



Suivi annuel des plantations de la tourbière du Chemin Brûlé  
(Réserve naturelle du Boisé-des-Terres-Noires) - Printemps -  
Été 2022 - Année 6

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

Avril 2023

## RAPPORT D'AVANCEMENT ET D'ENTRETIEN DES ACTIVITÉS RÉALISÉES EN 2022

Rédaction :

Dominique Tardif, biologiste et agente de recherche  
pour le laboratoire du Pr Kneeshaw

Chercheur principal :

Daniel Kneeshaw  
Centre d'étude de la forêt  
Département des sciences biologiques  
Faculté des sciences  
Université du Québec à Montréal  
Téléphone : 514-987-3000, poste 4480  
Courriel : kneeshaw.daniel@uqam.ca

Collaboration :

Catherine Couture, biologiste

Terrain :

Gabrielle Roberge, biologiste  
Joanie Boulard, étudiante au baccalauréat

Révision du rapport :

Daniel Kneeshaw, Ph.D, chercheur principal, Université du Québec à Montréal  
Têtê Nyonator Agbetossou, Coordonnateur, EXO

Cartes :

Catherine Couture et Francis Manka

Photos :

Francis Manka (2016, 2017), Catherine Couture (2018, 2019), Johann Meyer  
(2018, 2019), Dominique Tardif (2019, 2021) et Gabrielle Roberge (2022)

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	4
<b>2. MISE EN CONTEXTE .....</b>	4
<b>3. HISTORIQUE D'AMÉNAGEMENT ET DE PLANTATION 2016-2018 .....</b>	8
<b>3.1. Zone 1 : La tourbière décapée .....</b>	8
<b>3.1.1. <i>Conditions initiales de la zone</i>.....</b>	8
<b>3.1.2. <i>Travaux réalisés</i>.....</b>	9
<b>3.1.3. <i>Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 1</i>.....</b>	10
<b>3.2. Zone 2 : La Bétulaie .....</b>	10
<b>3.2.1. <i>Conditions initiales de la zone</i>.....</b>	10
<b>3.2.3. <i>Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 2</i>.....</b>	12
<b>3.3. Zone 3 : La tourbière du roseau commun .....</b>	13
<b>3.3.1. <i>Conditions initiales de la zone</i>.....</b>	13
<b>3.3.2. <i>Travaux réalisés</i>.....</b>	13
<b>3.3.3. <i>Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 3</i>.....</b>	14
<b>4. HISTORIQUE DE BROUTAGE SUR LE SITE .....</b>	14
<b>5. SUIVIS 2022 .....</b>	15
<b>5.1. Suivi du coefficient de distribution (<i>stocking</i>) .....</b>	16
<b>5.1.1. <i>Méthodologie : stocking</i>.....</b>	16
<b>5.1.2. <i>Résultats : stocking</i> .....</b>	17
<b>5.2. Suivi de la survie et de la mortalité de la plantation .....</b>	18
<b>5.2.1. <i>Méthodologie : survie et de la mortalité de la plantation</i> .....</b>	18
<b>5.2.2. <i>Résultats : survie et de la mortalité de la plantation</i> .....</b>	19
<b>5.3. Suivi détaillé de la vigueur .....</b>	20
<b>5.3.1 <i>Méthodologie : vigueur</i>.....</b>	21
<b>5.3.2 <i>Résultats : vigueur</i>.....</b>	21
<b>5.4. Suivi du broutage .....</b>	23
<b>5.4.1. <i>Méthodologie : broutage</i> .....</b>	23
<b>5.4.2. <i>Résultats : broutage</i> .....</b>	24
<b>5.5. Suivi de la croissance .....</b>	26
<b>5.5.1. <i>Méthodologie : croissance</i> .....</b>	26
<b>5.5.2. <i>Résultats : croissance</i> .....</b>	27
<b>5.6. Conclusion sur les résultats des suivis .....</b>	30
<b>6. GESTION DES ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EVEE) .....</b>	31
<b>6.1. Le roseau commun .....</b>	31

<b>6.1.1. Méthodes de lutte contre le roseau commun.....</b>	32
<b>6.2. Le nerprun.....</b>	33
<b>    6.2.1. Méthodes de lutte contre le nerprun.....</b>	34
<b>7. SAISON 2023 .....</b>	36
<b>8. CONCLUSION.....</b>	36

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1. Emplacement de la propriété d'EXO (AMT) à L'Assomption, Québec</b> .....	6
<b>Figure 2. Carte générale des zones de plantation</b> .....	7
<b>Figure 3. Zone 1 avant et après le creusage des sillons à l'origine des buttes de plantation</b> .....	8
<b>Figure 4. Travaux préalables à la plantation dans la zone 1</b> .....	9
<b>Figure 5. Patrons de plantation dans la zone 1</b> .....	10
<b>Figure 6. Bétulaie (zone 2) et son sous-bois de roseau commun</b> .....	11
<b>Figure 7. Patrons de plantations de la zone 2</b> .....	12
<b>Figure 8. Patrons de plantations de la zone 3</b> .....	13
<b>Figure 9. Traitements contre le roseau commun dans la Zone 3</b> .....	14
<b>Figure 10. Proportion des plants recensés lors du suivi extensif selon quatre catégories de vigueur (données 2022)</b> .....	22
<b>Figure 11. Proportion des espèces les plus broutées en 2022</b> .....	24
<b>Figure 12. Évolution du nombre de protecteurs par espèces depuis 2020</b> .....	25
<b>Figure 13. Proportion des arbres entre 2020 et 2022 classifiés selon différentes catégories de hauteur</b> .....	29
<b>Figure 14. Proportion des arbustes entre 2020 et 2022 classifiés selon différentes catégories de hauteur</b> .....	30
<b>Figure 15. Présence de roseau commun dans les plantations des zones 2 et 3</b> .....	31
<b>Figure 16. Aperçu de la méthode de pliage dans la zone 3 en 2019</b> .....	32
<b>Figure 17. Distribution et classes de densité du nerprun bourdaine sur le site en 2018</b> .....	33
<b>Figure 18. Présence de nerprun en bordure de chemin</b> .....	34

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1. Coefficient de distribution (stocking) par zone de plantation pour les arbres et les arbustes ligneux</b> .....	17
<b>Tableau 2. Vitalité des arbres et arbustes recensés en 2022 et classifiés selon leur espèce</b> .....	20
<b>Tableau 3. Proportion des plants recensés lors du suivi extensif selon quatre catégories de vigueur en 2022</b> .....	22
<b>Tableau 4. Hauteur (cm) des arbres et arbustes en 2022 selon l'espèce</b> .....	27
<b>Tableau 5. Traitements réalisés sur les plants de nerpruns juvéniles et matures entre 2019 et 2022</b> .....	35

## 1. INTRODUCTION

Les tourbières sont des milieux humides qui couvrent seulement 3% de la surface terrestre mondiale, mais qui stockent plus de 550 milliards de tonnes de carbone, soit deux fois plus que tous les sols des forêts du monde, ce qui les place en tête de la liste des écosystèmes à protéger. Malgré tout, certains pays, comme le Royaume-Uni, ont presque totalement perdu leurs milieux tourbeux ce qui fait qu'ils doivent actuellement investir des sommes d'argent considérables pour restaurer leurs fonctions écosystémiques. Le Canada abrite plus de 25 % de la superficie mondiale des tourbières. Ces écosystèmes couvrent plus de 12 % de la superficie terrestre du pays et renferment environ 150 à 160 milliards de tonnes de carbone dans les sols. En plus d'être d'importants écosystèmes pour la faune et la flore sauvage, les tourbières assurent également un rôle de régulation de l'hydrologie et du climat notamment parce qu'elles absorbent naturellement plus de carbone qu'elles n'en relâchent. Cependant, depuis les dernières années, elles sont touchées par plusieurs perturbations naturelles et anthropiques.

Au Québec, les tourbières occupent plus de 10% de la superficie terrestre et elles sont concentrées surtout sur le territoire boréal, là où les conditions climatiques sont fraîches et humides. Dans le sud de la province, les tourbières autrefois abondantes ont été drainées principalement pour faire de l'agriculture. De surcroît, l'industrie d'extraction de tourbe et de terre noire a aussi réduit la superficie des tourbières naturelles. La loi sur la conservation des milieux humides et hydriques (LCMHH), mise en place en 2017, devrait limiter leur dégradation alors que cet enjeu a longtemps été peu considéré. En effet, plusieurs grands milieux naturels à proximité de la région de Montréal, morcelés par l'urbanisation et l'expansion agricole, ont disparu progressivement au fil des années. Ces perturbations exercées sur ces milieux ont facilité l'envahissement par des espèces végétales exotiques (EVÉE).

## 2. MISE EN CONTEXTE

Les travaux de construction du tronçon nord du Train de l'Est ont engendré une perte de 19,39 ha de milieux humides et boisés<sup>1</sup>, lesquels devaient être compensés par des superficies de terrain qui devaient être aménagées et d'autres, conservées. En guise de compensation (décret 85-2010), l'EXO (Agence métropolitaine de transport, à l'époque) a acquis une tourbière située dans la MRC de l'Assomption sur le chemin Brûlé (Figure 1). Cette tourbière, d'une superficie de 37 hectares (ha) est depuis appelée 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

---

<sup>1</sup> Selon le document concept de compensation pour le tronçon nord - train de l'est et les conditions 10 et 12 du décret 85-2021.

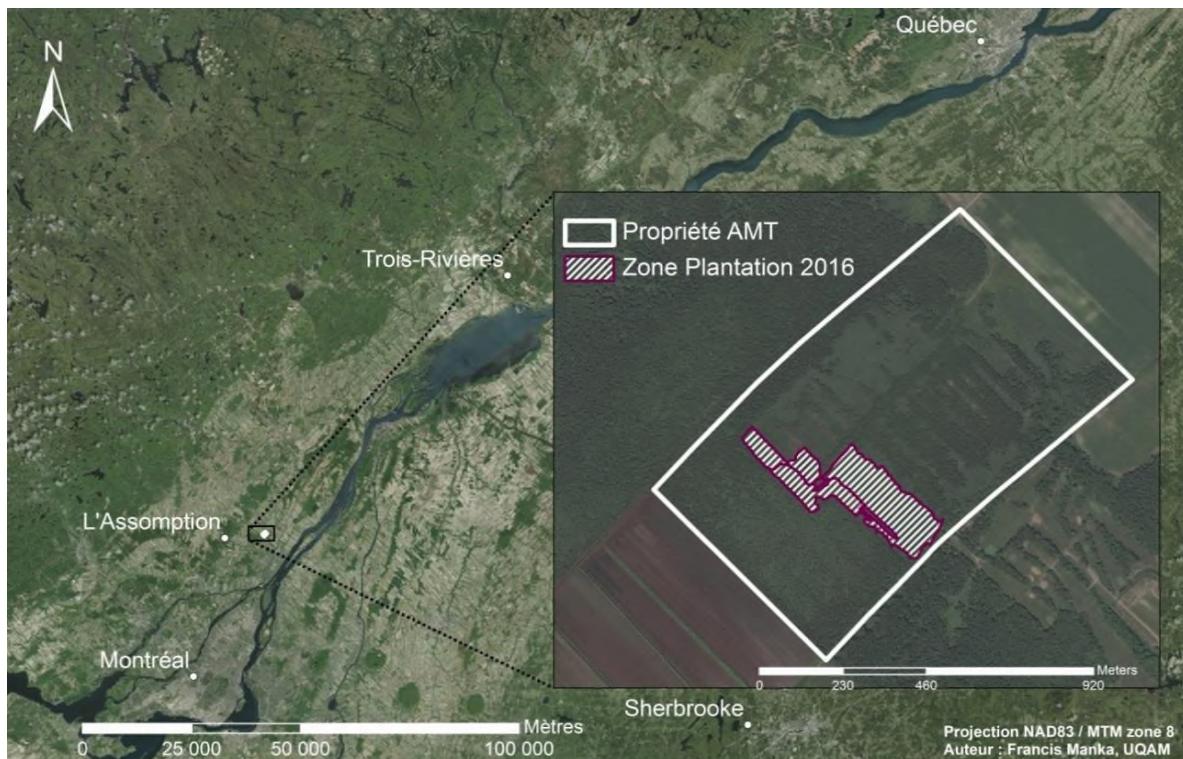
d'une EVEE considérée comme la pire de l'Amérique du Nord et connue pour perturber le fonctionnement des écosystèmes dans lesquels elle s'implante<sup>2</sup>. L'envahissement par le roseau dans un milieu humide, qui plus est, est perturbé comme celui du BTN, crée rapidement des monocultures très denses 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 compte également une présence croissante du nerprun bourdaine (*Frangula alnus*) ainsi qu'un peu de nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), aussi reconnue pour perturber les écosystèmes dans lesquels elles s'implantent<sup>3</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 l'EXO et le Centre d'étude de la forêt (CEF) de l'Université du Québec à Montréal (UQÀM). Le but ultime de ce plan de compensation était l'aménagement écologique viable, la lutte contre les EVEE concernant, plus précisément, le roseau commun, ainsi que la conservation et restauration de la tourbière du BTN. L'objectif du projet est de développer des méthodes de contrôle contre les EVEE par le biais de plantations de végétaux et de différents aménagements du site. Dans le cadre de ce projet de recherche, les objectifs incluaient notamment la compréhension des effets des divers aménagements et des plantations sur la croissance, la survie et le recouvrement des essences forestières, et ce sur une période de suivi de 10 ans. L'année 2022 représente la sixième année de suivi du projet. Ainsi, les rapports de suivis en lien avec l'atteinte de ces objectifs seront transmis au Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) jusqu'en 2026 afin de respecter le plan de compensation de l'EXO.

