
RAPPORT FINAL

La valeur économique des écosystèmes du Mont-Kaaikop

Une analyse de la contribution des écosystèmes et de la biodiversité au bien-être humain

Janvier 2019

DE :



POUR :





10 241 Chambord, Montreal, H2C 2R3, QC
info@eco2urb.com, 438-825-4445

La valeur économique des écosystèmes du Mont-Kaaikop : une analyse de la contribution des écosystèmes et de la biodiversité au bien-être humain

Version finale – Janvier 2019

Auteurs : Jeffrey Auclair^{1,2}, Jérôme Dupras^{1,2}, Christian Messier^{1,2,3} & Marie-Ève Roy^{1,2}

¹ Département des sciences naturelles, Université du Québec en Outaouais

² Institut des sciences de la forêt tempérée

³ Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

Table des matières

1. Introduction.....	9
1.1. Contexte	9
1.2. Les services écosystémiques	9
1.3. L'évaluation économique des services écosystémiques	12
1.4. Objectifs de l'étude	13
2. Méthodologie	14
2.1. Définition de l'aire d'étude	14
2.2. Classification et cartographie selon l'utilisation du sol	14
2.3. Sélection des services écosystémiques	15
2.4. Évaluation des services écosystémiques	15
2.5. Analyse spatiale de la valeur des services écosystémiques	16
3. Résultats	17
3.1. Définition de la zone d'étude	17
3.2. Analyse cartographique.....	18
3.2.1. Forêts	21
3.2.2. Milieux humides	25
3.2.3. Dépôt de surface	27
3.2.4. Relief	28
3.3. Sélection des services écosystémiques étudiés	30
3.4. Évaluation des services écosystémiques	33
3.4.1. Produits forestiers ligneux	33
3.4.2. Régulation du climat	34
3.4.3. Habitat pour la biodiversité.....	37
3.4.4. Activités récréotouristiques	41

3.4.5. Valeur esthétique	43
3.4.6. Services culturels autochtones	43
3.4.7. Synthèse de la valeur des services écosystémiques.....	43
3.5. Analyse de scénarios	44
3.5.1. Scénario d'exploitation	44
3.5.2. Scénario de conservation	47
4. Conclusion	50
Références.....	52

Liste des figures

Figure 1. L'impact des services écosystémiques sur le bien-être humain selon le schéma du <i>Millenium Ecosystem Assessment</i> (tiré de MEA, 2005).....	11
Figure 2. Articulation du concept de valeur économique totale (tiré de Dupras et Revéret, 2015).	12
Figure 3. Les principales méthodes d'évaluation économique des services écosystémiques (adapté de Dupras et al., 2013).....	13
Figure 4. Schéma présentant les cinq étapes de la démarche méthodologique adoptée pour cette étude.....	14
Figure 5. Représentation de la zone d'étude incluant le massif Kaaikop ainsi que les corridors de biodiversité projetés au nord et au sud du massif.	18
Figure 6. Carte de l'utilisation des sols au sein du territoire étudié.....	21
Figure 7. Carte de la répartition des forêts denses au sein du territoire étudié.....	23
Figure 8. Carte de la répartition des vieilles forêts au sein du territoire étudié.	25
Figure 9. Carte des milieux humides au sein du territoire étudié.	27
Figure 10. Carte des contraintes liées à la minceur des dépôts de surface.	28
Figure 11. Carte des classes de pente au sein du territoire étudié.	30
Figure 12. Carte des coupes forestières au sein du territoire étudié.....	34
Figure 13. Localisation des infrastructures récréotouristiques au sein du territoire étudié.....	42
Figure 14. Localisation des infrastructures récréatives et des coupes forestières prévues au sein du territoire étudié selon le scénario d'exploitation.	47

Liste des tableaux

Tableau 1. Classes d'utilisation du sol considérées pour les analyses.	19
Tableau 2. Classes générales harmonisées de l'utilisation du sol au sein du territoire étudié.	20
Tableau 3. Répartition de l'utilisation du sol dans la zone d'étude.	20
Tableau 4. Superficie des milieux forestiers au sein du territoire étudié.	22
Tableau 5. Superficie des milieux forestiers constituant le territoire étudié.	24
Tableau 6. Superficie des milieux humides au sein du territoire étudié.	26
Tableau 7. Répartition des milieux humides dans le territoire étudié.	26
Tableau 8. Superficie du territoire étudié par classe de pente.	29
Tableau 9. Répartition des classes de pente dans le territoire étudié.	29
Tableau 10. Liste adaptée des 24 SE proposés par le <i>Millenium Ecosystem Assessment</i> (MEA, 2005) et de leur applicabilité au contexte de l'étude	31
Tableau 11. Sélection et description des SE utilisés dans le cadre de l'analyse.....	32
Tableau 12. Valeur du carbone stocké dans les écosystèmes.....	37
Tableau 13. Liste de références utilisées pour estimer la biodiversité faunique et les espèces à statut de conservation.	39
Tableau 14. Liste du nombre ou de la richesse potentiels d'espèces sur le territoire à l'étude ...	40
Tableau 15. Valeur des activités générées par l'Interval.....	42
Tableau 16. Valeur totale des SE estimés au sein du territoire étudié.	44
Tableau 17. Valeur des SE estimées au sein du territoire étudié selon le scénario d'exploitation.	46
Tableau 18. Valeur des SE estimées au sein du territoire étudié selon le scénario de conservation	49

Résumé

Cette étude présente la théorie, la méthodologie et les résultats d'une démarche visant à faire une première évaluation des services écosystémiques (SE) fournis par la biodiversité et les écosystèmes présents sur le territoire du Mont-Kaaikop dans la région des Laurentides. En utilisant le cadre de référence du *Millenium Ecosystem Assessment*, nous avons retenu six SE fournis par les écosystèmes du territoire cible pour fins d'analyse, soit les services de production de produits forestiers ligneux, de régulation du climat global (par la séquestration et le stockage du carbone), d'habitat pour la biodiversité, d'activités récréotouristiques, de valeur esthétique et de valeurs culturelles autochtones.

En se basant sur une méthodologie en cinq étapes, nous avons évalué chacun de ces SE via des indicateurs cibles et leur valeur monétaire. En termes économiques, nous avons pu apposer une valeur à trois des SE ciblés, soit les services de production de produits forestiers ligneux, de régulation du climat global et d'activités récréotouristiques. La valeur des retombées économiques directes de ces SE a été mesurée à hauteur de 1,6 M\$ par année. En prenant en compte les retombées indirectes de la récolte des produits forestiers ligneux et des activités récréotouristiques, cette valeur se chiffre à 2,6 M\$ par année. De surcroit, la caractérisation écologique du site montre sa grande richesse en biodiversité. L'analyse a en effet permis de dénombrier plus de 200 espèces animales qui habitent le territoire étudié, en plus de 20 espèces fauniques à statut et 2 espèces floristiques à statut.

Sur la base de ces mesures, nous notons que lorsque les trois SE à valeur économique sont comparés dans une analyse de scénarios (scénario de coupes vs scénario de conservation), les variations économiques entre ceux-ci sont relativement marginales. Cette analyse de scénarios a entre autres permis de démontrer que l'arrêt des coupes forestières sur le territoire étudié aurait normalement peu d'impact économique sur l'industrie forestière et qu'il permettrait très probablement d'augmenter significativement la valeur des SE liés aux activités récréotouristiques, aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones sur le territoire public entourant le Mont-Kaaikop. Autre fait intéressant dans l'analyse des scénarios, l'intensification des coupes forestières serait moins rentable due aux externalités négatives qui seraient engendrées par rapport à la majorité des SE étudiés, en plus d'avoir un impact sur l'acceptabilité sociale de la foresterie dans la région.

Ainsi, dans une lecture large et sociale de l'aménagement du Mont-Kaaikop, il convient de se demander si « le jeu en vaut la chandelle » avec les scénarios de coupes. En effet, le potentiel très limité des gains économiques provenant des coupes et de leur intensification n'offre pas les arguments nécessaires à la justification de l'intensification des coupes. Ajoutons à cette dimension l'absence d'acceptabilité sociale pour les coupes forestières et les impacts sur la biodiversité et les services culturels, notamment autochtones.

En conclusion, sur la base de nos résultats et de la lecture de la situation, nous recommandons aux aménagistes de favoriser le scénario de conservation. En effet, nous avons montré qu'économiquement il n'y a que très peu de gains à poursuivre les coupes, alors que d'un point de vue écologique et social, les désavantages sont plus marqués.

1. Introduction

1.1. Contexte

Le Mont-Kaaikop, situé dans les Laurentides entre le mont Tremblant et le territoire mohawk de Tioweroton, est prisé par la population locale ainsi que par des touristes et villégiateurs provenant d'ailleurs au Québec pour la pratique d'activités de plein air. Toutefois, étant situé sur des terres publiques non protégées, les milieux forestiers de la région ne sont pas à l'abri des coupes forestières. Cette situation a mené à une dualité de vision quant à l'usage du territoire entourant le Mont-Kaaikop. D'un côté, le ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (MFFP) peut y planifier des coupes forestières, d'un autre côté, les citoyens et les municipalités locales souhaitent que le Mont-Kaaikop demeure le plus naturel possible. De ce fait, un groupe de citoyens, maintenant rassemblé sous la bannière de la Coalition pour la préservation du Mont-Kaaikop, mène des actions depuis août 2013 afin de préserver le territoire public entourant le Mont-Kaaikop des coupes forestières planifiées par le MFFP. Un jugement rendu en janvier 2014 en faveur de la Coalition mène à une injonction interlocutoire qui arrête ces coupes forestières planifiées de façon temporaire. Le MFFP a annoncé publiquement en décembre 2015 qu'il retire le Mont-Kaaikop de son plan de coupes forestières et qu'il reviendra plus tard en consultation afin de soumettre ce territoire à de nouvelles coupes. Le MFFP se conforme donc au jugement Roy et l'injonction interlocutoire n'a plus sa raison d'être. Ce qu'il faut retenir, c'est que le Mont-Kaaikop n'est toujours pas à l'abri des coupes forestières. Afin d'offrir des outils supplémentaires pour favoriser une saine discussion entre la Coalition pour la préservation du Mont-Kaaikop et le gouvernement, le présent projet de recherche a été mis de l'avant afin d'apporter de l'information supplémentaire concernant la valeur des services écosystémiques (SE) offerts par les écosystèmes des terres publiques entourant le Mont-Kaaikop. Plus précisément, cette analyse a pour but de faire ressortir d'un point de vue économique et qualitatif la valeur des différents SE offerts par les écosystèmes du territoire public entourant le Mont-Kaaikop, afin de mettre en perspective les bénéfices engendrés par les coupes forestières.

1.2. Les services écosystémiques

Les SE font référence aux biens et services naturellement fournis par les écosystèmes et dont bénéficient les sociétés humaines. Les premiers travaux sur ce sujet, réalisés dans les années 60-70, soulignent la dépendance de l'homme à la nature du fait des nombreux avantages qu'elle lui fournit (De Groot et al., 2002). Le raisonnement généralement accepté veut que ces SE soient issus de structures et de processus naturels. Les structures sont les supports biotiques et abiotiques (e.g. l'eau, les végétaux) desquels sont produits les SE, alors que les processus relèvent des cycles et interactions entre ces supports (la photosynthèse, la séquestration des particules de carbone) par lesquels sont produits les SE (De Groot et al., 2002). Ainsi, considérant le capital naturel comme étant la réserve des ressources naturelles, des ressources

environnementales, l'ensemble des écosystèmes et du territoire, les SE représentent l'ensemble des bénéfiques (sociaux, économiques, sanitaires, spirituels, etc.) qui en découle (Daily, 1997).

De la même façon que se construit la logique économique entre capital et intérêts, les écosystèmes et leurs composantes de biodiversité fournissent un flux de bénéfiques directs et indirects (MEA, 2005). Selon la progression proposée par l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (*Millenium Ecosystem Assessment - MEA*), les relations entre éléments biotiques et abiotiques du capital naturel produisent des SE d'auto-entretien qui eux génèrent des services d'approvisionnement, de régulation et culturels qui jouent un grand rôle dans le bien-être des sociétés humaines (sécurité, éléments d'une vie agréable, santé et bonnes relations sociales ; voir figure 1) (MEA, 2005). Ces différentes catégories de SE sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

Les SE d'auto-entretien font référence au support (le sol) et aux mécanismes fonctionnels des écosystèmes et ils incluent le cycle des nutriments (e.g. carbone, oxygène, azote), la formation des sols (e.g. décomposition des constituants minéraux et organiques du sol) et la production primaire de biomasse. Ce support permet à la biodiversité de générer des services pouvant directement répondre aux besoins humains. La qualité et quantité de la production de SE d'auto-entretien dépend du niveau de biodiversité et des qualités fonctionnelles des écosystèmes (Tilman, 1996, 1999, 2001; Schwartz et al, 2000; Hector, 2002 ; Mitchell et al, 2013).

Les services d'approvisionnement renvoient à une utilisation directe des ressources naturelles telles que l'eau, la nourriture, le bois, les hydrocarbures ou les fibres. Les services de régulation incluent les processus issus de l'interaction entre le vivant et le non-vivant qui fournissent un milieu de vie propice à l'homme, c'est-à-dire la régulation du climat, la régulation de l'eau, la prévention d'inondations ou de maladies, la pollinisation ou encore la purification de l'eau. Les services culturels se rapportent aux valeurs immatérielles que s'approprie l'être humain à partir de la nature et de la biodiversité telles que l'esthétisme d'un paysage, l'éducation, la culture ou la spiritualité. Certains auteurs font aussi intervenir une quatrième classe de services d'utilité, les fonctions d'habitat, où l'on considère la nature comme fournisseuse d'habitats pour la biodiversité (e.g. Daily, 1997). La figure 1 expose la progression type des relations entre les SE et le bien-être humain telle que proposée dans l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005).

