

RAPPORT FINAL

ÉVALUATION DE LA DIVERSITÉ
FONCTIONNELLE DES MILIEUX BOISÉS
DU DOMAINE DES VILLAS DE L'ANSE
ET
RECOMMANDATIONS POUR EN
AMÉLIORER LA RÉSILIENCE FACE AUX
CHANGEMENTS GLOBAUX

Par

habitat

LA NATURE À L'ŒUVRE

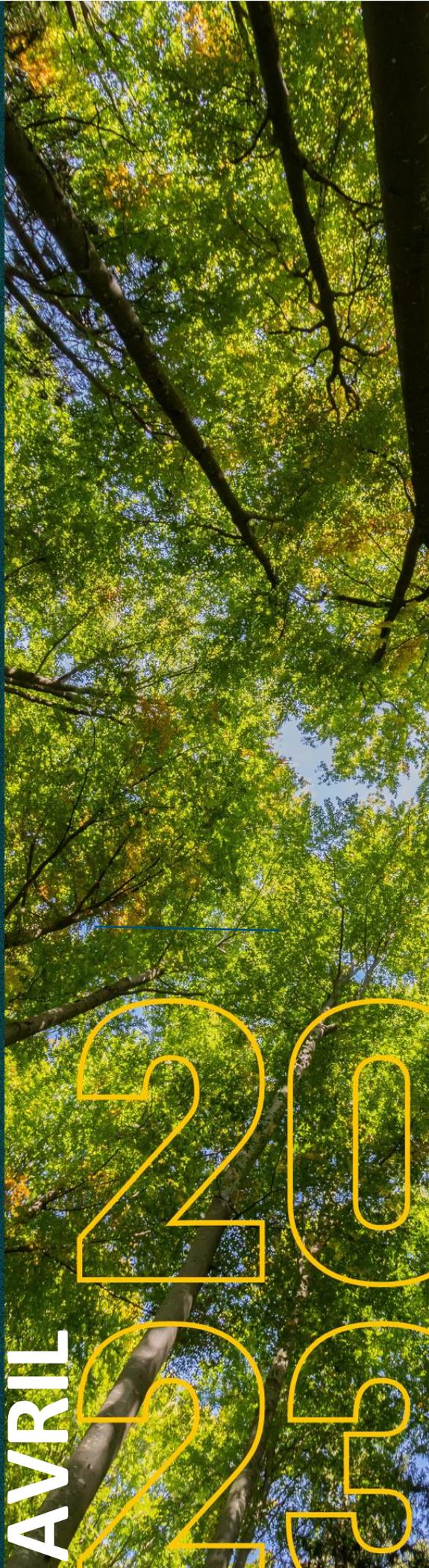
Pour

L'Association des propriétaires

*Les Villas
de l'Anse*

AVRIL

2023



HABITAT

Habitat est une entreprise de solutions environnementales fondée en 2017 (d'abord connue sous le nom d'Eco2urb) et basée à Montréal. Elle propose des solutions fondées sur la nature pour alimenter et propulser la transition écologique de ses client·e·s, notamment dans un contexte de relance verte.

Habitat est née d'une mise en commun des expertises de trois laboratoires de pointe dans le domaine des sciences humaines et naturelles. À la tête de l'entreprise, on retrouve les professeurs Dupras, Gonzalez et Messier, tous reconnus à l'échelle internationale dans leurs domaines.

Au cours des cinq dernières années, Habitat a catalysé la transition écologique d'une clientèle diversifiée. L'équipe collabore avec de nombreuses universités, centres de recherche et organisations non gouvernementales afin de faciliter la mise en œuvre de travaux scientifiques reliés à l'écologie, la foresterie et l'aménagement du territoire. Elle propose des approches innovatrices et des stratégies environnementales à la fine pointe de la science.

L'équipe de consultant.e.s scientifiques d'Habitat vous encadre dans la gestion durable des écosystèmes, dans la conservation de la biodiversité et dans la prise en compte des services rendus par vos infrastructures naturelles, en appliquant la meilleure science disponible.

Notre mission est d'accélérer votre transition écologique à l'aide de solutions ancrées dans la nature et la science.

Citation suggérée :

Habitat (2023). Évaluation de la diversité fonctionnelle des milieux boisés du domaine des Villas de l'Anse et recommandations pour améliorer la résilience face aux changements globaux. Pour l'Association des Propriétaires des Villas de l'Anse. 22 p

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	6
1.1. LA RÉSILIENCE DES FORÊTS : ESSENTIELLE POUR S'ADAPTER ET RÉSISTER AUX CHANGEMENTS GLOBAUX	6
1.2. OBJECTIFS DU PROJET	6
1.3. TERRITOIRE D'ÉTUDE	7
2. ÉVALUATION DE LA DIVERSITÉ FONCTIONNELLE DES PEUPEMENTS FORESTIERS DU DOMAINE DES VILLAS DE L'ANSE	9
2.1. CARACTÉRISATION DES PEUPEMENTS FORESTIERS INVENTORIÉS.....	9
2.2. PRÉSENTATION DES ESPÈCES LES PLUS ABONDANTES SUR L'ENSEMBLE DES PEUPEMENTS FORESTIERS DU DOMAINE DES VILLAS DE L'ANSE	10
2.3. DIVERSITÉ FONCTIONNELLE DES PEUPEMENTS	12
2.3.1. Indice de diversité fonctionnelle	14
3. RECOMMANDATIONS POUR AMÉLIORER LA RÉSILIENCE DES PEUPEMENTS FORESTIERS DU DOMAINE DES VILLAS DE L'ANSE	18
4. CONCLUSION.....	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Aperçu du flux de travail dans le temps adopté pour la réalisation du projet d'évaluation de la résilience des forêts du domaine des Villas de l'Anse	7
Figure 2. Cartographie du domaine des Villas de l'Anse et localisation des six terrains communs.....	8
Figure 3. Présentation des 7 groupes fonctionnels formés avec les espèces arboricoles du sud du Québec, de leurs caractéristiques et des principales essences retrouvées au sein de chacun d'eux.	13
Figure 4. Répartition des espèces d'arbres recensés au domaine des Villas de l'Anse selon leur appartenance à chacun des 7 groupes fonctionnels et leur abondance (en termes de % de ST).	14
Figure 5. Indice de diversité fonctionnelle à l'échelle du domaine des Villas de l'anse.....	15
Figure 6. Cartographie du niveau de diversité fonctionnelle des 11 peuplements forestiers du domaine des Villas de l'Anse.	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques des peuplements forestiers inventoriés au domaine des Villas de l'Anse : superficie du peuplement, surface terrière moyenne, proportion en arbres d'espèces feuillues et résineuses, classe d'âge des peuplements et classe de drainage des sols.	10
Tableau 2. Synthèse des espèces arboricoles les plus abondantes pour l'ensemble des 11 peuplements inventoriés au domaine des Villas de l'Anse, selon la surface terrière qu'elles occupent.	11
Tableau 3. Synthèse des indices de diversité fonctionnelle pour chacun des 11 peuplements forestiers du territoire à l'étude.	17
Tableau 4. Groupes fonctionnels recommandés pour de nouvelles plantations au sein de chaque peuplement forestier.	21

GLOSSAIRE

Changements globaux : combinaison des changements climatiques et des menaces anthropiques (ex. espèces exotiques introduites par l'humain, conversion des terres).