---

<sup>2</sup> Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. (2011). *Phragmite envahissant. Pratiques de gestion exemplaires*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario Peterborough (Ontario). [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>3</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. <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Hebert-Francois/Avis52.pdf>



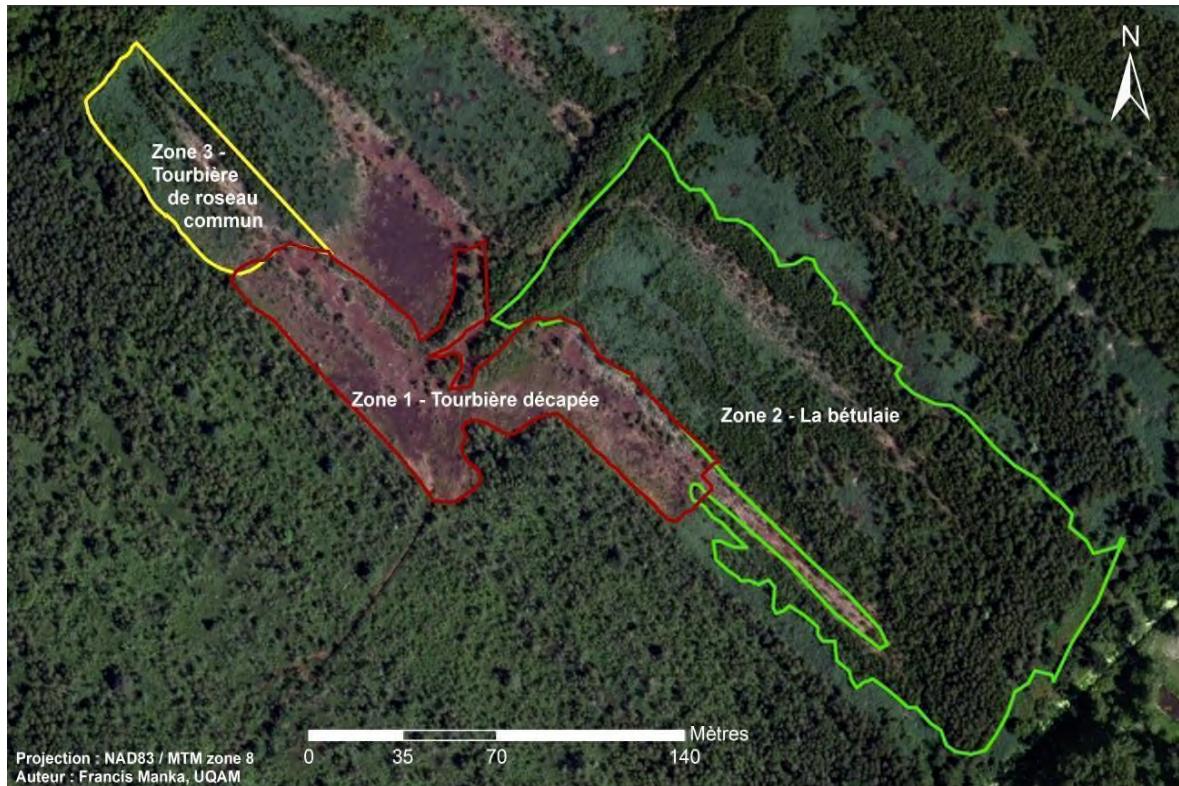
**Figure 1. Emplacement de la propriété d'EXO (AMT) à L'Assomption, Québec**

Afin de répondre à ces objectifs, une plantation d'essences dans 2,75 ha du BTN fut d'abord effectuée en 2016 par l'équipe de l'UQÀM, 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 pour maintenir et augmenter la biodiversité.

En 2016, les aménagements et les plantations furent effectués dans trois différentes zones représentées à la Figure 2, soit :

- 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.

Respectivement, chacune de ces trois zones présentait des contraintes et des défis particuliers. Plus précisément, la zone 1 était ouverte depuis des années, témoignant de la difficulté des arbres et arbustes à s'y établir. Alors que pour la zone 2, une canopée forestière était déjà bien présente, mais ce couvert émane d'une espèce à longévité relativement courte. Finalement pour la zone 3, cette dernière était envahie par le roseau commun, mais comportait sporadiquement des endroits où des semis naturels s'étaient établis.



**Figure 2. Carte générale des zones de plantation**

Afin d'identifier et de documenter les traitements efficaces et rentables de contrôle contre le roseau, différents types d'aménagements ont été réalisés dans les zones. 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 et entretenues par un pliage annuel) 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 vigueurs, ainsi qu'un suivi du coefficient de distribution (*stocking*) sur un certain pourcentage des plants ou du territoire. Au Québec, le seuil du *stocking* visé pour assurer un rendement forestier en forêt boréale est de 60%<sup>14</sup>. Puisque nous visons un couvert forestier dense pour empêcher le roseau commun de se propager, aux dépens d'un rendement forestier, un seuil de *stocking* plus élevé est souhaité pour assurer le succès de

<sup>14</sup> Méthot, S., et autres (2014). *Guide d'inventaire et d'échantillonnage en milieu forestier*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 237 p.

l'aménagement, soit 80% dans les zones 1 et 3, les endroits où les plantations sont en milieux ouverts.

Le rapport de cette année représente la sixième année de suivi après la plantation initiale de 2016. L'historique des plantations et aménagements réalisés entre 2016 et 2018 sera d'abord décrit. La section « suivis », qui décrit l'état des plantations au moment des suivis réalisés aux mois de juin et juillet 2021, sera présentée par la suite.

### 3. 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.

#### 3.1. Zone 1 : La tourbière décapée

##### 3.1.1. *Conditions initiales de la zone*

La zone 1, aussi nommée la « 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 (Figure 1 à gauche). Le roseau commun a envahi ce sol perturbé et a été observé en forte densité dans trois endroits de la zone (Figure 3, voir les sections « phragmite coupé »). Cette zone se caractérise également par une faible régénération naturelle de semis installés sur des microsites légèrement surélevés (Figure 1 à droite). Cette régénération observée en 2016 lors des travaux incluait essentiellement des bouleaux gris (*Betula populifolia*) et érables rouges (*Acer rubrum*), puis quelques mélèzes laricins (*Larix laricina*), épinettes noires (*Picea mariana*) et cerisier de Virginie (*Prunus virginiana*). Ailleurs que sur ces monticules, les semis établis à la hauteur du sol présentaient des racines pourries résultant probablement d'une fluctuation importante de la nappe phréatique.



Figure 3. Zone 1 avant et après le creusage des sillons à l'origine des buttes de plantation

### 3.1.2. Travaux réalisés

À l'intérieur de la zone 1, deux aménagements ont été faits préalablement à la plantation :

1. La coupe du roseau commun à la débroussailleuse, suivi de son retrait manuel et du recouvrement de ces zones avec une membrane géotextile pour empêcher qu'il ne repousse (Figure 4 et Figure 5) ;
2. Des sillons ont par la suite été creusés dans les endroits présentant une problématique d'accumulation d'eau pour permettre l'évacuation du surplus d'eau vers un bassin. Cette activité a par le fait même permis de casser des rhizomes de roseau commun et s'est avérée efficace comme moyen de contrôle de cette EVEE. Du géotextile a ensuite été apposé dans les sillons pour les maintenir en place et prévenir la croissance de rhizomes du roseau commun. C'est ainsi que des buttes de plantation 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 (Figure 4 et Figure 5). Depuis leur création, la microtopographie créée en 2016 s'effondre naturellement au fil des années. En 2022, on n'observe plus que des dépressions au lieu des grands sillons et des buttes.

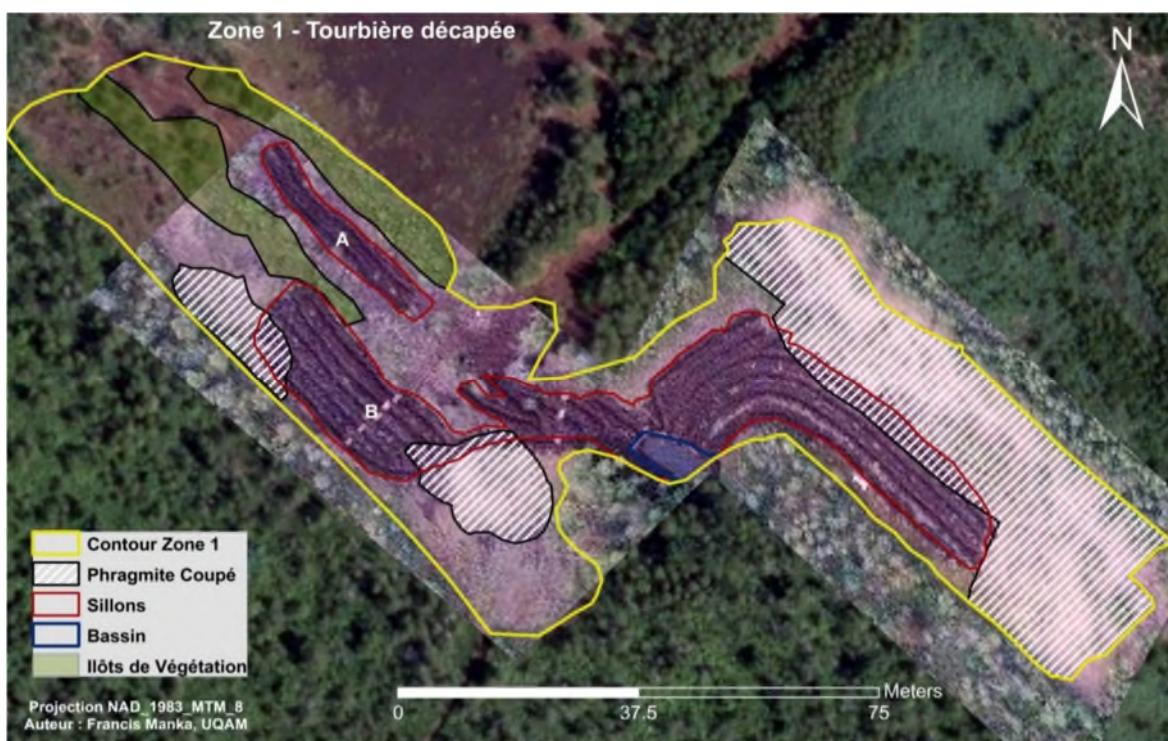


Figure 4. Travaux préalables à la plantation dans la zone 1

Les plantations dans la zone 1 furent réalisées d'une part dans des sections ayant subi des aménagements (géotextile et buttes de plantation) et d'une autre, dans des zones non aménagées, puisque non envahie par le phragmite. La Figure 5 dans la section suivante illustre la distinction entre les zones aménagées et zones naturelles.

### 3.1.3. Essences et nombre d'arbres plantés dans la zone 1

Au total, 19 essences différentes ont été plantées dans cette zone à une densité moyenne 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, l'épinette blanche (*Picea glauca*) ; l'épinette noire ; l'érable argenté (*Acer saccharinum*) ; l'érable de Pennsylvanie (*Acer pensylvanicum*) ; l'érable rouge ; le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*) ; le mélèze laricin ; le myrique baumier (*Myrica gale I.*) ; le peuplier deltoidé (*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 différents patrons de plantation sont décrits en détail dans les rapports des années précédentes.

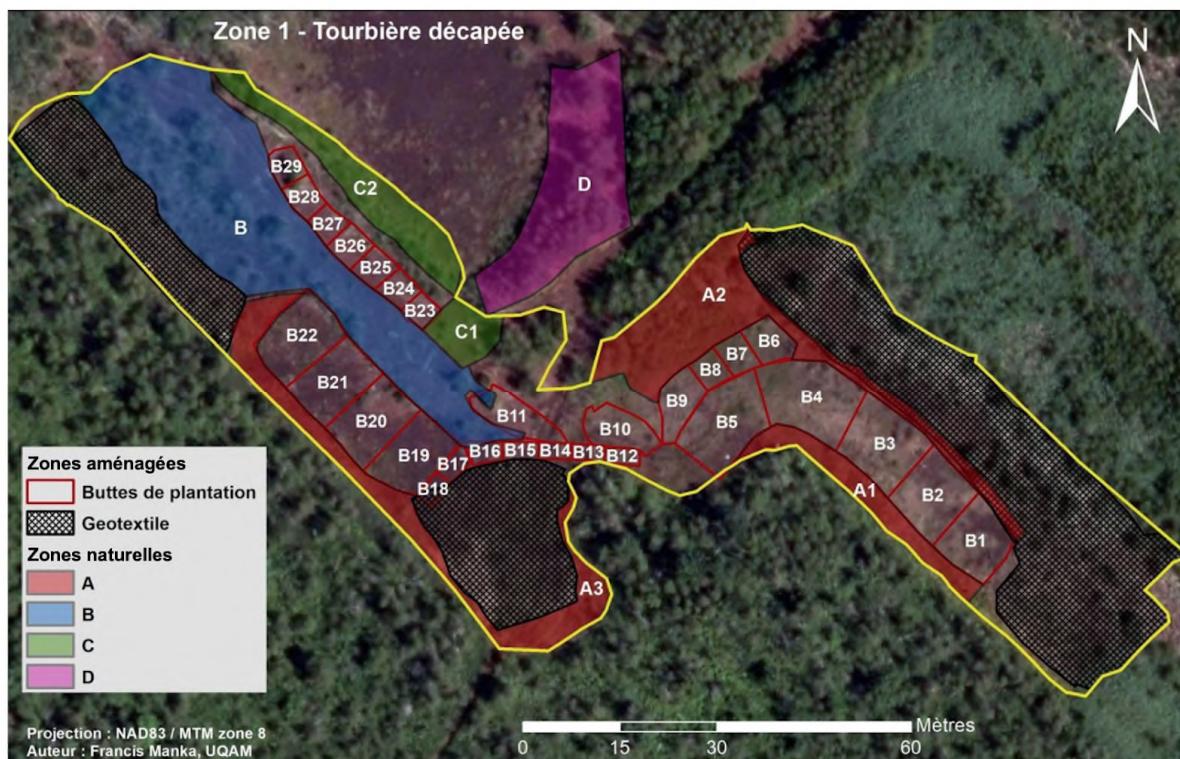


Figure 5. Patrons de plantation dans la zone 1

### 3.2. Zone 2 : La Bétulaie

#### 3.2.1. Conditions initiales de la zone

La zone 2, d'une superficie de 19 128 m<sup>2</sup> est aussi appelée la « bétulaie » puisqu'elle héberge un peuplement de bouleaux gris, dont le sous-bois est envahi de roseau commun (Figure 6). Le bouleau gris est présent sur plus de 90 % de cette zone, avec quelques ouvertures dominées par le phragmite sur 10%. Le bouleau gris est une espèce possédant une courte durée de vie en comparaison avec la plupart des autres espèces arborescentes du Québec. À proportion plus faible se trouve des saules (*Salix sp.*), des peupliers faux-trembles (*Populus tremuloides*) et des cerisiers de Virginie. Puisque la densité du roseau commun augmente avec l'ouverture de la canopée, celle-ci est très élevée dans les zones

ouvertes de la zone 2 et elle diminue aux endroits où il y a une plus forte présence d'arbres qui participent à refermer la canopée. Les semis d'essences arborescentes sont pratiquement absents de cette zone et la régénération naturelle est donc très limitée, probablement à cause de l'ombrage causé par le roseau et le peuplement de bouleaux.



