



**Réseau de transport
métropolitain**



Suivi annuel des plantations de la tourbière du Chemin Brûlé – Printemps - Été 2017 – Année 1

Projet de compensation / Train de l'Est / AMT/RTM

Avril 2018



Rédaction : Francis Manka, M.Sc., Assistant de Recherche, UQAM

Révision du rapport :

- Daniel Kneeshaw, ing. f., Ph.D, chercheur au département des sciences biologiques, UQAM
- Thomas Rolland, Ing. Jr, Conseiller Principal – Environnement, RTM
- Stéphanie Daneau, Coordinatrice – Environnement Opérations, RTM

Photos : Dominique Tardif, Louis-Martin Pilote et Francis Manka

À propos de l'auteur : Francis Manka détient une maîtrise en écologie forestière obtenue en 2010 sous la supervision de Daniel Kneeshaw à l'UQAM. Depuis, il a travaillé comme écologiste au sein du gouvernement provincial lors de la mise en place du nouveau régime forestier, fût responsable de la certification forestière au sein d'une compagnie forestière et travaille, depuis 2013, à contrat pour plusieurs chercheurs du Service canadien des forêts. Il a été engagé en 2016 et en 2017 à l'UQAM par Daniel Kneeshaw comme assistant de recherche pour coordonner toutes les étapes liées à la mise en place et au suivi de la plantation de la tourbière du Chemin brûlé.

Table des matières

1 - Introduction.....	1
2 - Méthodologie.....	2
2.1 - Site et plantation 2016.....	2
2.1.1 – Zone 1.....	3
2.1.2 – Zone 2.....	6
2.1.3 – Zone 3.....	7
2.3 - Suivi.....	10
3 – Analyse et résultats.....	10
3.1 - Dépérissement.....	10
3.2 - Broutage.....	12
3.3 - Lutte contre le phragmite :.....	13
4 – Plantation et correctifs 2017.....	14
4.1 – Modifications apportées aux plantations.....	14
Zone 1.....	14
Zone 2.....	14
Zone 3.....	14
4.2 – Contrer le broutage.....	15
4.3 - Travaux subséquents.....	15
5 - À surveiller lors de saison 2018.....	16
5.1 – Broutage par le campagnol.....	16
5.2 – Nerprun.....	17
5.3 – Zone inondable.....	17
6 – Conclusion.....	18
7 – Annexe - Photos et résultats du suivi par milieu de plantation.....	19
7.1 – Aulne rugueux.....	19
7.2 – Bleuet à feuille étroite.....	20
7.3 – Cerisier de Virginie.....	21
7.4 – Épinette blanche.....	22
7.5 – Épinette noire.....	23
7.6 – Érable argenté.....	24
7.7 – Érable de Pennsylvanie.....	25
7.8 – Érable rouge.....	26
7.9 – Kalmia à feuilles étroites.....	27

7.10 – Mélèze laricin.....	28
7.11 – Myrique baumier.....	29
7.12 – Peuplier deltoïde	30
7.13 – Pin blanc	31
7.14 – Pin gris	32
7.15 – Rosier des marais.....	33
7.16 – Sapin baumier.....	34
7.17 – Thuya occidental.....	35

Liste des cartes

Carte 1 : Emplacement de la propriété de l'AMT.....	1
Carte 2 : Carte générale des zones.	2
Carte 3 : Travaux préalables à la plantation dans la zone 1.....	3
Carte 4 : Zone de plantation dans la zone 1.	5
Carte 5 : Zone de plantation dans la zone 2.	7
Carte 6 : Zone de plantation dans la zone 3.	9
Carte 7 : Zone de plantation dans la zone 3 avec le zone rajoutée en 2017	15

Liste des tableaux

Tableau 1 Essences et nombre de plants plantés par milieu de plantation dans la zone 1.	4
Tableau 2 Essences et nombre de plants par milieu de plantation dans la zone 2.	6
Tableau 3 Essence et nombre de plants plantés par milieu de plantation dans la zone 3.	8
Tableau 4 Pourcentage de mortalité et de broutage entre 2016 et 2017.	10
Tableau 5 Proportion de plants dépéris par milieu de plantation pour les 7 essences ayant eu le plus de dommage.....	11
Tableau 6 Taux de broutage par zone de plantation pour l'aulne rugueux, l'épinette blanche, l'épinette noire, le peuplier deltoïde et le pin gris.	13

Liste des photos

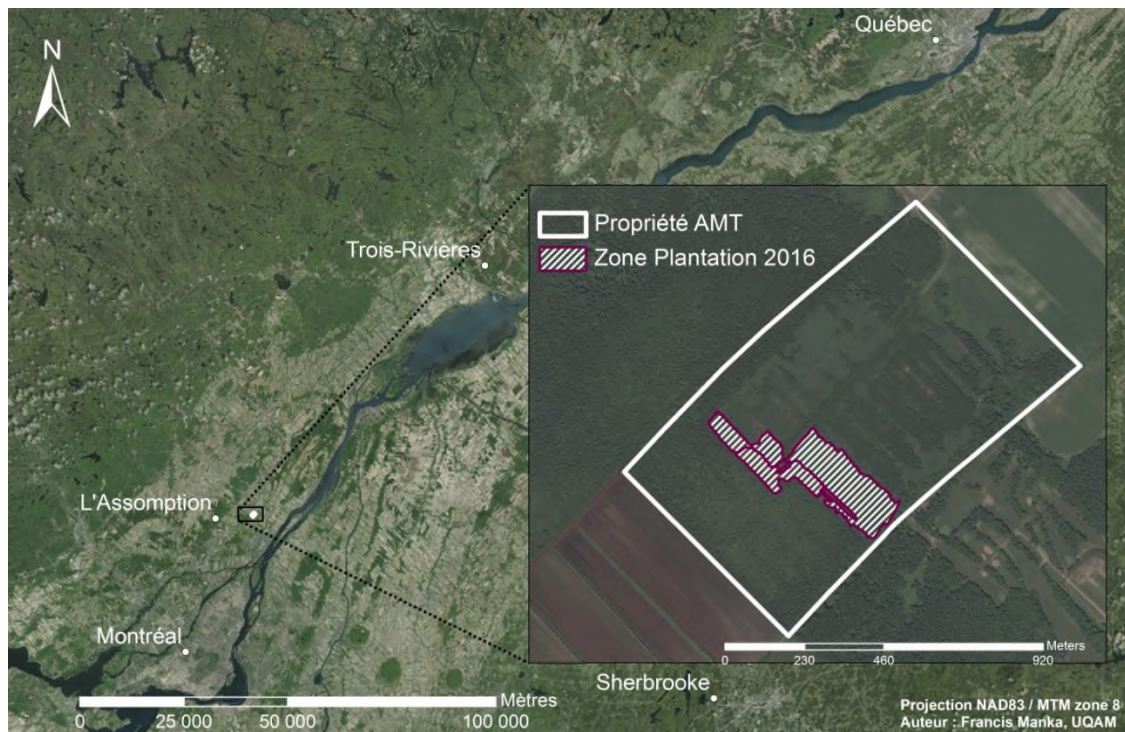
Photo 1 : Zone 1 avant et après le creusage des sillons qui ont permis de créer les buttes de plantation. .	4
Photo 2 : Bétulaie de la zone 2 avec son sous couvert de phragmite.	7
Photo 3 : Zone 3, la photo de gauche montre la section avec le phragmite coupé, la photo de droite montre la zone gardée intacte.....	8
Photo 4 : Protecteurs d'arbres et drapeaux identifiant les plants.	9
Photo 5 : Phragmite dans les buttes de plantations.....	16
Photo 6 : Tronc de peuplier brouté par le campagnol.....	16
Photo 7 : Droite : Tapis de nerprun au bord du Chemin ; Gauche : Nerprun dans la plantation de Thuya.	17

