



**Réseau de transport  
métropolitain**



**Suivi annuel des plantations de la tourbière du Chemin Brûlé – Printemps - Été 2020 –  
Année 4**

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



Mai 2021

Rédaction :

Catherine Couture, Agente de Recherche, UQAM

César Gabillot, M.Sc., Agent de recherche, UQAM

Jérémie Campeau-Poirier, Assistant de Recherche, UQAM

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, exo

Cartes : Francis Manka et Catherine Couture

Photos : Francis Manka, Johann Meyer, Catherine Couture et Dominique Tardif

## Table des matières

1 - Mise en Contexte	6
2 - Historique d'aménagement et de plantation 2016-2018	9
2.1 - Zone 1	9
2.1.1 - Conditions initiales de la zone	9
2.1.2 - Travaux réalisés	9
2.1.3 - Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 1	10
2.2 - Zone 2	11
2.2.1 - Conditions initiales de la zone	11
2.2.2 - Travaux réalisés	12
2.2.3 - Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 2	103
2.3 Zone 3	14
2.3.1 - Conditions initiales de la zone	14
2.3.2 - Travaux réalisés	14
2.3.3 - Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 2	105
3 - Historique de broutage sur le site	16
4 - Suivis 2020	17
4.1 - Suivi du coefficient de distribution (Stocking)	17
4.1.1 - Méthodologie	18
4.1.2 - Résultats	18
4.2 - Suivi de la survie et de la mortalité de la plantation	239
4.2.1 - Méthodologie	19
4.2.2 - Résultats	19
4.3 - Suivi de la vigueur	22
4.3.1 - Méthodologie	22
4.3.2 - Résultats	22
4.4 - Suivi du broutage	23
4.5 - Suivi de la croissance	25

4.6 - Conclusion sur les résultats des suivis	27
5 - Gestion des espèces exotiques envahissantes (EVEE)	28
5.1 - Le roseau commun	28
5.2 - Le nerprun	30
5.2.1 Résultats des méthodes d'éradication du nerprun	32
5.2.2 Conclusion des méthodes d'éradication du nerprun	36
6 - Saison 2021	36
7 - Conclusion	37

### Liste des cartes

Carte 1 : Emplacement de la propriété d'EXO (AMT) à L'Assomption, Québec	7
Carte 2 : Carte générale des zones de plantation	8
Carte 3 : Travaux préalables à la plantation dans la zone 1	10
Carte 4 : Patrons de plantation dans la zone 1	11
Carte 5 : Patrons de plantations de la zone 2	13
Carte 6 : Patrons de plantations de la zone 3	14
Carte 7 : Distribution et classes de densité du nerprun bourdaine sur le site du BTN en 2018	30

### Liste des photos

Photo 1 : Zone 1 avant et après le creusage des sillons à l'origine des buttes de plantation	9
Photo 2 : Bétulaie (zone 2) et son sous-bois de roseau	12
Photo 3 : Zone 3 et sa section de roseau coupé et de roseau intact	15
Photo 4 : Mélèze de 2 mètres sur le traitement géotextile dans la zone 1 à l'été 2020	24
Photo 5 : Aperçu avant et après le pliage du roseau commun dans la zone 3 en 2019	29
Photo 6 : Semis de nerprun au bord du chemin d'accès dans un quadra de 1 m <sup>2</sup>	31
Photo 7 : Nerprun dans la plantation de thuya de la bétulaie (zone 2)	33

### Liste des figures

Figure 1 : Proportion des plants selon quatre catégories de vigueur	22
Figure 2 : Proportion des arbres selon différentes catégories de hauteur pour l'année 2019 et 2020	26
Figure 3 : Proportion des arbustes selon différentes catégories de hauteur pour l'année 2019 et 2020	27
Figure 4 : Densité (tiges/m <sup>2</sup> ) du nerprun bourdaine avant chacun des trois passages de la débroussailleuse	33
Figure 5 : Densités (tiges/m <sup>2</sup> ) initiales avant l'arrachage au mois de juin et	

densités finales au mois d'août, soit 2 mois après l'arrachage, pour les deux espèces de nerprun	34
Figure 6 : Comparaison de l'efficacité des méthodes d'encapsulation et de découpe de racines pour chaque espèce de nerprun	35

### Liste des tableaux

Tableau I : Stocking (coefficient de distribution) par zone de plantation pour les arbres et les arbustes ligneux	18
Tableau II : Vitalité des plants selon leur espèce entre 2019 et 2020	21
Tableau III : Proportion des plants selon quatre catégories de vigueur par espèce.	23
Tableau IV : Broutage des arbres dépéris, protégés selon les espèce	23
Tableau V : Hauteur (cm) à l'année 2020 des arbres et des arbustes selon les espèces	25

### Liste des Annexes

Annexe 1 : Patrons de plantation de la zone 1	38
Annexe 2 : Patrons de plantation de la zone 2	42
Annexe 3 : Patrons de plantation de la zone 3	44

## 1 - Mise en contexte

Les travaux de construction du tronçon nord du Train de l'Est ont engendré une perte de 19.39ha de milieux humides et boisés (selon le document concept de compensation pour le tronçon nord - train de l'est), lesquels devaient être compensés par des superficies de terrain qui devaient être aménagées et d'autres conservées. En guise de lieu de compensation, exo (AMT à l'époque) a acquis un terrain situé dans la MRC de l'Assomption sur le chemin Brûlé (carte 1), d'une superficie de 37 hectares (ha), maintenant appelé boisé des terres noires (BTN).

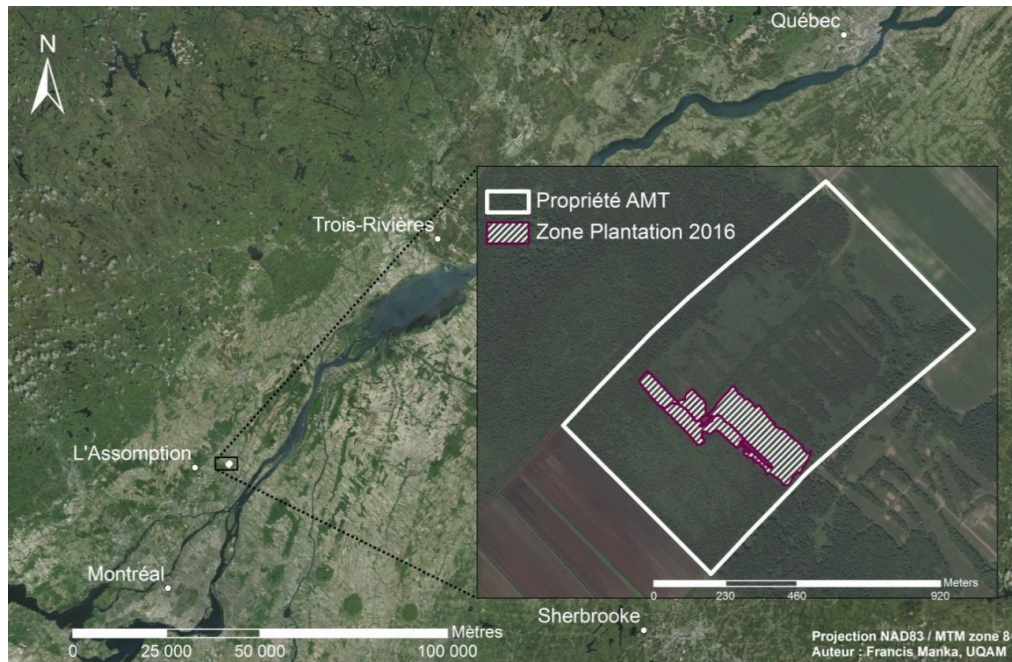
Il y a plus de 25 ans, ce site fut illégalement drainé dans le but d'en faire des terres cultivables et certaines parties ont été décapées afin de vendre la tourbe et la terre noire qui s'y trouvait. Par la suite, ce milieu perturbé fut envahi par le roseau commun exotique (*Phragmites australis* subsp. *australis*), aussi communément appelé phragmite. Il s'agit d'une espèce végétale exotique envahissante (EVEE) considérée comme la pire en l'Amérique du Nord et connue pour perturber le fonctionnement des écosystèmes dans lesquels elle s'implante (MRNO, 2011)<sup>1</sup>. L'envahissement par le roseau dans un milieu humide, qui plus est, et perturbé comme celui du BTN, crée rapidement des monocultures très denses de l'espèce qui atteignent plusieurs mètres de hauteur, privant ainsi de lumière les autres plantes en sous-étage. Les répercussions sur la flore et la faune, et donc la biodiversité et l'écosystème en général, sont donc considérables. Également, en plus de cette EVEE au BTN, on observe une augmentation de la présence du nerprun bourdaine (*Frangula alnus*) ainsi qu'un peu de nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), aussi reconnus pour perturber les écosystèmes dans lesquels ils s'implantent (MFFP 2014)<sup>2</sup>.

En juillet 2016, le *Protocole d'entente relatif à la lutte contre le phragmite via une plantation ciblée : Plan de compensation* fut conclu entre exo et le Centre d'étude de la forêt (CEF) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Le but ultime de ce plan de compensation, qui se veut un projet de renaturalisation du terrain retenu, était l'aménagement écologique viable, la lutte contre les EVEE, plus précisément concernant le roseau commun, ainsi que la conservation et restauration de la tourbière du BTN. L'objectif du projet était donc de développer des méthodes de lutte contre les EVEE au BTN, entre autres grâce à la plantation de végétaux et d'aménagements territoriaux. Dans le cadre de ce projet de recherche, les objectifs incluaient la compréhension des effets des aménagements et des plantations sur la biodiversité et la croissance, survie et recouvrement des essences forestières, et ce sur une période de suivi de 10 ans.

---

<sup>1</sup> Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. (2011). Phragmite envahissant. Pratiques de gestion exemplaires, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario Peterborough (Ontario). Récupéré de [https://www.ontarioinvasiveplants.ca/wp-content/uploads/2016/07/Phragmites\\_BMP\\_FINAL\\_french.pdf](https://www.ontarioinvasiveplants.ca/wp-content/uploads/2016/07/Phragmites_BMP_FINAL_french.pdf)

<sup>2</sup> Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2014). Le nerprun bourdaine : un envahisseur exotique qui menace l'établissement des plantations. Avis de recherche forestière. Récupéré de <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Hebert-Francois/Avis52.pdf>

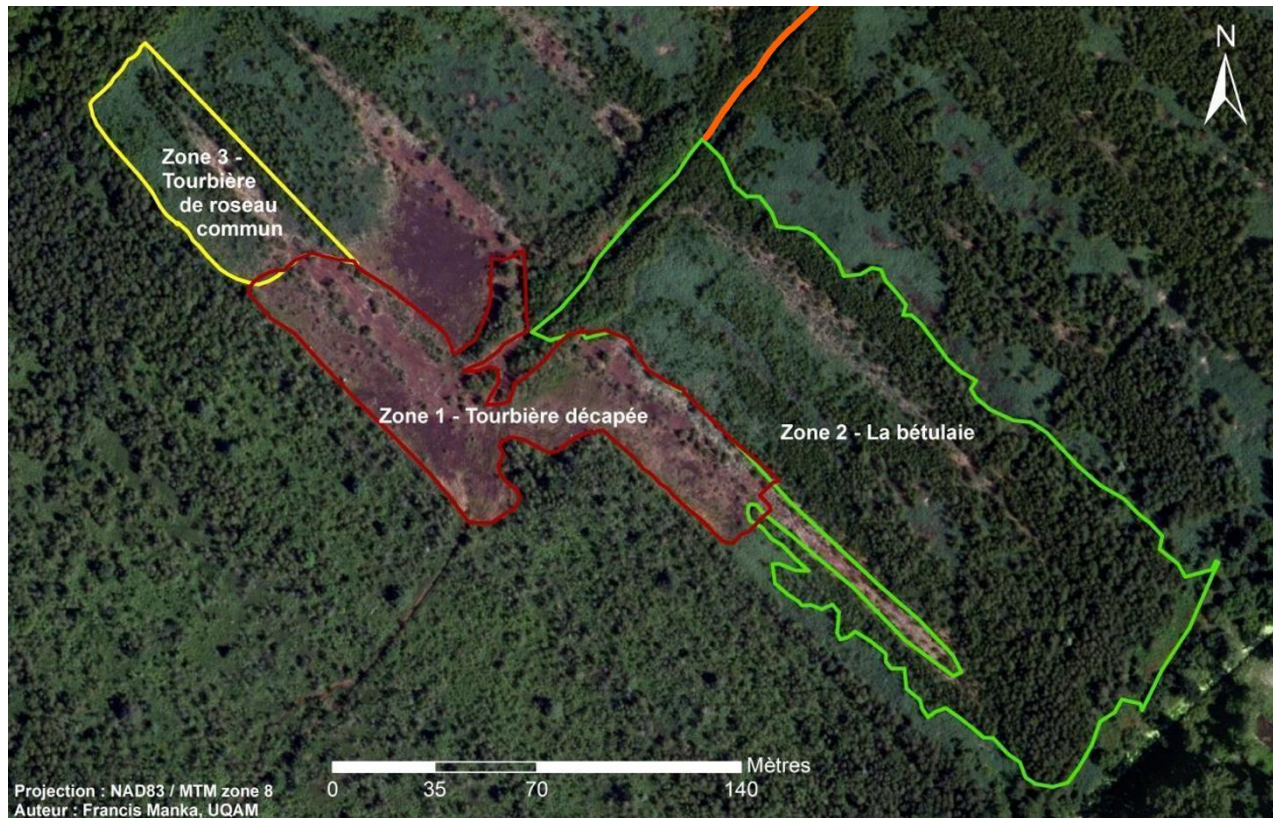


**Carte 1** : Emplacement de la propriété d'exo (AMT) à L'Assomption, Québec

Afin de répondre à ces objectifs, une plantation fût effectuée sur 28 988 m<sup>2</sup> du BTN en 2016 par l'équipe de l'UQAM, en collaboration avec la firme WSP, plus précisément sur les lots 2 890 719 et 2 790 721 à 2 790 725 du cadastre du Québec. Le but étant, dans un premier temps, que les nouvelles plantations compétitionnent avec le roseau commun exotique pour la lumière et, dans un deuxième temps, de créer un écosystème écologique viable. Les plantations et aménagements furent effectués dans trois différentes zones (Carte 2) :

- **Zone 1** : L'établissement d'une forêt dans une zone ouverte pour prévenir l'avancement du roseau ;
- **Zone 2** : L'établissement d'une deuxième cohorte d'arbres dans un peuplement de bouleaux gris qui est à risque d'envahissement par le roseau ;
- **Zone 3** : L'établissement d'une forêt dans une zone dominée par le roseau.





**Carte 2** : Carte générale des zones de plantation ainsi que l'accès au site en orange.

Afin d'identifier et de documenter les traitements efficaces et rentables de lutte contre le roseau, différents types d'aménagements ont été réalisés à différents endroits. Ces traitements se différencient entre eux par la composition d'espèces plantées (monoculture vs polyculture), la densité de plantation, le milieu de plantation (sur membrane de géotextile, sur des monticules délimités par des sillons, sur sol non modifié avec une plantation directe dans les monocultures de roseau commun, ou à l'intérieur de colonies de roseaux communs préalablement coupées) ou par un mélange de ces paramètres (types de cultures, types d'intervention contre le roseau et types de plantations). A priori, 13 685 plants d'arbres et d'arbustes devaient être plantés pour que toute la superficie visée par l'entente soit traitée (28 988 m<sup>2</sup>). Le succès des plantations et de la régénération du site est mesuré à travers plusieurs suivis s'échelonnant sur une période de 10 ans (2017 à 2026), incluant des suivis de survie, de croissance (hauteur et diamètre), de vigueur ainsi qu'un suivi du coefficient de distribution (stocking) sur un certain pourcentage des plants ou du territoire. Au Québec, le seuil visé par le MFFP pour déterminer le succès ou non d'une plantation est de 60% du stocking. Puisque nous visons un couvert forestier dense pour empêcher le roseau commun de dominer et de se propager, un seuil de stocking plus élevé est souhaité pour assurer le succès de l'aménagement.

