

Expertise d'une plantation de pins rouges non loin du chemin Hunt Club à
Ottawa

Document préparé pour la Ville d'Ottawa

par FSmith Consulting Inc., Peterborough (Ontario)

le 22 mai 2023

Table des matières

Avant-propos

- 1.0 Expertise de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club**
 - 1.1 Contexte de l'étude et de l'expertise**
 - 1.2 Aménagement antérieur et aménagement proposé**
 - 1.3 La propriété et la plantation de pins rouges**
 - 1.3.1 Administration de l'aéroport international d'Ottawa**
 - 1.3.2 Unité de soutien des Forces canadiennes**
 - 1.4 Expertise forestière – Approche et mesures**
 - 1.5 Expertise forestière – Statistiques et analyse**
 - 1.5.1 Arpentage et inventaire du site**
 - 1.5.1.1 Facteurs de station et aptitude écologique**
 - 1.5.1.2 Profil du sol et carbonates libres**
 - 1.5.1.3 Composition du peuplement**
 - 1.5.1.4 Âge du peuplement**
 - 1.5.1.5 Surface terrière**
 - 1.5.1.6 Densité**
 - 1.5.1.7 Diamètre à hauteur de poitrine (dhp)**
 - 1.5.1.8 Hauteur moyenne de l'arbre**
 - 1.5.1.9 Cubage de peuplement**
 - 1.5.1.10 Indices des arbres fauniques et de leur vocation**
 - 1.5.2 État et santé de la plantation**
 - 1.5.2.1 Indices de maladies**
 - 1.5.2.2 Indices de stress**
 - 1.5.2.3 Expertise des risques d'incendie**
- 2.0 Trajectoire projetée de la plantation**
 - 2.1 Diagramme de gestion de la densité pour la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club**
 - 2.2 Analyse initiale du diagramme de gestion de la densité**
- 3.0 Considérations gestionnelles et options**
 - 3.1 Considérations biologiques et relatives à la santé des arbres**
 - 3.1.1 État des pins rouges**
 - 3.1.2 3.1.2 Espèces envahissantes**
 - 3.1.3 Insectes et potentiel de maladies**

- 3.1.4 Adéquation des sols et du site
 - 3.1.5 Faune – Vocation actuelle et vocation projetée
 - 3.1.6 Biodiversité
 - 3.2 Considérations opérationnelles
 - 3.3 Considérations sociales
 - 3.4 Considérations financières
 - 4.0 Options de gestion
 - 5.0 Recommandations et plan de gestion
 - 6.0 Ouvrages cités et consultés
- Appendice 1 – Donnée d'analyse des tiges
- Appendice 2 – Problèmes de santé des pins rouges
- Appendice 3 – Données d'analyse des échantillons de sols
- Appendice 4 – Photos à vol d'oiseau historiques de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club
- Appendice 5 – Données recueillies sur les parcelles
- Appendice 6 – Scénarios de gestion recommandés pour les plantations de pins rouges
- Appendice 7 – Analyse détaillée des options de gestion

Avant-propos

Ce rapport, qui donne suite à la demande de la Ville d'Ottawa, porte sur l'évaluation forestière professionnelle des terrains visés, dont un relevé et un inventaire du site (dans l'appendice), des résultats de l'évaluation de l'état et de la santé des lieux et la liste évaluée des options de gestion qui répondent, à divers degrés, aux objectifs gestionnels de la Ville. Suivant l'examen du rapport provisoire soumis à la Ville, nous avons mis au point, à titre de proposition, un plan de gestion fondé sur l'option privilégiée de la Ville.

Ce rapport fait la synthèse de l'état actuel du domaine boisé, déterminé grâce à des options sur le terrain et à des travaux de recherche dans les bureaux; ces options et travaux de recherche établissent essentiellement la rétrospective et l'expertise de l'aménagement, de l'état de santé et du potentiel gestionnel de la plantation.

L'opinion exprimée est le fruit des constats, des avis et des conclusions d'un forestier professionnel agréé (FPA n° 1491), qui est intervenu dans le cadre de la *Loi de 2000 sur les forestiers professionnels* et dans le périmètre de la pratique réglementée par l'Association des forestiers professionnels de l'Ontario. L'étude et le rapport ont été établis en collaboration avec des collègues qui ont travaillé sous la gouverne du FPA n° 1491, dont Eric Boysen et Sylvia Ho. Ce rapport se limite au périmètre de la propriété pour laquelle l'évaluation s'est déroulée. Je certifie par la présente que ce rapport a été préparé sous toutes réserves et qu'il représente mon opinion professionnelle.

En foi de quoi nous avons signé ce rapport :



Ken A. Elliott, FPA n° 1491, le 21 mai 2023



Fraser Smith, FPA n° 2371, le 22 mai 2023

1.0 Expertise de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club

1.1 Contexte de l'étude et de l'expertise

La Ville d'Ottawa a demandé l'évaluation critique d'une plantation de pins rouges de 8 hectares dans la zone urbaine d'Ottawa. La Ville se servira de cette évaluation pour éclairer la décision à prendre afin de savoir si elle doit ou non faire l'acquisition de cette plantation pour permettre de la conserver et pour les besoins de la collectivité. Cette évaluation comprend :

- le relevé et l'inventaire du domaine forestier;
- l'expertise de l'état et de la santé générale de la forêt;
- la définition des mesures gestionnelles à adopter pour :
 - i. assurer éventuellement la santé de la forêt;
 - ii. diversifier le couvert forestier et le sous-bois de la forêt;
 - o améliorer la qualité de la forêt comme habitat faunique;
 - o assurer la sécurité de la plantation pour les randonnées à pied.

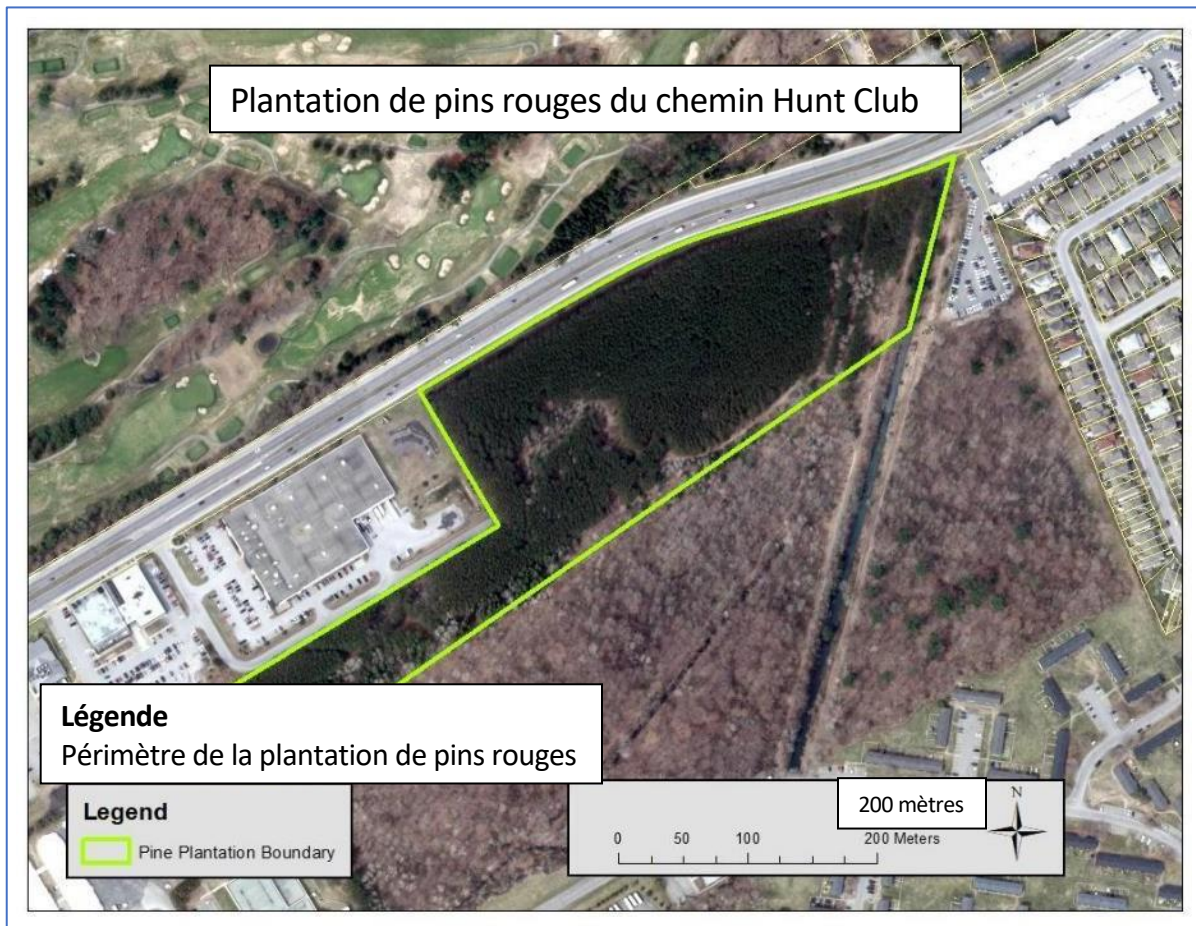


Figure 1 : Carte de la zone d'expertise proposée

1.2 Aménagement antérieur et aménagement proposé de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club

Des parties de la plantation originelle ont été débroussaillées pour permettre d'aménager l'actuelle imprimerie Lowe-Martin (entre 1991 et 2008 selon les photos à vol d'oiseau) dans le coin nord-ouest de la propriété. Une proposition déposée en 2021 (<https://devapps.ottawa.ca/fr/applications/D02-02-21-0040/details>) pour débroussailler un secteur du périmètre est non loin de l'établissement Otto's BMW a causé une certaine inquiétude dans l'opinion publique (<https://www.facebook.com/groups/savehuntclubforest>), ce qui explique que la Ville demande une expertise critique des options de gestion de la forêt. McKinley Environmental Solutions a préparé, ce qui est très pertinent pour cette expertise, une déclaration de l'impact environnemental combiné et un rapport sur la conservation des arbres dans le cadre de la proposition d'aménagement (http://webcast.ottawa.ca/plan/All_Image%20Referencing_Zoning%20Bylaw%20Amendment%20Application_Image%20Reference_2021-05-13%20-%20Environmental%20Impact%20Statement%20and%20Tree%20Conservation%20Report%20-%20D02-02-21-0040.PDF).

1.3 La propriété et la plantation de pins rouges

La plantation à expertiser donne sur le chemin Hunt Club, non loin de l'Aéroport international d'Ottawa, dans la ville éponyme. (Cf. le périmètre vert de la figure 1.) Elle est cernée à l'ouest par l'imprimerie Lowe-Martin, au 400, chemin Hunt Club, et par l'établissement Otto's BMW au 660, chemin Hunt Club à l'est. On y a accès en passant par le chemin privé Billy Bishop et en empruntant de nombreux sentiers piétonniers assurant la liaison des zones d'habitation de la localité.

Cette propriété appartient aujourd'hui au gouvernement fédéral. La partie nord de la plantation de pins rouges est contrôlée par l'Administration de l'aéroport international d'Ottawa, alors que le secteur sud fait partie de l'ancienne base aérienne Uplands des Forces canadiennes et est actuellement administré par l'Unité de soutien des Forces canadiennes du Site Uplands à Ottawa.

1.3.1 Administration de l'aéroport international d'Ottawa :

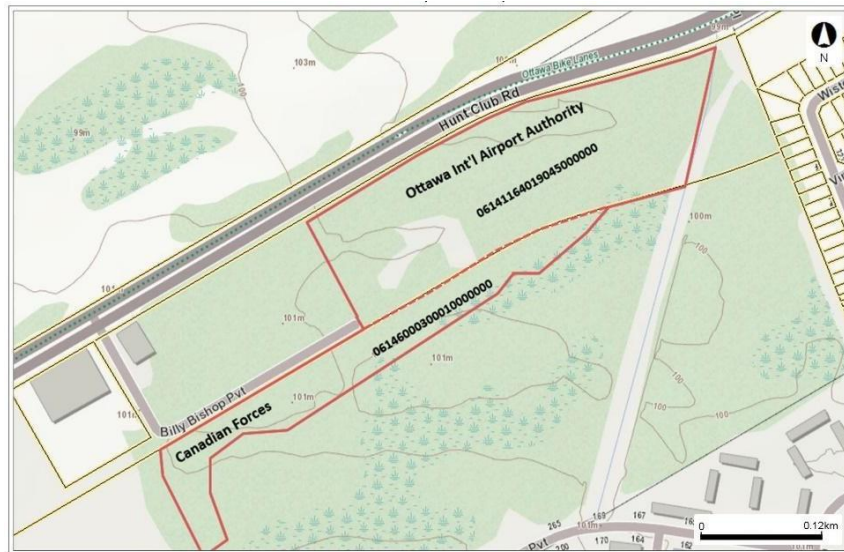
La partie nord (4,73 hectares) non loin du 400, chemin Hunt Club est louée à bail par Transports Canada à l'Administration de l'aéroport international d'Ottawa (rôle n° 0614 116 401 90450 0000) (cf. la figure 3). Dans le cadre de sa responsabilité à l'endroit de Transports Canada, l'Administration de l'aéroport doit préparer un plan directeur décrivant dans leurs grandes lignes les plans d'aménagement et de gestion. Le plan directeur originel, mis au point en 1998, doit être actualisé tous les 10 ans. La version la plus récente de ce plan, qui date de 2018, est accessible en cliquant sur ce lien : <https://yow.ca/fr/corporatif/administration-de-laeroport/plan-directeur-de-laeroport>. Vous pouvez consulter une copie de la synthèse administrative du Plan directeur de 2018 en cliquant sur ce lien : https://yow.ca/sites/yow.ca/files/site-specific/2018_ottawa_airport_master_plan_-_executive_summary_-_fre.pdf.

Bien qu'il soit essentiellement consacré à l'aménagement et à la gestion des services aéroportuaires (aérogares, pistes d'atterrissage et sécurité, entre autres), le Plan directeur fait effectivement état de la responsabilité environnementale et de la planification, notamment :

LA ZONE ENVIRONNEMENTALE : Cette désignation comprend les terrains connus, grâce aux études réalisées, pour être écologiquement importants ou qui sont réservés pour des raisons environnementales. Cette désignation constitue spécifiquement le moyen grâce auquel on respectera

1.3.2 **Unité de soutien des Forces canadiennes – Site Uplands (Ottawa).** La partie sud (2,11 hectares) de la plantation de pins rouges est administrée par l'Unité de soutien des Forces canadiennes (rôle n° 0614 600 030 00100 0000). Cette unité assure le soutien des différents besoins en logements, en activités de fondation et en bien-être des membres des Forces armées. Or, rien n'indique que la zone de plantation et la forêt de feuillus attenante ont été expertisées ou qu'elles font partie de la zone dans laquelle l'Unité de soutien offre ses services. Veuillez consulter le site <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/bases-unites-de-soutien/unite-soutien-forces-canadiennes-ottawa/services.html#operations>.

Le lecteur est invité à consulter les cartes ci-après pour de plus amples renseignements sur la propriété contrôlée par les différents organismes compétents.



This map should not be relied on as a precise indicator of routes or locations, nor as a guide to navigation. The Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA) shall not be liable in any way for the use or any information on this map, of, or reliance upon, this map.

Ontario © King's Printer for Ontario, 2023

Map Created: 3/20/2023
Map Center: 45.33981 N, -75.67683 W



This map should not be relied on as a precise indicator of routes or locations, nor as a guide to navigation. The Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA) shall not be liable in any way for the use or any information on this map, of, or reliance upon, this map.

Ontario © King's Printer for Ontario, 2023

Map Created: 3/20/2023
Map Center: 45.33977 N, -75.67663 W

**Figure 3. Vue topographique (en haut) et à vol d’oiseau (en bas) de la propriété de la plantation de pins rouges
Zone expertisée contourée de rouge. Division de la propriété représentée dans le tracé discontinu en rouge.**

Le personnel de la Ville d’Ottawa a confirmé que seule la partie de **4,73 hectares** de la plantation de pins rouges contrôlée par l’Administration de l’aéroport international d’Ottawa est comprise dans l’expertise finale et dans le rapport définitif sur la plantation de pins rouges. (Courriel du 10 mars : Copestake-Boysen) Dans cette zone, une superficie d’environ **4,17 hectares** est constituée de la plantation de pins rouges, alors que le reste, soit 0,56 hectare, est occupé par l’ancienne sablière et par des chemins d’accès.

1.4 Expertise forestière – Approche et mesures

Avant de procéder à l’expertise critique de la santé, de la croissance et des options projetées pour la gestion de la plantation, FSmith Consulting Inc. a dressé un inventaire et une expertise de la forêt les 7 et 8 mars 2023. Au moment du prélèvement des échantillons, la neige avait une profondeur moyenne de 50 cm, ce qui a empêché d’expertiser le couvert végétal.

On a établi huit (8) parcelles-échantillons permanentes circulaires de 200 m² dans l’ensemble de la zone de la plantation. Le point central de chaque parcelle de terrain a été signalé pour référence ultérieure. Les points de géoréférencement ont aussi été enregistrés.



Ontario © King's Printer for Ontario, 2023

Map Created: 3/8/2023
Map Center: 45.34012 N, -75.67621 W

Figure 4. Carte représentant la localisation des parcelles-échantillons circulaires

Dans chaque parcelle, nous avons expertisé tous les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (dhp) était supérieur à 10 cm du point de vue :

- de l’espèce;
- du diamètre;
- de la situation (arbre vivant ou mort);

- des notes sur la forme générale de la tige, sur la santé, sur la vocation faunique ou sur d'autres caractéristiques pertinentes.

En outre, chaque parcelle a été expertisée du point de vue :

- de la densité et de l'espacement originels de la plantation;
- de la couche d'arbustes et des espèces envahissantes;
- de la hauteur moyenne des arbres dans la parcelle.

Nous avons cartographié les sentiers d'accès existants en faisant appel à la fonction de traçage du système de géolocalisation (GPS). Nous avons pris acte des dommages causés aux arbres par l'événement éolien du dérécho de mai 2022. Nous avons aussi pris acte des éléments culturels existants (dont les forts et les points d'analyse de l'eau des puits, entre autres).

Outre les parcelles évoquées ci-dessus, nous avons soumis à des analyses-échantillons destructives un seul arbre pour mener une analyse plus détaillée de la tige. Nous avons sélectionné un arbre qui venait d'être soufflé par le vent pour veiller à ne pas détruire d'arbres vivants. Nous avons expertisé cet arbre du point de vue :

- du diamètre à chaque intervalle de 1,0 m à partir de la base jusqu'à la cime de l'arbre;
 - Nous avons enlevé une section transversale (« traceur ») à chaque intervalle pour une analyse complémentaire;
- du diamètre à hauteur de poitrine (1,3 m);
- de la hauteur totale;
- de la hauteur de la couronne vivante (à partir du sommet de croissance jusqu'à la branche vivante la plus basse);
- Nous avons aussi prélevé un échantillon de sol parce que le chablis exposait alors sa galette racinaire.



Figure 5. Photos de l'analyse de la tige de l'arbre

À gauche : Mesure de la hauteur totale et de la hauteur de la couronne vivante

À droite : Traceurs prélevés à 1,0 m et 2,0 m de hauteur. Diamètre à 1,0 m de hauteur = 25,7 cm; diamètre à 2,0 m de hauteur = 25,0 cm.

Consulter l'appendice 1 pour prendre connaissance des données et des photos de tous les traceurs.

Le 10 avril 2023, nous avons procédé à une expertise forestière complémentaire pour savoir si la tempête de verglas du mercredi 5 avril 2023 avait eu un impact sur la plantation. Nous n'avons pas noté d'autres dommages sur les arbres ni sur les couronnes.

1.5 Expertise forestière – Statistiques et analyse

Conformément à la demande de la Ville d'Ottawa, nous avons expertisé et analysé les critères suivants.

1.5.1 Arpentage et inventaire du site

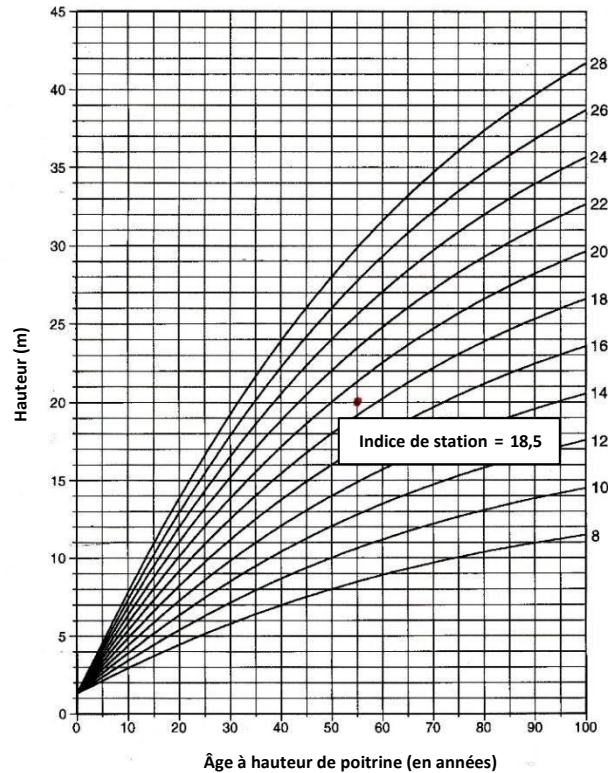
1.5.1.1 Facteurs de station et aptitude écologique – Indice de station pour les pins rouges = 18,5 m (indice moyen – site bien adapté aux pins rouges)

Le site est essentiellement de niveau. Il semble avoir été consacré à l'agriculture jusque dans les années 1940 ou 1950. Certains travaux d'extraction de sable se sont déroulés au centre de la propriété. Les sols sont des sables fins modérément bien drainés, sans limitations pour la profondeur racinaire des pins rouges. L'indice de station pour les pins rouges a été calculé et chiffré à IS 18,5 (soit 18,5 m projetés de hauteur totale à 50 ans). Cet indice sert à calculer le volume de bois par tige. Dans l'ensemble, ce site est adapté aux pins rouges.

**Figure 6. Indice de station = 18,5 m (âge à hauteur de poitrine = 55 ans; hauteur moyenne = 20,0 m)
Source : Beckwith et coll., 1983.**

1.5.1.2 Profil du sol et carbonates libres

Un échantillon de sol prélevé dans l'analyse de la tige de l'arbre a été envoyé à A&L Canada



Laboratoires à London (Ontario). Cette analyse démontre qu'il s'agit d'un site légèrement alcalin et faible en nutriments, sans problèmes particuliers du point de vue du contenu en calcium. Le niveau de salinité est très élevé et pourrait provenir des eaux de ruissellement issues du chemin Hunt Club ou être le résultat de l'ancienne mer d'eau salée de Champlain de la période glaciaire. Rien n'indique qu'il pourrait y avoir un déclin dans la population de pins rouges associé à des foyers d'infection, ce qui peut parfois être symptomatique des sites à trop forte teneur en carbonates pour favoriser la croissance à long terme des pins rouges. Veuillez consulter, dans l'appendice 2, l'analyse plus circonstanciée des problèmes de santé des pins rouges et, dans l'appendice 3, les résultats de l'analyse complète des sols en laboratoire.



