

The image is a composite of two photographs. The top photograph shows a wide, calm lake under a sky with soft, white clouds. In the distance, a range of mountains is visible. The bottom photograph is an aerial view of a lake with several small, forested islands. The trees on the islands and along the shoreline are in various stages of autumn, showing shades of green, yellow, and orange. The water is dark and reflects the surrounding landscape.

Programme de surveillance écologique du Parc régional du Poisson Blanc

AUTRICES :

Sara Steel

Candidate à la maîtrise en
sciences
sarasteel@cmail.carleton.ca

Dre Dalal Hanna

Superviseuse du projet
dalalhanna@cunet.carleton.ca

Préparé pour :

Corporation du Parc du Poisson Blanc
37, ch. de la Truite, Notre-Dame-Du-Laus (Québec)
J0X 2M0
info@poissonblanc.ca

Rédigé et préparé par :**Sara Steel**

Cheffe de projet, Université de Carleton

Dalal Hanna

Chercheure principale, Université de Carleton

Travail de terrain et collecte de données effectués par :**Xavier Proulx**

Technicien de terrain – écologie

Sara Steel

Cheffe de projet, Université Carleton

Soutenu par :**Jérémie Gravel**

Directeur général, Parc régional du Poisson Blanc

Geneviève Trothier

Directrice générale adjointe, Parc régional du Poisson Blanc

Marilou Pelletier

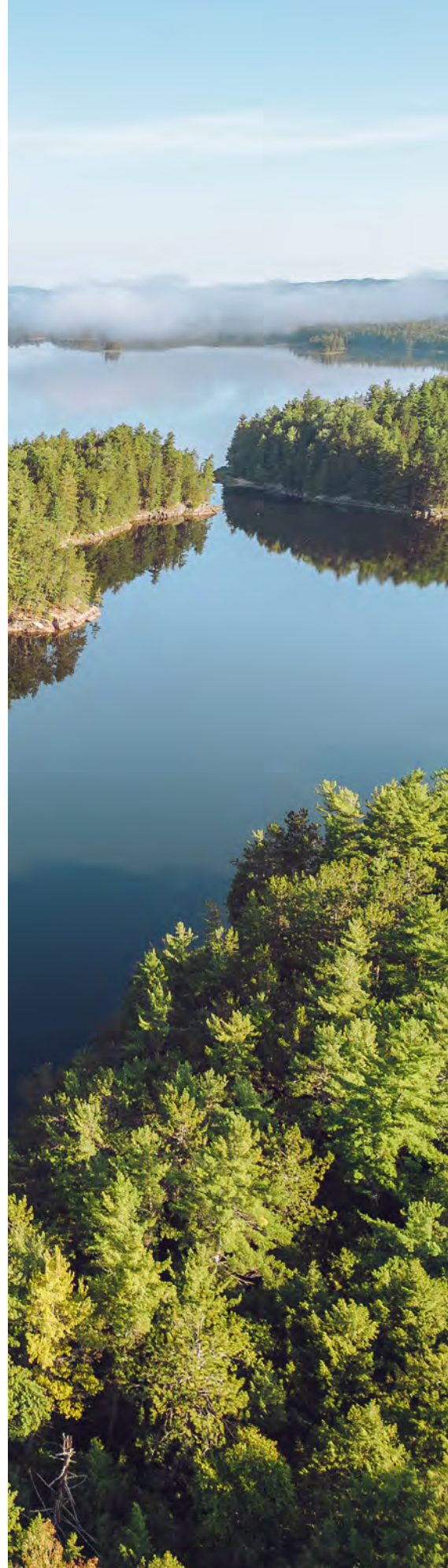
Directrice communication et expérience, Parc régional du Poisson Blanc

Graphisme réalisé par :**Marianne Gagnon**

Graphiste

Financé par :

Mitacs
ECO Canada



Résumé exécutif

Le Parc régional du Poisson Blanc est situé au Québec, au Canada, et accueille chaque année 35 000 utilisateurs dans les 59 emplacements de camping qu'il gère actuellement sur le réservoir du Poisson Blanc. Le Watershed Stewardship Research Collaborative (WSRC) est une équipe de recherche basée à l'Université de Carleton, à Ottawa, au Canada, qui possède une expertise dans le domaine de gestion des eaux douces. Ces deux groupes se sont associés pour développer un programme de surveillance écologique personnalisé pour le territoire du parc, afin de fournir aux gestionnaires une meilleure compréhension de l'état écologique de la zone qu'ils gèrent, de la façon dont elle réagit à l'utilisation récréative, et des mesures de gestion qui sont mises en œuvre dans le parc.