1 - Introduction

À la suite des travaux de construction du tronçon nord du Train de l'Est, lesquels ont engendré une perte de milieux humides et boisés, un plan de compensation a été développé par le RTM (AMT à l'époque), en partenariat avec la Fiducie de conservation des écosystèmes de Lanaudière (FCEL) et l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Pour ce faire, une tourbière de 37 hectares (ha), située dans la MRC de l'Assomption sur le chemin Brûlé (carte 1), a été acquise par l'AMT. Ce plan de compensation comprend, dans un premier temps, l'aménagement écologique de 3,1 ha de la tourbière basé sur la lutte contre le roseau commun, une espèce envahissante, et la plantation d'un nouveau couvert forestier. Le projet se divise en trois parties : 1- l'établissement d'une forêt dans une zone dominée par le roseau, 2- l'établissement d'une forêt dans une zone ouverte pour prévenir l'avancement du roseau et 3- l'établissement d'une deuxième cohorte d'arbres dans une bétulaie grise qui est à risque d'envahissement par le roseau.

À l'automne 2016, une plantation d'arbres et arbustes indigènes a été instaurée par l'équipe de l'UQAM, en collaboration avec WSP, sur 3.1 hectares de tourbières perturbés, plus précisément sur les lots 2 890 719 et 2 790 721 à 2 790 725 du cadastre du Québec.



Carte 1 : Emplacement de la propriété de l'AMT.

Historiquement, ce site a été illégalement drainé dans le but d'en faire des terres cultivables et certaines parties ont été décapées afin de vendre la tourbe et la terre noire qui s'y trouvait. Par la suite, ce milieu perturbé a été envahi par le phragmite, une sous espèce asiatique du roseau commun (*Phragmites australis* ssp. *australis*). Cette plante est considérée comme la plus envahissante d'Amérique du Nord.

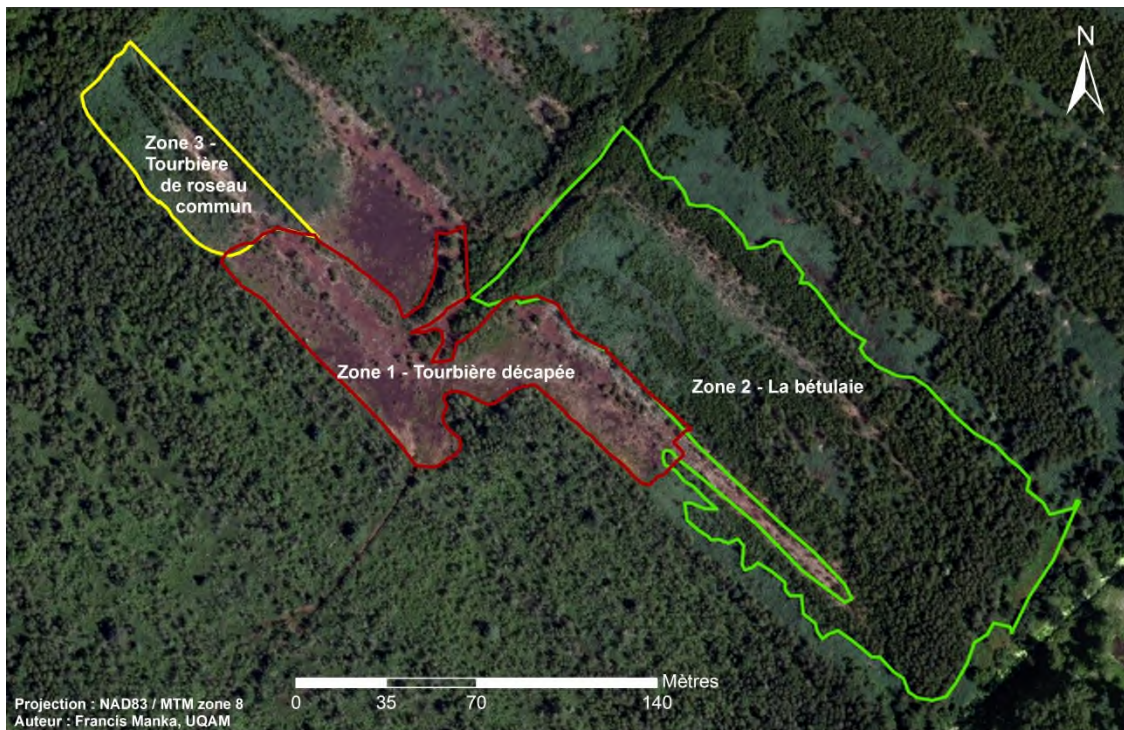
Lorsqu'elle entre dans un milieu comme celui de la tourbière du chemin brûlé, elle forme rapidement des monocultures très denses de plusieurs mètres de haut, empêchant ainsi les autres essences de pousser en sous-étage. Son impact sur la biodiversité est dévastateur.

Afin d'identifier et de documenter les traitements efficaces et rentables pour la lutte contre le phragmite, des expériences ont été implantées sur ce site. Il s'agit de différents traitements qui se différencient entre eux par la composition d'espèces (monoculture vs polyculture), la densité de plantation, le milieu de plantation (sur géotextile, sur butte, plantation directement dans le phragmite vs dans le phragmite préalablement coupé, sur sol non modifié) ou un mélange de ces traitements. À l'extérieur des zones d'expérimentation, nous avons planté les arbres selon les prescriptions classiques afin d'assurer que toute la superficie de l'entente soit traitée. Le suivi se fera sur un minimum de 10 ans. Le rapport de cette année représente donc la première année du suivi de la plantation de 2016.

2 - Méthodologie

2.1 - Site et plantation 2016

Le site comprend 3 zones distinctes (carte 2) plantées en septembre et octobre 2016. La plantation a été effectuée à l'automne puisque le mandat n'a été attribué aux chercheurs de l'UQAM qu'à l'été 2016.



Carte 2 : Carte générale des zones.