Figure 7. Photo représentant la galette racinaire basculée de l'analyse de la tige de l'arbre, qui expose le profil des sols

1.5.1.3 Composition du peuplement – Pins rouges : 95 %; autres espèces : 5 %

Le pin rouge était la seule espèce répertoriée dans les parcelles de l'expertise. Nous avons noté d'autres espèces dont le dhp est supérieur à 10 cm, dont le pin gris, le pin sylvestre, l'épinette blanche (toutes les épinettes plantées), le chêne à gros glands, l'érable rouge, l'orme et le peuplier. Nous avons relevé, dans le sous-bois, des occurrences mineures de jeunes semis d'érable à sucre et de chêne à gros glands.

Figure 8. Photo représentant la faible diversité des espèces et la prépondérance des pins rouges dans la plantation



1.5.1.4 Âge du peuplement – 60 ans

Nous n'avons pas trouvé de registres de plantage pour cette plantation. Il y a toutefois d'autres moyens de déterminer l'âge d'un peuplement, soit :

- l'analyse de la tige. Nous avons chiffré à 55 ans, en 2023, l'âge à hauteur de poitrine. Il a probablement fallu cinq ans, à partir du moment où les arbres ont été plantés, pour qu'ils

atteignent cette hauteur, ce qui correspond à un âge total de 60 ans ou à des travaux de plantation qui remontent à 1962.



Figure 9. Photo d'un traceur de 1,0 m avec des épingles insérées par tranches de 10 ans à partir du centre de l'arbre. Il faut noter la baisse rapide de la croissance du diamètre après 20 ans.

- la photographie à vol d'oiseau de 1953 fait état d'un champ ouvert, occupé au centre par une sablière en exploitation. L'interprétation de la photo à vol d'oiseau de 1978 du site indique que la plantation avait 22 ans à l'époque, ce qui laisse entendre que les arbres ont été plantés en 1956. Ils auraient donc 66 ans en 2022. Or, il semble que ce chiffre soit surestimé, compte tenu des résultats de l'analyse de la tige représentés ci-dessus. Veuillez consulter, dans l'appendice 4, les photos à vol d'oiseau historiques de la zone de la plantation.



Figure 10. Photo à vol d'oiseau de 1978 de la plantation et interprétation de l'Inventaire des ressources forestières : Description du peuplement : Prisme de facteur 10 – 22 ans – 9 m de hauteur – Proportion de la surface occupée : 100 % – Classe 1

- Dans son étude, McKinley Environmental Solutions estimait à 55 ans, en 2020, l'âge de la plantation; autrement dit, les arbres avaient été plantés en 1965. Or, elle s'en remettait, pour porter ce jugement, à une photo à vol d'oiseau de 1965, dans laquelle on peut voir clairement les arbres plantés; autrement dit, il est improbable qu'ils aient été plantés comme semis et il est plus probable qu'ils avaient déjà deux ou trois ans.

1.5.1.5 Surface terrière – Moyenne pour toutes les parcelles = 50 m²/ha

- La surface terrière mesure, en m²/ha, la surface transsectionnelle totale du bois massif (ou du matériel relatif).
- On peut l'estimer à l'aide du prisme en forme de cale ou le calculer en mesurant le diamètre à hauteur de poitrine (dhp) de toutes les tiges dans une parcelle-échantillon permanente et en rapportant la valeur de cette parcelle-échantillon sur un hectare.
- Pour les besoins de cette étude, nous avons utilisé les données de six parcelles-échantillons permanentes de 200 m² sur les terrains à aménager de l'Aéroport international d'Ottawa. La surface terrière calculée de toutes les tiges vivantes s'établit à 49,90 (~50) m²/ha, et les parcelles sont comprises entre un minimum de 27 m²/ha et un maximum de 58 m²/ha.

1.5.1.6 Densité

- **Densité – Nombre de tiges vivantes par hectare = 1 575 par hectare en 2022**
- **Espacement du plantage initial = 1,6 x 1,8 m** (valeur nominale) = 3 470 tiges par hectare au moment où les arbres ont été plantés. En supposant un taux de mortalité initial de 10 % au moment de planter les arbres, on obtient **3 100** tiges par hectare quand la plantation a atteint le stade de l'autonomie de croissance.
- Mortalité = 3 100 – 1 575 = 1 525 tiges par hectare (45 %), qui sont mortes naturellement et qui se sont essentiellement désintégrées ou putréfiées depuis que la plantation a atteint le stade de l'autonomie de croissance. La mortalité semble être aléatoirement et uniformément répartie sur l'ensemble du peuplement. À l'heure actuelle, il y a environ 197 arbres sur pied morts par hectare.

1.5.1.7 Diamètre à hauteur de poitrine (dhp)

- Le **diamètre de la tige de surface terrière moyenne (DBH_q)** correspond au diamètre de l'arbre pour la moyenne par surface terrière des arbres = **20,08 cm**. (Ce chiffre est nécessaire pour le diagramme de gestion de la densité. Outil, cf. la figure 23 de la section 2.)
- **Diamètre arithmétique moyen = 19,85 cm**
- **Plage des diamètres = entre 13,9 cm et 27,4 cm de dhp**

- **Figure 11. Photo représentant un arbre dont le diamètre à hauteur de poitrine**



est de 20,3 cm, ce qui équivaut approximativement au diamètre de la tige de surface terrière moyenne (DBHq) de 20,08 cm.

1.5.1.8 Hauteur moyenne de l'arbre = 20,0 m

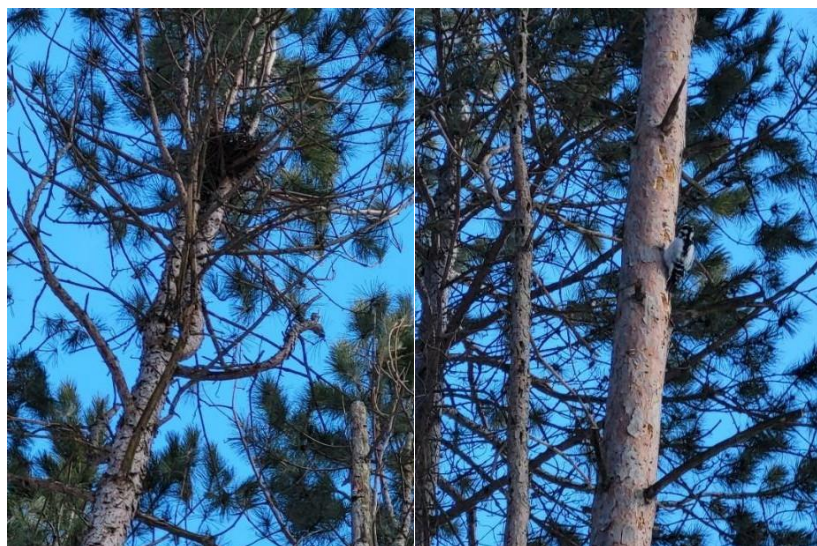
- La hauteur moyenne de l'arbre a été mesurée d'après l'analyse de la tige et vérifiée en faisant appel à un clinomètre Suunto sur un échantillon aléatoire d'arbres dans toute la zone de la plantation.
- Nous n'avons pas relevé de différences dans la hauteur des arbres dans l'ensemble de la plantation en raison des conditions uniformes du site, de l'espèce et de la date à laquelle les arbres ont été plantés.
 - **Hauteur marchande** – D'après une hauteur de souche moyenne de 15 cm et un diamètre minimum à la cime de 13 cm = **14,85 m**.

1.5.1.9 Cubage de peuplement

- **Volume brut total du peuplement** = $449 \text{ m}^3/\text{ha} \times 4,17 \text{ ha} = \mathbf{1\ 872 \text{ m}^3}$.
- **Volume marchand total du peuplement** = $336 \text{ m}^3/\text{ha} \times 4,17 \text{ ha} = \mathbf{1\ 400 \text{ m}^3}$.

1.5.1.10 Indices des arbres fauniques et de leur vocation faunique

- Nous n'avons relevé d'indices confirmant que la faune utilise la zone de la plantation.
- Voici ce que nous avons entre autres observé sur le site en mars 2023 :
 - Mésange à tête noire, geai bleu, corneille d'Amérique, sittelle à poitrine rousse et pic chevelu.
 - Écureuil roux et sites conophages.
 - Traces de chevreuils et de renards.
 - Nids sur branches (probablement des nids de corbeaux) non loin du sentier d'accès principal entre les parcelles n^{os} 2 et 8.
 - Petites cavités d'alimentation dans des pins rouges morts ou en train de dépérir dans l'ensemble du site.



a) Nid sur branches observé – utilisateur inconnu b) Pic chevelu en train de se nourrir sur un pin rouge dépérissant



c) Cavités d'alimentation observées pour les pics d) Panneau indicateur sur la propriété de l'imprimerie Lowe-Martin non loin de la plantation

Figure 12. Photos représentant des indices de vocations fauniques dans la plantation du chemin Hunt Club

Veillez consulter, dans l'appendice 5, l'ensemble des données se rapportant aux parcelles.

1.5.2 État et santé de la plantation

1.5.2.1 Indices de maladies

- Nous n'avons pas relevé de maladies des pins rouges.
- Nous avons expertisé la plantation en fonction des maladies suivantes du pin rouge :
 - Chancre scléroderrien (brûlure des aiguilles et chancre de la tige).
 - Pourridié-agaric.
 - Putréfaction racinaire heterobasidion (annosum).

- Déclin des poches de pins rouges (complexe de déclin de la santé en général causé par les maladies racinaires, la déficience en nutriments, les insectes et les facteurs de station comme le pH élevé et les sols calcaires).
- Veuillez consulter, dans l'appendice 2, de plus amples renseignements sur certains de ces problèmes de santé des pins rouges.

1.5.2.2 Indices de stress

- Nous avons relevé plusieurs signes et indices de stress sur différents arbres et dans l'ensemble de la plantation.
- Nous avons expertisé la plantation pour relever les indices de stress des agents abiotiques dommageables, dont :
 - la sécheresse — nous n'avons rien noté;
 - les dommages de l'hiver (embrun salé et vents secs de l'hiver);
 - plusieurs arbres à la lisière de la plantation donnant sur le chemin Hunt Club dans le coin nord-est de la propriété affichaient des signes de stress (feuillage rouge) causé par la proximité de la voie publique, du couloir d'hydroélectricité et d'autres infrastructures;
 - plusieurs arbres voisins du chemin privé Billy Bishop affichaient le même stress de couronne, probablement en raison de l'exposition aux sels de voirie issus des bancs de neige à l'extrémité du chemin privé.



Figure 13. Photo représentant le feuillage (mort ou vivant) basculé et rouge des chablis dans les couronnes

- Arbres renversés et basculés
 - La tempête du dérécho de mai 2022 a fait basculer de modestes secteurs de la plantation sur les arbres voisins ou a renversé ou déraciné complètement des arbres.

- On ne peut guère sauver ces arbres, puisque le champignon bleuâtre commence à dégrader le bois et à le putréfier très rapidement.



Figure 14. Photos d'arbres cassés (à gauche) et basculés (à droite)



Figure 15. Photo de l'analyse de la tige d'un arbre indiquant la putréfaction causée par un champignon bleuâtre.

- Problèmes de qualité et de déclin

Pendant l'expertise de chaque parcelle, nous avons aussi pris acte des défauts, des problèmes de santé ou des indicateurs de déclin. Il s'agit entre autres d'un problème comme les doubles couronnes, des couronnes dépérissantes ou mortes, des coudes, de l'inclinaison des dommages causés par la faune et des nœuds massifs (cf. les figures 31 et 32 de la section 3). Parmi les 240 arbres expertisés dans les huit parcelles, 60 (25 %) affichaient au moins un de ces indicateurs de qualité ou de santé.

- Volume de la couronne et hauteur de la couronne vivante.
 - Parce que les autres arbres vivants qui poussent sont très rapprochés, ils rivalisent pour l'espace de croissance et d'ensoleillement à la hauteur de la couronne vivante.
 - En hiver, les branches gelées et fragilisées peuvent être cisailées par les arbres voisins.
 - Cette rivalité mécanique réduit non seulement le volume de la couronne, mais aussi son expansion potentielle lorsque les bourgeons terminaux sont cisailés ou endommagés.
 - À l'heure actuelle, la hauteur de la couronne vivante correspond à environ 20 % de la hauteur totale; les diamètres de la couronne sont de ~2 m. Pour les différents pins rouges, il faut un ratio de couronne vivante compris entre 25 % et 30 % de la hauteur totale pour pérenniser la croissance.



Figure 16. Photo de branches cisailées et de bouts de branches jonchant le sol de la plantation



Figure 17. Photo d'aiguilles cisailées

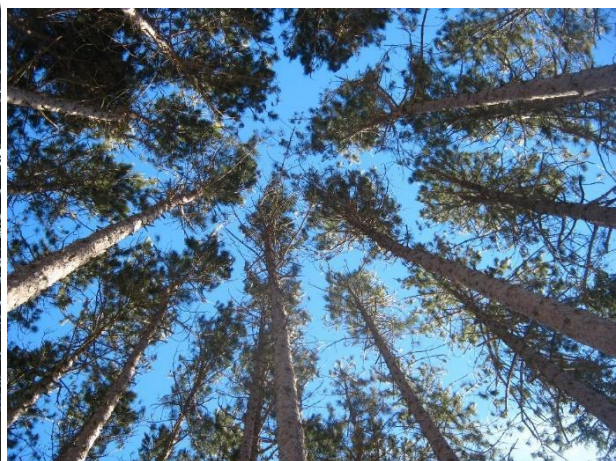


Figure 18. Photos représentant les petites couronnes vivantes et la marge limitée pour l'expansion des couronnes

- Densité de peuplement et diamètre de la tige

- La plupart des arbres affichent des signes de stress et de croissance léthargique en raison de la densité actuelle du peuplement, soit le nombre de tiges vivantes par hectare = 1 575 par hectare en 2022.
- Espacement initial des arbres plantés = 1,6 m x 1,8 m (espacement nominal) = 3 470 tiges par hectare au moment où les arbres ont été plantés. Nous avons adopté l'hypothèse d'un taux de mortalité initial de 10 % des arbres plantés, ce qui donne 3 100 tiges par hectare lorsque la plantation a atteint le stade de l'autonomie de croissance. Le site a probablement été boisé en faisant appel à une planteuse d'arbres fixée sur un tracteur agricole.
- Mortalité imputable à toutes les causes, dont la rivalité des arbres voisins = 3 100 tiges – 1 575 tiges = 1 525 tiges par hectare. 45 % des arbres d'origine sont morts de causes naturelles et la plupart se sont désintégrés ou putréfiés depuis que la plantation a atteint le stade de l'autonomie de croissance. À l'heure actuelle, il y a environ 197 arbres sur pied morts par hectare.
- Le DBHq du peuplement s'établit à 20,08 cm, ce qui est peu pour des arbres de 60 ans. La plage des diamètres est comprise entre 13,9 cm et 27,4 cm de dhp.



Figure 19. Photo représentant des arbres morts et vivants sur lesquels des pics sont actifs



Figure 20. Photo représentant des panneaux indicateurs d'avertissement et d'interdiction installés à différents points d'accès par l'Administration de l'aéroport international d'Ottawa. Les utilisateurs du domaine boisé ignorent essentiellement ces panneaux indicateurs.

1.5.2.3 Expertise des risques d'incendie

- Le risque actuel d'incendie est **faible**.
 - Charge de combustible très épaisse sur le sol (aiguilles et branches tombées/certains arbres soufflés par le vent).
 - Lorsque la couche d'arbustes pousse au printemps, le risque diminue.
- Le risque augmente et devient **élevé** aussitôt après une activité de récolte jusqu'à ce que les aiguilles tombent des couronnes résiduelles et des branches.
 - On peut maîtriser le risque en s'assurant que le rémanent (soit les couronnes et les branches) est compacté par l'équipement de déboisement pendant les opérations de récolte.
 - Les panneaux indicateurs pour avertir le public des dangers d'incendie peuvent également permettre des problèmes.
 - Le risque redevient **faible** lorsque le rémanent commence à se décomposer.
- L'activité humaine, dont les fumeurs insoucians et les feux de camp, entre autres, représentent le plus grand facteur de risque causal.



Figure 21. Restes d'un feu de camp dans le périmètre de la plantation

2.0 Trajectoire projetée de la plantation

On peut analyser la plantation actuelle en faisant appel à un diagramme de gestion de la densité (DGD), constitué de graphiques qui établissent le lien entre la taille moyenne des arbres (diamètre de la tige, surface terrière ou volume) et le cubage de peuplement (rendement) d'une part et, d'autre part, la densité du peuplement, mais qui peuvent aussi faire état de la hauteur des arbres dominants et des autres paramètres. On fait appel à des DGD pour recenser les conditions optimales de la croissance et identifier le seuil de densité à partir duquel la mortalité est appelée à se manifester. On peut s'en servir pour guider la mise au point du cahier des charges pour l'éclaircie commerciale et pour permettre de comparer les différentes stratégies d'éclaircissage (soit la chronologie et l'intensité des éclaircissages) en fonction de leur capacité à réaliser différents objectifs gestionnels. On fait aussi appel aux DGD pour estimer les dimensions moyennes (soit la longueur et le diamètre) des produits forestiers extraits. Les lignes de densité maximums des DGD sont établies d'après la relation à la puissance $-3/2$ de l'éclaircie naturelle, qui décrit les tendances de l'éclaircie naturelle de la plupart des espèces et qui s'applique donc le mieux à l'éclaircissage par le bas. (Autrement dit, les arbres les plus petits et les plus frêles meurent les premiers.)

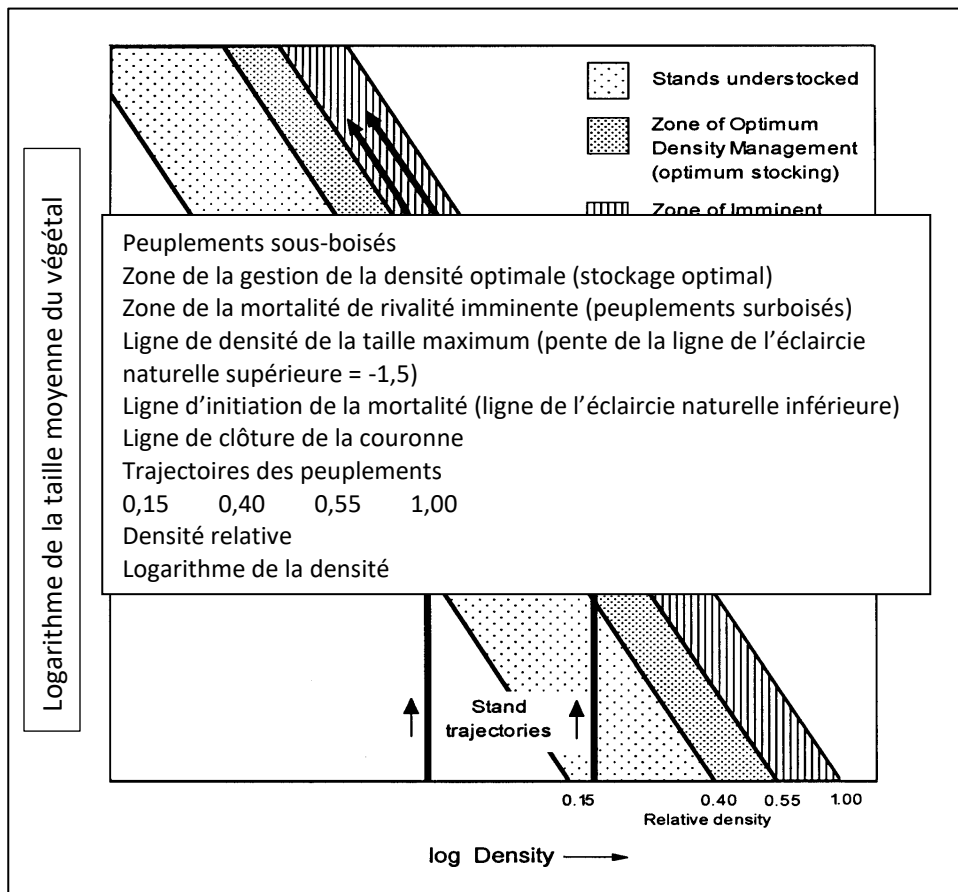


Figure 22. Présentation typique d'un diagramme de la gestion de la densité (Smith et Woods, 1997). La zone de la région de la mortalité imminente (soit les peuplements « excessivement reboisés ») indique les conditions dans lesquelles la mortalité est causée par la rivalité parmi les arbres. La « ligne d'initiation de la mortalité » représente le point de départ de l'éclaircie naturelle. La ligne de « la taille et la densité maximums » correspond à la taille moyenne maximum du végétal pour une densité donnée et a une pente de $-3/2$; c'est ce qu'on appelle par ailleurs la relation à la puissance de l'éclaircie naturelle.

Le diagramme de gestion de la densité (DGD) de pins rouges pour les plantations (Smith et Woods, 1997) est construit d'après les paramètres suivants : le DBH_q , la hauteur de la cime, la densité initiale de plantation, la densité actuelle du peuplement et le volume moyen des arbres. Tous les paramètres, sauf le volume moyen des arbres, se calculent ou s'évaluent facilement sur le terrain. On peut prélever directement, dans le diagramme, le volume moyen des arbres. Ces paramètres permettent d'estimer la densité projetée, le DBH_q et la surface terrière du peuplement, ainsi que les approximations du volume moyen des arbres et du cubage total du peuplement.

Les DGD sont très utiles quand il s'agit de mettre au point un « plan de récolte » avant d'établir une plantation. Par exemple, l'utilisateur peut sélectionner une densité initiale de plantation qui produira le DBH_q et la hauteur de la cime souhaités en respectant les exigences minimums pour les produits de bois ciblés sur le marché local.

2.1 Diagramme de gestion de la densité pour la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club

Ce DGD fait état des conditions de peuplement originelles et actuelles de la plantation. En voici les paramètres :

- densité initiale de la plantation au stade de l'autonomie de croissance = 3 100 tiges/ha;
- densité actuelle de la plantation = 1 575 tiges/ha;
- âge du peuplement = 60 ans; indice de station = 18,5 m; hauteur du peuplement = 20,0 m;
- $DBH_q = 20,08$ cm;
- Indice de densité du peuplement (IDP) = $1\ 575/2\ 400 = 0,65$. L'IDP représente le ratio de la densité actuelle sur la densité maximum.