Le programme de surveillance du Parc régional du Poisson Blanc a été mis en œuvre pour la première fois à l'été 2024. Ce document décrit les premiers résultats de ce programme, surlignant des informations clés sur les 10 indicateurs qui ont été mesurés dans 52 des 59 emplacements de camping du parc. Il sert aussi d'exemple de la façon dont la collaboration peut mener à l'élaboration et à la mise en œuvre réussie de programmes de surveillance écologique dans les parcs régionaux.

Pourquoi mettre en place un programme de surveillance écologique ?

Les parcs constituent des habitats clés pour la biodiversité, contribuent de manière significative au bien-être humain et favorisent l'intégrité écologique. Les efforts de surveillance peuvent aider à mieux comprendre les implications socio-écologiques de l'existence d'un parc, ainsi que fournir des informations sur l'évolution d'une zone dans le temps et sur la nécessité ou non de mettre en place d'autres modes de gestion pour atteindre durablement les objectifs de conservation et de bien-être humain.

Sélection des indicateurs pour le programme de surveillance

Les indicateurs évalués dans le cadre de ce programme ont été sélectionnés au cours d'un processus en plusieurs étapes. Tout d'abord, l'équipe de recherche partenaire a compilé une liste d'indicateurs utilisés dans des programmes de surveillance existants et dans la littérature scientifique pertinente (voir le tableau IS 3.). L'équipe de recherche, le personnel du parc, et des collaborateurs locaux ont ensuite donné leurs avis sur d'autres indicateurs possiblement pertinents au niveau local. La pertinence et la faisabilité de la quantification de chaque indicateur dans le contexte de ce programme ont ensuite été évaluées et une liste finale de 10 indicateurs prioritaires a été sélectionnée par l'équipe de recherche et le personnel du parc. Ensemble, les 10 indicateurs sélectionnés permettront au personnel du parc de suivre divers aspects de l'impact humain, de l'état de l'écosystème, de la biodiversité et de la qualité d'eau.