L'année 2020 représente la quatrième année de suivi après la plantation initiale de 2016. L'historique des plantations et aménagements réalisés entre 2016 et 2018 sera d'abord décrit, suivi de la section qui décrit l'état des plantations au moment des suivis, réalisés aux mois de juin et juillet 2020.



## **2 - Historique d'aménagement et de plantation 2016-2018.**

Le site comprend 3 zones distinctes plantées initialement en septembre et octobre 2016 (carte 2). À l'été 2017 et à l'automne 2018, de nouveaux arbres ont été plantés pour remplacer ou compenser les arbres morts lors des premières saisons. Des ajustements dans le choix des essences plantées ont été faits dans le but de favoriser le succès du projet.

### **2.1 - Zone 1**

#### **2.1.1 - Conditions initiales de la zone**

La zone 1 ou "tourbière décapée", est une aire ouverte de 5 420 m<sup>2</sup> sans couvert forestier dont la tourbe a été décapée, il y a plus de 25 ans (photo 1 à gauche). Le roseau a envahi ce sol perturbé et a été observé en forte densité dans trois endroits de la zone (carte 3). Cette zone se caractérise également par une faible régénération naturelle de semis installés sur des microsites légèrement surélevés. Les essences s'y trouvant sont essentiellement des bouleaux gris (*Betula populifolia*) et érables rouge (*Acer rubrum*), puis quelques mélèzes (*Larix laricin*), épinette noire (*Picea mariana*) et cerisier de Virginie (*Prunus virginiana*). Outre les monticules, les semis établis à la hauteur du sol présentaient des racines pourries résultant probablement d'une fluctuation importante de la nappe phréatique.

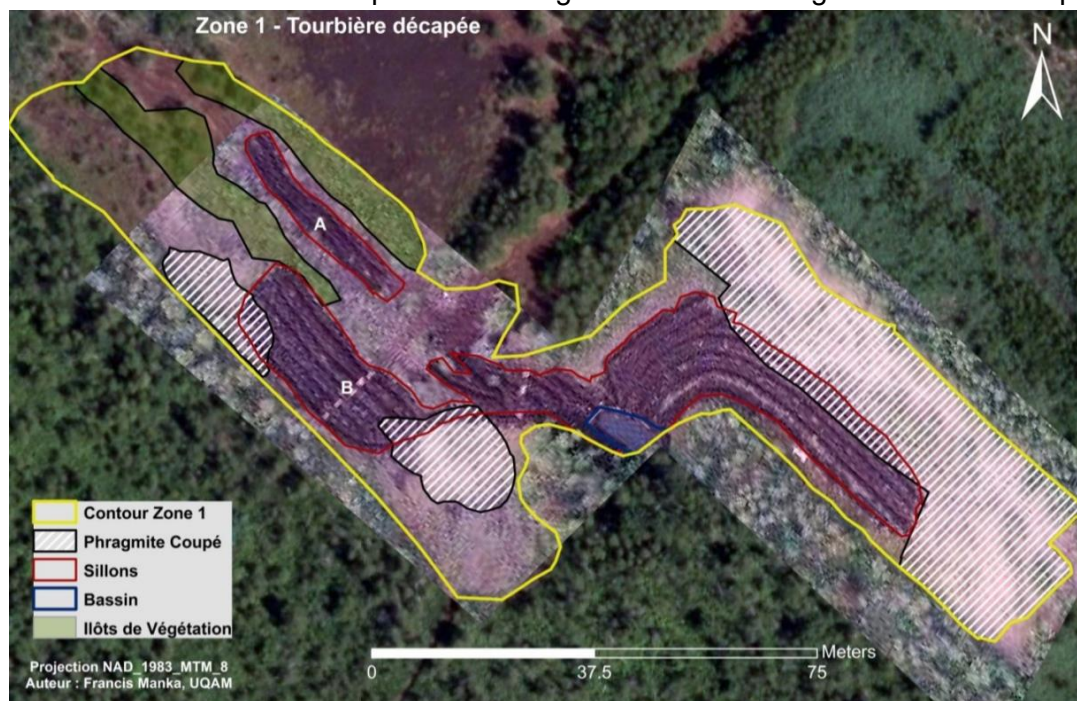
#### **2.1.2 - Travaux réalisés**

Deux aménagements ont été faits préalablement à la plantation :

- 1- La coupe du roseau à la débroussailleuse, son retrait manuel et le recouvrement de ces zones avec une membrane géotextile pour empêcher qu'il ne repousse (carte 3 et 4) ;
- 2- Des sillons ont été creusés pour permettre l'évacuation du surplus d'eau vers un bassin dans les endroits présentant une problématique d'accumulation d'eau. Cette activité a par le fait même permis de casser des rhizomes de phragmites et s'est avérée efficace comme moyen de contrôle de l'espèce. Des buttes ont été créées avec la terre excavée afin de reproduire l'effet de microtopographie retrouvé naturellement sur le site et d'accueillir une plantation surélevée (carte 3 et 4; photo 1 à droite).



**Photo 1** : Zone 1 avant et après le creusage des sillons à l'origine des buttes de plantation



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

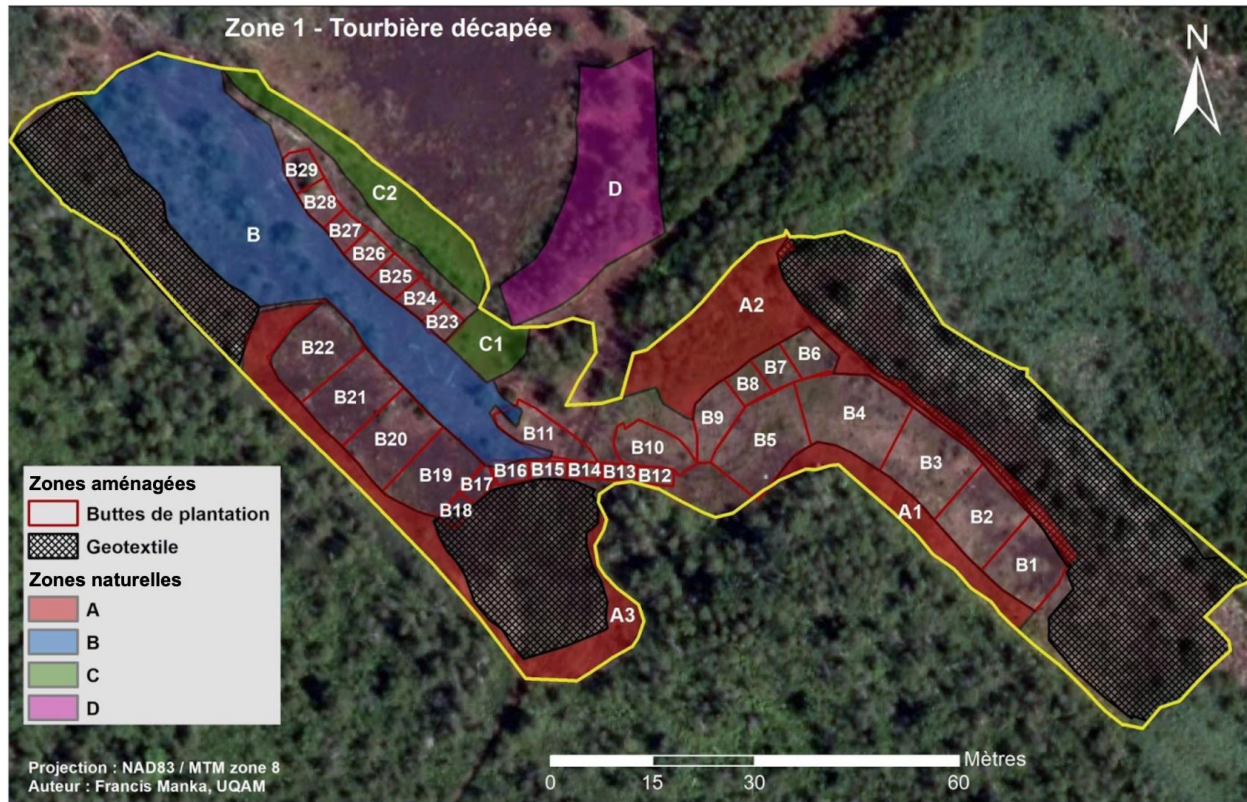
La plantation fut ainsi réalisée dans des zones ayant subi des aménagements ainsi que dans des zones non aménagées, puisque non envahie par le phragmite, respectivement appelées zones expérimentales et zones non expérimentales dans les rapports antérieurs (zones aménagées et zones naturelles, carte 4). Dans les zones aménagées, les plantations ont été faites sur la membrane géotextile et sur des buttes.

### **2.1.3 - Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 1**

Au total, 19 essences différentes ont été plantées dans cette zone à une densité de 1 tige/m<sup>2</sup>, à savoir l'aulne crispé (*Alnus viridis crispa*), l'aulne rugueux (*Alnus incana rugosa*), le bleuet à feuilles étroites (*Vaccinium angustifolium*), le cerisier de Virginie (*Prunus virginiana*), l'épinette blanche (*Picea glauca*), l'épinette noire (*Picea mariana*), l'érable argenté (*Acer saccharinum*), l'érable de Pennsylvanie (*Acer*



*pensylvanicum*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*), le mélèze laricin (*Larix laricina*), le myrique baumier (*Myrica gale L.*), le peuplier deltoïde (*Populus deltoides*), le pin blanc (*Pinus strobus*), le pin gris (*Pinus banksiana*), le rosier des marais (*Rosa palustris*), le sapin baumier (*Abies balsamea*), le saule pourpre (*Salix purpurea*) et le thuya occidental (*Thuja occidentalis*). Les patrons de plantation, soit la dispersion des espèces dans chacune des sous-zones, ont été décrits en détail dans les rapports précédents mais sont aussi insérés en Annexe de ce rapport (Annexe 1).



**Carte 4** : Patrons de plantation dans la zone 1

## 2.2 - Zone 2

### 2.2.1 - Conditions initiales de la zone

La zone 2, d'une superficie de 19 128 m<sup>2</sup> est appelée la bétulaie, puisqu'elle héberge un peuplement de bouleaux gris, dont le sous-bois est envahi de roseau (photo 2). Du bouleau gris est présent dans plus de 90% de cette zone, qui est une espèce avec une courte vie relative en comparaison avec la plupart des autres espèces arborescentes du Québec. À proportion plus faible se trouve des saules, des peupliers faux-trembles et des cerisiers de Virginie dans cette zone. Puisque la densité du roseau augmente avec l'ouverture de la canopée, celle-ci est très élevée dans les zones ouvertes et diminue dans les endroits où il y a plus d'arbres et où la canopée se referme. Les semis d'essences arborescentes sont pratiquement absents de cette zone, la régénération naturelle est donc très limitée, probablement à cause de l'ombrage causé par le roseau et le bouleau.

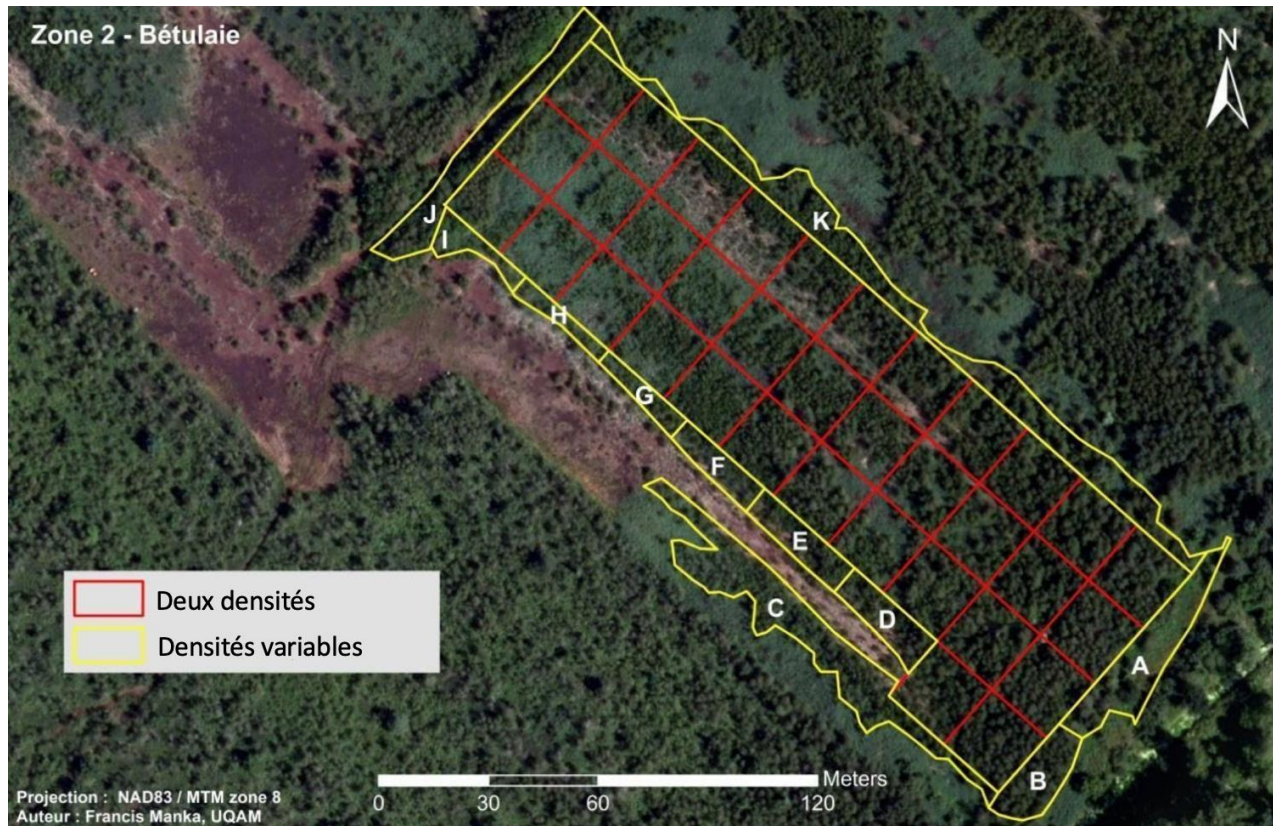


**Photo 2** : Bétulaie (zone 2) et son sous-bois de roseau

### **2.2.2 - Travaux réalisés**

La plantation dans cette zone a pour but que les bouleaux, dont la sénescence débutera dans les prochaines décennies, ne soient pas remplacés par le roseau. Différents patrons de densité ont été expérimentés dans cette zone, soit une grande zone centrale plantée à deux densités (1 plant/4m<sup>2</sup> ou 25m<sup>2</sup> c'est-à-dire 2500 tiges/ha ou 400 tiges/ha) (la densité faible a été testée comme moyen de transition d'une bétulaie grise à une forêt de stade de succession plus avancé) et le contour planté à densité variable (1 plant/m<sup>2</sup>, /2m<sup>2</sup>, /4m<sup>2</sup> ou /9m<sup>2</sup>) (ou 10000 tiges/ha, 5000, 2500 ou 1111 tiges/ha) (carte 5).