Diversité fonctionnelle : diversité au niveau des traits fonctionnels (ou caractéristiques biologiques) des espèces recensées sur un territoire donné.

Menace abiotique ou climatique : menace venant du milieu et non des êtres vivants, comme les incendies, les précipitations ou le vent.

Menace biotique ou biologique : menace venant du monde vivant, comme les épidémies d'insectes ou les maladies exotiques.

Résilience : capacité d'un milieu naturel à résister ou se remettre suite à une perturbation, avec ou sans la même composition en espèces, de façon à maintenir les fonctions écologiques qu'il fournissait à son état initial.

Services écosystémiques : bénéfices issus du fonctionnement des écosystèmes, comme la pollinisation ou la séquestration du carbone.

Traits fonctionnels : caractéristiques biologiques des espèces animales et végétales qui dictent leurs réponses à différentes conditions environnementales et leurs effets sur l'environnement. À titre d'exemple, la taille des semences et la densité du bois représentent des traits fonctionnels pour les arbres.

Surface terrière : indicateur de l'importance des arbres dans un peuplement forestier. Plus précisément, elle correspond à la surface transversale du tronc d'un arbre prise à 1,3 m du sol (soit à hauteur de poitrine).

1. INTRODUCTION

1.1. LA RÉSILIENCE DES FORÊTS : ESSENTIELLE POUR S'ADAPTER ET RÉSISTER AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

Grâce aux nombreux bénéfices que les arbres fournissent au quotidien, tels que la régulation du climat, l'amélioration de la qualité de l'air et la contribution à la biodiversité, mais également leurs fonctions esthétiques, récréatives et patrimoniales, ils contribuent grandement à notre santé et notre bien-être. Ces bénéfices rendus par les arbres font référence à la notion de [services écosystémiques](#). La perte de ces milieux naturels prive la société des bienfaits et services qui leur sont associés, mais a aussi un impact important pour les espèces fauniques qui utilisent ces milieux à titre d'habitats ou de corridors de déplacement.

Toutefois, une proportion grandissante des arbres de nos forêts est menacée et risque de périr face aux [changements globaux](#). Ces changements globaux regroupent les changements climatiques et les menaces de nature anthropique (ex. pression démographique, urbanisation, établissement d'insectes ou de maladies exotiques). D'après les prévisions climatiques¹ anticipées pour la région de l'Estrie, on s'attend à une augmentation de la fréquence des événements extrêmes dans les prochaines décennies, comme des périodes de sécheresse ou d'inondations, en plus de températures estivales globalement plus élevées.

Dans un tel contexte, il devient important de préparer les forêts afin de les rendre plus résilientes aux perturbations présentes et futures. Autrement dit, nous devons augmenter leur capacité à résister, récupérer rapidement ou à s'adapter face au nombre grandissant de stress ou menaces possible, et ce, en diversifiant les espèces d'arbres ayant des caractéristiques biologiques différentes et complémentaires.

Dans l'optique de promouvoir la [résilience](#) des forêts, Habitat adopte une approche basée sur la [diversité](#) dite [fonctionnelle](#) des arbres. Ainsi, plutôt que de s'intéresser uniquement au nombre d'espèces d'arbres recensées au sein d'un territoire pour déterminer son niveau de diversité, nous nous basons sur les caractéristiques biologiques de ces espèces, aussi appelées [traits fonctionnels](#). Ces traits fonctionnels nous renseignent sur la réponse des arbres à différents facteurs de stress, comme la sécheresse, la compaction du sol ou des insectes, et nous renseignent donc sur leur vulnérabilité. Plus les espèces présentes sur un territoire ont des traits fonctionnels diversifiés et complémentaires, plus elles auront de chance de réagir différemment aux menaces. Autrement dit, une forêt diversifiée au niveau fonctionnel sera plus résiliente aux perturbations, et ce, malgré l'incertitude liée aux changements globaux.

1.2. OBJECTIFS DU PROJET

Le territoire forestier du domaine des Villas de l'Anse n'avait jusqu'à maintenant jamais été inventorié. L'objectif global du projet était de dresser le portrait du domaine forestier et de formuler des recommandations afin d'en améliorer la résilience face aux changements globaux. Ce projet se compose de trois étapes principales dont les objectifs plus précis sont énumérés ci-dessous.

- **Réaliser l'inventaire des peuplements forestiers sur le territoire à l'étude**

Cette étape est primordiale à l'analyse du territoire. Cet inventaire inclut la description des différents peuplements observés au sein du territoire et les caractéristiques de chacun d'entre eux (composition en

¹ Ouranos. 2022. Portraits climatiques en Estrie <https://www.ouranos.ca/fr/portraits-climatiques>.

espèces, densité et âge du peuplement, etc.) et ce, à l'aide de techniques d'échantillonnage adaptées au contexte. Ce travail a été réalisé par un ingénieur forestier et des techniciens forestiers de la région (cf le Plan d'aménagement forestier (PAF) remis conjointement à ce rapport).

- **Analyser la diversité fonctionnelle des peuplements identifiés sur le site**

Basé sur les données issues de l'inventaire forestier réalisé lors de la première étape, nous avons procédé à l'analyse du territoire en termes de diversité fonctionnelle afin de mieux comprendre le type d'arbres présents sur le territoire et ceux qu'il faudrait favoriser et/planter dans le but d'augmenter la résilience de la forêt.

- **Émettre des recommandations d'aménagement de la forêt visant à en augmenter la résilience face aux principales menaces présentes et à venir**

En se basant sur les analyses de diversité du territoire, ainsi que des échanges avec les représentants de l'Association des Propriétaires des Villas de l'Anse (APVA), des recommandations d'aménagement ont été émises afin d'améliorer la résilience de la forêt face aux perturbations.

La figure 1 présente le déroulement des différentes étapes du projet dans le temps.