**Figure 6. Bétulaie (zone 2) et son sous-bois de roseau commun**

### **3.2.2. Travaux réalisés**

La plantation en zone 2 a pour but que la population de bouleaux, dont la sénescence débutera dans les prochaines décennies, ne soit pas remplacée par des colonies de roseau commun. Comme illustré sur la Figure 7, 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 25 m<sup>2</sup>, c'est-à-dire 2500 tiges/ha ou 400 tiges/ha) (en rouge sur la Figure 7). Dans cette section, la densité faible a été testée comme moyen de transition d'une bétulaie grise vers une forêt de stade de succession plus avancé. En ce qui concerne le contour de la zone 2 (en jaune sur la Figure 7), celui-ci planté à densité variable (1 plant/m<sup>2</sup>, /2 m<sup>2</sup>, /4 m<sup>2</sup> ou /9 m<sup>2</sup>) (ou 10 000 tiges/ha, 5000, 2500 ou 1111 tiges/ha).

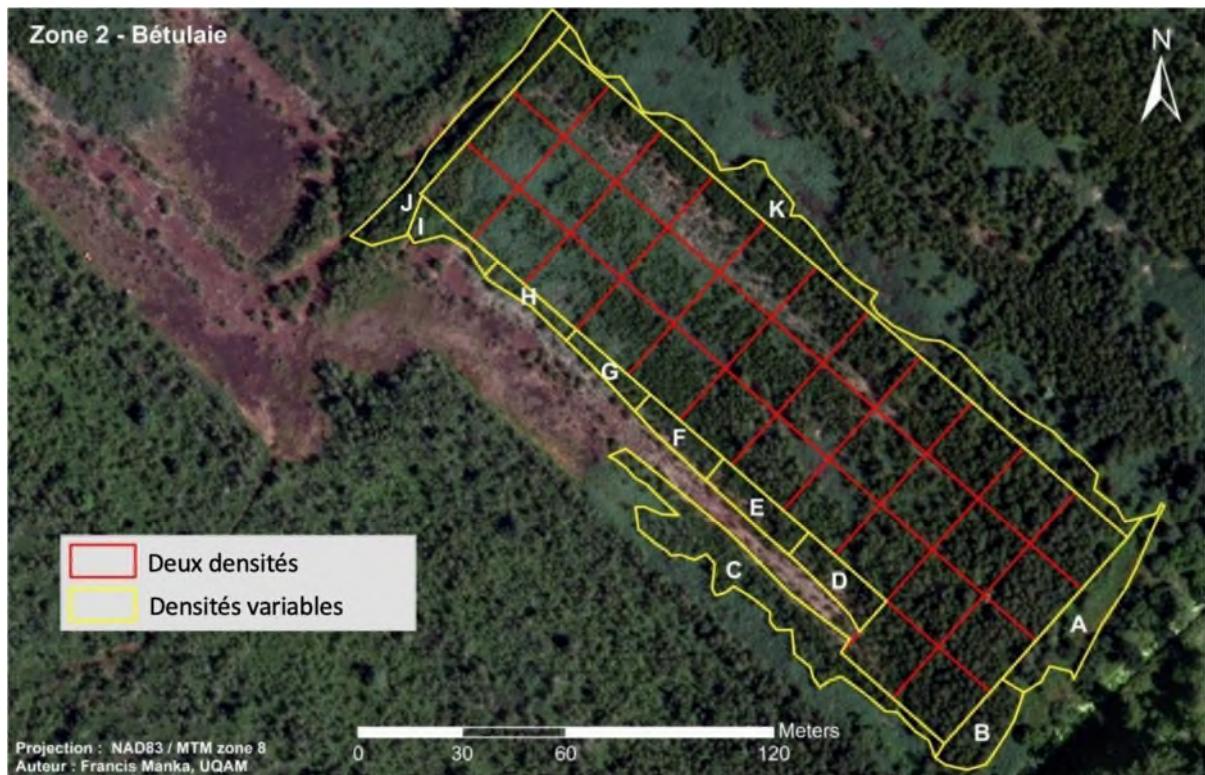


Figure 7. Patrons de plantations de la zone 2

### 3.2.3. 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 grande partie de la zone, c'est-à-dire 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. Le contour de la bétulaie a été séparé en 11 sections plantées à des densités variables et en monoculture et polyculture (Figure 7).

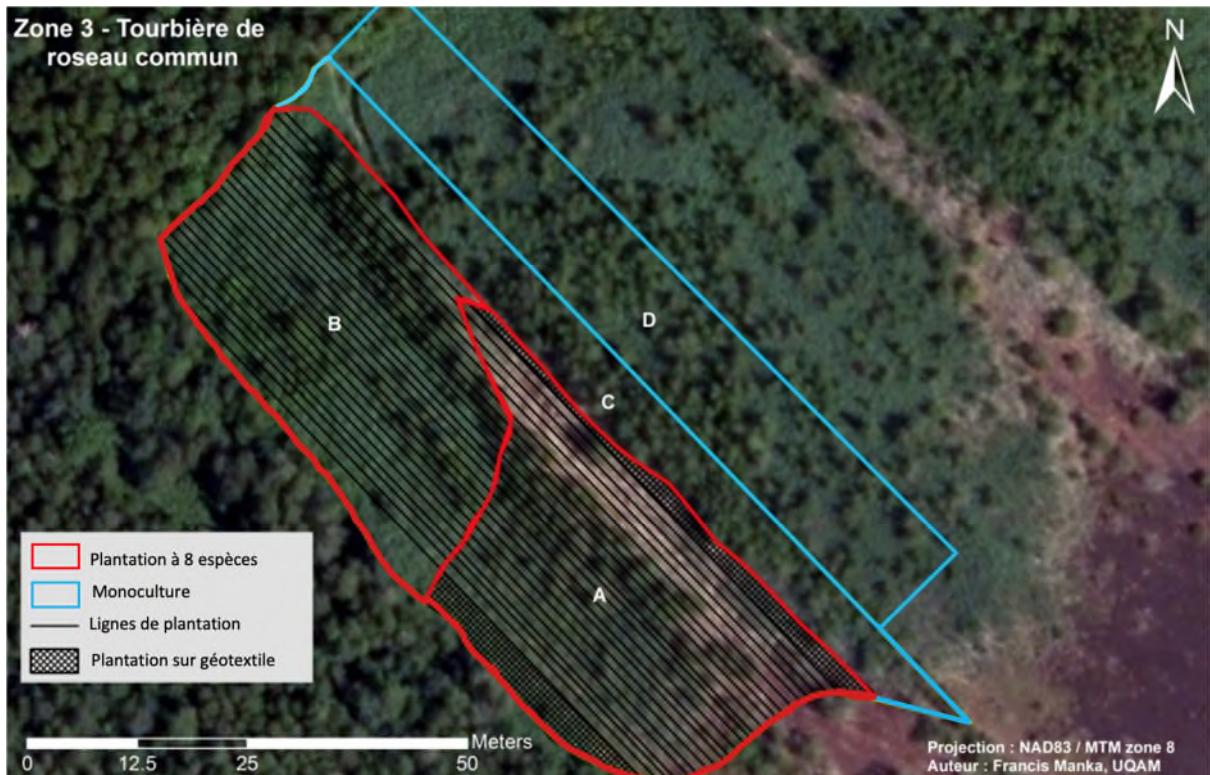
En 2017, à la suite d'un broutage important des épinettes noires et blanches par les lapins à queue blanche (*Sylvilagus floridanus*) et les lièvres (*Lepus americanus*), 750 nouveaux plants de sapins baumiers ont été plantés à côté de chaque plant d'épinette broutée pour compenser leur perte éventuelle. 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.

En automne 2022 et au printemps 2023, un ajout de financement de la part d'EXO a permis la plantation de 200 individus (thuya occidental et érable rouge) dans des secteurs de la zone dont l'établissement naturel de semis n'était pas au rendez-vous. Ces secteurs incluaient notamment des quadrats recouverts d'une membrane de géotextile, des sections se trouvant sous le couvert de bouleaux gris matures, ainsi qu'en pourtour de la zone 2 où l'herbivorie était davantage importante.

### 3.3. Zone 3 : La tourbière du roseau commun

#### 3.3.1. 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 phragmite (Figure 8). 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. De ces observations, nous supposons que le roseau commun n'a pas atteint une densité suffisante pour nuire à l'établissement des arbres.



**Figure 8. Patrons de plantations de la zone 3**

Légende : A : sous-zone où le roseau a été coupé et retiré, puis est contrôlé annuellement par un pliage manuel ; B : sous-zone où le roseau a été laissé tel quel

#### 3.3.2. Travaux réalisés

Lors des visites de caractérisation du milieu avant la plantation de 2016, nous avons observé des semis de plusieurs espèces qui s'étaient établis dans le phragmite de la zone 3. En plus de vouloir contrôler le roseau commun 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 3 (sous-zone « A »), le roseau fut coupé et retiré du site avant la plantation, tandis que sur l'autre moitié (sous-zone « B ») il fût plié et laissé en place (Figure 8 et Figure 9). 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 (section 3.3.3).

Pour s'assurer de la perpétuité des traitements réalisés dans la sous-zone « A », un pliage manuel est réalisé annuellement (section 6.1).



**Figure 9. Traitements contre le roseau commun dans la Zone 3**

Légende : À gauche : zone 3, « A » : section de roseau coupé, retiré et entretenu annuellement par un pliage manuel ; à droite : zone 3, « B » : section avec le roseau commun laissé tel quel.

### 3.3.3. *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> (10 600 tiges/ha). Les sous-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 avec une distance d'un mètre entre chaque plant, soit le peuplier deltoïde, le pin gris, l'épinette blanche, le mélèze laricin, l'aulne rugueux, le pin blanc, l'érable rouge et l'érable argenté. La plupart des plants dans ces zones ont été protégés contre l'herbivorie. La sous-zone « C » a été plantée au mètre carré 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 », Figure 8) a été plantée en 2017 au m<sup>2</sup> (10 000 tiges/ha) avec environ 470 sapins baumiers. Plutôt que de rajouter des plants autour de ceux broutés comme dans la zone 2, nous avons opté pour la plantation d'une nouvelle sous-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 baumier, peuplier deltoïde, épinette noire et blanche, érable rouge et argenté, mélèze laricin, pin gris et blanc) ont été plantés dans la zone 3 pour remplacer les arbres morts.

## 4. HISTORIQUE DE BROUTAGE SUR LE SITE

L'herbivorie par le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) a été observée sur le site avant même le début de l'aménagement du site. C'est pourquoi, lors des plantations en 2016, les essences les plus susceptibles d'être broutées ont été protégées, soit : l'érable argenté ; l'érable de Pennsylvanie ; l'érable rouge ; le thuya occidental et le pin blanc. Pour un total de 3963 plants sur les 14 155 plants plantés, soit 28 % de la plantation qui était alors

protégée. Cependant, il a ensuite été constaté que ce sont plutôt des lapins à queue blanche et les lièvres d'Amérique qui ont causé les plus grands dégâts sur la plantation durant l'hiver et le printemps. En ce sens, une protection supplémentaire a 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 rugueux ; les pins gris ; les saules pourpres et les peupliers deltoïdes, qui ont été protégés en entiereté, ainsi que certaines épinettes noires.

En raison des coûts reliés à l'achat et à l'entretien des protecteurs, il n'était pas possible de protéger tous les plants du BTN. En 2017, il y avait donc 7963 plants protégés sur les 14 155 plants<sup>5</sup>, soit 56 % de la plantation qui était protégée. Cette protection immédiate a permis d'être mieux équipé pour l'atteinte de notre objectif, soit l'établissement d'un nouveau couvert forestier en permettant à plus de la moitié de la plantation de survivre et de croître.

Notre réaction subséquente 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 les rapports 2018 et 2019, tableaux 5 et 6). Malgré tout, 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 dans les plantations, tant en limitant leur croissance, qu'en augmentant le nombre d'arbres dépéris et ultimement d'arbres morts. En 2021, les espèces les plus broutées étaient le sapin baumier, les épinettes, le cerisier de Virginie, les rosiers des marais et le pin gris. Une bonification du financement de la part d'EXO en 2022 a permis le remplacement des poteaux de bois et la protection de tous les sapins encore non protégés (section 5.4.2). Un effort de protection a aussi été mis sur les épinettes et les thuyas.