2.1.1 – Zone 1

2.1.1.1 - Conditions initiales de la zone

La zone 1, appelée la tourbière décapée, est une aire ouverte sans couvert forestier dont la tourbe a été décapée il y a plus de 25 ans (photo 1 à gauche). Le phragmite a été observé à forte densité à trois endroits dans la zone (carte 3). Ce site se caractérise également par la présence de semis (majoritairement du bouleau gris et de l'érable rouge ainsi que la présence de mélèze laricin, d'épinette noire et de cerisier tardif) installés principalement sur des microsites légèrement surélevés. Les semis naturels établis directement au sol présentent des racines pourries résultant probablement de la fluctuation importante de la nappe phréatique.

2.1.1.2 – Travaux réalisés

Deux traitements ont été fait préalablement à la plantation :

- 1- la coupe du phragmite à la débroussailleuse, son retrait manuel et le recouvrement de ces zones avec du géotextile pour empêcher qu'il ne repousse;
- 2- le creusage de sillons qui draine le surplus d'eau vers un bassin, dans les endroits problématiques, et la création de buttes de plantation surélevées (photo 1 à droite). Ces buttes tentent de reproduire l'effet des microtopographies retrouvées naturellement sur le site.



Carte 3 : Travaux préalables à la plantation dans la zone 1.



Photo 1 : Zone 1 avant et après le creusage des sillons qui ont permis de créer les buttes de plantation.

La plantation de la zone expérimentale s'est effectuée sur le géotextile et sur les buttes formées lors du creusage des sillons (carte 4). Au total, 57 parcelles expérimentales de 25 m², plantées au m², ont été faites sur le géotextile selon 19 traitements et les buttes ont été plantées au m² selon 11 traitements. Un traitement expérimental permet de tester une ou des composantes de la plantation (exemple : densité de la plantation ou le type d'essence plantés) en la faisant varier entre les parcelles expérimentales. Dans ce cas-ci, les traitements se différencient entre eux par la composition en espèces plantées. Ces dernières sont présentées au tableau 1. La zone non expérimentale (carte 4) a été plantée au m² en alternant 8 espèces (tableau 1), à l'exception du bras de forêt située au nord-est de la zone qui a été plantée en mélèze et en pin gris exclusivement.

Tableau 1 Essences et nombre de plants plantés par milieu de plantation dans la zone 1.

Essences	Milieux de plantation			Total
	Butte de plantation (parcelles expérimentales)	Géotextile (parcelles expérimentales)	Zone non expérimentale	
Aulne rugueux	-	121	210	331
Bleuet à feuille étroite	170	94	-	264
Cerisier de Virginie	-	111	220	331
Épinette blanche	-	209	325	534
Érable argenté	230	-	-	230
Érable de Pennsylvanie	-	26	325	351
Érable rouge	95	50	-	145
Kalmia à feuilles étroites	15	62	-	77
Mélèze laricin	400	215	420	1 035
Myrique baumier	275	140	-	415
Peuplier deltoïde	465	123	-	588
Pin blanc	-	-	180	180
Pin gris	-	162	515	677
Rosier de marais	-	-	150	150

Essences	Milieux de plantation			Total
	Butte de plantation (parcelles expérimentales)	Géotextile (parcelles expérimentales)	Zone non expérimentale	
Thuya occidental	-	112	-	112
Total	1 650	1 425	2 345	5 420

L'entente avec l'AMT prévoyait de planter l'entièreté de la zone, dont la superficie était estimée à 6 831 m², à une densité de 1 plant/m² pour un total de 6 831 plants. La zone plantée mesurait finalement 7 033 m². Il n'était toutefois pas possible de planter 100 % de la zone, car cette zone correspond à l'entrée du site. Une section a donc dû être retirée pour l'entreposage des matériaux et comme voie d'accès pour accéder aux autres zones. De plus, les sillons creusés et le bassin de rétention ont retiré des superficies disponibles à la plantation. Au final 5 420 plants ont été plantés dans les 5 420 m² disponibles (tableau 1), respectant ainsi la densité prévue. En contrepartie, afin de respecter le nombre minimum total de plants prévu dans l'entente, la densité de plantation dans la zone 2 non expérimentale a été légèrement augmentée (voir section suivante).



Carte 4 : Zone de plantation dans la zone 1.

2.1.2 – Zone 2

2.1.2.1 - Conditions initiales de la zone

La zone 2 est appelée la bétulaie. Il s'agit d'une bétulaie de bouleaux gris dont le sous-bois est envahi de phragmites (photo 2). Ce site, composé à plus de 90% de bouleaux, comprend également des saules, des peupliers faux-trembles et des cerisiers tardifs. Puisque la densité du phragmite augmente avec l'ouverture de la canopée, la densité du phragmite est très élevée dans les zones ouvertes et diminue avec la fermeture de la canopée. Les semis d'essences arborescentes sont pratiquement absents du site.

2.1.2.2 – Travaux réalisés

La plantation en sous-bois effectuée dans ce projet a pour but que les bouleaux, dont la sénescence débutera dans les prochaines décennies, ne soient pas remplacés par le phragmite. La zone expérimentale comprend des parcelles de plantation de 400 m² plantées en trois espèces tolérantes à l'ombre, soit l'érable rouge, le thuya occidental et le sapin baumier, et selon deux densités (carte 5 et tableau 2). La zone non expérimentale, qui correspond aux contours de la bétulaie, a été séparée en 11 sections, plantées à des densités variables (1 plant/4m² et 1 plant/9 m²) en mono et polyculture (carte 5, tableau 2).

Tableau 2 Essences et nombre de plants par milieu de plantation dans la zone 2.

Essences	Milieux de plantation		Total
	Parcelles expérimentales	Zone non expérimentale	
Cerisier de Virginie	-	20	20
Épinette blanche	-	370	370
Épinette noire	-	1990	1990
Érable argenté	-	80	80
Érable rouge	465	-	465
Pin gris	-	30	30
Sapin baumier	715	285	1000
Thuya occidental	655	910	1565
Total	1 835	3 685	5 520

L'entente avec l'AMT prévoyait de planter la totalité de la superficie de 19 128 m² de cette zone à une densité moyenne de 0,2 plant/m² pour un total de 3 825 plants. Cette zone a finalement été plantée à une densité moyenne de 0,28 plant/m² pour un total de 5 520 plants. Comme mentionné ci-haut, ce surplus permet de compenser pour le manque de plants dans la zone 1 et respecter ainsi les orientations initiales globales du plan de compensation.



Photo 2 : Bétulaie de la zone 2 avec son sous couvert de phragmite.



Carte 5 : Zone de plantation dans la zone 2.

2.1.3 – Zone 3

2.1.3.1 - Conditions initiales de la zone

La zone 3 est appelée la tourbière de roseau commun. Cette zone, située à proximité d'une forêt mixte, est dominée par le phragmite. On y retrouve néanmoins une densité élevée de gaules et de semis arborescents, principalement du bouleau gris et de l'érable rouge ainsi que de l'épinette noire, du cerisier de virginie et du mélèze laricin. Nous supposons que le phragmite n'a pas atteint une densité suffisante

pour nuire à l'établissement des arbres et que celui-ci régule les niveaux de la nappe phréatique contrairement à la zone 1.