**Carte 5** : Patrons de plantations de la zone 2

### **2.2.3 - Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 2**

Au total, 3 825 plants de neuf espèces différentes ont été plantés dans la zone 2 (0,28 tige/m<sup>2</sup> ou 2800 tiges/ha), soit le cerisier de Virginie, l'épinette noire, l'épinette blanche, l'érable argenté, l'érable rouge, le pin gris (près du sentier), le sapin baumier, le thuya occidental et le sumac vinaigrier (*Rhus typhina*).

Dans la zone à deux densités, 35 parcelles de 400 m<sup>2</sup> sont plantées avec trois espèces tolérantes à l'ombre, soit l'érable rouge, le thuya occidental et le sapin baumier (plus de détail en Annexe 2). Le contour de la bétulaie a été séparé en 11 sections plantées à des densités variables et en mono et polyculture (carte 5).

En 2017, suite à un broutage important des épinettes noires et blanches par les lapins à queue blanche (*Sylvilagus floridanus*) et les lièvres (*Lepus americanus*), 750 nouveaux plants de sapins baumiers ont été plantés à côté de chaque plant d'épinette pour compenser leur perte éventuelle. Plus tard en 2018, 400 plants (épinette noire, sapin baumier et érable rouge) ont été ajoutés à la zone 2 pour remplacer les arbres morts.



## 2.3 Zone 3

### 2.3.1 - Conditions initiales de la zone

La zone 3 est appelée la tourbière de roseau commun. Cette zone semi-ouverte est située à proximité d'une forêt mixte et est dominée par le roseau (carte 6). On y trouve néanmoins une densité élevée de gaules et de semis arborescents naturels, principalement de bouleau gris et d'érable rouge ainsi que d'épinette noire, de cerisier de Virginie et de mélèze laricin. Nous supposons que le roseau n'a pas atteint une densité suffisante pour nuire à l'établissement des arbres.



**Carte 6** : Patrons de plantations de la zone 3

A : Zone où le roseau a été coupé et retiré; B : Zone où le roseau a été conservé

### 2.3.2 - Travaux réalisés

Lors des visites de caractérisation du milieu avant la plantation nous avons observé des semis de plusieurs espèces qui s'étaient établis dans le phragmite. En plus de vouloir contrôler le roseau dans cette zone, notre objectif était aussi de savoir si son retrait avant la plantation amènerait un meilleur taux de survie et de croissance pour les espèces plantées. Pour ce faire, sur une partie de la zone (zone « A »), le roseau fut coupé et retiré du site avant la plantation tandis que sur l'autre moitié (zone « B ») il fût laissé en place (carte 6, photo 3). Lors de la coupe du roseau, un effort a été fait pour préserver la régénération végétale préétablie. Les zones « C » et « D » sont plantées en monoculture, sans aucun traitement préalable.

### **2.3.3 - Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 3**

En 2016, 3 215 plants ont été plantés, dans les 3 029 m<sup>2</sup> pour une densité de 1,06 tige/m<sup>2</sup> (10600 tiges/ha). Les zones A et B se composent de 24 lignes de plantation espacées entre elles de 1 mètre. Huit espèces ont été plantées à raison d'une par ligne et d'une distance d'un mètre entre chaque plant, soit le peuplier deltoïde, le pin gris, l'épinette blanche, le mélèze laricin, l'aulne rudeux, le pin blanc, l'érable rouge et l'érable argenté (voir Annexe 3). La plupart des plants dans ces zones ont été protégés contre l'herbivorie. La zone « C » a été plantée au m<sup>2</sup> en épinette noire mais n'a pas été protégée.

Un taux de broutage important des lapins et des lièvres a été observé entre 2016 et 2017 sur les épinettes noires dans cette zone. Pour compenser leur perte potentielle à long terme, une nouvelle zone (zone « D », carte 6) a été plantée en 2017 au m<sup>2</sup> (10000 tiges /ha) avec environ 470 sapins baumiers, espèce qui était jugée peu affectée par le broutage. Plutôt que de rajouter des plants autour de ceux broutés comme dans la zone 2, nous avons opté pour la plantation d'une nouvelle zone (« D ») pour augmenter les chances de survie des épinettes en minimisant la compétition avec d'autres plants. En outre, en 2018 environ 570 plants (sapin, peuplier, épinette noire et blanche, érable rouge et argenté, mélèze, pin gris et blanc) ont été plantés dans la zone 3 pour remplacer les arbres morts.



**Photo 3** : Zone 3 et sa section de roseau coupé (photo du haut) et de roseau intact (photo du bas)

### **3 - Historique de broutage sur le site**

En 2016, au moment de la plantation, les essences les plus susceptibles d'être broutées par le cerf de Virginie (l'herbivore observé sur le site avant les plantations) ont été protégées, soit l'érable argenté, l'érable de Pennsylvanie, l'érable rouge, le thuya occidental et le pin blanc. Un total de 3963 plants sur les 14 155 plants plantés a été protégé, soit 28% de la plantation. Cependant, ce sont des lapins à queue blanche et les lièvres d'Amérique qui ont causé les dégâts pendant l'hiver et le printemps. Une protection supplémentaire a donc rapidement été apportée en 2017. Environ 4 000 protecteurs supplémentaires ont été installés sur les essences ayant eu le plus haut taux de broutage de 2016 à 2017, soit les épinettes blanches, les aulnes rudeux, les pins gris, les saules

et les peupliers deltoïdes, qui ont été protégés en entières, ainsi que certaines épinettes noires et certains pins gris. En raison des coûts reliés aux protecteurs et leur pose ainsi que le budget disponible, il n'était pas possible de protéger tous les plants. En 2017, il y avait donc 7963 plants protégés sur les 14 155 plants (note: plus d'arbres ont été plantés que prévu dans l'entente), soit 56% de la plantation qui était protégée. Cette protection immédiate a donc permis de se diriger vers la réalisation de notre objectif, soit l'établissement d'un nouveau couvert forestier, en permettant à plus de la moitié de la plantation de croître.

La mesure de contrôle visant à protéger les plants par des protecteurs individuels a fait ses preuves : autant la survie et la croissance des espèces sensibles au broutage ont pu être améliorées après leur installation (voir rapports 2018 et 2019 tableaux 5 et 6). Cependant, des protecteurs n'ont pas pu être installés sur tous les plants d'espèces sensibles. Or, le broutage affecte toujours significativement certaines espèces non protégées, tant en limitant leur croissance, qu'en augmentant le nombre d'arbres dépérit et ultimement d'arbres morts. En 2019, les quatre espèces les plus broutées étaient le sapin baumier, l'épinette noire, le cerisier de Virginie et le pin gris.

#### **4 - Suivis 2020**

Le but du projet de compensation est d'aménager et de conserver un écosystème viable. Pour parvenir à ce but, il était nécessaire de développer des méthodes de lutte contre le roseau, entre autres à travers des plantations de végétaux et des aménagements territoriaux réalisés en 2016 et 2017. Le but des plantations était, dans un premier temps, de réaliser une fermeture de la canopée afin d'entrer en compétition avec le roseau et, dans un deuxième temps, d'ajouter à la valeur écologique de l'écosystème, en incluant une plus grande biodiversité par une plantation floristique diversifiée d'espèces indigènes et d'espèces facultatives ou obligées de milieux humides.

Tel que mentionné précédemment, le succès de l'aménagement sera mesuré en se basant sur les résultats obtenus au cours des suivis annuels qui ont lieu au début de chaque saison estivale. Pendant la saison de suivis, plusieurs aspects de la plantation sont mesurés, tels que la survie, l'état des plants (vigueur), le broutage et finalement la croissance. En 2019, le MFFP et le MELCC nous ont conseillé de réaliser un exercice de définition de couvert forestier, en suivant la méthode de "stocking" afin d'avoir une mesure qui prévoit la probabilité de la fermeture de la canopée dans les prochaines années. Pour cette raison, le succès de la plantation est mesuré en fonction des résultats du coefficient de distribution (voir point suivant : 4.1).

##### **4.1 - Suivi du coefficient de distribution (Stocking)**

Nous évaluons la répartition de la régénération sur le site à l'aide de la méthode de "stocking" (coefficient de distribution), technique utilisée en foresterie pour juger le succès ou non des plantations. Le stocking est la méthode utilisée par le MFFP et consiste à évaluer la répartition de la régénération en utilisant une série de quadras de 4 m<sup>2</sup> établis systématiquement dans la zone de plantation. Le pourcentage des quadras ayant au moins un arbre vivant recensé indique la probabilité qu'un site sera recouvert par une canopée fermée lorsque la plantation aura atteint la maturité. Comme mentionné précédemment, au Québec, le seuil visé par le MFFP pour déterminer

le succès ou non d'une plantation commerciale est de 60% du stocking (Thiffault et al., 2003)<sup>3</sup>. Nous visons donc un couvert dense pour empêcher le roseau de dominer et proliférer, ainsi un seuil de stocking plus élevé est souhaité.

Puisque nous sommes dans un écosystème tourbeux, des arbustes ont aussi été plantés dans les zones les plus dénudées et profondes, qui sont caractéristiques du milieu (zone 1 : photo 1, Carte 3). Nous avons donc décidé de pousser l'exercice de stocking en décrivant le milieu par groupement d'essences, dans ce cas-ci en deux catégories, soit les arbres et les arbustes. De plus, lors du recensement, nous avons distingué les arbres plantés des arbres indigènes naturellement présents sur les lieux. Le stocking des arbres peut donc être retrouvé sous la colonne "stocking arbres plantés et indigènes" (Tableau I).

#### 4.1.1 - Méthodologie

Tous les plants vivants furent considérés, soit intacts, broutés et légèrement dépéris (les arbres morts ou mourants, c'est-à-dire sévèrement dépéris (> 75%), n'ont pas été comptés). Des quadras de 4m<sup>2</sup> ont donc été effectués afin de dénombrer le nombre d'arbres vivants dans les trois différentes zones de la tourbière. À l'aide d'un azimuth aléatoire, un nombre de quadras prédéfinis a été mesuré à une distance de 5 mètres l'un de l'autre. 43 quadras aléatoires ont été définis dans la zone 1 et 25 quadras dans les zones 2 et 3.

#### 4.1.2 Résultats

Le tableau 1 présente les résultats de stocking des plants qui ont été plantés entre 2016-2018 ainsi que des plants issus de la régénération naturelle (indigènes), présents avant ou après la plantation. Le stocking total prend en compte les arbres et les arbustes plantés et indigènes au sein d'un même quadra.

**Tableau I : Stocking (coefficient de distribution) par zone de plantation pour les arbres et les arbustes ligneux.**

	Stocking arbres			Stocking arbustes			Stocking total
	Plantés	Indigènes	Plantés et indigènes	Plantés	Indigènes	Plantés et indigènes	
<b>Zone 1</b>	79%	70%	93%	81%	77%	95%	98%
<b>Zone 2</b>	68%	16%	72%	-	12%	28%	84%
<b>Zone 3</b>	92%	80%	96%	-	84%	84%	100%
<b>Moyenne 3 zones</b>	80%	55%	87%	81%	58%	69%	94%

<sup>3</sup> Thiffault, N., Roy, V., Prigent, G., Cyr, G., Jobidon, R. et J. Ménétrier 2003 La sylviculture des plantations résineuses au Québec, Le Naturaliste Canadien 127 : 63 - 80

Le stocking moyen des arbres pour les trois zones confondues est de 87%, ce qui suggère que le site est bien régénéré et qu'il y aura un bon recouvrement de la canopée lorsque la plantation aura atteint sa maturité. Les zones 1 et 3 ont aussi une très grande probabilité d'être fermées, avec un stocking d'arbres à plus de 90%, où plus de 9 quadras sur 10 contiennent un arbre ou plus. Lorsqu'on considère les arbustes à l'intérieur des quadras, aucun quadra échantillonné de la zone 3 ne possède moins d'une tige, son stocking est donc évalué à 100 % (Tableau I).

Une grande superficie de la zone 2 (la zone plantée à plus faible densité) est fortement envahie par le roseau, son stocking est donc le plus faible observé, avec un stocking d'arbres de 72%, soit 7 quadras échantillonnées sur 10 qui contenaient au moins 1 arbre. On voit tout de même que la plantation favorise la fermeture de la canopée de cette zone. La régénération est définitivement plus ardue dans cette zone que dans les deux autres. Malgré tout, le stocking de la strate de régénération est tout de même de 12% plus élevé que le seuil visé par le MFFP au Québec, soit 60% (Tableau I). Il faut aussi noter que ce stocking n'inclut pas la strate dominante de bouleau gris, et donc la transition d'un couvert forestier vers un autre semble bien en place.

Pour ce qui est des arbustes, ceux-ci furent plantés seulement dans la zone 1, ce qui explique le manque de valeurs pour les zones 2 et 3. Cependant, il y a tout de même une forte régénération d'arbustes à l'intérieur de la zone 3, avec un stocking d'arbustes naturels égal à 84%. Les arbustes semblent avoir du mal à s'établir et proliférer dans la zone 2, probablement puisque cette zone est fortement envahie par le roseau. De façon générale, les résultats montrent tout de même qu'une régénération naturelle d'arbustes s'installe sur le site du BTN, avec une moyenne de 58% des quadras mesurés qui comportent au moins un arbuste indigène ou plus (Tableau I).

Ces résultats témoignent que le stocking du site est nettement supérieur au seuil de 60% assurant le succès d'une plantation en milieu forestier, et ainsi que nos plantations sont sur la voie de créer une forêt possédant une canopée fermée. En effet, la moyenne générale du site et le score individuel de chaque zone (pour les arbres) étant 27% plus élevés que ce seuil de 60%, cela sera suffisant pour assurer une fermeture de la canopée dans les trois zones du site (Tableau I).

## **4.2 - Suivi de la survie et de la mortalité de la plantation**

### **4.2.1 Méthodologie**

Pour tous les plants recensés en 2020 (11 545 plants dont 84% sont vivants), un suivi de la survie/mortalité a été fait en juin et juillet 2020, pour une 4<sup>e</sup> année consécutive. Ce suivi consiste à noter pour chaque espèce le nombre de plants qui sont vivants et morts. Pour que le plant soit considéré comme vivant, il doit faire de la photosynthèse, donc les plants considérés comme morts n'ont plus de feuilles ou de bourgeons vivants. Une seconde note est prise lorsqu'un plant vivant est déperé. Ces plants ont des défauts sur plus de 75% de leur physique, mais ils sont tout de même toujours capables de faire de la photosynthèse grâce à au moins 25% du plant qui demeure intact, ce qui leur offre tout de même des chances de mieux se porter dans les prochaines années. Les défauts recensés au BTN sont les suivants : bourgeons morts, broutages, peu de feuilles, feuille orange, dessiccation hivernale, plant brisé. La présence de protecteurs a aussi été recensée pour tous les plants afin d'avoir une idée du pourcentage de la plantation protégée contre l'herbivorie.



