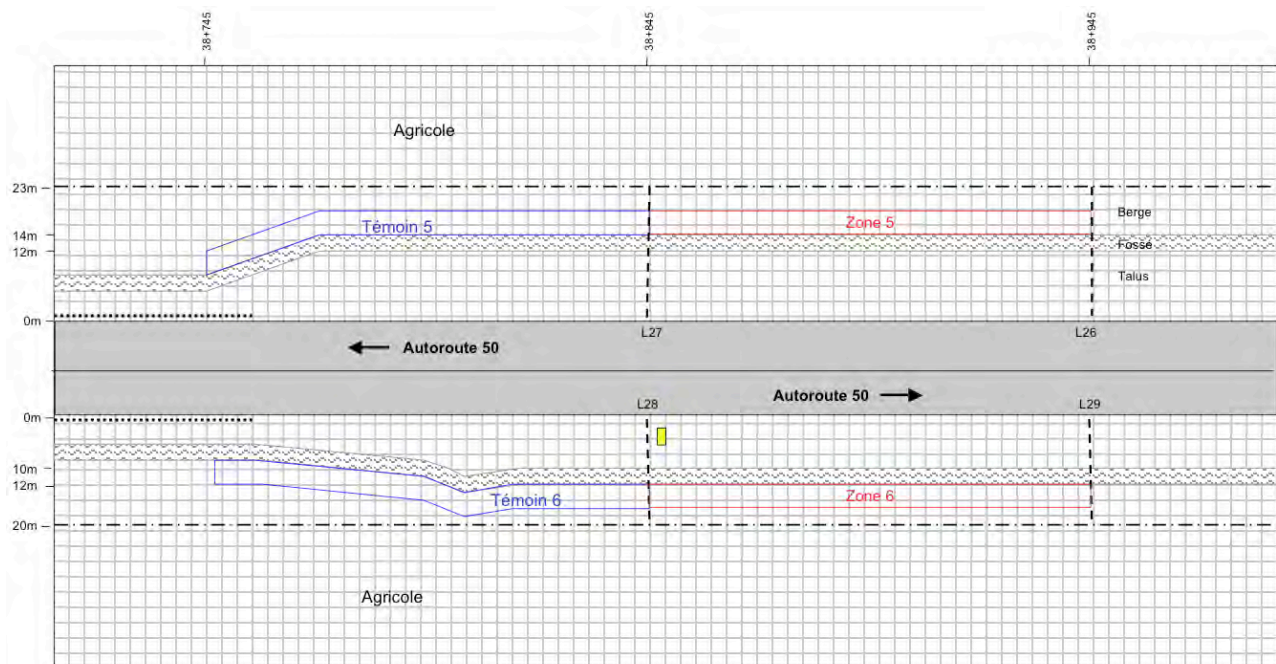
Localisation (m)	Zones	Type de plantation	Espèce arbustives	Nombre	Coût*	Espèces arborescentes	Nombre	Coût*
NORD	Z1	S1_3R	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	N.A.		
	Z2	A2_1R-1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	<i>Picea pungens</i> <i>Populus deltoides</i>	34 34	238 \$ 238 \$
	Z5	A1_2R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.		
	Z7	S2_2R-1R	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	<i>Quercus rubra</i>	34	238 \$
	Z8	A_1R - S_1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i> <i>Salix miyabeana</i>	200 333	1400 \$ 666 \$	<i>Picea pungens</i>	34	238 \$
SUD	Z3	S1_2R	<i>Salix miyabeana</i>	666	1332 \$	N.A.	0	
	Z4	A2_1R-1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.	0	
	Z6	A1_2R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.		
	Z9	S2_2R-1R	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	N.A.	0	
	Z10	A_1R - S_1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i> <i>Salix miyabeana</i>	200 333	1400 \$ 666 \$	N.A.	0	
				Sous-total :	22 664 \$		Sous-total :	952 \$
							Total :	23 616 \$

* Le coût des plants, boutures et plançon inclus le transport et la main d'œuvre.

Annexe 1a Plan de localisation : Z1-Z3 et Z2-Z4



Annexe 1b Plan de localisation : Z5-Z6 et Z7-Z9

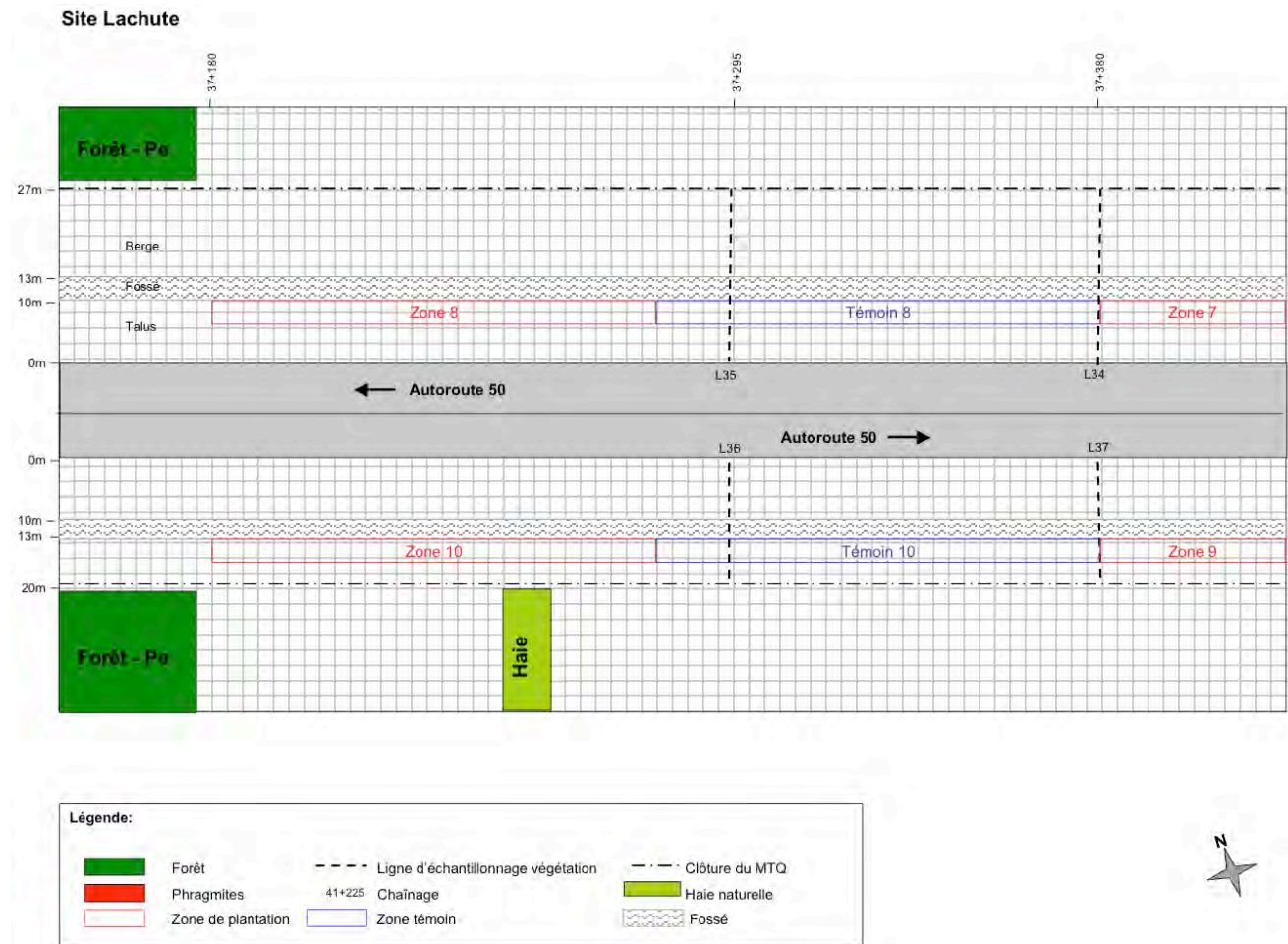


Légende:

	Forêt		Ligne d'échantillonnage végétation		Clôture du MTQ
	Phragmites		41+225 Chaînage		Panneau de signalisation
	Zone de plantation		Zone témoin		Fossé



Annexe 1c Plan de localisation : Z8-Z10



Annexe 2a Détails de plantation Z1

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z1

Mode A. Espèce saule Type: S1_3R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

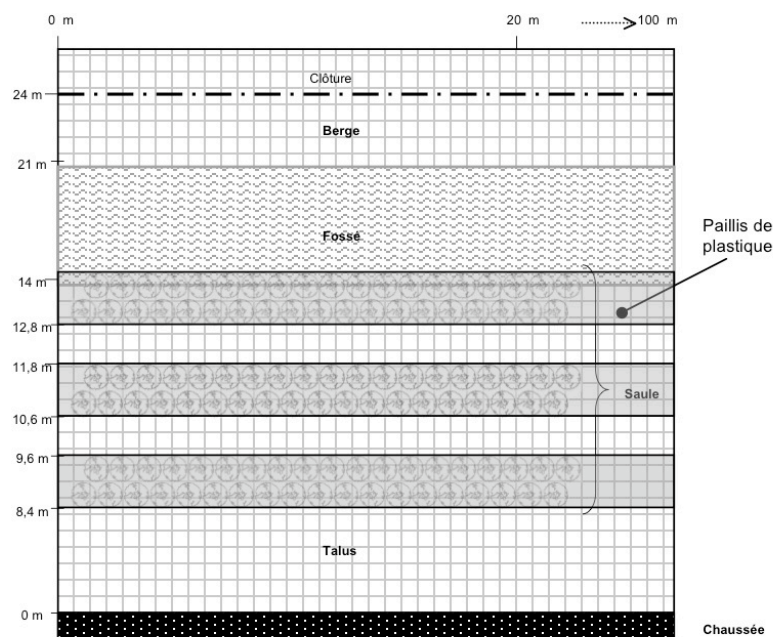
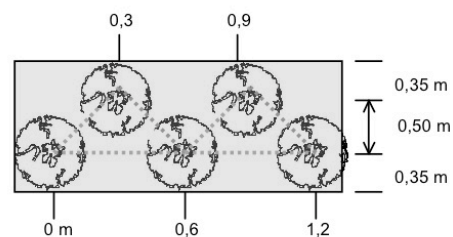


Schéma: Position des boutures sur le paillis



Mode A: Saule miyabeana – 3 rangs de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

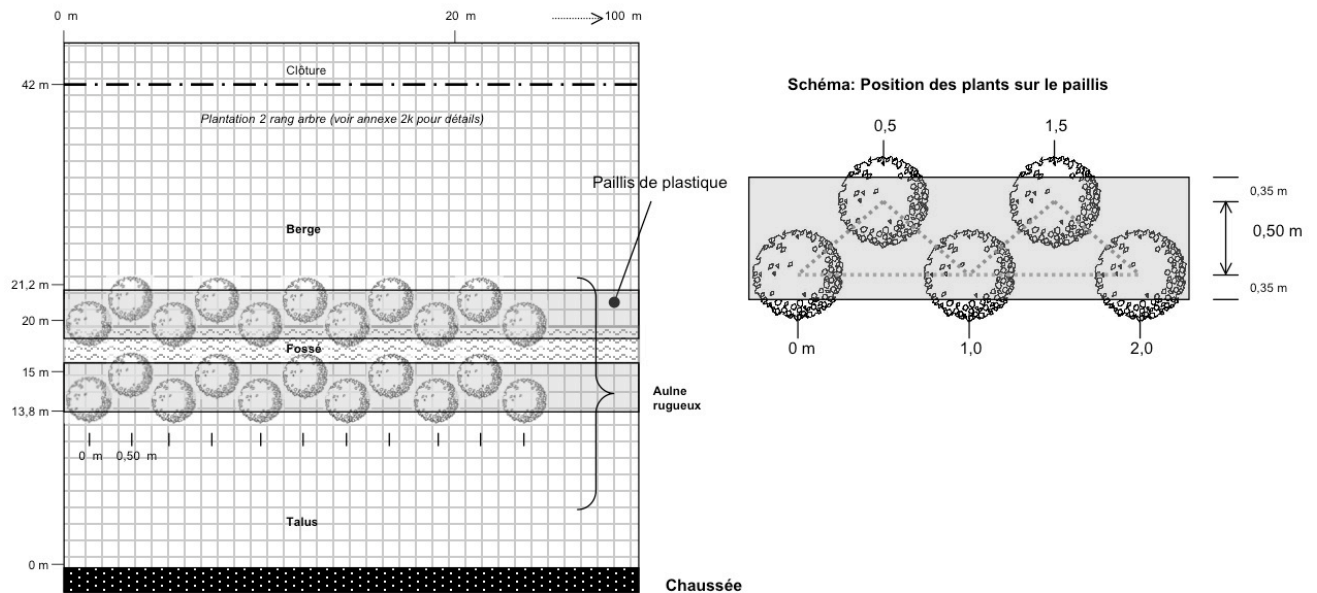
- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 3 rang de paillis de plastique de 100 m
- Plantation à la limite du talus et du fossé (3 rangs de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, n = 1000

Annexe 2b Détails de plantation Z2

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z2

Mode B: Espèce aulne Type: A2_1R-1R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle



Mode B: Aulne rugueux – 2 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec des plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé (1 rang de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (1 rang de paillis)
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis= 0,50 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 3 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2c Détails de plantation Z3

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z3

Mode A. Espèce saule Type: S1_2R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

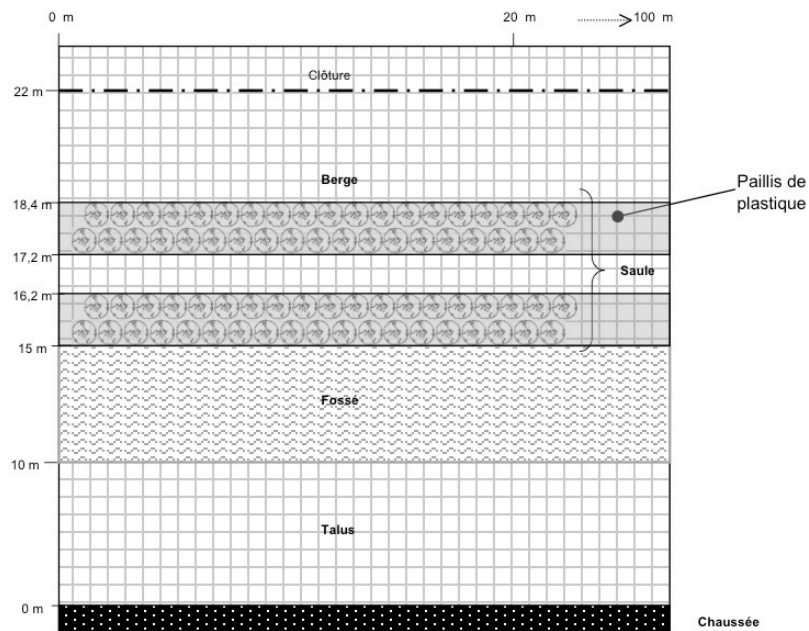
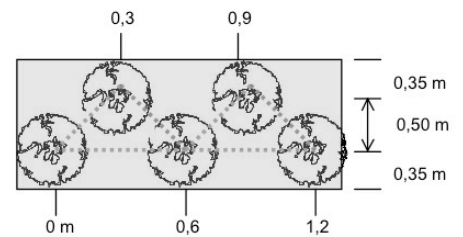


Schéma: Position des boutures sur le paillis



Mode A: Saule miyabeana – 2 rangs de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 2 rang de paillis de plastique de 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (2 rangs de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 2 rangs, n = 666

Annexe 2d Détails de plantation Z4

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z4

Mode B: Espèce aulne Type: A2_1R-1R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

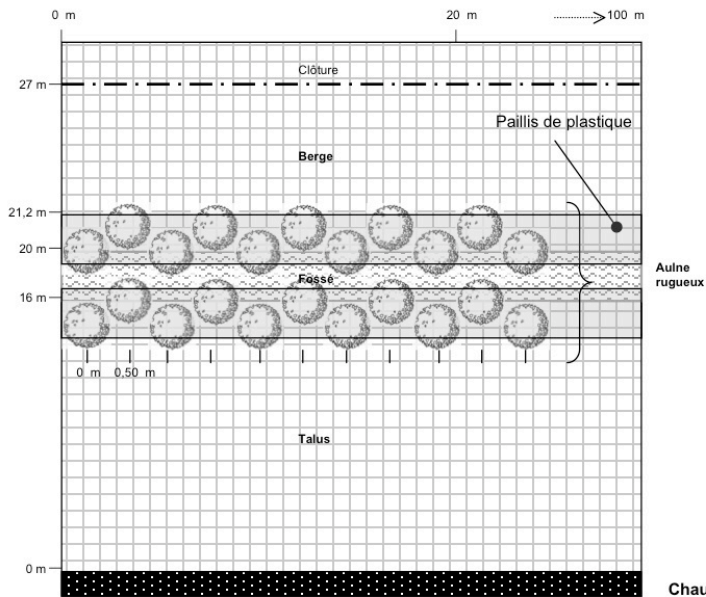
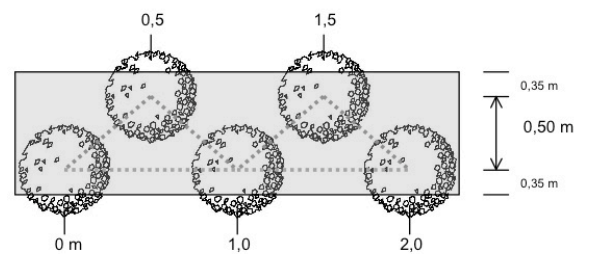