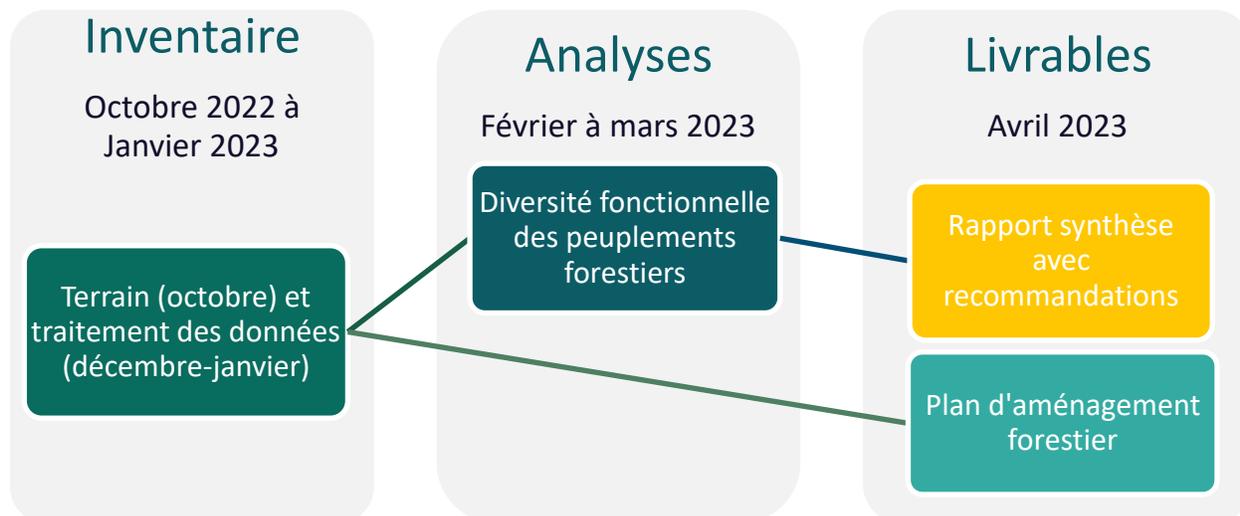


Figure 1. Aperçu du flux de travail dans le temps adopté pour la réalisation du projet d'évaluation de la résilience des forêts du domaine des Villas de l'Anse

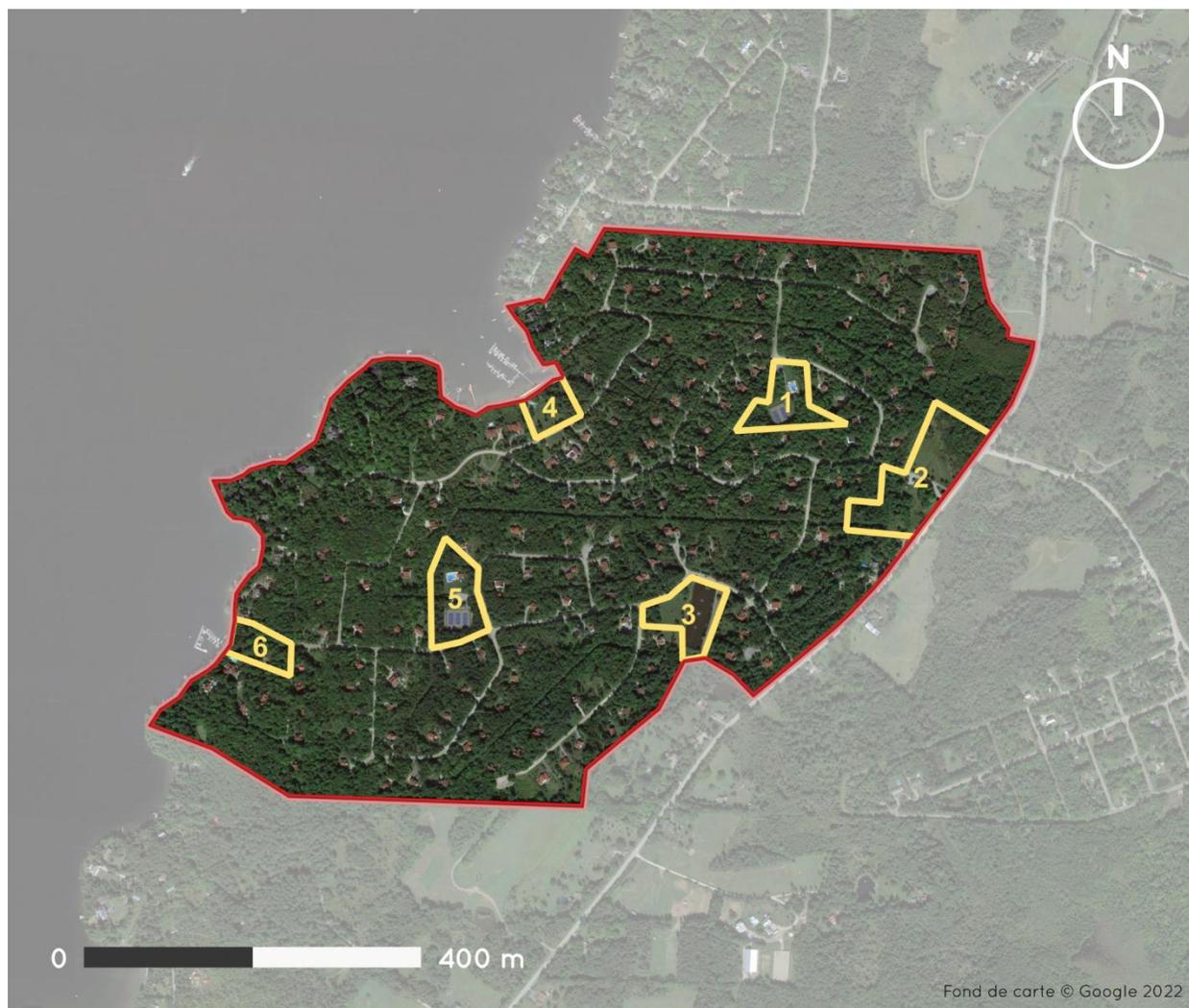
1.3. TERRITOIRE D'ÉTUDE

Le domaine des Villas de l'Anse est situé sur les rives du lac Memphrémagog, en Estrie (QC), en « forêts tempérées mixtes de l'Est² » et correspond au domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul³. Le domaine s'étend sur une superficie d'environ 80 ha. Il est détenu et géré par l'APVA et comporte 167 lots cadastraux au

² Gouvernement du Canada, cartes ouvertes des zones de végétation du Canada : [Open Maps Data Viewer \(canada.ca\)](https://openmaps.canada.ca/en)

³ Gouvernement du Québec, MFFP. Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec (gouv.qc.ca) https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/FE_zones_vegetation_bioclimatiques_MRNF.pdf

total, incluant six terrains communs (figure 2)⁴. Le paysage est fragmenté par le développement résidentiel, les lignes Hydro-Québec et le réseau de chemins desservant notamment chacune des propriétés (figure 2).