#### 4.2.2 Résultats

Le suivi de 2020 a permis de recenser 11 545 plants au total dans toutes les zones, soit les zones 1, 2 et 3. Pour toutes zones confondues, le taux de survie pour l'année 2020 est égal à 84%, soit 9 692 plants vivants sur 11 545 recensés. Plus précisément, 6422 (56%) sont vigoureux, puisqu'ils ont entre 0 et 75% de défauts et 3270 (28%) sont considérés comme dépéris, puisqu'ils ont plus de 75% de dommages. Les plants morts à l'année 2017, 2018 et 2019 n'ont pas été inclus dans le nombre total des plants. Le taux de mortalité pour l'année 2020 est de 16%. C'est-à-dire que 1853 plants qui étaient considérés comme vivants ou dépéris en 2019 étaient maintenant morts en 2020. Sur les 11 545 plants recensés en 2020, 5822 étaient protégés, soit 50% de la plantation (Tableau II).

Les espèces les plus abondantes dans les zones de compensation sont l'épinette (*Picea mariana* et *Picea glauca*), le sapin baumier (*Abies balsamea*), le thuya (*Thuja occidentalis*), le pin (*Pinus sp.*), le mélèze (*Larix laricina*) et l'érable rouge (*Acer rubrum*). De ces espèces, le sapin est majoritairement dépéri (67%), avec une mortalité égale à 18% en 2020. La cause de cette condition est majoritairement le broutage exercé par les herbivores. En effet, seulement 2% des sapins sont protégés, et ils en subissent grandement les conséquences. L'épinette est aussi victime du broutage, sa mortalité est similaire au sapin (17%), et 39% des épinettes vivantes sont considérées comme dépéris en 2020. Avec la nouvelle pose de protecteurs, 40% des épinettes sont maintenant protégées et l'effet de la pose des nouveaux protecteurs sur cette espèce pourra être mesuré à l'année 2021. Quant aux espèces abondantes ayant un meilleur taux de survie, le mélèze et l'érable rouge font partie des espèces ayant le meilleur taux de survie au BTN, avec plus de 90% des plants vivants étant vigoureux. Le mélèze et le pin ont d'ailleurs un taux de mortalité de 0% en 2020. Plus de 60% des pins et des thuyas sont vigoureux (respectivement 71% et 62%) (Tableau II).

Les arbustes incluant l'aulne, le kalmia, le myrique et le bleuet semblent bien se porter à l'année 2020. Ces derniers ont plus de 70% de leurs plants étant vigoureux, et certains ont même eux un taux de mortalité de 0%.

Pour les plants ayant subi de forts taux de mortalité en 2020, soit l'érable de Pennsylvanie (29%), le peuplier deltoïde (79%), le cerisier de Virginie (59%) et le vinaigrier (94%), leur grande mortalité peut être expliquée par une mauvaise caractérisation des années précédentes due à la présence de bourgeons persistants lorsque le plant est mort. En effet, les suivis annuels se font habituellement au printemps, lorsque les feuilles ne sont pas encore sorties, mais que les bourgeons sont apparents. En raison du COVID-19, le suivi a été reporté aux mois de juin et juillet 2020 et les feuilles étaient donc toutes sorties. Ce suivi tardif nous a permis de réaliser que certains plants de ces espèces avaient bien des bourgeons, mais aucune feuille. Depuis les quatre dernières années, plusieurs de ces plants sont donc recensés comme vivants alors qu'ils étaient morts. Leur mortalité n'avait donc pas été prise en compte auparavant, ce qui explique le haut taux de mortalité pour 2020.

Pour la majorité des espèces, les actions afin de promouvoir leur survie ont été faites, incluant l'aménagement du territoire et la pose de protecteurs. Les résultats obtenus au tableau II montrent que la pose de protecteurs serait bénéfique sur les sapins, les épinettes, les pins et les rosiers des marais. On peut aussi voir que certains plants morts ont encore des protecteurs en 2020 (530 disponibles sur les peupliers et 100 sur les thuyas par exemple). Plus d'une centaine de protecteurs disponibles ne sont pas encore posés, présentement dus à un manque de matériel de qualité (bois) et de temps.

**Tableau II : Vitalité des plants selon leur espèce entre 2019 et 2020.** Nombre total des plants vivants, pourcentage des plants vivants étant vigoureux (très vigoureux, vigoureux et peu vigoureux, voir point 3.3.1), pourcentage des plants vivants étant dépéris (voir point 3.3.1), nombre de plants étant morts entre le printemps 2019 et 2020, nombre de plants protégé par des protecteurs et nombre total de plants recensés pour chaque espèce présente dans les zones 1, 2 et 3 lors du suivi à l'été 2020.

Espèce	Vivants	Vivants Vigoureux	Vivants dépéris	Morts	Protégés	Total
<i>Abies balsamea</i>	1365	15%	67%	297	41	1662
<i>Acer pensylvanicum</i>	51	8%	63%	21	60	72
<i>Acer rubrum</i>	725	91%	3%	46	763	771
<i>Acer saccharinum</i>	422	72%	12%	85	474	507
<i>Alnus sp</i>	598	75%	25%	0	401	598
<i>Kalmia angustifolia</i>	62	92%	8%	0	0	62
<i>Larix laricina</i>	1132	92%	8%	0	7	1132
<i>Myrica gale L.</i>	312	84%	8%	27	0	339
<i>Picea sp</i>	2086	44%	39%	426	1340	2512
<i>Pinus sp</i>	1310	71%	29%	0	842	1310
<i>Populus deltoides</i>	117	8%	13%	451	630	568
<i>Prunus virginiana</i>	79	18%	23%	115	0	194
<i>Rhus typhina</i>	4	0%	6%	59	0	63
<i>Rosa palustris</i>	117	29%	71%	0	0	117

Espèce	Vivants	Vivants Vigoureux	Vivants dépéris	Morts	Protégés	Total
<i>Salix purpurea</i>	32	0%	100%	0	56	32
<i>Thuja occidentalis</i>	1107	62%	7%	509	1208	1616
<i>Vaccinium angustifolium</i>	173	76%	17%	12	0	185
Grand Total	9 692	56%	28%	1 853	5 822	11 545

### 4.3 - Suivi de la vigueur

#### 4.3.1 Méthodologie

Afin d'avoir une idée de l'état des plants vivants, un suivi de la vigueur fut effectué sur près de 40% des plants de la plantation. Les 4562 arbres et arbustes mesurés furent prédéfinis lors de la création des patrons de plantation, soit en 2016. Ce suivi est basé sur une méthode de classification d'arbres en foresterie, soit de grouper les arbres en quatre classes :

1. **Très vigoureux** : le plant est en très bon état, il a très peu de défauts, s'il y en a, ils sont sur moins de 25% du plant ;
2. **Vigoureux** : le plant est en bon état, il fait de la photosynthèse sur plus de 50% de son corps, il a entre 25 et 50% de défauts ;
3. **Peu vigoureux** : Le plant est peu vigoureux et a plus de difficulté à faire de la photosynthèse, il en fait sur moins de 50% de son corps, il a des défauts sur 50 à 75% de son corps ;
4. **Très peu vigoureux** : Le plant est dépéri et a des défauts sur plus de 75% de son corps, il a du mal à faire une photosynthèse efficace.

#### 4.3.2 Résultats

Sur les plants mesurés, la moitié (50%) sont très vigoureux et un quart (25%) sont vigoureux, 75% des plants vivants sont donc en bon état. Seulement 13% et 11% des plants ont de 50% à 75% de dommages et plus de 75% de dommages, respectivement (Figure 1).

Pour certaines espèces, plus de 50% des plants sont considérés comme très vigoureux en 2020, soit l'érable rouge (65%), le mélèze (61%), l'épinette blanche (60%), le pin gris (60%), l'aulne (62%) et le myrique (67%). Seul le peuplier deltoïde a plus de 50% de ses plants considérés comme dépéris (62%), le cerisier de Virginie et le sapin baumier sont aussi inquiétants et à surveiller (Tableau III).

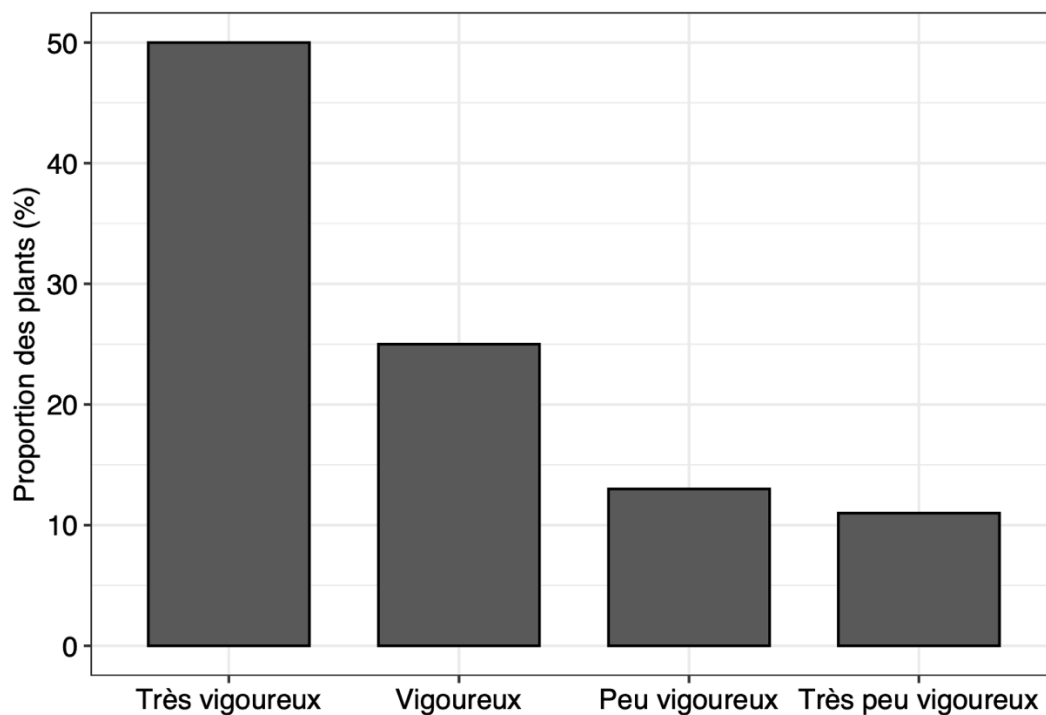


Figure 1 : Proportion des plants selon quatre catégories de vigueur.

Tableau III : Proportion des plants selon quatre catégories de vigueur par espèce.

Espèces	Très vigoureux	Vigoureux	Peu vigoureux	Très peu vigoureux
<i>Abies balsamea</i>	4%	22%	31%	43%
<i>Acer rubrum</i>	65%	22%	10%	3%
<i>Acer saccharinum</i>	37%	34%	16%	14%
<i>Alnus rugosa</i>	62%	19%	10%	9%
<i>Kalmia angustifolia</i>	40%	32%	19%	8%
<i>Larix laricina</i>	61%	24%	8%	6%
<i>Myrica gale L.</i>	67%	15%	10%	9%
<i>Picea glauca</i>	60%	24%	10%	6%
<i>Pinus banksiana</i>	60%	21%	8%	10%
<i>Pinus strobus</i>	41%	37%	15%	8%
<i>Populus deltoides</i>	3%	4%	30%	62%

Espèces	Très vigoureux	Vigoureux	Peu vigoureux	Très peu vigoureux
<i>Prunus virginiana</i>	8%	29%	26%	37%
<i>Thuja occidentalis</i>	43%	35%	15%	7%
<i>Vaccinium angustifolium</i>	22%	39%	21%	18%
Total	50%	25%	13%	11%

#### 4.4 - Suivi du broutage

Afin d'avoir une idée des espèces les plus sensibles à l'herbivorie, nous avons noté le broutage sur environ 60% des plants (6682 plants). Le dépérissement et la présence de protecteur furent aussi notés pour ces mêmes plants afin de voir si la vigueur des plants était affectée par le broutage.

**Tableau IV : Pourcentage des arbres dépéris, protégés et broutés ainsi que leur croissance.**  
Seules les espèces ayant un taux de broutage de plus de 20% sont montrées.

Espèces	Dépéris	Protégé	Brouté	Taille en cm moyenne	Taille en cm maximale	Taille en cm minimale
<i>Abies balsamea</i>	39%	3%	46%	15	36	3
<i>Larix laricina</i>	17%	0%	36%	79	200	1
<i>Picea sp.</i>	26%	39%	20%	58	176	10
<i>Prunus virginiana</i>	30%	0%	35%	30	55	4
<i>Rosa palustris</i>	26%	3%	20%	44	62	2

Dans le cas des arbres, trois espèces subissent du broutage sur plus de 20% de leurs plants. Tout d'abord, 36% des mélèzes subissent du broutage. Toutefois, cette problématique ne semble pas affecter la survie du plant. Seulement 17% des mélèzes sont considérés comme dépéris, et ce dépérissement est causé pour la plupart par d'autres facteurs que l'herbivorie (peu de feuilles et feuilles jaunes, par exemple). En général, on peut voir que le broutage n'empêche pas les plants de croître, car la croissance moyenne des mélèzes est élevée et certains plants ont même atteint 2 mètres de hauteur (Photo 4).

Pour les deux autres espèces d'arbres affectés par l'herbivorie, le sapin et l'épinette, ceux-ci semblent davantage affectés par le broutage. Tout d'abord, le sapin baumier a le plus gros pourcentage de broutage (46%) ainsi que le plus grand pourcentage de dépérissement. Avec seulement 3% de ces plants qui sont protégés, ces résultats montrent que la survie de cette espèce



dans la plantation est très affectée par l'herbivorie. En effet les nouvelles pousses annuelles de sapins se font manger perpétuellement, de fait que la taille moyenne des sapins en 2020 est égale à 15 cm, alors qu'ils avaient plus de 20 cm, lorsque plantés en 2016 (la taille maximale observée est de 36 cm et celle minimale est de 3 cm). L'épinette noire et l'épinette blanche sont jointes ensemble dans le tableau IV. La plupart des épinettes blanches sont protégées (elles ont toutes été protégées en 2016, mais certains protecteurs sont tombés depuis). C'est donc principalement l'épinette noire qui subit un plus grand taux de broutage. Ensemble, ces deux espèces d'épinette représentent 35% des plants totaux de la plantation. À raison de la grande abondance des sapins et des épinettes dans la plantation, la protection de ces espèces serait grandement bénéfique pour le taux de survie moyen de la plantation.



**Photo 4 :** Mélèze de 2 mètres sur le traitement géotextile dans la zone 1 à l'été 2020.

De la mi-mai à la mi-juin 2020, nous avons retiré une partie des protecteurs des plants morts et posé ces protecteurs sur un certain nombre de plants vivants qui étaient à risque pour le broutage. En raison des coûts liés à la pose des protecteurs, il n'était pas possible d'installer tous les protecteurs disponibles. De plus, la plupart des protecteurs sont présentement en très mauvais état, plus précisément, le bois de la structure est pourri, il casse donc lorsque nous essayons de l'enfoncer dans le sol.

Lors des années 2018 et 2019, la présence des protecteurs n'avait pas été recensée pour la totalité des plants. Afin de confirmer le pourcentage des plants étant maintenant protégé au BTN, nous avons recensé la présence ou l'absence de protecteurs pour tous les plants situés du Site à l'été 2020 (suite à la pose des nouveaux protecteurs). Sur les 11 545 plants recensés en 2020, 5822 étaient protégés, soit 50% de la plantation (Tableau III).

Puisqu'il est plus stratégique de protéger les arbres sur place que de les remplacer avec des nouveaux plants chaque année, il serait efficace d'acheter du nouveau bois pour la structure et de réutiliser les filets des protecteurs des arbres morts, afin de pouvoir les poser sur des plants déjà existants, mais qui sont non protégés. En effet, plus le nombre d'individus à remplacer annuellement est faible, moins il sera long d'établir une cohorte d'arbres qui entraînera la création d'un couvert forestier ainsi que la compétition avec le roseau.