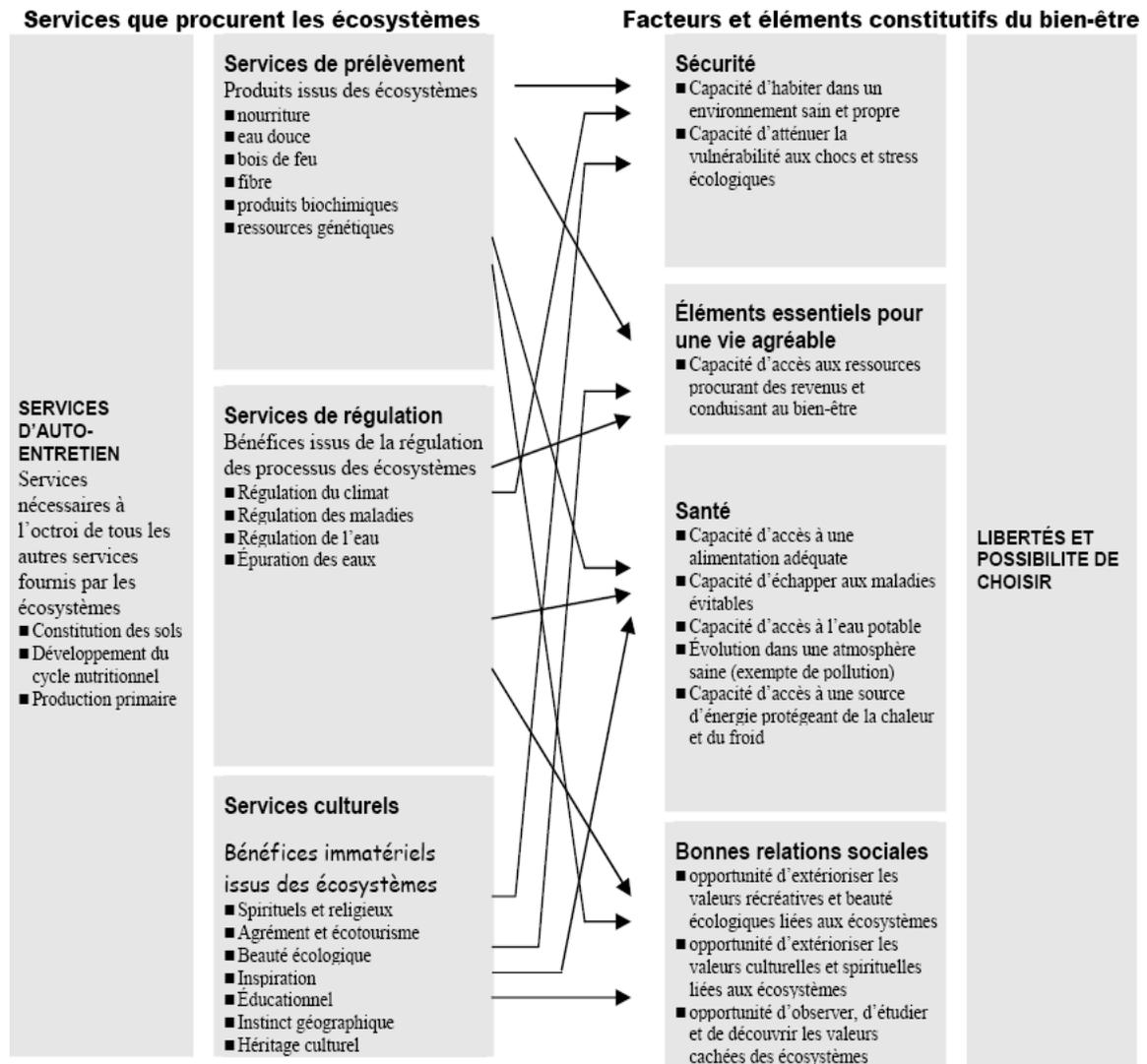


Figure 1. L'impact des services écosystémiques sur le bien-être humain selon le schéma du *Millenium Ecosystem Assessment* (tiré de MEA, 2005).

Chaque type de capital naturel génère des SE caractéristiques et spécifiques. Par exemple, au niveau global, toutes les forêts pourront produire du bois et de la fibre, capter et stocker du CO₂, participer à la formation des sols et à la filtration de l'eau, purifier l'air ou fournir des ressources génétiques. Par ailleurs, dans une forêt locale, on pourra trouver certaines espèces qui possèdent des caractéristiques médicinales particulières, des espèces spécifiques qui sont intégrées à la culture et à l'éducation de populations avoisinantes (Daily, 1997; De Groot et al, 2002).

1.3. L'évaluation économique des services écosystémiques

Dans les dernières années, le concept de SE a été mobilisé pour développer des cadres d'analyse de la valeur économique de la nature (e.g. Costanza et al., 1997; Dupras et Revéret, 2015). La difficulté de l'évaluation économique de l'environnement s'explique en partie par la nature de son appropriation. Bien que les milieux naturels représentent l'une des pierres angulaires du milieu de vie humaine et offrent de nombreux biens et services essentiels au bien-être humain, leur juste insertion dans le système économique est complexe. La démarche d'inclusion de la nature dans une logique économique naît de la rencontre de deux éléments d'analyse fondamentaux : d'un côté les composantes physiques, biotiques et abiotiques qui meublent l'espace et de l'autre, le regard que porte l'individu sur ces éléments. En répondant à des besoins multiples, qu'ils soient esthétiques, culturels ou éducatifs, la nature et ses produits deviennent des biens ou des services qui génèrent une demande. Cette notion d'offre et de demande permet de remplir les conditions premières d'une analyse économique.

En économie de l'environnement, on fait souvent intervenir la notion de valeur économique totale. Celle-ci englobe l'ensemble des valeurs issues de la nature, qu'elles soient marchandes ou non. Cette logique s'applique bien aux SE qui révèlent aussi ce double caractère marchand/non marchand. Sur la figure 2, on remarque que la valeur économique totale inclut plusieurs types de valeurs. La valeur d'usage directe représente la valeur traditionnellement véhiculée sur les marchés économiques. On peut penser à la valeur du bois d'œuvre, de biens alimentaires ou de tout autre bien ou service provenant de la nature et pour lequel il est possible de déboursier une somme d'argent pour se l'approprier.

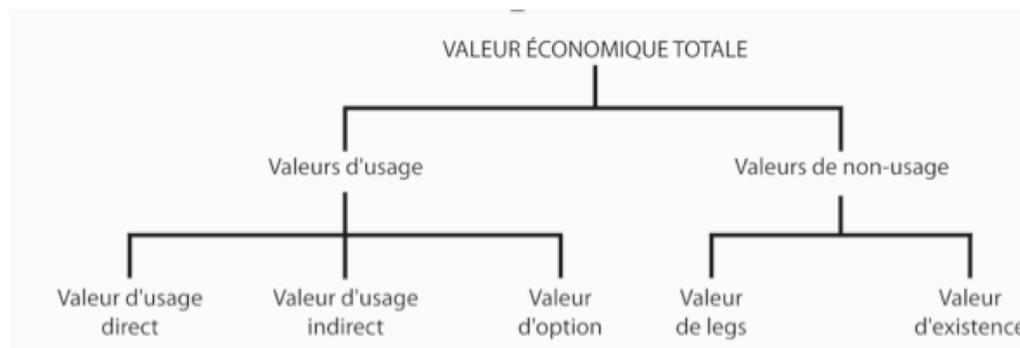


Figure 2. Articulation du concept de valeur économique totale (tiré de Dupras et Revéret, 2015).

La valeur d'usage indirecte représente la valeur générée par la nature et qui affecte le bien-être humain, mais qui n'est pas véhiculée sur les marchés traditionnels. On peut penser par exemple à des services naturels rendus par les capacités de régulation du climat, de prévention des événements climatiques extrêmes, au contrôle biologique, à des fonctions esthétiques, d'habitats pour la faune ou spirituels qui contribuent positivement à l'utilité de l'utilisateur. Les valeurs d'option représentent quant à elles la valeur d'utilisation future des ressources naturelles. Elles possèdent une valeur transactionnelle qui reflète alors leur potentiel d'usage dans le futur. De l'autre côté, les valeurs de non-usage (valeur d'héritage et d'existence) sont

difficilement quantifiables, mais sont bien réelles et participent au bien-être humain. Elles s’inscrivent dans une optique de respect et d’équité transgénérationnelle.

Le recours à la valeur économique totale est une façon de comparer plus largement, sur une base d’indicateurs monétaires, des scénarios d’utilisation et d’exploitation du territoire (Dupras et Revéret, 2015). En intégrant une perspective économique aux modifications de l’environnement, il devient possible de comparer les impacts sur l’environnement avec les coûts et les bénéfices qui ont caractérisé ces pratiques. L’évaluation de la valeur de la nature se fait par le concours de méthodes variées qui seront brièvement décrites dans la prochaine sous-section.

Les différentes méthodes d’évaluation économique des SE peuvent être distinguées en cinq principales catégories : celles basées sur les prix de marchés et celles basées sur les coûts (méthodes de marchés directs), les méthodes indirectes, dites de préférences révélées, les méthodes directes, liées aux préférences exprimées, et les méthodes de transfert de bénéfices (figure 3).

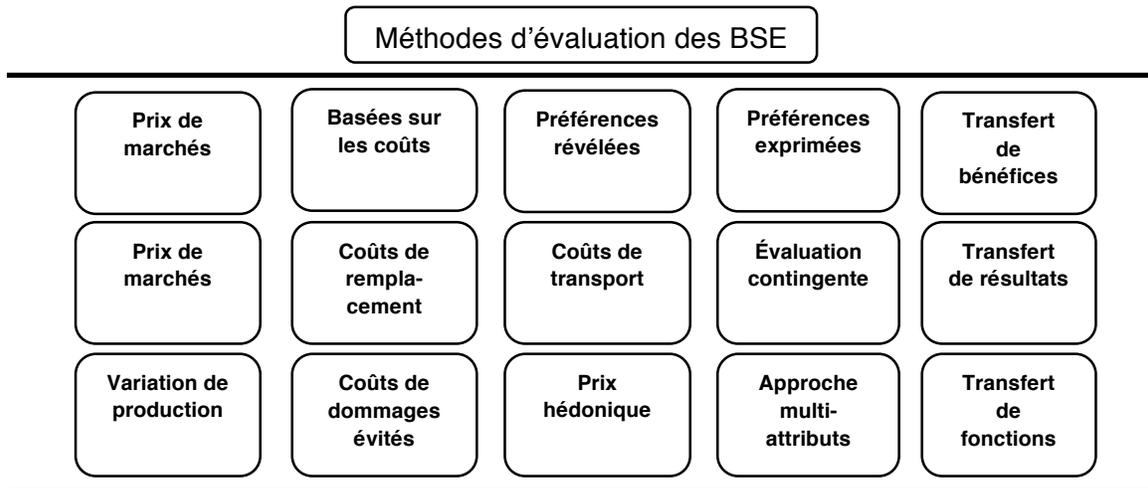


Figure 3. Les principales méthodes d’évaluation économique des services écosystémiques (adapté de Dupras et al., 2013).

1.4. Objectifs de l’étude

L’objectif principal de cette étude est de réaliser une première évaluation des SE fournis par le territoire public entourant le Mont-Kaaiop dans les Laurentides. Pour ce faire, nous ferons d’abord une analyse cartographique du territoire et identifierons les SE selon le cadre du *Millenium Ecosystem Assessment* et sélectionnerons des indicateurs clés pour les SE choisis. Ensuite, une analyse économique des SE sera aussi réalisée, pour les SE pour lesquels c’est possible. Finalement, des représentations cartographiques des SE permettront d’identifier les secteurs fournissant le plus de SE dans une perspective d’aide à la décision pour l’aménagement du territoire.

2. Méthodologie

La démarche proposée dans cette étude se base sur une méthodologie en cinq étapes (figure 4) et est adaptée de celle proposée par Troy et Wilson (2006).

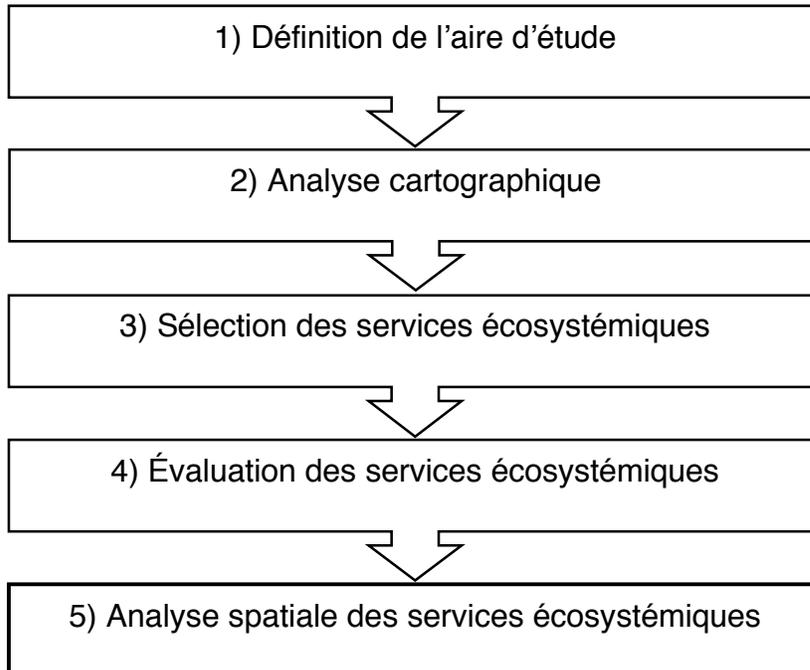


Figure 4. Schéma présentant les cinq étapes de la démarche méthodologique adoptée pour cette étude.

2.1. Définition de l'aire d'étude

La définition de l'aire d'étude s'est faite avec la participation des membres de la Coalition pour la préservation du Mont-Kaaikop.

2.2. Classification et cartographie selon l'utilisation du sol

En utilisant différentes bases de données cartographiques, cette étape vise dans un premier temps à connaître les usages du sol pour le territoire à l'étude. Ensuite, dans un exercice d'harmonisation, en partant de la liste exhaustive des classes d'utilisation des sols, un regroupement est fait pour représenter les principales classes d'utilisation du sol.

2.3. Sélection des services écosystémiques

Les SE étudiés sont sélectionnés selon une analyse de la littérature scientifique et du cadre du *Millenium Ecosystem Assessment*. À cette étape, nous cherchons à identifier quels sont les services fournis par les différents écosystèmes du site d'étude et ensuite, évaluer si des données pertinentes sont existantes et disponibles pour en permettre l'évaluation.

2.4. Évaluation des services écosystémiques

L'évaluation peut se faire de manière quantifiée ou non. Pour les SE pouvant être quantifiés, nous avons choisi une approche par évaluation économique. Les méthodes suivantes ont été utilisées :

Les méthodes de marchés directs : prix de marchés et coûts

On peut évaluer la valeur d'usage directe de biens et services écosystémiques (BSE) marchands en se référant à la valeur qu'ils ont sur les marchés. Cette évaluation concerne principalement les SE d'approvisionnement et de régulation et l'on retrouve dans la littérature économique plusieurs analyses d'actifs naturels basées sur ces méthodes.

La méthode des prix de marchés estime la valeur économique des produits ou des services écosystémiques qui sont achetés et vendus sur les marchés. Cette méthode peut être utilisée pour évaluer des changements dans la valeur quantitative ou qualitative d'un bien ou d'un service.

La méthode liée à la variation de la production, ou de la fonction de production, évalue les impacts d'un changement qualitatif ou quantitatif d'un service écosystémique qui se reflète dans la production d'un bien ou d'un service commercialisé mesurable.

Par exemple, pour la méthode des prix de marchés ou de variation de production, on peut évaluer la valeur du service de pollinisation associée à un verger en utilisant le prix de vente des fruits, puisque leur production est dépendante de l'action des pollinisateurs.

L'approche par le coût des dommages évités, le coût de remplacement, les dépenses de protection et les méthodes de coûts de substitution sont des méthodes connexes qui permettent d'estimer les valeurs des services écosystémiques en se basant soit sur les coûts des dégâts dus aux services perdus, le coût de remplacement des services écosystémiques, le coût ou manque à gagner de la perte de productivité des écosystèmes ou le coût de la prestation de services de substitution.

Dans la même optique, la méthode des dépenses de protection repose sur le fait que pour certains SE qui sont dégradés ou qui ne répondent plus adéquatement aux besoins des utilisateurs, ceux-ci peuvent compenser cette perte en se procurant des substituts.

Pour les méthodes basées sur les coûts, il est par exemple possible d'estimer la valeur de traitement des eaux usées par un milieu humide en calculant combien il en coûterait pour construire une usine de traitement des eaux usées.

La principale force de ces méthodes est de se référer à des prix de marchés réels, ce qui rend les résultats robustes. Les limites de ces méthodes sont associées au fait qu'il n'existe pas de prix de marchés ou de produits de remplacement pour tous les biens et services. De plus, les méthodes ne tiennent pas compte de l'ensemble des SE qui caractérisent la dynamique d'un écosystème et qui est pourtant nécessaire à la production d'un bien ou service particulier.