Schéma: Position des plants sur le paillis



Chaussée

Mode B: Aulne rugueux – 2 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec des plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé ainsi que du talus et du fossé
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis = 0,50 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2e Détails de plantation Z5

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z5

Mode A. Espèce Aulne Type: A_2R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

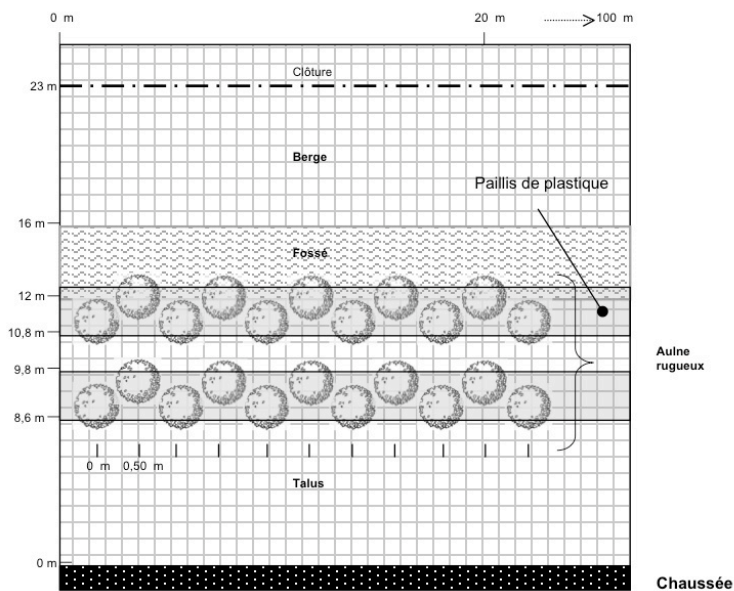
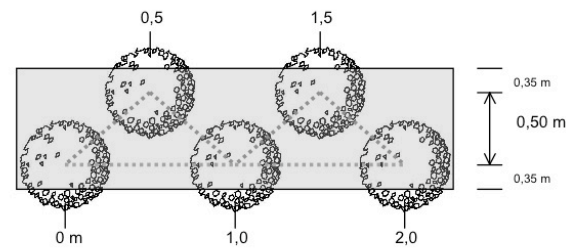


Schéma: Position des plants sur le paillis



Mode A: Aulne rugueux - 2 rang de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

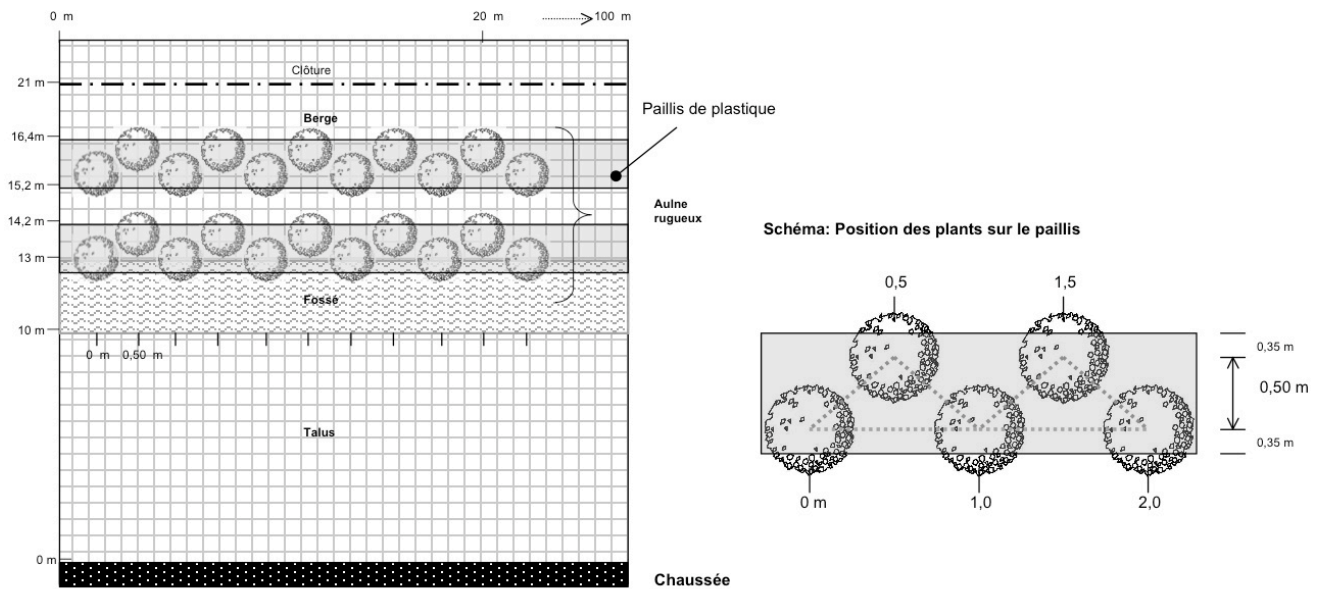
- Plantation à la limite du talus et du fossé
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2f Détails de plantation Z6

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z6

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

Mode A. Espèce Aulne Type: A1_2R *Alnus incana ssp. rugosa*



Mode A: Aulne rugueux - 2 rang de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2g Détails de plantation Z7

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z7

Mode B. Espèce saule Type: S2_2R-1R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

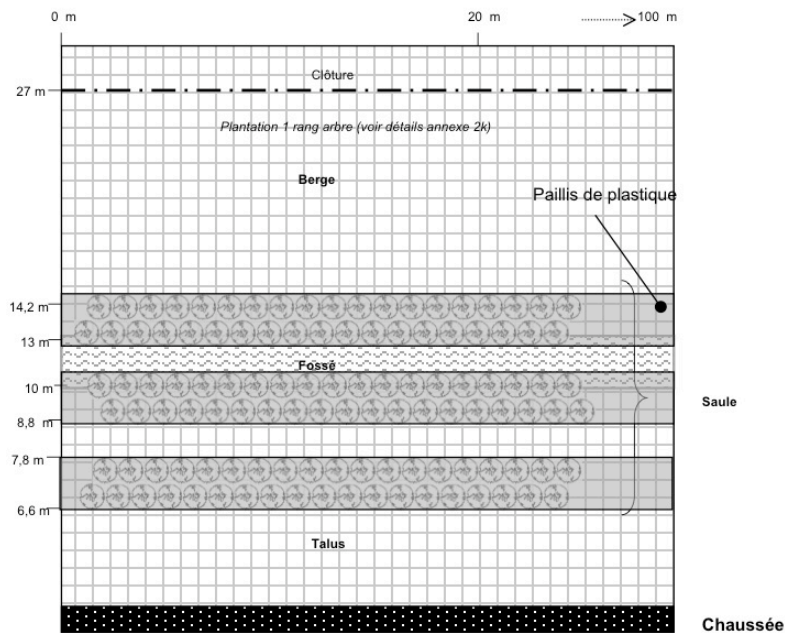
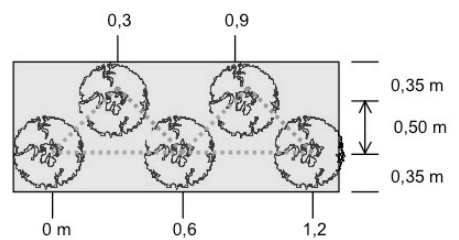


Schéma : Position des boutures sur le paillis



Mode B: *Saule miyabeana* – 3 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec boutures en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur paillis de plastique sur 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (1 rangs de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (2 rang de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis sur la berge = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,50 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, n = 1000

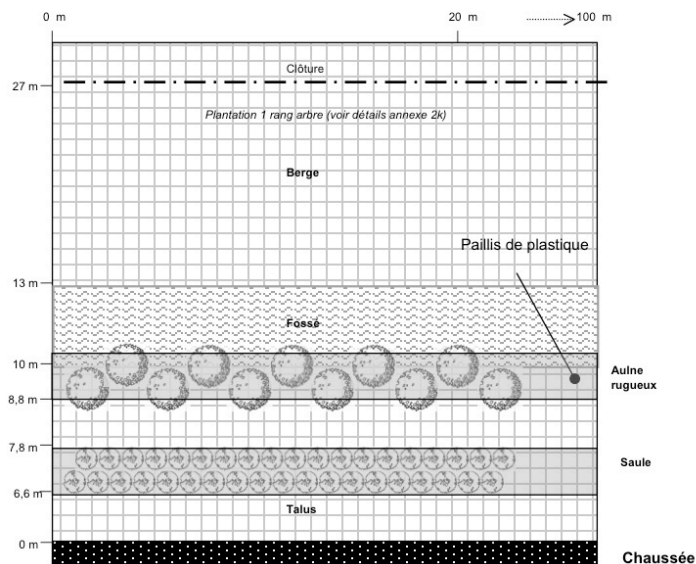
Annexe 2h Détails de plantation Z8

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z8

Mode C: Combinaison Aulne-Saule
Type: A_1R-S_1R

Salix miyabaena - *Alnus incana* ssp. *rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

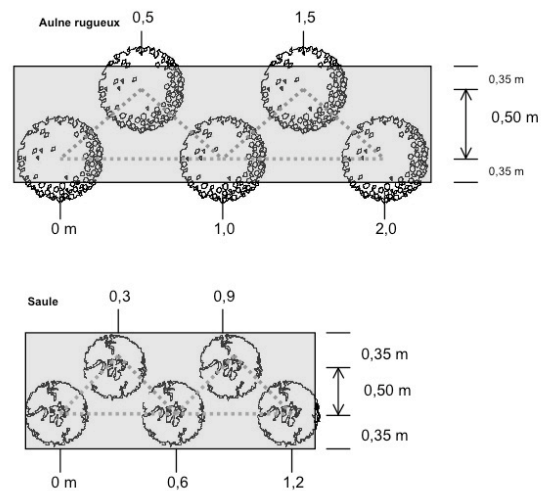


Mode C: combinaison 2 espèces - 1 rang saule et 1 rang de aulne sur paillis avec plants en quinconce

Aulne: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite du talus et du fossé
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 m
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

Schéma: Position des boutures et des plants sur le paillis



Saules: sous forme de boutures

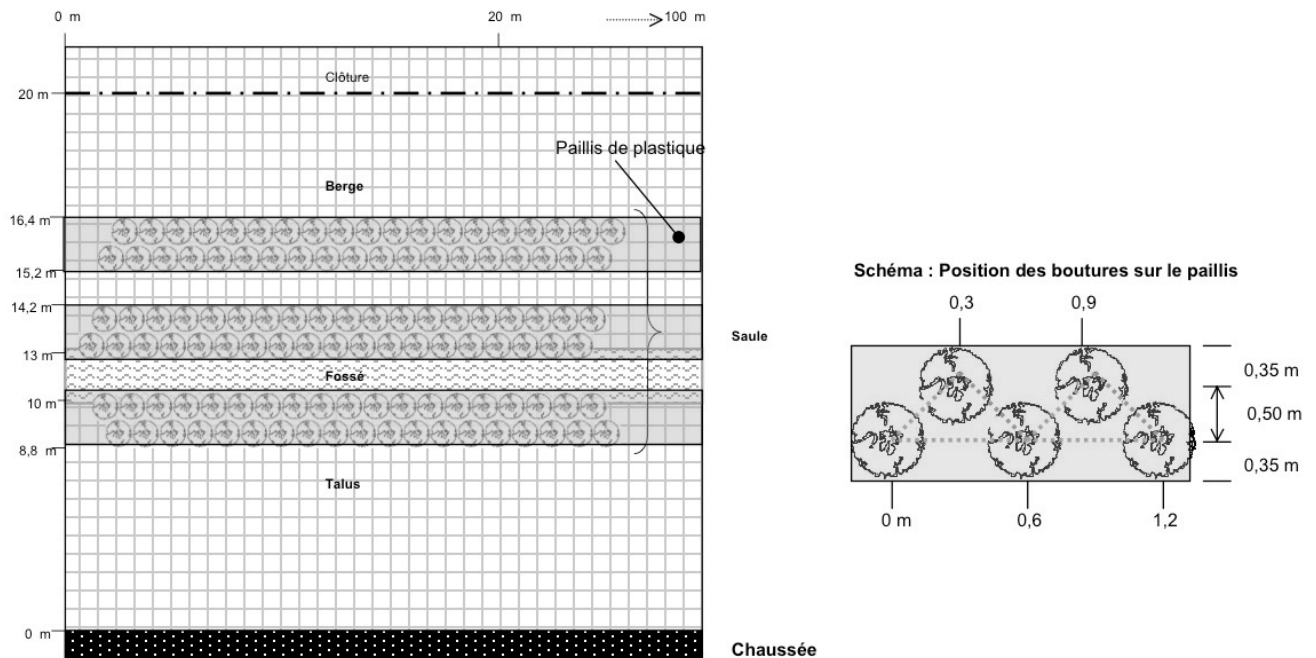
- Plantation à 1 mètre du rang d'aulne sur le talus
- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 1 rang de paillis de plastique de 100 m
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis (voir schéma) = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour le rang, n = 333

Annexe 2i Détails de plantation Z9

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z9

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

Mode B. Espèce saule Type: S2_2R-1R *Salix miyabeana*



Mode B: Saule *miyabeana* – 3 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec boutures en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur paillis de plastique sur 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (2 rangs de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (1 rang de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis sur la berge = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,50 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, $n = 1000$

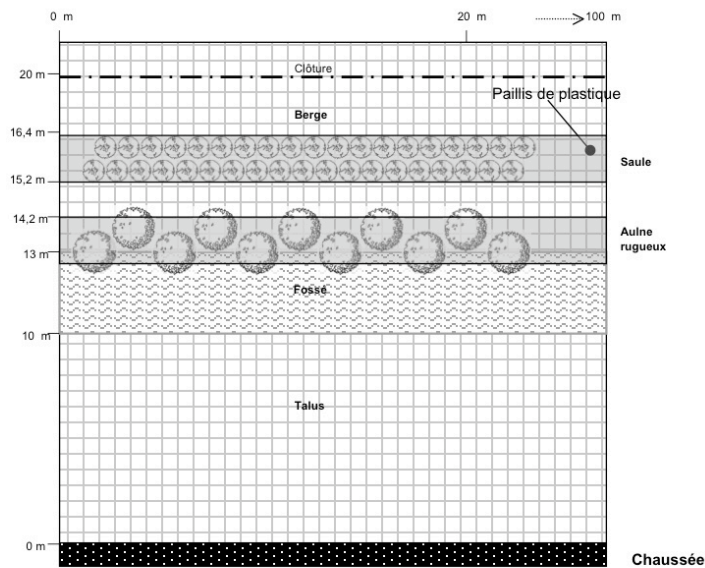
Annexe 2j Détails de plantation Z10

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z10

Mode C: Combinaison Aulne-Saule
Type: A_1R-S_1R

Alnus incana ssp. rugosa - Salix miyabaena

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

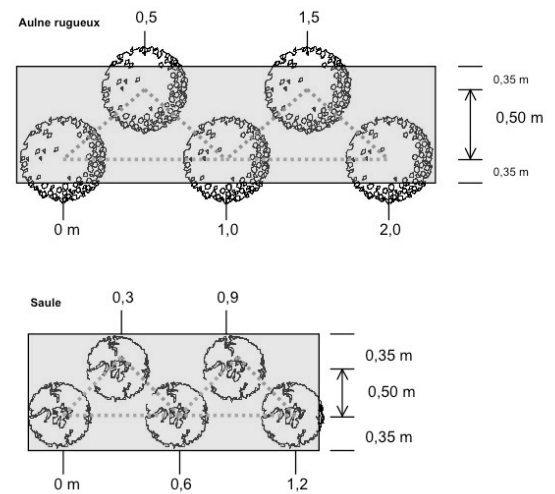


Mode C: combinaison 2 espèces - 1 rang saule et 1 rang de aulne sur paillis avec plants en quinconce

Aulne: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite du talus et du fossé
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

Schéma: Position des boutures et des plants sur le paillis



Saules: sous forme de boutures

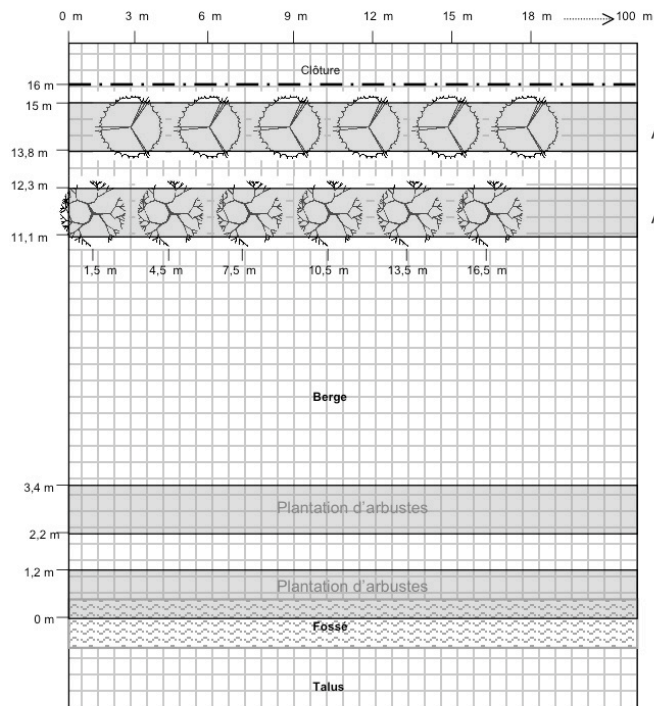
- Plantation à 1 mètre du rang d'aulne
- Boutures de 35 cm de longueur
- Plantation sur 1 rang de paillis de plastique de 100 m
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis (voir schéma) = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 2 rangs, n = 333