Density Management Diagram for Hunt Club

Diagramme de gestion de la densité de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club

État actuel du peuplement en 2022

- DBHq = 20,08 cm
- Hauteur = 20 m
- Densité = 1 575 tiges/ha
- Âge = 60 ans

Point de la première éclaircie optimale

- DBHq = 12,5 cm
- Hauteur = 12,5 m
- Densité = 3 100 tiges/ha
- Âge = 32 ans

Densité actuelle = 1 575 tiges/ha

Densité (sph)

Densité initiale au stade de l'autonomie de croissance = 3 100 tiges/ha

Mortalité depuis que les arbres ont été plantés en raison de la rivalité = 1 525 tiges/ha

Moyenne du volume total d'arbres (m³)

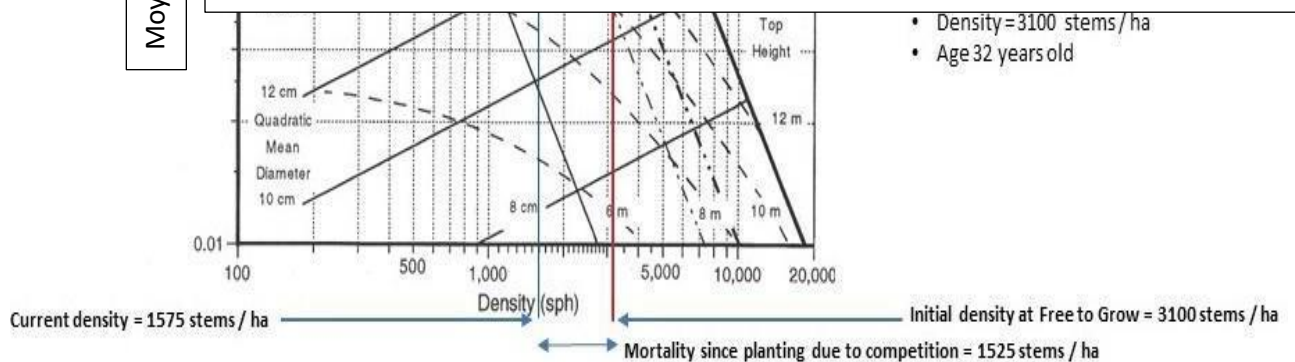


Figure 23. Données types tracées dans un diagramme de gestion de la densité de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club

2.2 Analyse initiale du diagramme de gestion de la densité de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club

D'après le DGD de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club, on peut déterminer que :

- le peuplement s'est bien développé entre son établissement et le moment où il avait 32 ans; il est alors entré dans la zone de mortalité imminente;
 - le DBHq de l'époque était de 12,5 cm, selon les calculs, et la hauteur moyenne des tiges s'établissait à 12,5 m;
 - toutes les tiges pourraient continuer de croître au-delà de ce point jusqu'à ce que la rivalité commence à réduire la densité des tiges survivantes;

- les arbres plus courts dont la couronne est moindre commenceraient à dépérir à cause de la rivalité qui s'exerce pour l'espace de croissance des arbres voisins;
- cette tendance dans l'évolution de la mortalité suivrait la relation à la puissance $-3/2$ de l'éclaircie naturelle évoquée ci-dessus pour les 28 prochaines années et se poursuivrait à l'heure actuelle;
- depuis le début de la rivalité dans la zone de mortalité imminente, 1 525 tiges/ha, soit 45 % des arbres survivants à l'origine au stade de l'autonomie de croissance, sont mortes. Alors qu'il y a environ 197 arbres sur pied morts par hectare, la plupart des arbres qui ont péri sont tombés au sol et sont aujourd'hui pourris;
- on peut s'attendre à ce que cette tendance de l'évolution de la mortalité se poursuive;
- synthèse initiale :
 - la plantation est sévèrement surboisée;
 - les arbres survivants sont soumis à un stress considérable à cause de la rivalité et d'autres facteurs naturels;
 - s'il devait y avoir un éclaircissage du peuplement, le potentiel de reprise de la croissance des arbres restants est faible ou serait décalé de nombreuses années en raison du modeste volume des couronnes;
 - le risque que les arbres résiduels cassent, ploient ou tombent au sol est élevé à l'heure actuelle et augmenterait proportionnellement en fonction de l'importance et de l'évolution de l'éclaircissage.

3.0 Considérations gestionnelles et options

Ce n'est pas parce que les arbres affichent actuellement un degré considérable de stress à cause de différents facteurs qu'un certain type d'intervention gestionnelle n'est pas justifié. Avant de prendre des décisions de gestion forestière dans l'avenir de cette plantation, il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs, à savoir :

- les considérations biologiques et relatives à la santé des arbres;
- les considérations opérationnelles;
- les considérations sociales;
- les considérations financières.

Nous analysons dans les détails, ci-après, chacun de ces facteurs.

3.1 Considérations biologiques et relatives à la santé des arbres

3.1.1 État des pins rouges

- Le peuplement est sévèrement surboisé, et ce, depuis 30 ans. C'est pourquoi toutes les tiges vivantes restantes ont un faible diamètre à hauteur de poitrine pour leur âge et les couronnes de ces arbres sont trop petites pour soutenir leur croissance en volume.
- La croissance optimale se déroule sur les tiges dominantes dont la hauteur de la couronne vivante est supérieure à un pourcentage compris entre 25 % et 30 %.
- D'après l'inventaire actuel, le dhp des plus grands arbres est de 27 cm, et seulement 20 % des arbres inventoriés ont un diamètre à hauteur de poitrine supérieur à 22.5 cm. Ces arbres dominants et codominants offrent le meilleur potentiel de croissance et pourraient aussi être les plus stables du point de vue de la rupture.

- Ce sont les 80 % restants des arbres vivants qui courent le plus grand risque d'exposition à l'éclaircissage, et on ne peut pas s'en remettre à eux pour le peuplement ou pour survivre si le couvert forestier est ouvert par des moyens naturels ou mécaniques.
- L'arbre le plus haut de la plantation (sur les terrains de la BCF) donne un indice du potentiel de croissance des pins rouges sur ce site lorsque le peuplement est géré sainement.



Figure 24. Diamètre de l'un des arbres les plus hauts de la plantation : il a crû dans une clairière et présente un rapport couronne vivante/hauteur totale de plus de 50/100 (ce qui donne un exemple du potentiel de nombreux arbres résiduels sur ce site, si l'éclaircissage s'était produit plus hâtivement).



Figure 25. Vue générale de l'état des arbres à l'heure actuelle : de nombreux arbres sont plus petits et le volume de leur couronne est faible.

3.1.2 Espèces envahissantes

- On relève dans le sous-bois, dans l'ensemble de la plantation, la présence du nerprun cathartique et du nerprun bourdaine. Certaines gaules de nerprun sont supprimées parce qu'il n'y a pas suffisamment de lumière; toutefois, nombreux sont les gaules qui poussent vigoureusement et qui portent des fruits, que les oiseaux qui se nourrissent peuvent épandre.
- Les semences des deux espèces de nerprun sont probablement abondantes sur le sol et réagiraient vigoureusement à la perturbation du site.
- Nous avons aussi relevé une petite quantité de chèvrefeuilles de Tartarie.
- Ces espèces d'arbustes continueraient de représenter un problème de gestion et réclameront la vigilance et une gestion attentive avant l'opération d'éclaircissage ou l'intervention fondée sur la perturbation.
- Nous n'avons pas relevé d'indice de dompte-venin de Russie dans une expertise menée en hiver seulement; or, on pourrait relever cette espèce dans différents sentiers.



Figure 26. Photos représentant l'abondance et l'état de la régénération avancée du nerprun cathartique

3.1.3 Insectes et potentiel de maladies

- On relève actuellement une faible incidence d'insectes et de maladies dans la plantation.
- La putréfaction racinaire heterobasidion représente le risque projeté le plus considérable. On peut maîtriser ce risque en appliquant des fongicides au moment de l'éclaircissage ou de l'abattage des arbres.

3.1.4 Adéquation des sols et du site

- Le site est assez bien adapté aux pins rouges, et rien ne permet de croire que l'état de santé actuel ou projeté des arbres est limité par le site même.
- Il est possible (voire probable) que la terre végétale ait été enlevée sur le site avant qu'on plante les arbres.
- Les sols se prêtent eux aussi à toutes sortes d'autres conifères (soit le pin blanc et l'épinette blanche) et feuillus (érable, chêne, peuplier et bouleau).

3.1.5 Faune – Vocation actuelle et vocation projetée

- La plantation ne constitue pas un habitat divers ou productif pour la faune.
- Les petits mammifères et les oiseaux utilisent actuellement la plantation et la forêt environnante.
- Cette plantation et la forêt de feuillus attenante représentent l'un des derniers domaines forestiers importants dans cette zone en général et sont entourées de complexes résidentiels, commerciaux et industriels.
- Une gestion attentive permettrait de rehausser éventuellement l'habitat. Il faut être attentif et tâcher de réduire l'abondance actuelle et projetée d'arbustes et de végétaux envahissants qui n'ont guère de valeur faunique.

3.1.6 Biodiversité

- À l'heure actuelle, la diversité est très faible dans la zone de la plantation.
- La partie centrale de cette plantation semble avoir été occupée par une sablière, dans laquelle on n'a jamais planté de pins rouges ou dans laquelle les pins plantés n'ont pas pu survivre à l'origine.

- Cette zone s'est régénérée naturellement pour toutes sortes d'espèces indigènes et non indigènes, à savoir (cf. la figure 27) :
 - les feuillus — chêne rouge et chêne à gros glands, bouleau blanc, frêne, peuplier, hêtre;
 - les conifères — pin gris, pin sylvestre, pin blanc et pruche.
- En raison des contraintes d'une expertise menée en hiver seulement, nous n'avons pas procédé au relevé des végétaux au sol. Toutefois, le relevé du site de McKinley Environmental Solutions pour la proposition d'aménagement des lieux à la lisière est de la propriété fait état d'un certain nombre d'autres espèces. Conformément aux résultats de ces travaux, on n'a pas trouvé, pendant les relevés, d'espèces végétales ou animales importantes ou en péril.
- Il y a une source de semences d'arbres indigènes non loin de la plantation, ce qui pourrait favoriser la régénération naturelle.
 - Le peuplement de feuillus voisin au sud de la plantation de pins rouges comprend des chênes à gros glands, des chênes rouges, des érables à sucre, des érables rouges, des tilleuls d'Amérique, des hêtres, des bouleaux blancs, des ormes et des peupliers. On a aussi relevé des frênes; or, ces arbres seront probablement malmenés par l'agrile du frêne; on ne peut donc pas s'en remettre à eux comme source de semences.



Figure 27. Photo de la zone centrale auparavant occupée par la sablière; il y a des chênes rouges, des bouleaux blancs, des frênes et d'autres espèces.

3.2 Considérations opérationnelles

D'après l'expérience de l'auteur dans la gestion des plantations de pins rouges en Ontario, les plantations économiquement viables réunissent les caractéristiques suivantes :

- **Superficie inférieure à 4 ha** : Les petits domaines voisins, qui appartiennent à différents propriétaires fonciers, peuvent être gérés et commercialisés collectivement pour offrir un volume marchandable suffisant et assurer la rentabilité des récoltes (soit un cubage d'au moins 200 à 500 m³, selon les marchés locaux).

- **Débouchés** : Pour l'éclaircissage commercial, il faut pouvoir vendre le type de produit que peut produire le peuplement. En outre, le marché doit se prêter au type de produit qu'on a l'intention de récolter in fine.
- **Taille suffisante des arbres** : Pour l'éclaircissage commercial, il faut des arbres dont le dhp moyen est compris entre 18 et 20 cm; ces arbres doivent aussi pouvoir produire au moins trois grumes (qu'on appelle aussi des « billes ») de 2,54 m; chaque grume doit avoir un diamètre supérieur d'au moins 13 cm. La plupart des conifères doivent avoir une hauteur totale d'au moins 12 à 14 m.
- **Largeur de l'espacement** : Il faut un espacement de 4,3 m entre les rangées d'arbres pour laisser passer la plupart des machines sans endommager les tiges résiduelles, surtout dans cette plantation, à cause de la hauteur des arbres. Pour ce faire, l'espacement initial entre les rangées au moment où on a planté les arbres aurait dû être d'au moins 2,1 m; toutefois, un espacement de 2,4 m apporterait une plus grande marge de manœuvre. Bien que cette largeur de couloir d'accès ne soit pas possible à cause de l'exiguïté de l'espacement initial, on peut mener une opération d'éclaircissage entre les rangées pour assurer l'accès du matériel de récolte.
- **Solutions de rechange** : On peut éclaircir commercialement des domaines plus modestes en faisant appel à des machines moins encombrantes et à un plus grand nombre de travailleurs. Pour remplir un tracteur semi-remorque standard, il faut au moins une quantité de bois de 35 à 40 m³, et le bois doit être facile d'accès (autrement dit, il faut pouvoir le transporter jusqu'à un chemin assez large pour laisser passer un véhicule aussi gros). Il est important de planifier les contraintes opérationnelles, dont la place qu'il faut pour que les véhicules puissent tourner, une distance suffisante par rapport aux conduites de téléphone et d'électricité afin de permettre de faire fonctionner le chargeur, une distance suffisante à partir des fossés, et il faut éviter que les camions chargés au maximum de leur capacité compactent les chemins.

Tous les travailleurs affectés à la récolte du bois doivent avoir suffisamment de formation et d'expérience pour exercer leurs fonctions sans endommager la forêt ou les infrastructures comme les chemins et sans se mettre en danger ni faire courir de risque aux autres. Il faut prendre soin de ne pas endommager les tiges résiduelles avec le matériel de récolte et d'éviter d'endommager le site en travaillant par temps pluvieux lorsque le sol est particulièrement vulnérable aux dégâts.

La fréquence de l'éclaircissage d'une plantation peut ou doit dépendre de plusieurs facteurs :

- **Densité** : Il faut mener les opérations d'éclaircissage pendant toute la durée utile de la plantation pour maintenir la densité souhaitée et éviter la rivalité entre les arbres et le début de l'éclaircissage naturel. Selon une « règle empirique normale », on réduit la densité d'au plus un tiers des arbres sur pied à partir du moment où ils ont 30 ans. Selon l'évolution de la gestion de la plantation, il peut se révéler nécessaire de progresser plus graduellement et atteindre une densité plus favorable pour la santé et la croissance des arbres résiduels.
- **Qualité des arbres** : Pour l'éclaircissage précommercial et commercial, la qualité des tiges résiduelles et la stabilité des tiges doivent être suffisantes pour qu'elles puissent survivre et bien se développer. Les premières opérations d'éclaircissage (soit la première et la deuxième avant que les arbres aient 50 ans) doivent prioriser l'abattage des arbres les plus anémiques ou ceux dont la qualité est la moins bonne, la création des premiers couloirs d'accès vers l'intérieur du peuplement ou l'ensemble de ces deux objectifs. Les opérations ultérieures d'éclaircissage prioriseront la rétention des tiges dont la qualité est la meilleure. Dans les cas où les plantations n'ont pas été éclaircies pendant trop longtemps, il se peut que les tiges des différents arbres soient anémiques et que ces arbres cassent après l'éclaircissage.

- **Conjoncture du marché** : La possibilité de mener des opérations d'éclaircissage commercial dépend des types de produits réclamés sur les marchés locaux et de la distance par rapport aux établissements de transformation les plus proches; plus les distances sont longues, plus le coût de transport du bois augmente, ce qui en réduit la valeur.
- **Caractéristiques du site** : La localisation et la superficie du site, ainsi que sa proximité par rapport aux plantations et aux marchés voisins, déterminent la rentabilité de l'éclaircissage.
- Veuillez consulter, dans l'appendice 6, les scénarios de gestion recommandés pour le pin rouge.

Dans la plupart des opérations d'éclaircissage commercial, on fait aujourd'hui appel à des systèmes de matériel lourd, par exemple des abatteuses-façonneuses à têtes multifonctionnelles qui abattent et ébranchent les arbres, pour ensuite les couper en grumes de la longueur souhaitée (ce qu'on appelle aussi les « récolteuses de billes de longueur préétablie »). Ces récolteuses sont dotées d'un porteur qui transporte les grumes au lieu de tirer les arbres en les traînant sur le sol jusqu'au point de débarquement, où ils sont ensuite transformés et chargés dans des camions.



Figure 28. (À gauche) Une abatteuse-façonneuse à tête multifonctionnelle abat et transforme un pin rouge mature. (À droite) Un porteur transporte les produits jusqu'au point de débarquement et les charge sur un camion.

Pour la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club, il faudra tenir compte de l'information suivante sur le site :

- Toutes les rangées sont orientées dans le sens est-ouest, parallèlement au chemin Hunt Club.
- Il y a environ 56 rangées au point le plus étroit.
- Il y a environ 60 rangées au point le plus large.
 - La distance entre les rangées est variable; elle s'établit à une moyenne de 1,8 m;
 - En éliminant une seule rangée, les couloirs d'accès ont 3,6 m de large;
 - En éliminant deux rangées, les couloirs d'accès ont 5,4 m de large.
 - Il faut prévoir des couloirs d'accès de 4,3 m pour permettre le passage de l'abatteuse-empileuse et du porteur;
- Les exigences à respecter dans le débarquement et le chargement :
 - Il faut transporter les arbres récoltés sur les sentiers principaux existants à destination de l'impasse du chemin privé Billy Bishop. Il n'y a pas d'autres zones viables pour le débarquement et le chargement.

3.3 Considérations sociales

- Toutes les opérations de gestion forestière dans cette plantation intéresseront énormément le public en raison de la précédente proposition d'aménagement du site et de la campagne « Save Hunt Club Forest ».

- Les points d'accès menant à la plantation sont nombreux, au départ du chemin privé Billy Bishop, du chemin Hunt Club et du complexe d'habitation de la BCF au sud et à l'ouest.
- Les résidents de la localité empruntent souvent le réseau de sentiers existant, qui devient une zone naturelle pour promener les chiens.
- Il semble que ce secteur soit aussi utilisé pour des exercices d'orientation, puisqu'on y a trouvé de nombreuses balises hors sentier.
- Suivant la tempête de vent du dérécho, on a relevé de nombreux arbres renversés et basculés, ce qui comporte un risque pour la sécurité à l'heure actuelle.
- Si on mène des opérations d'éclaircissage, il faudra donner aux parties intéressées beaucoup d'informations et d'avertissements afin d'expliquer la raison d'être et les avantages de l'approche gestionnelle retenue.
- Il faudra empêcher l'accès au site pendant toutes les opérations et jusqu'à ce que les matériaux et les machines soient enlevés du site.
- Après les opérations, les risques d'incendie et les risques pour la sécurité publique augmenteront pendant un certain temps jusqu'à ce que la plantation connaisse une poussée de croissance et jusqu'à ce que les rémanents des arbres tombés soient putréfiés.



Figure 29. Photos du sentier d'accès principal et des autres balises culturelles



Figure 30. Photo des rémanents typiques (branches, tiges non marchandables et autres) tout de suite après la récolte, ce qui représente un risque pour la sécurité publique et un risque d'incendie

3.4 Considérations financières

- L'option retenue pour la gestion de ce domaine boisé donnera lieu à des coûts et apportera des avantages.
- Voici en quoi consistent ces avantages :
 - aménagement d'une forêt plus saine, plus diverse et plus sûre;
 - valorisation du bois récolté. Selon le volume et la qualité de la matière récoltée, la valeur pourrait être comprise entre 20 \$ et 25 \$ la tonne métrique (soit environ 1 m³).
 - Marchandisage : L'éclaircissage commercial doit produire des arbres dont le dhp moyen est d'au moins 18 à 20 cm et qui permettent de produire chacun au moins trois grumes (aussi appelée « billes ») de 2,54 m chacune; chaque grume doit avoir un diamètre supérieur d'au moins 13 cm. Le marchandisage des produits et leur valeur finale dépendront des éléments suivants (cf. les photos ci-après) :
 - le coude de la tige causé antérieurement par les blessures mécaniques de l'arbre;
 - les doubles tiges et doubles couronnes;
 - les dangers causés par les humains, dont les clous, les balises, les sites d'analyse de l'eau des puits et la proximité des lignes d'hydroélectricité et des clôtures, entre autres.
 - **En 2023, le maximum de la valeur des souches de la plantation, si tous les arbres étaient récoltés, correspondrait au volume marchandable total du peuplement multiplié par la valeur, soit = 1 400 m³ x 20 \$/m³ = 28 000,00 \$.**
- Font partie des coûts :
 - la consultation du public et la communication;
 - la fermeture des sentiers et des points d'accès pendant les opérations;
 - la sécurité des opérateurs et de leur équipement;
 - les activités de restauration, dont la maîtrise des espèces envahissantes, la plantation complémentaire en faisant appel à d'autres espèces indigènes, la surveillance à long terme de la croissance des arbres et la réaction.

- Il n'a pas été tenu compte, dans les options de gestion, du coût de l'acquisition des terrains aux frais du gouvernement fédéral; le coût comprendra toutefois la valeur du terrain, les honoraires juridiques et les droits d'enregistrement foncier, entre autres.



Figure 31. Photos du coude d'une tige à différentes hauteurs sur toute la longueur de l'arbre



Figure 32. Photos de tiges doubles et de couronnes doubles, qui réduisent la valeur de l'arbre.



Figure 33. Photos de dangers opérationnels, dont les clous dans les arbres, les puits d'eau, les lignes d'hydroélectricité et les clôtures.

4.0 Options de gestion

D'après notre expérience, on considère souvent qu'il est trop difficile et coûteux de gérer les plantations qu'on a laissé croître dans un état de stagnation au-delà de 30 ans sans éclaircissage, et en raison de l'incertitude que cette activité se traduise par une très faible croissance, les propriétaires décident très souvent de maximiser leurs revenus en optant pour un scénario de rasage et de reboisement ou en se contentant de ne plus gérer les plantations, qui finissent par décliner et par fragmenter.

Dans la demande de propositions portant sur ce projet, la Ville d'Ottawa nous demandait de nous pencher sur des options qui permettraient d'atteindre les objectifs suivants :

- veiller à ce que la forêt connaisse une croissance saine;
- diversifier le couvert forestier et le sous-bois de la forêt à moyen et à plus long termes;
- améliorer la qualité de la flore et de la faune de la forêt, dont les fleurs sauvages indigènes, les oiseaux, les amphibiens, les reptiles et les petits mammifères;
- veiller à ce que la forêt soit sécuritaire pour les loisirs passifs des résidents et des visiteurs.

Nous nous sommes également penchés sur trois autres objectifs pour chaque option :

- la facilité de la mise en œuvre;
- le volume de pins rouges récoltés;
- la valeur des pins rouges récoltés.

D'après ces objectifs et toutes les considérations analysées dans les sections 1 à 3, nous avons mis au point six options qui pourraient être envisagées lorsqu'il s'agira de décider s'il faut continuer d'être propriétaire et gestionnaire de cette plantation de pins rouges. Nous décrivons brièvement, ci-après, chacune de ces options et les aspects les mieux adaptés. Nous exprimons effectivement une opinion sur la récupération des coûts apportés par la vente de pins rouges et nous commentons, sans apporter de précisions, les coûts opérationnels (ce qui ne faisait pas partie des exigences de la Demande de propositions). Veuillez également consulter, dans l'appendice 6, l'analyse complète des avantages et des inconvénients de chaque option par rapport à chacun des objectifs gestionnels.

Option 1 – Ne rien faire : Faire l'acquisition du terrain et laisser la nature suivre son cours ou ne pas faire l'acquisition de ce terrain.