Les méthodes de transfert de bénéfices

Les méthodes de transfert de bénéfices se font d'un site analysé à un site cible (Dupras et Revéret, 2015) et sont applicables lorsque la recherche directe sur le site cible n'est pas possible. Cette impossibilité peut être due à des contraintes de temps, de ressources ou encore lorsque les impacts appréhendés sont négligeables (Dupras et Revéret, 2015). Ce cas est fréquent pour les agences publiques et entreprises et on note une hausse significative de la demande institutionnelle pour ce type de pratiques depuis les dix dernières années (TEEB, 2010). Par exemple, la perte d'un habitat forestier dans le cadre de la construction d'un bâtiment est souvent remplacée par la plantation d'un terrain en friche de taille similaire. Il existe quatre types de transfert de bénéfices : le transfert simple, le transfert avec ajustement, le transfert de fonction ou la méta-analyse. En résumé, ces méthodes visent à transférer les résultats d'une ou plusieurs études à un autre site aux caractéristiques similaires. En raison de cette analyse de deuxième ordre, on parlera du transfert de bénéfices comme d'une méthode « secondaire », en opposition à celles dites « primaires » qui sont définies en amont.

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi d'utiliser les méthodes de transfert de bénéfices puisqu'elles permettent d'atteindre les objectifs tout en respectant les contraintes de temps et ressources données. En effet, le transfert de bénéfices rend possible dans ce contexte une première analyse de la valeur de plusieurs services pour plus d'un écosystème. Le recours à des études primaires serait à la fois plus long, plus coûteux et porterait sur un nombre plus restreint de SE et d'écosystèmes. Même si les résultats présentés dans cette étude comportent plus de limitations qu'une analyse qui serait produite avec des études primaires, nous pensons que pour remplir le mandat d'un premier regard sur la valeur des SE et la production de recommandations pour des recherches futures, ce choix méthodologique est approprié.

2.5. Analyse spatiale de la valeur des services écosystémiques

Dans cette dernière étape, il s'agit de représenter de manière cartographique les différents SE calculés afin d'illustrer les zones d'importance particulière en termes de production de SE et ainsi contribuer à la planification de l'aménagement du territoire.

3. Résultats

3.1. Définition de la zone d'étude

Le territoire à l'étude est celui recouvrant le massif Kaaikop ainsi que les corridors de biodiversité projetés principalement sur les terres publiques se trouvant au nord et au sud de cette zone. Tel que démontré dans la figure 5, la zone à l'étude occupe une superficie totale de 4 054 ha. Le massif Kaaikop occupe une superficie de 1 834 ha tandis que les corridors de biodiversité situés au nord et au sud couvrent des superficies de 470 ha et de 1 750 ha, respectivement. La zone à l'étude se situe principalement dans la municipalité de Sainte-Lucie-des-Laurentides (3 146 ha), mais également dans les municipalités de Saint-Donat-de-Montcalm (473 ha) et de Notre-Dame-de-la-Merci (433 ha).

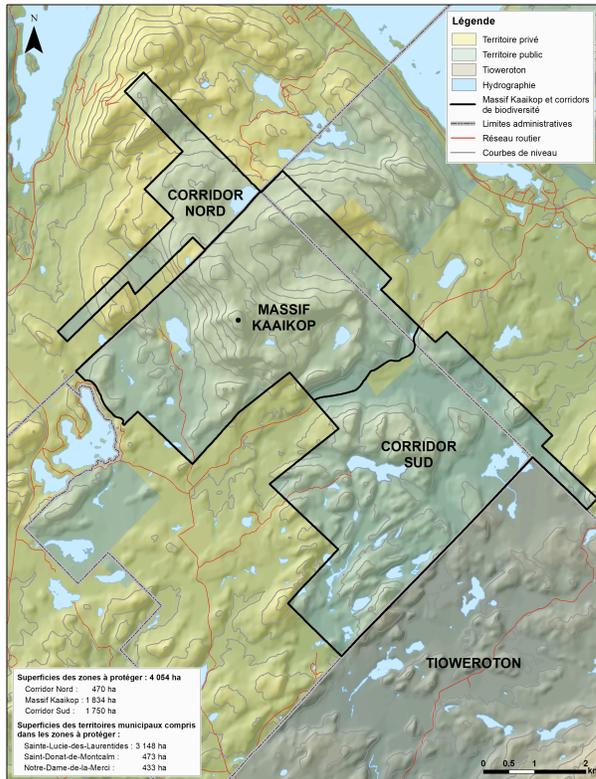


Figure 5. Représentation de la zone d'étude incluant le massif Kaaikop ainsi que les corridors de biodiversité projetés au nord et au sud du massif.¹

3.2. Analyse cartographique

Les analyses cartographiques ont été réalisées à l'aide du logiciel ArcGIS et de différentes couches de données géographiques qui permettent d'illustrer diverses caractéristiques du territoire étudié. Plus spécifiquement, les données ciblées permettent de caractériser les différents types d'occupation du sol, l'âge des peuplements, les dépôts de surface ainsi que le relief.

Dans un premier temps, l'analyse de l'occupation du sol a été réalisée à l'aide de la couche d'utilisation du territoire produite par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Cette couche a l'avantage de regrouper les principaux jeux de données sur l'occupation du territoire au Québec dans un tout cohérent. Dans le cas de la zone à l'étude, ce sont avant tout les données du

¹ **Sources :** Adresses Québec (MERN), Découpage administratifs à l'échelle de 1/20 000 (MERN), Géobase du réseau hydrographique du Québec (MERN), Couche hypsométrique à l'échelle de 1/20 000 (MERN), Division administrative forestière (MFFP).

Système d'information écoforestier (SIEF) et celles du Cadre de référence hydrologique du Québec (CRHQ) qui sont utilisées. Les données du SIEF ont été extraites en 2014 et représentent l'occupation terrestre du territoire. Pour leur part, les données du CRHQ ont été générées en 2013 et illustrent l'hydrographie du territoire.

En tout, la couche de données d'utilisation du territoire décompose la zone à l'étude selon 31 classes différentes. Toutefois, puisque les classes proposées par le jeu de données étaient trop nombreuses par rapport aux besoins des analyses, des regroupements ont été faits. Au total, comme le démontre le tableau 1, ce sont 19 différentes classes qui ont servi aux analyses. Afin de rendre possible l'analyse par écosystème, nous avons procédé à une harmonisation des classes d'utilisation des sols. Pour ce faire, nous avons regroupé certaines classes entre elles en nous basant sur les écosystèmes généralement étudiés dans la littérature relative aux SE (MEA, 2005; TEEB, 2010; Van der Ploeg et al., 2010; Costanza et al., 2014).

Tableau 1. Classes d'utilisation du sol considérées pour les analyses.

Type	Superficie (ha)	% du territoire
Arbustaises	23	0,6 %
Coupes et régénérations	238	5,9 %
Forêt de conifères dense	44	1,1 %
Forêt de conifères éparse	22	0,6 %
Forêt de conifères ouverte	70	1,7 %
Forêt de feuillus dense	1 532	37,8 %
Forêt de feuillus éparse	83	2,0 %
Forêt de feuillus ouverte	168	4,1 %
Forêt mixte dense	869	21,4 %
Forêt mixte éparse	101	2,5 %
Forêt mixte ouverte	465	11,5 %
Marais	62	1,5 %
Marécage	61	1,5 %
Tourbière	34	0,8 %
Tourbière forestière	109	2,7 %
Milieus aquatiques	145	3,6 %
Bâti humain	25	0,6 %
Agricole	0	0,0 %
Autres	4	0,1 %

Le tableau 2 et la figure 6 présentent le détail des grandes catégories d'usage de sols retenus pour cette étude, soit les arbustaises, les zones de coupes et régénération, les forêts de conifères, les forêts de feuillus, les forêts mixtes, les milieux aquatiques, les milieux humides et le bâti humain. On remarque que la majorité du territoire est couverte par des forêts de feuillus

(43,9 %) et par des forêts mixtes (35,4 %). De plus, comme démontré dans le tableau 3, chacune des trois zones étudiées est majoritairement constituée de forêts. Certaines nuances sont toutefois perceptibles par rapport à la tendance générale. En effet, le corridor nord possède une plus grande proportion de forêts mixtes (51,2 %) et une très faible proportion de forêts en régénérations (0,8 %). Ensuite, le corridor sud détient la plus grande proportion de forêts de feuillus (48,7 %) et de milieux humides (9,0 %) et possède beaucoup moins de forêts mixtes que les autres zones (24,9 %). Pour sa part, le massif Kaaikop possède une répartition d'utilisation du sol se rapprochant des tendances globales de l'ensemble du territoire étudié.

Tableau 2. Classes générales harmonisées de l'utilisation du sol au sein du territoire étudié.

Type	Superficie (ha)	% du territoire
Arbustaires	23	0,6 %
Coupes et régénérations	238	5,9 %
Forêt de conifères	136	3,4 %
Forêt de feuillus	1 783	43,9 %
Forêt mixte	1 435	35,4 %
Milieux humides	266	6,6 %
Milieux aquatiques	145	3,6 %
Bâti humain	25	0,6 %
Autres	4	0,1 %

Tableau 3. Répartition de l'utilisation du sol dans la zone d'étude.

Type	Massif Kaaikop %	Corridor nord %	Corridor sud %
Arbustaires	0,8 %	1,1 %	0,2 %
Coupes et régénérations	6,4 %	0,8 %	6,6 %
Forêt de conifères	2,1 %	3,3 %	4,7 %
Forêt de feuillus	41,4 %	36,0 %	48,7 %
Forêt mixte	41,3 %	51,2 %	24,9 %
Milieux humides	5,2 %	2,8 %	9,0 %
Milieux aquatiques	2,0 %	3,9 %	5,1 %
Bâti humain	0,6 %	1,0 %	0,6 %
Autres	0,1 %	0,0 %	0,1 %

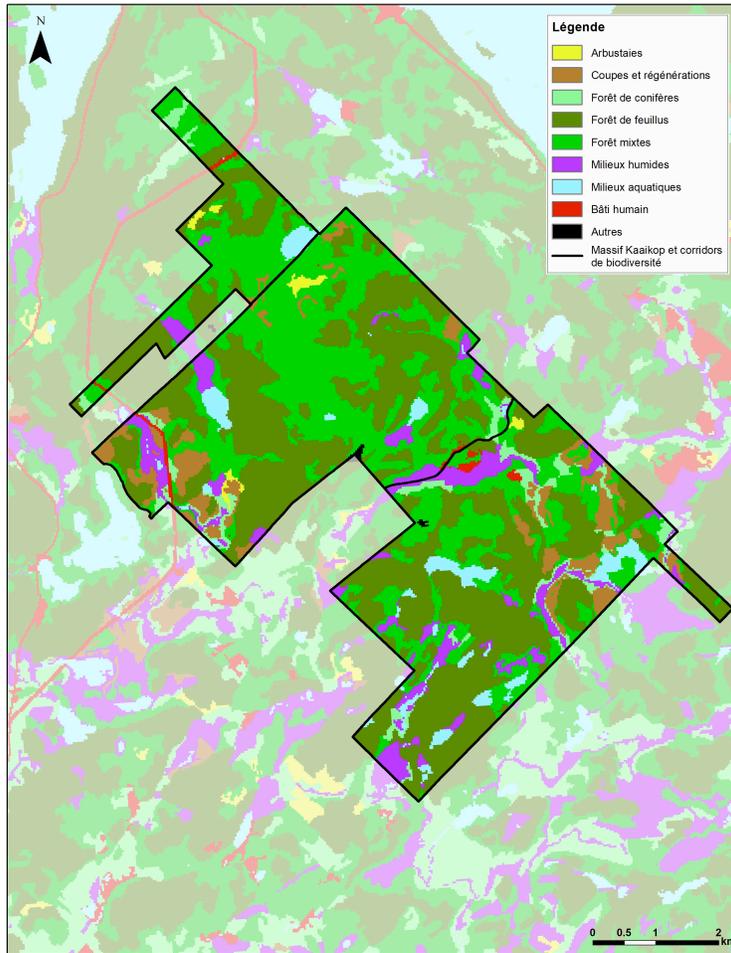


Figure 6. Carte de l'utilisation des sols au sein du territoire étudié.

3.2.1. Forêts

Les milieux forestiers forment de loin la majorité du territoire entourant le Mont-Kaaikop. En effet, comme le montre le tableau 4, ils combinent 3 616 ha, ce qui équivaut à environ 89 % du territoire. Ce tableau permet également de constater que les forêts denses occupent une place importante dans le territoire. En effet, les forêts de feuillus denses occupent 1 532 ha, tandis que les forêts mixtes denses occupent 869 ha. Cela équivaut donc à 68 % des milieux forestiers du territoire en ajoutant les 44 ha de forêts de conifères denses. La figure 7 illustre comment les forêts denses se répartissent au sein du territoire. Les trois zones qui délimitent le territoire étudié comportent un nombre important de milieux forestiers denses. Le corridor nord est celui qui en a le moins avec 60 % de milieux forestiers denses. Le massif Kaaikop en compte pour sa part 66 % et le corridor sud est celui qui en possède le plus avec une couverture de 72 %.

Tableau 4. Superficie des milieux forestiers au sein du territoire étudié.

Type	Superficie (ha)	% du territoire
Arbustaiies	23	0,6 %
Coupes et régénérations	238	5,9 %
Forêt de conifères dense	44	1,1 %
Forêt de conifères éparse	22	0,6 %
Forêt de conifères ouverte	70	1,7 %
Forêt de feuillus dense	1 532	37,8 %
Forêt de feuillus éparse	83	2,0 %
Forêt de feuillus ouverte	168	4,1 %
Forêt mixte dense	869	21,4 %
Forêt mixte éparse	101	2,5 %
Forêt mixte ouverte	465	11,5 %
Total	3 616	89,2 %

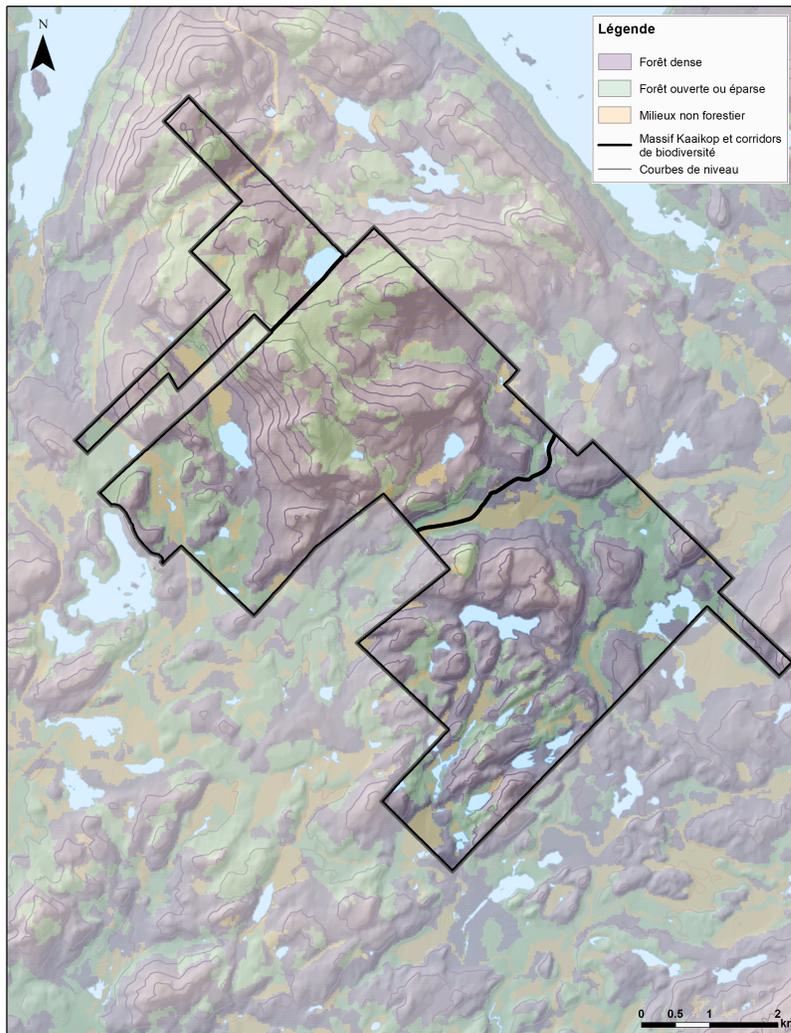


Figure 7. Carte de la répartition des forêts denses au sein du territoire étudié.