Zone d'étude des Villas de l'Anse

- ▭ Zone d'étude pour la diversité fonctionnelle
- ▭ Terrains communs (approximativement)

Figure 2. Cartographie du domaine des Villas de l'Anse et localisation des six terrains communs.

Selon les prévisions climatiques de la région, une augmentation des températures moyennes de 3 degrés Celsius est attendue d'ici 2070 (scénario d'émissions élevées), ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements météorologiques extrêmes, comme des sécheresses, des inondations et des

⁴ Le tracé de ces terrains a été extrait à partir du plan des sentiers fourni par l'APVA en version PDF, et reste ainsi approximatif.

tempêtes⁵. De plus, selon le GIEC⁶, une augmentation des dommages causés par les agents pathogènes et les insectes nuisibles est prévue d'ici 2050 dans les pays nordiques, jusqu'ici protégés par des hivers froids. Ceci représente donc une menace biologique supplémentaire pour les arbres des Villas de l'Anse.

2. ÉVALUATION DE LA DIVERSITÉ FONCTIONNELLE DES PEUPEMENTS FORESTIERS DU DOMAINE DES VILLAS DE L'ANSE

2.1. CARACTÉRISATION DES PEUPEMENTS FORESTIERS INVENTORIES

Suite à l'inventaire du territoire, 11 peuplements forestiers ont été délimités (cf le PAF remis conjointement à ce rapport pour les détails). À noter que les jardins et les petits aménagements privés ne sont pas couverts par l'inventaire réalisé et sont donc exclus de la présente étude. Une petite portion du terrain commun #2 (3 ha) n'a pas été inventoriée en raison du faible nombre d'arbres présents.

Au total, les peuplements inventoriés superficie couvrent 117,2 ha (tableau 1). De façon générale, sur l'ensemble de ces peuplements inventoriés, on a identifié 56 % d'espèces feuillues et 44 % d'espèces résineuses. Nous pouvons qualifier la forêt de « mixte », présentant un mélange de ces deux types de forêts. Cela dit, les peuplements 2, 4 et 6 à 9 sont principalement feuillus (> 70 %), alors que les peuplements 1, 3, et 11 sont principalement résineux (> 70 %). Les peuplements sont représentés par des classes d'âge relativement variées, bien que les peuplements 4 et 8 semblent assez jeunes. Le drainage des sols a été qualifié d'imparfait à bon selon les peuplements considérés.

⁵ Ouranos. 2022. Portraits climatiques en Estrie <https://www.ouranos.ca/fr/portraits-climatiques>

⁶ IPCC. (2014). AR5 Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Global and Sectoral Aspects, Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Tableau 1. Caractéristiques des peuplements forestiers inventoriés au domaine des Villas de l’Anse : superficie du peuplement, surface terrière moyenne, proportion en arbres d’espèces feuillues et résineuses, classe d’âge des peuplements et classe de drainage des sols.

Numéro du peuplement	Superficie (ha)	Surface terrière moyenne m ² /ha	Proportion de feuillus (%)	Proportion de résineux (%)	Classe d’âge (ans)	Classe de drainage des sols
1	11,1	30	30	70	30-90	Modéré
2	9,5	30	77	23	30-70	Modéré à Imparfait
3	21,8	34	28	72	30-70	Modéré à Imparfait
4	4,0	24	74	26	30-50	Imparfait
5	14,5	30	65	35	30-90	Bon à modéré
6	15,6	32	82	18	30-90	Bon à modéré
7	3,7	36	87	13	30-50	Modéré à Imparfait
8	4,7	32	77	23	30-50	Modéré
9	20,8	34	76	24	30-70	Modéré à Imparfait
10	4,0	36	55	45	30-90	Bon à modéré
11	7,5	46	11	89	60	Imparfait
Total	117,2	-	56	44	30-90	Imparfait à bon

2.2. PRÉSENTATION DES ESPÈCES LES PLUS ABONDANTES SUR L’ENSEMBLE DES PEUPELEMENTS FORESTIERS DU DOMAINE DES VILLAS DE L’ANSE

Lorsqu’on s’intéresse aux abondances relatives des espèces identifiées dans les 11 peuplements forestiers (tableau 2), nous observons qu’il y a une forte dominance du thuya occidental (*Thuja occidentalis*, 25,9 % de la surface terrière (ST) totale), de l’érable à sucre et de l’érable rouge (*Acer saccharum* et *Acer rubrum*, 21,9 % de la ST) et de la pruche de l’Est (*Tsuga canadensis*, 12,1 % de la ST). Ensuite, dans une moindre mesure, les peuplements forestiers sont caractérisés par la présence de sapin baumier (*Abies balsamea*, 9,1 % de la ST), pin blanc (*Pinus strobus*, 7 % de la ST), frêne d’Amérique (*Fraxinus americana*, 5 % de la ST), peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*, 4,8 % de la ST), bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*, 4,8 % de la ST), et bouleau à papier (*Betula papyrifera*, 3,6 % de la ST).

La synthèse des espèces identifiées est présentée au tableau 2 ci-dessous, selon la proportion de surface terrière qu’elle occupe au sein du territoire.

Tableau 2. Synthèse des espèces arboricoles les plus abondantes pour l'ensemble des 11 peuplements inventoriés au domaine des Villas de l'Anse, selon la surface terrière qu'elles occupent.

NOM ESPECE	NOM ESPECE LATIN	ABONDANCE RELATIVE (%)
Thuja occidental	<i>Thuja occidentalis</i>	25,9
Pruche de l'Est	<i>Tsuga canadensis</i>	12,1
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	11,4
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>	10,5
Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i>	9,1
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i>	7,0
Frêne d'Amérique	<i>Fraxinus americana</i>	5,0
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i>	4,8
Bouleau jaune	<i>Betula alleghaniensis</i>	4,8
Bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i>	3,6
Frêne noir	<i>Fraxinus nigra</i>	1,7
Cerisier tardif	<i>Prunus serotina</i>	1,5
Tilleul d'Amérique	<i>Tilia americana</i>	0,6
Ostryer de Virginie	<i>Ostrya virginiana</i>	0,5
Peuplier deltoïde	<i>Populus deltoides</i>	0,2
Hêtre à grandes feuilles	<i>Fagus grandifolia</i>	0,2
Épinette rouge	<i>Picea rubens</i>	0,2
Orme d'Amérique	<i>Ulmus americana</i>	0,1
Bouleau gris	<i>Betula populifolia</i>	0,1
Autres ⁷	-	0,8
Total		100

⁷ La ligne « Autres » correspond aux espèces pour lesquelles la proportion d'occurrence est très faible (inférieur à 1 % de la ST du territoire). Cette donnée n'a pas été prise en compte dans l'analyse car elle n'est pas suffisamment précise.