Cette option, qui constitue une approche complètement passive, consiste à ne pas éclaircir le domaine ni enrayer les espèces envahissantes. Bien qu'il s'agisse probablement de l'option la moins chère de toutes, le public en aurait probablement une opinion négative en raison du déclin graduel de l'état de santé de la forêt et de l'incidence accrue des espèces envahissantes. Cette option serait considérée comme une décision de gestion négligente et irresponsable pour tous les propriétaires de domaines boisés. Rien que pour les questions de sécurité et de responsabilité, le propriétaire devrait interdire complètement l'accès public ou réaliser un programme de déboisement progressivement plus cher, chronophage et dangereux.

L'élimination du nerprun : prétraitement

Le sous-bois préexistant de nerprun, qui est uniformément établi dans l'ensemble de la plantation, est un problème de gestion forestière qu'il faut résoudre dans les conditions de faible pénétration de la lumière qui existent actuellement avant de perturber le couvert forestier. **Les options de gestion forestière 2 à 6 prévoient toutes ce prétraitement générique du nerprun.** Voici une brève description de ce que comporte ce prétraitement.

Le nerprun est un arbuste ligneux vivace et envahissant qui augmente activement la croissance par le « drageonnement » qui produit différentes tiges à partir du réseau racinaire existant suivant un contrôle mécanique. Les options comme le fauchage, l'abattage, l'arrachage et le bâchage entraînent généralement la prolifération de l'espèce, au lieu de permettre de la contrôler efficacement, puisque le réseau racinaire reste essentiellement intact et qu'il est stimulé par la perturbation des tiges hors sol. Les principaux moyens d'enrayer le nerprun consistent à faire appel à des méthodes chimiques appliquées dans le cadre d'un programme planifié de lutte antiparasitaire intégrée (LAI).

Pour maîtriser efficacement le réseau racinaire des plantes de nerprun, on applique un herbicide systémique sur ces plantes pendant la saison de croissance active (généralement de mai à octobre) en faisant appel à des travailleurs intégrés dans l'application des pesticides forestiers. Cette technique d'application profite du maintien du système vasculaire pour distribuer l'herbicide parmi l'ensemble des tissus végétaux. Lorsque l'herbicide systémique produit ses effets, on peut facilement identifier et retraiter les tiges restantes dont le feuillage est vert, en évitant les tiges mortes, ce qui permet d'appliquer moins d'herbicides sur le site. Cette

technique profite des réseaux naturels de la plante, en réduisant l'incertitude et l'épandage inutile d'herbicides et en s'en remettant au feuillage vivant pour savoir si les efforts de maîtrise sont efficaces sur chaque tige.

On fait appel, pour le nerprun, à deux grands moyens d'application des herbicides systémiques : le traitement arboricide cortical et le traitement arboricide foliaire. Dans le traitement cortical, on fait appel à une formulation à base d'huile qui contient généralement le triclopyr comme ingrédient actif. On épand l'herbicide sur les différentes tiges vers la base de la plante ou en pratiquant des incisions dans l'écorce sur les tiges plus importantes et plus robustes. On peut appliquer l'herbicide à base d'huile sur une plus grande partie de l'année, pendant les mois de l'hiver entre autres; toutefois, c'est entre mai et septembre que l'on constate généralement les meilleurs résultats dans ces opérations d'épandage. Cette technique est celle qui est la plus prépondérante en main-d'œuvre. Elle permet toutefois d'appliquer l'herbicide sur les différentes tiges, ce qui réduit la mortalité des espèces non ciblées. Le traitement foliaire permet pour sa part de déposer un herbicide, à base d'eau ou d'huile, sur le feuillage de la plante en faisant appel à un vaporisateur ou à un nébulisateur. Les produits disponibles et les ingrédients actifs offrent différentes options; toutefois, ceux qui comprennent du glyphosate sont le plus couramment utilisés. L'épandage doit se dérouler pendant la saison de croissance active de la plante, en évitant les périodes d'écoulement supercortical maximal de l'eau au printemps, et on peut facilement appliquer l'herbicide sur une vaste superficie dans laquelle on relève des populations homogènes de nerprun. Le traitement foliaire est l'option la moins prépondérante à la main-d'œuvre; or, elle est celle qui a le taux de succès le moins élevé par épandage. Il faut souvent prévoir des retraitements, qui permettent de déposer l'herbicide sur une plus grande superficie. On peut aussi envisager une nouvelle option d'épandage en regroupant ces deux approches, par exemple le traitement foliaire initial suivi d'un épandage sur les différentes tiges.

Dans toutes les options suivantes, nous recommandons un prétraitement, puisqu'il s'agit d'une règle de l'art pour réduire à des niveaux très faibles la population de nerprun. La gestion de la plantation de l'étage dominant du domaine boisé donnera probablement lieu à une recrudescence du nerprun à court terme, ce qui pourrait obliger à prévoir des traitements complémentaires. L'état existant de l'étage dominant de pins rouges, avec un sous-bois dans lequel il y a surtout du nerprun, offre l'occasion de réaliser un vaste projet de contrôle pour le site, ce qui comporte relativement peu de risque pour d'autres espèces non ciblées du sous-bois ou pour le peuplement de pins rouges existant, en tenant compte des avantages de la faible pénétration de la lumière, ce qui réduit le taux de croissance. Il est improbable que les traitements même successifs puissent éliminer entièrement les tiges de nerprun et les semences potentiellement germinantes, compte tenu de la nature de l'invasion et de la présence du nerprun dans toute cette zone; or, un contrôle efficace de la majorité de la population favorisera la régénération des espèces souhaitées suivant la récolte, qui seraient normalement délogées par la population existante de nerprun. Si le moment est bien choisi, on pourrait faire appel à différentes applications pour écourter la période de contrôle dans l'ensemble.

Option 2 – Éclaircissage très léger par le bas en faisant appel à l'approche de l'arbre de récolte (maximum de 10 %)

Cette option porte sur un traitement préventif fondé sur le principe qui consiste à réduire le plus possible le niveau de perturbation afin d'éviter le risque de déracinement par le vent et de dommages par la glace ou la neige qui peut se produire lorsqu'on crée un plus grand nombre de lisières suivant l'éclaircissage des rangées et les autres opérations d'ouverture du couvert forestier. Cette méthode consiste à recenser les pins rouges de grand diamètre les plus dominants et les plus résistants au vent dans le peuplement (les « arbres de récolte »). On libère ensuite la couronne de ces arbres sur deux ou trois côtés en enlevant les deux ou trois arbres voisins

ou en retouchant leur couronne. Les sélections seraient faites de manière à ne donner lieu qu'à une réduction de 10 % de la surface terrière du peuplement dans la première opération d'éclaircissage. Après 10 ans, on pourrait sélectionner d'autres arbres de récolte ou éventuellement continuer de libérer les arbres de récolte originels. En outre, la deuxième opération d'éclaircissage n'aurait pour effet d'enlever que 10 % de la surface terrière, ce qu'il faudrait faire en faisant appel à un très petit tracteur ou à des chevaux et à un travailleur muni d'une tronçonneuse; tous les arbres sauf les plus vigoureux seraient abattus et laissés sur le sol. Les opérations seraient ralenties en partie par la hauteur des arbres et en raison des arbres abattus encroués aux arbres voisins.

Cette option d'éclaircissage léger permettra d'éliminer la plupart des arbres dangereux ou défectueux et certains autres arbres déclinants; toutefois, elle ne permettra d'enlever qu'un faible pourcentage des arbres de qualité inférieure. Même s'il vise à améliorer l'état des arbres offrant le meilleur potentiel, l'éclaircissage ne permettra guère d'améliorer la croissance dans l'ensemble. Il y aura de nouveaux débris ligneux grossiers sur le sol, mais il n'y aura presque pas d'autres améliorations de l'habitat faunique. Les revenus apportés par les produits vendus seront négligeables, et même si les arbres dangereux seront éliminés aux deux stades de l'éclaircissage, il y aura encore beaucoup d'arbres risqués, et il faudra toujours exercer chaque année les opérations de surveillance et d'élimination des arbres dangereux.

Option 3 – Éclaircissage léger des rangées – Enlèvement de deux rangées pour chaque tranche de 10 rangées (2 et 8)

On créerait cinq couloirs d'accès. Il faudrait mener d'autres travaux d'éclaircissage dans 10 ans.

L'objectif premier de cette approche dans l'éclaircissage léger des rangées consiste à établir les voies d'accès qui auraient normalement été aménagées dans les précédents travaux d'éclaircissage et à commencer à rajuster la densité grâce à un deuxième éclaircissage léger 10 ans plus tard. L'intention est de pouvoir utiliser l'équipement plus encombrant normalement associé aux opérations d'éclaircissage des plantations, ce qui en augmente l'efficacité et fait baisser le coût des opérations. Compte tenu de l'exiguïté de l'espacement, il faudra enlever, pour aménager les voies d'accès, deux rangées l'une à côté de l'autre. Ce travail se déroulera selon des intervalles de deux rangées enlevées et de huit rangées qui resteront en place (soit 20 % de la surface terrière). Le premier éclaircissage lorsque le domaine boisé aura 62 ans consistera uniquement à enlever une voie d'accès. Puis, dans la 72^e année, on pourra procéder à un éclaircissage léger (20 % de la surface terrière) par le bas dans les huit autres rangées, ce qui devrait être adapté à l'enlèvement des arbres de la plus piètre qualité.

Même si la largeur de l'espacement des couloirs éclaircis et le délai d'attente de 10 ans pour les travaux sélectifs d'éclaircissage ont pour objectif de réduire l'exposition de la plantation aux dommages environnementaux et de favoriser une certaine acclimatation, en raison de la forte densité actuelle et de l'état des arbres à feuilles filiformes et à petites couronnes, la plantation est toujours vulnérable aux dommages du fait de la réaction limitée dans la croissance. L'enlèvement de deux rangées permet d'aménager cinq couloirs dans lesquels la lumière du jour sera probablement suffisante pour favoriser une certaine régénération naturelle; or, il y aura probablement très peu de développement dans les huit rangées intermédiaires.

Les couloirs ouverts et les nouveaux apports de débris ligneux grossiers augmenteront la diversité structurelle, ce qui suscitera par la suite une réaction dans la régénération naturelle, qui sera toutefois limitée aux couloirs. Cette question est problématique, puisqu'il faut se servir de ces couloirs pour avoir accès à la plantation pendant le deuxième éclaircissage et les travaux ultérieurs d'éclaircissage et que la plantation pourra subir des

dommages dans les travaux d'exploitation forestière. Ce niveau de récolte permettra d'éliminer la plupart des arbres dangereux; toutefois, la situation pourrait évoluer, puisqu'on n'abattra pas tous les arbres vigoureux les moins élevés. Ce niveau de récolte, qui a une plus grande valeur que l'option 2, est toutefois toujours assez faible. Le deuxième éclaircissage portera sur les arbres essentiellement de qualité inférieure qui pourraient être difficiles à offrir sur le marché.

Option 4 – Éclaircissage traditionnel des rangées en enlevant un maximum de 30 % : deux rangées pour chaque tranche de huit rangées et travaux d'éclaircissage par le bas – éclaircissage complémentaire dans 10 ans

Cette option se déroulera en suivant une approche traditionnelle d'éclaircissage des rangées et d'éclaircissage léger par le bas. À nouveau, en raison de l'exiguïté de l'espacement et des avantages apportés par l'équipement plus encombrant, cette approche se déroulera de concert avec l'enlèvement des rangées : on enlèvera deux rangées et on en laissera six entre les deux rangées enlevées (enlèvement de 25 % de la surface terrière), ce qui permettra de créer approximativement sept couloirs d'accès et ce qui viendra ajouter 5 % dans l'enlèvement des arbres de la plus piètre qualité dans la surface terrière. L'éclaircissage complémentaire dans 10 ans sera sélectif et permettra d'enlever la plupart des arbres de la plus piètre qualité par le bas (enlèvement de 20 % de la surface terrière).

L'objectif premier de ce travail d'éclaircissage des rangées et d'enlèvement sélectif des arbres consiste à donner accès à la plantation et à l'aménager rapidement pour qu'elle cadre mieux avec celles qui auraient été éclaircies à au moins deux ou trois reprises à cet âge. L'augmentation considérable de la vulnérabilité du peuplement résiduel aux dommages causés par le vent, la glace et la neige est le risque propre à cette approche. Bien que les peuplements éclaircis au moment voulu à partir de 30 ans résistent à l'enlèvement de 25 % à 30 % de la surface terrière dans un cycle d'éclaircissage de 10 ans, les arbres à feuilles filiformes et à petites couronnes dans cette plantation qui n'a jamais été éclaircie courent un risque considérable de dommages quand on réduira d'environ 50 % sur 10 ans, selon cette option, la surface terrière du peuplement. Or, s'ils résistent effectivement au premier choc, les arbres dominants profiteront d'un plus grand nombre de ressources grâce à l'éclaircissage, et on espère que la plantation pourra commencer à développer plus de couronnes et à réagir par la suite en se développant.

En outre, ce traitement prévoit plus d'ouvertures, plus de débris ligneux grossiers et plus de possibilités pour la régénération et la faune, pour commencer à profiter des progrès de la diversité structurale. Comme dans l'option 3, les réactions seront essentiellement limitées aux couloirs. Or, il y aura moins d'espace entre les couloirs et on pourra faire appel à des options pour limiter l'accès dans certains de ces couloirs au cours de la deuxième opération d'éclaircissage et des opérations suivantes, en préservant mieux la diversité et la croissance. Il faudrait enlever la plupart des arbres dangereux avant la fin de la deuxième opération d'éclaircissage; toutefois, il pourrait y en avoir d'autres, puisque les arbres vigoureux moins hauts seront nombreux à subsister. Grâce à la première opération d'enlèvement de rangées et à l'éclaircissage initial, la marchandabilité devrait être raisonnable. Toutefois, le deuxième éclaircissage portera essentiellement sur les arbres de moindre valeur, qui pourraient être difficiles à offrir sur le marché.

Option 5 – Éclaircissage de restauration – Aménager des ouvertures dans le couvert forestier

Les auteurs de ce rapport ont l'expérience de la restauration des plantations de pins rouges; ils ont constaté que pour améliorer au maximum les chances de succès en intervenant rapidement, il fallait créer des ouvertures dans le couvert forestier en plantant des arbres, en plus d'enlever des rangées. Ce traitement fait appel à des travaux légers d'enlèvement de rangées de l'option 3 (20 % de la surface terrière en enlevant deux rangées et en en gardant huit) et cadre avec la création de 15 ouvertures circulaires de 20 m de largeur dans le couvert forestier (0,0314 ha par ouverture) pour une autre tranche de 10 % de la surface terrière. Ces ouvertures, qui doivent être associées à des couloirs ouverts, peuvent être situées à des endroits dans lesquels les pins rouges sont de moindre qualité. Après 15 ans, on peut mener un autre programme de création de moyens d'accès (grâce à l'éclaircissage) et d'aménagement d'ouvertures selon les mêmes objectifs dans l'enlèvement de la surface terrière. Au moment d'écrire ces lignes, cette configuration pourrait soit consister à enlever une autre double rangée (soit les deux rangées du milieu parmi les huit rangées restantes); on pourra aussi enlever des rangées intermédiaires. Ces rangées permettent d'aménager les couloirs un peu plus étroits, de rompre l'aspect des rangées dans l'ensemble du peuplement, de veiller à ce que la régénération ne soit essentiellement pas bouleversée dans les couloirs originels et de prévoir des ouvertures plus grandes dans les cas où les doubles rangées rejoignent les rangées intermédiaires.

Cette option consiste essentiellement à adopter, pour cette plantation, le modèle d'une forêt multicouche et diverse, dotée du plus haut niveau de diversité structurelle et biologique parmi toutes les options envisagées. Il faudra que le propriétaire foncier apporte un concours considérable, notamment en préparant le site, en plantant des arbres, en exerçant une surveillance, en assurant l'entretien cultural, en enlevant les arbres dangereux et en réalisant potentiellement d'autres traitements complémentaires.

Comme dans l'option 4, cette option crée des conditions de très grande ouverture dans un peuplement qui n'a jamais été éclairci, et le risque de dommages causés par le vent, la glace et la neige sera très considérable, même après le deuxième éclaircissage, puisque le traitement **n'a pas** pour objectif de permettre que les meilleurs arbres du peuplement profitent des ressources. Les arbres de qualité inférieure subsisteront, et il se pourrait qu'on ne puisse guère améliorer la stabilité et la croissance.

Hormis l'option 6, cette option apporte les rendements les plus valorisés, et les deux récoltes réuniront des arbres de qualité inférieure et des arbres de plus grande valeur, ce qui devrait faire en sorte que chaque traitement sera tout aussi attrayant pour les exploitants.

Option 6 – Rasage selon les normes

C'est cette option qui permettra de réaliser la valeur finale la plus importante dans le peuplement actuel. Du point de vue de la foresterie et parce qu'il n'y a pas eu d'éclaircissage, un rasage mené à cette étape tient compte du fait que la plantation a atteint son âge de rotation économique. Pour préserver la valeur patrimoniale naturelle des pins matures dans le domaine boisé projeté, nous recommandons de conserver les arbres d'avenir les plus importants et les plus stables à raison de 25 par hectare, soit un total de l'ordre de 104 à 120 arbres dans l'ensemble du site.

Cette approche permettrait au propriétaire d'encaisser la valeur finale la plus élevée pour la fibre ligneuse qui a poussé sur ce site, en évitant les difficultés risquées lorsqu'on essaie de se consacrer à la gestion forestière dans un peuplement qui a été négligé et laissé dans un état de surboisement sévère, qu'il est difficile de réaménager. En faisant appel à ce « redémarrage » écologique, le propriétaire pourrait créer un plan de restauration qui permettrait de résoudre le mieux possible les problèmes déjà évoqués des points de vue biologique, récréatif et sécuritaire.

Dans l'ensemble, ces types d'opérations de « rasage » ne sont souvent pas bien accueillis par le public; le matériel lourd et l'aspect dévasté des peuplements peuvent donner lieu à d'importantes controverses à court terme. Pour des raisons de sécurité, il faudrait exclure complètement le public pendant les trois ou quatre semaines de récolte, ce qui obligerait à surveiller par la suite les arbres à valeur de conservation du point de vue de la chute et de la rupture potentielles des arbres.

Cette option est celle qui constitue la meilleure source de revenus, et il serait probablement facile de faire appel à un exploitant en raison des cubages considérables.

Les difficultés de la récolte forestière dans un environnement urbain peuvent se répercuter sur l'attractivité des récoltes ou sur toutes les options envisagées dans ces pages.

5.0 Recommandations et plan de gestion

Après un examen du rapport provisoire par la Ville d'Ottawa, on nous a donné des directives sur la façon d'enchaîner avec la section 5.0 : « Après une évaluation préliminaire des options offertes, le personnel de la Ville a fait savoir que l'option 6, dans son libellé actuel, est la plus viable, puisque la sécurité du public est la priorité absolue. » Toutes les options sauf l'option sont sylvicolement viables, et chacune comporte ses risques et ses possibilités. Les différents propriétaires fonciers ou les différents sites peuvent donner lieu à des priorités également différentes, ce qui pourrait vouloir dire qu'il faut choisir l'une des autres options. Nous sommes conscients de l'inquiétude de la Ville pour la sécurité et nous serions d'accord si elle devait être propriétaire de ce peuplement, l'**option 6 (Rasage selon les normes)** permet d'exercer le contrôle le plus rigoureux des risques et de l'état projeté du domaine boisé. Le lecteur trouvera ci-après un plan de gestion global qui comprend les étapes essentielles à réaliser pour respecter les principes décrits dans l'option 6 sur un horizon de 20 ans.

Étapes à suivre :

- 1. Lutte contre le nerprun**
- 2. Balisage et marketing**
- 3. Récolte**
- 4. Préparation du site**
- 5. Plantation d'arbres**
- 6. Entretien cultural**
- 7. Surveillance et expertise**
- 8. Sensibilisation et information du public**

Chaque étape de ce plan de récolte est un projet en soi, qui oblige à prévoir une évaluation détaillée du site, puis à prescrire ce qui se rapporte aux délais et aux conditions du site à l'heure actuelle. Dans la Demande de propositions, on n'exigeait pas de déposer une estimation des coûts pour gérer le site dans l'une des options proposées. Toutefois, à chacune des étapes, il faut consacrer à la saine gestion du peuplement certains coûts, dans les services professionnels et techniques, l'équipement, les contrats opérationnels et les matériaux comme les stocks de reproduction et les produits chimiques.

1. Lutte contre le nerprun

Comme nous l'indiquons dans la section 4, il faut évaluer intégralement, en prévision du traitement, le nerprun et d'autres espèces envahissantes. Le problème existant de nerprun, s'il n'est pas traité, se répercutera sur l'état projeté du domaine boisé. Nous recommandons de suivre la directive de la section 4, en procédant à un prétraitement chimique en deux étapes dans toute la zone à gérer. Réaliser ces travaux pendant que le peuplement est toujours surboisé sera plus économique, puisque le nerprun existant ne sera pas aussi vigoureux à l'ombre. Le traitement initial devrait être foliaire, et selon son efficacité, le deuxième traitement peut être foliaire ou cortical.

Il serait préférable de mener des opérations de récolte pendant l'année suivante (présumément en hiver) et avant la feuillaison. Les évaluations du nerprun et les réactions des autres espèces envahissantes dans les opérations de récolte devraient se dérouler dans les premières années suivant cette récolte. Il se peut qu'on doive exercer un contrôle plus rigoureux au moment de la préparation ou de l'entretien du site. En exerçant une surveillance jusqu'au stade de l'autonomie de croissance des arbres nouvellement établis et à plusieurs reprises par la suite, il faudrait évaluer la présence et l'impact des espèces envahissantes et déterminer si on peut avoir besoin d'une certaine forme de contrôle complémentaire.

2. Balisage et marketing

La directive qui nous a été donnée pour l'option 6 porte sur un rasage selon les normes. Après une expertise complémentaire du peuplement, on peut préparer un cahier des charges détaillé pour le balisage des arbres afin de répertorier environ 25 arbres à valeur de conservation par hectare (soit un total de 104 à 120 arbres dans l'ensemble du site). Notre inventaire indique que ces arbres dominants devraient avoir un dhp d'au moins 27 cm, voire plus. Les baliseurs devraient sélectionner les arbres à valeur de conservation les plus vigoureux et les plus résistants au vent, en tâchant de les répartir dans l'ensemble du site. Les arbres qui portent actuellement des cavités fauniques seraient l'exception. Nous en avons trouvé quelques-uns seulement pendant notre inventaire; toutefois, il pourrait s'agir d'une priorité, surtout sur la lisière sud, proche de l'habitat de feuillus existants de la propriété voisine. En balisant les arbres à valeur de conservation avec un anneau de peinture bleue ou une autre couleur de rétention, on précisera clairement à l'exploitant qu'il faut les conserver et les contourner attentivement, sans endommager les tiges ou les réseaux racinaires.

Une autre considération, pour la création de l'habitat faunique, consisterait à accroître le nombre d'arbres cavitaires en sélectionnant de 40 à 50 arbres environ dans la catégorie des tailles de 25 cm à 27 cm qui font partie des arbres à récolter et à les baliser pour l'échicotage (opération dans laquelle l'exploitant coupe l'arbre à une hauteur qu'on peut atteindre avec la flèche de la machine [de 3 à 5 m]). Ces chicots morts peuvent alors être utilisés par les perce-bois, puis par les oiseaux et les mammifères cavitaires spécialisés. À ces hauteurs moindres, ces chicots ne sont pas aussi inquiétants du point de vue de la sécurité. Lorsqu'ils se putréfient et tombent, ils font partie des débris ligneux grossiers du site.