Annexe 2k Détails de plantation des arbres

Détails de plantation pour les espèces arborescentes

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

Haies: Espèces arborescentes - Croquis type pour la zone 2 avec 2 rangs



Arbres résineux

Arbres feuillus

Zones avec haies d'arbres: 2 rangs de paillis avec avec espèces arborescentes

3 zones de plantation

Combinaison d'espèces résineuses et feuillus

Zone 2: Épinette du Colorado - Peuplier deltoïdes

Espèce feuillus ou résineuse

Zone 7: Chêne rouge

Zone 8: Épinette du Colorado

Disposition de la plantation pour les zones 2

- Plantation sur 2 rang de paillis de plastique de 100 m
- Rang de résineux à 1 mètre de la clôture
- Espacement de 1 m entre les rangs de paillis
- Espacement entre les plants sur une rangée à tout les 3 mètres
- Les plants disposés en quinconce sur les 2 rangs
- Nombre totale de résineux sur un rang de paillis de 100m, $n = 34/\text{site}$
- Nombre totale de feuillus sur un rang de paillis de 100m, $n = 34 / \text{site}$

Disposition de la plantation pour les zones 7 et 8

- Idem mais élimination d'un rang sur le croquis en conservant celui adossé à la clôture

Annexe 3

Tableau A : Pentes observées pour chacune des zones de plantation

Profil n'est pas à l'échelle



Côté	Type de Plantation	Zones	Localisation de la mesure	Talus	Fossé	Bas berge	Berge
SUD	S1_3R	Z3	41+255 (L20)	16°		26° ^{0-L}	0°
			41+355 (L21)	8°		20° ^{0-C}	0°
	A2_1R-1R	Z4	40+655 (L15)	10°		20° ^{0-C}	0°
			40+755 (L16)	6°		24° ^{0-C}	0°
	A1_2R	Z6	38+845 (L28)	16°		26° ^{0-C}	0°
			38+945 (L29)	16°		28° ^{0-C}	0°
	S2_2R-1R	Z9	37+380 (L37)	12°		18° ^{0-C}	0°
			37+480 (L38)	8°		18° ^{0-C}	0°
	A_1R - S_1R	Z10	37+280 (L36)	6°		20° ^{0-C}	0°

Profil n'est pas à l'échelle



Côté	Type de Plantation	Zones	Localisation de la mesure	Berge	Bas berge	Fossé	Talus
NORD	S1_3R	Z1	41+255 (L3)	0°	24° ^{0-L}		4°
			41+355 (L2)	0°	26° ^{0-L}		10°
	A2_1R-1R	Z2	40+665 (L8)	0°	20° ^{0-L}		12°
			40+765 (L7)	0°	20° ^{0-C}		12°
	A1_2R	Z5	38+845 (L27)	0°	28° ^{0-C}		10°
			38+945 (L26)	0°	28° ^{0-C}		10°
	S2_2R-1R	Z7	37+380 (L34)	0°	0°		8°
			37+480 (L33)	0°	0°		10°
	A_1R - S_1R	Z8	37+280 (L35)	0°	0°		10°

 Localisation de la zone de plantation

Annexe 4

Tableau B: Estimation des distances linéaires selon les types de plantation

Plantation	Espèce	Type de plantation	Calcul des distances de linéaire	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_2R (Z5 et Z6)	2 rang = 200 m x 2 zones = 400 m	400 m
		A2_1R-1R (Z2 et Z4)	2 rangs = 200 m x 2 zones = 400 m	400 m
	Saule	S1_3R (Z1)	3 rangs = 300 m x 1 zone = 300 m	300 m
		S1_2R (Z3)	2 rangs = 200 m x 2 zones = 400 m	400 m
		S2_2R-1R (Z7 et Z9)	3 rangs = 300 m x 2 zones = 600 m	600 m
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R (Z8 et Z10)	2 rangs = 200 m x 2 zones = 400m	400 m
Sous-total :				
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z2)	2 rangs = 200m x 1 zone = 200m	200 m
		Arbres – 1 R (Z7 et Z8)	1 rang = 100 m x 2 zones = 200m	200 m
Total :				2900 m

Tableau C: Estimation des superficies traitées et rotocultées selon le type de plantation.

Plantation	Espèce	Scénario	Calcul des superficies traitées et rotocultées	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_2R (Z5 et Z6)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 2 zones = 1000 m ²	1000 m ²
		A2_1R-1R (Z2 et Z4)	2 rangs de part et d'autre du fossé 100 m x 5,0 m x 2 zones = 1000 m ²	1000 m ²
	Saule	S1_3R (Z1)	3 rangs sur un même côté 100 m x 7,5 m x 1 zone = 750 m ²	750 m ²
		S1_2R (Z3)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 1 zone = 500 m ²	500 m ²
		S2_2R-1R (Z7 et Z9)	2 rangs et 1 rang / de part et d'autre du fossé ((100 m x 5 m) + (100 x 2,5 m)) x 2 zones = 1500 m ²	1500 m ²
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R (Z8 et Z10)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 2 zones = 1000 m ²	1000 m ²
Sous-total :			5750 m ²	
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z2)	Deux rangées d'arbre pour 1 zone 100 m x 5 m x 1 zone = 500 m ²	1000 m ²
		Arbres – 1 R (Z7 et Z8)	Une rangée d'arbre : 2 côtés pour 2 zones 100 m x 2,5m x 2 zones = 500 m ²	
Total :			6750 m ²	

Annexe 5

Tableau D : Estimation des superficies d'ensemencement herbacé en marge du paillis

Plantation	Espèce	Type de plantation	Calcul des superficies ensemencées de trèfle blanc	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_2R (Z5 et Z6)	2 côtés/rang pour 2 rangs 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m	400 m ²
		A2_1R-1R (Z2 et Z4)	2 côtés/rang pour 2 rangs localisé de part et d'autre du fossé 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m	400 m ²
	Saule	S1_3R (Z3)	5 côtés pour 3 rangs sur un même côté 500 m x 0,5 m	250 m ²
		S2_2R-1R (Z7 et Z9)	2 côtés/rang pour 2 rangs et 1 rang de l'autre côté du fossé 600 m x 2 zones = 1200 m x 0,5 m	600 m ²
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R (Z10 et Z8)	2 côtés/rang pour 2 rangs sur un même côté 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m	400 m ²
Sous-total :				2050 m ²
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z2)	Deux rangées d'arbre : 2 côtés/rang pour 2 rangs 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m = 400 m ²	400 m ²
		Arbres – 1 R (Z7 et Z8)	Une rangée d'arbre : 2 côtés/rang 200 m x 2 zones = 400 m x 0,5 m = 200 m ²	200 m ²
		Sous-total :		600 m ²
		Total :		2650 m ²

Annexe 9 : Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 30, à Saint-Constant

Institut de recherche
en biologie végétale

IRBV

JARDIN BOTANIQUE
DE MONTRÉAL

Université 
de Montréal

Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun

**Protocole d'implantation de haies expérimentales
aux abords de l'autoroute 30, à Saint Constant**

Rapport préparé par
Patrick Boivin et Jacques Brisson

Préparé pour
Ministère des transports du Québec

Mai 2010

Institut de recherche en biologie végétale

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) est un centre de formation supérieure dont la mission porte sur la biologie des plantes dans tous ses aspects : fonctionnement, développement, évolution, écologie, etc. Issu d'un partenariat entre l'Université de Montréal et la Ville de Montréal, l'IRBV occupe des locaux modernes sur le site du Jardin botanique de Montréal. Il regroupe une quinzaine de chercheurs autonomes (professeurs au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal ou chercheurs à la Division de la recherche et du développement scientifique du Jardin botanique de Montréal) sans compter les nombreux assistants et chargés de recherche, étudiants à la maîtrise et au doctorat et chercheurs post-doctoraux. Les recherches sont de nature fondamentale et appliquée. Les chercheurs ont à leur disposition des laboratoires et des équipements scientifiques de pointe, en plus de serres expérimentales, de chambres de croissance, d'équipement de microscopie électronique et d'analyse d'image, de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens) et de 2 bibliothèques spécialisées en botanique.

Équipe de travail

PATRICK BOIVIN (M.Sc. Appliquées)	Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) Groupe PHRAGMITES
JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)	IRBV, Centre d'étude sur la forêt (CEF) Université de Montréal, Département des Sciences biologiques Groupe PHRAGMITES
YVES BÉDARD (M.Sc. Biologie)	Ministère des transports du Québec Service des inventaires et des plans
VINCENT BONNER (B.Sc. Biologie)	IRBV
KARINE DUBOIS (B. Sc. Biologie)	IRBV

Pour fins de citation :

Boivin, P. et J. Brisson. 2010. Plantation de haies arbustives pour contrer l'invasion par le roseau commun. Protocole d'implantation de haies expérimentales aux abords de l'autoroute 30, à Saint-Constant. Rapport préparé pour Ministère des transports du Québec. Université de Montréal, Montréal. 17 pages et annexes.

Table des matières

ÉQUIPE DE TRAVAIL.....	2
TABLE DES MATIÈRES	3
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES FIGURES.....	5
1 CONTEXTE.....	6
1.1 SITE EXPÉRIMENTAL	6
1.2 DISPOSITIFS DE PLANTATION.....	8
1.2.1 Arbustes	9
2 PRÉPARATION DE TERRAIN.....	12
2.1 APPLICATION D'UN HERBICIDE	12
2.2 TRAVAIL DU SOL	13
2.3 AMENDEMENT DU SOL	14
3 INSTALLATION DU PAILLIS DE PLASTIQUE.....	14
4 PLANTATION	15
4.1 PLANTATION DE PLANTS EN MULTICAVITÉS	15
4.2 PLANTATION SOUS FORME DE BOUTURE	15
4.3 LE CHOIX DES ESPÈCES ARBUSTIVES ET ARBORESCENTES PLANTÉES	15
4.3.1 Arbustes	15
4.4 DISPONIBILITÉ DES ESPÈCES PLANTÉES	16
4.5 CONSERVATION DES ESPÈCES PLANTÉES	16
5 ENTRETIEN	16
6 ESTIMATION DES COÛTS	17
6.1 ÉVALUATION DES COÛTS ASSOCIÉS À LA PRÉPARATION DE TERRAIN ET L'INSTALLATION DU PAILLIS DE PLASTIQUE	17
6.2 ÉVALUATION DES COÛTS RELATIFS À LA PLANTATION DES ESPÈCES ARBUSTIVES ET ARBORESCENTES	17
ANNEXE 1A PLAN DE LOCALISATION : Z1-Z6.....	19
ANNEXE 1B PLAN DE LOCALISATION : Z2 ET Z7	20
ANNEXE 1C PLAN DE LOCALISATION : Z8-Z10.....	21

ANNEXE 1D	PLAN DE LOCALISATION : Z4.....	22
ANNEXE 1E	PLAN DE LOCALISATION : Z5 ET Z9.....	23
ANNEXE 1F	PLAN DE LOCALISATION : Z10	24
ANNEXE 2A	DÉTAILS DE PLANTATION Z1.....	25
ANNEXE 2B	DÉTAILS DE PLANTATION Z2	26
ANNEXE 2C	DÉTAILS DE PLANTATION Z3.....	27
ANNEXE 2D	DÉTAILS DE PLANTATION Z4.....	28
ANNEXE 2E	DÉTAILS DE PLANTATION Z5	29
ANNEXE 2F	DÉTAILS DE PLANTATION Z6	30
ANNEXE 2G	DÉTAILS DE PLANTATION Z7.....	31
ANNEXE 2H	DÉTAILS DE PLANTATION Z8.....	32
ANNEXE 2I	DÉTAILS DE PLANTATION Z9	33
ANNEXE 2J	DÉTAILS DE PLANTATION Z10.....	34
ANNEXE 3		35
ANNEXE 4		36
ANNEXE 5		37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Localisation des types de plantation d'arbustes et d'arbres..	8
Tableau 2 : Localisation des interventions et largeur de terrain à traiter puis à préparer. .	12
Tableau 3 : Estimation des coûts associés à la mise en place du paillis de plastique....	17
Tableau 4 : Estimation des coûts pour l'achat et la plantation des espèces arbustives et arborescentes. .	18
Tableau A : Pentés observées pour chacune des zones de plantation.....	Annexe 3
Tableau B : Estimation des distances linéaires selon les types de plantation.....	Annexe 4
Tableau C : Estimation des superficies traitées et rotocultées selon le type de plantation.....	Annexe 4
Tableau D : Estimation des superficies d'ensemencement herbacé en marge du paillis.....	Annexe 5

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de l'envahissement du roseau commun et des zones de plantation sur le site Lachute	7
Figure 2 : Profil des différentes zones généralement observées en bordure du réseau autoroutier.	9
Figure 3a : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté nord de l'autoroute 30..	10
Figure 3b : Coupes transversales des zones de plantation sur le côté sud de l'autoroute 30.	11

1 Contexte

Le protocole proposé dans le présent rapport s'inscrit dans une série de projets qui ont pour objectif de tester l'efficacité d'espèces arbustives comme remparts à la propagation du roseau le long et hors des emprises.

Lors de cette première étape, nous proposons l'implantation de deux espèces arbustives (aulne rugueux et saule miyabeana) sur une distance totale de 1000 mètres, avec un ou deux rangs d'arbustes, et avec ou sans rangée d'arbres, selon six différents scénarios arbustifs bien précis. Cette approche permettra au fil du temps de vérifier avec rigueur l'efficacité des scénarios proposés à contrer la propagation du roseau commun.

1.1 Site expérimental

Le site sélectionné est aux abords de l'autoroute 30 dans la région de Saint-Constant. Ce site a été retenu puisqu'il s'agit d'un tronçon d'autoroute nouvellement construit qui présente peu de colonies de roseau commun dans les limites de l'emprise. Cette situation réduit la nécessité des interventions d'élimination du roseau lors des travaux de préparation de terrain. Toutefois, en marge de ce tronçon, le milieu avoisinant qui est marqué par l'activité agricole comporte de nombreux fossés de drainage et quelques cours d'eau colonisés à divers degrés par le roseau commun. Ces communautés sont situées généralement dans le milieu avoisinant l'emprise autoroutière (moins de 500 mètres) alors que quelques une colonisent directement la marge de certains fossés du côté sud de l'emprise (figure 1). Ces sources de semences disposées à proximité des nouveaux fossés autoroutiers laissent présager une invasion future de ce tronçon.

Plus précisément, le projet de plantation concernera dix zones (tableau 1) qui se distribuent de part et d'autres du tronçon d'autoroute, entre le chaînage 3+590 et 4+820 (Z1 à Z10). Chacune des zones de plantation possède une longueur de 100 mètres. Différents modes de plantation (un ou plusieurs rangs d'arbustes) seront appliqués selon la largeur et la pente associées à la berge, le fossé et le talus. Les différentes zones de plantation sont implantées au nord et au sud de l'autoroute et localisés sur la base du chaînage établi au cours de la construction de ce tronçon (plan de localisation, annexe 1a à 1c). Juxtaposées à ces zones de plantation sont intercalées des zones témoins à l'intérieur desquelles il n'y a pas interventions.