2.3. DIVERSITÉ FONCTIONNELLE DES PEUPEMENTS

La diversité fonctionnelle est une caractéristique écologique très importante pour évaluer la résilience d'une forêt face aux perturbations, notamment celles associées aux changements globaux. Cette approche repose sur le fait que les caractéristiques biologiques des arbres, aussi appelées traits fonctionnels, nous renseignent davantage sur leurs fonctions, leurs vulnérabilités et les services qu'ils produisent que leur classification spécifique. En effet, ces caractéristiques biologiques, incluant par exemple la densité du bois qui constitue un bon indicateur de la tolérance à la sécheresse ou encore la taille des semences qui nous renseignent sur la capacité de dispersion des arbres, influencent le mode de fonctionnement des arbres et déterminent donc la façon dont ils vont répondre et s'adapter aux conditions environnementales présentes et futures. Plus un milieu boisé est composé d'un grand nombre d'espèces d'arbres aux caractéristiques biologiques distinctes et complémentaires, plus il est considéré résilient aux éventuelles menaces biologiques ou climatiques.

La méthode d'application de la diversité fonctionnelle que nous employons consiste à regrouper les espèces d'arbres selon la similitude de leurs traits fonctionnels, sous la forme de groupes dits groupes fonctionnels. Les principales espèces d'arbres retrouvées dans les milieux forestiers naturels du sud du Québec (indigènes) ont ainsi été regroupées en 7 groupes (1, 2A, 2B, 3A, 3B, 4 et 5) caractérisés par un ou plusieurs traits particuliers tels que la densité du bois, la tolérance à l'ombre, la tolérance aux inondations (figure 3). Afin de minimiser les risques de mortalité soudaine d'un pourcentage important des arbres ans chacun des peuplements forestiers, il est recommandé de s'assurer que les espèces présentes sur un territoire ne partagent pas toutes les mêmes traits fonctionnels (c.-à-d. qu'elles appartiennent à des groupes fonctionnels différents) et que leur diversité soit bien répartie sur l'ensemble du territoire.



Figure 3. Présentation des 7 groupes fonctionnels formés avec les espèces arboricoles du sud du Québec, de leurs caractéristiques et des principales essences retrouvées au sein de chacun d'eux.

Au domaine des Villas de l'Anse, sur la base de ces 7 groupes fonctionnels, l'analyse de la diversité fonctionnelle des arbres révèle que le groupe 1, constitué des résineux, est présent sur plus de la moitié de la superficie du territoire (54 % de la ST sont occupés par des espèces issues de ce groupe). Le groupe 2B, comprenant majoritairement les érables et les frênes, ainsi que le groupe 2A comprenant notamment les tilleuls, les frênes et les hêtres, occupent à eux deux le tiers de la ST (figure 4).

Les espèces issues des groupes 3A, 3B et 5 représentent respectivement 2 %, 5 % et 9 % de la surface terrière totale. Le groupe 4, caractérisé par des arbres feuillus à larges semences et tolérants à la sécheresse, n'est pas représenté sur le territoire (figure 4).

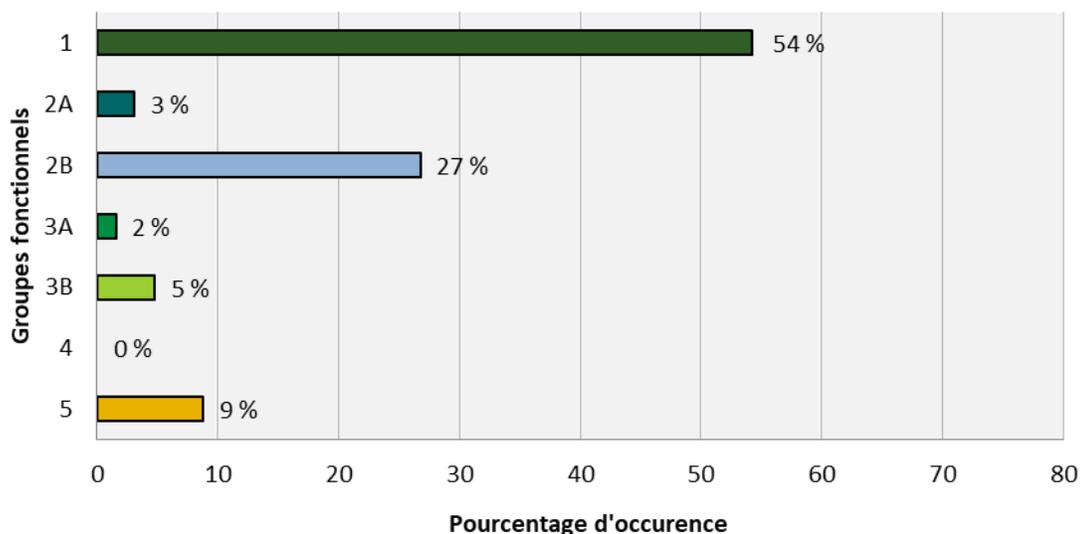


Figure 4. Répartition des espèces d'arbres recensés au domaine des Villas de l'Anse selon leur appartenance à chacun des 7 groupes fonctionnels et leur abondance (en termes de % de ST).

De façon générale, 81 % du territoire forestier sont représentés par seulement 2 groupes fonctionnels (les groupes 1 et 2B). Une proportion aussi élevée d'arbres issue de seulement 2 groupes fonctionnels sur les 7 possibles augmente les risques de mortalité d'un pourcentage élevé d'arbres, causés par une ou quelques perturbations. Il suffit d'observer la situation entraînée par l'agrile du frêne pour saisir l'impact dévastateur qu'une représentation déséquilibrée d'une espèce ou d'un groupe fonctionnel peut avoir sur la forêt.

Une nuance est toutefois à apporter pour le groupe 1 (les résineux) puisqu'il regroupe des espèces ayant des tolérances variées à la sécheresse et qui sont donc, face à certaines menaces, complémentaires (voir section recommandations).

2.3.1. Indice de diversité fonctionnelle

L'indice de diversité fonctionnelle reflète la présence des différents groupes sur le territoire selon leur abondance respective. Un peuplement forestier ou un territoire ayant un indice de diversité fonctionnelle élevé sera composé d'espèces issues de tous les groupes fonctionnels et qui seront réparties équitablement entre elles et sur le territoire.