## 5. SUIVIS 2022

À titre de rappel, le but du projet de compensation est d'aménager et de conserver un écosystème viable de sorte à préserver la biodiversité et les fonctions du milieu. Pour parvenir à ce but, il était d'abord nécessaire de développer des méthodes de contrôle contre le roseau commun, notamment en réalisant des aménagements territoriaux et des plantations de végétaux, réalisés en 2016 et 2017 (section 3). Le but des plantations étant, dans un premier temps, de réaliser une fermeture de la canopée afin d'entrer en compétition avec le roseau commun et, dans un deuxième temps, d'ajouter à la valeur écologique de l'écosystème, en incluant une plus grande diversité par une plantation floristique diversifiée d'espèces indigènes et d'espèces facultatives ou obligées de milieux humides. Comme pour les années précédentes, les données considérées pour les suivis de plantation sont exclusivement récoltées dans les zones 1, 2 et 3 qui sont financées par EXO, bien que les autres zones plantées participent intégralement à la création d'une canopée à plus grande échelle.

---

<sup>5</sup> Plus d'arbres ont été plantés que le nombre initial prévu dans l'entente.

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. Pour une sixième année consécutive, les suivis incluaient : un suivi « stocking », un suivi « scan », un suivi « intensif » et un suivi « extensif ». En résumé, le suivi scan et intensif se font dans les zones A, B, C et D dites « naturelles » à la Figure 5. Le suivi scan offre une vue générale de l'état de survie des arbres et de la présence de protecteur, alors que le suivi intensif est plus complet, car il inclut des données de classes de hauteur, de broutage et la présence de protecteur. En ce qui a trait au suivi extensif, celui-ci inclut toutes les données (survie, vigueur, croissance, défauts, etc.) de tous des individus plantés avec une étiquette numérotée. Puisque le projet évolue, les suivis seront révisés pour 2023 afin d'être davantage efficaces dans la récolte des données.

En 2019, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), nous a conseillé de réaliser un exercice de définition de couvert forestier en suivant la méthode de coefficient de distribution *stocking* afin d'avoir une mesure qui prévoit la probabilité de la fermeture de la canopée dans les prochaines années. En ce sens, le premier suivi considéré pour mesurer le succès de la plantation est le *stocking*.

## 5.1. Suivi du coefficient de distribution (*stocking*)

Nous évaluons la répartition de la régénération sur le site à l'aide de la méthode de suivi *stocking*, une technique utilisée en foresterie pour juger le succès ou non des plantations en évaluant la répartition de la régénération. Le *stocking* est la méthode utilisée par le MRNF et fonctionne comme suit : à l'aide d'un azimut aléatoire, un nombre de quadrats prédefinis (4 m<sup>2</sup>) est mesuré à une distance de 5 mètres l'un de l'autre afin de dénombrer le nombre d'arbres et d'arbustes vivants dans les trois différentes zones (1, 2 et 3) de la tourbière, incluant toutes les zones de plantation (section 3). On y évalue la présence ou l'absence d'individu dans le quadrat. Le pourcentage de quadrats ayant au moins un arbre vivant recensé indique la probabilité qu'un site soit recouvert d'une canopée fermée lorsque la plantation aura atteint la maturité. Nous visons un couvert forestier dense pour empêcher le roseau commun de dominer et proliférer. En ce sens, une cible de *stocking* plus ambitieuse et plus élevée de > 80 % est souhaitée dans les zones ouvertes (zones 1 et 3).

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, tel que la zone 1. On distingue alors la présence d'arbres et d'arbustes plantés et/ou non plantés qui sont présents lors du recensement. Le *stocking* des arbres et des arbustes peut être retrouvé au Tableau 1 présenté dans la section 5.1.2 des résultats.

### 5.1.1. Méthodologie : *stocking*

À l'exception de la strate de bouleaux gris et des herbacées présents sur le site, tous les plants vivants furent considérés. Le *stocking* inclut les individus plantés entre 2016 et 2018, ainsi que les individus non plantés, donc les plants indigènes naturellement recrutés avant la plantation et ceux ayant poussé à la suite de la plantation et qui mesurent plus de 20 cm

de hauteur. Le *stocking* inclut les individus intacts, broutés et légèrement dépéris (< 75%), alors que les individus qui étaient morts ou sévèrement dépéris (> 75 %) ne sont pas pris en compte. Le *stocking* total considère les arbres et les arbustes plantés et indigènes au sein d'un même quadrat.

En 2022, cette méthode a été réalisée dans la zone 1, 2 et 3. Respectivement, 57 quadrats aléatoires ont été échantillonnés dans la zone 1, 52 dans la zone 2 et 27 dans la zone 3. Les arbres et arbustes ont été séparés lors du suivi de cette année.

### 5.1.2. Résultats : *stocking*

Les résultats du *stocking* 2022 sont présentés dans le Tableau 1. La zone 1 est la zone ayant le coefficient de distribution le plus élevé pour les arbres, avec 98%, suivi de très près par la zone 3, avec 96%. La cible atteinte est donc au-delà de ce qui était souhaité pour ces zones ouvertes.

Le plus souvent, le *stocking* des arbustes est plus faible que celui des arbres, reflétant l'emphase qui a été mise sur la plantation des arbres. Il faut aussi prendre en compte que les arbustes ont majoritairement été plantés dans la zone 1, sont absents de la zone 2 et sont très peu présents dans la zone 3. C'est pourquoi seules les données d'arbustes plantés dans la zone 1 ont été considérées finalement pour les résultats. Malgré tout, la régénération arbustive semble positive pour toutes les zones et les résultats des arbustes non plantés sont au-delà du seuil fixé par le ministère.

**Tableau 1. Coefficient de distribution (*stocking*) par zone de plantation pour les arbres et les arbustes ligneux**

	Zone 1	Zone 2	Zone 3
<i>Stocking arbres</i>			
Arbres plantés	79%	50%	96%
Arbres non plantés	60%	33%	96%
<b>Arbres totaux</b>	<b>98%</b>	<b>57%</b>	<b>96%</b>
<i>Stocking arbustes</i>			
Arbustes plantés	32%	N/A	N/A
Arbustes non plantés	77%	60%	70%
Arbustes totaux	79%	60%	70%

Légende : « N/A » : Données non applicables, car aucun arbuste n'a été planté dans la zone 2 et la zone 3 n'a que trop peu d'arbustes plantés pour être pris en compte.

La zone 2 est le secteur à l'étude possédant une des plus faibles densités de plantation (1 arbre/25 m<sup>2</sup>) et une grande partie de sa superficie est fortement envahie par le roseau commun. Qui plus est, plusieurs plants ont brûlé sur le géotextile à la suite de conditions arides en 2021. Également, il faut considérer que le *stocking* n'inclut pas la strate dominante de bouleaux gris. À ce propos, il importe de mentionner qu'un tiers des quadrats échantillonnés dans la zone 2 comportait un individu de bouleau gris adulte. Si ces individus étaient pris en compte lors du suivi, le *stocking* de cette zone serait au-delà de 80%. Ainsi, ces conditions particulières font en sorte que la zone 2 présente les résultats

de *stocking* les plus faibles, encore une fois cette année. Malgré tout, la transition d'un couvert forestier vers un autre semble bien enclenché et l'ajout de nouveaux semis financés par EXO dans les endroits les moins régénérés de cette zone pourra contribuer à la bonification du *stocking* qui sera observé en 2023.

En somme, l'ensemble des résultats de *stocking* pour les zones 1 à 3 témoigne que le site est en bonne voie de régénération et de création d'une nouvelle canopée. Plus spécifiquement, la quantité d'arbres et d'arbustes non plantés semble en expansion. Nos plantations semblent avoir été bénéfiques pour permettre la régénération naturelle du site et permettre l'implantation de nouveaux individus indigènes. Possiblement car les herbivores sont attirés par les plantes riches en azote qui proviennent des pépinières. Des observations sur le terrain ont même été faites sur la présence de bryophytes à l'intérieur de plusieurs des quadrats de *stocking*. Finalement, 56 % des quadrats recensés ne contenaient aucun plant mort et le coefficient de distribution en essences planté est presque de 96% ou plus dans les deux zones ouvertes (zones 1 et 3) et est suffisant pour assurer une transition dans la zone 2 dominée par une strate de bouleau gris. Ces résultats indiquent donc que le site se régénère bien et qu'il pourra y avoir un bon recouvrement de la canopée lorsque la plantation aura atteint sa pleine maturité.

## 5.2. Suivi de la survie et de la mortalité de la plantation

Le succès de survie est évalué en fonction du recensement d'individus vivants et déperis dans les zones 1 à 3. Ce suivi permet d'offrir une perspective du succès général de la plantation tout en considérant les espèces ayant le meilleur taux de survie et à l'inverse, celles ayant le plus de difficulté à prospérer. Un taux de survie stable, ou augmentant, d'une année à l'autre est souhaité pour atteindre notre objectif de reboisement.

### 5.2.1. Méthodologie : survie et de la mortalité de la plantation

Pour une sixième année de suite, un suivi de l'état de la plantation a été réalisé. Pour ce faire, deux types de suivis ont été faits sur le terrain. D'abord, un suivi scan de la survie (vivant ou mort) a été fait au mois de mai. Puis, un suivi intensif a été fait au mois de juin afin d'évaluer l'état, la croissance des plants, l'affectation par l'herbivorie et la présence de protecteur. Par la suite, le suivi extensif a été fait pour toutes les espèces identifiées à l'intérieur des zones aménagées (section 3). Les plants considérés comme morts depuis 2021 n'ont pas été inclus dans le nombre total des plants pour 2022.

Pour que le plant soit considéré comme vivant, celui-ci doit faire de la photosynthèse. Par conséquent, les plants considérés comme morts n'ont plus de feuilles, d'aiguilles, ou de bourgeons vivants. Pour ce même suivi, une seconde note est prise lorsqu'un plant vivant est dépéri. Les plants classifiés comme déperis ont des défauts sur plus de 75 % de leur intégrité physique, mais ils sont tout de même toujours capables de faire de la photosynthèse grâce à au moins 25 % du plant demeurant intact, ce qui leur offre des probabilités de mieux se porter dans les années subséquentes.

Les différents défauts qui peuvent être observés et recensés à la réserve naturelle du BTN sont distingués à l'aide des appellations suivantes : bourgeon(s) mort(s), broutage (récent

et/ou ancien), peu de feuilles, dessiccation hivernale, plant brisé et descente de cime. Depuis les dernières années, la présence de protecteurs est recensée pour tous les plants lors de ce suivi ainsi que lors du suivi de vigueur (section 4.3). Le recensement des protecteurs lors de l'inventaire permet de fournir des données sur le pourcentage d'individus protégés contre l'herbivorie et d'être en mesure de comparer le succès de survie et croissances pour ces plants (section 4.4).

### **5.2.2. Résultats : survie et de la mortalité de la plantation**

Le suivi de 2022 a permis de recenser 11 061 individus en tout (vivants et morts). Ainsi, pour toutes zones confondues, le taux de survie est de 87% en 2022, soit 9 977 plants vivants. Parmi ces plants vivants, 2 732 individus ont été noté comme étant dépérissant et possèdent donc au-delà de 75% de défauts, alors que 7 245 plants sont classifiés comme vigoureux.

En ordre d'abondance, les espèces avec le plus grand nombre d'individus vivants dans les zones de compensation EXO sont : l'épinette blanche, le pin gris, le pin blanc, le mélèze laricin, le sapin baumier, l'érable rouge, le thuya occidental et l'aulne rugueux. Parmi ces espèces, la condition du sapin a nettement augmenté si on la compare avec l'an dernier. En effet, en 2021 la majorité des sapins étaient dépérissants, alors que cette année la majorité des individus sont vigoureux. Cette augmentation peut être attribuée à deux choses : la première étant la pose de protecteurs pour protéger ces individus a aidé à contribuer à leur survie (99%) (section 5) ; et la seconde peut être due au fait que le taux de mortalité était plus élevé en 2021 (13% comparativement à 1% cette année). Dans cette perspective, depuis 2021 les individus classifiés dépérissants ont donc majoritairement récupérés en vigueur. Dans la même optique, les épinettes ont un meilleur taux de vitalité cette année (entre 85-93%).

En général, les espèces d'arbres ayant les meilleurs taux de survie cette année incluent : le sapin baumier (99%), l'érable rouge (98%) et le mélèze laricin (96%). À l'inverse, l'espèce ayant le taux de mortalité le plus élevé de tous est le peuplier deltoïde (59%). Cependant, seulement 15 individus étaient encore vivants cette année et il avait préalablement été constaté que le peuplier est mal adapté aux conditions environnementales du site. L'érable argenté a également un taux de mortalité parmi les plus élevés (30%), suivi du thuya (23%) et méritent une attention particulière lors des prochains suivis.

En ce qui a trait aux arbustes, le kalmia (98%), le myrique baumier (97%) et le rosier des marais (93%) présentent les meilleurs succès de survie. La survie des arbustes est sommairement très bonne, malgré le fait que l'aulne rugueux a un taux de mortalité plus élevé que les autres, avec 18% d'individus morts en 2022.

Pour la majorité des espèces, des actions ont été prises en 2022 pour promouvoir leur survie, incluant l'aménagement du territoire et la pose de protecteurs. Les résultats obtenus au Tableau 2 montrent que la pose de protecteurs a été particulièrement bénéfique pour les sapins baumiers et les épinettes.