Il serait aussi prudent de penser à l'aménagement des sentiers et à conserver moins d'arbres à valeur de conservation et d'arbres échicotés non loin des sentiers afin de réduire le danger représenté par les arbres à long terme.

Lorsqu'on approuvera le cahier des charges du balisage des arbres, on pourra établir un contrat de balisage, puis réaliser ces travaux et les vérifier.

Il faudrait aussi discuter de l'approche à adopter dans la récolte et l'orienter. Dans une approche portant sur l'ensemble de l'arbre, on transporterait les arbres entiers jusqu'au point de débarquement et on pourrait les transformer non loin du chemin forestier, en gardant la plupart des branches et des couronnes et en les empilant sur le bord du chemin. On enlèverait ensuite les débris de bois sur le site de plantation principal pour en faciliter la gestion (déchiquetage et brûlage, entre autres); or, on élimine aussi, par le fait même, les nutriments des aiguilles et des branches sur le site principal. Il pourrait s'agir d'un motif d'inquiétude, puisque l'analyse des sols laisse entendre qu'il s'agit d'un site faible en nutriments. Les approches relatives à la longueur des arbres et aux arbres coupés à la longueur voulue permettent de laisser sur le site les couronnes et les branches. Il s'agit d'une meilleure solution pour la rétention des nutriments; or, cette solution crée un environnement plus difficile pour la plantation et augmente le risque d'incendie dans les premières années.

Il faudrait établir une estimation des cubages de bois et déterminer le projet et l'approche à adopter dans la récolte pour vendre le bois (dans des appels d'offres et dans des ventes aux enchères). Pour exercer un contrôle dans le choix de l'exploitant le plus compétent pour ce travail et dans la valorisation du bois à vendre, nous recommandons de commercialiser le cubage du bois et de l'annoncer aux exploitants potentiels, avec les attentes contractuelles.

3. Récolte

Il faudrait établir un contrat à signer par l'exploitant retenu. Ce contrat devrait comprendre toutes les exigences pertinentes des travaux : le type d'équipement à utiliser et la méthode de déboisement (longueur des arbres et bois court, entre autres), le calendrier des opérations, l'échéance à respecter, les exigences relatives à l'accès et au débarquement, la sécurité et les considérations relatives aux avis publics, entre autres. Le propriétaire foncier devra surveiller attentivement les travaux de récolte et le contrat.

Si on plante éventuellement des pins rouges ou blancs, il faudrait penser à épandre un fongicide homologué sur les souches pour prévenir la propagation de la pourriture racinaire *Heterobasidion*, qui pourrait être présente sans toutefois être détectée, dans les semis d'arbres plantés.

4. Préparation du site

À la fin des travaux de récolte, il faudrait recueillir les données sur le terrain pour permettre de déterminer les cahiers des charges pour la préparation du site, la plantation et l'ensemencement des arbres, ainsi que pour l'entretien cultural. Quelques facteurs entrent en ligne de compte lorsqu'il s'agit de prendre des décisions dans le type de préparation du site et dans son intensité :

- i. Le volume et la distribution des débris : nuiront-ils aux efforts de plantation des arbres ou s'agira-t-il d'un risque d'incendie?
- ii. Les espèces d'arbres à planter et la population des chevreuils : le chêne, le pin blanc et le bouleau jaune sont bien connus pour être les favoris des chevreuils, et leur plantation dans la zone des débris de déboisement peut permettre de réduire la pression du broutage sur le domaine boisé.
- iii. Le volume de végétation rivale sur le site : la préparation mécanique du site sera-t-elle suffisante ou faudra-t-il faire appel à un traitement chimique?
- iv. La préférence visuelle ou écologique : la répartition égale des débris de bois sur l'ensemble du site, les andains ou les piles périodiques font partie des options.

- v. La sécurité : une approche particulière dans la préparation du site pourrait-elle donner lieu à des inquiétudes dans l'augmentation des risques d'incendie ou faire craindre que des personnes soient blessées en tentant d'avoir accès au site?

Après avoir pris les décisions portant sur ces facteurs, on peut mettre au point le cahier des charges pour la préparation du site, déterminer une approche dans l'attribution des contrats et procéder à la mise en œuvre. Selon les besoins du propriétaire foncier, la préparation du site peut se dérouler dans la même année que la récolte ou dans l'année suivante. Attendre plus longtemps, c'est engager d'autres coûts dans l'entretien cultural, puisque la banque de semences commencera à germer et que les plantes indigènes et non indigènes pousseront, ce qui créera des difficultés pour la plantation des arbres et pour répondre aux autres besoins dans la préparation chimique du site.

5. Plantation

Les options sont nombreuses pour le type d'espèces à planter et pour la configuration de la nouvelle forêt du point de vue de l'espacement des arbres et du modèle de plantation. En outre, on peut aussi planter des semences; toutefois, nous ne recommandons pas de s'en remettre uniquement à l'ensemencement, puisque le succès est moins certain. Nous recommandons vivement de prévoir une expertise attentive du site, en plus de confirmer des objectifs du domaine projeté boisé. Il faudrait consulter l'*Afforestation Guide for Southern Ontario* (MRNF, 2019), qui constitue un ouvrage pertinent et d'actualité. Les chapitres 2 et 3 donnent des conseils sur l'établissement et sur la croissance précoce, de même que sur le contrôle de la rivalité parmi les arbres. L'ensemble de ce guide serait utile pour ceux qui sont responsables des cahiers des charges pour l'établissement et l'entretien cultural des arbres, ainsi que pour l'ensemble de la gestion à long terme du nouveau domaine boisé.

Voici les considérations importantes :

- i. Espèces d'arbre

Nous recommandons vivement de faire appel à des espèces indigènes qui sont parfaitement adaptées au site. Il faut tenir compte des espèces et de leur source d'ensemencement à la lumière de la modélisation actuelle des dérèglements climatiques, et il faudrait probablement éviter les espèces qui sont moins aptes à survivre dans ces zones, dont l'épinette blanche.

D'après l'analyse des sols, notre expertise du peuplement de pins rouges et l'appendice 1 de l'*Afforestation Guide* (MRNF, 2019), nous recommanderions de considérer les espèces indigènes suivantes : le pin blanc, le chêne rouge, le chêne à gros glands, le chêne blanc, le pin rouge, le cerisier tardif, le tilleul d'Amérique et l'érable rouge. Bien que l'entretien cultural destiné à protéger les jeunes arbres plantés contre la rivalité soit une obligation dans la plupart des plantations, il est particulièrement pertinent d'établir les espèces de feuillus. En outre, il se pourrait qu'on doive protéger les feuillus si les populations de chevreuils et de rongeurs sont assez élevées pour endommager les nouveaux arbres plantés. Les plantations qui ne sont pas constituées de conifères purs comportent elles aussi un risque moindre d'incendie.

- ii. Aménagement de la plantation

Il faut réfléchir à la proportion des différentes espèces et à leur configuration en rangées ou en modèles plus aléatoire en fonction des éventuels besoins dans l'entretien cultural ou dans

l'éclaircissage. En outre, l'espacement effectif entre les arbres a une incidence sur leur survie, leur croissance et le besoin de les éclaircir. Bien qu'il ne soit pas probable qu'il faille les éclaircir dans cette plantation, en raison de leur localisation sur le territoire de la ville, des débouchés éventuels ou de la complexité de l'ensemble des espèces, il faudrait envisager un espacement plus large au moment de l'établissement des arbres. Les diagrammes de gestion de la densité et les considérations relatives à la planification des récoltes, dont il est question dans la section 2, peuvent servir à prendre des décisions dans l'espacement optimal et dans le nombre total d'arbres à établir. Ces éléments sont particulièrement utiles dans le cas des plantations d'espèces pures.

iii. Stocks de plantation, origine des semences et pépinières

Dans la détermination des espèces, le rédacteur du cahier des charges doit aussi tenir compte :

- de la source des espèces d'arbres : pépinière locale ou autre source lointaine;
- du type de stock que produisent les pépinières (importance et coûts);
- de la source des semences et de leur adaptation aux dérèglements climatiques;
- du nombre d'espèces à acquérir en fonction de la date de plantation proposée.

Après avoir fixé son choix sur ces facteurs et sur d'autres considérations, le rédacteur du cahier des charges peut définir les charges dans la plantation des arbres et dans l'entretien cultural initial. Le propriétaire peut ensuite commander les arbres et sélectionner l'entrepreneur qui sera chargé de les planter. Ces travaux peuvent se dérouler au printemps ou à l'automne : ainsi, selon la rapidité avec laquelle tous ces facteurs se mettent en branle, il se peut qu'on doive compter une autre année après la préparation du site.

6. Entretien cultural

L'objectif de l'entretien cultural consiste à maximiser la survie des arbres nouvellement plantés et à s'assurer qu'ils parviennent le plus tôt possible à une autonomie de croissance. Un programme régulier de surveillance apporte l'information essentielle sur l'importance, le type et l'intensité de la concurrence et sert à déterminer quand il faut envisager d'autres traitements dans l'entretien cultural. Il n'est pas inhabituel de prévoir trois traitements d'entretien cultural distincts dans les premières années de l'établissement d'une plantation. Puisqu'il s'agit d'un type de plantation post-récolte (plutôt que dans un champ ouvert), il est probable que l'entretien cultural chimique soit le traitement le plus facile à mettre en œuvre et le plus économique. Voici les facteurs qui se répercuteront sur les options de l'entretien cultural :

- l'efficacité de la préparation du site;
- les espèces d'arbres plantées et leurs proportions;
- l'aménagement et l'espacement de la plantation (rangées);
- la taille du stock de plantation;
- la productivité du site;
- les mauvaises herbes vivaces et les mauvaises herbes annuelles.

Chaque année suivant l'établissement de la plantation, les résultats de la surveillance permettent d'établir le cahier des charges de l'entretien cultural, en passant les contrats et en réalisant les travaux.

7. Surveillance et expertise

Il faudrait surveiller des arbres établis à différentes époques pendant la durée de l'établissement. Aussitôt après la plantation, il faudrait expertiser la qualité de plantation des arbres pour savoir le contrat de plantation a été respecté et s'il faut adopter des mesures correctives. Dans chacune des premières années (en déterminant le nombre d'années d'après la réaction), il faut expertiser la survie et la croissance pour déterminer les besoins dans la plantation de reboisement et dans l'entretien cultural. Il faudrait en définitive procéder à une expertise de l'autonomie de la croissance pour confirmer que les arbres plantés sont affranchis de toute rivalité, qu'ils sont assez gros pour être autonomes dans leur croissance et qu'ils sont répartis sur l'ensemble du site afin de respecter les objectifs de l'état projeté du domaine boisé. Il faudrait définir et mettre en œuvre une méthodologie pour l'expertise de l'autonomie de croissance entre les années 5 et 10 suivant la plantation.

Lorsqu'on détermine que la plantation est autonome dans sa croissance, on réduit les activités de surveillance et de gestion pendant que les arbres continuent de croître. Dans les années 10 à 20 du plan de gestion, il se peut qu'on doive exercer une surveillance uniquement d'après un cycle de cinq ans. Le premier éclaircissage n'est généralement pas nécessaire avant la période comprise entre la 25^e et la 30^e années, voire au-delà, si l'espacement initial est large.

Il faudra continuer de surveiller chaque année (et suivant les grands épisodes météorologiques) les grands pins rouges à valeur de conservation pour en déterminer la stabilité et pour savoir s'il est nécessaire d'enlever des arbres dangereux afin de protéger le public.

8. Sensibilisation et information du public

Si elle devait acheter cette propriété et réaliser le plan de gestion ci-dessus, la Ville d'Ottawa susciterait beaucoup d'intérêt dans l'opinion publique et devrait donner de l'information et des directives sur la sécurité. Nous recommandons que la Ville mette au point un plan d'information et de sensibilisation du public qui correspond directement aux activités exposées dans le Plan de gestion de la forêt. Le site et ce projet offrent, aux citoyens d'Ottawa, une occasion formidable d'apprendre la foresterie en général et la foresterie urbaine en particulier. La Ville devra se pencher attentivement sur chacune des étapes du plan pour déterminer les moyens de publier des avis, pour préciser les cas dans lesquels elle doit restreindre l'accès et la durée des interdictions, établir les interventions des autres directions générales, par exemple dans les transports, et se pencher sur les moyens de diffuser les messages sur chacune des activités d'exploitation forestière. Elle pourrait avoir l'occasion de mobiliser les citoyens et les bénévoles de la localité en leur confiant certaines tâches.

6.0 Ouvrages cités et consultés

Beckwith, A.F. et Roebbelen, P., 1983, Red pine plantation growth and yield tables, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Institut de recherche forestière de l'Ontario. Sault-Sainte-Marie (Ontario) : Rapport de recherche forestière no 108.

Newton, P.F., 2022, Development of a climate-sensitive structural stand density management model for red pine, Forests, Volume 13, 1010, 22 pages.

Newton, P.F., 2022, Potential utility of a climate-sensitive structural stand density management model for red pine crop planning, Forests, Volume 13, 1695, 33 pages.

MRNFO, 2019, Afforestation Guide for Southern Ontario, Toronto, Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 320 pages.

Ryall, K.L. et Smith, S.M., 2005, Patterns of damage and mortality in red pine plantations following a major ice storm, *Revue canadienne de recherche forestière*, 35:487-493.

Smith, D.J. et Woods, M.E., 1997, Red pine and white pine density management diagrams for Ontario, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, North Bay (Ontario), Rapport technique 48 de la SCSS.

Thiffault, N., Hoepting, M.K., Fera, J., Lussier, J.M. et Larocque, G.R., 2021, Managing plantation density through initial spacing and commercial thinning: yield results from a 60-year-old red pine spacing trial experiment, *Revue canadienne de recherche forestière*, 51: 181-189.

Appendice 1 – Donnée d’analyse des tiges

- On a sélectionné un arbre renversé pour en analyser les tiges.
- Cet arbre, planté non loin du chemin privé Billy Bishop, a pu être favorisé dans sa croissance à partir du moment où on a enlevé une partie de la plantation pour permettre d’aménager le domaine.
- C’est pourquoi il n’est peut-être pas parfaitement représentatif de l’arbre moyen du centre de la plantation (soit un DBHq de 20,08 cm).
- Voici les données pour l’arbre dont on a analysé les tiges :
 - dhp = 25,3 cm
 - hauteur totale = 20,0 m
 - couronne vivante = 5,0 m (de 15,0 m à 20,0 m)
 - largeur de la couronne = de 2 à 3 m
 - hauteur marchandable maximum = 15,0 m (diamètre marchandable minimum = 13,0 cm)

Hauteur le long de la tige	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Diamètre	25,7	25,7	25,0	25,0	23,6	22,8	22,8	21,6	21,4	20,8	20,2	19,1	18,2	17,2	16,2	13,5	12,2	8,3







Appendice 2 – Problèmes de santé des pins rouges

Chancre scléroderrien

Cette maladie grave peut amener et faucher les pins gris et les pins rouges dans les forêts naturelles, les plantations et les pépinières. L'Ontario a deux souches connues de ce champignon. La souche nord-américaine infecte les jeunes arbres, mais tue rarement les arbres de moins de 2 m. La souche européenne, plus virulente, peut tuer des grands arbres. Le premier indice de l'infection est une décoloration rougeâtre et brunâtre à la base des aiguilles, en mai ou en juin. Les aiguilles penchent aussi vers le bas à mesure que l'infection progresse. En été, les aiguilles et les bouts des branches jaunâtres deviennent brunâtres. Le champignon progresse alors sur les branches et atteint la tige principale, où elle forme un chancre qui peut tuer l'arbre au-delà de ce point. Parce que le champignon infecte généralement les branches inférieures, l'émondage est une mesure de contrôle efficace.

Les maladies racinaires sont parfois appelées « maladies du site » parce qu'elles perdurent, pendant de nombreuses années, voire même des dizaines d'années, dans les souches et les racines des arbres morts ou récoltés, qui peuvent transmettre ces maladies au nouveau peuplement. (Manion, 1991). Ce problème est peut-être moins important pour l'ancien domaine agricole, puisqu'il y a peu d'arbres morts ou qu'il n'y en a pas du tout pour propager l'infection. Or, il s'agit d'une considération importante pour la plantation en sous-étages des plantations de conifères ou lorsqu'il s'agit de replanter les mêmes espèces après une campagne de récolte sur un site. (Cf. les détails dans la section 4.5.2.) L'origine de l'infection est parfois évidente : arbres morts dont les racines sont de toute évidence putréfiées ou organes fructifères fongiques sur les souches infectées. Les feuillus comme les conifères sont susceptibles aux maladies racinaires, surtout durant leur stade juvénile. Pour les maladies racinaires, une importante source d'alimentation (soit les racines et les souches) déjà colonisée par le champignon apporte beaucoup d'énergie, ce qui permet au champignon de se reproduire. Bien qu'il ne soit pas possible d'enlever complètement l'inoculum d'un site, le dessouchage permet de réduire considérablement le risque de contamination par l'inoculum, ce qui peut amoindrir l'impact des maladies racinaires à un niveau satisfaisant. (Morrison et Mallett, 1996.) C'est sur les sites faciles d'accès et très productifs, qui comportent peu de sources d'infection, que cette technique est la plus utile.

Pourridié-agaric

Le pourridié-agaric est causé par un certain nombre d'espèces comparables dans le gène armillaire. On le reconnaît aux organes fructifères (champignons) distinctifs qui apparaissent à l'automne, ainsi que grâce aux « lacets de chaussures », qui s'apparentent à des rhizomorphes noirs qui poussent sous l'écorce des arbres très infectés et sur les racines infectées, en se propageant sur plusieurs mètres dans les sols environnants. On observe souvent l'éventail mycéliel qui pousse entre le bois et l'écorce des arbres déclinants.

L'*armillaria* a une gamme de plantes hôtes très vaste. Il infecte presque tous les conifères et feuillus, ainsi que certaines herbacées. Cette maladie se propage par contact direct entre les racines et le mycélium dans les sols et par les greffes racinaires des arbres infectés sur les arbres sains, et les organes fructifères produisent d'abondantes spores.

Chez les jeunes arbres, les infections peuvent causer un déclin fulgurant et la mortalité, alors que dans les vieux arbres, la maladie peut commencer par une carie de la souche ou par un pourridié des racines et attendre d'autres événements stressants (dont la défeuillaison par les insectes et la sécheresse) avant de causer un déclin significatif. Les arbres infectés sont susceptibles d'être déracinés par le vent, ce qui peut créer des risques pour les travailleurs pendant les opérations d'éclaircissage. Les souches des arbres morts ou récoltés peuvent servir de source d'inoculum pendant de nombreuses années.

Il est parfois difficile de gérer les infections causées par l'*armillaria*, et il est improbable qu'on puisse complètement l'éradiquer lorsqu'elle est établie. Les options les plus prometteuses pour gérer cette maladie consistent à réduire l'inoculum et à favoriser l'établissement d'espèces plus résistantes. Pour réduire l'inoculum, il faut généralement enlever les souches; il se peut aussi qu'on doive laisser en jachère un site pendant une certaine durée. Pour choisir les espèces résistantes, il faut répertorier certaines espèces de l'*armillaria* présentes sur le site, puisque chaque espèce a en quelque sorte des préférences différentes pour les hôtes. Pour en savoir plus sur cette maladie, veuillez consulter Whitney et Dumas (1994).

Pourriture racinaire Heterobasidion

Cette maladie est aussi connue sous l'appellation de « pourriture racinaire de l'*annosum* » (d'après un ancien nom du pathogène). Le champignon, qui a plus de 150 hôtes, se propage généralement sur les conifères. Il s'agit de l'une des maladies les plus graves dans les plantations de pins rouges de l'Ontario. Le champignon produit des organes fructifères à la base des arbres vivants et sur les souches infectées dans la foulée des précédentes opérations d'éclaircissage. À l'automne, des organes fructifères blancs et bruns se forment sur le collet racinaire des arbres fortement infectés. L'hyphe fongique colonise les racines, les tue et les putréfie. L'infection peut tuer rapidement les jeunes arbres, mais aussi les grands arbres après quelques années d'infection. Les jeunes arbres affichent des symptômes comme la réduction de la croissance des branches, les aiguilles chlorosées (jaunissantes) et l'« atteinte subie par les cultures » des cônes (soit une récolte qui se produit quand un arbre meurt et essaie de se reproduire une dernière fois). Les arbres matures font généralement état d'une réduction initiale de leur croissance, et les arbres affaiblis deviennent de plus en plus susceptibles d'être déracinés par le vent, puisque les racines mortes cessent d'en assurer la stabilité. Généralement, les arbres infectés meurent en groupes dans un modèle circulaire (les « pochettes ») qui résulte de la transmission de la maladie d'un arbre initialement infecté aux arbres vigoureux des environs par le truchement des greffes racinaires.

Plusieurs stratégies permettent d'enrayer les dommages causés par cette maladie :

- **Contrôle** : Le contrôle du champignon est très pratique durant l'infection initiale. Pendant l'éclaircissage, on peut traiter les souches fraîchement coupées en faisant appel à un certain nombre de produits fongicides homologués qui préviennent la germination et la croissance fongiques.
- **Circonspection dans le déboisement** : L'infection peut aussi se produire sur les blessures des racines et sur la tige inférieure; c'est pourquoi on réduit la fréquence de l'infection en minorant les dommages causés aux arbres résiduels.

Déclin des pochettes de pins rouges

Une combinaison (un complexe) de problèmes de santé explique les taux de déclin et de mortalité sans précédent de certaines des plus vieilles plantations de pins rouges de l'Ontario (soit celles qui ont plus de 60 ans). Ce « déclin des pochettes de pins rouges » a été attribué à un certain nombre de facteurs et d'agents causaux :

- **Maladies racinaires** : Présence de maladies racinaires, dont le pourridié-agaric *armillaria* et la putréfaction racinaire Heterobasidion. Veuillez consulter les sections 5.4.1 et 5.4.2 pour des détails.
- **Déficiences en nutriments** : Les arbres malsains ont plus de difficulté à résister aux infections. Un déficit en fer est particulièrement dommageable. Ce déficit peut se produire dans les sols alcalins, qui rendent le fer insoluble et par conséquent indisponible pour les arbres. On peut reconnaître cette déficience au jaunissement de la croissance dans l'année en cours, à la réduction de la croissance globale, à l'éclaircissage des couronnes et au dépérissement des couronnes. Cette déficience est exacerbée par la sécheresse. Les plantations établies sur les

sites dont les horizons de sol alcalin sont supérieurs (A et B) sont très susceptibles de souffrir du déclin précoce (soit moins de 40 ans).