Sur l'ensemble du territoire à l'étude, l'indice de diversité fonctionnelle atteint une valeur **3,37**, correspondant à un niveau de diversité fonctionnelle **intermédiaire** (figure 5).

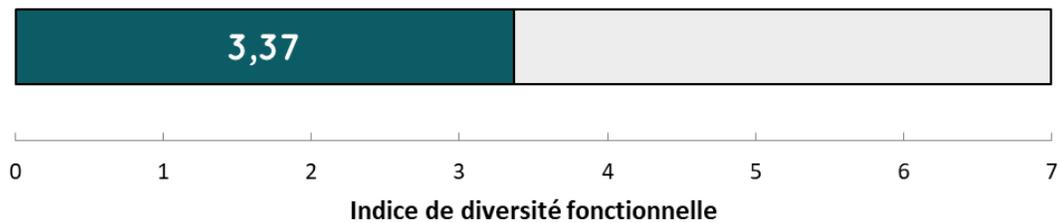
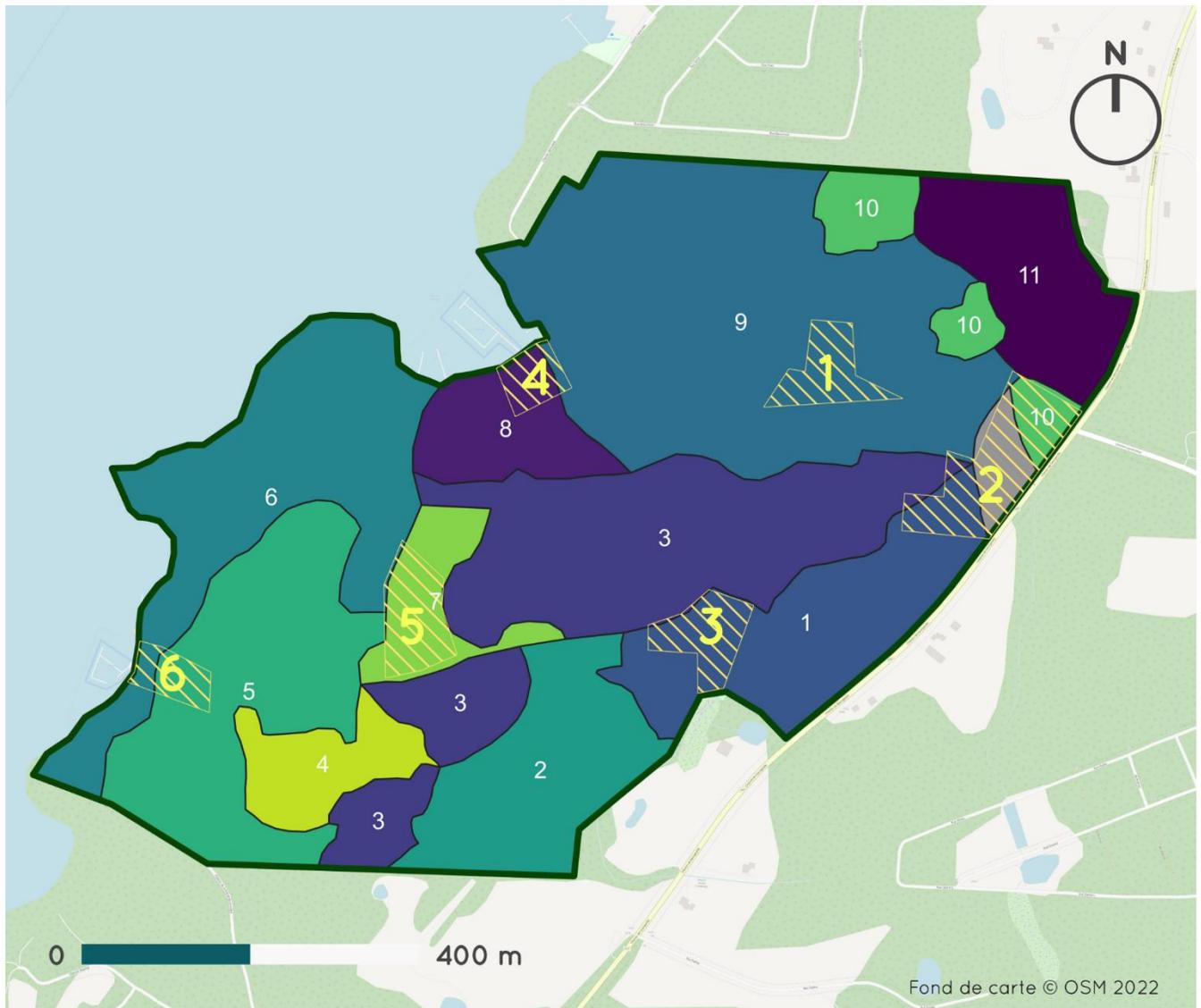


Figure 5. Indice de diversité fonctionnelle à l'échelle du domaine des Villas de l'anse. Sur la base des groupes fonctionnels utilisés dans le cadre de ce mandat, la diversité fonctionnelle peut atteindre une valeur maximale de 7.

À une échelle un peu plus fine, la figure 6 ci-dessous illustre le niveau de diversité fonctionnelle de chacun des peuplements forestiers du territoire à l'étude. Les différents niveaux de diversité fonctionnelle sont définis selon la valeur de l'indice et correspondent à très faible (valeur de l'indice de 0,0 à 2,0), faible (de 2,1 à 3,0), intermédiaire (de 3,1 à 5,0) et élevé (de 5,1 à 7,0). La plupart des peuplements sont caractérisés par un niveau de diversité intermédiaire, avec un indice variant entre 3 et 4 (sur 7) (tableau 3). Les peuplements 1, 3, 6, 8 et 9 présentent quant à eux un faible niveau de diversité, et le peuplement 11 est très faiblement diversifié. Aucun peuplement ne présente une diversité fonctionnelle élevée.

Les peuplements avec un niveau de diversité très faible et faible sont ceux à prioriser pour des interventions de diversification (figure 6). L'enrichissement avec de nouvelles espèces arboricoles, basé sur la proportion actuelle de chaque groupe fonctionnel, est ainsi recommandé pour ces peuplements afin d'ajouter des espèces aux caractéristiques complémentaires et ainsi améliorer leur résilience à long terme.