**Tableau 2. Vitalité des arbres et arbustes recensés en 2022 et classifiés selon leur espèce**

Espèce	Total d'individus	Individus vivants vigoureux (< 75% de dommages)	Individus dépérir (> 75% de dommages)	Individus morts	Taux de survie	Taux de mortalité
Arbres						
<i>Abies balsamea</i>	891	652	233	6	99%	1%
<i>Acer pensylvanicum</i>	106	44	45	17	84%	16%
<i>Acer rubrum</i>	824	744	63	17	98%	2%
<i>Acer saccharinum</i>	358	145	106	107	70%	30%
<i>Larix laricina</i>	1 008	766	206	36	96%	4%
<i>Pinus banksiana</i>	1 268	910	264	94	93%	7%
<i>Picea glauca</i>	1 489	981	391	117	92%	8%
<i>Picea mariana</i>	430	243	123	64	85%	15%
<i>Picea sp. *</i>	440	249	148	43	90%	10%
<i>Pinus strobus</i>	1 123	579	438	106	91%	9%
<i>Populus deltoides</i>	37	10	5	22	41%	59%
<i>Thuja occidentalis</i>	983	603	155	225	77%	23%
Totaux et moyennes arbres	8 957	5 926	2 177	854	85%	15%
Arbustes						
<i>Alnus rugosa</i>	801	452	203	146	82%	18%
<i>Kalmia angustifolia</i>	97	86	9	2	98%	2%
<i>Myrica gale L.</i>	311	265	36	10	97%	3%
<i>Prunus virginiana</i>	217	133	65	19	91%	9%
<i>Rhus typhina</i>	139	63	65	11	92%	8%
<i>Rosa palustris</i>	314	159	133	22	93%	7%
<i>Vaccinium angustifolium</i>	225	161	44	20	91%	9%
Totaux et moyennes arbustes	2 104	1 319	555	230	92%	8%
<b>Totaux et moyennes</b>	<b>11 061</b>	<b>7 245</b>	<b>2 732</b>	<b>1 084</b>	<b>87%</b>	<b>13%</b>

Légende : Le regroupement « *Picea sp.* » inclut tous les individus d'épinettes n'ayant pas pu être identifiées à l'espèce, soit dû à leur petite taille, leur immaturité ou à leur détérioration. Il inclut donc des espèces d'épinettes noires et blanches.

### 5.3. Suivi détaillé de la vigueur

Ce suivi détaillé permet d'avoir un portrait de l'état de la plantation en général et ainsi de déterminer si certaines espèces reprennent en vigueur d'une année à l'autre ou si, au contraire, certaines espèces semblent en déclin. La vigueur permet aussi de donner un aperçu de l'évolution des plants à la suite de mise en place de protecteurs pour les prévenir des impacts néfastes de l'herbivorie. Les données présentées dans cette section

proviennent exclusivement du suivi extensif, car la méthodologie employée est plus complète pour mesurer la vigueur des individus.

### **5.3.1 Méthodologie : vigueur**

Afin d'avoir une perspective de l'état des plants vivants, un suivi portant sur la vigueur des plants fut effectué sur près de 40 % des individus de la plantation avec le suivi extensif. Ce suivi est basé sur une méthode de classification d'arbres en foresterie, soit de grouper les arbres en quatre classes :

1. Très vigoureux (< 25%) :

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 (25-50%) :

Le plant est en bon état, il fait de la photosynthèse sur plus de 50 % de ses tissus, il peut donc avoir entre 25 et 50 % de défauts ;

3. Peu vigoureux (50-75%) :

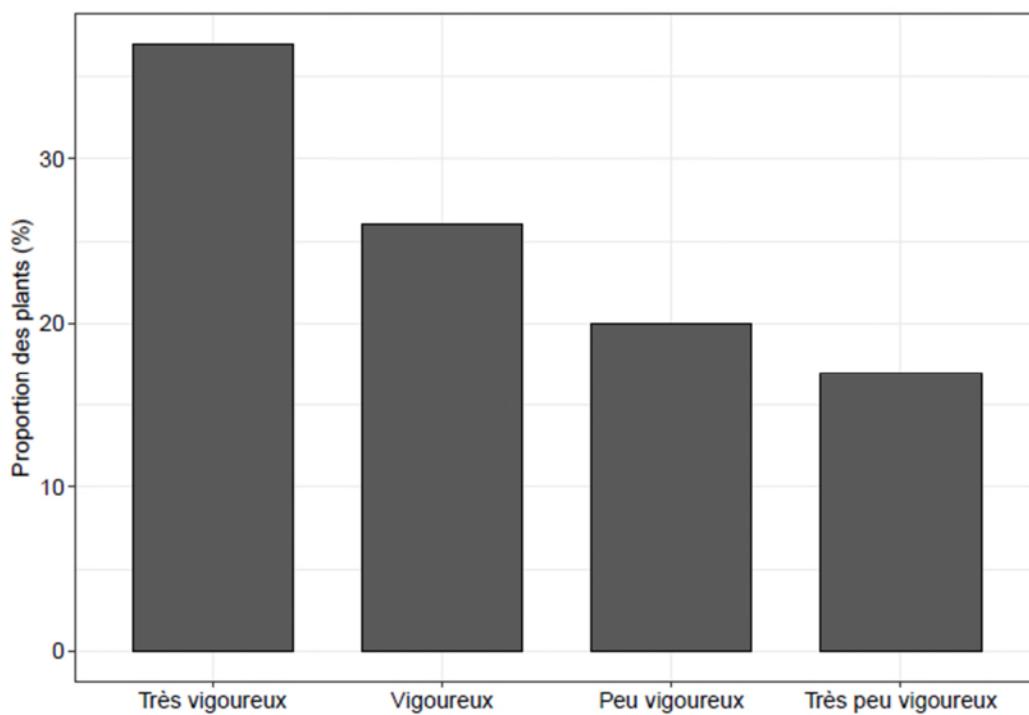
Les plants peu vigoureux ont plus de difficulté à faire de la photosynthèse, ceux-ci en font sur moins de 50 % de leurs tissus, ils ont donc des défauts sur 50 à 75 % de leur physique ;

4. Très peu vigoureux (> 75%) :

Les plants très peu vigoureux, voir déperit, ont des défauts sur plus de 75 % de leur physique, ce qui nuit à une photosynthèse efficace.

### **5.3.2 Résultats : vigueur**

Un total de 4 169 plants vivants a été recensé pour ce suivi. Sur les plants mesurés en 2022, 41 % sont très vigoureux et un peu plus du quart (26 %) sont vigoureux, ce qui équivaut à 67 % des plants qui sont classifiés comme étant en bon état (Tableau 2). Pour ce qui est des arbres en moins bon état, 18 et 15 % des arbres ont entre 50 à 75 % de dommage et plus de 75 % de dommage (Figure 10). Ainsi, les plants en bon état sont supérieurs en nombre que ceux ayant plus de dommages.



**Figure 10. Proportion des plants recensés lors du suivi extensif selon quatre catégories de vigueur (données 2022)**

Parmi les espèces de feuillus ayant le pourcentage le plus élevé d'individus très vigoureux se trouvent : l'aulne rugueux (58%) et l'érable rouge (49%). Alors que pour les conifères, le mélèze laricin est en premier rang (61%), suivi de l'épinette noire (48%), de l'épinette blanche (42%) et du pin gris (41%). À l'opposé, les arbres notés comme très peu vigoureux, voir même dépéris, incluent l'érable argenté (44%) et le cerisier de Virginie (37%). Ces individus présentent donc une condition plus inquiétante, mais ils demeurent très peu en nombre sur le site (Figure 10. Proportion des plants recensés lors du suivi extensif selon quatre catégories de vigueur (données 2022)Figure 10). Plus précisément, si l'on compare avec les résultats observés avec le suivi extensif en 2021, le sapin baumier a beaucoup gagné en vigueur en 2022. En effet, l'an passé, 86% des sapins étaient dépéris comparativement à 21% cette année. En ce sens, les arbres moins vigoureux auxquels un entretien est apporté peut permettre de rétablir ou voir même améliorer leur état.

**Tableau 3. Proportion des plants recensés lors du suivi extensif selon quatre catégories de vigueur en 2022**

Espèces	Total vivants	Très vigoureux	Vigoureux	Peu vigoureux	Très peu vigoureux
Arbres					
<i>Abies balsamea</i>	300	37%	19%	24%	21%
<i>Acer rubrum</i>	714	49%	28%	15%	9%
<i>Acer saccharinum</i>	225	8%	22%	26%	44%
<i>Larix laricina</i>	702	61%	24%	12%	3%

<i>Pinus banksiana</i>	276	41%	25%	18%	16%
<i>Picea glauca</i>	350	42%	23%	18%	17%
<i>Picea mariana</i>	44	48%	23%	20%	9%
<i>Pinus strobus</i>	246	20%	32%	27%	21%
<i>Populus deltoides</i>	15	56%	0%	13%	31%
<i>Thuja occidentalis</i>	506	26%	33%	24%	17%
Total et moyennes arbres	3 379	39%	23%	20%	19%
Arbustes					
<i>Alnus rugosa</i>	471	58%	15%	13%	14%
<i>Kalmia angustifolia</i>	95	37%	37%	17%	9%
<i>Prunus virginiana</i>	19	11%	16%	37%	37%
<i>Vaccinium angustifolium</i>	205	8%	44%	27%	21%
Total et moyennes arbustes	790	29%	28%	24%	20%
<b>Total et moyennes</b>	<b>4 168</b>	<b>41%</b>	<b>26%</b>	<b>18%</b>	<b>15%</b>

Pour que l'analyse de vigueur soit précise, il faut tenir compte du fait que le nombre d'individus vivants recensés lors du suivi varie grandement d'une espèce à l'autre. Ainsi, il faut se fier non seulement au pourcentage indiqué, mais aussi au nombre total d'individus pour chaque espèce afin d'avoir un portrait plus juste de la vigueur des populations en place. Par exemple, les peupliers comptent parmi les plus vigoureux des feuillus (56%), mais aussi parmi les plus dépéris (31%) et ne comptent que 15 individus vivants pour ces analyses.

## 5.4. Suivi du broutage

Ensemble, les données de broutage récoltées lors des suivis intensif et extensif permettent d'offrir une perspective sur les espèces les plus vulnérables. Elles permettent aussi de visualiser si les mesures mises en place, comme les protecteurs, permettent de limiter les dommages par l'herbivorie sur les individus. En ce sens, une seconde portion des résultats est axée sur la présence de protecteurs au sein des individus, incluant de surcroît les données issues du suivi scan.

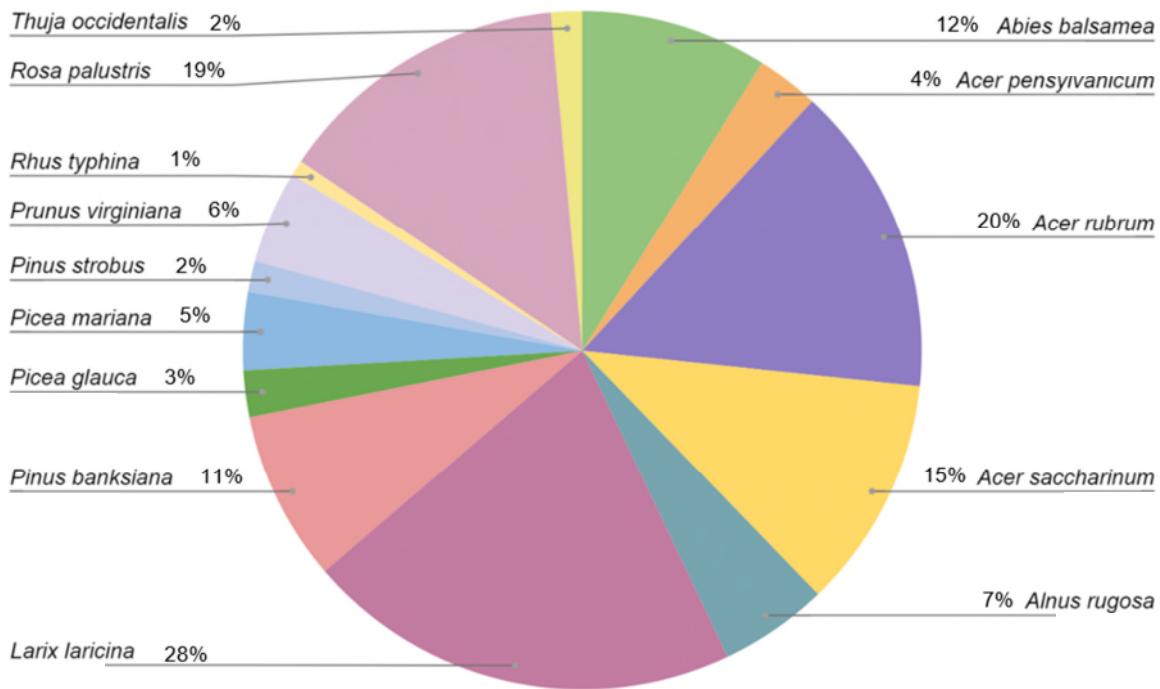
### 5.4.1. Méthodologie : broutage

Lors du suivi intensif, la présence de broutage est quantifiée selon deux catégories, soit : broutage récent et/ou broutage ancien. De ce fait, le broutage total observé qui est présenté à la section suivante englobe ces deux catégories et les données obtenues lors du suivi extensif qui permet de relever la présence de broutage sur les individus.

Pour ce qui est de la proportion des plants protégés, les données ont été prises à lors des suivis scan, intensif et extensif, où chaque individu possédant un protecteur a été noté selon son espèce.

### 5.4.2. Résultats : broutage

Parmi les espèces les plus prisées (ou les plus accessibles) par les herbivores en 2022 se trouvent le mélèze laricin (28%), l'érythrina rouge (20%), le rosier des marais (19%), l'érythrina argenté (12%), le sapin baumier (12%) et le pin gris (11%) (Figure 11). Ces observations renversent les tendances observées lors des années précédentes. En effet, encore l'an passé, les sapins baumiers, les mélèzes laricins, les épinettes, les cerisiers de Virginie et les rosiers des marais avaient tous au-delà de 20% de broutage.