2.1.3.2 – Travaux réalisés

En plus de vouloir éradiquer le phragmite, notre objectif pour cette zone est de savoir si le retrait du phragmite avant la plantation modifie le taux de survie et de croissance des différentes espèces plantées.

Pour ce faire, sur la moitié de la zone expérimentale, le phragmite a été coupé et retiré du site avant la plantation (sur la carte 6, le phragmite dans la zone « A » a été coupé, celui dans la zone « B » a été conservé, photo 3). Un effort a été fait afin de préserver le plus possible la végétation arborescente préétablie lors de la coupe du phragmite. Le dispositif de plantation se compose de 24 lignes de plantation distancées entre elles de 1 mètre. Une espèce par ligne est plantée avec une distance entre les plants de 1 mètre. Les essences plantées sont présentées au tableau 3. La zone non expérimentale « C » a été plantée au m² en épinette noire.

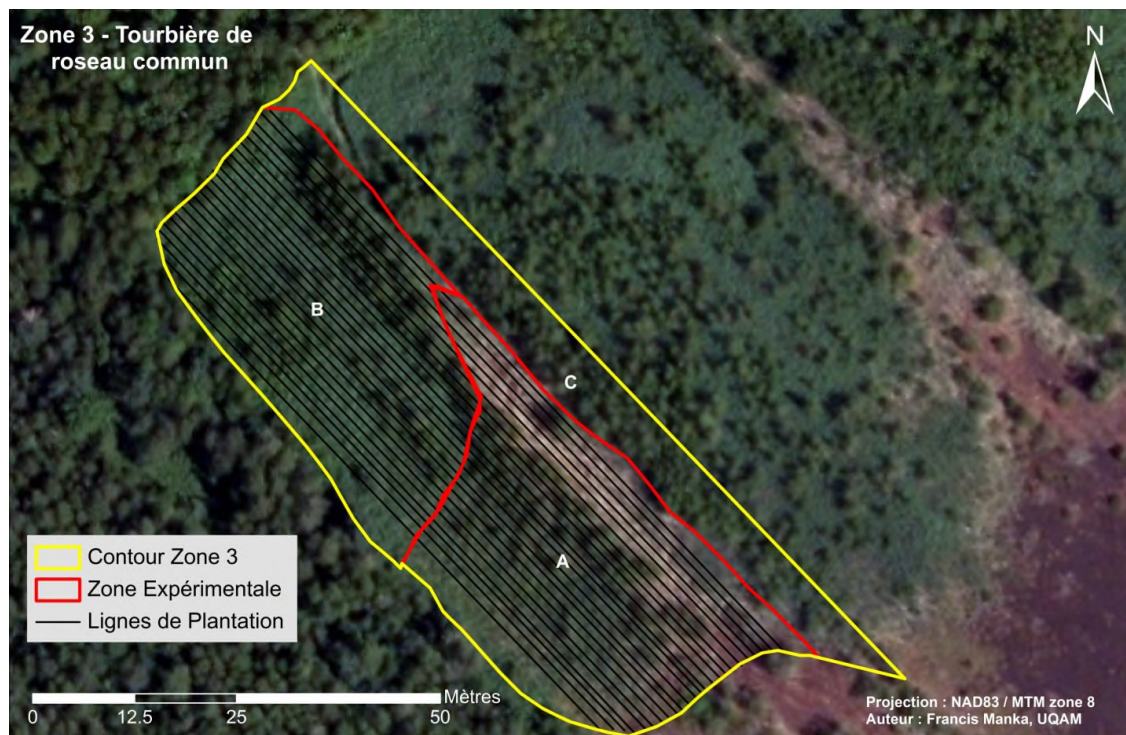
Tableau 3 Essence et nombre de plants plantés par milieu de plantation dans la zone 3.

Essences	Milieux de plantation		
	Ligne de plantation	Zone non expérimentale	Total
Aulne rugueux	275	-	275
Épinette blanche	270	-	270
Épinette noire	0	1 000	1 400
Érable argenté	270	-	270
Érable rouge	270	-	270
Mélèze laricin	270	-	270
Peuplier deltoïde	280	-	280
Pin blanc	295	-	295
Pin gris	285	-	285
Total	2 215	1 000	3 215



Photo 3 : Zone 3, la photo de gauche montre la section avec le phragmite coupé, la photo de droite montre la zone gardée intacte.

L'entente avec l'AMT prévoyait de planter les 3 029 m² de cette zone à 1 plant / m² pour un total de 3 029 plants. Au total, 3 215 plants ont été plantés. La zone non expérimentale était un peu plus large que prévu au départ et cela a permis de planter un plus grand nombre d'épinette noire.



Carte 6 : Zone de plantation dans la zone 3.

Suite à la plantation, chacun des plants mis en terre a été identifié d'un drapeau orange ou rouge qui permet d'effectuer les suivis de mortalité. Puisque le broutage de semis naturels par le cerf a été observé à la tourbière, les plants des essences les plus vulnérables à la prédation, soient l'érable rouge, l'érable de Pennsylvanie, l'érable argenté, le pin blanc et le thuya occidental ont été protégés avec des protecteurs. Il s'agit d'un dispositif supplémentaire qui n'était pas prévu dans l'entente avec l'AMT.



Photo 4 : Protecteurs d'arbres et drapeaux identifiant les plants.

2.3 - Suivi

Du 8 au 12 mai 2017, un suivi de la plantation, correspondant à la première année du suivi, a été effectué par 6 employés de l'UQAM. Cet échantillonnage a permis de recenser 12 900 plants des 14 155 plants mis en terre et de déterminer pour chaque zone et traitement le taux de mortalité et de broutage par essence. Dans la section 3 « analyse et résultats », les données du recensement ont été extrapolées au total des 14 155 plants

3 – Analyse et résultats

Le tiers des plants a subi des dommages suffisamment importants pour être remplacés : 21 % ont été broutés par le lapin et 13 % ont présenté des taux de dépérissement supérieurs à 50 % (tableau 4). L'annexe du document (section 8) présente les résultats par milieu de plantation pour les 17 essences avec photos.

Tableau 4 Pourcentage de mortalité et de broutage entre 2016 et 2017.