#### 4.5 - Suivi de la croissance

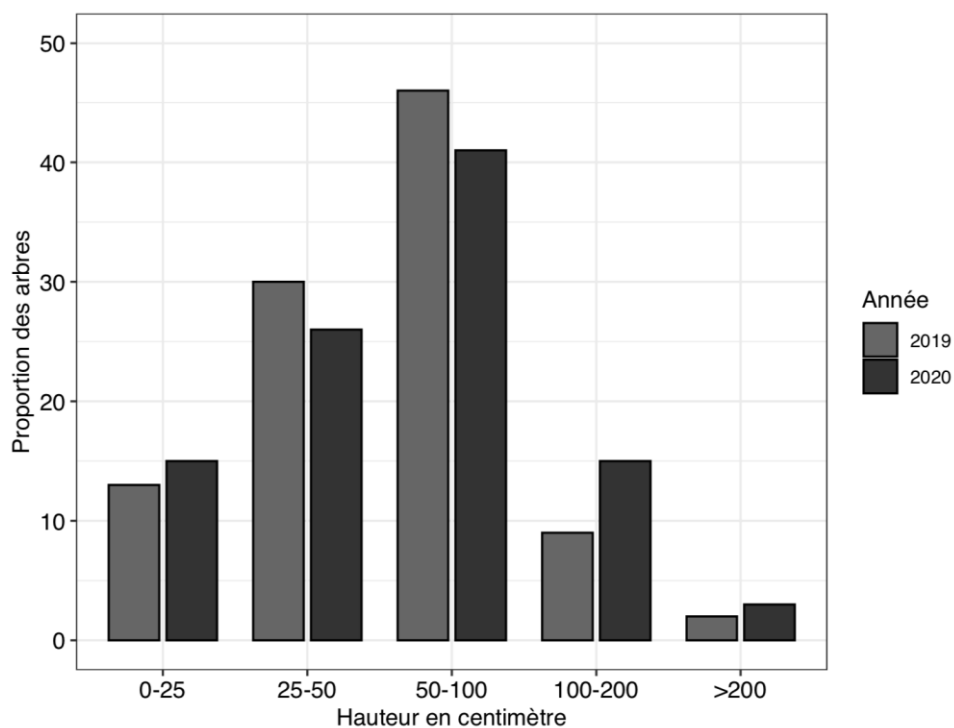
Le suivi de la croissance a été effectué pour une quatrième année consécutive, où la hauteur est mesurée sur les mêmes plants, prédéfinis en 2016. Ce suivi est effectué sur un peu plus d'un quart (27%) des plants de la plantation, plus précisément 2123 arbres et 545 arbustes ont été mesurés en 2020.

**Tableau V : Hauteur (cm) pour l'année 2020 des arbres et des arbustes selon l'espèce.** Nombre total des plants mesuré pour chaque espèce présente dans les zones 1, 2 et 3 lors du suivi à l'été 2020 ainsi que leur proportion pour différente classe de hauteur en centimètre.

Espèce	Nombre total	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
<b>Arbres</b>						
<i>Abies balsamea</i>	233	91%	9%	0%	0%	0%
<i>Acer pensylvanicum</i>	9	44%	33%	22%	0%	0%
<i>Acer rubrum</i>	284	3%	17%	45%	28%	7%
<i>Acer saccharinum</i>	194	2%	7%	42%	21%	28%
<i>Larix laricina</i>	457	1%	17%	61%	21%	0%
<i>Picea</i>	15	40%	27%	33%	0%	0%
<i>Picea glauca</i>	197	7%	24%	68%	1%	0%
<i>Picea mariana</i>	121	18%	38%	44%	0%	0%
<i>Pinus banksiana</i>	217	4%	16%	36%	44%	0%
<i>Pinus strobus</i>	46	4%	65%	28%	2%	0%
<i>Populus deltoides</i>	60	35%	25%	35%	5%	0%
<i>Thuja occidentalis</i>	290	3%	74%	22%	0%	0%

Espèce	Nombre total	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
<b>Arbustes</b>						
<i>Alnus rugosa</i>	161	4%	18%	37%	34%	7%
<i>Kalmia angustifolia</i>	31	3%	55%	42%	0%	0%
<i>Myrica gale L.</i>	182	3%	25%	71%	1%	0%
<i>Prunus virginiana</i>	33	42%	52%	6%	0%	0%
<i>Rhus typhina</i>	3	33%	33%	33%	0%	0%
<i>Rosa palustris</i>	27	19%	44%	37%	0%	0%
<i>Salix purpurea</i>	1	100%	0%	0%	0%	0%
<i>Vaccinium angustifolium</i>	107	93%	7%	0%	0%	0%

Pour les arbres, l'érable rouge, l'érable argenté et le mélèze ont atteint des tailles de plus de 200 cm. Les espèces ayant atteint des tailles entre 100 et 200 cm sont le peuplier deltoïde, l'épinette blanche (protégée) et le thuya. La majorité des sapins font moins de 25 centimètres. Pour ce qui est des arbustes, ceux ayant atteint une hauteur de plus de 100 cm sont les aulnes et les myriques baumiers. La majorité des bleuets font moins de 25 centimètres (Tableau V).

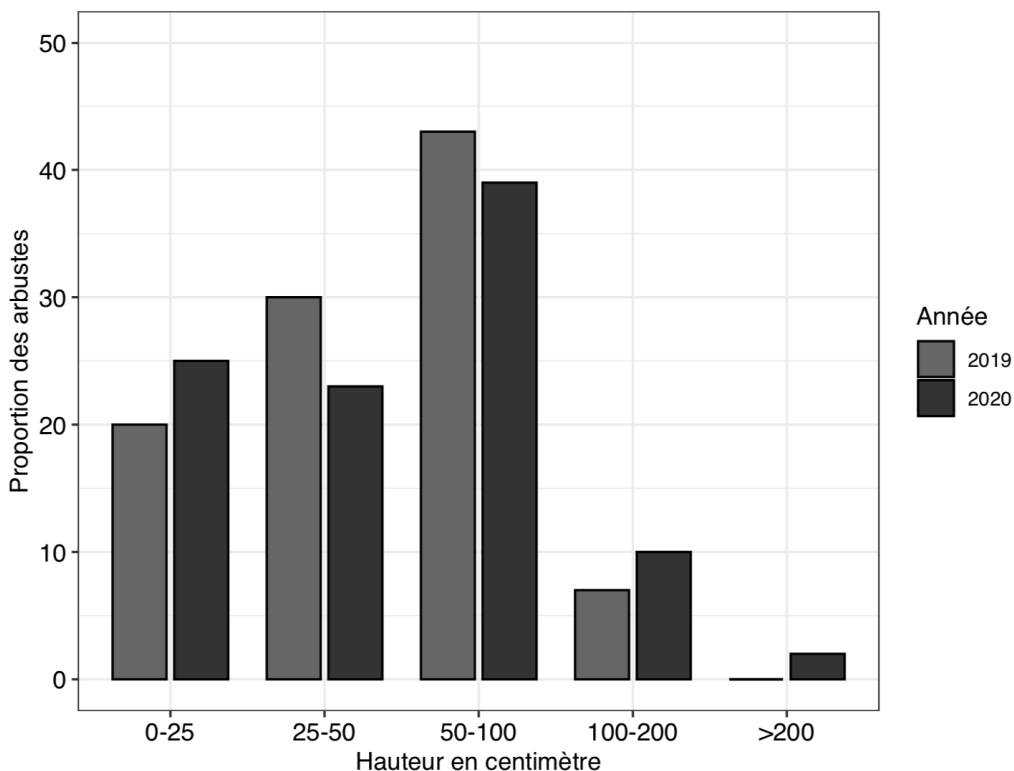


**Figure 2 : Proportion des arbres selon différentes catégories de hauteur pour l'année 2019 et 2020.** La hauteur fut mesurée sur 2766 et 2123 arbres en 2019 et 2020 respectivement.

La proportion de la croissance est répartie différemment en 2019 et 2020. Deux tendances positives peuvent être observées. Premièrement une hausse de la proportion des plants de faible taille (0-25 cm) et secondement une augmentation de la proportion des plants de plus grande taille (> 100 cm).

La hausse de 2% des plants ayant une hauteur entre 0 et 25 cm laisse croire qu'il y a une faible hausse de broutage sur les plants non protégés. Comme mentionné au point 3.4, les arbres non protégés fortement broutés et de faible taille sont principalement les sapins baumiers et les épinettes. Protéger la totalité ou une partie des plants de ces deux espèces pourrait ainsi contribuer à la croissance moyenne de la plantation, puisque ces derniers représentent ensemble 35% des plants totaux de la plantation.

Pour la seconde tendance observée, une hausse de 7% des plants ayant une hauteur de plus de 100 cm fut observée en 2020. En effet, 7% des plants ayant une hauteur entre 25 et 100 cm en 2019 ont maintenant une hauteur égale à plus de 100 cm. La hausse des plants ayant une hauteur de plus de 100 cm, combinée à la hausse du broutage explique la baisse de la proportion des plants de 25 à 50 cm et de ceux de 50 à 100 cm.



**Figure 3 : Proportion des arbustes selon différentes catégories de hauteur pour l'année 2019 et 2020.** La hauteur fut mesurée sur 625 et 545 arbustes en 2019 et 2020 respectivement.

Les mêmes tendances observées chez les arbres peuvent aussi être observées chez les arbustes, soit : une augmentation de la proportion des plants entre 0 et 25 cm (+ 5%) et une augmentation de la proportion des plants de plus de 100 cm en 2020 (+ 5%).

#### **4.6 - Conclusion sur les résultats des suivis**

À l'issue du suivi de cette année, nous observons 3 514 tiges/ha en considérant les arbustes et les arbres plantés et 3 015 tiges/ha en considérant seulement les arbres plantés. Or, la densité prescrite par le MFFP pour ce type de projet en plantation mixte se situe entre 1 000 et 2 000 plants/ha (0.1 à 0.2 tige/m<sup>2</sup>) (Thiffault et al., 2003). Les résultats globaux du stocking de 2020 (87%) montrent que la canopée est propice à fermer lorsque la plantation aura atteint sa maturité. Dans les années à venir, quand les arbres auront atteint un diamètre à la hauteur de poitrine (DHP) de plus de 5 cm, nous évaluerons la fermeture de la canopée de façon plus concrète. Celle-ci sera mesurée en utilisant plusieurs techniques, soit les photos hémisphériques du sol vers le ciel pour calculer le pourcentage d'ouverture et les calculs de la surface foliaire (leaf area index). Entre-temps, l'évaluation du stocking et la croissance de plusieurs espèces nous fournit le meilleur indice concernant la fermeture de la canopée à long terme et le résultat issu du suivi 2020 est optimiste.

En 2020, 50% des plants sont protégés par des protecteurs, les résultats obtenus suggèrent que les protecteurs promeuvent la survie et la croissance des plants à risque d'herbivorie. Les résultats du suivi de la croissance montrent une hausse des plants ayant une hauteur de plus de 100 centimètres,



autant pour les arbustes que pour les arbres. Le suivi de la vigueur de la plantation montre que 75% des plants sont très vigoureux ou vigoureux.

Selon notre analyse, il serait pertinent de continuer à protéger contre l'herbivorie les plants existants. Plus concrètement, la protection du sapin baumier et l'épinette noire, deux espèces fortement abondantes dans la plantation et grandement affectées (croissance et survie) par le broutage. Nous estimons que cette action permettra d'atteindre les objectifs de fermeture de canopée beaucoup plus rapidement que d'ajouter de nouveaux plants. Il est donc recommandé, pour les futurs projets, de mettre l'emphasis sur la protection d'individus plutôt que le remplacement des plants dans les premières années. Le nombre de plants qu'il serait pertinent de protéger sur le site, s'élève à 1324 plants de sapins, 746 épinettes ainsi qu'environ 200 plants de rosiers et de cerisiers, pour un total d'environ 2270 protecteurs nécessaires.

De plus, la gestion des protecteurs déjà installés doit aussi se faire. En effet, les tempêtes printanières des années passées ont brisé le tuteur (piquet) de nombreux protecteurs. La majorité de ces piquets sont maintenant pourris et la structure des protecteurs se brise donc sur les plants. Ainsi, des espèces sensibles au broutage, jusqu'ici préservées de dommages grâce à leur protection, sont à présent menacées si l'on ne corrige pas cette situation. Le filet peut tout de même être réutilisé, mais l'achat de nouveau piquet doit fortement être considéré. Puisque les sapins et les épinettes noires sont souvent plantés ensemble (zones 2 et 3), l'ajout d'exclos pourrait aussi être envisagé dans certaines zones, plutôt que d'investir dans des protecteurs individuels. Ainsi, la prise de mesures de gestion efficace pour contrer cette menace est impérative afin d'assurer la survie et la croissance des essences plantées et d'atteindre notre objectif d'établissement rapide de couvert forestier.

## **5 - Gestion des espèces exotiques envahissantes (EVEE)**

### **5.1 - Le roseau commun**

La gestion du roseau sur le site via la coupe, le pliage, la scarification et le recouvrement du sol avec une membrane géotextile, faite en 2016, a bien fonctionné. Cinq ans après ces efforts de contrôle, plusieurs zones commencent à regagner en densité, tandis que les talles qui n'ont pas été coupées n'ont pas réduit, si ce n'est qu'elles prennent possiblement de l'ampleur. Les jeunes plants plantés n'ont pas encore formé de canopée, en raison de leur faible taille, le roseau profite donc encore de la lumière disponible et de sa croissance rapide pour proliférer à certains endroits. Ainsi, en vue de maintenir cette espèce envahissante dans des proportions raisonnables de sorte qu'elle ne nuise pas au projet de plantation, de nouveaux efforts de contrôle ont débuté à l'été 2019 et continué à l'été 2020.

Il a été postulé que le pliage du phragmite s'avère être une stratégie plus intéressante que la coupe dans la mesure où la plante investit son énergie à se redresser plutôt qu'à recréer de nouvelles tiges qui poussent rapidement. De plus, elle crée un ombrage pour les jeunes plants, ralentissant ainsi leurs croissances. Certains experts recommandent 3 à 4 pliages espacés dans la saison de

croissance pour un contrôle absolu, mais dans le contexte d'une plantation d'arbres le pliage semble être efficace pour plusieurs années. Un pliage initial avait été fait à l'automne 2016 dans la zone 3. Faute de moyens, seulement 1 pliage fut effectué dans les saisons 2019 et 2020. Un traitement de pliage fut effectué en août 2019 dans la section A de la zone 3 (carte 6; photos 5) et dans 18 quadras répartis dans chaque zone à l'été 2020, ainsi que l'entièreté de la zone 3.