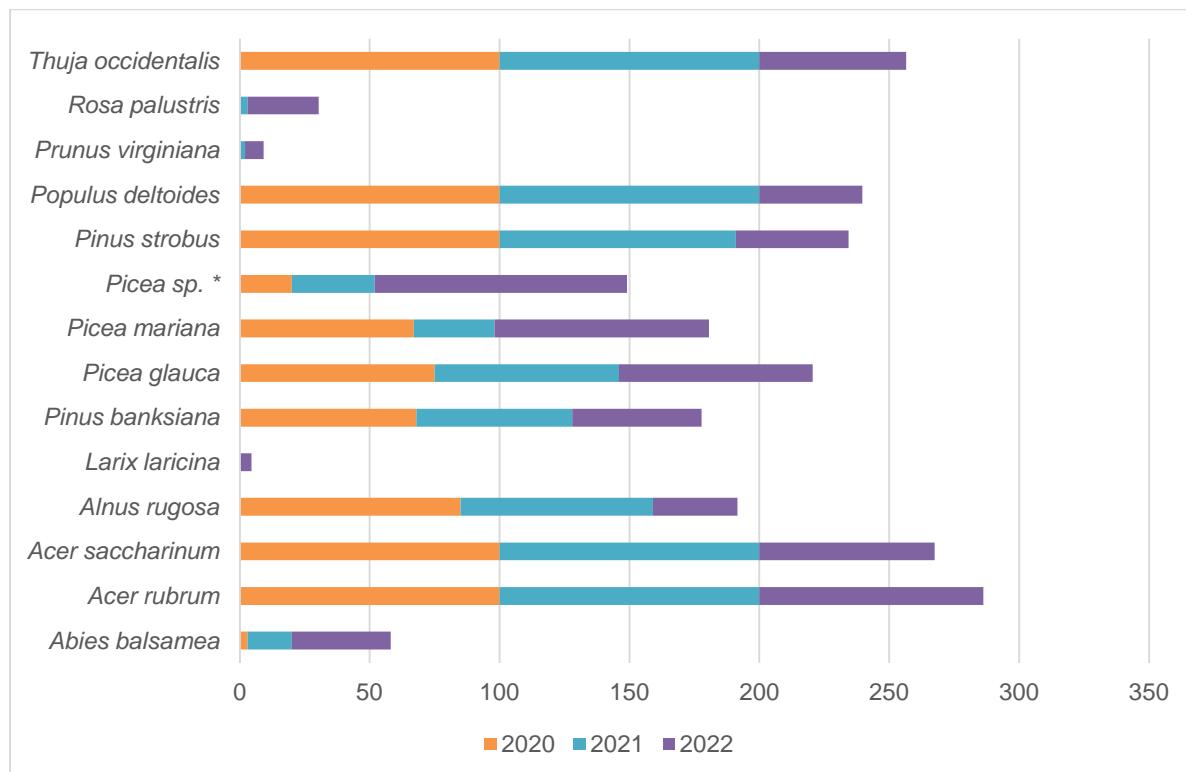


**Figure 11. Proportion des espèces les plus broutées en 2022**

Par ailleurs, il importe de préciser que le broutage affecte différemment l'intégrité et la vigueur des individus. Qui plus est, la prise de données indique seulement la présence de broutage et non sa gravité observée sur le plant. Certaines espèces, telles que le sapin baumier et l'épinette noire, sont plus petites et plus vulnérables aux conséquences de l'herbivorie. De même, des individus non protégés ont été broutés de multiples fois, réduisant ainsi leur hauteur et leur vigueur. Il faut aussi noter que des cerfs et les lagomorphes (lapins et lièvre) ont des préférences différentes en termes de palatabilité d'espèces d'arbres. La vigueur des arbres est donc liée à la présence des protecteurs et le type d'herbivore, mais aussi aux conditions édaphiques (qui ont notamment causé la descente de cime de plusieurs érables). Sur le site, l'herbivorie demeure un des enjeux majeurs influençant la vigueur des arbres. C'est pourquoi les protecteurs sont ajoutés chaque année en priorité aux arbres présentant les plus grands risques de broutage et ceux dont la menace pour leur survie (déclin de la vigueur) est présente.

Cette année, sur 13 707 individus échantillonnés, 6 233 étaient protégés, soit en moyenne 38% des plants. La Figure 12 suivante montre l'évolution de la mise en place de protecteurs depuis 2020. Par exemple, le sapin baumier chez qui le plus haut taux de broutage était observé en 2020 (46%), ainsi que le plus haut taux de dépérissement (voir le

rapport EXO 2020), n'avait alors que 3% de ses individus de protégés. Comparativement à cette année, 38% des plants de sapins échantillonnés ont une protection. Il en va de même pour les épinettes qui ont vu leur nombre de protecteurs augmenter drastiquement depuis 2021, passant de 32% à 97% d'individus d'épinette (sp.) en 2022. Il s'agit là d'une augmentation notable de la proportion des plants protégés depuis 2 ans. Malgré tout, les arbres non protégés continuent d'être broutés et sont de plus petites tailles que les arbres protégés. Cela dit, la grande quantité de neige reçue en 2022 a permis aux lièvres de couper la tête ou les branches dépassant du protecteur, surtout dans la zone 3.



**Figure 12. Évolution du nombre de protecteurs par espèces depuis 2020**

Légende : Le groupement « *Picea* sp. » inclut tous les individus d'épinettes n'ayant pu être identifiées à l'espèce, soit dû à leur petite taille, leur immaturité ou à leur détérioration. Il inclut donc des espèces d'épinettes noires et blanches.

Les résultats présentés ci-dessus excluent 180 protecteurs posés entre le mois de novembre et de décembre 2022, soit : 120 protecteurs de sapins et 60 protecteurs de thuyas. Ceux-ci seront ajoutés dans les données 2023.

En regard aux résultats observés, il est à noter que depuis environ 3 ans des protecteurs en place sur des espèces suffisamment grandes (> 1m 60) sont retirés. Ainsi, il est parfois possible d'observer une baisse de protection chez certaines espèces d'année en année, telles que pour les érables, le mélèze, les pins et le thuya, par exemple. Également, les protecteurs sont retirés chez les individus considérés comme morts. Une fois retirés, les protecteurs qui sont en bon état peuvent par la suite servir à protéger des arbres vulnérables à l'herbivorie. Également, il arrive que des protecteurs soient dans un piètre état et qu'il soit impératif de les retirer pour ne pas menacer la survie de l'arbre. Par exemple, cette année, plusieurs protecteurs de thuya étaient brisés et ont dû être retirés.

Étant donné la forte abondance de sapins baumiers et d'épinettes au sein de la plantation et leur grande vulnérabilité à l'herbivorie, leur protection est essentielle pour augmenter le taux de survie et de croissance de la plantation en général. Ainsi, des ressources supplémentaires fournies par EXO ont permis d'augmenter le nombre de protecteurs pour l'épinette noire et le sapin. En ce sens, les résultats de 2022 concernant le broutage indiquent que les mesures utilisées pour réduire le risque d'herbivorie sont efficaces. La mise en place de protecteurs additionnels pour les espèces à haut risque d'herbivorie, telles que le sapin, a permis de réduire le broutage chez ces individus et semble induire l'augmentation de leur survie (section 4.2.2.). Le financement octroyé par EXO en 2022 a permis d'acheter et de poser 180 nouveaux protecteurs sur les sapins baumiers et un effort a été mis pour récupérer et reposer des anciens protecteurs sur les autres espèces les plus vulnérables à l'herbivorie, comme les épinettes et le thuya (Figure 12). Ces nouveaux protecteurs ont été posés dans les endroits les plus problématiques pour l'herbivorie de la zone 2 et pourront être comptabilisés lors du suivi 2023.

Finalement, en ce qui a trait à la problématique de broutage, une nouvelle étude portant sur des méthodes permettant d'éloigner les herbivores du site est en cours. De premiers résultats préliminaires pourraient être décrits dans le rapport annuel de l'an prochain.

## 5.5. Suivi de la croissance

Les différentes classes de hauteurs des arbres et arbustes ont été relevées lors des suivis intensif et extensif. Les données recueillies mettent en lumière la croissance annuelle de chacune des espèces, ainsi que le nombre d'individus appartenant aux diverses catégories de grandeurs.

La classification des arbres selon leur hauteur permet de diviser les individus appartenant aux différents étages qui composent le couvert végétal. Dans le cadre de notre projet, le peuplement recensé est dit en « étage inférieur », car les arbres sont de moins de 7m de hauteur et forment le peuplement d'avenir.<sup>6</sup> Il s'agit donc encore d'arbres opprimés qui occupent majoritairement l'espace sous-jacent de la majorité des arbres matures dans la tourbière. Après 10 ans du projet, on devrait avoir des arbres d'une hauteur intermédiaire et qui deviendront éventuellement codominant et dominants dans les années subséquentes pour fermer la canopée. D'ici la fin du projet, nos suivis divisent la hauteur des arbres en 5 catégories de grandeur allant jusqu'à 2 mètres.

Malheureusement, en 2022, une mauvaise compréhension du suivi de grandeur a fait en sorte que les arbres présentant une décente de cime ont été mal mesurés. Pour cette raison, tous les arbres avec une décente de cime, soit 454 individus, n'ont pas été pris en compte cette année dans les données de croissance.

### 5.5.1. Méthodologie : croissance

La hauteur a été mesurée sur les plants vivants pour ensuite les classifier selon cinq catégories de grandeur :

<sup>6</sup> Méthot, S., et autres (2014). *Guide d'inventaire et d'échantillonnage en milieu forestier*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 237 p.

- A. 0-25 cm ;
- B. 25-50 cm ;
- C. 50-100 cm ;
- D. 100-200 cm ; et
- E. > 200 cm.

### 5.5.2. Résultats : croissance

En 2022, les données de 2 819 arbres et 1 162 arbustes vivants ont servi aux analyses, ce qui représente 42% des individus vivants de la plantation. Les résultats pour chaque espèce sont présentés au Tableau 4. Parmi les plus grands arbres (> 200 cm) recensés en 2022 se trouvent des essences à croissance rapide et moyenne. On compte en premier lieu le pin gris (30%), suivi par les érables rouges (16 %) et argentés (14 %), et finalement par les mélèzes laricins (10 %). En moyenne, ces grands arbres représentent maintenant 8% des individus. La catégorie des arbres mesurant entre 100-200 cm est à la hausse (32%) et la classe 50-100 cm est celle qui comportent le plus grand nombre d'individus recensés, avec 46%. Néanmoins, un souci dans la prise de données des arbres présentant une descente de cime a fait en sorte que plusieurs individus n'ont pu être pris en compte dans l'analyse de données pour éviter de biaiser les résultats des hauteurs. Plus particulièrement, les données de croissance des sapins sont non disponibles en 2022, car trop de données étaient manquantes pour permettre de bien refléter leur répartition dans les classes de hauteur. Les données de croissance 2023 des sapins seront présentes dans le rapport EXO 2023.

Le broutage et la sécheresse vécue en 2021 sont deux facteurs limitant la croissance. D'ordre général, on peut remarquer sur le terrain que les arbres plantés à l'est du site où la disponibilité en eau est plus constante poussent plus vite que ceux plantés dans les zones 1 et 3 où la nappe phréatique est plus variable. Les sillons et monticules créés en 2016 ont presque disparu, mais ont grandement aidé la survie et la croissance des arbres dans cet endroit inhospitalier. Donc, malgré les conditions difficiles, la plantation semble lentement atteindre le but d'un couvert arborescent.

**Tableau 4. Hauteur (cm) des arbres et arbustes en 2022 selon l'espèce**

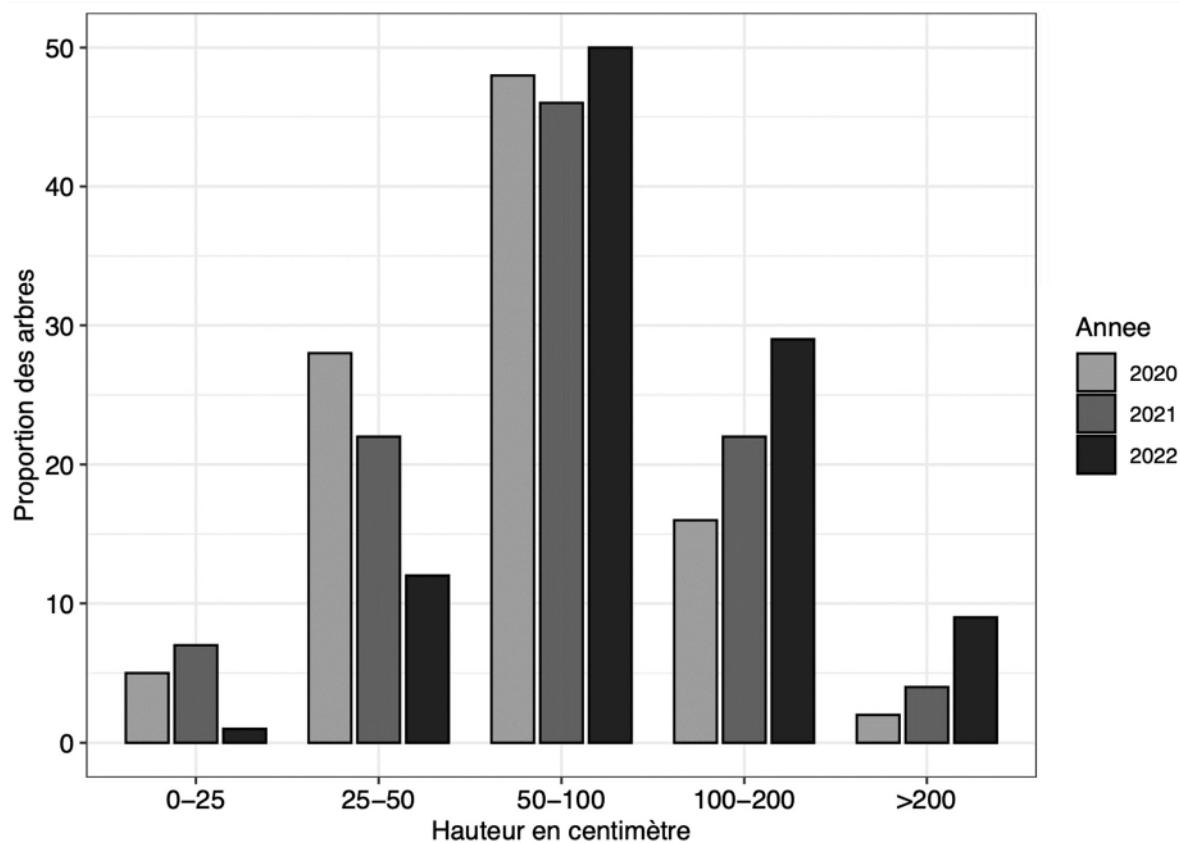
Espèces	Nombre total d'individus	0-25 cm	26-50 cm	51-100 cm	101-200 cm	> 200 cm
Arbres						
<i>Acer pensylvanicum</i>	1	100%	0%	0%	0%	0%
<i>Acer rubrum</i>	529	0%	4%	37%	42%	16%
<i>Acer saccharinum</i>	152	0%	4%	43%	38%	14%
<i>Larix laricina</i>	686	0%	5%	47%	38%	10%
<i>Pinus banksiana</i>	261	1%	2%	13%	54%	30%
<i>Picea glauca</i>	375	1%	12%	74%	13%	0%