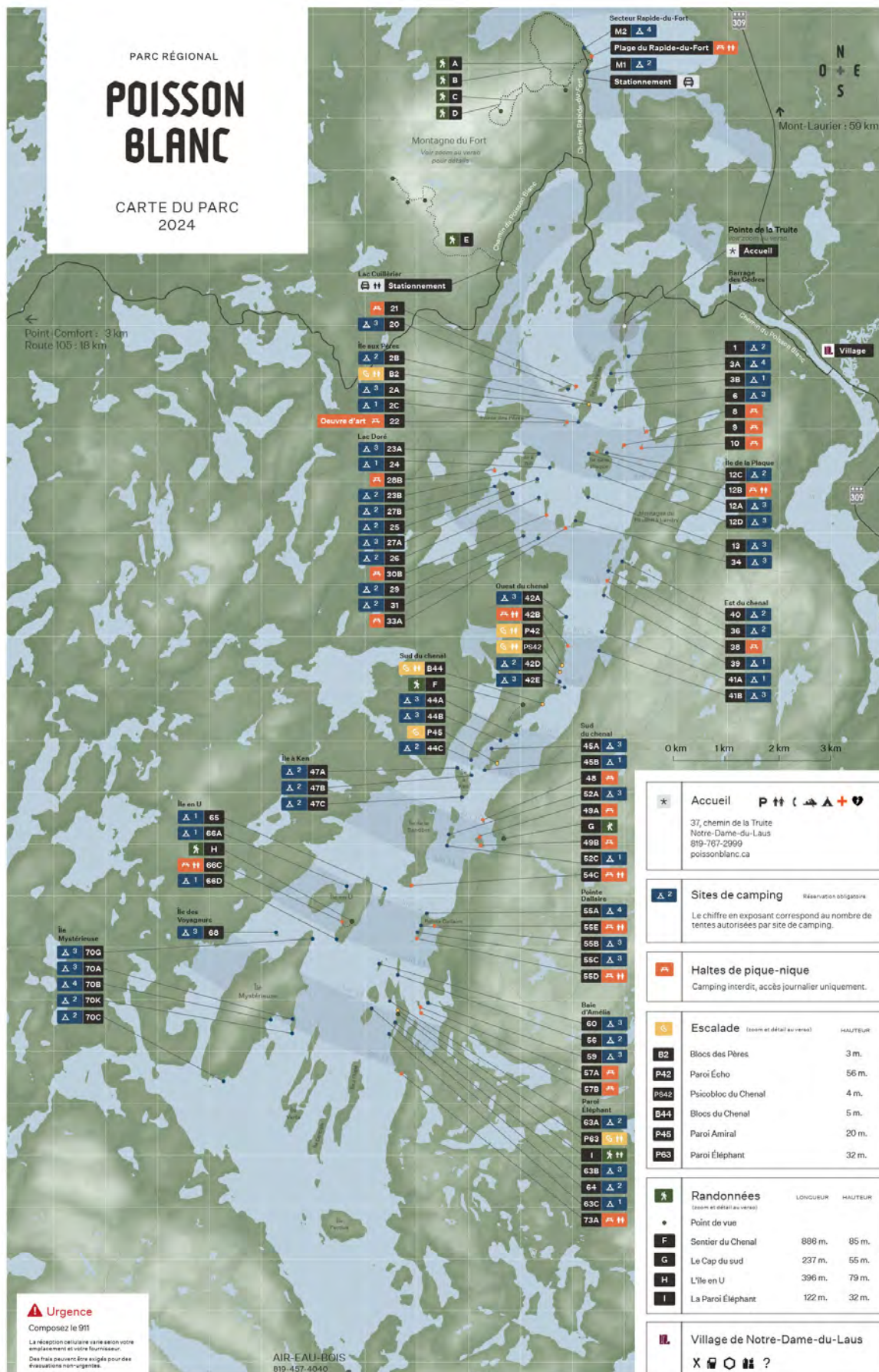


Table des matières

6	Statut du parc
10	Explication de la catégorisation des indicateurs
11	Décomposition du mot « Indicateur »
12	Décomposition du contenu de chaque page pour les indicateurs individuels

13 Impact direct humain

14	Zone de camping
16	Longueur des sentiers redondants
18	Largeur des sentiers
20	Compaction du sol
23	Exposition des racines
25	Marques humaines sur les arbres

27 Statut de l'écosystème

28	Stockage de carbone dans les emplacements de camping (par plantes ligneuses vivantes)
----	---

30 Qualité de l'eau

30	Indicateurs de qualité d'eau
----	------------------------------

33 Biodiversité

34	Composition de la végétation du sous-étage entourant les sentiers
37	Plantes sauvages comestibles

39	Prochaines étapes
----	-------------------

40	Références
----	------------



Statut du Parc

Après la première année de mise en œuvre du programme de surveillance écologique du Parc régional du Poisson Blanc, l'équipe de recherche a compilé et analysé les données des indicateurs sélectionnés pour évaluer l'état écologique du parc. Les résultats sont présentés dans le Tableau 2, qui résume la performance de chacun des 10 indicateurs évalués dans les 52 emplacements de camping évalués. Les critères pour les niveaux de performance utilisés dans l'évaluation sont décrits dans le Tableau 1. D'après les premiers résultats, la condition écologique du parc est bonne. Ceci est dû en grande partie à la proportion relativement faible des terres utilisées pour les activités récréatives par rapport à la superficie totale du parc et du réservoir du Poisson Blanc. Une variété d'espèces végétales a été trouvée dans les emplacements de camping, et aucune mesure de qualité d'eau inquiétante n'a été prise pendant la période d'échantillonnage d'été. Malgré cela, plusieurs indicateurs sont préoccupants, en particulier en ce qui concerne certains emplacements de camping très fréquentés. Pour les indicateurs ayant reçu de mauvais résultats, l'équipe de recherche a formulé des recommandations ciblées et réalisables qui pourraient contribuer à atténuer la dégradation et à améliorer la santé de l'écosystème. Il est important de souligner que ces résultats reflètent seulement la première année d'évaluation, et qu'au fur et à mesure que le programme continue, des données supplémentaires permettront une compréhension plus approfondie des tendances à long terme. Une surveillance continue permettra au Parc d'affiner ses pratiques de gestion et d'évaluer l'efficacité des mesures correctives mises en œuvre. Les mesures suivantes proposent une analyse détaillée de chaque indicateur et esquissent des pistes pour maintenir l'état écologique du parc dans le temps.