Indice de diversité fonctionnelle



- Zone d'étude pour la diversité fonctionnelle
- Délimitations des peuplements forestiers inventoriés
- 1 à 11 Numéros des peuplements forestiers inventoriés
- Terrains communs (approximativement)
- 1 à 6 Numéros des terrains communs
- Pas de données

Figure 6. Cartographie du niveau de diversité fonctionnelle des 11 peuplements forestiers du domaine des Villas de l'Anse. Les différents niveaux de diversité fonctionnelle sont définis selon la valeur de l'indice et correspondent à : très faible (valeur de l'indice de 0,0 à 2,0), faible (de 2,1 à 3,0), intermédiaire (de 3,1 à 5,0) et élevé (de 5,1 à 7,0).

Tableau 3. Synthèse des indices de diversité fonctionnelle pour chacun des 11 peuplements forestiers du territoire à l'étude. Les différents niveaux de diversité fonctionnelle sont définis selon la valeur de l'indice et correspondent à très faible (0 à 2), faible (valeur de l'indice de 0,0 à 2,0), faible (de 2,1 à 3,0), intermédiaire (de 3,1 à 5,0) et élevé (de 5,1 à 7,0). Le tableau présente une brève description de chacun des peuplements.

PEUPLEMENT	DIVERSITÉ FONCTIONNELLE		BRÈVE DESCRIPTION DU PEUPLEMENT FORESTIER (ISSUE DU PAF)
	INDICE	NIVEAU	
1	2,4	Faible	Peuplement résineux dominé par des pins blancs, avec mélange de feuillus
2	3,1	Intermédiaire	Érables avec frênes d'Amérique avec peupliers faux-trembles
3	2,4	Faible	Grand peuplement résineux divisé en 3 secteurs dominés par le cèdre.
4	4	Intermédiaire	Mélange de feuillus avec sapins et cèdres sur un site mal drainé.
5	3,6	Intermédiaire	Grande érablière avec bouleaux jaunes et quelques grosses pruches.
6	3	Faible	Secteur mélangé principalement dominé par l'érable à sucre et des sapins.
7	3,7	Intermédiaire	Peupliers faux-tremble et sapins avec cèdres et frênes.
8	2,3	Faible	Cèdres accompagnés d'un mélange d'essences hétérogènes.
9	2,9	Faible	Grand peuplement dominé par les pruches et les cèdres. Les feuillus sont principalement concentrés au nord du chemin du Nord, incluant quelques frênes dépérissants.
10	3,7	Intermédiaire	Érablière rouge séparée en trois petits secteurs. Présence occasionnelle de jeunes bouleaux jaunes de qualité.
11	1,6	Très faible	Cédrière à forte densité. Présence d'arbres renversés par secteurs, notamment au nord, près du petit lac. Très humide.
Total	3,4	Intermédiaire	-

3. RECOMMANDATIONS POUR AMÉLIORER LA RÉSILIENCE DES PEUPEMENTS FORESTIERS DU DOMAINE DES VILLAS DE L'ANSE

Sur la base de l'analyse de diversité fonctionnelle réalisée dans le cadre de cette étude, voici plusieurs recommandations visant à accompagner l'APVA dans la mise en place d'actions ciblées et concrètes pour améliorer la résilience de sa forêt face aux changements globaux. Ces recommandations visent aussi à répondre à certains des enjeux particuliers du territoire (inondations, vents, sécurité des sentiers, présence de chevreuils, plantes envahissantes).

Diversifier la forêt

De manière globale, sur l'ensemble du territoire du domaine, les groupes fonctionnels les moins représentés actuellement, et qui sont donc à privilégier pour les plantations futures, sont les groupes **4, 3A, 2A et 3B** (par ordre de priorité). Des recommandations ciblées pour chaque peuplement sont synthétisées dans le tableau 4.

Les six terrains communs (numérotés de 1 à 6) sont des zones actuellement peu voire pas boisées. Ces zones présentent donc des opportunités pour des projets de reboisement (voir le tableau 4 pour des recommandations selon leur localisation sur le territoire).

Les différentes espèces à considérer pour de futures plantations dépendent du contexte local et des enjeux rencontrés sur le territoire. Nous développons dans les paragraphes suivants, les espèces à privilégier selon le contexte.

Prioriser les interventions

Nous conseillons de prioriser les interventions de plantation dans les peuplements ayant une très faible et une faible diversité fonctionnelle, c'est-à-dire les peuplements 11, 1, 3, 6, 8, et 9. Au niveau des terrains communs, ce sont les terrains 1 à 4 qui sont prioritaires en termes d'effort de diversification fonctionnelle, car ceux-ci sont localisés dans ou à proximité de peuplements forestiers de faible, voire très faible diversité fonctionnelle.

Améliorer la résilience du couvert forestier face aux insectes nuisibles et aux maladies

Tous les peuplements du domaine, à l'exception des peuplements 10 et 11 (à l'extrémité nord-est du domaine) comptent des frênes d'Amérique (*Fraxinus americana*) et/ou des frênes noirs (*Fraxinus nigra*) et ils sont particulièrement présents au sein des peuplements 1, 2 et 4 (> 9 % de la ST de chaque peuplement). Le peuplement 9 présente d'ailleurs des frênes dépérissants. Compte tenu de la présence de l'agrile du frêne au Québec et de la menace que cet insecte représente sur l'ensemble des frênes, les individus présents au sein du territoire ont peu de chance de survivre. Nous recommandons de commencer graduellement à les remplacer, en favorisant des espèces issues principalement des groupes fonctionnels peu représentés (4, 3A, 2A et 3B). De plus, il est formellement déconseillé de planter des frênes sur le territoire, ainsi que des hêtres à grandes feuilles (susceptibles à la maladie corticale du hêtre), des ormes (maladie hollandaise de l'orme) ou du noyer cendré (chancre du noyer). Le noyer noir (*Juglans nigra*, gr. 4) n'est quant à lui pas susceptible au chancre du noyer.

Les peuplements (ou sections de peuplements) fortement dominés par la pruche devraient également faire l'objet d'un effort de diversification le plus tôt possible. Cette espèce est vulnérable au puceron lanigère de la pruche, un parasite en provenance des États-Unis qui migre lentement vers le Canada. De telles interventions,

planifiées le plus tôt possible mais étalées dans le temps, permettraient de mieux préparer les peuplements à cette menace et éviter la mortalité potentielle d'un nombre élevé d'arbres.

Assurer la sécurité des sentiers pédestres

De façon générale, nous conseillons de procéder à des inspections régulières des arbres, d'abord pour identifier les arbres devenant dangereux ou présentant des maladies, mais aussi pour faire un suivi sur ceux déjà identifiés comme tels (cf le PAF). Ces inspections sont importantes pour des aspects sécuritaires, mais aussi pour permettre la détection précoce des problèmes et pouvoir intervenir rapidement pour empêcher leur propagation. C'est particulièrement important de procéder à des inspections le long de tous les chemins et sentiers empruntés et le long de la ligne d'Hydro Québec qui est bordée de frênes, selon le plan d'aménagement forestier. À proximité de la ligne électrique, il est suggéré de privilégier des espèces du groupe fonctionnel 3 (qui sont en général de plus petites tailles que celles des autres groupes) et d'y planter des arbustes.