En plus de la densité des forêts, le territoire étudié comporte également une proportion élevée de vieilles forêts. Effectivement, les données du 4^e inventaire écoforestier du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), jumelées avec la méthodologie employée par Horizon Multirressource (2014) qui a réalisé une caractérisation biophysique partielle du territoire étudié, ont permis de déterminer que les milieux forestiers du territoire étudié sont constitués à 67 % de vieilles forêts (70 ans et plus) (tableau 5). Plus spécifiquement, les milieux forestiers du massif Kaaikop sont composés à 67 % de vieilles forêts, tandis que les corridors nord et sud en compte 73 % et 66 %, respectivement. De plus, ce sont des forêts inéquiennes, soient des forêts qui appartiennent à plus d'une classe d'âge, qui sont les plus nombreuses sur le territoire (jeunes inéquiennes 23,1 %, vieilles inéquiennes 37,2 %). La figure 8 illustre la répartition de ces vieilles forêts.

Tableau 5. Superficie des milieux forestiers constituant le territoire étudié.

Type	Superficie (ha)	% des milieux forestiers
Jeunes forêts	1 150	32,8 %
10 ans	116	3,3 %
30 ans	21	0,6 %
50 ans	108	3,1 %
Jeune inéquienne	812	23,1 %
Jeune irrégulière	93	2,7 %
Vieilles forêts	2 358	67,2 %
70 ans	857	24,4 %
90 ans	144	4,1 %
Vieille inéquienne	1 306	37,2 %
Vieille irrégulière	51	1,5 %

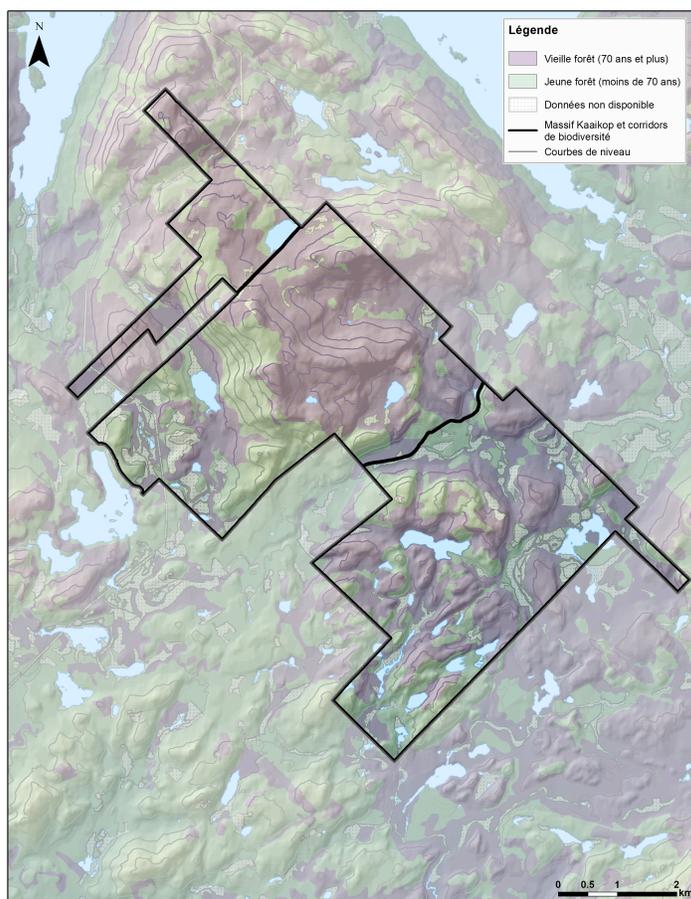


Figure 8. Carte de la répartition des vieilles forêts au sein du territoire étudié.

3.2.2. Milieux humides

Comme le montrent les tableaux 6 et 7, ainsi que la figure 9, les milieux humides du territoire étudié entourant le Mont-Kaaikop occupent une petite proportion du territoire et sont répartis de façon hétérogène sur le territoire. En tout, on dénombre un total 266 ha de milieux humides, ce qui représente environ 6,6 % de l'ensemble du territoire étudié. Le massif Kaaikop possède 5,2 % de milieux humides sur son territoire, tandis que le corridor nord en compte beaucoup moins avec 2,8 % et le corridor sud est la zone qui en contient le plus avec 9,0 %.

Tableau 6. Superficie des milieux humides au sein du territoire étudié.

Type	Superficie (ha)	% du territoire
Marais	62	1,5 %
Marécage	61	1,5 %
Tourbière	34	0,8 %
Tourbière forestière	109	2,7 %
Total	266	6,6 %

Tableau 7. Répartition des milieux humides dans le territoire étudié.

Type	Massif Kaaikop %	Corridor nord %	Corridor sud %
Marais	0,9 %	0,5 %	2,5 %
Marécage	1,2 %	0,0 %	2,2 %
Tourbière	0,8 %	0,0 %	1,1 %
Tourbière forestière	2,4 %	2,3 %	3,1 %
Total	5,2 %	2,8 %	9,0 %

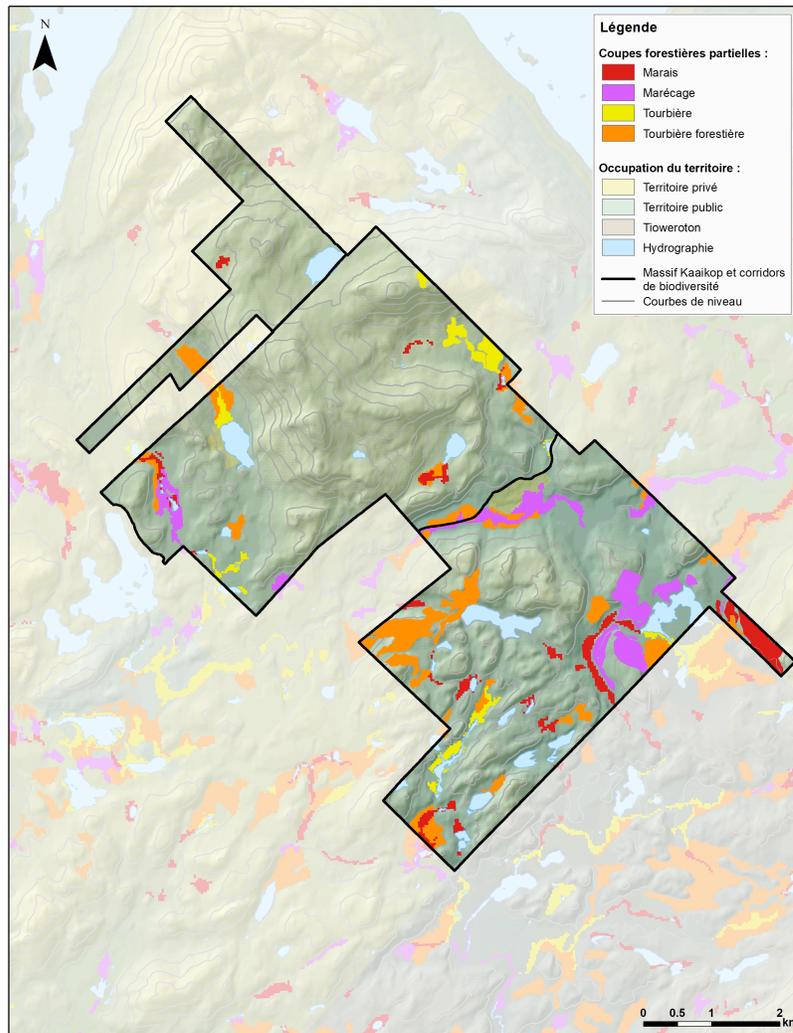


Figure 9. Carte des milieux humides au sein du territoire étudié.

3.2.3. Dépôt de surface

La couche de données des dépôts de surface du MFFP, provenant des produits intégrés de l'inventaire écoforestier du Québec méridional, a été utilisée afin de déterminer les zones où les dépôts de surface ne représentent qu'une fine couche. Ces données illustrent les zones où les dépôts de surface sont de moins de 25 cm d'épaisseur, ou de moins de 50 cm si les affleurements rocheux sont fréquents. L'identification des zones possédant des dépôts de surface minces est importante puisque ces zones peuvent être associées à des contraintes importantes au reboisement après coupe ainsi qu'à des risques d'érosion (MFFP 2018a). La figure 10 illustre la répartition des endroits où il y a une contrainte liée à la minceur des dépôts de surface. En tout, il y a 464 ha pour lesquels les dépôts de surface sont considérés comme

minces, soit pour 11% du territoire étudié. Plus spécifiquement, 10 % du massif Kaaikop, 6 % du corridor nord et 14 % du corridor sud possèdent une contrainte liée aux dépôts de surface.

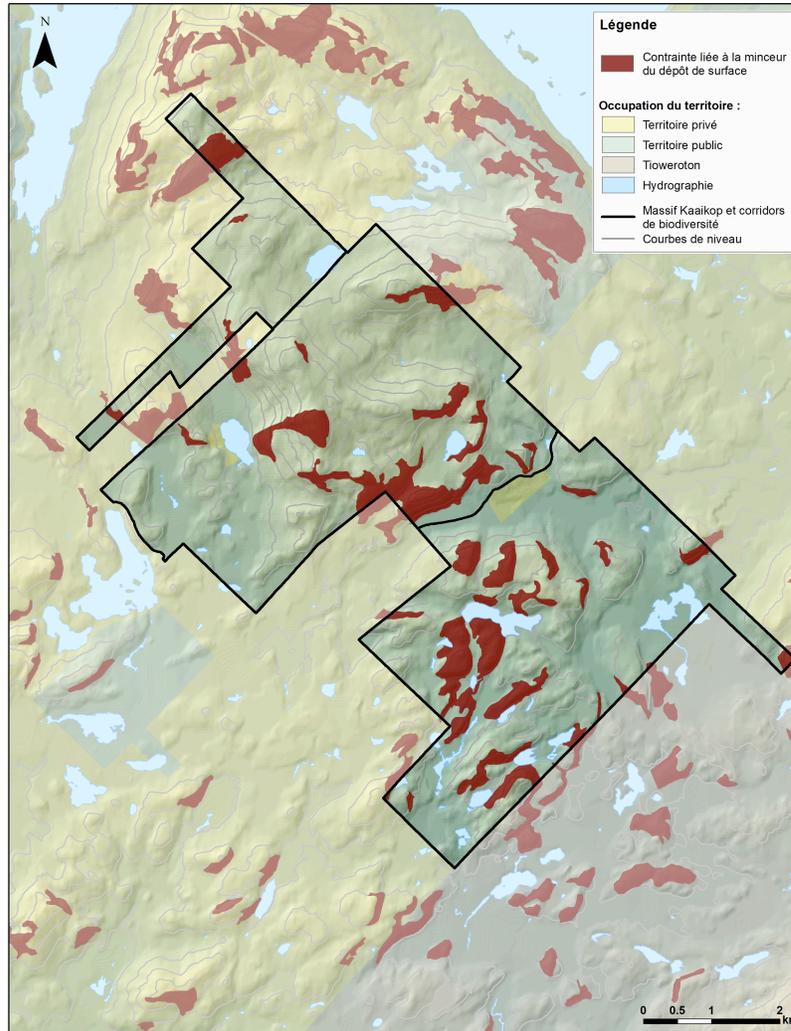


Figure 10. Carte des contraintes liées à la minceur des dépôts de surface.

3.2.4. Relief

Une seconde couche de données provenant des produits intégrés de l'inventaire écoforestier du Québec méridional du MFFP a été utilisée afin de déterminer les classes de pente. Cela est important puisque le Bureau du forestier en chef (2016) stipule que les pentes fortes (30 à 40 % d'inclinaison) sont associées à des difficultés opérationnelles telles qu'un suivi particulier doit être mis en place pour encadrer les projets de récolte qui s'exerce dans ce type de territoire. Pour les zones possédant une pente excessive (plus de 40 %), la récolte de bois ne peut

simplement pas y être réalisée de façon rentable avec les techniques actuelles. Comme le montre le tableau 8, les pentes modérées (16 à 30 % d'inclinaison), sont importantes sur le territoire étudié (40,4 %). De surcroît, il y a 6,3 % du territoire qui possèdent des pentes fortes (30 à 40 % d'inclinaison) et 11,4 % qui possèdent une pente excessive (plus de 40 % d'inclinaison). Finalement, c'est donc 17,7 % du territoire qui possède minimalement une contrainte importante à la récolte de bois liée à des pentes abruptes. De plus, comme le montrent le tableau 9 et la figure 11, la répartition de ces pentes est relativement homogène sur le territoire. Il est toutefois bon de noter que le corridor nord possède une proportion de pentes excessives (5,6 %) beaucoup moins importante que les autres zones (12,7 % pour le massif Kaaikop et 11,5 % pour le corridor sud).

Tableau 8. Superficie du territoire étudié par classe de pente.

Type	Superficie (ha)	% du territoire
Pente nulle (0 % à 3 %)	413	10,2 %
Pente faible (4 % à 8 %)	609	15,0 %
Pente douce (9 % à 15 %)	675	16,7 %
Pente modérée (16 % à 30 %)	1 640	40,4 %
Pente forte (31 % à 40 %)	256	6,3 %
Pente excessive (plus de 40 %)	460	11,4 %

Tableau 9. Répartition des classes de pente dans le territoire étudié.