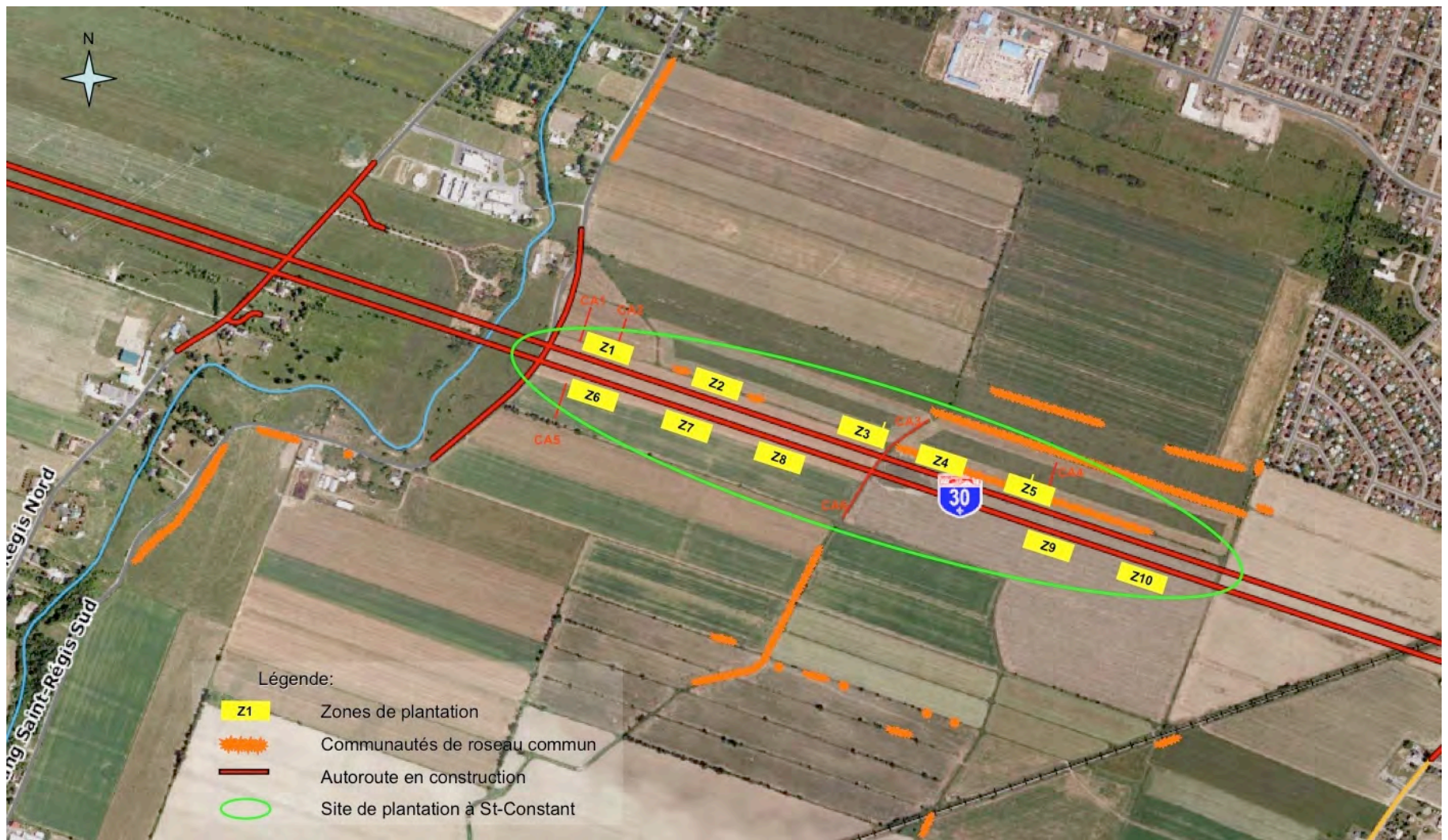


Figure 1: Situation géographique de l'envahissement du roseau commun et des zones de plantation sur le site Saint-Constant.

Tableau 1: Localisation des types de plantation d'arbustes et d'arbres.

Côté	Zones	Localisation Chaînage (m)	Mode ¹	Type	Rempart Arbustes	Présence Arbres
Nord	Z1	3+590	B	S2_1R-2R	saule	N.A.
	Z2	3+690	B	A2_1R-1R	aulne	N.A.
		3+820				
	Z3	3+920	A	S1_3R	aulne	N.A.
		4+140				
	Z4	4+240	B	A1_2R	saule	N.A.
		4+250				
	Z5	4+350	C	A_1R - S_1R	aulne-saule	N.A.
		4+450				
		4+550				
Sud	Z6	3+590	B	S2_2R-1R	saule	N.A.
	Z7	3+690	B	A2_1R-1R	aulne	N.A.
		3+790				
	Z8	3+890	A	A1_2R	aulne	N.A.
		3+990				
	Z9	4+090	B	S1_2R	saule	N.A.
		4+520				
	Z10	4+620	C	A_1R - S_1R	aulne-saule	N.A.
		4+720				
		4+820				

¹ Mode de plantation A = plantation d'un seul côté du fossé; B = plantation des deux côtés du fossé; C = plantation avec combinaison des deux espèces d'un seul côté du fossé.

1.2 Dispositifs de plantation

Selon la terminologie du Ministère du transport, l'emprise autoroutière qui borde la chaussée est caractérisée par l'accotement, le talus, le fossé et la berge (figure 2). Pour faciliter la localisation des interventions associées au dispositif de plantation, nous référerons aux zones telles que définies par le ministère. La berge est une portion de l'emprise d'autoroute généralement utilisée comme zone de plantation par le Ministère du transport. Dans le cadre de ce projet expérimental, la portion la plus basse du talus pourra également constituer une zone de plantation lorsque le talus est suffisamment large.

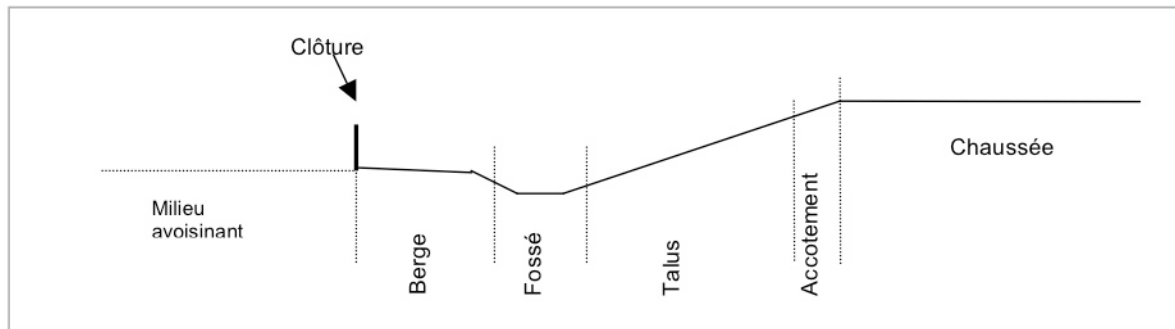


Figure 2 : Profil des différentes zones généralement observées en bordure du réseau autoroutier.

Les plantations arbustives sur l'autoroute 30 seront réalisées selon 3 modes de plantation. Le mode A correspond aux plantations où nous implantons une seule espèce d'arbuste au niveau de la berge. Pour le mode B, une seule espèce est implantée de part et d'autre du fossé, soit sur la berge et le talus. Enfin, le mode C combine la plantation de deux espèces sur un seul côté du fossé (figure 3a et 3b).

Soulignons que la disposition des arbustes sur chacune des zones, qui caractérisent la bordure autoroutière, a été établie afin qu'elle n'entre pas en conflit avec les activités agricoles adjacentes. Toutes les zones de plantation sont constituées d'un rempart arbustif en marge du fossé (tableau 1).

1.2.1 Arbustes

Sur chacune des zones de plantation, les espèces arbustives seront plantées en quinconce sur le paillis de plastique de manière à augmenter le nombre d'individus au mètre linéaire tout en réduisant la compétition entre les individus (voir détail de plantation à l'annexe 2a-2j). Les différents modes de plantation proposés font varier la quantité d'arbustes plantés en fonction du nombre de rangs.

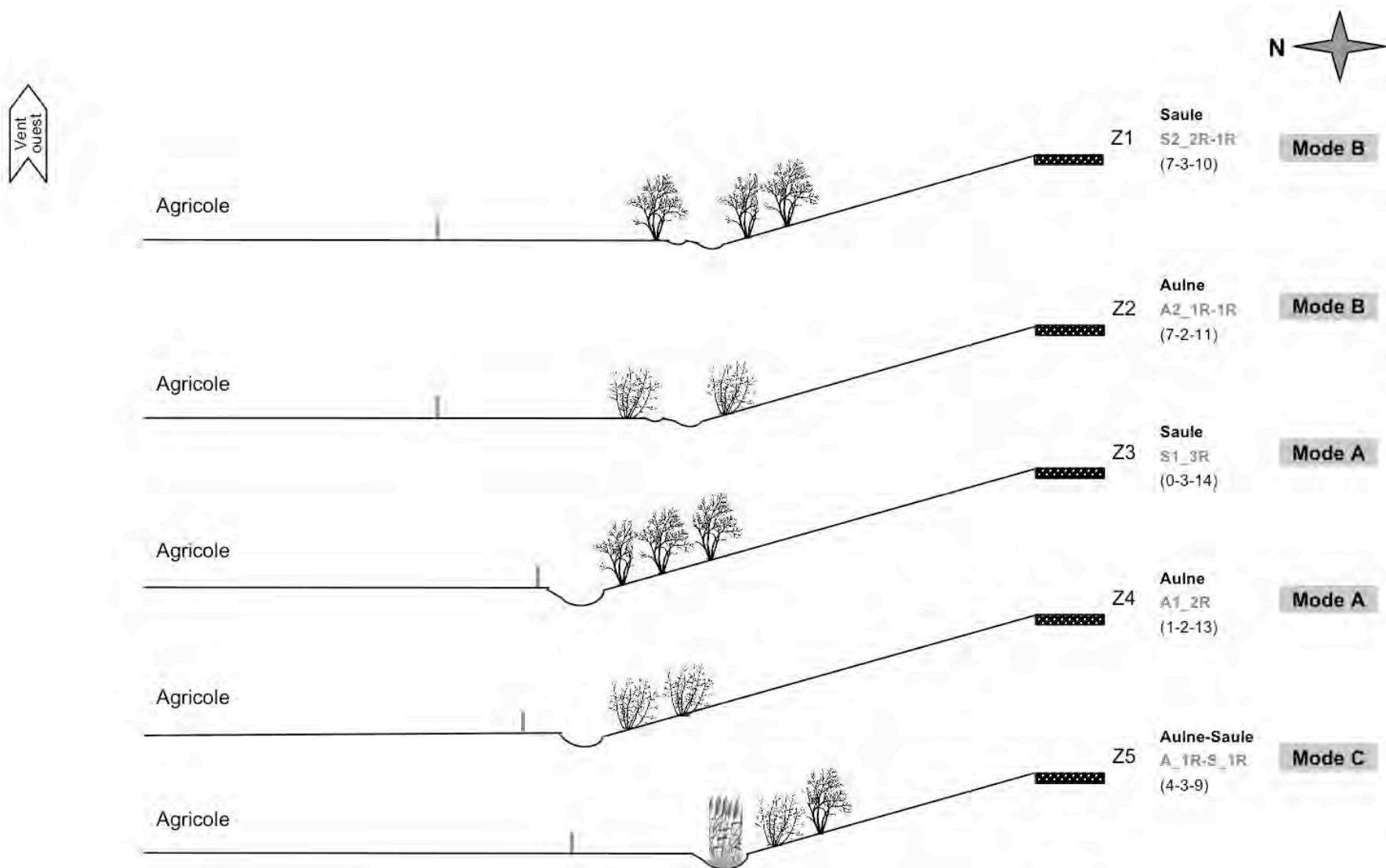


Figure 3a : Coupe transversale des zones de plantation sur le côté nord de l'autoroute 30.

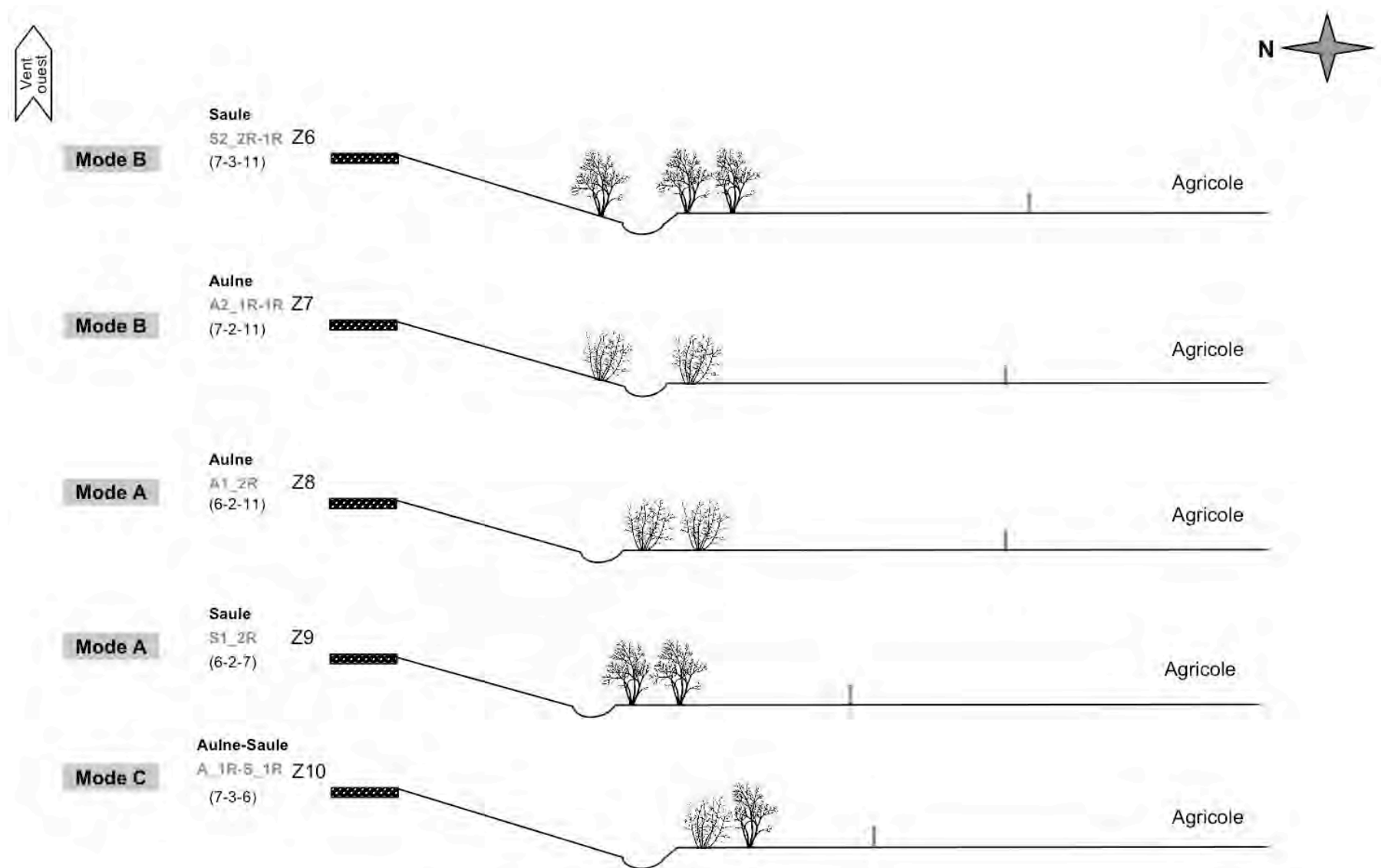


Figure 3b : Coupes transversales des zones de plantation sur le côté sud de l'autoroute 30.

2 Préparation de terrain

Les abords autoroutiers sont souvent des milieux artificialisés qui ont été créés au moment de la construction de l'autoroute. Les sols qu'on y retrouve proviennent généralement de déblais qui avec le temps finissent par se compacter. Les contaminants toxiques provenant de la circulation s'y déposent et s'accumulent. Selon les sites de plantation identifiés, la nature du sol nécessitera différents types d'intervention de préparation de terrain et les modes de contrôle de la compétition herbacée seront déterminants pour un établissement adéquat des espèces.

Dans le cadre du projet de l'autoroute 30, la nature du sol, l'établissement relativement récent d'une couverture herbacée et une intervention printanière impliqueront l'application des étapes de préparation de terrain décrites ci-dessous.

2.1 Application d'un herbicide

Dans une situation où il n'est pas possible de préparer le terrain l'année qui précède la plantation, un herbicide systémique (type glyphosate) devra être pulvérisé au printemps lors de l'émergence des semis herbacés. Soulignons que l'applicateur d'herbicide doit être pourvu de barrière latérale afin de limiter la dérive vers le fossé.

Tableau 2: Localisation des interventions et largeur de terrain à traiter puis à préparer.

Côté	Zones	Mode	Type	Localisation De l'intervention	Nombre rang de paillis	Traitée Préparée (m)	Plantation
Nord	Z1	A	S1_3R	Talus	3	7,5	Saule
	Z2	B	A2_1R-1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Talus	1	2,5	Aulne
				Berge (clôture)	2	5	Peuplier-Épinette
	Z5	A	A1_2R	Talus	2	5	Aulne
	Z7	B	S2_2R-1R	Berge	1	2,5	Saule
				Talus	2	5	Saule
				Berge (clôture)	2	2,5	Chêne
Sud	Z8	C	A_1R - S_1R	Berge	2	5	Aulne-Saule
				Berge (clôture)	1	2,5	Épinette
	Z3	A	S1_2R	Berge	2	5	Saule
	Z4	B	A2_1R-1R	Berge	1	2,5	Aulne
				Talus	1	2,5	Aulne
	Z6	A	A1_2R	Berge	2	5	Aulne
	Z9	B	S2_2R-1R	Berge	2	5	Saule
				Talus	1	2,5	Saule
	Z10	C	A_1R - S_1R	Berge	2	5	Aulne-Saule

De plus, la largeur d'application devra se limiter à 2,5 mètres pour les zones de plantation associées à un seul rang de paillis alors que pour ceux qui sont associés à 2 rangs de paillis consécutifs, la zone d'application devra couvrir 5 mètres (tableau 2). Cela permettra de réduire au minimum le sol perturbé en marge du paillis et diminuera par conséquent les risques d'érosion.

Selon l'espèce utilisée et le mode de plantation choisi, la zone de plantation peut être traitée sur une largeur différente. Par exemple, pour l'aulne rugueux implanté en mode A, les plantations seront effectuées dans la partie la plus basse du talus ou de la berge (tableau 2). Cette zone devra être traitée sur une largeur de 5 mètres pour deux rangs (zone 4 et 5) alors que pour le saule de miyabeana en mode A, le traitement se fera sur une largeur 7,5 mètres pour 3 rangs consécutifs (zone 3).