Essences	Nombre	Brouté (%)	Plants dépéris (%) (> 50 % de mortalité)
Aulne rugueux	606	26%	29%
Bleuet à feuille étroite	264	1%	24%
Cerisier de Virginie	351	14%	19%
Épinette blanche	1 174	20%	4%
Épinette noire	2 990	59%	2%
Érable argenté	580	NA	12%
Érable de Pennsylvanie	351	NA	36%
Érable rouge	880	NA	39%
Kalmia à feuilles étroites	77	8%	54%
Mélèze laricin	1 305	9%	5%
Myrique baumier	415	2%	21%
Peuplier deltoïde	868	24%	3%
Pin blanc	475	NA	6%
Pin gris	992	35%	7%
Rosier de marais	150	0%	5%
Sapin baumier	1 000	5%	25%
Thuya occidental	1 677	NA	15%
Total	14 155	21%	13%

NA : Non applicable puisque l'essence est protégée contre le broutage

3.1 - Dépérissement

Le stress d'adaptation lié à la plantation peut expliquer en grande partie le dépérissement des plants mis en terre. Celui-ci peut être important dans un milieu comme la tourbière. En effet, il s'agit d'un milieu

parfois hostile avec des conditions changeantes et qui peut rapidement passer d'un milieu inondé à un milieu très sec. La grande quantité de plantes envahissantes sur le site peut également nuire à l'établissement des plants et augmenter ce stress. Certaines essences ont connu de très bons taux de succès. L'épinette noire, l'épinette blanche, le mélèze, le peuplier deltoïde, le pin blanc, le pin gris et le rosier des marais ont eu de bons taux de survie, avec des taux de dépérissement inférieurs à 10 % (tableau 4).

Le tableau 5 présente la proportion de plants dépéris par milieu de plantation pour les 7 essences ayant subi le plus de dépérissement (> 20 %).

Tableau 5 Proportion de plants dépéris par milieu de plantation pour les 7 essences ayant eu le plus de dommage.

Zones	Milieu de plantation	Essences						
		Aulne rugueux	Bleuet	Érable de Pennsylvanie	Érable rouge	Kalmia	Myrique baumier	Sapin baumier
1	Buttes de plantation	NA	23%	NA	16%	66%	4%	NA
	Géotextille	39%	26%	90%	34%	51%	55%	NA
	Zone non expérimentale 1	51%	NA	36%	NA	NA	NA	NA
2	Zone expérimentale	na	NA	NA	44%	NA	NA	35%
	Zone non expérimentale	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1%
3	Ligne plantation NA avec phragmite	6%	NA	NA	58%	NA	NA	NA
	Ligne de plantation NA phragmite coupé	10%	NA	NA	24%	NA	NA	NA

NA : Non applicable puisque l'essence est absente de ce milieu de plantation

La mortalité de certaines des essences présentées au tableau 5 pourrait s'expliquer par leur faible tolérance aux inondations. Les milieux de plantation sur géotextile et non expérimentale de la zone 1 sont des zones particulièrement susceptibles aux inondations. Or, l'érable de Pennsylvanie, connu pour avoir une faible tolérance au drainage faible¹, a montré un taux de dépérissement de 90 % dans ces zones. L'aulne rugueux, également connu pour avoir une faible tolérance aux « inondations prolongées au-dessus de la couronne racinaire »¹, montre un dépérissement beaucoup plus important dans la zone 1

¹ <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/essences/>

comparativement à la zone 3. Le même patron s'observe chez le thuya, dont le développement peut être mauvais sur les stations xériques ou très humides¹ (voir section 8.17).

La plantation tardive a pu nuire à certaines essences, entre autres à l'érable rouge dont la plantation printanière est fortement conseillée par les pépinières.

La faible tolérance au gel du bleuet et de l'érable rouge pourrait également être responsable d'une partie du dépérissement¹.

Le dépérissement élevé du sapin en zone 2 expérimentale et faible en zone non expérimentale pourrait s'expliquer par la plus grande abondance du phragmite dans la zone expérimentale. Les semis se retrouvent parfois dans des zones composées uniquement de phragmite, ce qui a pu nuire à l'établissement du sapin dans cette zone.

Le taux de dépérissement élevé du kalmia et du myrique est plus difficile à expliquer puisqu'il s'agit de plantes associées aux milieux humides qui se retrouvent naturellement sur le site.

Les traitements sur buttes et sillons créés par le nivellement fonctionnent très bien. Étant donné les importantes précipitations pendant l'été 2017, ce dispositif de plantation a permis de garder les racines des arbres plantés hors de l'eau grâce au drainage efficace qu'ils génèrent. À l'exception du Kalmia, les essences ayant été plantées en zone 1 sur les buttes de plantation et sur les milieux adjacents (géotextile et zone non expérimentale), soit le peuplier, le myrique, le mélèze, l'érable rouge et le bleuet, ont toutes des taux de mortalité plus faibles sur les buttes de plantations (tableau 5, Section 7.10 et 7.12 de l'annexe)

3.2 - Broutage

En 2016, au moment de la plantation, les essences les plus susceptibles d'être broutées par le cerf ont été protégées, soit l'érable argenté, l'érable de Pennsylvanie, l'érable rouge et le pin blanc. Toutefois, ce sont les lapins qui ont causé les dégâts pendant l'hiver et le printemps. Aucune indication sur le site ne permettait aux experts consultés, lors de la planification du projet, de soupçonner ce problème. Au total, ce sont 21 % de tous les plants mis en terre qui ont été broutés. Ceci représente 29 % des plants qui n'étaient pas protégés par des protecteurs. Le sapin baumier, le myrique baumier et le bleuet à feuille étroite ont eu des taux de broutage très faibles (moins de 5%), tandis que l'aulne rugueux, l'épinette blanche, l'épinette noire, le peuplier deltoïde et le pin gris ont subi des taux de broutage supérieurs à 20 %, s'approchant même de 60% pour l'épinette noire (tableau 4). Le tableau 6 présente le taux de broutage par zone de plantation pour ces 5 espèces.

Tableau 6 Taux de broutage par zone de plantation pour l’aulne rugueux, l’épinette blanche, l’épinette noire, le peuplier deltoïde et le pin gris.

Zones	Milieux de plantation	Essences				
		Aulne rugueux	Épinette blanche	Épinette noire	Peuplier deltoïde	Pin gris
1	Butte de plantation	NA	NA	NA	0%	NA
	Géotextile	5%	5%	NA	25%	52%
	Zone non expérimentale	0%	0%	NA	NA	19%
2	Zone non expérimentale	NA	40%	54%	NA	100%
3	Ligne plantation - avec phragmite	54%	45%	NA	83%	63%
	Ligne de plantation - phragmite coupé	55%	12%	NA	45%	47%
	Zone non expérimentale	NA	NA	69%	NA	NA

NA : Non applicable puisque l’essence est absente de ce milieu de plantation

Dans la zone 3 les essences situées dans le phragmite ont des taux de broutage plus important de 1,3 à 3,75 fois, excepté pour l’aulne rugueux (la proportion de plants broutés est identique entre les lignes de plantation de la zone 3 avec et sans phragmite). Ainsi, il est possible que le phragmite offre un couvert de protection aux lapins contre les prédateurs comparativement à la zone coupée qui est complètement ouverte et donc facilement accessible aux lapins. Les oiseaux de proie survolent régulièrement le site.

Cette tendance semble s’observer également entre certaines zones ouvertes et fermées : l’aulne rugueux, l’épinette blanche, le peuplier deltoïde et le pin gris ont des taux de broutage plus faibles dans la zone 1 qui est complètement ouverte et qui n’offre aucune protection, comparativement aux zones 2 et 3, plus fermées et offrant un couvert forestier plus rapproché.