Type	Massif Kaaikop %	Corridor nord %	Corridor sud %
Pente nulle (0 % à 3 %)	6,9 %	9,1 %	13,9 %
Pente faible (4 % à 8 %)	13,8 %	14,1 %	16,5 %
Pente douce (9 % à 15 %)	18,5 %	20,7 %	13,7 %
Pente modérée (16 % à 30 %)	40,0 %	44,5 %	39,8 %
Pente forte (31 % à 40 %)	8,1 %	6,1 %	4,5 %
Pente excessive (41 % et plus)	12,7 %	5,6 %	11,5 %

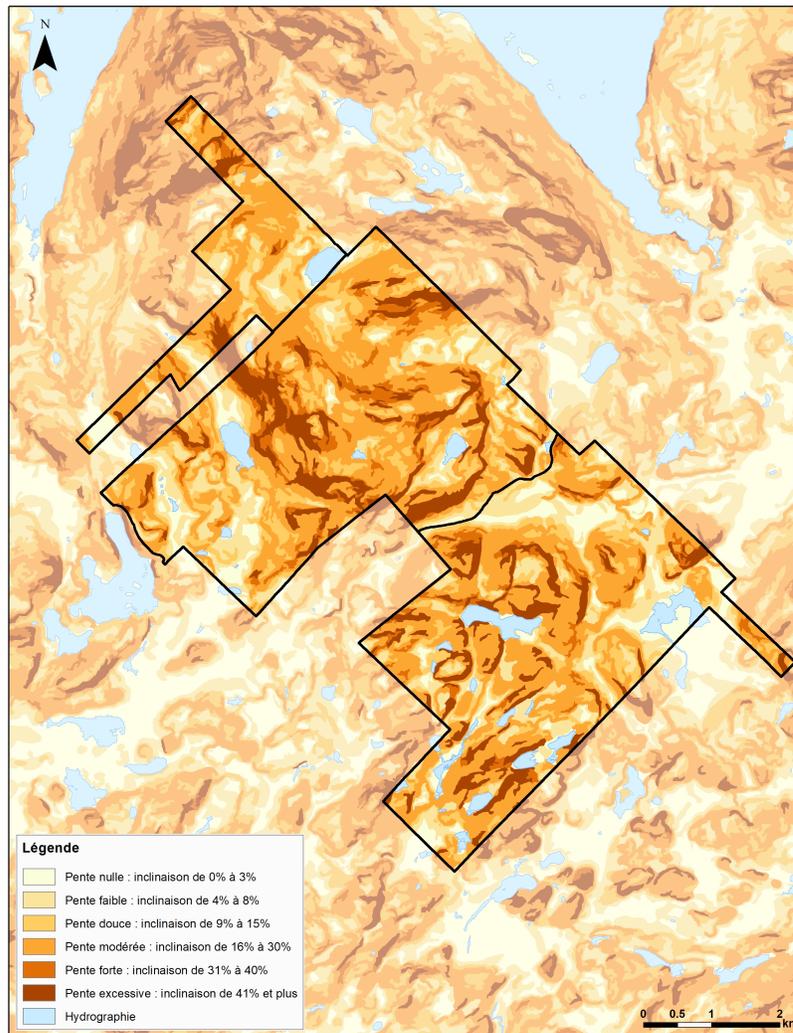


Figure 11. Carte des classes de pente au sein du territoire étudié.

3.3. Sélection des services écosystémiques étudiés

En partant de la classification des SE faite dans le cadre du *Millenium Ecosystem Assessment* (2005) (tableau 10), nous avons identifié, dans le cadre de cette étude, les SE qu’il nous était possible d’évaluer selon la disponibilité des données et les limites techniques, de temps et de budget du mandat. Ils sont présentés au tableau 11. Parmi les services présentés, nous avons procédé à quelques adaptations pour établir la liste des SE à étudier en nous basant notamment sur certaines études réalisées sur les SE au Québec (He et al., 2015; Dupras et al., 2015). Ces adaptations permettent de refléter les caractéristiques du site cible, encadrer le transfert de valeurs et éviter le double comptage. Cette reclassification entraîne une sélection de six SE tels

que présentés dans le tableau 11. Il est à noter que le service de régulation du climat global est scindé en deux volets, l'un couvrant la séquestration du carbone et l'autre le stockage du carbone. Il est également bon de mentionner que la MRC des Laurentides est présentement en démarche pour établir des projets de métayer sur les terres publiques intra-municipales de son territoire, ce qui inclut celles entourant le Mont-Kaaikop. De ce fait, bien que le service de biens alimentaires n'ait pas été considéré dans la présente étude, il pourrait éventuellement devenir un service qu'il serait possible d'évaluer.

Tableau 10. Liste adaptée des 24 SE proposés par le *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) et de leur applicabilité au contexte de l'étude

Type de SE	Biens et services écosystémiques	Applicabilité
Approvisionnement	Biens alimentaires	Non applicable
	Produits forestiers ligneux	Applicable
	Ressources génétiques	Non applicable
	Ressources biochimiques et pharmaceutiques	Non applicable
	Ressources ornementales	Non applicable
	Production primaire	Non applicable
	Approvisionnement en eau	Non applicable
Régulation	Qualité de l'air	Non applicable
	Régulation du climat global	Applicable
	Régulation du climat local	Non applicable
	Régulation de l'eau (crues, sécheresses)	Non applicable
	Prévention d'évènements extrêmes	Non applicable
	Contrôle de l'érosion	Non applicable
	Contrôle biologique	Non applicable
	Pollinisation	Non applicable
	Traitement et qualité de l'eau	Non applicable
	Formation des sols	Non applicable
	Habitat pour la biodiversité	Applicable
Régulation des maladies et ravageurs	Non applicable	
Culturels	Loisir et tourisme	Applicable
	Valeurs esthétiques	Applicable
	Valeurs spirituelles et religieuses	Non applicable
	Valeurs éducatives	Non applicable
	Valeurs culturelles	Applicable

	Non applicable au contexte de l'étude
	Applicable

Tableau 11. Sélection et description des SE utilisés dans le cadre de l'analyse.

Type de SE	Services écosystémiques	Description	Indicateurs	Unités des indicateurs
Approvisionnement	Produits forestiers ligneux	Produits forestiers ligneux produits par les écosystèmes forestiers.	1) Volume de bois récolté 2) Superficie en production 3) Valeur économique du bois	1) m ³ de bois 2) hectares 3) \$/m ³
Régulation	Régulation du climat global (séquestration du carbone)	Séquestration du carbone dans une optique de réduction des gaz à effet de serre. Fais référence au flux du carbone.	1) Superficie des écosystèmes étudiés 2) taux de séquestration de carbone 3) Valeur économique du carbone	1) hectares 2) tonne CO ₂ /hectare 3) \$/tonne CO ₂
	Régulation du climat global (stockage du carbone)	Stockage du carbone dans la biomasse dans une optique de réduction des gaz à effet de serre. Fais référence au stock de carbone.	1) Superficie des écosystèmes étudiés 2) Quantité des stocks de carbone 3) Valeur économique du carbone	1) hectares 2) tonne carbone/hectare 3) \$/tonne CO ₂
	Habitat pour la biodiversité	Capacité d'un écosystème à offrir un habitat propice à la biodiversité. Fais ici référence aux espèces à statut particulier (e.g. espèces rares, vulnérables, menacées).	1) Superficie des habitats 2) Nombre d'est richesse d'espèces 3) Nombre d'espèces à statut	1) hectares 2) # 3) #
Culturels	Activités récréatives	Loisir et tourisme associés aux écosystèmes.	1) Superficie des territoires destinée aux activités récréotouristiques 2) Valeur des activités récréotouristiques 3) Retombées indirectes des activités récréotouristiques	1) hectares 2) \$ 3) \$
	Valeur esthétique	Valeurs culturel et économique provenant du panorama qu'offre le paysage	1) Superficie du territoire portant des valeurs esthétiques et paysagères	1) hectares
	Valeurs culturelles autochtones	Valeurs liées au patrimoine et à la culture	1) Superficie du territoire favorisant la santé des écosystèmes de la réserve Mohawk	1) hectares

3.4. Évaluation des services écosystémiques

3.4.1. Produits forestiers ligneux

L'analyse de la valeur du bois récolté s'est faite à l'aide des données du MFFP portant sur les volumes par essence, issues du programme des Résultats d'inventaire et carte écoforestière. Ces données décrivent donc les volumes de bois se trouvant sur chaque parcelle de territoire pour chaque type d'essence. Ces données ont été jumelées à la couche de Récolte et reboisement, produite dans le cadre de l'inventaire écoforestier par le MFFP, afin de délimiter les endroits où il y a eu des coupes sur le territoire. Comme ces données ne permettent de recenser aucune coupe récente, nous avons utilisé celles des quatre dernières années où des coupes ont été réalisées, soit les données de 2006 à 2009. Ces zones de coupes représentent 198 ha du territoire étudié et la figure 12 illustre leur localisation. Finalement, comme la totalité des coupes décrites par ces données correspond à des coupes partielles, un facteur de 0,35, proposé par un expert du Bureau du forestier en chef du Québec, a été multiplié aux volumes de bois disponibles afin de prendre en compte le fait que ce n'est pas la totalité des volumes de bois qui a été récolté (mais plutôt 35 % dans ce cas-ci). En tout, il a été estimé que près de 12 000 m³ de bois ont été récoltés sur le territoire pour la période 2006-2009, soit environ 3 000 m³ annuellement. Ce chiffre de 3 000 m³ par année est la valeur que nous utilisons comme étant le potentiel de récolte annuelle de bois pour le territoire étudié.

Au niveau économique, les redevances versées au gouvernement ont été considérées puisqu'elles permettent d'illustrer une partie de la valeur directe du bois récolté sur le territoire. Les retombées économiques ont également été considérées afin de démontrer l'impact plus global que peuvent avoir les coupes forestières dans l'économie québécoise. D'abord, selon le bulletin économique *l'Accès forestier* publié en 2016 par le MFFP, les redevances liées à la récolte du bois seraient d'environ 12\$/m³. Il est donc possible d'estimer que les récoltes de bois effectuées dans la zone étudiée ont engendré des redevances à l'état de 144 000 \$ pour la période 2006-2009, soit une moyenne de **36 000 \$/an ou de 9 \$/ha/an** si on applique ces résultats sur l'ensemble de la superficie du territoire étudié. Notons toutefois que ce calcul de redevances ne prend en compte que les revenus engendrés par l'état et non les dépenses qui sont effectuées. En prenant en compte certaines dépenses telles les subventions octroyées pour l'établissement de chemins forestiers, les investissements concernant les aménagements forestiers et les travaux réalisés en aval des coupes pour assurer la repousse des peuplements, il est possible d'émettre le doute que ces redevances aient un solde net positif.

Ensuite, sachant que l'ensemble de l'industrie forestière engendre des retombées annuelles économiques de 6,1G\$ (MFFP 2018b) et qu'environ 52M m³ ont fait l'objet de transformation au Québec en 2017 (MFFP 2017c), il est possible d'estimer que les retombées engendrées par chaque m³ de bois récolté sont en moyenne de 117\$/m³. Ainsi, en se basant sur une moyenne québécoise, les retombées économiques engendrées par les récoltes de bois (12 000 m³)

effectuées entre 2006 et 2009 dans la zone étudiée seraient d'environ 1,4M\$. En se basant sur la moyenne des récoltes annuelle estimée à 3 000 m³. Il est donc possible de considérer que des projets de récolte de bois dans la zone étudiée pourraient générer des retombées économiques de **351 000\$ par année ou de 87 \$/ha/an** si on applique ces résultats sur l'ensemble de la superficie du territoire étudié. Tout en plus que la transformation du bois récolté se fait dans des municipalités avoisinantes au Mont-Kaaikop.

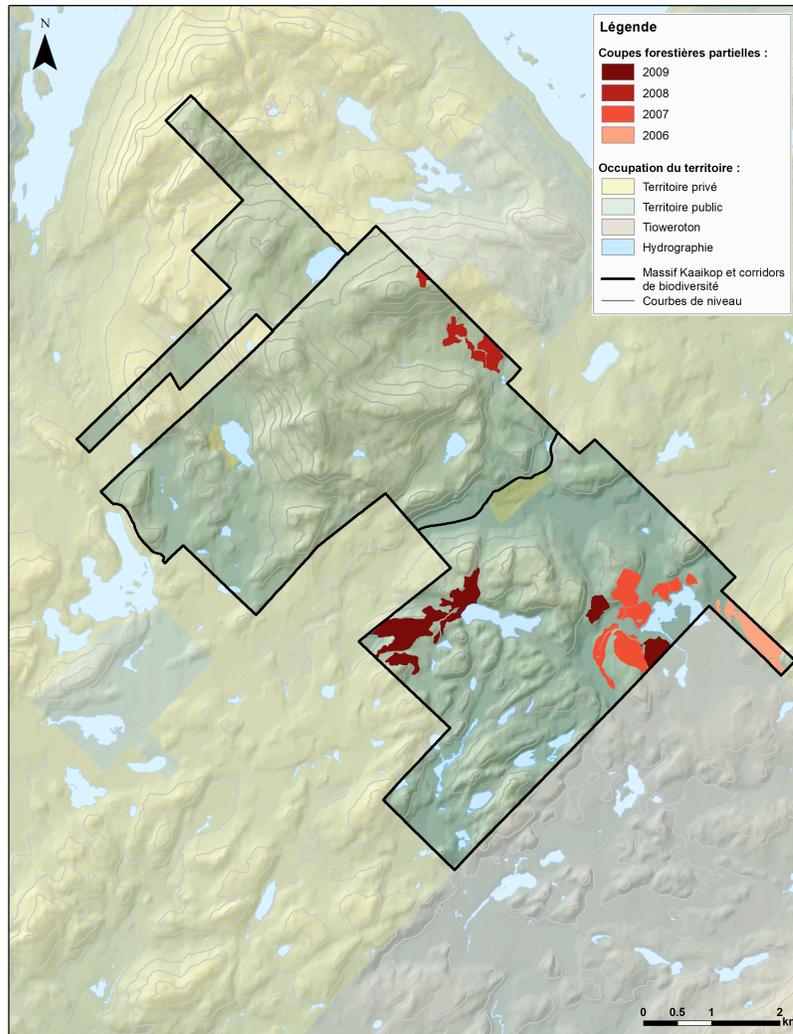


Figure 12. Carte des coupes forestières au sein du territoire étudié.

3.4.2. Régulation du climat

Le service de régulation du climat a été analysé via le stockage et la séquestration du carbone pour les écosystèmes forestiers et les milieux humides. Le stockage du carbone correspond à la quantité totale de carbone entreposée dans un écosystème à un point donné, alors que la

séquestration du carbone représente la quantité annuelle de carbone entreposée dans un écosystème moins les fuites dans l'atmosphère causée par la respiration, les perturbations et la décomposition. En d'autres mots, le stockage du carbone représente une réserve de carbone et la séquestration du carbone représente un flux annuel.

Au niveau de l'analyse économique, nous nous sommes basés sur la valeur sociale du carbone, telle que défini par Environnement et Changement Climatique Canada (2016). Plus spécifiquement, le coût social du carbone représente une mesure monétaire des impacts négatifs anticipés des changements climatiques causés par l'émission d'une tonne additionnelle de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère au cours d'une année donnée. L'analyse des stocks et de la séquestration de carbone vise donc spécifiquement à évaluer la contribution du territoire étudié par rapport aux enjeux de changements climatiques. Les résultats obtenus dans cette section doivent donc être interprétés d'un point de vue global et non local.

Stockage du carbone

Le stock de carbone a d'abord été évalué au niveau du sol à l'aide des données de l'étude de Garneau et Van Bellen (2016). Cette étude, qui a été réalisée pour le MDDELCC, se base sur plusieurs sources permettant de déterminer des moyennes de masse organique qui sont ensuite appliquées sur des superficies de tourbières et de milieux forestiers afin d'estimer le carbone se trouvant dans le sol de ces deux types de milieux. Plus spécifiquement, les auteurs font leurs analyses par région naturelle. Pour la région naturelle C05, dans laquelle le Mont-Kaaikop se trouve, les auteurs ont estimé que la biomasse au sol des milieux forestiers est de 113 tonnes de carbone par hectare (tC/ha), tandis que celle des tourbières est de 1 555 tC/ha. Comme aucune donnée n'est disponible pour les autres types de milieux humides, la même valeur que pour les milieux forestiers leur a été appliquée (soit 133 tC/ha). Comme le montre le tableau 12, il est estimé qu'environ 618 000 tonnes de carbone sont stockées dans les sols des écosystèmes de la zone étudiée, dont environ 382 000 tonnes pour les milieux forestiers et environ 236 000 tonnes pour les milieux humides.