Avant d'amorcer le travail du sol, une période de 7 à 10 jours sera nécessaire pour que la végétation indésirable ait absorbé suffisamment de produit herbicide pour entraîner une mortalité des semis.

2.2 Travail du sol

Suite à la période de traitement herbicide, la surface du couvert végétal traité doit être travaillé en deux étapes. Une première étape nécessitera que le sol soit travaillé au moyen d'une herse à disque, d'un cultivateur ou d'un vibroculteur afin de l'ameublir en profondeur et briser les mottes de terre. Pour la deuxième étape, visant à faciliter l'installation du paillis de plastique, le sol devra être travaillé au moyen d'un rotoculteur afin d'avoir une texture fine à une profondeur de 25 cm. Les largeurs à respecter pour le travail du sol correspondent à celles ayant été traitées préalablement et qui figurent au tableau 2.

Quelques portions du talus associées à certaines zones de plantation peuvent présenter des pentes plus abruptes (annexe 3, tableau A). Le travail du sol sur ces secteurs peut impliquer l'adaptation de la machinerie au terrain en procédant par exemple au dégonflement partiel des pneus sur un côté de la machinerie.

2.3 Amendement du sol

Pour favoriser l'enracinement, un engrais phosphaté devra être incorporé au sol sur la zone de plantation de 1,2 mètre (48 pouces) associée au paillis de plastique renchaussé. Si le sol manque de matière organique, l'amendement du sol devra également comprendre l'incorporation de la mousse de tourbe au moyen d'un rotoculteur.

3 Installation du paillis de plastique

Nous recommandons l'installation d'un paillis de plastique noir puisqu'en éliminant les mauvaises herbes et en réchauffant le sol, il assure une meilleure croissance des plants tout en facilitant l'entretien des végétaux. La pose du paillis de plastique s'effectue lorsque le sol est bien meuble. Le film de plastique noir et imperméable utilisé possède une épaisseur de 0,07 mm (2,3 millièmes de pouce) et une largeur de 150 cm (60 pouces). Le paillis de plastique doit être résistant aux ultraviolets afin d'en ralentir la dégradation occasionnée par les rayons solaires, ce qui lui assure une longévité de plus de 5 ans. Avant d'étendre le paillis, les débris (grosses roches, souches, etc.) doivent être enlevés pour éviter qu'il se perfore. L'installation s'effectue à l'aide d'une dérouleuse mécanique entraînée par un tracteur et est réalisée immédiatement après la préparation finale du sol. Lorsque le paillis est étendu et renchaussé, il est recommandé de compacter le sol en marge du paillis à l'aide des roues d'un véhicule tout terrain (VTT).

Pour éviter l'érosion du sol à nu en marge du paillis, il est important de procéder à l'ensemencement d'un couvert herbacé qui s'établira rapidement, comme du trèfle rampant, et procurera une couverture basse et durable. L'ensemencement se fera sur une largeur de 50 cm de part et d'autre du paillis.

4 Plantation

La plantation s'effectue au printemps afin de bénéficier des pluies printanières qui favorisent l'établissement des arbustes plantés, notamment s'il s'agit de plantation sous forme de boutures. Qu'il s'agisse d'arbustes sous forme de plants ou de boutures, le paillis de plastique sera perforé. La perforation doit être faite en forme de « T » et suffisamment grande pour éviter que le plastique ne frotte contre le plant ou cause un étranglement au collet à moyen terme, notamment pour les boutures.

4.1 Plantation de plants en multicavités

Les arbustes proviendront de plants produits en multicavités de type 45-110. Ce format est constitué généralement de 45 cavités dont la dimension est de 3,8 cm de diamètre par 12 cm de hauteur pour un volume de 110 ml chacune. Le choix de ces formats s'appuie sur les avantages suivants : sa facilité de manutention, son coût modique et son excellente capacité de reprise.

4.2 Plantation sous forme de bouture

Les boutures devront être faites à partir de jeunes plançons âgés de 1 an et avoir un diamètre minimum de 10 mm ainsi qu'une longueur 30 cm afin qu'elles puissent être enfoncées à une profondeur de 20 cm pour qu'environ 10 cm de tige dépasse du sol. Cela permettra de produire des rejets plus haut sur la tige qui seront moins affectés par le frottement du plastique.

4.3 Le choix des espèces arbustives et arborescentes plantées

4.3.1 Arbustes

L'aulne rugueux (*Alnus incana* ssp. *rugosa*) et le saule miyabeana (*Salix miyabeana*) sont les espèces arbustives qui seront plantées en marge du fossé. Ces espèces ont été sélectionnées puisqu'ils répondent aux critères suivants :

- Capable d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres,
- Tolérance à l'humidité ou une permanence d'eau au printemps,
- Capacité de faire des rejets,

- Tolérance au sel variant de moyenne à élevée,
- Croissance rapide.

L'aulne rugueux sera planté sous forme de plants (45-110) alors que le saule miyabeana sera planté sous forme de bouture.

4.4 Disponibilité des espèces plantées

Pour s'assurer que les espèces soient disponibles au printemps, le MTQ procédera à la mise en réserve de stock l'année qui précède la plantation. Une inspection de la qualité des plants et des boutures devra être effectuée au préalable par le ministère.

4.5 Conservation des espèces plantées

Si un délai de plantation nécessitait que les espèces à planter soient conservées pendant quelques jours, les plants en multicavités devront être arrosés et conservés dans un endroit approprié afin d'éviter une exposition prolongée au soleil. Concernant les boîtes de bouture, celles-ci devront être conservées dans un endroit frais, sans lumière, pour 1 ou 2 jours, ou pour quelques jours dans un endroit réfrigéré à 4° C.

5 Entretien

Le paillis de plastique protège efficacement les semis d'arbres et d'arbustes contre les mauvaises herbes en empêchant leur germination. Ainsi, il permet de retarder et limiter considérablement les travaux d'entretien associés au désherbage. De plus, l'ensemencement de trèfle rampant en marge du paillis permettra de revégétaliser rapidement le sol mis à nu et limiter l'établissement d'espèces envahissantes.

6 Estimation des coûts

Les estimations des coûts ont été établies à titre indicatif afin de donner un ordre de grandeur du coût du projet suite à l'application des mesures de mise en place énumérées précédemment.

6.1 Évaluation des coûts associés à la préparation de terrain et l'installation du paillis de plastique

Tel que décrit à la section portant sur les travaux de préparation de terrain, la mise en place du paillis de plastique nécessite plusieurs étapes. Selon le type de plantation, qui nécessite l'installation d'un, deux ou trois rangs de paillis de plastiques, les distances linéaires (annexe 4, tableau B) à parcourir, les surfaces à préparer (annexe 4, tableau C) et à ensemençer (annexe 5, tableau D) vont varier et entraîner des coûts de réalisation différents (tableau 4).

Tableau 4: Estimation des coûts associés à la mise en place du paillis de plastique.

Description de l'étape	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût total
Application d'un herbicide lors de l'émergence de semis herbacés	mètre carré	6750	0,60 ?	4050 \$
Travail du sol (herse à disque ou cultivateur ou vibroculteur)	mètre linéaire	2900	0,95 ?	2755 \$
Épandage d'engrais phosphaté	mètre linéaire	2900	0,60 ?	1740 \$
Travail superficiel du sol avec rotoculteur juste avant la pose du paillis.	mètre linéaire	2900	0,95	2755 \$
Fourniture, pose et perforation du paillis de plastique	mètre linéaire	2900	3,00	8700 \$
Compaction des bords du paillis de plastique par le passage d'un VTT	mètre linéaire	2900	0,20	580 \$
Ensemencement de trèfle blanc sur 50 cm de chaque côté du paillis	mètre carré	2450	0,50	1225 \$
Total :				21 805 \$

6.2 Évaluation des coûts relatifs à la plantation des espèces arbustives et arborescentes

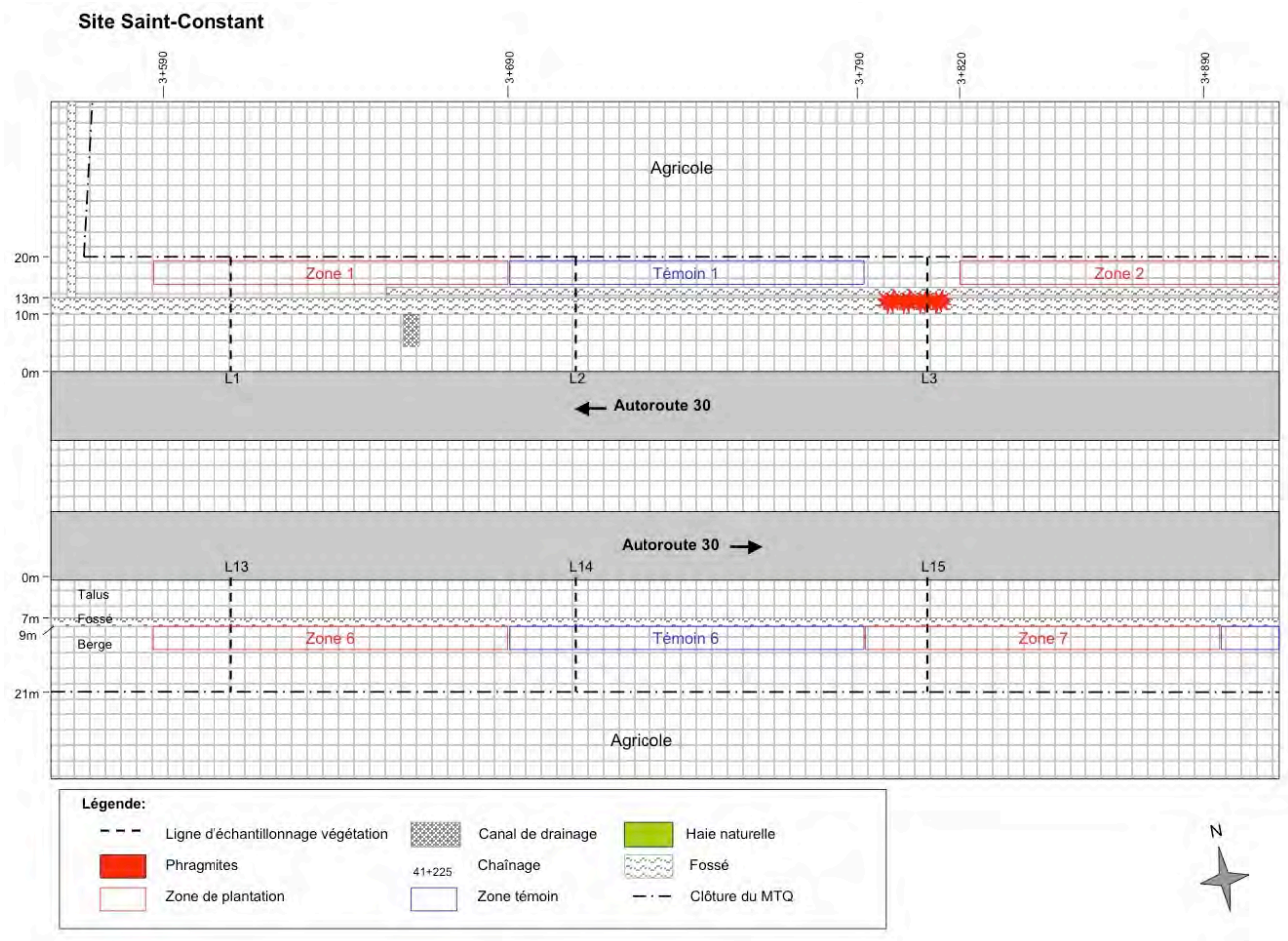
L'aulne rugueux sera planté sous forme de plants (45-110) alors que le saule miyabeana sera planté sous forme de bouture (30 cm). Selon les différents types de plantation présentés au tableau 5, le nombre total d'aulnes et de saules sont respectivement 2000 et 4332.

Tableau 5: Estimation des coûts pour l'achat et la plantation des arbustes et des arbres.

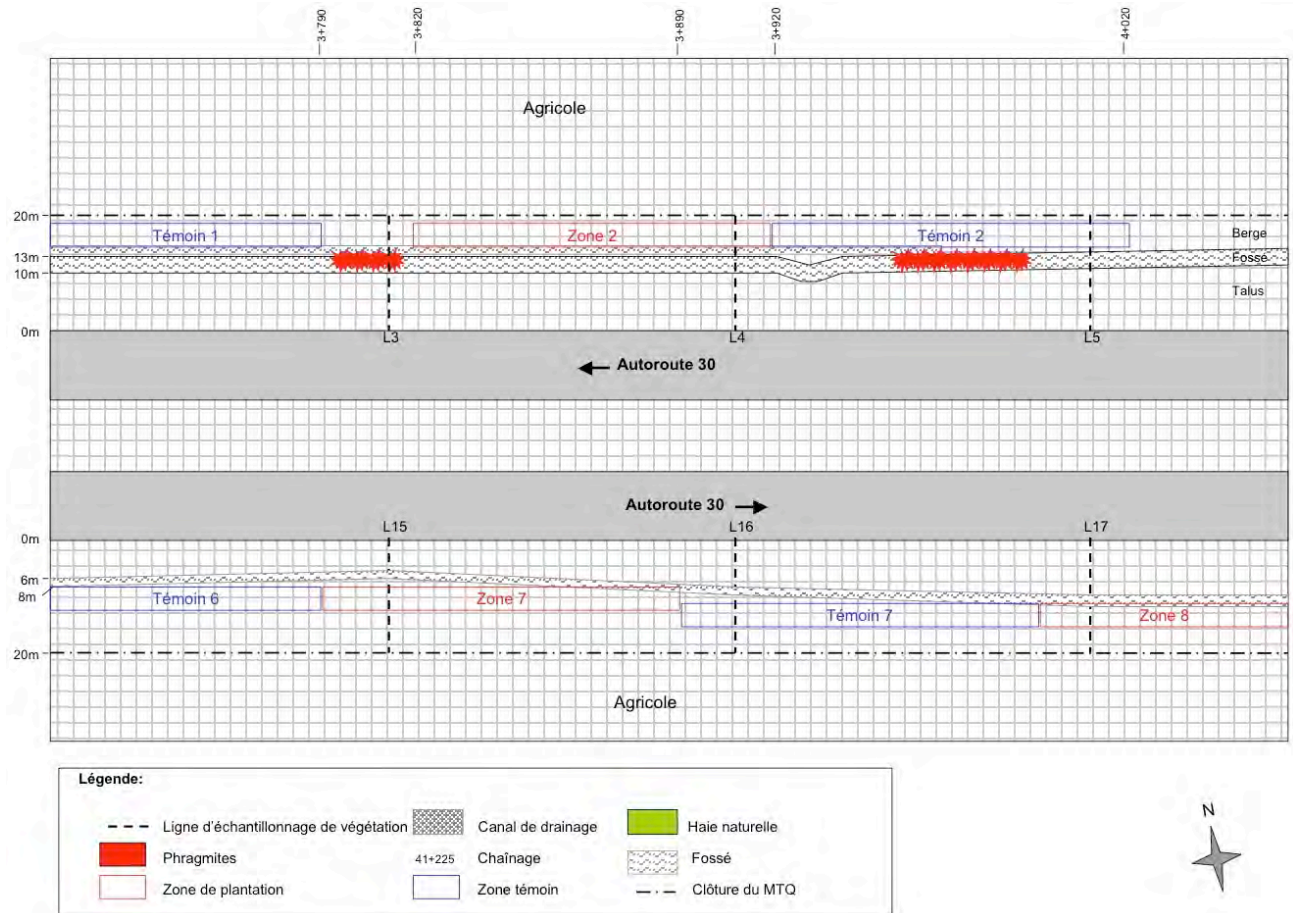
Localisation (m)	Zones	Type de plantation	Espèce arbustives	Nombre	Coût*	Espèces arborescentes	Nombre	Coût*
NORD	Z1	S1_3R	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	N.A.		
	Z2	A2_1R-1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	<i>Picea pungens</i> <i>Populus deltoïdes</i>	34 34	238 \$ 238 \$
	Z5	A1_2R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.		
	Z7	S2_2R-1R	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	<i>Quercus rubra</i>	34	238 \$
	Z8	A_1R - S_1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i> <i>Salix miyabeana</i>	200 333	1400 \$ 666 \$	<i>Picea pungens</i>	34	238 \$
SUD	Z3	S1_2R	<i>Salix miyabeana</i>	666	1332 \$	N.A.	0	
	Z4	A2_1R-1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.	0	
	Z6	A1_2R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	400	2800 \$	N.A.		
	Z9	S2_2R-1R	<i>Salix miyabeana</i>	1000	2000 \$	N.A.	0	
	Z10	A_1R - S_1R	<i>Alnus incana ssp. rugosa</i> <i>Salix miyabeana</i>	200 333	1400 \$ 666 \$	N.A.	0	
				Sous-total :	22 664 \$		Sous-total :	952 \$
							Total :	23 616 \$

* Le coût des plants, boutures et plançon inclus le transport et la main d'œuvre.