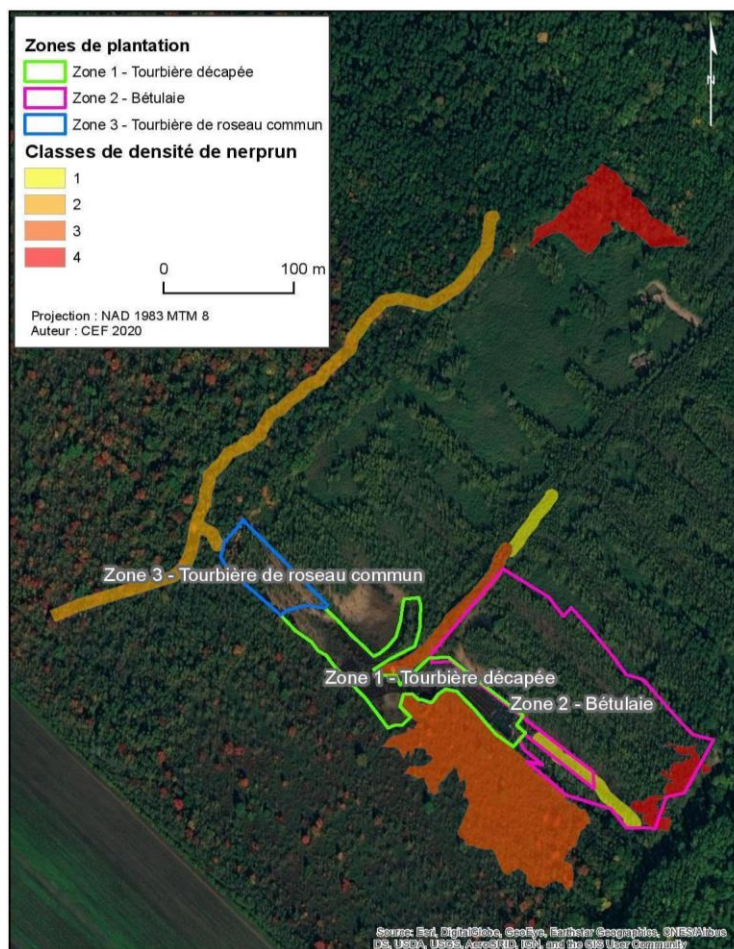
Les observations préliminaires laissent à penser que le pliage produit l'effet escompté. Afin d'évaluer l'efficacité de cette action, un suivi du pliage a débuté en 2020, où 18 quadras permanents de 1 m<sup>2</sup> ont été mis en place et répartis dans les 3 zones de plantations. Dans ces quadras, le nombre de tiges vivantes pliées dans chaque quadra fut compté tout en chronométrant le temps du pliage. Les résultats de ce suivi annuel permettront de voir combien de tiges vivantes repoussent chaque année, et ainsi évaluer si cette méthode permet de diminuer la propagation du roseau sur le site de plantation.



**Photo 5** : Aperçu avant et après le pliage du roseau commun dans la zone 3 en 2019

## **5.2 - Le nerprun**

Outre le roseau commun, deux autres EVEC sont présentes sur le site, soit le nerprun bourdaine (*Frangula alnus*) ainsi que le nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), qui comme le roseau, menace la biodiversité indigène ainsi que la plantation (voir rapport Nerprun BTN 2019). Les talles constituant les secteurs les plus envahis sont représentées à la carte 7.



**Carte 7 : Distribution et classes de densité du nerprun bourdaine sur le site du BTN en 2018.**

Classe 1 : 1 tige/10m<sup>2</sup>; Classe 2 : 2 tiges /10m<sup>2</sup>; Classe 3 : 10 tiges/10m<sup>2</sup>; Classe 4 : > 10 tiges/10m<sup>2</sup> . Les zones en rouge (classe de densité 4) comportent des individus matures de plus de 20 ans qui sont d'importants semenciers et agissent ainsi comme source de distribution du nerprun probablement via la faune.

Deux talles dominées par le nerprun totalisant un secteur de presque 1000 m<sup>2</sup>, nommées nerprunaies, comportent un nombre substantiel de vieux individus matures (>20 ans, > 4m de haut) et une densité importante de jeunes tiges (zones de densité 4 sur la carte 7). On y rencontre également quelques spécimens de nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), mais présente dans des proportions limitées sur le site.

Il existe en marge des zones de plantation trois secteurs qui totalisent environ 5000 m<sup>2</sup> où le nerprun bourdaine est préoccupant (zones de classe de densité 1, 2 et 3 sur la carte 7). Les individus mesurent de 50 cm à 3 m de haut et produisent beaucoup de fruits. La présence de nombreux semis caractérisés par une très forte croissance a été observée au bout du chemin d'emprise, soit à proximité des plantations de la zone 1 (ligne de classe 3 sur la carte 7). Nous avons mesuré des densités allant de 184 tiges/m<sup>2</sup> jusqu'à 967 tiges/m<sup>2</sup>.



Cette explosion de jeunes plants nous renseigne sur le taux de recrutement important de l'espèce sur le site, la dispersion des graines par la faune est certainement à l'origine de cette propagation clairsemée. Nous sommes particulièrement préoccupés par ces jeunes plants. Même s'il est probable que la totalité des tiges ne survive pas à de telles densités, la proportion d'entre elles qui atteindra la maturité sexuelle constituera une sérieuse menace dans l'avenir, tant elles compétitionnent pour la lumière et l'espace avec les espèces plantées.

On retrouve aussi le nerprun dans les trois zones de plantations de façon clairsemée (pas identifié clairement sur la carte; photos 6 et 7). Il s'agit essentiellement de jeunes plants de moins d'un mètre, issus de graines. La croissance des essences plantées dans les zones peut être menacée par la présence de cet envahisseur, ce qui entraverait le cas échéant l'atteinte de l'objectif d'établissement rapide de couvert forestier. Les secteurs les plus envahis à l'intérieur ou à proximité des plantations pourraient être grandement diminués par l'emploi de méthodes de contrôle efficaces.



**Photo 6** : Semis de nerprun au bord du chemin d'accès dans un quadra de 1 m<sup>2</sup>



**Photo 7 :** Nerprun dans la plantation de thuya de la bétulaie (zone 2)

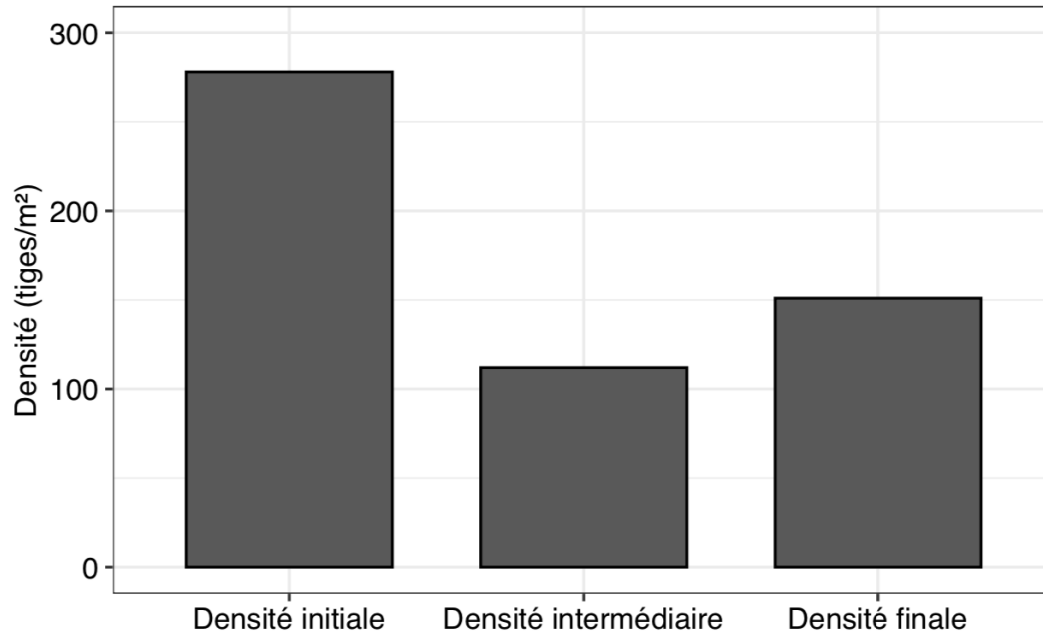
La lutte contre ces espèces pourrait réduire de façon significative la menace à l'égard des plantations. En 2019, un effort d'arrachage (ou pliage lorsque pas possible) fut effectué en même temps que le pliage du roseau soit au mois d'août dans le secteur A de la zone 3 (carte 6). En 2020, nous avons testé quatre différentes méthodes de contrôle afin de voir lesquelles sont les plus efficaces pour chacune des deux espèces, ainsi que pour les différentes tailles de nerprun. De plus, des quadras de suivis du nerprun ont été installés à divers endroits au BTN afin de mesurer l'évolution de l'aire de répartition, la densité ainsi que la croissance du nerprun dans ces quadras. Aucune éradication ne fut entreprise en 2020.

### ***5.2.1 Résultats des méthodes d'éradication du nerprun***

Quatre méthodes furent testées à l'été 2020 pour différentes tailles et espèces de nerprun.

#### **Première méthode : Débroussaillage**

La première méthode fut effectuée sur les plants de 30cm et moins, celle-ci consiste à raser le nerprun à l'aide d'une débroussailleuse. Elle fut expérimentée seulement sur le nerprun bourdaine, car les densités du nerprun cathartique sur le site ne permettent pas leur coupe (pas le permis).

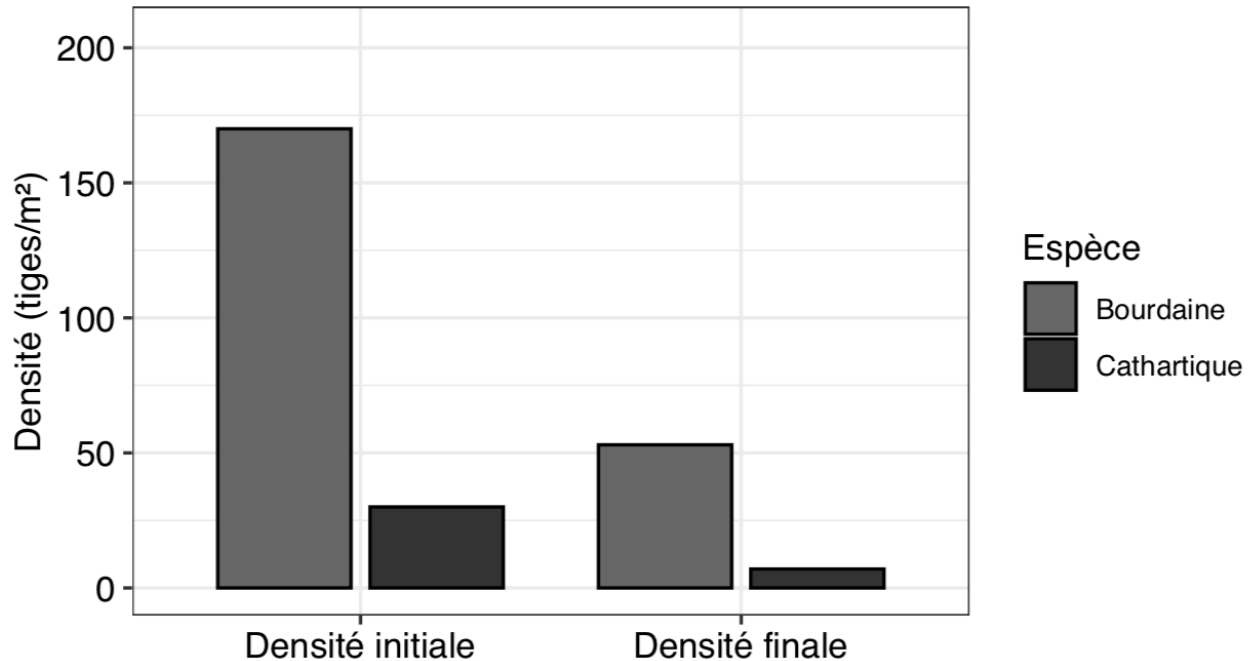


**Figure 4 : Densité (tiges/m<sup>2</sup>) du nerprun bourdaine avant chacun des trois passages de la débroussailleuse.**

Suite à un premier débroussaillage, le nerprun a retrouvé une densité représentant 40,9 % de sa densité initiale. La densité finale étant plus élevée que l'intermédiaire peut s'expliquer par le fait que le troisième débroussaillage ait été effectué 6 semaines après le second, alors que les deux premiers passages n'étaient espacés que de 4 semaines (Figure 4). On voit tout de même que le nerprun bourdaine repousse rapidement suite au débroussaillage. Le temps pour débroussailler 1m<sup>2</sup> est en moyenne 1 minute et varie selon l'état des quadras : certains étaient bien dégagés alors que d'autres étaient très denses ou comportaient des obstacles (autres plants) ralentissant ainsi le débroussaillage. Nous allons vérifier en 2021 si le traitement répété a mené à un plus haut taux de mortalité.

### **Deuxième méthode : Arrachage**

La seconde méthode expérimentée était l'arrachage des plants ayant une hauteur entre 15cm et 1m50. Cette méthode consiste à déraciner les plants se trouvant dans 1 m<sup>2</sup>, à la main, en tirant sur la tige. Après deux mois, les placettes étaient visitées pour calculer la densité des nouveaux plants.



**Figure 5 : Densités (tiges/m<sup>2</sup>) initiales avant l'arrachage au mois de juin et densités finales au mois d'août, soit 2 mois après l'arrachage, pour les deux espèces de nerprun.**

Le nerprun bourdaine a repoussé suite à un arrachage au point d'atteindre 33,5 % de sa densité initiale, alors que le nerprun cathartique a une densité finale égale à 23,4 % de sa densité initiale. Le fait que le nerprun bourdaine ait été initialement plus dense que le cathartique peut expliquer sa plus forte repousse, puisqu'une densité plus élevée entraîne le risque de pouvoir en arracher une moins grande proportion. Cette densité plus grande se traduit aussi par un temps d'arrachage plus long. En effet, le nerprun bourdaine prenait en moyenne 6 minutes, comparativement à 4 minutes pour le nerprun cathartique. La taille des plants arrachés était toutefois similaire entre les deux espèces.

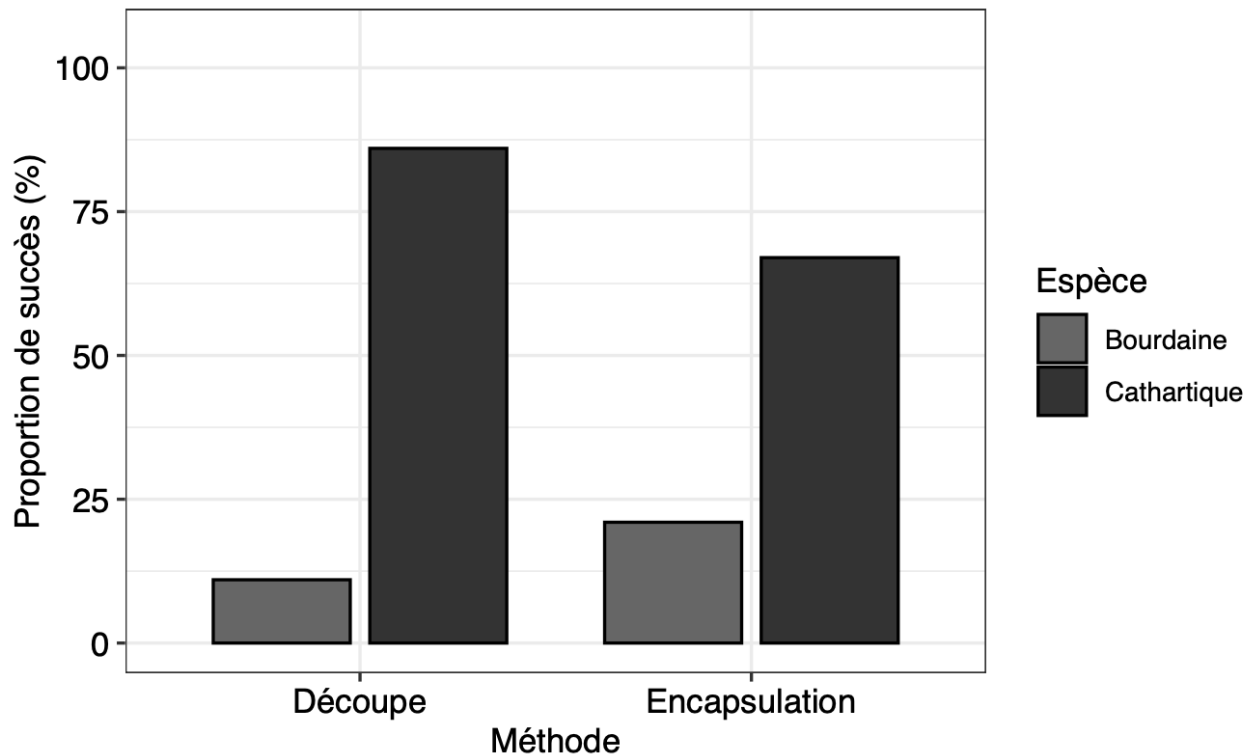
Cette méthode pourrait être plus efficace que le débroussaillage, les données indiquent une repousse moins importante après l'arrachage qu'après le débroussaillage. Cette technique implique le retrait complet du plant, incluant les racines, alors que le débroussaillage ne fait que le sectionner. Une portion de la tige étant toujours présente après le débroussaillage, le plant a plus de chance de repousser.