Aucun broutage par le cerf ou par le lapin n’a été observé sur les 3 963 plants des cinq essences protégées en 2016 (érable argenté, érable de Pennsylvanie, érable rouge et le pin blanc) indiquant le succès de nos interventions contre ces herbivores. Ceci suggère que ce type de protection, prévu pour minimiser le broutage par les cerfs, sera également efficace contre les lapins.

3.3 - Lutte contre le phragmite :

Il est encore trop tôt pour déterminer si la plantation effectuée en 2016 va avoir l’effet escompté de créer un couvert forestier qui va permettre, dans certain cas, d’éliminer le phragmite, et dans d’autres, l’empêcher d’atteindre des zones jusqu’à maintenant non envahies. Toutefois, les traitements pour éliminer le phragmite de la zone 1 sont un succès. La coupe du phragmite, son retrait du site et le recouvrement de ces zones avec du géotextile (le même que celui utilisé pour la construction des routes)

empêchent le phragmite de repousser. Quelques ajustements ont cependant dû être apportés cette année pour maintenir ce dispositif efficace. La membrane doit rester bien écrasée au sol afin d'empêcher le phragmite de pousser, sinon elle risque d'être relevée et de recouvrir les plants. De plus, le phragmite émerge de la moindre brèche dans le géotextile. Une attention particulière doit donc être apportée pour réparer rapidement le géotextile.

D'autre part, une action manuelle, soit le pliage du phragmite, devra être effectuée quelques fois par année sur les buttes de plantation dans lesquels le phragmite reprend tranquillement.

4 – Plantation et correctifs 2017

4.1 – Modifications apportées aux plantations

La plantation des essences dépéries ou broutées a dû être faite à l'été 2017. Des modifications ont été apportées aux dispositifs de plantation afin de s'assurer que les essences ayant eu des taux de mortalité/dépérissement plus importants ne soient plus problématiques dans le futur.

Zone 1

En 2016-2017, un grand nombre des érables de Pennsylvanie (110/305) dans la zone non expérimentale sont morts. La totalité de ces plants a été remplacée, en 2017, par du saule pourpre et de l'aulne crispé. Les aulnes rugueux morts en zone non expérimentale, soit environ la moitié de ceux plantés en 2016-2017 (100), ont également été remplacés en 2017 par de l'aulne crispé. Il est à noter que lors de la mise en place du dispositif à l'automne 2016, l'aulne crispé et le saule pourpre n'étaient pas des espèces disponibles dans les pépinières. Il est donc pertinent d'effectuer la plantation au printemps afin d'avoir une plus grande diversité d'essences.

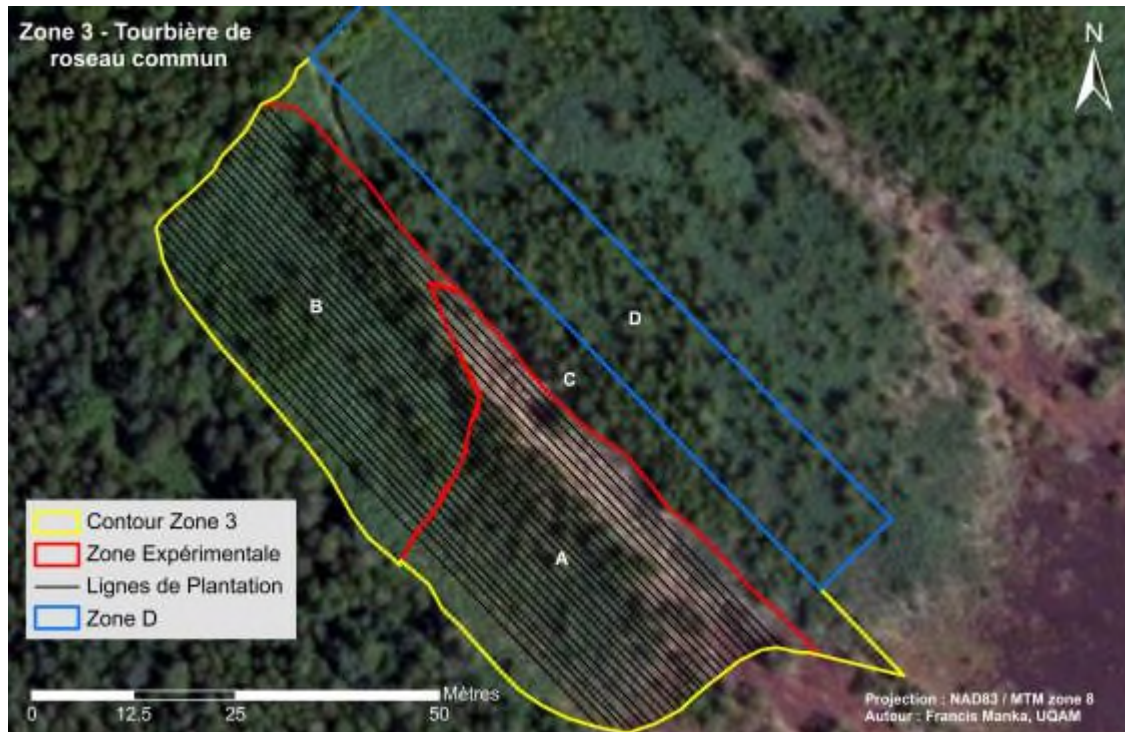
Zone 2

Des modifications ont été apportées à ces zones en 2017, principalement à cause d'un broutage important des épinettes noires (1070/1900) et des épinettes blanches (148/370) entre 2016-2017. Plusieurs plants d'épinette broutés étaient encore vivants en 2017, mais puisque leur chance de survivre à long terme est diminuée, ces plants ont été compensés afin d'assurer que les quantités de plants initialement prévus soient suffisantes à la fin du projet en 2026. Une compensation signifie que l'on rajoute un plant à côté d'un plant toujours vivant mais dont la survie à long terme est incertaine. Avec l'ajout de plants en 2017, ces zones sont rendues plus denses, puisque les plants broutés n'ont pas été retirés. Donc les épinettes broutées (entre 30-70 %) ont été compensées par environ 750 sapin baumier puisque les observations indiquent que le taux de broutage de cette espèce a été quasi nul entre 2016 et 2017. 100 vinaigrier, une autre essence désirée mais non disponible à l'automne, a également été planté en zone ouverte pour compenser le broutage ainsi que la mortalité du pin gris et des cerisiers de Virginie.

Zone 3

Un taux de broutage important a été observé entre 2016 et 2017 dans la zone non expérimentale plantée en épinette. Pour compenser le broutage des épinettes noires et l'incertitude liée à leur survie à long

terme, une nouvelle zone a été plantée en 2017 au m² avec environ 470 sapin baumier, espèce peu affectée par la prédation. Plutôt que de compenser le broutage en rajoutant des plants autour de ceux broutés, comme il a été fait dans la zone 2, nous avons plutôt opté pour la plantation d'une nouvelle zone pour ne pas surpeupler la zone « C » et ainsi augmenter les chances de survie des épinettes (zone D, carte 7). Cette nouvelle zone a permis de compenser le 2/3 des plants broutés (470/700).