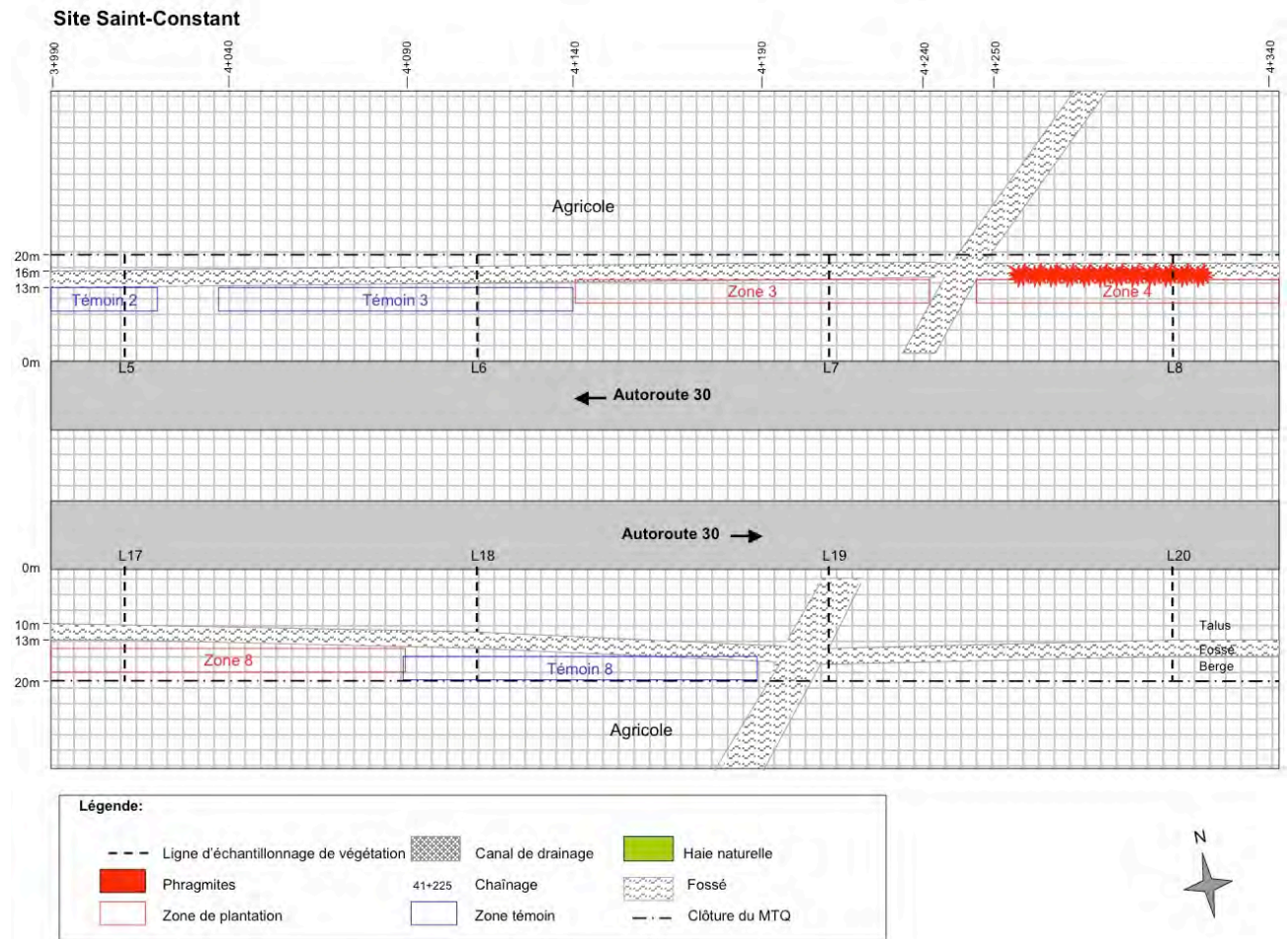
Annexe 1a Plan de localisation : Z1-Z6



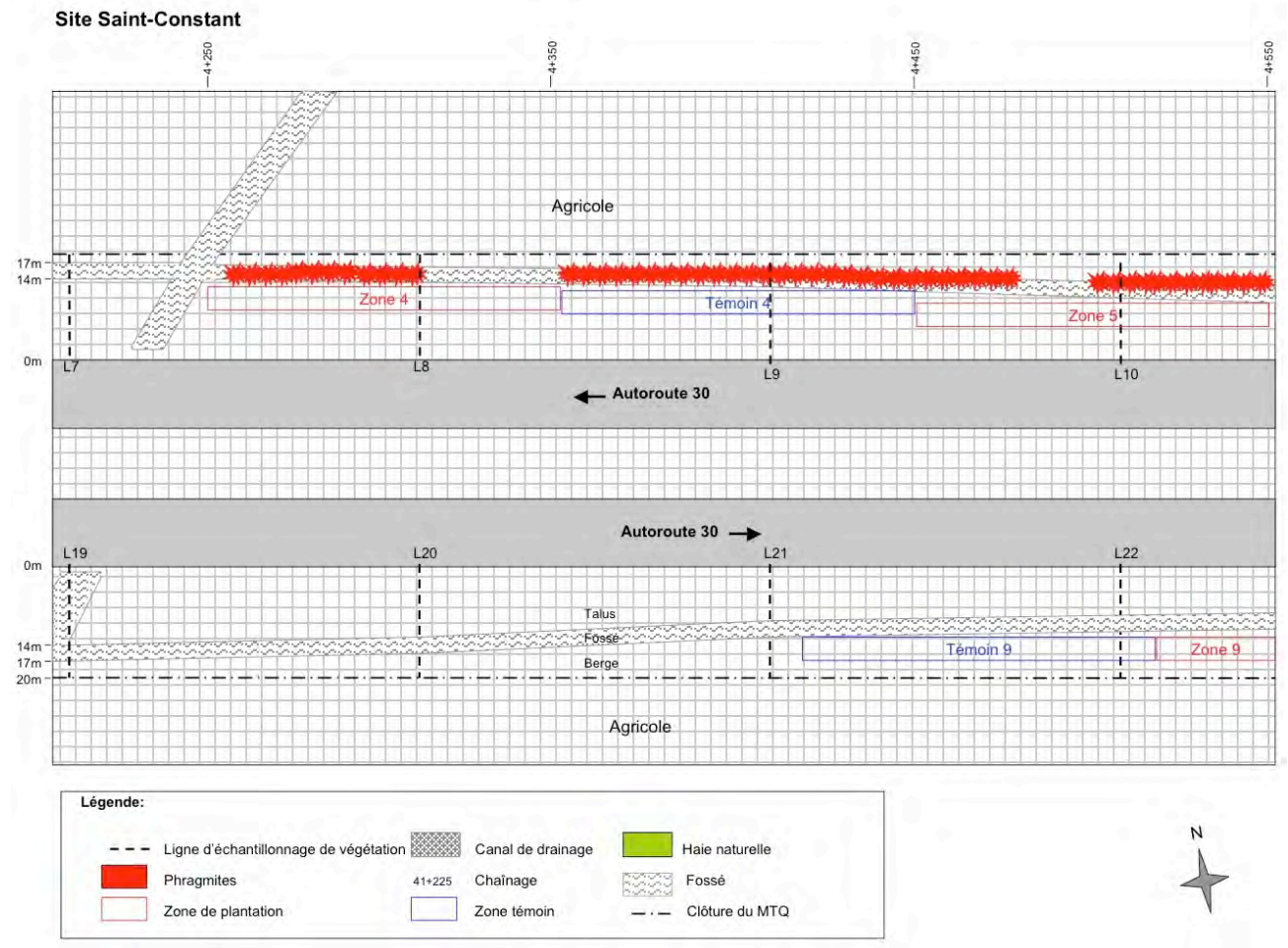
Annexe 1b Plan de localisation : Z2 et Z7



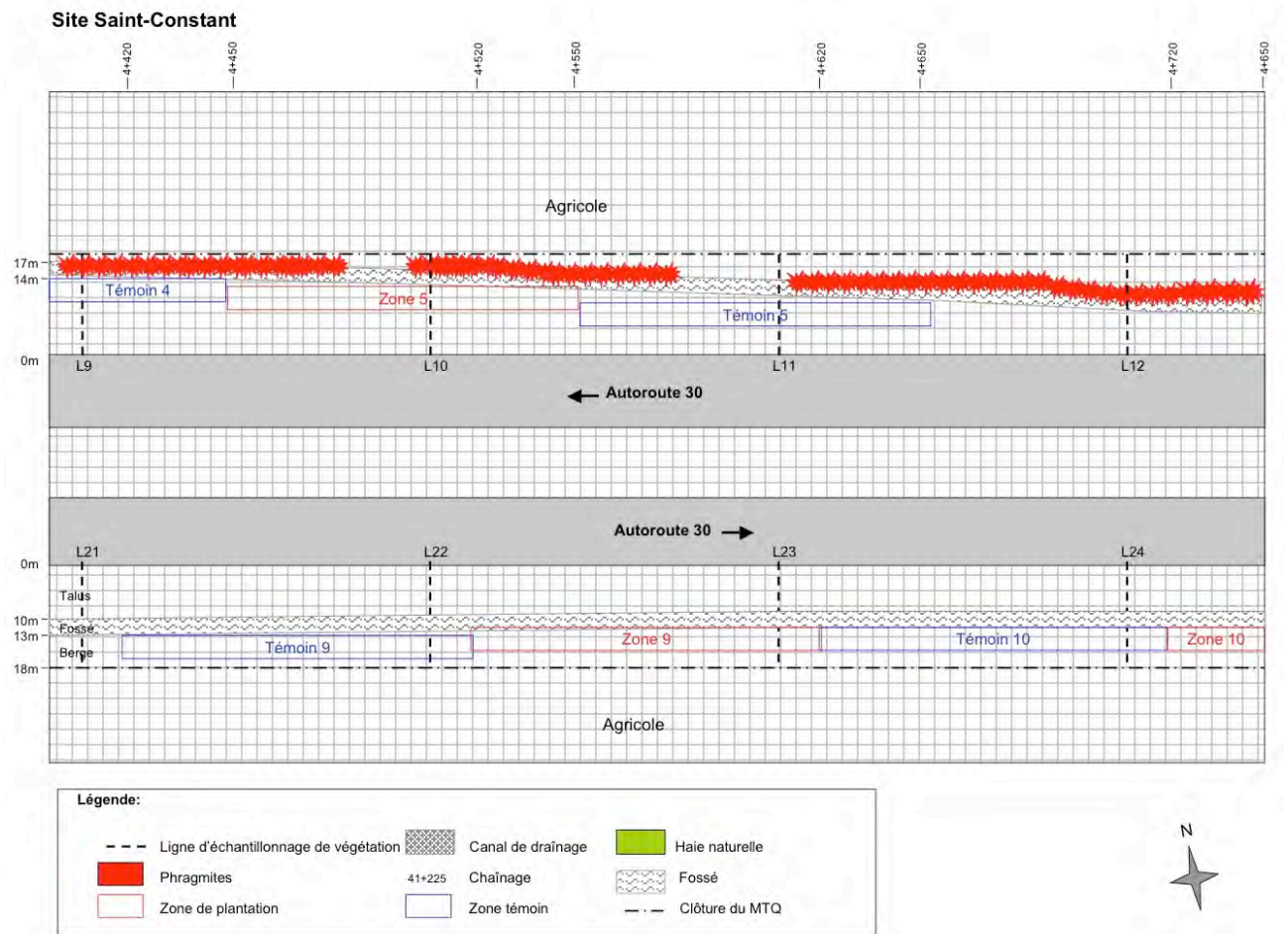
Annexe 1c Plan de localisation : Z8-Z10



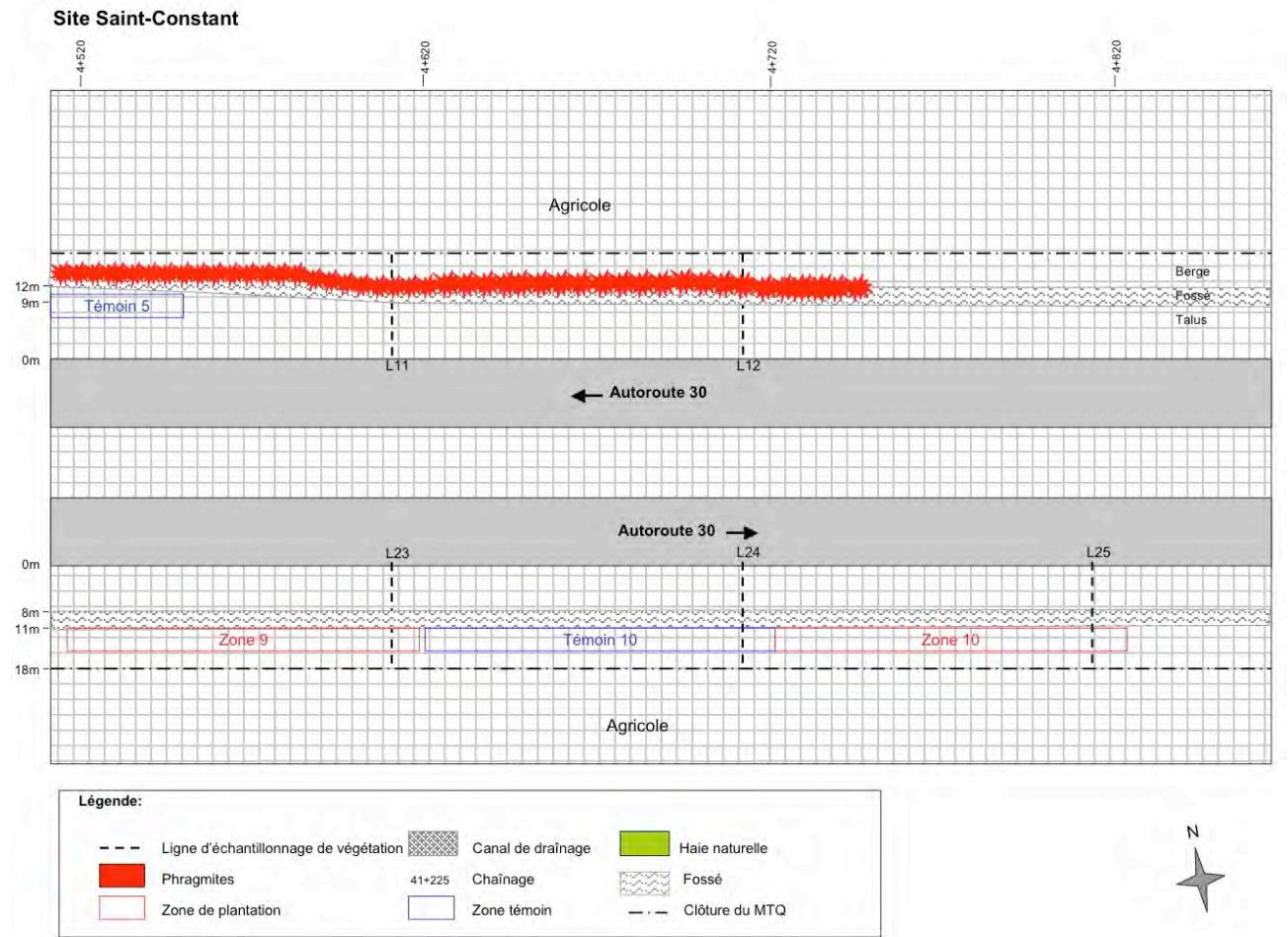
Annexe 1d Plan de localisation : Z4



Annexe 1e Plan de localisation : Z5 et Z9



Annexe 1f Plan de localisation : Z10

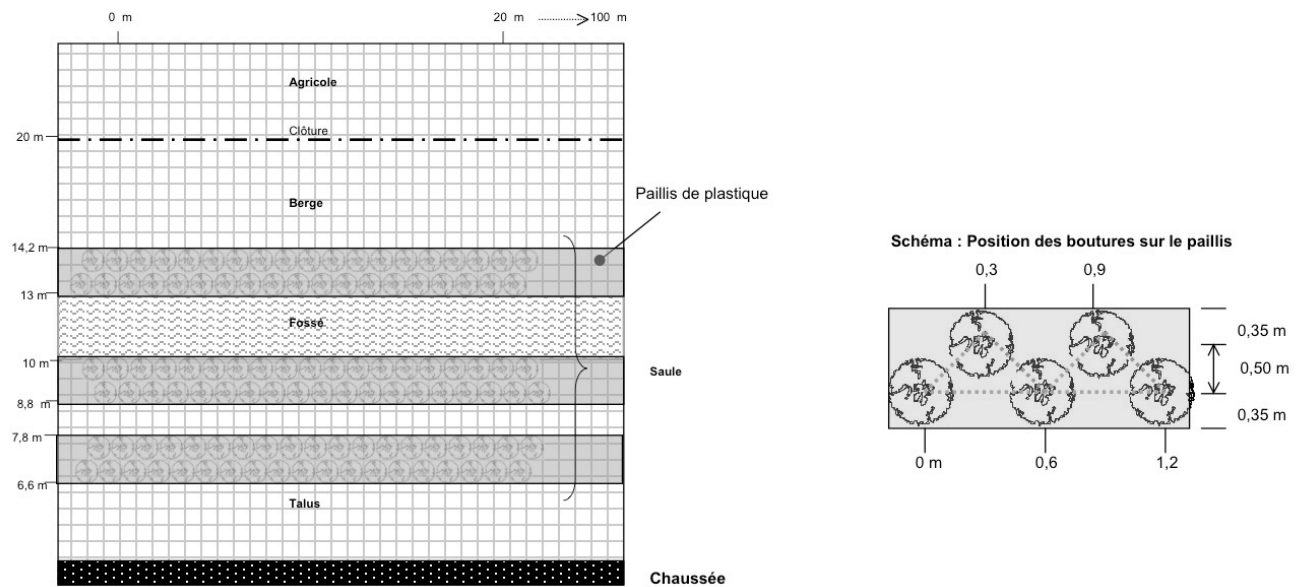


Annexe 2a Détails de plantation Z1

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z1

Mode B. Espèce saule Type: S2_2R-1R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle



Mode B: Saule miyabeana – 3 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec boutures en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

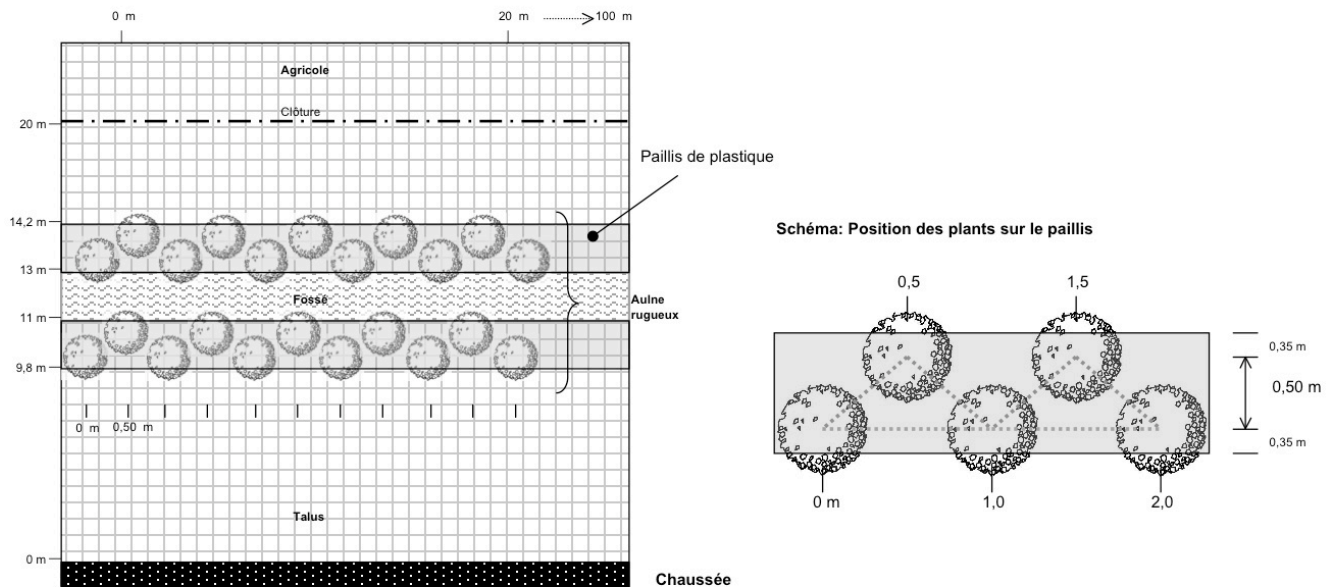
- Boutures de 30 cm de longueur
- Plantation sur paillis de plastique sur 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (1 rangs de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (2 rang de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis sur la berge = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,50 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, n = 1000

Annexe 2b Détails de plantation Z2

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z2

Mode B: Espèce aulne Type: A2_1R-1R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle



Mode B: Aulne rugueux – 2 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec des plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé (1 rang) ainsi que du talus et du fossé (1 rang)
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis= 0,50 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2c Détails de plantation Z3

Détails de plantation arbustive pour les zones: Z3

Mode A. Espèce saule Type: S1_3R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

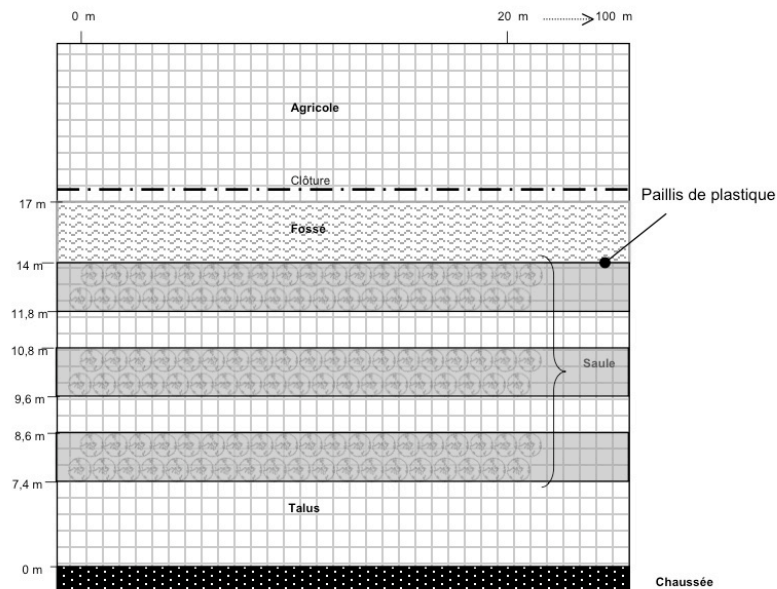
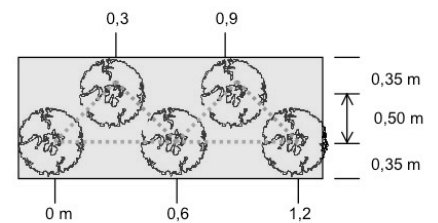


Schéma: Position des boutures sur le paillis



Mode A: Saule miyabeana – 3 rangs de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 30 cm de longueur
- Plantation sur 3 rang de paillis de plastique de 100 m
- Plantation à la limite du talus et du fossé (3 rangs de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, n = 1000

Annexe 2d Détails de plantation Z4

Détails de plantation arbustive pour les zones: Z4

Mode A. Espèce Aulne Type: A1_2R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

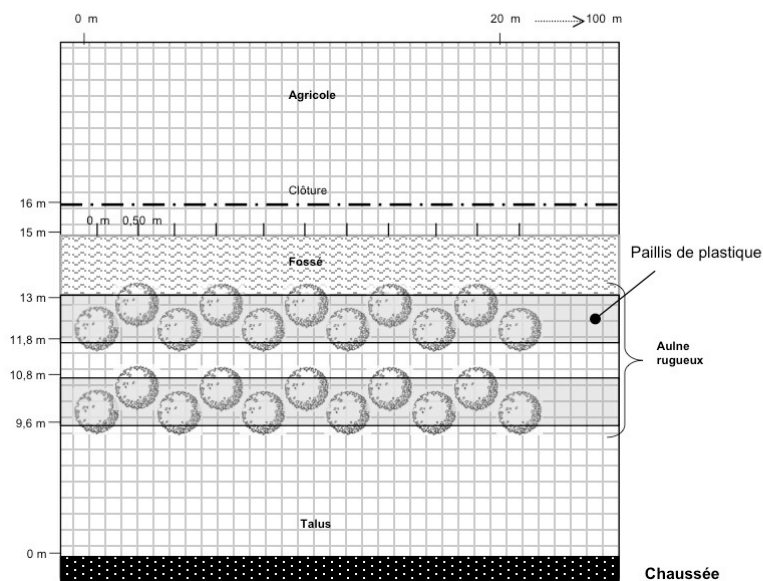
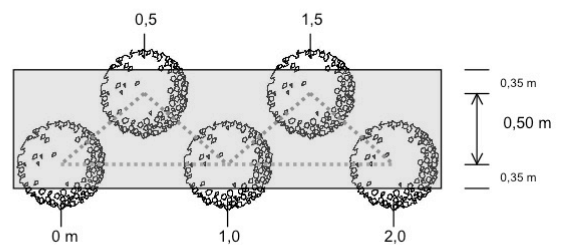


Schéma: Position des plants sur le paillis



Mode A: Aulne rugueux - 2 rangs de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite du talus et du fossé
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

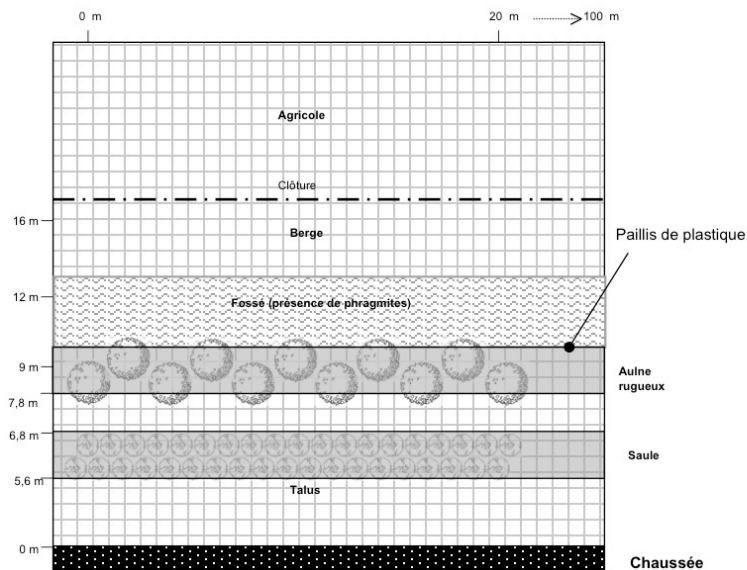
Annexe 2e Détails de plantation Z5

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z5

Mode C: Combinaison Saule-Aulne
Type: S_1R-A_1R

Salix miyabaena - *Alnus incana* ssp. *rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

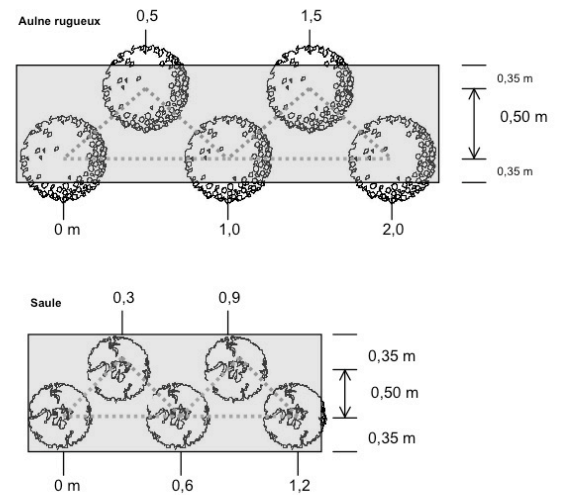


Mode C: combinaison 2 espèces - 1 rang saule et 1 rang de aulne sur paillis avec plants en quinconce

Aulne: arbustes en multicavités

- Plantation à 1 mètre du rang de saule
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

Schéma: Position des boutures et des plants sur le paillis



Saules: sous forme de boutures

- Plantation à la limite du talus et du fossé
- Boutures de 30 cm de longueur
- Plantation sur 1 rang de paillis de plastique de 100 m
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis (voir schéma) = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures sur le rang, n = 333

Annexe 2f Détails de plantation Z6

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z6

Mode B. Espèce saule Type: S2_2R-1R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

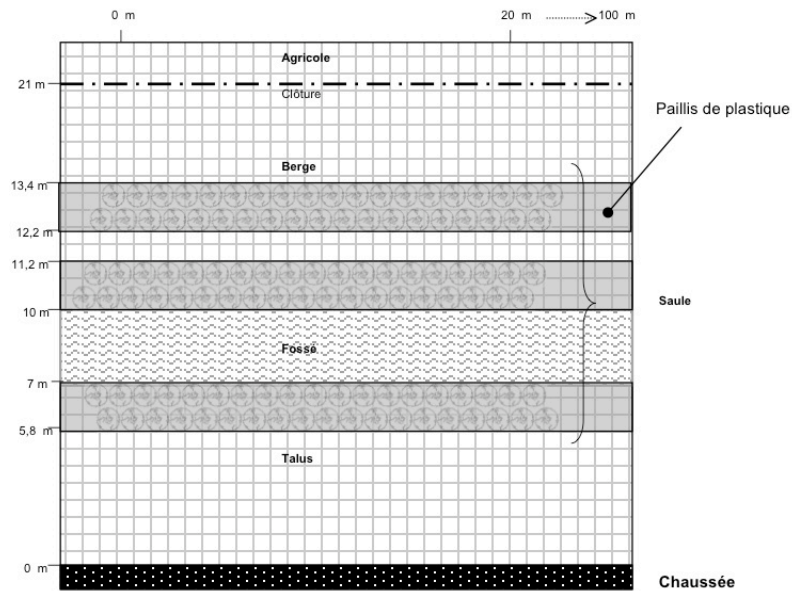
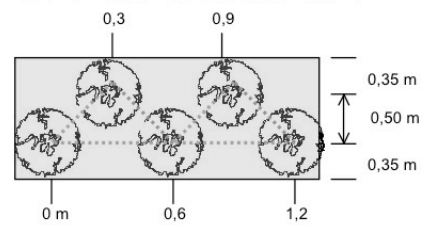


Schéma : Position des boutures sur le paillis



Mode B: Saule *miyabeana* – 3 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec boutures en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

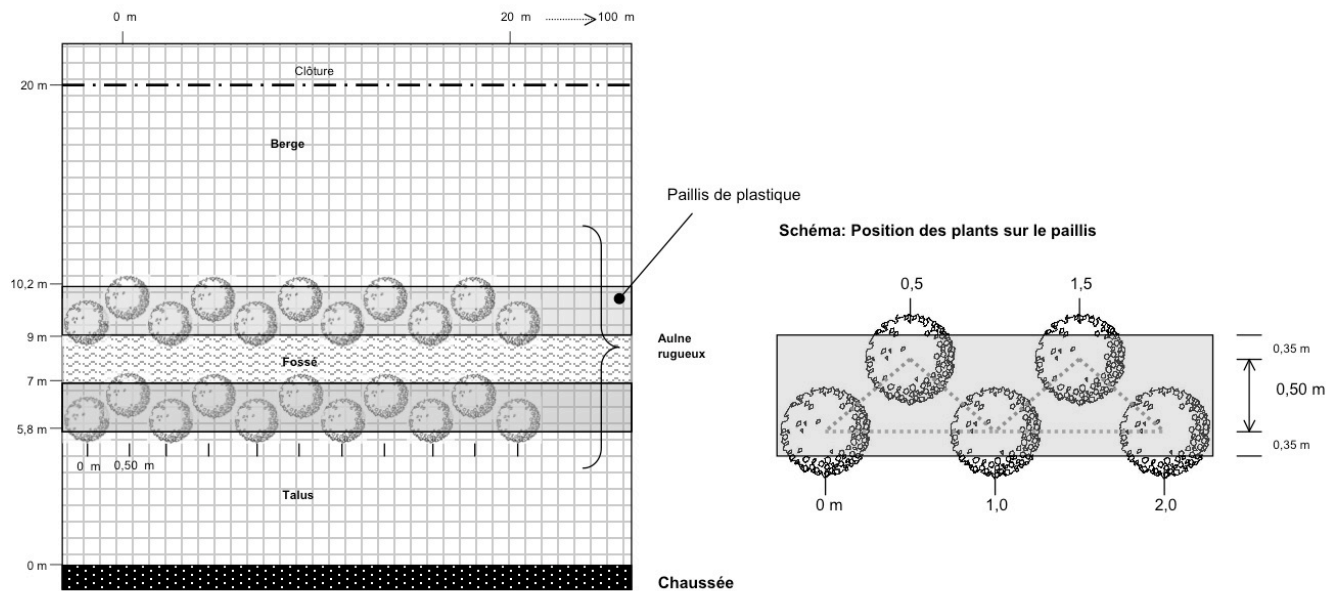
- Boutures de 30 cm de longueur
- Plantation sur paillis de plastique sur 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (2 rangs de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (1 rang de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis sur la berge = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,50 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 3 rangs, $n = 1000$

Annexe 2g Détails de plantation Z7

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z7

Mode B: Espèce aulne Type: A2_1R-1R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle



Mode B: Aulne rugueux – 2 rangs de paillis de part et d'autre du fossé avec des plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé (1 rang de paillis)
- Plantation à la limite du talus et du fossé (1 rang de paillis)
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis= 0,50 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, n = 400

Annexe 2h Détails de plantation Z8

Détails de plantation arbustive pour les zones: Z8

Mode A. Espèce Aulne Type: A_2R *Alnus incana ssp. rugosa*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

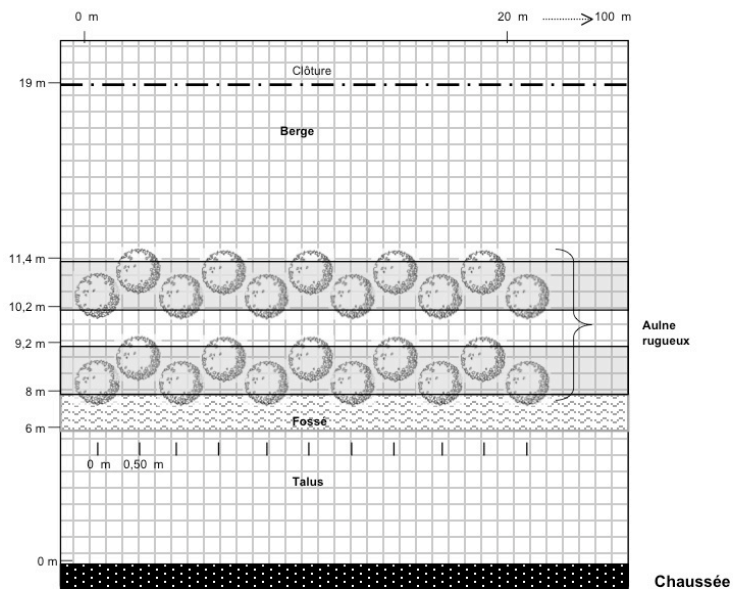
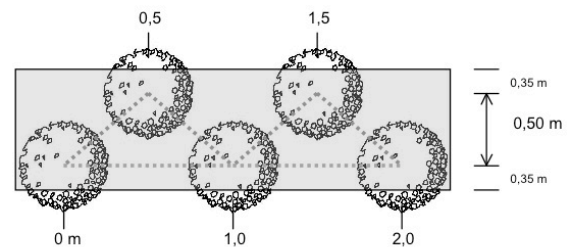