Améliorer la résilience du couvert forestier face aux vents

Le domaine des Villas de l'Anse est un territoire exposé aux vents, particulièrement aux abords du lac Memphrémagog. Dans ce contexte, nous conseillons d'introduire graduellement des espèces moins vulnérables au vent dans ces secteurs, comme le caryer cordiforme (*Carya cordiformis*, gr. 4), le chêne rouge (*Quercus rubra*, gr. 4) ou l'ostryer de Virginie (*Ostryer virginiana*, gr. 2A).

Améliorer la résilience du couvert forestier face aux inondations

La sensibilité du terrain aux inondations est notamment dû aux sols à drainage imparfait et à la proximité au lac et aux cours d'eau. Ceci concerne particulièrement les sols des peuplements 4 et 11 à drainage imparfait, mais également ceux des peuplements 2, 3, 7 et 9 qui présentent un drainage modéré à imparfait. Dès lors, nous conseillons de privilégier des espèces tolérantes aux inondations et à l'humidité dans ces peuplements. Par exemple, les peupliers (ex. *Populus deltoïdes*, gr. 5), des espèces indigènes de saules (*Salix sp.*, gr. 5) ou encore l'érable argenté (*Acer saccharinum*, gr. 2A).

Les espèces du groupe 3B et la plupart des espèces du groupe 4 sont intolérantes aux inondations, comme le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*, gr. 3B), le chêne rouge (*Quercus rubra*, gr. 3B) et le chêne à gros fruits (*Quercus macrocarpa*, gr. 3B). Le groupe 3A regroupe des espèces peu tolérantes aux inondations comme les cerisiers (*Prunus serotina*, gr. 3A), les sureaux (*Sambucus sp.*, gr. 3A), ou les sorbiers (*Sorbus americana*, gr. 3A). Il convient alors de les planter en dehors des zones inondables et des milieux humides, mais plutôt dans des zones en hauteur, en terrain bien drainé ou en pente et à l'abri des inondations potentielles.

Améliorer la résilience du couvert forestier face aux sécheresses

Le groupe 4 regroupe des espèces caractérisées notamment par une bonne tolérance à la sécheresse. Il est actuellement complètement absent sur l'ensemble du territoire. Étant donné les changements climatiques et l'augmentation anticipée au niveau des sécheresses, nous conseillons de sélectionner des essences de ce groupe ayant une bonne tolérance à la sécheresse ; par exemple, des caryers (*Carya sp.*, gr. 4), des chênes (*Quercus sp.*, gr. 4) ou des noisetiers (*Corylus sp.*, gr.4) pour les futures plantations. À long terme, il serait aussi opportun, selon la composition des peuplements, de planter des espèces de conifères tolérants à la sécheresse,

comme les pins blancs et rouges (*Pinus strobus* et *Pinus resinosa*, gr.1), les mélèzes (*Larix laricina*, gr. 1) et l'épinette blanche (*Picea glauca*, gr. 1).

Protéger les jeunes pousses des chevreuils

Afin de protéger les futurs plants du broutage par les chevreuils ou par les petits rongeurs, les nouvelles plantations devraient être protégées à long terme. Ceci peut être fait avec des protections individuelles comme des manchons protecteurs (pendant une dizaine d'années). Une autre solution consiste à placer des exclos autour des nouvelles plantations pour leur permettre d'atteindre une certaine hauteur et maturité à l'abri des prédateurs.

Le chevreuil se nourrit généralement de plants qui sont à sa hauteur. Il est donc également possible de planter des arbres de plus gros gabarit, mais cette solution est beaucoup plus coûteuse.

Actions à mener contre les plantes envahissantes

Les plantations d'arbres à privilégier pour lutter contre les plantes envahissantes sont des espèces arboricoles à croissance rapide (groupe 5) comme les peupliers et les saules, qui vont créer de l'ombrage aux plantes envahissantes et ainsi les compétitionner. Il est conseillé de les planter autour des plantes envahissantes, afin d'empêcher celles-ci de pousser et de se propager.

Tableau 4. Groupes fonctionnels recommandés pour de nouvelles plantations au sein de chaque peuplement forestier.

PEUPELEMENT	TERRAIN COMMUN	GROUPES FONCTIONNELS À FAVORISER POUR AMÉLIORER LA RÉSILIENCE DE LA FORÊT	
		À PLANTER EN PRIORITÉ ⁸	À PLANTER SI POSSIBLE ⁹
1	Terrains #2 (partie nord) et #3	3B, 4, 2A et 3A	5
2		3B, 4 et 2A	3A
3		2A, 4 et 3A	-
4		3A, 4 et 5	-
5	Terrain #6 (partie est)	4, 2A et 3A	-
6	Terrain #6 (partie ouest)	3A, 4, 3B et 5	2A
7	Terrain #5	4 et 3A	3B, 2A, 2B
8	Terrain #4	3A, 4, 3B et 5	2B, 2A
9	Terrain #1	3A, 4 et 5	3B, 2A
10		4, 3B et 2A	5, 3A
11		4, 3A, 3B, 2A et 5	2B

⁸ Ces groupes fonctionnels y sont actuellement absents ou en présence minoritaire (inférieur à 5%) dans chaque peuplement.

⁹ Ces groupes fonctionnels y sont présents entre 5 et 10 % dans chaque peuplement.

4. CONCLUSION

Dans le contexte des changements globaux qui accentuent les extrêmes climatiques et apportent une incertitude face à l'arrivée de nouveaux insectes et maladies, il devient nécessaire de diversifier intelligemment nos forêts, c'est-à-dire en diversifiant les arbres sur la base de leurs tolérances et de leurs vulnérabilités.

Le présent rapport propose de privilégier les groupes 2A, 3A, 3B, 4 et 5 qui sont actuellement sous-représentés sur le territoire du domaine des Villas de l'Anse. Une augmentation de la diversification fonctionnelle permettra aux forêts d'être plus résistantes et résilientes aux perturbations actuelles et à venir.

Des suggestions d'espèces à privilégier selon les conditions du milieu ont aussi été données. Il importe toutefois de prendre en considération les particularités de chaque espèce et de chaque site avant de choisir les espèces à planter, pour s'assurer qu'elles peuvent bien s'établir et croître dans leur milieu.



www.habitat-nature.com

5818 Blvd Saint-Laurent, Montréal, H2T 1T3, QC

info@habitat-nature.com | (438) 825-4445