Carte 7 : Zone de plantation dans la zone 3 avec le zone rajoutée en 2017

4.2 – Contrer le broutage

Une prédation importante par le lapin a été observée entre 2016 et 2017. Environ 29 % des plants mis en terre en 2016 et qui n'étaient protégés contre le lièvre ont été broutés par le lapin. Une protection supplémentaire a donc été apportée en 2017. Environ 4 000 protecteurs supplémentaires ont été installés. En zone expérimentale, les épinettes noires, épinettes blanches, aulnes rugueux, pins gris et peupliers deltoïdes ont été protégés, il s'agit des essences ayant eu le plus haut taux de broutage. Le pin gris et les épinettes noires, en zones non expérimentales ont été protégés en partie avec les protecteurs restants. En raison des coûts reliés aux protecteurs et leurs poses, il n'était pas possible de tout protéger. Le saule, qui a été rajouté en 2017 dans la zone non expérimentale de la zone 1, a également été protégé. Cette protection immédiate permettra d'atteindre les objectifs de lutte contre le phragmite plus efficacement ; plus le nombre d'individus à remplacer annuellement est faible, moins il sera long d'établir une cohorte d'arbres qui entreront en compétition avec le phragmite.

4.3 - Travaux subséquents

Avec le broutage inattendu de 29 % des plants non protégés par des protecteurs qui ont dû être remplacés, ainsi qu'avec l'achat et la pose de 4 000 protecteurs, le budget initial estimé pour les travaux

de 2017 n'a pas suffi et a dû être augmenté de 42 %. Néanmoins, ce montant n'a pas été suffisant pour effectuer toutes les tâches. Une partie des travaux a dû être reportée à la saison 2018. 82 % des plants dépéris ont été remplacés en 2017, la balance sera remplacé en 2018. Ces travaux incluront également la pose de protecteurs supplémentaires sur une partie de ces plants ainsi que le contrôle du phragmite sur les buttes (voir photo 5).



Photo 5 : Phragmite dans les buttes de plantations.

5 - À surveiller lors de saison 2018

Le suivi de certaines zones expérimentales effectué au cours de l'été et de l'automne 2017 dans le cadre des recherches de l'UQAM a permis d'identifier certaines problématiques qui devront être surveillées dans le futur.

5.1 – Broutage par le campagnol

Lors du mesurage des diamètres au collet des peupliers sur les buttes de plantation dans la zone 1 aux mois d'octobre et novembre 2017, nous avons constaté qu'environ 80 % des plants avaient été broutés, vraisemblablement par des campagnols. Le broutage se situait sous le niveau de la terre, les protecteurs contre les lapins /chevreuils installés sur ces plants ne sont donc pas efficaces contre ces prédateurs. Toutefois, aucun de ces plants n'était mort. On peut supposer qu'il y aura possiblement une diminution de la croissance de ces plants. Ceci sera donc suivi dans le temps.



Photo 6 : Tronc de peuplier brouté par le campagnol.

5.2 – Nerprun

Lors de la mise en place de la plantation en 2016, le nerprun, une espèce envahissante, a été identifié dans le bétulaie, mais ne semblait pas représenter une menace importante à cause de sa très faible densité.

Au cours de la saison 2017, nous avons vu une explosion de semis aux abords du chemin qui mène à la zone de la « tourbière décapée ». Des centaines de semis sont apparus, créant un tapis de verdure (photo 7).



Photo 7 : Droite : Tapis de nerprun au bord du Chemin ; Gauche : Nerprun dans la plantation de Thuya.

À moyen terme, les semis de nerprun identifiés le long du chemin d'accès à la « tourbière décapée » pourraient créer un couvert arbustif dense, réduisant la croissance et la survie des jeunes plants en sous-étage. Pour réduire la vitesse d'une éventuelle invasion de la tourbière par le nerprun, des mesures devront être prises prioritairement sur les individus matures sexuellement. La coupe ou, encore mieux, le déracinement de ces individus avec un suivi annuel serait l'une des seules options pertinentes.

Également, des actions devront être faites à moyen terme sur les semis de nerprun sur le site de la plantation 2016. En effet, les coûts associés à leur éradication sont relativement faibles pour les semis de l'année, mais vont devenir de plus en plus importants chaque année si rien n'est entrepris rapidement. Nous estimons avoir de une à deux années pour agir. Les semis âgés d'un an s'arrachent facilement, mais une fois installés, leurs systèmes racinaires denses rendent cette tâche difficile et cette dernière pourrait nécessiter des outils spécialisés. De plus, le déracinement des individus plus grands perturbe le sol et crée des lieux propices à l'envahissement. À notre avis, si rien n'est fait rapidement, les coûts et les problèmes associés à cette essence vont drastiquement augmenter d'ici 3 à 5 ans. Les semis sont présents principalement dans la zone 1, mais ont été observés également en grand nombre dans la zone 2 et 3.

5.3 – Zone inondable

Certaines zones du géotextile dans les tourbières décapées semblent trop s'inonder pour permettre l'établissement des plants. Une mortalité de plants sur de petites zones a été observée pour deux années consécutives. Une décision sera prise avec l'AMT pour déterminer si ces zones seront abandonnées et compensées ailleurs.

6 – Conclusion

L'entente avec l'AMT prévoyait de planter 13 685 arbres, un total de 14 155 plants ont été mis en terre, soit 470 de plus que prévu.

Un an après la plantation, 13 % des plants avaient subi un dépérissement suffisamment important pour être remplacé. Étant données les conditions relativement hostiles que peut représenter une tourbière envahie d'essences exotiques et les conditions météorologiques variables (de très humide à très sec), il s'agit d'un taux de remplacement acceptable.

Un broutage inattendu de 21 % des plants par le lapin a engendré un dépassement des coûts liés au remplacement de ces plants et à l'installation de protecteurs. 4 000 protecteurs supplémentaires à ceux acquis en 2016 contre le cerf ont été installés. Nous considérons qu'à long terme ces protecteurs vont augmenter le taux de succès et donc permettre de diminuer les coûts associés au remplacement des plants broutés. Ils permettront également d'atteindre plus rapidement et efficacement les objectifs liés à l'éradication du phragmite. Il a été convenu que l'investissement dans des protecteurs était une meilleure stratégie que le remplacement de tous les plants dépéris, qui seront néanmoins compensés en 2018.

Le taux de dépérissement relativement faible pour une première année ainsi que les modifications apportées aux dispositifs (protection contre les lapins et la modification des essences plantées lors du remplacement) nous rendent très confiants en ce qui concerne la réussite à terme de ce projet.

7 – Annexe - Photos et résultats du suivi par milieu de plantation

7.1 – *Aulne rugueux*

Tableau 1 : Aulne rugueux

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	121	39%	5%
	Non expérimental	210	51%	0%
3	Expérimental (phragmite coupé)	125	10%	55%
	Expérimental (avec phragmite)	150	6%	54%



Photos 5 : Plants d'aulne rugueux sain, brouté et avec une descente de cime.