RAPPORT D'AVANCEMENT ET D'ENTRETIEN DES ACTIVITÉS RÉALISÉES EN 2022

<i>Picea mariana</i>	28	7%	32%	61%	0%	0%
<i>Pinus strobus</i>	257	0%	21%	50%	28%	1%
<i>Populus deltoides</i>	13	0%	8%	23%	69%	0%
<i>Thuja occidentalis</i>	517	1%	29%	68%	2%	0%
Total et moyennes arbres	2819	11%	13%	46%	32%	8%
Arbustes						
<i>Alnus rugosa</i>	491	2%	4%	29%	51%	14%
<i>Kalmia angustifolia</i>	95	3%	35%	62%	0%	0%
<i>Myrica gale L.</i>	300	3%	18%	68%	11%	0%
<i>Prunus virginiana</i>	55	36%	38%	24%	0%	2%
<i>Rosa palustris</i>	18	6%	17%	78%	0%	0%
<i>Vaccinium angustifolium</i>	203	78%	20%	2%	0%	0%
Total et moyennes arbustes	1162	21%	22%	44%	10%	3%

Les résultats présentés ci-dessus offrent une classification en fonction des différentes hauteurs observées chez les espèces. Il faut néanmoins considérer que chaque espèce se développe différemment et que la plupart des espèces présentes n'atteindront probablement pas une hauteur au-delà de 200 cm après 10 ans du projet.

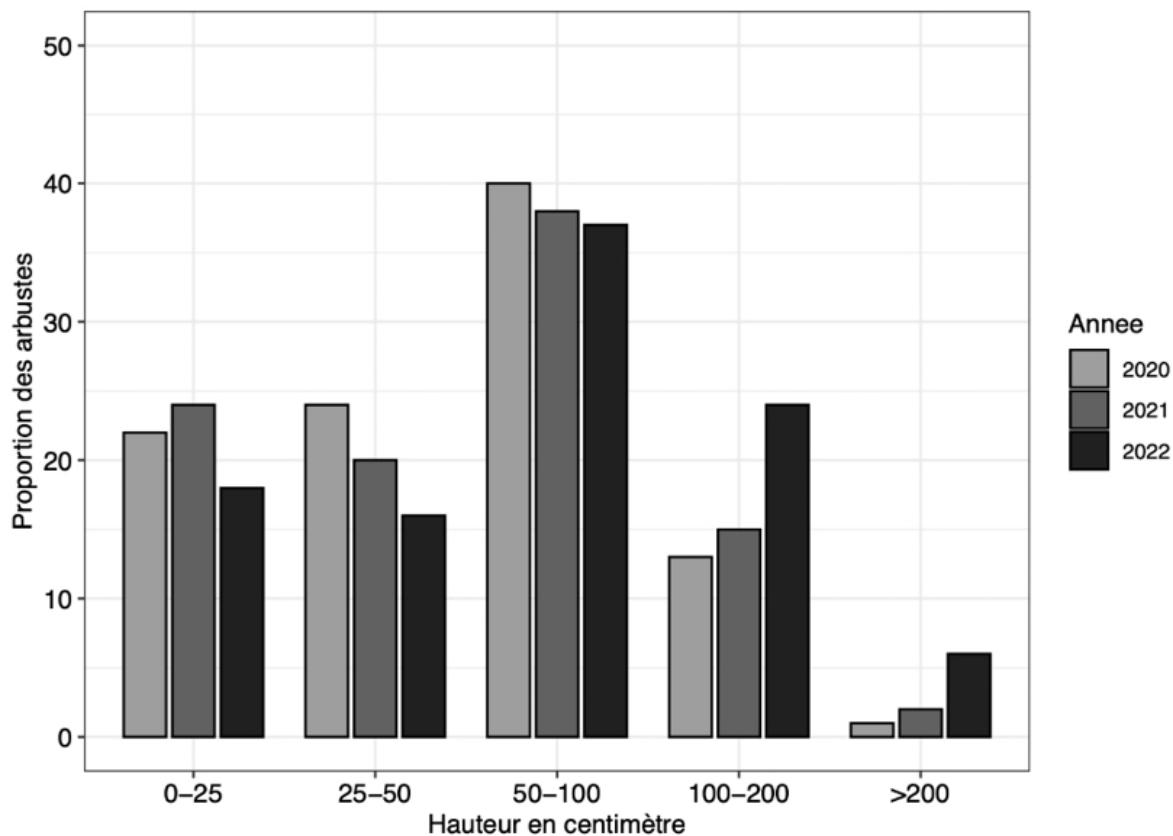
La hauteur des arbres est à la hausse cette année et la majorité des individus de type arbres se trouvent dans la catégorie de grandeur 50-100 cm (Figure 13). Ces résultats sont encourageants, car ils représentent une hausse appréciable de la population en vue de l'établissement d'un couvert forestier. L'ajout de protecteurs au sein des plantations a assurément contribué positivement à la croissance moyenne de la plantation. Les arbres ont donc une bonne croissance, ce qui témoigne de leur bon état de santé.



**Figure 13. Proportion des arbres entre 2020 et 2022 classifiés selon différentes catégories de hauteur**

Pour ce qui est des arbustes, on peut observer les mêmes tendances que celles observées chez les arbres (Figure 14). Il y a une augmentation notable dans la catégorie 100-200 cm comparativement à l'an dernier qui inclut principalement des aulnes rugueux (51%), ainsi que des myriques baumiers (11%). Il y a aussi une légère augmentation d'individus dans la classe d'arbustes mesurant au-delà de 200 cm, incluant l'aulne rugueux (14%) et le cerisier de Virginie (2%) (Tableau 4).

Lors du suivi 2023, il sera pertinent d'observer si l'ajout de protecteurs pour les espèces d'arbustes fortement broutées, comme le rosier des marais par exemple, sera favorable à une hausse dans les catégories de hauteurs au-delà de 100 cm. Ceci dit, à l'exception de l'aulne, il faut s'attendre à ce que très peu d'arbustes dépassent 200 cm de hauteur.



**Figure 14. Proportion des arbustes entre 2020 et 2022 classifiés selon différentes catégories de hauteur**

En somme, ces résultats sont favorables pour atteindre l'objectif de reboisement et de création d'une canopée. D'ailleurs, depuis maintenant deux ans, un nouveau protocole est mis en place afin de mesurer la cime des arbres et arbustes qui mesurent au-delà de 200 cm. Ce protocole consiste à mesurer la largeur de la cime du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest et permettra d'évaluer le recouvrement du nouveau couvert forestier dans les années à venir.

## 5.6. Conclusion sur les résultats des suivis

Les résultats globaux du *stocking* de 2022 montrent que la canopée est propice à se fermer lorsque la plantation aura atteint sa maturité. Pour les zones 1 à 3 (une superficie de plantation de 2,76 ha), le nombre d'arbres est présentement de 3 618 arbres à l'hectare. Qui plus est, le suivi de croissance a mis en évidence que plusieurs espèces, dont des érables et les mélèzes, mesurent maintenant au-delà de 200 cm et permettent, depuis cette année, de récolter des mesures concernant le recouvrement de leur cime. 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 fournissent le meilleur indice concernant la fermeture de la canopée à long terme et le résultat issu du suivi 2022 est fortement encourageant. Toutefois, certaines

espèces semblent être moins bien acclimatées pour une plantation en tourbière telles que le peuplier deltoïde et le cerisier de Virginie.

En 2022, plus de 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 chez les arbres que les arbustes. Le suivi de la vigueur de la plantation montre que la majorité des plants sont très vigoureux (41%) ou vigoureux (26%).

Nos recommandations pour les futurs projets sont de mettre l'emphase sur la protection d'individus plutôt que sur le remplacement des plants dans les premières années de plantation. Après cette année, il reste encore plusieurs individus de sapins baumiers, d'épinettes, ainsi que des plants de rosiers des marais et de cerisiers de Virginie auxquels une protection contre l'herbivorie serait bénéfique. Approximativement, ce sont 1 330 protecteurs de plus qui sont nécessaires pour limiter les ravages de l'herbivorie sur nos plantations.

## 6. GESTION DES ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISANTES (EVEE)

### 6.1. Le roseau commun

La gestion du roseau commun sur le site a débutée en 2016 à l'aide de divers traitements tels que : la coupe des tiges, le pliage, la scarification du sol et le recouvrement avec une membrane géotextile. Maintenant six ans après ces efforts de contrôle, plusieurs sections de roseau commun commencent à regagner en densité dans les zones traitées. Tandis que les talles n'ayant pas subi de traitement, comme dans la zone 3, B (Figure 9) n'ont pas réduit en densité (Figure 15).



Figure 15. Présence de roseau commun dans les plantations des zones 2 et 3

### 6.1.1. Méthodes de lutte contre le roseau commun

En vue de maintenir cette EVEE dans des proportions raisonnables pour qu'elle ne nuise pas au projet de plantation, de nouveaux efforts de contrôle et d'entretien ont débuté à l'été 2019 et sont encore poursuivis à ce jour. Notamment, il a été postulé que le pliage du roseau commun 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<sup>7</sup>. Certains experts, comme ceux de la Fiducie de Conservation des Écosystèmes de Lanaudière, recommandent 3 à 4 pliages espacés dans la saison de croissance pour un contrôle absolu. Dans le contexte d'une plantation d'arbres, la méthode de pliage une fois par an ou aux deux ans semble être efficace à entretenir sur du long terme (Figure 16). Dès 2016, un pliage initial avait été fait à l'automne 2016 dans toute la zone 3 A. Depuis, faute de moyens, seulement 1 pliage est réalisé annuellement au mois de juillet dans la zone 3 (Figure 9). Jusqu'à présent, nos observations préliminaires portant sur le pliage des tiges de roseau commun laissent à penser que cette méthode produit l'effet escompté. Malgré tout, de meilleurs résultats de gestion de cette EVEE seraient attendus en pliant le phragmite dans chacune des zones, et ce, plusieurs fois dans une saison. Ce pliage peut se faire à pied muni de bottes, ou même de raquettes pour augmenter la surface de contact, et nécessite la mobilisation de plusieurs personnes (au minimum 4). Le maintien de telles mesures d'entretien contre les EVEE est la clé d'un dispositif efficace pour assurer la pérennité du projet.



**Figure 16. Aperçu de la méthode de pliage dans la zone 3 en 2019**

Légende : À gauche, avant le pliage du phragmite; et à droite, après le pliage.

Outre le pliage, des membranes de géotextile ont été posées dans chacune des zones au début du projet comme méthode de contrôle. Cette méthode, visant à permettre aux arbres plantés de croître sans craindre la compétition du roseau présent sous la membrane, n'a pas eu le succès escompté dans chacune des zones. Plus précisément, à certains endroits, les arbres présents sur la membrane noire ont subi un stress considérable lors d'épisodes de chaleur et ont brûlé. Considérant que le roseau commun est maintenant désormais certainement mort à la suite de toutes ces six années passées sous une membrane, celle-ci a commencé à être retirée avec parcimonie à certains endroits dans la

<sup>7</sup> Stowe, K. A., Marquis, R. J., Hochwender, C. G. & Simms, E. L. (2000). The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(1), 565-595.

zone 1. Avant la saison 2023, au nord-ouest de la zone 2, le géotextile a complètement été retiré pour faire place à de nouvelles plantations d'arbres octroyés par EXO et ainsi bonifier le coefficient de distribution dans cette zone (section 5.1). Comme mentionné ci-haut, les arbres plantés sur le géotextile à cet endroit sont tous morts à la suite d'une sécheresse et d'insolation. Le retrait de la membrane de géotextile à cet endroit avant la plantation devrait permettre un rétablissement des arbres. Un suivi y sera réalisé dans les années à venir pour s'assurer que les EVEE ne viennent pas s'établir.

## 6.2. Le nerprun

Outre le phragmite, deux autres EVEE sont présentes sur le site, soit : le nerprun bourdaine et le nerprun cathartique. Typiques des EVEE, le nerprun bourdaine et cathartique sont hautement adaptables à divers environnements, ils ont une capacité de dispersion élevée et une vitesse de croissance impressionnante. Tout comme pour le roseau commun, ces espèces de nerprun représentent une menace à la biodiversité indigène ainsi que la plantation (voir rapport Nerprun BTN 2019). Les talles constituant les secteurs les plus envahis sont représentées à la Figure 17 ci-dessous. Le nerprun bourdaine est l'espèce de nerprun qui est prédominante au BTN.