Ensuite, la biomasse aérienne a été estimée selon les données de l'étude de Boudreau (2008). Cette étude estime la biomasse au-dessus du niveau du sol par des données LiDAR et donne des valeurs par type de milieux forestiers. Les différentes valeurs varient de 63,5 tC/ha pour les tourbières du territoire à 90,6 tC/ha pour les forêts de feuillus denses. Comme le montre le tableau 12, selon la superficie des différents types de milieux considérés, il est estimé que la biomasse aérienne des écosystèmes de la zone étudiée contient 313 000 tonnes de carbone. De ce nombre, environ 294 000 tonnes de carbone proviennent des milieux forestiers et environ 19 000 tonnes des milieux humides.

Un document technique d'Environnement et Changement Climatique Canada (2016) a ensuite été utilisé pour déterminer la valeur de ce stock de carbone. Plus spécifiquement, Environnement et Changement Climatique Canada (2016) définit une valeur de 42,37 \$/t CO₂ pour estimer le coût social du carbone. Comme cette valeur sociale du carbone est exprimée en

dollars de 2016, un facteur d'inflation de la Banque du Canada² a été utilisé pour le convertir en dollars de 2018, obtenant ainsi une valeur de 44,18 \$/t CO₂. Ensuite, considérant le poids atomique et du dioxyde de carbone, cette valeur peut être transformée à 155,25 \$/tC. Finalement, comme ce stock de carbone donne des services sur une très longue période et non seulement au moment où il est observé, les valeurs obtenues ont été ventilées sur une période de 50 ans avec un taux d'actualisation de 3 %, qui se trouve correspond au taux recommandé par Changement Climatique Canada (2016). Comme le montre le tableau 12, le carbone contenu dans les sols est estimé à une valeur de 281 943 \$/an pour les milieux forestiers et 174 414 \$/an pour les milieux humides, pour un total combiné de 456 358 \$/an. Au niveau de la biomasse aérienne, il est estimé que le carbone qui y est stocké correspond à une valeur de 217 197 \$/an pour les milieux forestiers et 13 980 \$/an pour les milieux humides, pour un grand total de 231 177\$/an. Au total, il est estimé que le carbone stocké dans les écosystèmes de la zone à l'étude correspond à une valeur de **687 535 \$/an, ou de 170 \$/ha/an** si on applique ces résultats sur l'ensemble de la superficie du territoire étudié.

Séquestration du carbone

Au niveau de la séquestration, un facteur de 0,9 tC/ha/an a été utilisé pour déterminer la quantité de carbone que les écosystèmes du territoire étudié sont capables d'ajouter à leur stock de carbone déjà existant. Ce facteur provient du *Canadian Carbon Program* (2011) et il correspond à la quantité de carbone qu'une forêt mature mixte du nord de l'Ontario est capable de capturer annuellement. Pour obtenir une valeur monétaire, la valeur de 155,25 \$/tC définie par les conversions réalisées à partir de la valeur de 42,37\$/t de CO₂ d'Environnement et Changement Climatique Canada (2016) a de nouveau été utilisée. La valeur estimée pour la séquestration de carbone des écosystèmes du territoire étudié est de **527 582 \$/an ou de 130 \$/ha/an** si on applique ces résultats sur l'ensemble de la superficie du territoire étudié.

² Banque du Canada : Consulté le 15 septembre 2018
(<https://www.banqueducanada.ca/taux/renseignements-complementaires/feuille-de-calcul-de-linflation/>)

Tableau 12. Valeur du carbone stocké dans les écosystèmes.

Type	Carbone contenu dans les sols (t)	Carbone contenu dans la biomasse aérienne (t)	Valeur du carbone dans les sols (\$/an)	Valeur du carbone de la biomasse aérienne (\$/an)	Valeur totale (\$/an)
Milieux forestiers	381 761	294 093	281 943	217 197	499 140
Forêt de conifères	15 499	10 279	11 447	7 591	19 038
Forêt de feuillus	201 427	160 833	148 760	118 780	267 540
Forêt mixte	162 191	121 028	119 783	89 383	209 167
Arbustaies	2 644	1 953	1 953	1 442	3 395
Milieux humides	236 163	18 930	174 414	13 980	188 394
Toubières	52 761	2 156	38 966	1 592	40 558
Tourbières forestières	169 479	8 167	125 166	6 032	131 198
Marécage	6 865	4 439	5 070	3 279	8 348
Marais	7 058	4 167	5 213	3 078	8 290
Total	617 925	313 022	456 358	231 177	687 535

3.4.3. Habitat pour la biodiversité

Cette section vise à documenter le service écosystémique de soutien à la biodiversité généré par les territoires à l'étude, soit la présence d'espèces floristiques et fauniques à statut menacé ou vulnérable. Bien que ce service écosystémique n'offre pas de retombées économiques directes à la population, il n'en demeure pas moins un service essentiel pour le maintien et la mise en valeur de la biodiversité. Ainsi, nous dressons ici un portrait des habitats ayant un potentiel d'abriter ce type d'espèces dans les alentours du Mont-Kaaikop. Plus spécifiquement, les objectifs de cette section sont de 1) faire un survol de la biodiversité présente sur le territoire étudié et 2) qualifier cette biodiversité pour offrir un aperçu détaillé de la richesse biologique présente sur ces territoires forestiers. De ces deux objectifs, nous cherchons à fournir des recommandations pour mettre en valeur cette biodiversité et favoriser son maintien en termes de services écosystémiques de soutien générés à l'intérieur du territoire étudié.

La végétation et la biodiversité floristique

Afin de qualifier les peuplements forestiers présents sur le territoire à l'étude et d'identifier les peuplements les plus abondants, nous nous sommes basés sur les guides de reconnaissances des types écologiques du Québec (MFFP 2012) pour la région écologique des Hautes collines du Bas-Saint-Maurice, soit la région écologique dans laquelle se situe le Mont-Kaaikop. Ainsi, le territoire à l'étude se trouve dans le sous domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est où 89 types écologiques différents y sont recensés. Il y a donc une très grande hétérogénéité forestière dans la région naturelle dans laquelle se trouve le Mont-Kaaikop. De plus, parmi les domaines bioclimatiques de la province, il est considéré que le sous domaine de l'éérable à bouleau jaune de l'est possède une forte richesse d'espèces.

Ensuite, l'analyse des espèces floristiques à statut a été réalisée à l'aide de la carte de l'Atlas de la biodiversité du Québec (Tardif et al., 2005) qui collige l'information relative aux occurrences d'espèces menacées et vulnérables pour l'ensemble du territoire québécois. Divisant le Québec en tuiles hexagonales, cette carte met en évidence les secteurs prioritaires (points chauds) pour la conservation des espèces à statut, en se basant sur leur occurrence et leur abondance. Dans le cadre de cette étude, la superposition de la localisation du Mont-Kaaikop sur cette carte permet d'estimer la présence potentielle des espèces floristiques menacées ou vulnérables sur le territoire étudié. Plus spécifiquement, il est estimé que le territoire étudié a un très fort potentiel d'abriter des espèces floristiques à statut et ce potentiel pourrait varier entre 5 et 19 espèces. Néanmoins, 2 espèces à statut ont une plus grande probabilité d'être retrouvées sur le territoire, soit l'ail des bois (espèce vulnérable) et l'orme liège (espèce menacée).

La diversité des espèces fauniques et les espèces à statut de conservation³

L'analyse de la diversité faunique a été réalisée en donnant une appréciation de la diversité en oiseaux, amphibiens et reptiles, mammifères et poissons pour le Mont-Kaaikop. Pour se faire, les cartes de localisations des espèces ont été utilisées (e.g. site du CDPNQ), ainsi que les données disponibles à partir d'autres sources (e.g. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ) et voir aussi Tableau 13). Des données supplémentaires ont aussi été collectées à partir de sites d'observations référencées⁴ ou de rapports d'experts⁵(Tableau 13).

Les cartes d'occurrences des espèces à statut (amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères et poissons) ont été superposées à celle du territoire étudié. La liste des espèces **désignées**

³ Faisant partie de la plus récente liste du COSEPAC : VD = en Voie de Disparition ; M = menacée ; P = préoccupante ou Statut selon la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (Québec): M = menacée, V = vulnérable, S = susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable.

⁴ Ebird Canada : <https://ebird.org/canada/home>

⁵ COSEPAC (2015) Évaluation et Rapport de situation du COSEPA sur le Loup de l'Est (Canis sp. cf. lycaon) au Canada.

Consulté en ligne le 8 novembre 2018 : http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_Eastern%20Wolf_2015_f.pdf

menacées ou vulnérables du Québec, en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV), totalise **38 espèces dont 20 sont classées menacées et 18 sont classées vulnérables**. On compte par ailleurs **115 espèces** sur la liste des espèces fauniques **susceptibles d'être désignées** comme menacées ou vulnérables..

Tableau 13. Liste de références utilisées pour estimer la biodiversité faunique et les espèces à statut de conservation.

Sites d'observations référencées
L'Atlas des Amphibiens et des Reptiles du Québec (AARQ) ⁶
L'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Gauthier et Aubry, 1995)
Les observations d'oiseaux sur le site public eBirds ⁷
Les listes d'espèces fauniques à statut de conservation sur le site du ministère et les rapports du COSEPAC : mammifères, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux ⁸
Le site du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ)
Le guide des poissons d'eau douce du Québec (Bernatchez et Giroux, 1991)

Au niveau de l'avifaune, les données des inventaires de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec révèlent que la richesse totale en espèces d'oiseaux, et notamment le potentiel en espèces à statut, est relativement plus élevé dans les zones plus au sud du Québec, incluant le Mont-Kaaiokop. Comme le montre le tableau 14, on dénombre un potentiel de 180 espèces pouvant vivre dans les écosystèmes du territoire étudié, dont 7 espèces à statut.

Au niveau des mammifères, bien qu'aucun chiffre précis n'ait pu être déterminé, le territoire à l'étude a le potentiel de posséder une forte richesse en espèces de mammifères. Le Mont-Kaaiokop jouerait donc un rôle important, au niveau du maintien de la biodiversité des mammifères. De plus, le territoire à l'étude aurait le potentiel d'abriter 8 espèces à statut, notamment la belette pygmée, la chauve-souris argentée et le loup de l'est. De plus, il est à noter que le territoire à l'étude a une grande importance dans la distribution et la connectivité du territoire du loup de l'est, une espèce désignée préoccupante selon la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du gouvernement fédéral et la Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition de l'Ontario (COSEPAC, 2015).

En ce qui concerne les amphibiens et les reptiles, le territoire à l'étude a le potentiel d'abriter 14 et 6 espèces, respectivement. De ce nombre, une espèce d'amphibiens (la grenouille des marais) et deux espèces de reptiles (la couleuvre à collier et la couleuvre verte) sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.

⁶ Pour plus d'information sur l'AARQ, consultez : <https://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/>

⁷ Pour plus d'information sur l'initiative eBird Canada, consultez : <https://ebird.org/canada/home>

⁸ Les arthropodes n'ont pas été analysés

Pour les poissons, les inventaires ne permettaient pas de déterminer un nombre précis d'espèces potentielles pouvant être localisées dans le territoire à l'étude. Néanmoins, deux espèces à statut ont le potentiel de se trouver sur le territoire, soit le fouille-roche gris (espèce menacée au niveau fédéral et vulnérable au niveau provincial) et l'omble chevalier (espèce susceptible d'être désignée au niveau provincial).

Synthèse des analyses du SE d'habitat pour la biodiversité

Le présent portrait de la biodiversité sur le territoire étudié offre un survol des données disponibles, mais comporte aussi ses limites. En effet, les données sur la présence des espèces n'ont pas été validées concrètement sur le terrain. Nos analyses permettent donc d'indiquer uniquement le potentiel que ces espèces soient localisées sur le territoire à l'étude. Néanmoins, comme le résume le tableau 14, le territoire à l'étude a le potentiel d'abriter 180 espèces d'oiseaux, 14 espèces d'amphibiens, 6 espèces de reptiles, en plus de posséder une forte richesse en ce qui concerne les espèces de mammifères. Au niveau de la végétation, les écosystèmes du territoire à l'étude sont reconnus pour être caractérisés par une végétation hétérogène et diversifiée. Finalement, le territoire à l'étude a le potentiel de contenir un total de 22 espèces à statut au sein de sa faune et de sa flore. Compte tenu de ces données, l'élaboration de plans d'aménagement et de gestion intégrant ces espèces s'avère essentielle. Plus spécifiquement, les auteurs recommandent que des mesures de conservation et de suivi soient mises en place pour les espèces menacés et vulnérables et ainsi accroître à la fois la qualité des habitats et l'écologie du territoire public entourant le Mont-Kaaikop.

Tableau 14. Liste du nombre ou de la richesse potentiels d'espèces sur le territoire à l'étude.

Type	Richesse ou nombre d'espèces	# Espèces à statut	Liste des espèces à statut
Avifaune	180	7	-
Amphibien	14	1	Grenouille des marais
Reptile	6	2	Couleuvre à collier, couleuvre verte
Mammifère	Forte	8	Belette pygmée, chauve-souris argentée, loup de l'est
Poisson	-	2	Fouille-roche gris, omble chevalier
Végétation	Forte	2	Ail des bois, orme liège

3.4.4. Activités récréotouristiques

Au niveau récréotouristique, ce sont les services de loisirs offerts par la base de plein air l'Interval, dont les activités se font principalement dans le massif Kaaikop, qui ont été considérés. La base de plein air l'Interval est en activité depuis plus de 70 ans et offre à ses usagers la possibilité de faire des randonnées sur leur réseau de 40 km de sentiers, en plus de leur offrir des services d'hébergement. La figure 13 illustre où se situent plus spécifiquement les infrastructures de l'Interval. Selon les données ayant permis de produire les états financiers de la base de plein air en date du 31 mars 2018, il est possible de constater que l'organisme a généré des revenus liés aux droits d'accès de 22 565 \$ et d'hébergement de 288 771 \$. Il est donc possible d'estimer que les revenus directs générés par la base de plein air sont de **311 336\$/an, ou de 77\$/ha/an** si on applique ces résultats sur l'ensemble de la superficie du territoire étudié. Notons également que ces résultats sous-estiment probablement la capacité de l'Interval à générer des revenus. En effet, l'Interval a remanié son offre de services, ce qui a mené à une croissance de ses revenus au cours de son année fiscale se terminant le 31 mars 2018. Plus spécifiquement, l'Interval a récemment ajouté des mini-chalets, revampé son auberge et offre de nouveaux services. Tout cela a fait grimper considérablement l'achalandage de la base de plein air. Comme ces améliorations ont eu lieu au cours de l'année fiscale se terminant le 31 mars 2018, il serait très probable que le nombre de randonneurs continue de grimper au cours des prochaines années, ce qui accroîtrait davantage les revenus. Cela est d'autant plus vrai que l'Interval a d'autres projets en cours visant l'aménagement de sentiers de ski hors-pistes et des sentiers de raquettes à neige.

Notons que d'autres activités récréatives et de prélèvements sont pratiquées sur le territoire étudié. Par exemple, il est connu par les experts locaux que des activités de chasse, de trappage et de cueillette de champignons sauvages y ont lieu. Toutefois, les données accessibles à l'échelle du territoire étudié ne sont pas suffisamment précises pour que des estimations puissent être réalisées pour ces activités.