### **Troisième et quatrième méthode : Découpe et encapsulation**

Pour les plus gros plants, soit ceux ayant en moyenne un diamètre basal de 6cm, deux méthodes furent expérimentées. La première étant la découpe des racines autour du plant puis sous celui-ci, à l'aide d'une scie d'élagage. Nous avons testé cette méthode car la coupe de tiges mène aux rejets de tiges mais la littérature n'indique pas que les nerpruns peuvent rejeter des racines. La seconde méthode appelée encapsulation consiste à scier les racines autour du plant, à scier la tige et appliquer un morceau de géotextile sur la souche, fermement attaché par un collier de serrage autobloquant (tie-wrap). Afin de mesurer le succès de ces méthodes, une visite fut effectuée plus tard dans l'été aux mêmes endroits. La méthode était considérée comme un succès



s'il n'y avait aucune repousse et considérée comme un échec si le plant était parvenu à produire de nombreux rejets.



**Figure 6 : Comparaison de l'efficacité (%) des méthodes d'encapsulation et de découpe de racines pour chaque espèce de nerprun**

Des résultats similaires ont été observés pour ces deux méthodes. Le nerprun cathartique semble avoir été plus facile à traiter puisque la majorité des découpes et encapsulations de cette espèce n'avait pas repoussé. À l'inverse, le traitement du nerprun bourdaine était souvent défaillant, il présentait régulièrement des défauts : rejets dans les trous de déracinements et autour des trous et des plants encapsulés, perforation du géotextile par les plants encapsulés, déterrement du géotextile. Le temps moyen pour réaliser une encapsulation était d'environ 6 minutes, alors que le déracinement d'un plan prenait en moyenne 3 minutes.

### **5.2.2 Conclusion des méthodes d'éradication du nerprun**

Bien que les méthodes de découpe et d'encapsulation aient été peu efficaces contre le nerprun bourdaine, le nerprun cathartique a été beaucoup mieux contenu par la découpe de racines que l'encapsulation. Pour les petites tiges, les résultats après une saison ne sont pas prometteurs pour le débroussaillage. L'arrachage semble être un meilleur moyen pour les moyennes et petites tiges, mais plus long que le débroussaillage.

Nous croyons qu'il serait important de continuer à étudier différentes méthodes de lutte contre ces deux EVEC, afin de mieux réagir face à leur propagation au BTN. Il est aussi fortement

recommandé de commencer à envisager l'éradication des nerpruns sur et autour des zones de plantation afin de limiter la compétition pour les plants plantés. Les résultats de 2021 pour le nerprun nous permettront de prendre une décision plus éclairée quant aux méthodes les plus efficaces. De plus, le suivi de la superficie ainsi que la densité du nerprun seront mesurés dans les placettes installées en 2020 et nous permettront de suivre l'évolution de ces espèces, à savoir à quel rythme ceux-ci prennent de l'expansion.

À l'automne 2020 nous avons aussi participé à une campagne pour enlever les branches portant des fruits. Une évaluation de l'efficacité de cette approche est pourtant difficile car les graines d'autres années peuvent rester dormantes dans le sol.

## **6 - Saison 2021**

En 2021, nous prévoyons effectuer les mêmes suivis. En effet, la réussite du projet de renaturalisation sera déterminée non seulement par la survie des arbres, mais aussi par leur croissance et leur état. Nous pensons que le broutage et donc la présence de protecteurs jouent un rôle important dans la survie, la vigueur ainsi que la croissance de la plantation. Nous souhaitons, en autant que le budget le permette, remplacer les piquets des protecteurs avec du nouveau bois pour les protecteurs brisés et installer les protecteurs disponibles sur les sapins et les épinettes noires, deux espèces abondantes fortement touchées par le broutage. Les résultats des prochains suivis nous aideront à vérifier si cette action a permis d'améliorer l'état global de la plantation et surtout à déterminer à quelle vitesse nous atteindrons nos objectifs, principalement la fermeture de la canopée.

Pour continuer à contrôler la présence d'EVEE, des efforts de pliage du roseau commun sont à prévoir dans les zones où sa croissance a repris et où les talles laissées telles quelles prennent de l'expansion. De plus, le suivi de la superficie et de la densité du roseau sera mesuré pour une deuxième année dans les 18 placettes permanentes installées en 2020, afin d'évaluer l'efficacité de cette méthode. Il sera pertinent d'effectuer un pliage dans les talles les plus importantes de la zone 2. De meilleurs résultats de gestion du roseau seraient attendus en pliant le phragmite dans chaque zone plusieurs fois dans une saison. Le pliage peut se faire à pied muni de bottes ou même de raquettes et nécessite la mobilisation de plusieurs personnes (au minimum 4). Le maintien de telles mesures de gestion est la clé d'un dispositif efficace et devrait assurer la pérennité du projet.

Concernant le nerprun, nous croyons qu'il faudra traiter les nerpruns qui compétitionnent avec les arbres plantés sur et autour des zones de plantation. Les résultats de certaines méthodes testés en 2020 sont prometteurs mais devraient être suivis dans le temps. Ceci dit, il serait pertinent d'appliquer ces méthodes à plus grande échelle afin d'éradiquer les jeunes nerpruns tout le long du chemin d'entrée et autant que possible dans les plantations. Nous croyons aussi qu'il serait important de contrôler les grandes tiges situées à proximité des plantations, afin d'éviter que ces semenciers ne servent de source de propagation de graines par la faune. Enfin, il serait bien de contrôler les tiges dans les zones adjacentes pour éviter qu'elle ne gagne du terrain et ne colonise les plantations.

## **7 - Conclusion**

En général, le projet de restauration au BTN est un succès. La densité des arbres est au-delà de ce que le site peut supporter et le taux de survie, sauf exception, est supérieur à ceux des plantations commerciales.

Nous notons que le broutage reste toujours important, c'est pourquoi nous mettons l'emphase sur la protection des essences plantées, afin d'assurer la réussite des plantations.

En plus de l'herbivorie, nous suivons l'expansion des EVEC sur le site. Le contrôle du roseau commun se passe relativement bien. Toutefois, l'expansion du nerprun sur le site est à présent préoccupante. Une canopée arborescente fermée permettra éventuellement de contrôler cette espèce. D'ici le temps que la canopée se ferme, nous croyons que le suivi de son expansion ainsi que des interventions directes de contrôle sont nécessaires et mérite une réflexion sérieuse.

Cette quatrième année de suivi nous rend confiant en ce qui concerne la réussite à terme du projet.

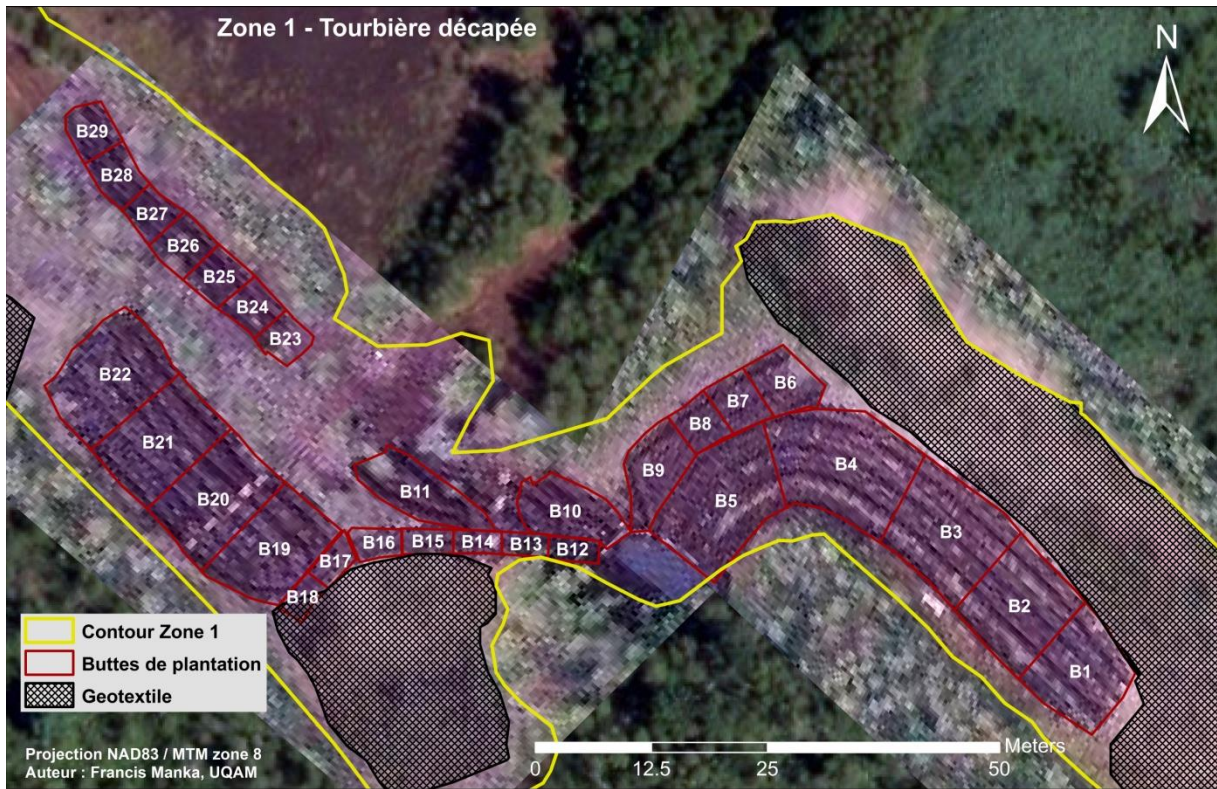
## ANNEXE 1 - Patrons de plantation de la zone 1

La plantation de la zone aménagée s'est effectuée sur des buttes formées lors du creusage des sillons ainsi que sur du géotextile. Les buttes ont été plantées au m<sup>2</sup> selon 11 traitements et 57 parcelles de 25 m<sup>2</sup> ont été plantées au m<sup>2</sup> sur du géotextile selon 19 traitements.

La zone naturelle a été plantée au m<sup>2</sup> en alternant 8 espèces, à l'exception du bras de forêt située au nord-est de la zone qui a été planté en mélèze et en pin gris exclusivement.

### Essences et nombre de plants vivants par milieu de plantation dans la zone 1 suite au suivi et à la plantation 2017

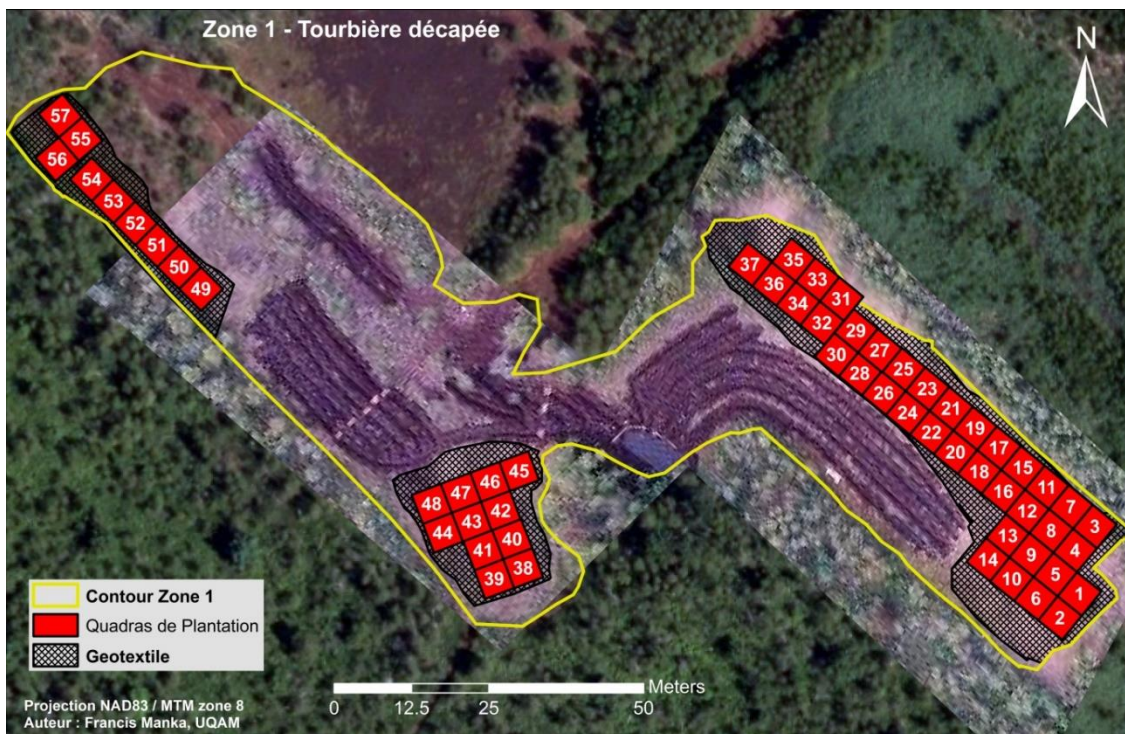
Essences	Milieux de plantation			Total
	Butte de plantation	Géotextile	Zone naturelle	
Aulne crispé	-	-	100	100
Aulne rugueux (AuR)	-	159	110	269
Bleuet à feuille étroite (Ble)	140	64	-	204
Cerisier de Virginie (CeV)	-	75	220	295
Épinette blanche (PiG)	-	246	325	571
Érable argenté (ErA)	212	-	-	212
Érable de Pennsylvanie	-	-	177	177
Érable rouge (ErR)	95	50	-	145
Kalmia à feuilles étroites (KaA)	3	62	-	65
Mélèze laricin (MeL)	400	215	420	1 035
Myrique baumier (MyB)	275	140	-	415
Peuplier deltoïde (PeD)	465	123	-	588
Pin blanc	-	-	180	180
Pin gris	-	162	515	677
Rosier de marais	-	-	150	150
Saule pourpre	-	-	115	115
Thuya occidental	-	112	-	112
<b>Total</b>	<b>1 590</b>	<b>1 408</b>	<b>2 312</b>	<b>5 310</b>