7.2 – Bleuet à feuille étroite

Zone	Milieux de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	94	26%	3%
	Butte de plantation	170	23%	0%



Photo 6 : Plants de bleuet à feuille étroite

7.3 – Cerisier de Virginie

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	111	52%	6%
	Non expérimental	220	3%	11%
2	Non expérimental	20	50%	50%

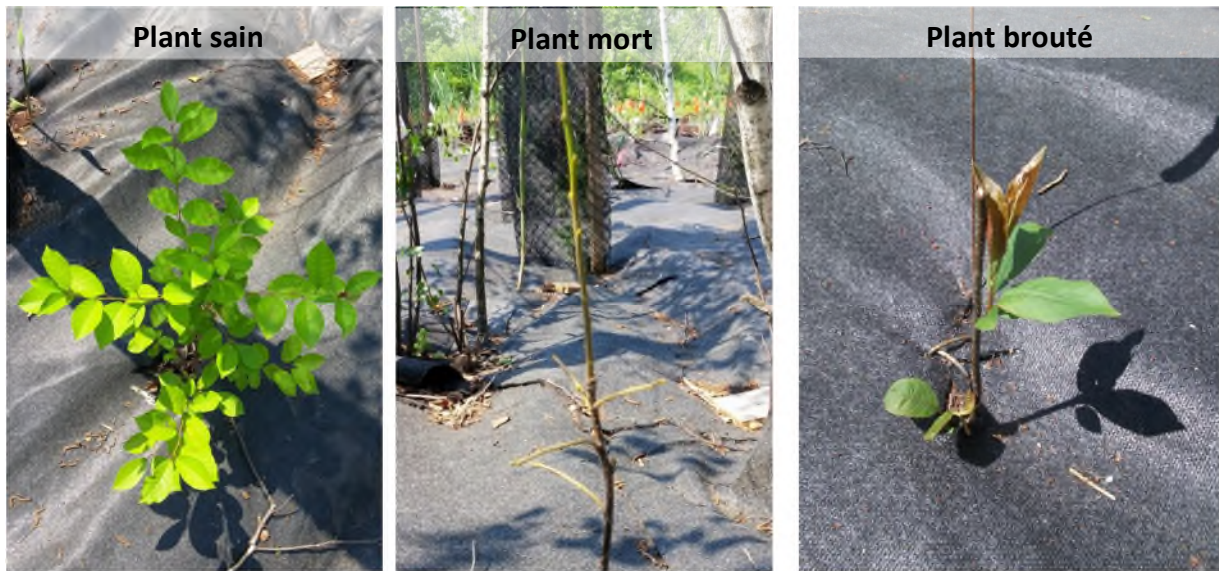


Photo 7 : Cerisier de Virginie

7.4 – Épinette blanche

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	209	20%	5%
	Non expérimental	325	0%	0%
2	Non expérimental	370	0%	40%
3	Expérimental (phragmite coupé)	150	1%	12%
	Expérimentale (avec phragmite)	120	0%	45%



Photo 8 : Épinette blanche

7.5 – Épinette noire

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
2	Non expérimental	1 990	3%	54%
3	Non expérimental	1 000	0%	69%

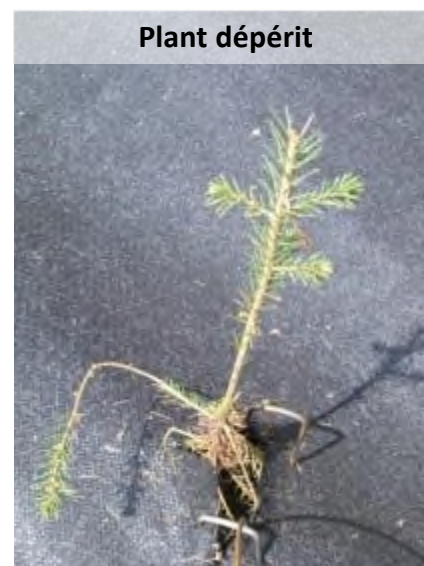


Photo 10 : Épinette noire

7.6 – Érable argenté

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement
1	Buttes de plantation	230	10%
2	Non expérimental	80	23%
3	Expérimental (phragmite coupé)	145	5%
	Expérimental (avec phragmite)	125	18%



Photo 11 : Érable argenté

7.7 – Érable de Pennsylvanie

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement
1	Géotextile	25	90%
	Non expérimental	325	36%



Photo 12 : Érable de Pennsylvanie

7.8 – Érable rouge

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement
1	Géotextile	50	34%
	Buttes de plantation	95	16%
2	Expérimental	465	44%
3	Expérimental (phragmite coupé)	155	24%
	Expérimental (avec phragmite)	115	58%



Photo 13 : Érable rouge

7.9 – *Kalmia à feuilles étroites*

Zone	Milieux de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	62	51%	10%
	Buttes de plantation	15	66%	0%



Photo 14 : *Kalmia à feuilles étroites*

7.10 – *Mélèze laricin*

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	215	7%	5%
	Buttes de plantation	400	1%	0%
	Non expérimental	200	8%	13%
3	Expérimental (phragmite coupé)	130	5%	29%
	Expérimental (avec phragmite)	140	6%	35%



Photo 15 : *Mélèze laricin*

7.11 – Myrique baumier

Zone	Milieu de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	140	55%	6%
	Buttes de plantation	275	4%	0%



Photo 16 : Myrique baumier

7.12 – Peuplier deltoïde

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	123	8%	25%
	Buttes de plantation	465	4%	0%
3	Expérimental (phragmite coupé)	150	0%	45%
	Expérimental (avec phragmite)	130	0%	83%



Photo 17 Peuplier deltoïde

7.13 – Pin blanc

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement
1	Non expérimental	180	2%
3	Expérimental (phragmite coupé)	160	7%
	Expérimental (avec phragmite)	135	9%



Photo 18 : Pin blanc

7.14 – Pin gris

Zones	Milieux de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Géotextile	162	2%	52%
	Non expérimental	295	5%	10%
2	Non expérimental	30	0%	100%
3	Expérimental (phragmite coupé)	150	24%	47%
	Expérimental (avec phragmite)	135	1%	63%



Photo 19 : Pin gris

7.15 – Rosier des marais

Zone	Milieu de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
1	Non expérimental	150	5%	0%



Photo 20 : rosier des marais

7.16 – Sapin baumier

Zone	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement	Brouté
2	Expérimental	715	35%	3%
	Non expérimental	285	1%	11%



Photo 21 Sapin baumier

7.17 – *Thuja occidentalis*

Zones	Milieus de plantation	Nombre approximatif	> 50 % de dépérissement
1	Géotextile	112	43%
2	Expérimental	655	8%
	Non expérimental	910	16%



Photo 22 : *Thuja occidentalis*.