- **Insectes** : Les scolytes et les cochenilles, qui ne sont parfois que de la vermine secondaire, ont tendance à attaquer les arbres qui sont déjà stressés.
- **Autres facteurs prédisposants du site** : Il s'agit de l'horizon C des sols alcalins. C'est sur les sites acides que les pins rouges se développent le mieux, et lorsque les racines atteignent le sol dont le ph est aussi élevé, les pins ne peuvent pas survivre, puisqu'en fait, la profondeur des racines est restreinte.

L'analyse du ph des sols fait partie des options de gestion pour corriger ce problème, avant d'établir des pins rouges, en évitant les sites dont le ph est plus élevé dans les horizons de sols supérieurs. La surveillance fréquente de la vigueur de la plantation permet de détecter les problèmes et de réagir avant qu'ils s'aggravent. Veuillez consulter la fiche factuelle ci-après pour les « Recommandations de gestion modifiées afin d'établir et de gérer des plantations de pins rouges », mises au point par comté de Simcoe et le MRNFO.



County of Simcoe
County Forests
1110 Highway 26,
Midhurst, Ontario L0L 1X0

Main Line (705) 726 9300
Toll Free 1 866 893 9300
Fax (705) 726 9832
Web simcome.ca



MODIFIED MANAGEMENT RECOMMENDATIONS TO ESTABLISH AND MANAGE RED PINE PLANTATIONS *Based on the presence or future probability of red pine decline*

By **Bob Hutchison¹, Graeme Davis², John McLaughlin³**

¹ Forest Technician, County of Simcoe (retired)

² County Forester, County of Simcoe, 1116 Highway 26, Midhurst, ON, L0L 1X0

³ Forest Research Pathologist, Ontario Forest Research Institute, 1235 Queen St. E., Sault Ste. Marie, ON, P6A 2E5

ESTABLISHING RED PINE PLANTATIONS

Before planting red pine, check the pH of the A, B, and C soil horizons. For the C horizon, sample at a depth of about 1.5 m.

1. If A and/or B horizons are alkaline (pH > 7):

- Do not plant red pine

Crop is likely to fall by 30 to 40 years of age due to nutrient deficiency.

2. If A and B horizons are acidic but the C horizon is alkaline:

- Reasonable growth and longer rotations are possible but the stand will be predisposed to root disease, especially if the combined depth of the A and B horizons is <1 metre

Amillaria root disease will reduce stand health but without post-thinning stump treatment Annosus root rot will also increase.

Sites with compacted soil (bulk density >1.4) will be more susceptible to root rot because red pine does not root well in dense soil – especially if it is alkaline.

Richer soils may result in more root disease and as such are not necessarily better red pine sites.

MANAGING YOUNG (<50 YEARS) RED PINE PLANTATIONS

Check the pH of the C horizon to determine if future decline is probable. (If the plantation is in reasonable health at this stage it is unlikely that the A or B horizons are alkaline.)

If the C horizon is alkaline:

- If not already present in the understory, consider options to establish desirable species as soon as possible
- Ensure that an aggressive thinning regimen is in place (i.e., consider light selection thinning in addition to row removal at first thinning)

RECOMMENDATIONS BASED ON LEVEL OF PLANTATION DECLINE

The recommendations provided below are applicable where a typical prescription for a healthy stand in the 50 to 70+ year age class would include a 25 to 35% reduction in suppressed or poorly formed stems and improved spacing (typical residual target basal area of 28-30 m² ha⁻²).

Management objectives include maximizing timber values and moving towards stand conversion.

1. Stand is relatively healthy but has occasional decline pockets and/or scattered individual mortality:

- Mark as for regular selection cutting but with more emphasis on trees of smaller diameter class and poorer quality or declining health and that affect final stand spacing
- Mark two live trees surrounding decline pockets or unhealthy stems
- PLUS, when approaching decline pockets switch to marking from above and remove larger diameter trees (maintaining prescribed % reduction) within 50 to 75 m around the declining stems.

2. Stand has scattered decline pockets and/or scattered individual mortality throughout:

- Mark entire stand from above for selection cutting but emphasize the removal of larger diameter classes and unhealthy trees with declining crowns regardless of diameter
- OR, if marking from above seems unnecessary:
- Mark all trees with thinning or declining crowns (some openings will be created and basal area may be substantially reduced)
- Where basal area remains above the target, reduce it to 26 to 28 m² ha⁻² using spacing as the main criteria.

3. Stand exhibits severe decline throughout:

- Remove overstory leaving only white pine (if present)
- Consider retaining areas with little commercial value to minimize damage to regeneration and to provide wildlife habitat

For all scenarios, monitor stands biannually to check for continued spread of decline. If no further measures (marking and removal) may be necessary.

Complete overstory removal is a feasible option where adequate advanced regeneration is present. Where this is not the case, consider other approaches to ensure adequate regeneration following harvest.

In younger (30-50 years) stands, sampling soil may help to determine the likelihood of future decline problems. Where the C horizon is alkaline, decline is more likely and it is prudent to assume a younger rotation age and consider options to ensure adequate advanced regeneration.

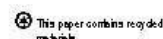
For more information about management recommendations for red pine plantations, contact Graeme Davis, R.P.F., County of Simcoe [Graeme.Davis@Simcoe.ca; (705) 726-9300 ext.1177] or John McLaughlin [John.mclaughlin@ontario.ca; (705) 946-7419].

50618
(3K P.R. 10 04 30)

© 2010, Queen's Printer for Ontario
Printed in Ontario, Canada

Cette publication hautement spécialisée *Mortality in Southern Ontario Red Pine Plantations: Causes, Consequences, and Management Options* n'est disponible qu'en anglais en vertu du Règlement 411/97, qui en exempte l'application de la Loi sur

ISSN 0381-2650



les services en français. Pour obtenir de l'aide en français, veuillez communiquer avec le ministère de Richesses naturelles au information.onf@ontario.ca.

A & L Canada Laboratories Inc.

Report Number: C23103-10084
Account Number: 05585

2136 Jetstream Road, London, Ontario, N5V 3P5

Telephone: (519) 457-2575 Fax: (519) 457-2664

To: ERIC BOYSEN
364 GREER ROAD MABERLY, ON KOH 2B0
For:

SOIL TEST REPORT

Page: 1 | 1 | 1

Sample Number	Lab Number	Organic Matter	Phosphorus Bicarb	P ppm Bray-P1	Potassium Kppm	Magnesium Mg ppm	Calcium Ca ppm	Sodium Na ppm	pH	Blitter meq/100 g	CEC	Percent Base Saturations				% Na
Sample Number	Sulfur S ppm	Zinc Zn ppm	Manganese Mn ppm	Iron Fe ppm	Copper Cu ppm	Boron B ppm	Soluble Salts mslcm	Saturation % Al	Aluminum Al ppm	Saturation % Al	Nitrogen Nitrogen	K/Mg Ratio	ENR	Field ID		
	00437	1.5	7 L	13 L	43 L	84 L	300VL	56VH	5.5	6.4	9.7	1.1	7.2	15.4	73.8	2.5
	32VH	1.3 L	10 L	101 VH	0.5 M	0.3VL		1 VL	1181		2.4 MT		0.15	27		

OE VL = VERY LOW, L = LOW, M = MEDIUM, H = HIGH, VH = VERY HIGH, G = GOOD, MA = MARGINAL, MT = MODERATE PHYTO-TOXIC, T = PHYTO-TOXIC, ST = SEVERE PHYTO-TOXIC

The results of this report relate to the sample submitted and analyzed. All results are released based on acceptable QC data.

For more information, contact your local A&L office or visit our website at www.aandl.com

Results Authorized By: **Beth Wood, Agronomist**

A&L Canada Laboratories Inc. is accredited by the Standards Council of Canada for specific tests as listed on www.scc.ca and by the Canadian Association for Laboratory Accreditation as listed on www.cala.ca

Appendice 4 – Photos à vol d’oiseau historiques de la plantation de pins rouges du chemin Hunt Club



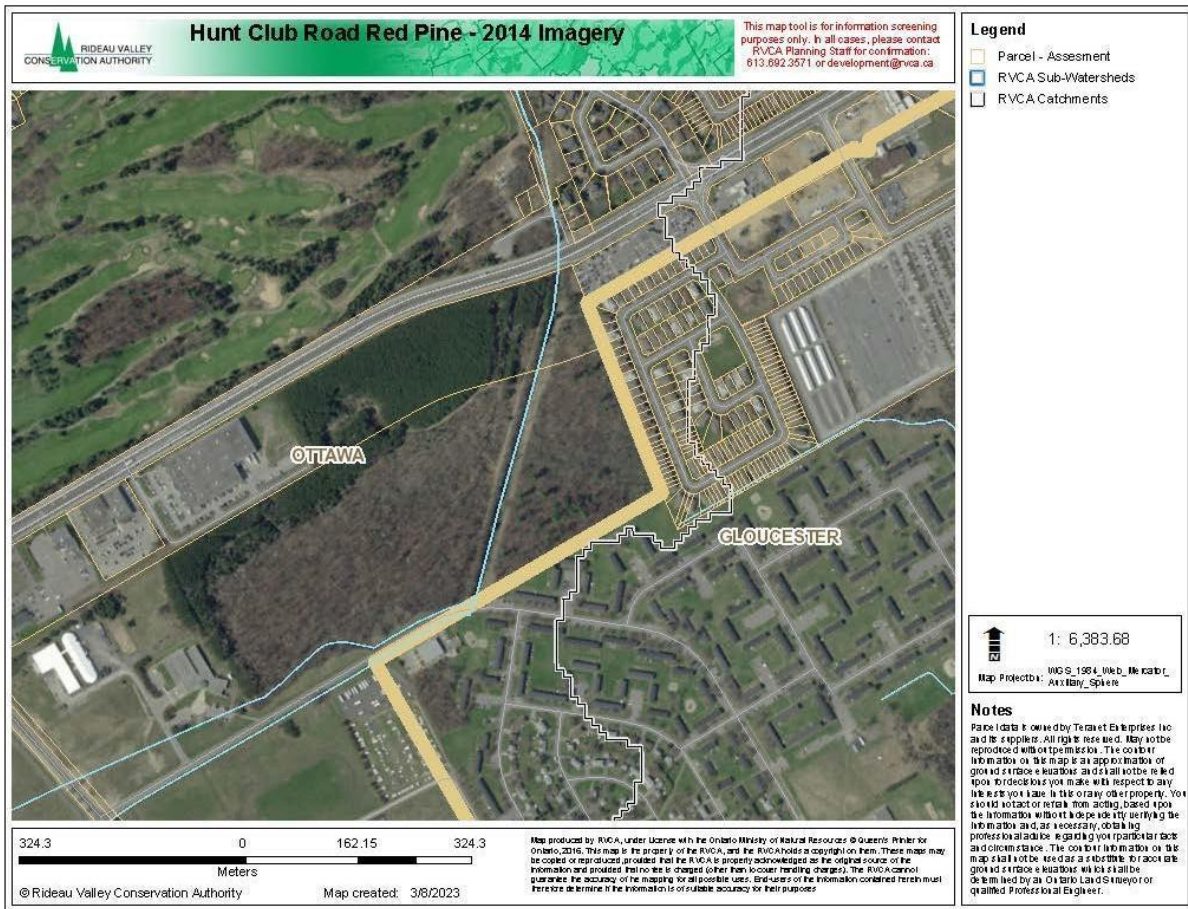
Photo à vol d’oiseau de 1953



Photo à vol d’oiseau de 1978



Photo à vol d'oiseau de 1991



Imagerie satellitaire de 2014

Appendice 5 – Données recueillies sur les parcelles

Hunt Club Road Marcl'2023

Plot 1		All Plot areas are Zoom2			
DND Lands	DBH	DBH*2	Basal Area	Vols/tem	
	25.3	640.09	0.050272669	0.452307445	
	321	103041	0.080928401	0.728119661	
	27.1	734.41	0.057680561	0.518956882	
	21.3	453.69	0.035632813	0.320591424	
	23.9	571.21	0.044862833	0.403634701	
	24.7	610.09	0.047916469	0.431108514	
	296	13761.6	0.086813606	0.619121826	
	24.8	615.04	0.048305242	0.434606338	
	27	729	0.05725566	0.515134008	
	27.3	745.29	0.058535077	0.526645027	
	30.2	912.04	0.071831622	0.644475413	
	238	56644	0.044488198	0.400264071	
	192	368.64	0.028952986	0.260492456	
	22.3	497.29	0.039057157	0.351400536	
	164	268.96	0.021124118	0.190055477	
	28.5	812.25	0.063794115	0.57396104	
	9	52441	0.041187161	0.370564369	
	17.8	316.84	0.024884614	0.22368897	
	192	368.64	0.028952986	0.260492456	
	26.8	691.69	0.054325333	0.488769605	
Total count	489.7	12332.59	0.968601619	8.714590556	

Average Density	24.49	24.83		
BArea	48.43	Vol/ha	435.7295278	
Height(m)	20			

Plot2		All Plot areas are Zoom2			
ONO Lands	DSH	DBH*2	Basal Area	Vols/tem	
	236	556.96	0.043743638	0.393565209	
	29.1	846.81	0.066580457	0.596382208	
	20.6	424.36	0.033329234	0.299865936	
	261	681.21	0.053502233	0.481364112	
	193	37249	0.029255865	0.263212986	
	209	436.81	0.034307057	0.308663492	
	20	445.21	0.034966793	0.314599193	
	28.1	533.61	0.041909729	0.377065374	
	268	718.24	0.056110529	0.507530658	
	22.3	497.29	0.039057157	0.351400536	
	199	396.01	0.031102625	0.279632947	
	254	645.16	0.050670866	0.455890064	
	22.8	497.29	0.039057157	0.351400536	
	174	302.76	0.02377877	0.213939605	
	21.6	466.56	0.036643822	0.329665765	
	20.7	428.49	0.033653905	0.302784322	
	23.1	533.61	0.041909729	0.377065374	
	20.4	416.16	0.032685206	0.294071562	
	19.5	380.25	0.029864835	0.268696442	
	192	368.64	0.028952986	0.260492456	
	20.3	412.09	0.032365549	0.291195574	
	176	309.76	0.02432855	0.21886022	
	20.9	436.81	0.034307057	0.308663492	
	346	1197.16	0.094024946	0.845950383	
	22.2	492.64	0.038707654	0.348256028	
	27.1	734.41	0.057680561	0.518956882	
	113.5	342.25	0.028880315	0.241844464	
	27.2	739.84	0.058107034	0.522793888	
	24.3	590.49	0.046377085	0.417258546	
	20.3	412.09	0.032365549	0.291195574	
	20.8	432.64	0.033979546	0.305716641	
Totals count	696.2	16048.3	1.260433482	11.34022088	

Average Density	22.46	22.75		
Density	1550			
BArea	63.02	Vol/ha	567.0113238	
Height(m)	20			

Plot3		Ottawa Airport Lands			
DBH	DBH*2	Basal Area	Vols/tem		
	20.1	404.01	0.031730945	0.285485995	
	229	52441	0.041187161	0.370564369	
	18.8	353.44	0.027759178	0.249751665	
	17.4	302.76	0.02377877	0.213939605	
	17	289	0.02269806	0.204216363	
	18.8	353.44	0.027759178	0.249751665	
	16.7	278.89	0.021904021	0.197072323	
	22.5	506.25	0.039760875	0.35773195	
	22.5	506.25	0.039760875	0.35773195	
	15.1	228.01	0.017907905	0.161118937	
	17.9	320.41	0.025165001	0.226411643	
	22.9	524.41	0.041187161	0.370564369	
	18.7	319.69	0.027464653	0.247101799	
	23.8	566.44	0.044488198	0.400264071	
	17.4	302.76	0.02377877	0.213939605	
	22.9	524.41	0.041187161	0.370564369	
	18.9	357.21	0.028055273	0.252415664	
	20.6	424.36	0.033329234	0.299865936	
	24.7	610.09	0.047916469	0.431108514	
	23.8	566.44	0.044488198	0.400264071	
	17.3	299.29	0.023506237	0.211487596	
	27.4	750.76	0.0596469	0.530510299	
	24.2	585.64	0.045996166	0.413831386	
	21.4	457.96	0.035981178	0.323608738	
	23.7	561.69	0.041151133	0.396907578	
	20.5	420.25	0.033060485	0.296961683	
	16.7	278.89	0.021904021	0.197072323	
	22.9	524.41	0.041187161	0.370564369	
	23.2	538.21	0.04227337	0.380337076	
	20.9	436.81	0.034307057	0.308663492	
	23.3	542.89	0.042638581	0.38362291	
	22.2	492.64	0.038707654	0.348256028	
	21.7	470.89	0.036983701	0.332745477	
	21.1	445.21	0.034966793	0.314599193	
	HJ4	338.56	0.026590502	0.239236996	
	18.4	338.56	0.026590502	0.239236996	
	18.4	338.56	0.026590502	0.239236996	
	20.7	428.49	0.033653905	0.302784322	
	17.8	316.84	0.024884614	0.22388897	
	16.8	262.21	0.02216713	0.199439537	
	17.8	316.84	0.024884614	0.22388897	
	19.8	392.04	0.030790822	0.277027622	
	17.2	295.84	0.023235274	0.209049719	
	HJ8	353.44	0.027759178	0.249751665	

Average Density	22.46	22.75		
Density	1550			
BArea	63.02	Vol/ha	567.0113238	
Height(m)	20			

All Plou Combined both owners.

Plot1	DBH	DBH*2	Basal Area	vols/tem	
	25.3	640.09	0.050272669	0.452307445	
	32.1	1030.41	0.080928401	0.728119661	
	27.1	734.41	0.057680561	0.518956882	
	21.3	453.69	0.035632813	0.320591424	
	23.9	571.21	0.044862833	0.403634701	
	24.7	610.09	0.047916469	0.431108514	
	29.6	876.16	0.066513606	0.619121826	
	24.8	615.04	0.048305242	0.434606338	
	27	729	0.05725566	0.515134008	
	27.3	745.29	0.058535077	0.526645027	
	30.2	912.04	0.071831622	0.644475413	
	23.8	566.44	0.044488198	0.400264071	
	19.2	368.64	0.028952986	0.260492456	
	22.3	497.29	0.039057157	0.351400536	
	16.4	268.96	0.021124118	0.190055477	
	28.5	812.25	0.063794115	0.57396104	
	22.9	524.41	0.041187161	0.370564369	
	17.8	316.84	0.024884614	0.22388897	
	19.2	368.64	0.028952986	0.260492456	
	26.3	691.69	0.054325333	0.488769605	
	23.6	556.96	0.04743638	0.393565209	
	29.1	846.81	0.066508457	0.598382208	
	20.6	424.36	0.033329234	0.299865936	
	26.1	681.21	0.053502233	0.461364112	
	19.3	372.49	0.029255865	0.263212986	
	20.9	436.81	0.031130705	0.308663492	
	21.1	445.21	0.034966793	0.314599193	
	23.1	533.61	0.041909729	0.377065374	
	26.8	716.21	0.05641057	0.507530658	
	22.3	497.29	0.039057157	0.351400536	
	19.9	396.01	0.031102625	0.279832947	
	25.4	645.16	0.050670866	0.455890064	
	22.3	497.29	0.039057157	0.351400536	
	21.4	302.76	0.02377877	0.213939605	

Average Density	24.49	24.83		
Density	1000			
BArea	48.43	Vol/ha	435.7295278	
Height(m)	20			

Plot2	DBH	DBH*2	Basal Area	vols/tem	
	236	556.96	0.043743638	0.393565209	
	29.1	846.81	0.066580457	0.596382208	
	20.6	424.36	0.033329234	0.299865936	
	261	681.21	0.053502233	0.481364112	
	193	37249	0.029255865	0.263212986	
	209	436.81	0.034307057	0.308663492	
	20	445.21	0.034966793	0.314599193	
	28.1	533.61	0.041909729	0.377065374	
	268	718.24	0.056110529	0.507530658	
	22.3	497.29	0.039057157	0.351400536	
	199	396.01	0.031102625	0.279632947	
	254	645.16	0.050670866	0.455890064	
	22.8	497.29	0.039057157	0.351400536	
	174	302.76	0.02377877	0.213939605	
	21.6	466.56	0.036643822	0.329665765	
	20.7	428.49	0.033653905	0.302784322	
	2				

23.8	56644	0.044488198	0.400264071
17.3	299.29	0.028506237	0.211187596
27.4	750.76	0.05896469	0.530510299
24.2	585.64	0.04599166	0.413831386
21.4	457.96	0.035998178	0.623608788
23.7	561.69	0.044115133	0.396907573
20.5	420.25	0.038006435	0.286961683
16.1	279.89	0.021504021	0.197072323
22.9	524.41	0.041187161	0.370564369
23.2	538.24	0.04227337	0.380337076
20.9	436.81	0.034370757	0.308663492
23.3	542.89	0.042638581	0.38362291
22.2	492.84	0.038707654	0.348256028
Total	692.1	1.802.36	1.162577354
Count	33		
Average	20.97	2118	
Density	1650		
BA/ha	58.13	Vol/ha	522.9903316
Height(m)	20		

PLOT 4 Ottawa Airport Lands			
DSH	DBH+2	Basal Area	Vol/stem
21.7	470.89	0.036983701	0.332745477
21.1	445.21	0.034966793	0.314599193
18.4	888.56	0.026590502	0.289236996
18.4	338.56	0.026590507	0.230136996
18.4	338.56	0.026590502	0.239236996
20.7	428.49	0.033635605	0.302784322
17.8	316.64	0.024884614	0.22388897
16.B	282.24	0.022116713	0.199489537
17.8	316.64	0.024884611	0.22388897
19.8	392.04	0.030790827	0.277027622
17.2	295.84	0.023235271	0.209049719
18.B	353.44	0.077759178	0.249751665
18.9	351.21	0.02655273	0.252415664
23.2	538.24	0.04227337	0.380337076
20.2	408.04	0.032047462	0.288333718
20.8	432.64	0.033979546	0.305716841
22.4	501.76	0.03940823	0.354559177
21.3	453.69	0.036632813	0.320591424
20.5	420.25	0.033006435	0.296961683
16.8	282.24	0.022167113	0.199139537
21.3	453.69	0.036632813	0.320591424
19.7	368.09	0.030480589	0.27128643
23.4	547.56	0.043003697	0.386922877
22.2	492.84	0.038707654	0.348256028
26.2	686.44	0.053912998	0.485059792
27.4	750.76	0.05896469	0.530510299
21.8	475.24	0.03732535	0.385819322
19.6	384.16	0.030171926	0.27145937
27.4	750.76	0.05896469	0.530510299
Total	600	12641.12	0.992833565
Count	29		8.932607422
Average	20.69	20.88	
Density	1450		
BA/ha	49.64	Vol/ha	446.6303711
Height(m)	20		