**Zone 1 - Buttes**

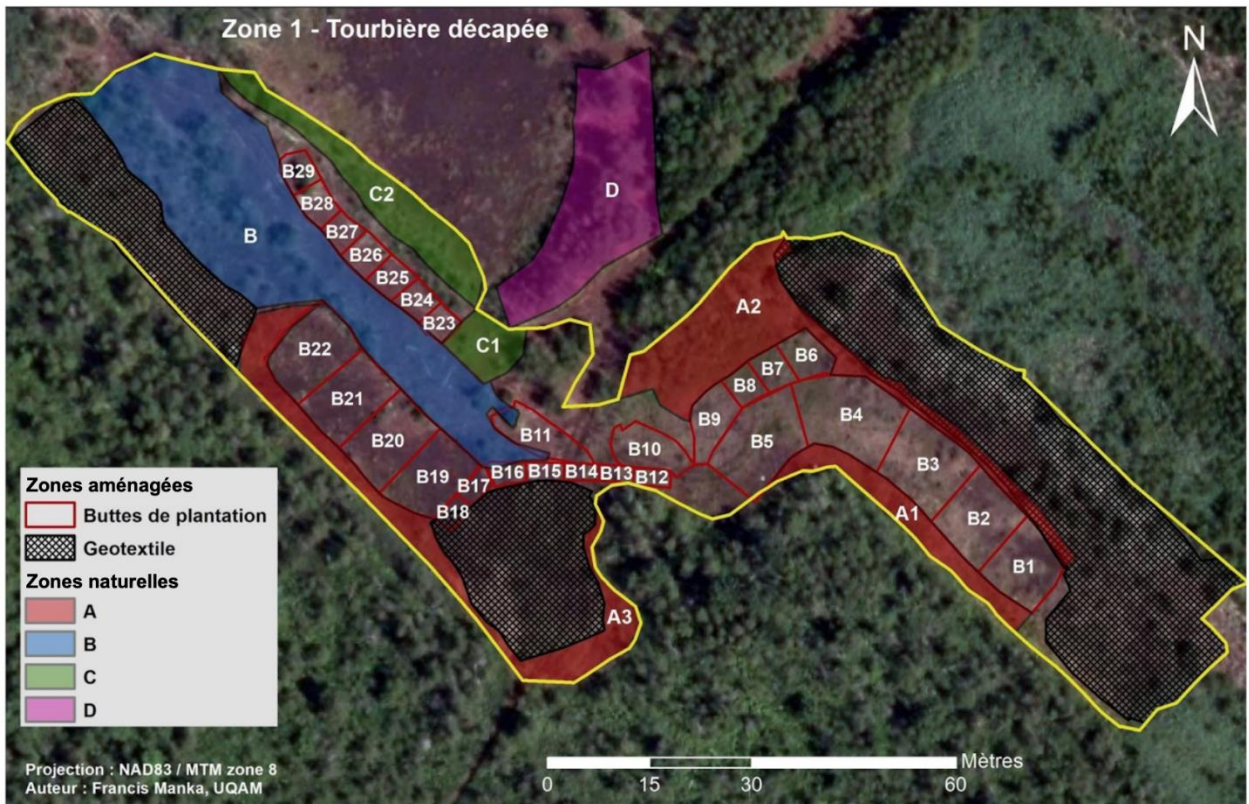
Identifiant	Espèce	Identifiant	Espèce	Identifiant	Espèce
B1	PeD	B2	PeD + MeL	B3	MeL
B4	PeD	B5	PeD + MeL	B6	PeD
B7	PeD + MyB	B8	MyB	B9	PeD + MyB
B10	MyB + PeD	B11	BLE + MyB	B12	ErR + BLE
B13	ErR + MyB	B14	ErR + KaA	B15	ErR + BLE
B16	ErR + MyB	B17	ErR + KaA	B18	ErR + BLE
B19	ErA	B20	ErA + MeL + ErR	B21	MeL
B22	ErA	B23	MyB	B24	Bleuet
B25	MyB + Ble	B26	Bleuet	B27	MyB + Ble
B28	MyB	B29	Bleuet		





**Zone 1 - Quadras sur géotextile**

#quadra	Espèces	#quadra	Espèces	#quadra	Espèces	#quadra	Espèces
1	12 EpB + 13 MyB	2	12 AuR + 13 PeD	3	12 MeL + 13 PiG	4	25 MeL
5	12 PeD + 13 Bleuets	6	25 EpB	7	13 EpB + 12 MyB	8	8 EpB + 9 PiG + 8 MyB
9	8 EpB + 9 PeD + 8 Bleuets	10	25 AuR	11	9 EpB + 8 PeD + 8 Bleuets	12	12 EpB + 13 MyB
13	12 PeD + 13 MyB	14	25 EpB	15	12 EpB + 13 AuR	16	25 Thuyas
17	13 MeL + 12 PiG	18	13 AuR + 12 PeD	19	25 MeL	20	25 PiG
21	12 MeL + 13 PiG	22	8 MeL + 9 PiG + 8 KaA	23	25 Thuyas	24	8 EpB + 8 PeD + 9 Bleuets
25	25 AuR	26	12 MeL + 13 Bleuets	27	25 CeV	28	13 PeD + 12 MyB
29	13 MeL + 12 Bleuets	30	12ErR + 13 MyB	31	25 PiG	32	12 Thuyas + 13 EpB
33	9 EpB + 8 PiG + 8 MyB	34	25 Pingris	35	12 KaA + 13 MeL	36	13 Thuyas + 12 EpB
37	13 KaA + 12 MeL	38	13 PeD + 12 Bleuets	39	12 EpB + 13 AuR	40	8 EpB + 8 PiG + 9 MyB
41	25 Thuyas	42	12 KaA + 13 MeL	43	9 MeL + 8 PiG + 8 KaA	44	12 PeD + 13 MyB
45	12 PeD + 13 Bleuets	46	8 MeL + 8 PiG + 9 KaA	47	25 CeV	48	13ErR + 12 MyB
49	12 Thuyas + 13 EpB	50	12ErR + 13 MyB	51	25 AuR	52	12 AuR + 13 PeD
53	25 CeV	54	12 MeL + 13 Bleuets	55	25 MeL	56	25 EpB
57	12 EpB + 13 AuR						

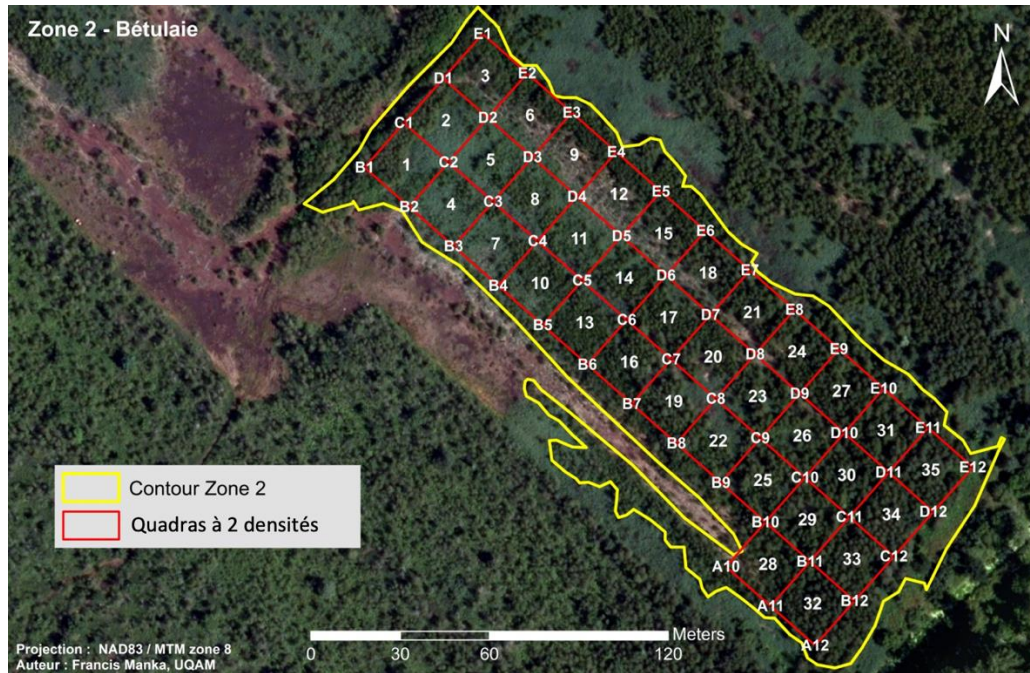


**Zone 1 naturelle**

Zone	Espèces
A	Rosier des marais, pin gris, mélèze laricin et cerisier de Virginie
B	Érable de Pennsylvanie, aulne rugueux, épinette blanche, pins gris, aulne crispé et saule poupre
C	Érable de Pennsylvanie, aulne rugueux, épinette blanche, pin blanc, aulne crispé et saule poupre
D	Pin gris, Mélèze



## ANNEXE 2 - Patrons de plantation de la zone 2

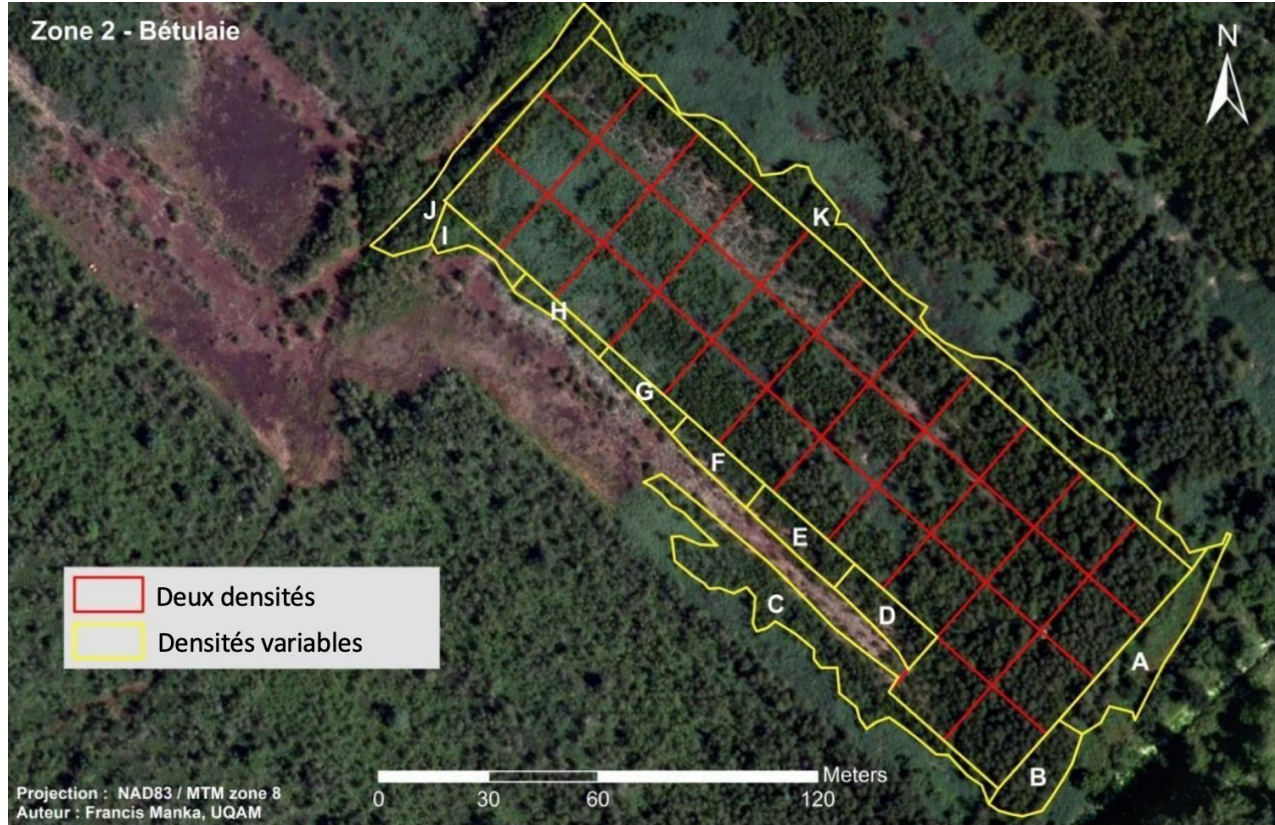


Dans la zone à deux densités, 35 parcelles de 400 m<sup>2</sup> sont plantées avec trois espèces tolérantes à l'ombre, soit l'érable rouge (ErR), le thuya occidental (ThO) et le sapin baumier (SaB).

### Zone 2 – Quadras à 2 densités

# Parcelle	Espèces plantées	Densité	# Parcelle	Espèces plantées	Densité
1	SaB	1 plant/4 m <sup>2</sup>	19	SaB	1 plant/4 m <sup>2</sup>
2	ThO	1 plant/4 m <sup>2</sup>	20	ThO	1 plant/4 m <sup>2</sup>
3	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>	21	ErR	1 plant/4 m <sup>2</sup>
4	SaB	1 plant/4 m <sup>2</sup>	22	SaB	1 plant/4 m <sup>2</sup>
5	ThO	1 plant/4 m <sup>2</sup>	23	ThO	1 plant/4 m <sup>2</sup>
6	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>	24	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>
7	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>	25	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>
8	ThO	1 plant/25 m <sup>2</sup>	26	ThO	1 plant/25 m <sup>2</sup>
9	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>	27	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>
10	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>	28	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>
11	ThO	1 plant/4 m <sup>2</sup>	29	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>
12	ErR	1 plant/4 m <sup>2</sup>	30	ThO	1 plant/25 m <sup>2</sup>
13	SaB	1 plant/4 m <sup>2</sup>	31	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>
14	ThO	1 plant/4 m <sup>2</sup>	32	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>
15	ErR	1 plant/4 m <sup>2</sup>	33	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>
16	SaB	1 plant/25 m <sup>2</sup>	34	ThO	1 plant/25 m <sup>2</sup>
17	ThO	1 plant/25 m <sup>2</sup>	35	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>
18	ErR	1 plant/25 m <sup>2</sup>			





**Zone 2 – Quadras à densités variables**

<b>Zone</b>	<b>Espèces plantées</b>
A	Épinette noire et vinaigrier dans la zone ouverte du fond
B	Épinette noire et Thuya occidental
C	Premier mètre du sentier ouvert : Pin gris, cerisier de Virginie et vinaigrier Zone fermée : Érable argenté, Épinette noire, thuya occidental et sapin baumier
D	Épinette noire et sapin baumier
E	Épinette blanche et sapin baumier
F	Épinette noire, épinette blanche et sapin baumier
G	Sapin
H	Épinette blanche et sapin baumier
I	Épinette noire et sapin baumier
J	Thuya occidental et mélèze
K	Épinette noire et sapin baumier

### ANNEXE 3 - Patrons de plantation de la zone 3



#### **Zone 3**

#### **Zone aménagée (coupe de la phragmite)**

# de la ligne	Espèces plantées
1, 16 et 19	Peuplier deltoïde
2, 10 et 21	Pin gris
3, 15 et 23	Épinette blanche
4, 11 et 17	Mélèze laricin
5, 14 et 20	Aulne rugeux
6, 9 et 22	Pin blanc
7, 12 et 24	Érable rouge
8, 13 et 18	Érable argenté

Géotextile → Bandes de géotextile de chaque côté de la zone A plantées en épinette noire

#### **Zone non aménagée**

C → Épinette noire

D → Sapin baumier