En plus de ces revenus directs, des retombées se font également sentir dans la région. En effet, en se basant sur des moyennes québécoises tirées d'un rapport préparé par la Chaire de tourisme Transat ESG UQAM (2017), il est possible d'extrapoler les revenus d'hébergement de l'Interval afin d'estimer les retombées économiques régionales que génèrent les activités de la base de plein air. Comme le montre le tableau 15, ces revenus sont répartis entre l'activité des touristes (définies comme étant des personnes ayant séjourné dans la région) et celles des excursionnistes (personnes s'étant déplacées à plus de 40km de leur domicile pour profiter de l'activité de plein air). Au total, les retombées économiques générées dans la région par les activités de l'Interval sont estimées à **711 383 \$, ou à 176 \$/ha/an**. Ces retombées se divisent entre la restauration (236 296 \$), l'épicerie et la pharmacie (227 214 \$) et le transport (247 873 \$). Tout comme pour les revenus directs, et pour les mêmes raisons, ces estimés sous-estiment probablement la capacité de l'Interval à générer des revenus.

Tableau 15. Valeur des activités générées par l'Interval.

Type	Touristes (\$/an)	Excursionnistes (\$/an)	Valeur totale (\$/an)
Valeur directe			311 336
Droit d'accès	n.d.	n.d.	22 565
Hébergement	288 771	0	288 771
Valeur indirecte			711 383
Restauration	133 063	103 233	236 296
Épicerie, boisson et pharmacie	121 513	105 701	227 214
Transport	131 610	116 263	247 873

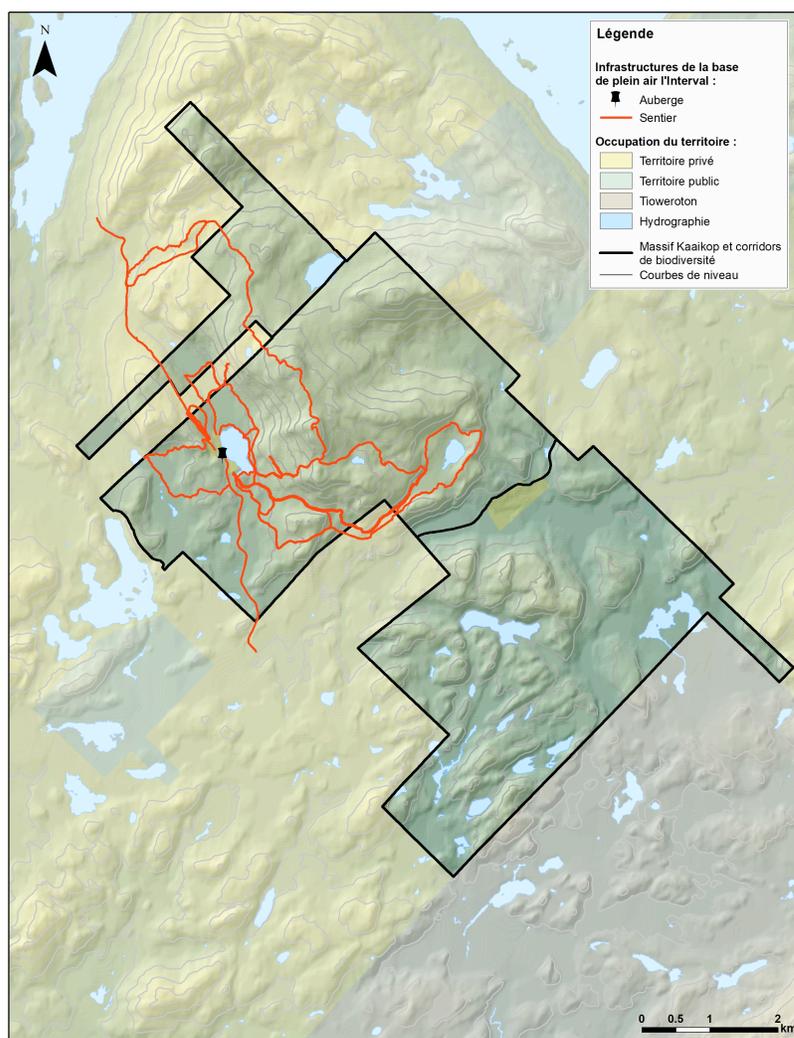


Figure 13. Localisation des infrastructures récréotouristiques au sein du territoire étudié.

3.4.5. Valeur esthétique

Le Mont-Kaaikop possède une valeur esthétique d'importance pour la région. Premièrement, certains acteurs locaux considèrent le Mont-Kaaikop comme symbole identitaire majeur pour la région, ce qui démontre la valeur culturelle qu'apporte le Mont-Kaaikop chez les résidents de la région. De plus, cette valeur esthétique se traduit également en une valeur économique directe. En effet, comme le décrivent Cavailhès et coll. (2009), le panorama d'une propriété peut avoir une importance significative sur sa valeur foncière. Comme la villégiature est très présente autour du Mont-Kaaikop, il est donc très probable que certaines de ces propriétés possèdent une plus grande valeur grâce au panorama qu'elles ont sur le Mont-Kaaikop. Cela est sans compter que la proximité du Mont-Kaaikop doit aussi accroître la valeur de ces propriétés grâce à l'accessibilité qu'elles offrent pour l'exercice d'activités de plein air. Toutefois, bien que cette valeur esthétique ait normalement une influence importante culturellement et économiquement, aucune estimation n'a pu être réalisée étant donné la complexité des démarches pour y arriver.

3.4.6. Services culturels autochtones

La réserve Mohawk Tioweroton (7 800 ha), qui se situe aux limites sud-est du territoire étudié, est un territoire de chasse et de pêche pour cette communauté. Comme les écosystèmes de la réserve de Tioweroton sont liés à ceux du Mont-Kaaikop, il y a une interdépendance entre ces écosystèmes. Ainsi, l'existence des écosystèmes du territoire étudié contribue à la santé et au bon fonctionnement des écosystèmes de Tioweroton. De façon indirecte, la connectivité entre ces écosystèmes contribue donc au patrimoine et à la culture du peuple Mohawk. Pour cette raison, nous considérons l'ensemble des milieux naturels du territoire étudié comme fournisseurs de services culturels autochtones. Toutefois, aucune estimation n'a été réalisée à ce niveau puisqu'il est impossible de quantifier monétairement la valeur de ce service.

3.4.7. Synthèse de la valeur des services écosystémiques

En faisant l'agrégation de la valeur économique directe des trois services auxquels nous avons pu trouver des valeurs, notre étude chiffre la valeur économique des SE du territoire étudié à **1,6 million de \$ par année, ou à 385 \$/ha/an** (tableau 16). Une partie importante de cette valeur vient de la séquestration et du stockage du carbone. De plus, en prenant en compte les retombées indirectes de la récolte des produits forestiers ligneux et des activités récréotouristiques, cette valeur estimée s'élève à **2,6M\$/an, ou à 647\$/ha/an**.

Tableau 16. Valeur totale des SE estimés au sein du territoire étudié.

Service écosystémique	Valeur annuelle (\$/an)	Valeur annuelle par hectare (\$/ha/an)
Valeur directe	1 562 453	385,37
Produits forestiers ligneux	36 000	8,88
Stockage du carbone	687 535	169,56
Séquestration du carbone	527 582	130,14
Habitat pour la biodiversité	nd	nd
Activités récréotouristiques	311 336	76,79
Valeur esthétique	nd	nd
Services culturels autochtones	nd	nd
Retombées économiques indirectes	1 062 383	262,06
Produits forestiers ligneux	351 000	86,58
Activités récréotouristiques	711 383	175,48
Total	2 624 836	647,43

3.5. Analyse de scénarios

Une analyse de scénarios a été réalisée afin d'estimer la variation des différentes valeurs obtenues précédemment selon deux situations hypothétiques. Le premier scénario, scénario d'exploitation, correspond à une situation où il y aurait une intensification des coupes forestières. Le second scénario, scénario de conservation, correspond à une situation où le territoire étudié deviendrait une zone protégée exempte de coupes forestières. À noter que les valeurs obtenues dans les sections précédentes font office de situation initiale à des fins de comparaison.

3.5.1. Scénario d'exploitation

Selon ce scénario, les coupes prévues par le MFFP auraient lieu. Afin de représenter les endroits où ces coupes s'effectueraient, des zones de coupes ont été tracées grâce à un travail de géoréférencement. Cette démarche a été réalisée à l'aide d'une carte représentant les secteurs où des interventions forestières sont planifiées selon le Plan d'aménagement forestier intégré opérationnel (PAFIO) du MFFP. Comme cette carte ne présentait pas les coupes prévues sur le secteur du chantier Legault comme défini dans le rapport d'Horizon Multirésource (2014), une carte de ce secteur de coupe a également été utilisée. En tout, il est estimé selon le

scénario d'exploitation que les secteurs visés par les coupes auraient une superficie de 529 ha, soit 13 % du territoire. Les secteurs estimés à l'aide du PAFIO couvrent 156 ha du territoire, tandis que les coupes prévues sur le chantier Legault couvrent 379 ha. La figure 14 illustre plus spécifiquement où se situent les secteurs où les coupes estimées sont prévues. Également, dans le but de ramener ces valeurs sur une base annuelle pour obtenir des résultats comparables, il a été estimé que ces coupes s'effectueraient sur une période de 5 ans. Cette période de 5 ans se base sur les périodes couvertes par les plans de stratégie de développement de l'industrie québécoise des produits forestiers (MFFP 2008b).

Une démarche similaire à celle utilisée pour produire les estimations sur la récolte des produits forestiers ligneux a permis d'estimer que 24 000 m³ de bois seraient récoltés sur une période de 5 ans, soit 4 800 m³/an. Cette récolte de bois générerait 57 600 \$ annuellement en redevance et 561 600 \$ annuellement en retombées économiques pour la société québécoise. Cela revient respectivement à 21 600 \$/an et 210 600 \$/an de plus que les revenus estimés précédemment par rapport à la récolte de produits forestiers ligneux.

Au niveau du carbone, la récolte de produits forestiers ligneux générerait 1 800 m³/an de bois supplémentaires selon le scénario d'exploitation, par rapport aux coupes annuelles estimées à 3000 m³/an selon les coupes forestières qui ont été réalisées entre 2006 et 2009. Si on applique une démarche similaire à celle employée pour le scénario de conservation, il est possible d'estimer que ces 1 800 m³/an génèrent 1 329 \$/an en stockage de carbone suivant une ventilation sur 50 ans à un taux d'actualisation de 3 %.

Comme le montre la figure 14, les coupes prévues sur le chantier Legault se trouvent à proximité des infrastructures récréotouristiques, il est donc probable qu'elles influencent négativement l'achalandage de la base de plein air. En effet, une analyse spatiale a permis de déterminer que 32 % de l'ensemble du réseau des sentiers seraient directement affectés par les coupes forestières (près de 60 % du réseau de sentiers seraient affectés directement ou indirectement par les coupes). De manière conservatrice, le pourcentage des impacts directs (32 %) a été utilisé pour estimer la baisse de revenus que la base de plein air subirait si les coupes avaient lieu. De ce fait, il est estimé que les coupes prévues selon ce scénario diminueraient les revenus de la base de plein air de 99 628 \$ annuellement pour atteindre 211 708 \$ annuellement à la fin des coupes. Par ailleurs, les retombées économiques locales diminueraient de 227 643 \$ annuellement pour atteindre 483 740 \$ annuellement.

Finalement, comme le montre le tableau 17, l'application de ce scénario mènerait à une diminution des revenus directs de 79 357 \$/an (-5,1 %), ou à une diminution de 96 400 \$/an (-3,7 %) si les retombées indirectes sont prises en compte. Toutefois, ce calcul ne prend pas en compte les effets que pourraient avoir ces coupes forestières sur les SE liés aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones puisque leur valeur économique n'est pas évaluée. De ce fait, même si les pertes estimées par ce scénario sont inférieures à celles estimées pour le scénario de conservation, les bénéfices économiques obtenus par les coupes qui seraient effectuées selon ce scénario pourraient ne pas être suffisamment élevées pour compenser les effets négatifs possibles sur les autres SE.

Tableau 17. Valeurs des SE estimées au sein du territoire étudié selon le scénario d'exploitation.

Service écosystémique	Situation initiale (\$/an)	Variation (\$/an)	Scénario d'exploitation (\$/an)
Valeur directe	1 562 453	(79 357)	1 483 096
Produits forestiers ligneux	36 000	21 600	57 600
Stockage du carbone	687 535	(1 329)	686 206
Séquestration du carbone	527 582	0	527 582
Habitat pour la biodiversité	nd	-	-
Activités récréotouristiques	311 336	(99 628)	211 708
Valeur esthétique	nd	-	-
Services culturels autochtones	nd	-	-
Retombées économiques indirectes	1 062 383	(17 043)	1 045 340
Produits forestiers ligneux	351 000	210 600	561 600
Activités récréotouristiques	711 383	(227 643)	483 740
Total	2 624 836	(96 400)	2 528 346

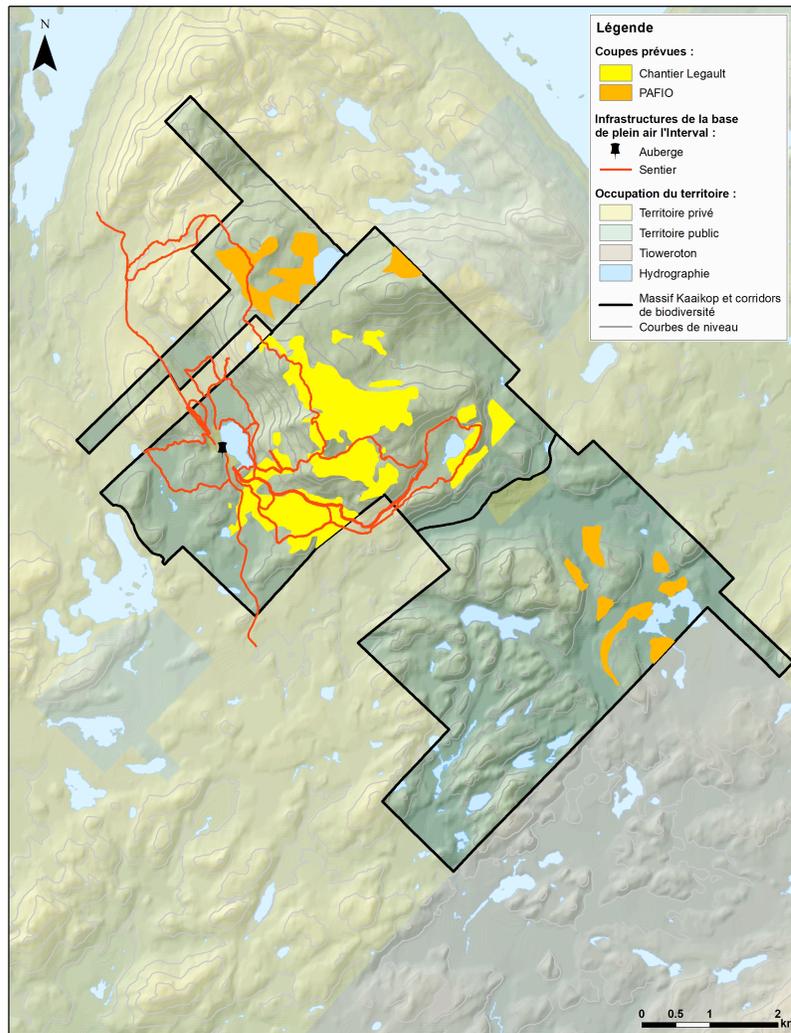


Figure 14. Localisation des infrastructures récréatives et des coupes forestières prévues au sein du territoire étudié selon le scénario d'exploitation.