PLOT 5 Ottawa Airport Lands			
OSH	DBH+2	Basal Area	Vol/stem
22.2	492.84	0.038707654	0.348256028
19.5	380.25	0.029864835	0.268696442
25.9	670.81	0.052685417	0.474015149
22.5	506.25	0.039760875	0.35773195
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464
21	441	0.03463614	0.311624276
16.4	268.96	0.021124118	0.191005477
25.3	640.09	0.050272669	0.452307445
14.6	213.16	0.016741586	0.150625487
17.2	295.84	0.023235274	0.209049719
19.2	368.64	0.028952986	0.260492456
19.4	376.36	0.029559314	0.265947648
20.5	420.25	0.033006435	0.296961683
18	324	0.02544696	0.228948448
15.2	231.04	0.018145861	0.163260029
22.8	519.84	0.040828234	0.367335065
18.6	345.96	0.027171698	0.244466065
21	441	0.03463614	0.311624276
24	576	0.04523904	0.407019463
19.2	368.64	0.028952986	0.260492456
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464
21.5	462.25	0.036305115	0.326640185
19.9	372.49	0.029253685	0.263212986
19.9	396.01	0.031102625	0.279832947
21.8	475.24	0.03732535	0.385819322
18.6	345.96	0.027171698	0.244466065
19	361	0.02835294	0.255093795
19.5	380.25	0.029864835	0.268696442
19	361	0.02835294	0.255093795
16.9	285.61	0.022431809	0.201820883
24.2	585.64	0.04599166	0.413831366
21.5	462.25	0.036305115	0.326641185
16.6	275.56	0.021642482	0.194719242
21	441	0.03463614	0.311624276
17.5	306.25	0.024052875	0.216405748
23.1	533.61	0.041909729	0.377065374
19.5	380.25	0.029864835	0.268696442
21.1	445.21	0.034966793	0.314599193
20.4	416.16	0.032655216	0.294071562
19.4	376.36	0.029559314	0.265947648
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464
23.8	566.44	0.044488198	0.400264071
16.7	278.69	0.021904021	0.197072323
16.9	285.61	0.022431809	0.201820883
18.7	349.69	0.027464653	0.241701799
21.2	449.44	0.035299018	0.317588242
26.8	718.24	0.05641057	0.507530658
16.4	268.96	0.021124118	0.191005477
22.6	510.76	0.04011509	0.360918856
19.5	392.04	0.030790827	0.277027622
16.6	275.56	0.021642482	0.194719242
17.7	313.29	0.024605797	0.22138043
21.6	466.56	0.036643622	0.32985765
17.9	320.41	0.025165001	0.226411643
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
17	289	0.02269806	0.204216363
18.3	372.49	0.029253685	0.263212986
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
13.9	193.21	0.015174713	0.13652E178
23.6	556.96	0.043743638	0.393565209
20	400	0.031416	0.282621105
20	400	0.031416	0.282652405
20	400	0.031416	0.282652405
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464

PLOT 7			
18.3	334.88	0.026302261	0.23664366
24.5	600.25	0.047143635	0.424155285
18	324	0.02544696	0.228948448
17	288	0.02269806	0.204216363
19.3	372.49	0.029253685	0.263212986
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
13.9	193.21	0.015174713	0.13652E178
23.6	556.96	0.043743638	0.393565209
20	400	0.031416	0.282621105
20	400	0.031416	0.282652405
20	400	0.031416	0.282652405
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464

PLOT 8			
19.5	380.25	0.029864835	0.268696442
21.1	445.21	0.034966793	0.314599193
20.4	416.16	0.032655216	0.294071562
19.4	376.36	0.029559314	0.265947648
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464
23.8	566.44	0.044488198	0.400264071
16.7	278.69	0.021904021	0.197072323
16.9	285.61	0.022431809	0.201820883
18.7	349.69	0.027464653	0.241701799
21.2	449.44	0.035299018	0.317588242
26.8	718.24	0.05641057	0.507530658
16.4	268.96	0.021124118	0.191005477
22.6	510.76	0.04011509	0.360918856
19.5	392.04	0.030790827	0.277027622
16.6	275.56	0.021642482	0.194719242
17.7	313.29	0.024605797	0.22138043
21.6	466.56	0.036643622	0.32985765
17.9	320.41	0.025165001	0.226411643
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
17	289	0.02269806	0.204216363
18.3	372.49	0.029253685	0.263212986
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
13.9	193.21	0.015174713	0.13652E178
23.6	556.96	0.043743638	0.393565209
20	400	0.031416	0.282621105
20	400	0.031416	0.282652405
20	400	0.031416	0.282652405
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464

PLOT 9			
19.5	380.25	0.029864835	0.268696442
21.1	445.21	0.034966793	0.314599193
20.4	416.16	0.032655216	0.294071562
19.4	376.36	0.029559314	0.265947648
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464
23.8	566.44	0.044488198	0.400264071
16.7	278.69	0.021904021	0.197072323
16.9	285.61	0.022431809	0.201820883
18.7	349.69	0.027464653	0.241701799
21.2	449.44	0.035299018	0.317588242
26.8	718.24	0.05641057	0.507530658
16.4	268.96	0.021124118	0.191005477
22.6	510.76	0.04011509	0.360918856
19.5	392.04	0.030790827	0.277027622
16.6	275.56	0.021642482	0.194719242
17.7	313.29	0.024605797	0.22138043
21.6	466.56	0.036643622	0.32985765
17.9	320.41	0.025165001	0.226411643
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
17	289	0.02269806	0.204216363
18.3	372.49	0.029253685	0.263212986
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
13.9	193.21	0.015174713	0.13652E178
23.6	556.96	0.043743638	0.393565209
20	400	0.031416	0.282621105
20	400	0.031416	0.282652405
20	400	0.031416	0.282652405
18.5	342.25	0.026880315	0.241844464

19	361	0.02835294	0.255093795	18 A	338.56	0.026590502	0.239236996					
				18.3	334.88	0.026302261	0.23664366					
				25.4	645.16	0.050670866	0.455890064					
				15.6	243.36	0.019113494	0.171965723					
				16.7	278.88	0.021904021	0.187072323					
				14.8	219.04	0.017203402	0.154780457					
				21.1	445.21	0.034966793	0.314599193					
				23.7	561.69	0.044115133	0.396907573					
				17.0	295.84	0.023235274	0.209049719					
				15.7	246.49	0.019359325	0.174177478					
21.8	475.24	0.03732535	0.335819322	20.3	412.09	0.032365549	0.291195574	20 /	408.04	0.032047461	0.288333718	
21.1	445.21	0.034966793	0.314599193	23	529	0.04154766	0.373807806	15.6	243.36	0.019113494	0.171965723	
				22.5	506.25	0.039760875	0.35773195					
				19	324	0.02544696	0.228943448					
				22	484	0.03801336	0.34200941					
				17.1	292.41	0.022965881	0.206625974	Totals	3752.3	76241.00	5.988045806	83.87405457
				23.2	538.24	0.04227337	0.380337076	Count	189			
				12.5	156.25	0.012271875	0.110411096	Average	19.85344	20.08474		
				22	484	0.03801336	0.34200941					
				16.5	272.25	0.021382515	0.192380293	Density	1575			
				16.4	268.96	0.021124118	0.190055477	BMha	49.90038			
				15.9	252.81	0.019855697	0.178643386	Vol/ha	448.958			
				18.1	327.61	0.025730489	0.231499386					
				18	324	0.02544696	0.228948448					
				16.5	272.25	0.021382515	0.192380293					
				14	196	0.01539384	0.138499678					
				19.5	380.25	0.029864835	0.268696442					
				14.7	216.09	0.016971709	0.152695895					
				19.1	364.81	0.028652177	0.25778606					
				19.5	380.25	0.029864835	0.268696442					
				18.4	338.56	0.026590502	0.239236996					
				16.9	285.61	0.022431809	0.201820883					
				19	351	0.02835294	0.255093795					
				21.1	445.21	0.034966793	0.314599193					
				25	630.01	0.049480985	0.445184604					
				20.3	412.09	0.032365549	0.291195574					
				17.4	302.76	0.02377877	0.213939605					
				238	566.44	0.04488198	0.400264071					
				16.7	278.89	0.021904021	0.197072323					
				16.9	285.61	0.022431809	0.201820883					
				18.7	349.69	0.027464653	0.247101799					
				21.2	449.44	0.035299018	0.317588242					
				26.8	718.24	0.05641057	0.507530658					
				16.4	268.96	0.021124118	0.190055477					
				22.6	510.76	0.04011509	0.360918866					
				19.8	392.04	0.030790822	0.277027622					
				16.6	275.56	0.021642482	0.194719242					
				17.7	313.29	0.024605797	0.22138043					
				21.6	466.56	0.036643622	0.329685765					
				17.9	320.41	0.025165001	0.226411643					
				19.1	364.81	0.028652177	0.25778606					
				18.4	338.56	0.026590502	0.239236996					
				18.3	334.89	0.026302261	0.23664366					
				25.4	645.16	0.050670866	0.455890064					
				15.6	243.36	0.019113494	0.171965723					
				16.7	278.89	0.021904021	0.197072323					
				14.8	219.04	0.017203402	0.154780457					
				21.1	445.21	0.034966793	0.314599193					
				23.7	561.69	0.044115133	0.396907573					
				17.2	295.84	0.023235274	0.209049719					
				15.7	246.49	0.019359325	0.174177478					
				20.2	408.04	0.032047462	0.288333718					
				15.6	243.36	0.019113494	0.171965723					
				20.5	420.25	0.033006435	0.296961683					
								Totals	4938.2	104622.9	8.217080995	73.92977161
				Count	240							
				20	57583	20.8789						
				1500								
				BA/ha	51.35676							
				Vol/ha	462.0611							
				18	324	0.02544696	0.228948448					
				17	289	0.02269806	0.204216363					
				19.3	372.49	0.029255365	0.263212986					
				191	364.81	0.028652177	0.25778606					
				139	193.21	0.015174713	0.136528178					
				23.6	556.96	0.043743638	0.393565209					
				20	400	0.031416	0.282652405					
				20	400	0.031416	0.282652405					
				20	400	0.031416	0.282652405					
				18.5	342.25	0.026880315	0.241844464					
				19	361	0.02835294	0.255093795					
				20.3	412.09	0.032365549	0.291195574					
				23	529	0.04154766	0.373807806					
				22.5	506.25	0.039760875	0.35773195					
				18	324	0.02544696	0.228948448					
				22	484	0.03801336	0.34200941					
				17.1	292.41	0.022965881	0.206625974					
				23.2	538.24	0.04227337	0.380337076					
				12.5	156.25	0.012271875	0.110411096					
				22	484	0.03801336	0.34200941					
				16.5	272.25	0.021382515	0.192380293					
				16.4	268.96	0.021124118	0.190055477					
				15.9	252.81	0.019855697	0.178643386					
				18.1	327.61	0.025730489	0.231499386					
				18	324	0.02544696	0.228948448					
				16.5	272.25	0.021382515	0.192380293					
				14	196	0.01539384	0.138499678					
				19.5	380.25	0.029864835	0.268696442					
				14.7	216.09	0.016971709	0.152695895					
				19.1	364.81	0.028652177	0.25778606					

	195	380.25	0.029864835	0.268696442
	18.4	338.56	0.026590502	0.239236996
	16.9	285.61	0.022431809	0.201820883
	19	361	0.02835294	0.255093795
	21.1	445.21	0.034966793	0.314599193
	251	630.01	0.049480985	0.445184604
	20.3	412.09	0.032365549	0.291195574
Total	688	13457.72	1.05669329	9.509642307
Count	37			
Average	18.86	19.07		
Density	1850			
BA/ha	52.85	Vol/ha	4754821154	
Height(m)	20			

PLOT 8 Ottawa Airport Lands

		Basal Area	Vol/stem
17.4	30.2 76	0.02377877	0 213939605
23.8	566.44	0.044488198	0.400264071
16.7	278.89	0.021904021	0.197072323
16.9	285.61	0.022431809	0 201820883
18.7	349.69	0.027464653	0.247101799
21.2	449.44	0.035299018	0 317588242
26.8	718.24	0.05641057	0.507530658
16.4	268.96	0.021124118	0.190055477
22.6	510.76	0.04011509	0 360918856
19.8	392.04	0.030790822	0.277027622
16.6	275.56	0.021642482	0.194719242
17.7	313.29	0.024605797	0 22138043
21.6	466.56	0.036643622	0.329685765
17.9	320.41	0.025165001	0 226411643
19.1	364.81	0.028652177	0.25778606
18.4	338.56	0.026590502	0.239236996
18.3	334.89	0.026302261	0 23664366
25.4	645.16	0.050670866	0.455890064
15.6	243.36	0.019113494	0.171965723
16.7	278.89	0.021904021	0 197072323
14.8	219.04	0.017203402	0.154780457
21.1	445.21	0.034966793	0 314599193
23.7	561.69	0.044115133	0.396907573
17.2	295.84	0.023235274	0.209049719
15.7	246.49	0.019359325	0 174177478
20.2	408.04	0.032047462	0.288333718
15.6	243.36	0.019113494	0.171965723

Total	20.5	420.25	0.033006435	0 296981683
	536.4	6813.45	0.535128363	4.814595071

Count 28

19.16 15.60
 1400
 BA/ha 26.76 Vol/7a 240.7297535
 Height(m) 20

Appendice 6 – Scénarios de gestion recommandés pour les plantations de pins rouges

(extrait de l'ouvrage du MRNFO de 2019)

Pins rouges	
Phase de l'établissement	
<ul style="list-style-type: none"> • Espacement recommandé : 2,4 m x 2,1 m = 1 984 arbres/ha ou 2,4 m x 1,8 m = 2 314 arbres/ha (la densité augmente avec l'intensité de la gestion des sites.) • Espacement minimum entre les rangées : 2,1 m (soit 2,1 m x 1,8 m) • Taux minimum de survie de 85 % ou obligation de reboisement • Un plan de culture permet de déterminer le meilleur espacement initial, pour que la première opération d'éclaircissage se produise quand les arbres atteignent le diamètre minimum souhaité. • Envisager d'inclure de 5 % à 10 % de pins blancs, de chênes rouges ou de ces deux espèces d'arbres, plantés en groupes de 10 à 25 arbres, afin d'accroître la diversité projetée et d'offrir des options pour la régénération. 	
Phase de la gestion	
Éclaircissage initial	<ul style="list-style-type: none"> • Souvent après un délai de 25 à 30 ans • Ne pas reporter l'éclaircissage au-delà de 35 ans, ce qui produit des arbres dont les tiges sont faibles et dont les couronnes sont minces; elles sont alors susceptibles de ployer et de se casser. • Le dhp moyen des arbres balisés dans la première opération d'éclaircissage devrait être compris entre 16 et 18 cm (≥ 90 % des tiges de ≥ 14 cm). Il faut que les arbres aient une hauteur marchandable suffisante pour produire trois grumes utilisables (soit 8 m d'un fût droit jusqu'à 12 cm à la cime pour produire trois grumes de 2,54 m). • Si les arbres sont plantés selon une plus grande densité, il se peut qu'on doive mener un éclaircissage précommercial. • Le premier éclaircissage devrait permettre d'aménager des rangées d'accès et inclure un éclaircissage sélectif léger par le bas afin d'éliminer les tiges de qualité inférieure dans les rangées résiduelles. Typiquement, on enlève complètement chacune des quatrièmes ou des cinquièmes rangées. • Le premier éclaircissage devrait permettre d'enlever de 25 % à 33 % de la surface terrière, et la surface terrière résiduelle minimum devrait être de 26 m²/ha. • Il se peut que vous deviez enlever deux rangées attenantes si l'espacement initial est trop exigü pour le matériel d'éclaircissage. • Sélectionnez entre 250 et 300 arbres de culture par hectare et élaguez les branches inférieures à une hauteur de 3,0 m pendant le premier éclaircissage (en laissant, dans ce cas et dans les opérations subséquentes d'émondage, au moins 33 % de la couronne vivante) si l'on souhaite vendre le bois pour fabriquer des poteaux d'électricité. • Maintenir ou libérer les arbres de récolte du capital forestier en croissance (CFC) des autres espèces pour répondre aux besoins de la faune, de la régénération et de la diversité.

Éclaircissements subséquents	<ul style="list-style-type: none"> ● Après le premier éclaircissage, prioriser l'éclaircissage par le bas. Il faut généralement enlever de 25 % à 33 % de la surface terrière durant chaque opération d'éclaircissage. ● Reprenez l'opération de 9 à 12 ans après le premier éclaircissage (exceptionnellement, dès 7 ans ou en attendant parfois 15 ans), selon la qualité du site, le nombre d'arbres et les objectifs de la gestion du domaine boisé. ● Après le deuxième éclaircissage, la qualité de tous les arbres résiduels devrait être satisfaisante. ● Il se peut que vous deviez quand même enlever quelques arbres avec des fourches en V, dont les arbres endommagés et les arbres déclinants. Commencez à vous intéresser plus à l'état de santé de la couronne qu'à la taille de l'arbre pour la sélection des arbres de récolte. ● Émondez les branches inférieures des arbres de récolte à une hauteur de 5,1 m. Émondez les branches inférieures des arbres qui serviront à fabriquer des poteaux d'électricité à une hauteur de 7,4 m. ● Adoptez un objectif à long terme pour la régénération naturelle ou artificielle quand vous planifiez le deuxième éclaircissage. ● La régénération naturelle des feuillus, des pins blancs ou de ces deux espèces, la régénération artificielle, des pins blancs, des chênes rouges ou de ces deux espèces et le rétablissement des pins rouges constituent les parcours habituels. ● Fixez la date de ces opérations d'éclaircissage pour qu'elle coïncide avec une culture semencière pour pouvoir ramasser les cocottes et augmenter le rendement financier de la plantation. ● À maturité (entre 60 et 80 ans), au lieu d'éclaircir afin d'améliorer la qualité des tiges, favorisez l'éclaircissage visant à maximiser le rendement financier, en tenant compte de la demande exprimée sur le marché. ● La plupart des peuplements de pins rouges seront finalement convertis à d'autres espèces. Si on régénère les peuplements pour planter des pins rouges, il faut de nouveaux stocks de plantation. ● Dans les secteurs dans lesquels les arbres rivalisent avec des espèces envahissantes (nerprun et dompte-venin de Russie), les ouvertures ont tendance à exacerber leur invasion.
Récolte finale	<ul style="list-style-type: none"> ● L'âge potentiel de la récolte (rotation) dépend de la qualité du site et du peuplement et de son statut de régénération. ● Établissez des feuillus ou des pins blancs de grande qualité pour prévenir la propagation des espèces envahissantes ou pour contrôler les espèces envahissantes existantes avant la récolte finale. ● Pour améliorer la diversité des espèces, minorez la rivalité exercée par les espèces envahissantes et par les autres espèces qui ne font pas partie de vos objectifs de restauration.

Autres considérations	
Maximisation de la croissance et de la qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Les éclaircissages réguliers assurent une croissance plus uniforme, réduisent la rivalité et permettent d'abattre et de commercialiser hâtivement, pour qu'on puisse s'en servir, les arbres de qualité inférieure et ceux qui seraient normalement appelés à mourir. Abattre les arbres qui ont des défauts grâce à l'éclaircissage sélectif dès le début du développement du peuplement favorise la qualité de la croissance et maximise la qualité et le rapport qualité-prix. • Faites appel à des DGD ou à des guides sur les stocks pour gérer la densité de peuplement dans la fourchette qui permettra de favoriser la croissance au maximum. • Les pins rouges s'élaguent naturellement. Si des opérations d'élagage sont nécessaires ou souhaitables, priorisez les arbres de récolte de grande qualité (soit environ 250 à 300 par hectare). • Le pin rouge a une moindre diversité génétique, et les différents arbres ont tendance à ne pas se différencier, ce qui donne des peuplements stagnants si on ne met pas en œuvre l'éclaircissage régulier. • Pendant l'éclaircissage final, il faut tenir compte de l'impact du palettage des produits d'exploitation par arbres en longueur; envisagez une solution de rechange, par exemple en expédiant les produits plus courts si on a établi une régénération de grande qualité. La plupart des produits haut de gamme comme les poteaux d'électricité et le bois permettant de construire des maisons en bois rond proviennent des arbres dominants et codominants qui ont été sélectionnés pour les diamètres de nœuds cumulés, la droiture, la décroissance moindre, l'absence de fourche, le développement uniforme et quelques défauts ou l'absence de défaut. • Lorsque tous les arbres offrent une qualité satisfaisante, commencez à enlever les produits les mieux valorisés lorsque la conjoncture des marchés est favorable. • Lorsque les peuplements arrivent à maturité, surveillez les indicateurs de stress dans les couronnes (dont les touffes d'aiguilles, les aiguilles écourtées, le brunissement des aiguilles, ainsi que l'éclaircissage des feuilles ou du couvert forestier). Les arbres qui manifestent ces types de symptômes poussent généralement lentement et ne reprennent normalement pas de mieux. Dans la mesure du possible, il faut les abattre.
Problèmes critiques de gestion de la vermine	Maladie racinaire Heterobasidion Déclin des pochettes de pins rouges (différents insectes et diverses maladies) diprion de LeConte
Ouvrages à consulter (pour complément de lecture)	Horton et Bedell (1960) MRNFO (1986) Smith et Woods (1997) Woods et Penner (2000) Gilmore et Palik (2006) Burgess et coll. (2011)

Amélioration de l'état de santé et de la valorisation du domaine boisé

Même si l'entretien culturel du peuplement permet d'améliorer l'état de santé du domaine forestier, c'est lorsque vos objectifs pour une plantation consistent à produire un rendement financier sur l'investissement que ce type d'entretien a l'impact le plus retentissant. L'émondage est un investissement judicieux quand l'objectif consiste à produire du bois d'œuvre sans nœud. L'éclaircissage régulier est généralement un investissement judicieux parce qu'il assure une croissance plus constante et uniforme, qui réduit la rivalité et qu'il permet d'abattre et d'utiliser les arbres de qualité inférieure et ceux qui sont normalement appelés à mourir, ce qui a pour effet d'augmenter le cubage de la récolte totale.

Émondage

L'émondage consiste à enlever les branches vivantes ou mortes sur les arbres sur pied afin de produire des grumes de sciage sans nœuds, en préservant au moins le tiers de la hauteur de l'arbre dans les branches vivantes pour pérenniser la croissance. Pour éviter d'endommager l'arbre, il faut s'assurer que tous les outils d'émondage sont affûtés et bien entretenus. Pour accélérer la guérison des blessures des arbres, nous recommandons une technique dans laquelle il s'agit de couper les branches le plus près possible de l'écorce (sans l'endommager) et perpendiculairement à la branche pour s'assurer que l'eau s'écoule sur le bois découvert. Il ne faut pas appliquer de peinture ni d'autres substances sur la blessure des arbres. La sélection et l'émondage des arbres de récolte permettent d'augmenter considérablement la valeur des plantations, surtout sur les sites les plus productifs et dans les secteurs dans lesquels on mène des pratiques de gestion active comme l'éclaircissage régulier. Avant de recenser et de sélectionner les arbres de récolte, nous vous recommandons de définir le régime et le modèle d'éclaircissage, ce qui permet de réduire le risque d'abattre des arbres de récolte dans les prochaines opérations d'éclaircissage. Il faut que l'arbre de récolte soit dominant et codominant, qu'il soit accompagné d'une flèche bien développée et d'une couronne pleine, ronde et dotée de fines branches, en plus d'avoir une tige droite et sans blessures. La valeur ultime de l'émondage dépend du volume de bois net utilisable que produit l'arbre. Plus le diamètre de l'arbre est grand quand il est émondé, plus il faut de temps pour produire le volume souhaité de bois net.