Schéma: Position des plants sur le paillis



Mode A: Aulne rugueux - 2 rang de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: arbustes en multicavités

- Plantation à la limite de la berge et du fossé
- Espacement entre les 2 rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants pour les 2 rangs de paillis, $n = 400$

Annexe 2i Détails de plantation Z9

Détails de plantation arbustive pour les zones: Z9

Mode A. Espèce saule Type: S1_2R *Salix miyabeana*

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

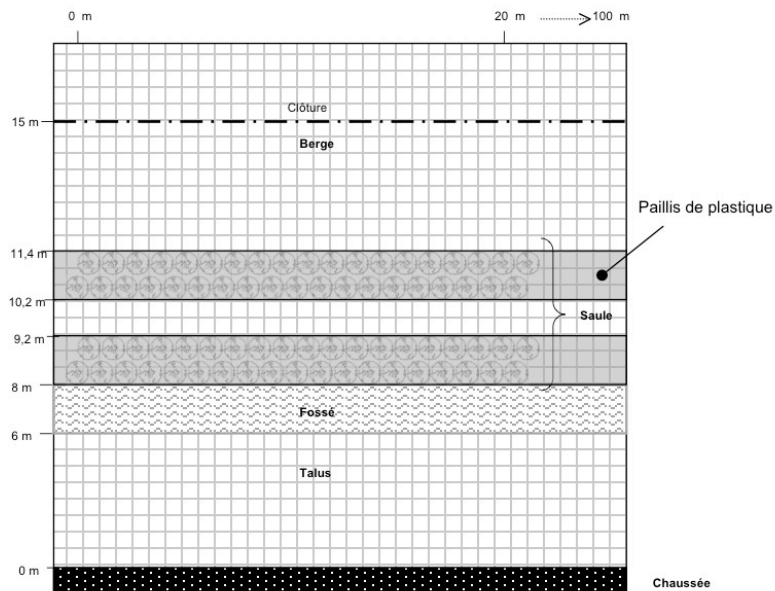
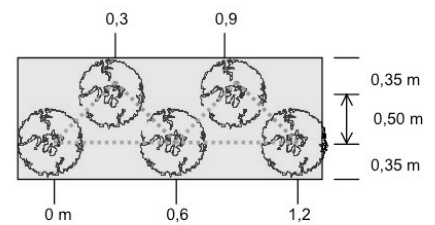


Schéma: Position des boutures sur le paillis



Mode A: *Saule miyabeana* – 2 rangs de paillis avec plants en quinconce

Arbustes: sous forme de boutures

- Boutures de 30 cm de longueur
- Plantation sur 2 rang de paillis de plastique de 100 m
- Plantation à la limite de la berge et du fossé (2 rangs de paillis)
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures pour les 2 rangs, n = 666

Annexe 2j Détails de plantation Z10

Détails de plantation arbustive pour la zone: Z10

Mode C: Combinaison Saule-Aulne
Type: S_1R-A_1R

Salix miyabaena - Alnus incana ssp. rugosa

N.B. Ce croquis n'est pas à l'échelle

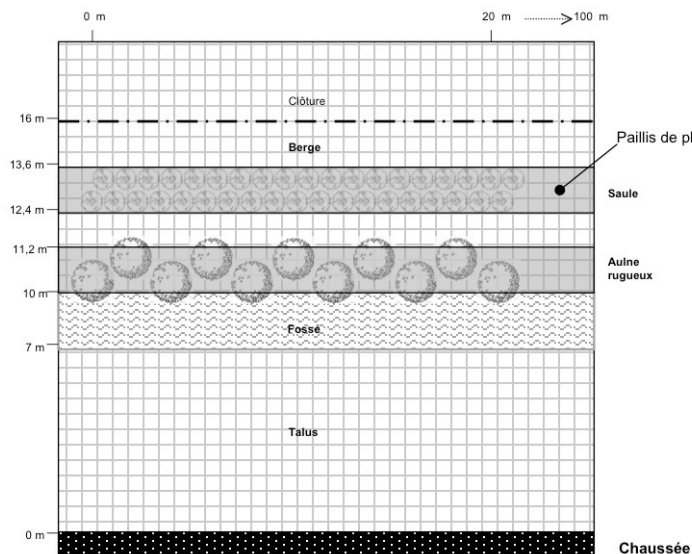
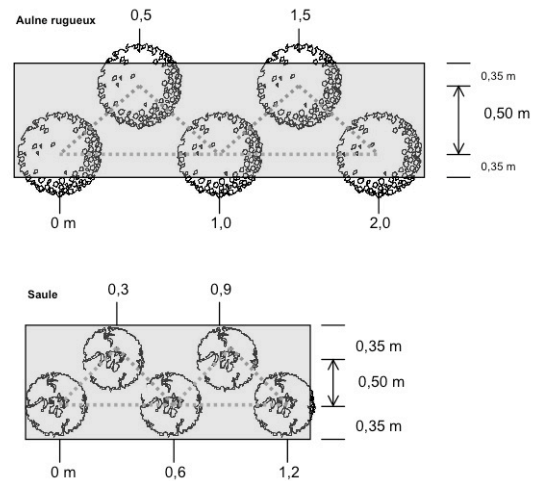


Schéma: Position des boutures et des plants sur le paillis



Mode C: combinaison 2 espèces - 1 rang saule et 1 rang de aulne sur paillis avec plants en quinconce

Aulne: arbustes en multicavités

- Plantation à 1 mètre du rang de saule
- Espacement entre les rangs de paillis = 1,0 mètre
- Espacement entre les rangées de plants sur le rang de paillis = 0,5 mètre
- Espacement entre les plants disposés en quinconce (voir schéma) = 0,5 mètre
- Nombre totale de plants sur le rang, n = 200

Saules: sous forme de boutures

- Plantation à la limite du talus et du fossé
- Boutures de 30 cm de longueur
- Plantation sur 1 rang de paillis de plastique de 100 m
- Espacement entre les 2 rangées de boutures sur un rang de paillis (voir schéma) = 0,5 mètre
- Espacement entre les boutures disposées en quinconce (voir schéma) = 0,3 mètre
- Nombre totale de boutures sur le rang, n = 333

Annexe 3

Tableau A : Pentes observées pour chacune des zones de plantation

Profil n'est pas à l'échelle



Côté	Type de Plantation	Zones	Localisation de la mesure	Talus	Fossé	Bas berge	Berge
SUD	S1_3R	Z3	41+255 (L20)	16°		26° ^{0-L}	0°
			41+355 (L21)	8°		20° ^{0-C}	0°
	A2_1R-1R	Z4	40+655 (L15)	10°		20° ^{0-C}	0°
			40+755 (L16)	6°		24° ^{0-C}	0°
	A1_2R	Z6	38+845 (L28)	16°		26° ^{0-C}	0°
			38+945 (L29)	16°		28° ^{0-C}	0°
	S2_2R-1R	Z9	37+380 (L37)	12°		18° ^{0-C}	0°
			37+480 (L38)	8°		18° ^{0-C}	0°
	A_1R - S_1R	Z10	37+280 (L36)	6°		20° ^{0-C}	0°

Profil n'est pas à l'échelle



Côté	Type de Plantation	Zones	Localisation de la mesure	Berge	Bas berge	Fossé	Talus
NORD	S1_3R	Z1	41+255 (L3)	0°	24° ^{0-L}		4°
			41+355 (L2)	0°	26° ^{0-L}		10°
	A2_1R-1R	Z2	40+665 (L8)	0°	20° ^{0-L}		12°
			40+765 (L7)	0°	20° ^{0-C}		12°
	A1_2R	Z5	38+845 (L27)	0°	28° ^{0-C}		10°
			38+945 (L26)	0°	28° ^{0-C}		10°
	S2_2R-1R	Z7	37+380 (L34)	0°	0°		8°
			37+480 (L33)	0°	0°		10°
	A_1R - S_1R	Z8	37+280 (L35)	0°	0°		10°

 Localisation de la zone de plantation

Annexe 4

Tableau B: Estimation des distances linéaires selon les types de plantation

Plantation	Espèce	Type de plantation	Calcul des distances de linéaire	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_2R (Z5 et Z6)	2 rang = 200 m x 2 zones = 400 m	400 m
		A2_1R-1R (Z2 et Z4)	2 rangs = 200 m x 2 zones = 400 m	400 m
	Saule	S1_3R (Z1)	3 rangs = 300 m x 1 zone = 300 m	300 m
		S1_2R (Z3)	2 rangs = 200 m x 2 zones = 400 m	400 m
		S2_2R-1R (Z7 et Z9)	3 rangs = 300 m x 2 zones = 600 m	600 m
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R (Z8 et Z10)	2 rangs = 200 m x 2 zones = 400m	400 m
Sous-total :				
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z2)	2 rangs = 200m x 1 zone = 200m	200 m
		Arbres – 1 R (Z7 et Z8)	1 rang = 100 m x 2 zones = 200m	200 m
Total :				2900 m

Tableau C: Estimation des superficies traitées et rotocultées selon le type de plantation.

Plantation	Espèce	Scénario	Calcul des superficies traitées et rotocultées	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_2R (Z5 et Z6)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 2 zones = 1000 m ²	1000 m ²
		A2_1R-1R (Z2 et Z4)	2 rangs de part et d'autre du fossé 100 m x 5,0 m x 2 zones = 1000 m ²	1000 m ²
	Saule	S1_3R (Z1)	3 rangs sur un même côté 100 m x 7,5 m x 1 zone = 750 m ²	750 m ²
		S1_2R (Z3)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 1 zone = 500 m ²	500 m ²
		S2_2R-1R (Z7 et Z9)	2 rangs et 1 rang / de part et d'autre du fossé ((100 m x 5 m) + (100 x 2,5 m)) x 2 zones = 1500 m ²	1500 m ²
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R (Z8 et Z10)	2 rangs sur un même côté 100 m x 5 m x 2 zones = 1000 m ²	1000 m ²
Sous-total :			5750 m ²	
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z2)	Deux rangées d'arbre pour 1 zone 100 m x 5 m x 1 zone = 500 m ²	1000 m ²
		Arbres – 1 R (Z7 et Z8)	Une rangée d'arbre : 2 côtés pour 2 zones 100 m x 2,5m x 2 zones = 500 m ²	
Total :			6750 m ²	

Annexe 5

Tableau D : Estimation des superficies d'ensemencement herbacé en marge du paillis

Plantation	Espèce	Type de plantation	Calcul des superficies ensemencées de trèfle blanc	Quantité
Arbuste	Aulne rugueux	A1_2R (Z5 et Z6)	2 côtés/rang pour 2 rangs 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m	400 m ²
		A2_1R-1R (Z2 et Z4)	2 côtés/rang pour 2 rangs localisé de part et d'autre du fossé 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m	400 m ²
	Saule	S1_3R (Z3)	5 côtés pour 3 rangs sur un même côté 500 m x 0,5 m	250 m ²
		S2_2R-1R (Z7 et Z9)	2 côtés/rang pour 2 rangs et 1 rang de l'autre côté du fossé 600 m x 2 zones = 1200 m x 0,5 m	600 m ²
	Aulne-Saule	A_1R - S_1R (Z10 et Z8)	2 côtés/rang pour 2 rangs sur un même côté 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m	400 m ²
Sous-total :				2050 m ²
Arbres	Épinette Chêne Peuplier	Arbres – 2 R (Z2)	Deux rangées d'arbre : 2 côtés/rang pour 2 rangs 400 m x 2 zones = 800 m x 0,5 m = 400 m ²	400 m ²
		Arbres – 1 R (Z7 et Z8)	Une rangée d'arbre : 2 côtés/rang 200 m x 2 zones = 400 m x 0,5 m = 200 m ²	200 m ²
		Sous-total :		600 m ²
		Total :		2650 m ²

**Annexe 10 : Photographies des travaux d'implantation de haies expérimentales,
de la caractérisation des sites et du suivi de la végétation**

Préparation du sol



Travail du sol après l'application de l'herbicide à Fassett



Rotoculteur de marque Rotadairon



Travail du sol dans secteur humide à Lachute

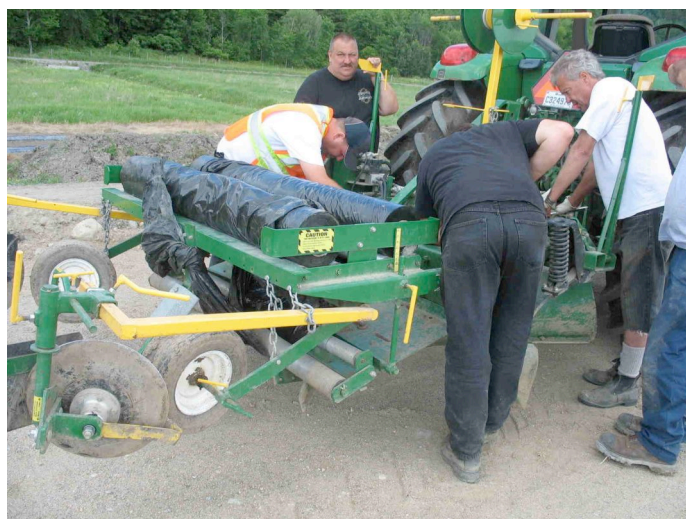


Retrait des roches sur la surface de plantation à Lachute

Pose du paillis de plastique



Dérouleuse de plastique sur l'autoroute 50 à Lachute



Ajustement de la dérouleuse à Fassett

Plantation



Plantation d'aulnes format 45-110



Plantation de boutures de saules, Fassett



Plantation de saules à Fassett 2010



Protection de la plantation à Fassett



Citerne d'arrosage à Lachute



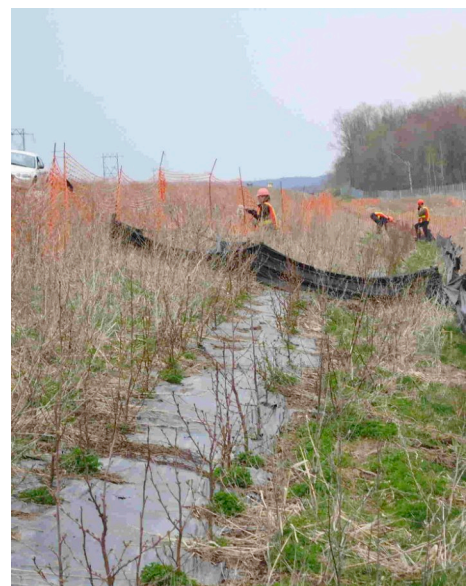
Arrosage sous le plastique



Format PFD, avril 2011 Lachute

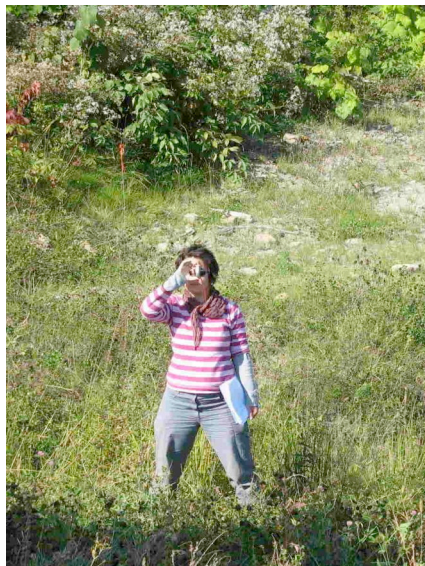


Regarnir plantation, avril 2011 Lachute



Regarnir plantation, avril 2011 Fassett

Caractérisation des sites



Caractérisation du site Fassett, 2008



Caractérisation du site Lachute, 2009



Caractérisation site St-Alexandre, 2009

Suivi des plantations



Suivi croissance aulnes, sept. 2010



Suivi croissance saules, sept. 2010



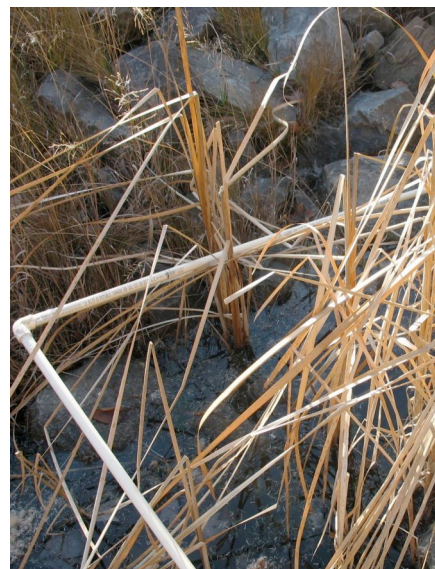
Suivi phragmites à Fassett, sept. 2010



Suivi mortalité aulne, juin 2011 Lachute



Suivi mortalité saule, juin 2011 Lachute



Suivi envahissement, septembre 2010