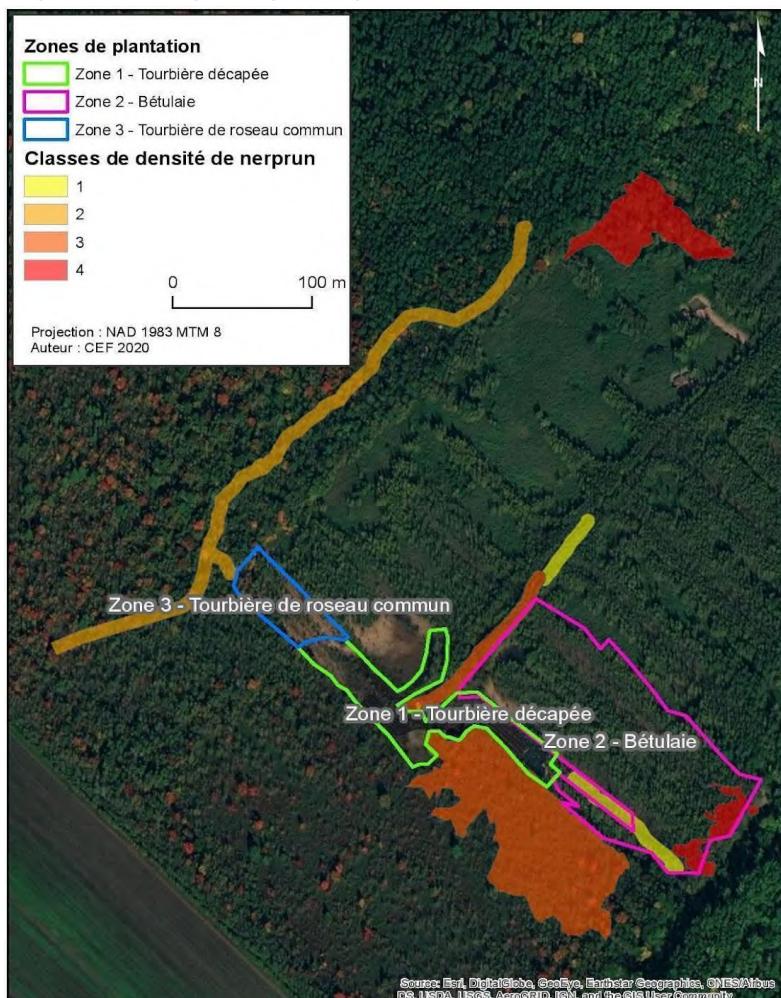


Figure 17. Distribution et classes de densité du nerprun bourdaine sur le site en 2018

Légende : 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 1 000 m<sup>2</sup>, nommées « nerprunaires », comportent un nombre substantiel de vieux individus matures (>20 ans ; > 4 m de haut) et une densité importante de jeunes tiges (zones de densité 4 à la Figure 17). On y rencontre également quelques spécimens de nerprun cathartique, mais seulement en proportions limitées sur le site.

Cette progression de jeunes plants nous renseigne sur le taux de recrutement important de l'espèce sur le site, la dispersion des graines par l'avifaune 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. Par ailleurs, on retrouve aussi le nerprun dans les trois zones de plantations de façon clairsemée (Figure 18). Il s'agit essentiellement de jeunes plants de moins d'un mètre, issus de graines. La croissance des arbres et arbustes plantés 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. L'emploi de méthodes de contrôle efficaces pourrait grandement avantager les arbres plantés dans les secteurs les plus envahis, à l'intérieur ou à proximité de nos plantations.



**Figure 18. Présence de nerprun en bordure de chemin**

Légende : Droite : Tapis de nerprun au bord du chemin d'accès dans un quadrat de 1 m<sup>2</sup> ; Gauche : Nerprun dans la plantation de thuya (zone 2)

#### **6.2.1. Méthodes de lutte contre le nerprun**

La lutte contre ces espèces de nerprun pourrait réduire de façon significative la menace à l'égard des plantations. Dès 2018, des traitements ont été expérimentés en divisant les individus juvéniles (tiges) de ceux matures (possédant un diamètre de > 2cm). Il faut noter

que ces traitements demeurent à l'étape d'expérience de recherche et ne représentent pas officiellement des méthodes de contrôle dans la lutte du nerprun au BTN. Ainsi, en fonction des résultats observés lors des suivis chaque année, de nouveaux traitements ont été testés ou adaptés. Le Tableau 5 suivant résume l'historique des méthodes testées jusqu'à présent. Un descriptif des diverses méthodes a été réalisé de manière exhaustive dans le rapport EXO 2021 et est résumé à l'Annexe.

**Tableau 5. Traitements réalisés sur les plants de nerpruns juvéniles et matures entre 2019 et 2022**

Traitements	2018	2019	2020	2021	2022
Tiges de nerprun juvéniles					
Arrachage	T, S	T	T, S	T, S	T
Pliage		T	T	T, S	FIN
Coupe		S	T, S		
Géotextile	T, S	S	T		
Débroussaillage		T	T, S	T, S	T, S
Individus de nerprun matures (diamètre > 2 cm)					
Annelage du tronc	T, S	S	S	T, S	S
Découpe des racines			T, S	T, S	
Encapsulation			T, S	T, S	
Biophytocide				T, S	S
Pliage				T, S	FIN
Coupe du tronc mi-hauteur				T, S	S

Légende : « T » : traitement appliqué ; « S » : suivi fait ; « FIN » : fin du traitement.

En 2022, un financement supplémentaire d'EXO a permis un contrôle du nerprun cathartique, le plus nuisible des deux nerpruns, et aussi l'élimination des grands individus de nerprun bourdaine le long du sentier. Accessoirement, un article scientifique concernant les divers traitements employés jusqu'à présent et les résultats observés est présentement en cours. Cela permettre de mettre en lumière les méthodes les plus efficaces afin de les appliquer à une plus grande échelle.

Pour les petits individus de nerprun, l'arrachage à la main (> 50-75 cm de hauteur) ou avec un arracheur de mauvaise herbe (du genre *Extractigator*) (jusqu'à 200 cm de hauteur) a été préconisé, alors que pour les grandes tiges, la coupe de racine s'avère très efficace ayant un taux de mortalité de presque 100 % sans aucun rejet. La coupe à hauteur de poitrine est aussi un traitement prometteur et s'avère un traitement très rapide (mais nécessite une 2<sup>e</sup> ou une 3<sup>e</sup> passe).

Comme de fait, en 2023, une distinction sera réalisée pour les traitements contre le nerprun cathartique et le nerprun bourdaine, car il a été observé que ces deux espèces semblent réagir différemment aux traitements. Un suivi sera également fait pour les individus ayant subi un traitement à la fin de l'année 2022. De plus, afin de protéger

l'intégralité des efforts de reboisement déployés sur le site, il serait tout aussi important de contrôler les grandes tiges situées à proximité des plantations pour éviter que les nerpruns semenciers ne servent de source de propagation de l'espèce. Il en va de même au sujet des tiges dans les zones adjacentes afin d'éviter qu'elles ne gagnent du terrain et ne colonisent les plantations.

## 7. SAISON 2023

Pour la 7<sup>e</sup> année du projet à venir en 2023, les suivis prévus sont essentiellement les mêmes que cette année. La réussite du projet de restauration sera donc déterminée non seulement par la survie des arbres, mais aussi par leur croissance et leur état.

Pour continuer à contrôler la présence d'EVEE et favoriser la création d'une canopée, des efforts de pliage du roseau commun sont à prévoir dans les zones où sa croissance a repris, tel que la zone 3, et où les talles laissées telles quelles prennent de l'expansion. De plus, les suivis de la superficie et de la densité du roseau commun seront réalisés pour une deuxième année dans les placettes permanentes installées en 2020. Concernant le nerprun, nous croyons qu'il faudrait continuer les traitements et leur suivi afin de contrôler la propagation des nerpruns bordaines et cathartique, et également procéder au traitement des talles qui présentent un risque de compétition élevé avec les arbres sur et autour des zones de plantation.

Malgré la présence de protecteurs, une accumulation de neige plus imposante qu'à l'habitude à l'hiver 2022 a permis d'offrir un accès inhabituel au feuillage des plants pour les herbivores. Une augmentation des lièvres a même été constatée. Ainsi, une évaluation du broutage permis par la neige sera effectuée en 2023. Également, comme mentionné à la section 5.4 portant sur le broutage, un nouveau traitement permettant d'empêcher la présence des herbivores sera employé en 2023 sur le site, comme l'utilisation de l'urine de coyote et de lynx.

Sous un autre angle, une plantation expérimentale de sumac vinaigrier a été réalisée par la FCEL en 2019 à l'entrée de la tourbière et les premiers suivis seront réalisés en 2023. Les vinaigriers pourraient possiblement effectuer une allélopathie pertinente dans la lutte contre les EVEE<sup>8</sup>. En effet, il a été observé que, sous le couvert végétal de vinaigriers, les tiges de roseau sont quasi-inexistantes. Ces plantations sont faites dans des exclos pour prévenir de l'herbivorie et présentent différentes densités de tiges vinaigriers. Plus de détails sont à venir en 2023.

## 8. CONCLUSION

Somme toute, le projet de restauration au BTN est un succès (voir la synthèse des chiffres à la section 5.6). La densité des arbres est au-delà de ce que le site peut supporter et le

---

<sup>8</sup> Qu, T., Du, X., Peng, Y., Guo, W., Zhao, C., & Losapio, G. (2021). Invasive species allelopathy decreases plant growth and soil microbial activity. *PloS one*, 16(2), e0246685.

taux de survie, sauf exception (i.e. zone 2), est supérieur à ceux des plantations commerciales. Les efforts pour augmenter la couverture de la canopée sont maintenus dans toutes les zones, bien que certaines présentent plus d'enjeux que d'autres. Grâce au financement obtenu en 2022 : 200 arbres ont été plantés dans la zone 2 avant le début de la saison 2023 ; des protecteurs ont été ajoutés pour les espèces les plus susceptibles d'herbivorie (sapin et épinette); et des traitements ont été poursuivis dans la lutte contre le nerprun pour limiter son expansion préoccupante sur le site.

L'expansion des EVÉE, au sein de la tourbière demeure un enjeu pour le succès des restaurations à long terme. C'est pourquoi le suivi et l'entretien des traitements mis en place contre les EVÉE sont primordiaux pour les années à suivre. Nous estimons qu'une canopée arborescente fermée permettra éventuellement de contrôler le roseau commun et le nerprun, mais d'ici là, nous croyons que le suivi de leur expansion ainsi que des interventions directes de contrôle sont nécessaires et mérite une réflexion sérieuse. Par ailleurs, l'herbivorie est aussi un enjeu majeur qui devrait être considéré en amont dans tous les projets de compensation de ce genre. Il ne faut pas non plus négliger l'importance de considérer les conditions édaphiques difficiles en tourbière, car les sols organiques passent rapidement de trop secs à saturés en eau et rendent la croissance et survie plus difficile.

Cette sixième année de suivi nous rend confiants en ce qui concerne la réussite à terme du projet. D'autant plus que, depuis le mois d'août 2022, l'aire de restauration porte désormais le nom officiel de « Réserve naturelle du Boisé-des-Terres-noires ». C'est la première fois qu'on désigne à titre de réserve naturelle, un territoire en restauration et cela grâce, du moins en partie, au partenariat entre la recherche en sciences écologiques de l'UQÀM et les actions de la FCEL. Au tout début du projet, le site était caractérisé par une végétation dominée par le roseau commun en plus d'une faible diversité animale. Après sept ans d'efforts de restauration, on y répertorie 127 espèces de végétaux et 113 espèces fauniques.

Malgré le succès du projet au BTN, il faut noter les grands investissements nécessaires pour faire de la restauration et le fait qu'il ne faut pas réduire ou abandonner les efforts, car les espèces envahissantes sont toujours prêtes à prendre la relève. C'est pourquoi le maintien et la conservation des milieux naturels comme les tourbières devraient être une priorité pour la lutte contre la perte de biodiversité et le réchauffement climatique.

**ANNEXE****Tableau. Traitements appliqués sur les plants de nerpruns juvéniles et objectifs à surveiller (2021)**

Traitements sur les nerpruns juvéniles	
Méthodes	Objectifs à surveiller lors des suivis
Arrachage	Vérifier si l'arrachage sur une deuxième année consécutive diminue de manière significative la densité du nerprun
	Vérifier si l'application de semis d'herbacées peut entraîner une compétition au nerprun .
	Vérifier si le paillis de nerprun cathartique peut diminuer la germination et le drageonnage
Coupe des juvéniles	Vérifier si la coupe fréquente (3 vs 6 semaines) entraîne une diminution significative des ressources énergétiques des pousses
	Vérifier si la coupe sur une deuxième année consécutive diminue de manière significative les ressources énergétiques

**Tableau. Traitements appliqués sur les nerpruns matures et objectifs à surveiller (2021)**

Traitements sur les nerpruns matures	
Méthodes	Objectifs à surveiller lors des suivis
Retrait du plant mature par découpe des racines	Vérifier si la distance de découpe entre le tronc et les racines entraîne une sollicitation moindre des cellules adventives des racines, donc une réduction des rejets
Encapsulation	Vérifier le taux de mortalité après une année (traitement réalisé en 2020)
Biophytocide à base de champignon	Réaliser le traitement par badigeonnage sur l'annelage et la coupe des troncs afin que l'efficacité puisse être évaluée à partir de 2022
Pliage de plant mature	Réaliser le traitement afin que l'efficacité puisse être évaluée à partir de 2022
Coupe du tronc à mi-hauteur des individus donnant des fruits	Réaliser le traitement afin que l'efficacité puisse être évaluée à partir de 2022