Même si le pin rouge est relativement apte à s'autoémonder à tous les âges, il se peut qu'il soit économiquement avantageux d'émonder certains arbres de récolte pour produire du bois d'œuvre net et sans nœuds. Il faut émonder entre 250 et 350 arbres de récolte par hectare quand le diamètre moyen de l'arbre de la plantation est compris entre 10 et 15 cm. Les arbres peuvent alors avoir entre 15 et 20 ans. On peut mener l'émondage de front avec l'éclaircissage. Dans la première opération d'éclaircissage, il faut émonder les branches des arbres à une hauteur d'environ 3,0 m. Il ne faut pas enlever les branches plus hautes que la moitié de la hauteur totale de l'arbre à ce stade de la croissance. Dans la deuxième opération d'éclaircissage, on peut enlever plus de branches pour ramener à 5,1 m la hauteur totale de l'arbre ébranché. Si vous prévoyez de faire pousser des arbres à convertir en poteaux d'électricité de grande qualité, émondez les branches à une hauteur de 7,4 m. L'émondage peut se dérouler dans n'importe quelle période de l'année, et s'il est bien fait, il ne blesse pas l'arbre. Toutefois, l'émondage mené négligemment peut blesser l'arbre et diminuer son état de santé. Les propriétaires fonciers de domaines boisés ou les bénévoles qui n'ont guère l'expérience de la gestion des domaines boisés ou qui n'en ont pas du tout peuvent facilement exécuter les opérations d'émondage après avoir été formés aux techniques voulues.

Appendice 7 – Analyse détaillée des options de gestion

Appendice 7. Évaluation de la plantation par rapport aux objectifs de la Ville d'Ottawa

	Appendice 7. Évaluation de la plantation par rapport aux objectifs de la Ville d'Ottawa											
	Option 1		Option 2		Option 3		Option 4		Option 5		Option 6	
Dans toutes les options sauf l'option n° 1, il faut prévoir des traitements pour maîtriser les espèces envahissantes avant de couper les arbres, en faisant éventuellement le suivi.	Ne rien faire – aucun éclaircissage ni aucune intervention pour contrôler les espèces envahissantes		Éclaircissage très léger par le bas – enlèvement de 10 % de la surface terrière dans la 62 ^e année; enlèvement d'un supplément de 10 % de la surface terrière dans la 72 ^e année		Éclaircissage léger des rangées – enlèvement de 20 % de la surface terrière dans la 62 ^e année; enlèvement sélectif de 20 % de la surface terrière dans la 72 ^e année		Éclaircissage traditionnel des rangées avec sélection – enlèvement de 30 % de la surface terrière dans la 62 ^e année; enlèvement d'une tranche supplémentaire de 20 % de la surface terrière dans la 72 ^e année		Éclaircissage de restauration – création d'ouvertures dans le couvert forestier – enlèvement de 30 % de la surface terrière dans la 62 ^e année; enlèvement d'une autre tranche de 30 % de la surface terrière dans la 77 ^e année (de 5 % à 10 % de chaque opération d'enlèvement dans les ouvertures des arbres plantés)		Rasage selon les normes – Conserver 25 arbres dominants par hectare (dhp de 27 cm et plus), soit un total d'environ 120 arbres	
Objectifs de la Ville d'Ottawa	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
i. Croissance saine projetée de la forêt	Cette option favorise le déroulement des processus naturels.	La croissance du peuplement continue de stagner.	Cette option permet d'abattre la plupart des arbres morts et certains arbres déclinants et de créer des moyens d'accès pour les éclaircissages projetés.	Rajustement insuffisant de la densité pour favoriser essentiellement la réaction dans la croissance	Création de moyens d'accès et enlèvement des arbres morts, déperissants et de qualité inférieure	Il n'y aura probablement guère d'inconvénients dans la réaction – éventuellement seulement après le deuxième éclaircissage.	Création de moyens d'accès et enlèvement des arbres morts, déperissants et de qualité inférieure	Il se pourrait que la croissance soit toujours ralentie en raison de la stagnation du peuplement attribuable à l'absence d'éclaircissage et à la rétention des arbres dont le volume de couronnes est faible.	Création de moyens d'accès et enlèvement des arbres morts, déperissants et de qualité inférieure. Cette option accroît la pénétration de la lumière depuis les côtés des ouvertures.	Il se pourrait que la croissance soit toujours ralentie en raison de la stagnation du peuplement attribuable à l'absence d'éclaircissage et à la rétention des arbres dont le volume de couronnes est faible.	Cette option permet de conserver les arbres à valeur de conservation et de créer des conditions d'ouverture adaptées à un nouveau plan de restauration répondant aux besoins actuels de la Ville.	L'état du domaine boisé se détériore essentiellement jusqu'à ce que la forêt restaurée se remet à croître.

		Les taux de mortalité augmentent, et il y a plus d'îlots de bois brisé à cause du vent, de la glace et de la neige	Cette option élimine les arbres les moins vigoureux, sans toutefois ouvrir trop rapidement le couvert forestier; elle devrait comporter le volume le moins considérable d'arbres brisés et endommagés à cause du vent, de la glace et de la neige.	On pourrait toujours constater, dans la population de pins rouges, un déclin associé à des foyers d'infection, puisque le peuplement sera toujours en deçà de l'espace nécessaire pour favoriser une pénétration adéquate de la lumière et promouvoir la croissance et parce que de nombreux arbres de qualité inférieure subsistent.	Cette option améliore la qualité du peuplement en créant de l'espace et en éliminant 20 % des arbres dont la qualité est le plus médiocre.	On pourrait toujours constater, dans la population de pins rouges, un déclin associé à des foyers d'infection, puisque le peuplement sera toujours en deçà de l'espace nécessaire pour favoriser une pénétration adéquate de la lumière et promouvoir la croissance et parce que de nombreux arbres de qualité inférieure subsistent.	Cette option améliore la qualité du peuplement en créant de l'espace et en éliminant 20 % des arbres dont la qualité est le plus médiocre.	Ce volume d'ouverture dans une plantation de 60 ans qui n'a jamais été éclaircie fera probablement tomber des arbres à cause du vent et aura pour effet de briser d'autres arbres.	Cette option améliore la qualité du peuplement en créant de l'espace en enlevant des rangées et en aménageant des ouvertures.	Enlèvement de rangées et création d'ouvertures Enlèvement d'arbres sains et de qualité inférieure en même temps	On peut concevoir la composition des espèces et l'espacement du nouveau domaine boisé en faisant appel à la planification de la gestion de la densité pour maximiser le potentiel de croissance.	Il faut réunir toutes les étapes de la sylviculture associées à un projet de renouvellement du domaine boisé après le rasage, dont la préparation du site, la plantation et l'entretien cultural.
		On continue de perdre des arbres et le cubage du bois diminue à cause de la mortalité naturelle.			On devrait commencer à constater une baisse de la mortalité en raison des fortes densités.	Ouverture dont la taille est suffisante pour commencer à constater d'autres ruptures et dommages causés par le vent, la glace et la neige.	On pourrait commencer à constater la réaction dans la croissance des arbres dont le volume de couronnes vivantes est le plus élevé.		L'amélioration de l'éclairage devrait produire certaines réactions dans la croissance des arbres dont le volume des couronnes vivantes est le plus élevé et qui sont les plus proches des ouvertures des peuplements.	Ce volume d'ouverture dans une plantation de 60 ans qui n'a jamais été éclaircie fera probablement tomber des arbres à cause du vent et aura pour effet de briser d'autres arbres.		

ii. Diversification du couvert forestier et du sous-bois du domaine boisé à moyen et à long termes	Cette option permet au couvert forestier de se fractionner naturellement à cause du vent, de la glace et de la neige, processus qui s'accélère au fil du temps.	Le sous-bois s'établira très lentement et prospérera dans les îlots de perturbations naturelles.	On commencera à constater une augmentation de la diversité structurelle en créant des ouvertures dans le couvert forestier.	Il s'agit d'un traitement léger, qui crée une diversité structurelle minimale.	Légère augmentation de la diversité structurelle en créant des ouvertures dans le couvert forestier.	Diversité structurelle légèrement supérieure à celle de l'option 2, mais graduelle sur 10 ans.	Augmentation de la diversité structurelle en créant un couvert forestier plus ouvert.	Plus grande diversité structurelle de l'option 3, sans toutefois atteindre la diversité qui pourrait être réalisée grâce aux ouvertures du couvert forestier comme dans l'option 5.	L'enlèvement de rangées et les ouvertures du couvert forestier créent un volume maximum de diversité structurelle par rapport à toutes les autres options.		La rétention des arbres à valeur de conservation dans le couvert forestier élevé assure des conditions d'habitat qu'on ne trouve pas dans les champs ouverts.	Initialement, il y aura des arbres dont le couvert forestier sera élevé et une couche de régénération individuelle, dotée d'une diversité structurelle limitée.
		Aucun contrôle du calendrier ou de la localisation des îlots	Cette option créera des débris ligneux grossiers sur le plancher forestier; la plupart des débris ligneux grossiers resteront au sol.		Création de débris ligneux grossiers – enlèvement de 30 % des rangées 70 % de la sélection des débris ligneux grossiers resteront au sol (qualité non marchandable)		Création de débris ligneux grossiers – enlèvement de 25 % des rangées 70 % de la sélection des débris ligneux grossiers resteront au sol (qualité non marchandable)		Création d'alignements et de parcelles de débris ligneux grossiers pour environ 25 % du volume coupé à laisser au sol (qualité non marchandable).		À cause des couronnes et des branches laissées dans la récolte et de la préparation des sites, les débris ligneux grossiers resteront éparpillés sur les lieux.	Il faudra créer de la diversité grâce à un nouveau plan de restauration, en prévoyant une longue période de relève.

		Le sous-bois comprend essentiellement le nerprun et d'autres espèces envahissantes qui réagissent vigoureusement aux ouvertures du couvert forestier; peu de semis indigènes.	Le plancher forestier sera éclairé dans une certaine mesure; or, seules les espèces tolérantes à l'ombre pourront probablement germer et croître.	Le sous-bois comprend essentiellement le nerprun et d'autres espèces envahissantes qui réagissent vigoureusement aux ouvertures du couvert forestier; peu de semis indigènes.	Même si on procède à un éclaircissage assez léger après le deuxième traitement, les arbres indigènes des sources semencières voisines d'ombre et les arbres moyennement tolérants à l'ombre devraient commencer à germer et à croître.	Le sous-bois existant constitué d'arbustes envahissants réagira aux ouvertures du couvert forestier, et il faudra le traiter avant et après les éclaircissages.	Même si on procède à un éclaircissage assez léger après le deuxième traitement, les arbres indigènes des sources semencières voisines d'ombre et les arbres moyennement tolérants à l'ombre devraient commencer à germer et à croître.	Le sous-bois existant constitué d'arbustes envahissants réagira aux ouvertures du couvert forestier, et il faudra le traiter avant et après les éclaircissages.	Les lacunes du couvert forestier créent un habitat mieux adapté à la régénération naturelle et seront aussi étoffées par des plantations indigènes.	Le sous-bois existant constitué d'arbustes envahissants réagira aux ouvertures du couvert forestier, et il faudra le traiter avant et après les éclaircissages.	La diversité peut constituer une priorité du nouveau plan de restauration.	Il faut créer un nouveau plan de restauration fonctionnel, ce qui n'est toutefois pas toujours facile à réaliser.
iii. Amélioration de la qualité de la forêt pour la flore et la faune urbaines (soit les plantes indigènes, les oiseaux, les amphibiens et les reptiles, ainsi que les petits mammifères)	Cette option fait appel à des processus naturels.	Certains biens limités avec les populations sources existantes et les arbres et les végétaux d'ensemencement dans les forêts et les boisés voisins.	La lumière pourra rejoindre le plancher forestier dans des zones limitées.	Certains biens limités avec les populations sources existantes et les arbres et les végétaux d'ensemencement dans les forêts et les boisés voisins.	Il y aura plus de lumière sur le plancher forestier que dans l'option 2.	Certains biens limités avec les populations sources et les arbres et les végétaux d'ensemencement dans les forêts et les boisés voisins.	Il y aura un peu plus de lumière sur le plancher forestier que dans l'option 3.	Certains biens limités avec les populations sources et les arbres et les végétaux d'ensemencement dans les forêts et les boisés voisins.	Il y aura beaucoup plus de lumière sur le plancher forestier dans les ouvertures créées, que l'on pourra combler en plantant des espèces indigènes.	La régénération naturelle est toujours limitée par le lien avec les sources semencières locales.	L'établissement de l'habitat pour certains représentants de la flore et de la faune urbaines peut faire partie des plans de restauration.	L'état du domaine boisé se dégradera pendant une période de 20 à 25 ans, jusqu'à ce que le nouveau domaine boisé soit établi.
	Cette option permet de protéger un peuplement de pins rouges vieux de 60 ans.	Cette option ne permet pas d'ajouter des espèces indigènes en les plantant ou en faisant appel à d'autres méthodes.	Cette option améliore la qualité des pins rouges en abattant les arbres morts et déclinants.	Cette option ne permet pas d'ajouter des espèces indigènes en les plantant ou en faisant appel à d'autres méthodes.	Cette option permet d'enlever tous les arbres morts et déclinants et à concurrence de 70 % à 80 % des arbres dont la qualité est la plus médiocre.	Cette option ne permet pas d'ajouter des espèces indigènes en les plantant ou en faisant appel à d'autres méthodes.	Cette option permet d'enlever tous les arbres morts et déclinants et à concurrence de 75 % à 85 % des arbres dont la qualité est la plus médiocre.	Cette option ne permet pas d'ajouter des espèces indigènes en les plantant ou en faisant appel à d'autres méthodes.		L'enlèvement de rangées et les ouvertures dans le couvert forestier n'auront pas pour effet d'éliminer sélectivement les arbres de qualité inférieure.		Il faudra rétablir l'habitat de la plupart des représentants de la flore et de la faune de la forêt lorsqu'on aura établi l'état du domaine boisé.

		Cette option continue de permettre la dégradation de la qualité du peuplement, sans contrôler les espèces envahissantes.	Certaines ouvertures et les débris ligneux grossiers créeront un nouvel habitat.	Cette option ne permet pas de créer d'îlots boisés.	L'augmentation des ouvertures et les débris ligneux grossiers créeront un habitat nouveau plus vaste que l'option 2.	Cette option ne permet pas de créer d'îlots boisés.	L'augmentation des ouvertures et les débris ligneux grossiers créeront un habitat nouveau plus vaste que l'option 3.	Cette option ne permet pas de créer d'îlots boisés.	Les ouvertures du couvert forestier et l'enlèvement des rangées viendront augmenter l'éventail des conditions de l'habitat pour des espèces plus nombreuses.			

iv. Veiller à ce que le domaine boisé soit sécuritaire pour les loisirs passifs des résidents	Pas d'opérations de déboisement	Cette option laisse un peuplement relativement stagnant vulnérable aux événements aléatoires de mortalité et de rupture des arbres.	Les arbres les plus vulnérables à la rupture et au déclin seront abattus et les arbres dangereux sur les sentiers pourront être ciblés.	Cette option ne permettra sans doute pas d'abattre tous les arbres vulnérables et d'autres arbres pourraient se dégrader ou se casser.	Les arbres vulnérables à la rupture et au déclin les plus vulnérables seront abattus et on pourra cibler les arbres dangereux sur les sentiers.	Ouvertures dont la taille est suffisante pour commencer à voir les nouveaux arbres brisés et endommagés par le vent, la glace et la neige.	Les arbres vulnérables à la rupture et au déclin les plus vulnérables seront abattus et on pourra cibler les arbres dangereux sur les sentiers.	Ouvertures dont la taille est suffisante pour commencer à voir les nouveaux arbres brisés et endommagés par le vent, la glace et la neige.	Les arbres vulnérables à la rupture et au déclin les plus vulnérables seront abattus et on pourra cibler les arbres dangereux sur les sentiers.	Ouvertures dont la taille est suffisante pour commencer à voir les nouveaux arbres brisés et endommagés par le vent, la glace et la neige.	La plupart des arbres dangereux qui pourraient tomber sur les utilisateurs du domaine boisé seront éliminés.	Les arbres à valeur de conservation seront très exposés et certains pourraient tomber à cause du vent, de la glace et de la neige.
	Cette option ne prévoit pas l'épandage d'herbicides.	Il faudrait adopter un programme actif d'abattage des arbres dangereux pour les sentiers et le long des propriétés voisines pour en assurer la sécurité.	Opérations d'abattage et d'enlèvement des arbres de moindre ampleur en faisant appel à du matériel peu encombrant ou à des chevaux.		Opérations de déboisement commerciales avec de l'équipement lourd pendant quelques semaines dans chaque opération.	Il faudrait assurer la surveillance des nouveaux arbres dangereux.	Opérations de déboisement commerciales avec de l'équipement lourd pendant quelques semaines dans chaque opération.	Il faudrait assurer la surveillance des nouveaux arbres dangereux.	Opérations de déboisement commerciales avec de l'équipement lourd pendant quelques semaines dans chaque opération.	Il faudrait assurer la surveillance des nouveaux arbres dangereux.		Les périodes importantes dans l'exploitation du matériel lourd seront associées aux récoltes et aux opérations finales de préparation du site.

v. Facilité de la mise en œuvre	Option très facile à mettre en œuvre	Elle pourrait donner lieu à des opérations importantes de surveillance et avoir pour effet d'abattre les arbres dangereux.	La plupart des arbres ne seront pas marchandables et pourraient être abattus et laissés sur le sol.	L'enlèvement de rangées individuelles étroites sur de longs intervalles limitera l'accès au matériel peu encombrant ou aux chevaux et augmentera le risque d'encrouage.	L'éclaircissage des voies d'accès en enlevant deux rangées devrait faciliter le déroulement des opérations commerciales.	Il pourrait être difficile d'attirer les acheteurs en raison du faible volume d'arbres de petits diamètres et de qualité inférieure.	L'éclaircissage des voies d'accès en enlevant deux rangées devrait faciliter le déroulement des opérations commerciales.	Il pourrait être difficile d'attirer les acheteurs en raison du faible volume d'arbres de petits diamètres et de qualité inférieure.	L'éclaircissage des voies d'accès en enlevant deux rangées devrait faciliter le déroulement des opérations commerciales.		Option très facile à mettre en œuvre, puisqu'il y a relativement peu d'arbres à valeur de conservation à contourner.	
		Les arbres plus nombreux soufflés par le vent et l'augmentation des risques pourraient donner lieu à des plaintes du public sur l'état du domaine boisé des clients et à des inquiétudes pour la sécurité.		Les tronçonneuses et le matériel peu encombrant ralentiront l'enlèvement des arbres encroués.	L'ébrancheuse-tronçonneuse ou l'abatteuse-empileuse éliminera les problèmes d'arbres écornés.		L'ébrancheuse-tronçonneuse ou l'abatteuse-empileuse éliminera les problèmes d'arbres écornés.		L'ébrancheuse-tronçonneuse ou l'abatteuse-empileuse éliminera les problèmes d'arbres écornés.			

vi. Volume récolté	Cette option n'oblige pas à ouvrir des voies d'accès pour l'équipement de la récolte.	Aucun volume	Éclaircissage 1 = peut-être une charge de bois d'œuvre très modeste dans un camion; éclaircissage 2 = autre charge de camion – volume de bois d'œuvre toujours aussi réduit.	Bois d'œuvre dont la marchandabilité est très minime	Éclaircissage 1 : 20 % de 336 m ³ /ha = 67,2 m ³ x 4,17 ha = 280,2 m ³ ; éclaircissage 2 : identique à 1 = 280,2 m ³ ; Volume total = 560,4 m³	Bois d'œuvre dont la marchandabilité est très minime	Éclaircissage 1 = 30 % x 336 m ³ /ha = 100,8 m ³ x 4,17 ha = 420,3 m ³ ; éclaircissage 2 : 20 % x 336 m ³ /ha = 67,2 m ³ x 4,17 ha = 280,2 m ³ ; Volume total = 700,5 m³	Bois d'œuvre dont la marchandabilité est très minime	Éclaircissage 1 = 30 % x 336 m ³ /ha = 100,8 m ³ x 4,17 ha = 420,3 m ³ ; éclaircissage 2 : identique à 1 = 420,3 m ³ ; Volume total = 840,6 m³	Amélioration des volumes marchandables	Superficie de 336 m ³ /ha réduite de 2 % pour les arbres à valeur de conservation qui sont gardés; 336 x 0,98 = 329,3 x 4,17 ha = 1 373,2 m³	
--------------------	---	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

vii. Valeur du volume de la récolte	Il n'y a pas de coûts associés à la planification ou à la mise en œuvre des opérations d'éclaircissage.	Les produits du bois n'apportent pas de revenus.	Certains revenus – $35 \text{ m}^2 \times 20 \$ = 700 \$ \times 2$ éclaircissages = 1 400 \$	Valeur limitée; coûts associés à la lutte contre les espèces envahissantes, à la rédaction du cahier des charges, au balisage des arbres, à l'appel d'offres, aux opérations de surveillance et à la sécurité publique.	Éclaircissage 1 : $317,9 \text{ m}^3 \times 20 \$ = 5 604 \$$; éclaircissage 2 : on suppose que la valeur baisse de 10 % parce que les arbres sains sont peu nombreux $5 604 \$ \times 0,90 = 5 044 \$$; Total pour deux éclaircissages = 10 648 \$	Valeur limitée; coûts associés à la lutte contre les espèces envahissantes, à la rédaction du cahier des charges, au balisage des arbres, à l'appel d'offres, aux opérations de surveillance et à la sécurité publique.	Éclaircissage 1 : $420,3 \text{ m}^3 \times 20 \$ = 8 406 \$$; éclaircissage 2 : on suppose que la valeur baisse de 10 % parce que les arbres sains sont peu nombreux $280,2 \times 20 \$ = 5 604 \$ \times 0,90 = 5 044$; Total pour deux éclaircissages – 13 450 \$	Valeur limitée; coûts associés à la lutte contre les espèces envahissantes, à la rédaction du cahier des charges, au balisage des arbres, à l'appel d'offres, aux opérations de surveillance et à la sécurité publique.	Éclaircissage 1 : $420,3 \text{ m}^3 \times 20 \$ = 8 406 \$$; éclaircissage 2 : on suppose que la valeur baisse de 10 % parce que les arbres sains sont peu nombreux $4 720,3 \times 20 \$ = 8 406 \$ \times 0,90 = 7 565 \$$; Total pour deux éclaircissages – 15 971 \$	Valeur limitée; coûts associés à la lutte contre les espèces envahissantes, à la rédaction du cahier des charges, au balisage des arbres, à l'appel d'offres, aux opérations de surveillance et à la sécurité publique.	$1 373,2 \text{ m}^3 \times 20 \$ = \mathbf{27 464 \$}$	Rapport qualité-prix le plus élevé; coûts associés à la lutte contre les espèces envahissantes, à la rédaction du cahier des charges, au balisage des arbres, à l'appel d'offres, aux opérations de surveillance, à la planification de la restauration, à la préparation du site, à la plantation des arbres, à l'entretien culturel et à la sécurité publique.
-------------------------------------	---	--	---	---	--	---	--	---	---	---	---	--

Page destinée à rester libre