3.5.2. Scénario de conservation

Pour ce scénario, nous avons considéré qu'aucune coupe ne sera effectuée sur le territoire étudié au cours des prochaines années. Premièrement, le fait de ne pas procéder aux coupes forestières prévues ferait en sorte qu'une plus grande quantité de carbone serait conservée dans les milieux forestiers du territoire étudié. À partir des estimations de quantités de produits forestiers ligneux récoltés annuellement sur le territoire (3 000 m³/an), il a été estimé que 1 245 tonnes de carbone supplémentaires seraient conservées annuellement dans les milieux naturels si aucune coupe forestière n'est effectuée. Cette conversion en carbone a été réalisée à l'aide des tables de densité du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (IPCC 2006), jumelées aux données sur les volumes par essence issues du programme des Résultats d'inventaire et carte écoforestière. Cette démarche a plus précisément permis

d'estimer que la densité du bois récolté sur le territoire est en moyenne de 0,415 tonne/m³. Selon le facteur de 155,25 \$/tC estimé précédemment, en ventilant la valeur obtenue sur 50 ans afin de prendre en compte le fait que la valeur du carbone stocké offre un service de régulation sur une très longue période, et en appliquant un taux d'actualisation de 3% comme recommandé par Changement Climatique Canada (2016), il est estimé que la valeur du carbone supplémentaire qui serait conservée dans les milieux naturels s'élèverait de 919 \$ annuellement s'il n'y avait pas de coupes forestières. D'un point de vu de bilan carbone, les coupes forestières n'auraient donc pas un impact important selon la méthode utilisée.

Autrement, les revenus engendrés par la récolte de produits forestiers ligneux en provenance du territoire étudié seraient donc nuls selon ce scénario. Notons toutefois que d'un point de vue plus global, les revenus engendrés par la transformation du bois réalisés dans les municipalités voisines seront très probablement peu affectés par un arrêt des coupes sur le territoire étudié. En effet, le territoire public entourant le Mont-Kaaikop possède somme toute une superficie relativement petite. Dans ces conditions, il serait logique de croire que l'approvisionnement en bois des usines de transformation de ces municipalités pourra être maintenu. Les coupes seraient donc simplement déplacées vers des zones moins prisées pour la villégiature et les activités récréotouristiques et possédant une moins grande importance en fait de connectivité des milieux naturels.

Au niveau des SE liés aux activités récréotouristiques, aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones, aucune estimation précise n'a pu être réalisée. Il est toutefois logique de croire que l'arrêt permanent des coupes forestières augmenterait la valeur de chacun de ces éléments. En effet, la conservation permanente du Mont-Kaaikop, situé au sein d'une région importante de villégiature, aurait un impact indéniable sur la valeur des investissements réalisés par les villégiateurs actuels et futurs, ce qui se traduirait par une hausse des revenus municipaux. De plus, la situation géographique du Mont-Kaaikop, situé entre le parc régional du Mont-Tremblant et le territoire de chasse et de pêche mohawk Tioweroton, de même que ses caractéristiques environnementales, âge et densité des forêts, font en sorte que le Mont-Kaaikop est un élément clé pour la circulation, le maintien et la protection de la biodiversité, soit de la faune et de la flore. Enfin, précisons que les auteurs de cette étude encouragent les aménagistes à considérer une nouvelle façon de procéder à la conservation des milieux forestiers, visant avant tout une augmentation de la résilience des milieux pour mieux les protéger. En effet, face aux changements climatiques et aux menaces liées aux insectes et aux maladies exotiques, il va être de plus en plus difficile de conserver des forêts en santé sur le long terme par la conservation intégrale de type « cloche de verre ». Les auteurs proposent donc une nouvelle façon de faire de la conservation qui vise à accroître la résilience et la diversité fonctionnelle des forêts afin de les rendre les mieux adaptées possible face aux changements globaux. L'approche proposée consiste donc globalement à évaluer les risques et les besoins des forêts face aux changements globaux et à procéder, lorsque jugé nécessaire, à des interventions sylvicoles ciblées visant l'accroissement de la capacité des forêts à résister ou à s'adapter aux futurs défis environnementaux (Messier, Maure et Aquilué, 2018). Ces milieux forestiers seraient ainsi maintenus de façon durable, assurant ainsi le maintien des

services liés aux activités récréotouristiques, aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones.

Au final, peu d'estimations précises ont pu être réalisées pour ce scénario. Néanmoins, comme l'illustre le tableau 18, nos analyses démontrent que l'arrêt des coupes aurait un effet positif, mais relativement faible, par rapport au bilan carbone (919\$/an). Au niveau des SE liés aux activités récréotouristiques, aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones, comme expliqué précédemment, la logique mène à concevoir que l'arrêt des coupes augmenterait significativement leur valeur. D'un point de vue de la récolte du bois, la perte économique liée à un arrêt complet des coupes serait importante si on prend en compte la valeur du bois récolté sur le territoire étudié uniquement. Mais en observant cette situation dans un contexte plus global, il est possible de réaliser qu'un déplacement des coupes vers d'autres forêts publiques ayant une moins grande importance pour la faune et les citoyens, pourrait permettre aux usines de transformation de continuer leurs activités. De ce point de vue, une conservation permanente du territoire public entourant le Mont-Kaikop aurait sans doute un impact négatif sur les retombées liées aux coupes forestières, mais un impact négatif limité qui serait, selon les auteurs, facilement compensé par l'augmentation de la valeur des SE liés aux activités récréotouristiques, aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones.

Tableau 18. Valeurs des SE estimées au sein du territoire étudié selon le scénario de conservation

Service écosystémique	Situation initiale (\$/an)	Variation (\$/an)	Scénario de conservation (\$/an)
Valeur directe	1 562 453	(35 081)	1 527 372
Produits forestiers ligneux	36 000	(36 000)	0
Stockage du carbone	687 535	919	688 454
Séquestration du carbone	527 582	0	527 582
Habitat pour la biodiversité	nd	+	+
Activités récréotouristiques	311 336	0	320 676
Valeur esthétique	nd	+	+
Services culturels autochtones	nd	+	+
Retombées économiques indirectes	1 062 383	(351 000)	711 383
Produits forestiers ligneux	351 000	(351 000)	0
Activités récréotouristiques	711 383	0	732 724
Total	2 624 836	(386 081)	2 238 755

Conclusion

Cette étude constitue une première analyse des services écosystémiques, et de leur valeur économique, fournis par les écosystèmes entourant le Mont-Kaaikop. À la suite d'une analyse cartographique, nous avons identifié les principaux éléments d'occupation du sol de la région. Cette analyse a démontré que les milieux forestiers du territoire étudié sont composés de 67 % de vieilles forêts. De plus, l'analyse cartographique a démontré que 11,0 % du territoire est associé à des contraintes au niveau de la récolte des produits forestiers ligneux due à une couche de dépôts de surface très mince et que 18 % du territoire est composé de pentes fortes ou excessives qui limitent ou empêchent la récolte des produits forestiers ligneux. En se basant sur le cadre d'analyse du *Millenium Ecosystem Assessment* et sur les données disponibles, nous avons identifié six SE fournis par les écosystèmes du territoire étudié et pouvant être analysés. Au terme d'une analyse économique, trois de ces SE ont montré une valeur directe fournie par les écosystèmes s'élevant à 1,6 million de \$ par année. En prenant en compte les retombées indirectes de la récolte des produits forestiers ligneux et des activités récréotouristiques, cette valeur s'élève à 2,6 millions de \$ par année. De surcroit, l'analyse de la biodiversité a permis de dénombrer que le territoire étudié possède potentiellement 20 espèces fauniques à statut et 2 espèces floristiques à statut.

De plus, une analyse de scénarios a permis de démontrer que l'arrêt des coupes forestières sur le territoire étudié aurait normalement peu d'impact économique d'un point de vue global et qu'il permettrait très probablement d'augmenter significativement la valeur des SE liés aux activités récréotouristiques, aux habitats pour la biodiversité, à la valeur esthétique et aux services culturels autochtones. En effet, la conservation permanente du Mont-Kaaikop, situé au sein d'une région importante de villégiature, aurait un impact indéniable sur la valeur des investissements réalisés par les villégiateurs (actuels et futurs), ce qui se traduirait par une hausse des revenus municipaux. Enfin, mentionnons que la situation géographique du Mont-Kaaikop, situé entre le parc régional du mont Tremblant et le territoire de chasse et de pêche mohawk Tioweroton, de même que ses caractéristiques environnementales, âge et densité des forêts, font en sorte qu'il est un élément clé pour la circulation, le maintien et la protection de la biodiversité, soit de la faune et de la flore. Dans cette optique, les coupes forestières ont un impact négatif sur ces services puisque la biodiversité est perturbée par les actions humaines, et que la nation autochtone avoisinante s'oppose aux coupes.

Ainsi, dans une lecture large, à la fois environnementale, économique et sociale de l'aménagement du Mont-Kaaikop, il convient de se demander si «le jeu en vaut la chandelle» avec les scénarios de coupes. En effet, le potentiel très limité des gains économiques provenant des coupes et de leur intensification n'offre pas les arguments nécessaires à la justification de l'intensification des coupes. Ajoutons à cette dimension l'absence d'acceptabilité sociale pour les coupes forestières. Les consultations et contestations populaires et politiques ont clairement signifiées l'opposition des parties prenantes locales et de certaines parties prenantes nationales

à l'exploitation des ressources forestières sur ce territoire. En effet, plusieurs municipalités locales ont exprimé leur désaccord face aux coupes forestières et, par exemple, une pétition de près de 10 000 signataires a été remplie afin de démontrer le désaccord des citoyens face aux projets forestiers sur le territoire du Mont-Kaaikop. De surcroit, plusieurs organismes de protection de l'environnement appuient cette démarche citoyenne telle la Fondation David Suzuki, la Société pour la nature et les parcs, Nature Québec, la Fondation ECHO, et L'Action Boréale.

En conclusion, sur la base de nos résultats et de la lecture de la situation, nous recommandons aux acteurs de l'aménagement du territoire de favoriser le scénario de conservation. En effet, nous avons montré qu'économiquement il n'y a que très peu de gains à poursuivre les coupes, alors que d'un point de vue écologique et social, les désavantages sont plus marqués.

Références

- Bernatchez, L. et Giroux M. (1991) Le guide des poissons d'eau douce du Québec. Éditions Broquet Inc., La Prairie, Québec
- Boudreau (2008) Regional aboveground forest biomass using airborne and spaceborne LiDAR
- Boyd, J., Banzhaf, S. (2007) What are ecosystem services ? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2-3), 616-626.
- Bureau du forestier en chef (2016) Détermination des possibilités forestières de la période 2018-2023.
Rapport final d'analyse de l'unité d'aménagement 061-51, région des Laurentides. Roberval, Québec, 42 p.
- Canadian Carbon Program (CCP) 2011. Ecosystems in flux: carbon, climate, and disturbance in Canadian forests and peatlands. Perspectives from the Fluxnet-Canada and Canadian Carbon Program Research Networks (2001- 2011). Edited by C. Coursolle. Canadian Carbon Program, Quebec, Que., Canada.
- Cavailhès, J., Brossard, T., Foltête, J.C., Hilal, M., Joly, D., Tourneux, F.P., Tritz, C., Wavresky, P. (2009) GIS-Based Hedonic Pricing of Landscape. *Environmental and Resource Economics*, 44(4), 571-590.
- Chaire de tourisme Transat ESG UQAM (2017) Étude des clientèles, des lieux de pratique et des retombées économiques et sociales des activités physiques de plein air.
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (2015) Évaluation et Rapport de situation du COSEPA sur le Loup de l'Est (Canis sp. cf. lycaon) au Canada, 85 p.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonkk, P., van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Costanza, R. et al (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26: 152-158.
- Daily, G. (ed.) (1997) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumas, R.M.J. (2002) A typology for the classification, description and valuation of the ecosystems goods, services and functions. *Ecological Economics* 41 (3), 393-408.

Dupras, J., Alam, M. (2015) Urban Sprawling and Ecosystem Services: A Half-Century Perspective in the Montreal Region (Quebec, Canada). *Journal of Environmental Policy and Planning* 17(2) : 180-200.

Dupras, J., Revéret, J.P. (eds.) (2015) *Nature et économie : un regard sur les écosystèmes du Québec*. Presses de l'Université du Québec, 314 p.

Dupras, J., Revéret, J.P., He, J. (2013) *L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques : Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation*. Ouranos, Montréal.

Environment and Climate Change Canada (2016). *Technical Update to Environment and Climate Change Canada's Social Cost of Greenhouse Gas Estimates*.

Garneau, M., Van Bellen, S. (2016) *Synthèse de la valeur et la répartition du stock de carbone terrestre au Québec*, 60 p.

Gauthier, J. et Aubry, Y. (1995) *Les Oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association québécoise des groupes d'ornithologues : Société québécoise de protection des oiseaux : Service canadien de la faune, région du Québec.

He, J., Moffette, F., Fournier, R., Revéret, J.P., Théau, J., Dupras, J., Boyer, J.P., Varin, M. (2015) *Meta-Analysis for the Transfer of Economic Benefits of Ecosystem Services Provided by Wetlands within Two Watersheds in Quebec, Canada*. *Wetland Ecology and Management* 23 (4) : 707-725.

Hector, A. (2002) *Biodiversity and the functioning of grassland ecosystems: multi-site comparisons*. Dans Kinzig, A.P., Pacala, S.W., Tilman, D. *The Functional Consequences of Biodiversity*. Princeton University Press, Princeton, 71-95.

Horizon Multiressource (2014) *Diagnostic écologique partiel : Mont Kaaikop*, 38 p.
International Panel on Climate Change (IPCC) (2006) *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan.

Pregitzer, K.S., Euskirchen, E. (2004) *Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age*. *Global Change Biology*, 10 : 2052-2077.

Messier, C., Maure, F. et Aquilué, N. (2018) *Une nouvelle approche pour immuniser nos forêts contre l'incertitude (essai)*. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 169(4) : 199-202.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2012) Guides de reconnaissance des types écologiques consultés en ligne le 7 novembre 2018 :

<https://mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/guide-types-ecologiques.jsp>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2016) L'accès forestier – Bulletin économique édition spéciale budget 2016-2017, 4 p.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2018a) Cartographie du 5e inventaire écoforestier du Québec méridional - Méthodes et données associées, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Secteur des forêts, Direction des inventaires forestiers, 111 p.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2018b) Les produits forestiers, une richesse à cultiver – Stratégie de développement de l'industrie québécoise des produits forestiers 2018-2023, 76 p.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2018c) Ressources et industries forestières du Québec - Portrait statistique édition 2017, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction du développement de l'industrie des produits du bois, 133 p.

Mitchell, M.E.G., Bennett, E.M., Gonzalez, A. (2013) Linking landscape connectivity and ecosystem service provision: current knowledge and research gaps. *Ecosystems* 16, 894-908.

Schwartz, M.W., Brigham, C.A., Hoeksema, J.D., Lyons, K.G., Mills, M.H., van Mantgem, P.J. (2000) Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Oecologia* 122, 297-305.

Tardif, B., Lavoie, G. et Lachance, Y. (2005) Atlas de la biodiversité du Québec. Les espèces menacées ou vulnérables. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, Québec. 60 p.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. P. Kumar (Ed.), Earthscan, London, Washington.

Tilman, D. (1996) Biodiversity: Population versus ecosystem stability. *Ecology* 77, 350-363.

Tilman, D. (1999) The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. *Ecology* 80, 1455-1474.

Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielce, T., Lehman, C. (2001) Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294, 843-845.

Troy, A., & Wilson, M. A. (2006). Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *Ecological Economics*, 60, 435–449.

Van der Ploeg, S., De Groot, R.S. (2010) The TEEB Valuation Database – a searchable database of 1310 estimates of monetary values of ecosystem services. Foundation for Sustainable Development, Wageningen, Netherlands.