Tableau 1. Critères utilisés pour définir le statut d'un indicateur sur l'ensemble des emplacements de camping étudiés, classés en quatre catégories.

Statut de l'indicateur	Description
Très bon	85 % ou plus des emplacements de camping présentent des indicateurs de bonne santé de l'écosystème, sans qu'aucun problème majeur n'ait été observé dans aucun des emplacements. L'état écologique, tel que décrit par les données de surveillance, est stable ou s'améliore au fil du temps.
Bon	70 % ou plus des emplacements de camping présentent des indicateurs de bonne santé de l'écosystème. Cependant, un problème peut être observé sur un emplacement particulier. L'état écologique, tel qu'indiqué par les données de surveillances, est plutôt stable ou s'améliore, avec des fluctuations mineures.

Statut de l'indicateur	Description
Acceptable	55 % ou plus des emplacements de camping présentent des indicateurs de bonne santé de l'écosystème. Cependant, des mesures problématiques sont enregistrées sur deux à cinq emplacements. L'état écologique, tel qu'indiqué par les données de surveillance, est stable au fil du temps.
Pauvre	Plus de 50 % des emplacements de camping démontrent un mauvais état de santé de l'écosystème, avec plusieurs problèmes majeurs observés. L'état écologique, tel qu'indiqué par les données de surveillance, est en déclin constant et s'aggrave au fil du temps.

Références : Sepaq (2017)

Tableau 2. Aperçu des résultats de la première année (2024) des efforts de suivi au Parc régional du Poisson Blanc. Chaque indicateur a été évalué sur la base des critères du Tableau 1. Les objectifs de gestion représentent l'état idéal de l'écosystème spécifique à chaque indicateur qui recevrait une très bonne évaluation.

Indicateur	Statut de l'indicateur	Soutien à l'évaluation	Objectif de gestion	Tendance dans le temps
Zone de camping	Très bon	98 % des emplacements de camping évalués occupent moins de 30 % de l'île ou de la masse terrestre sur laquelle ils sont situés.	Les zones récréatives devraient occuper moins de 30 % de la superficie totale du parc.	Première année : plus de données sont nécessaires.
Indicateurs de la qualité d'eau	Très bon	Aucune valeur anormale n'a été enregistrée; les données correspondent à la qualité attendue de l'eau pour les lacs et réservoirs d'eau douce utilisés à des fins récréatives.	Des résultats cohérents devraient être enregistrés au fil du temps, sans anomalie dans la qualité de l'eau.	Première année : plus de données sont nécessaires.
Composition de la végétation du sous-étage autour des sentiers	Très bon	Les parcelles entourant les sentiers ont systématiquement démontré des données similaires à celles des parcelles de contrôle.	Aucune disparité majeure ne devrait être observée entre les parcelles proches des sentiers et les parcelles de contrôle au fil du temps.	Première année : plus de données sont nécessaires.

Indicateur	Statut de l'indicateur	Soutien à l'évaluation	Objectif de gestion	Tendance dans le temps
Plantes sauvages comestibles	Très bon	Au moins une espèce de plantes sauvages comestibles a été observée sur chaque emplacement de camping.	Aucun appauvrissement des populations de plantes comestibles ne devrait se produire au fil du temps.	Première année : plus de données sont nécessaires.
Exposition des racines	Bon	12 % des emplacements de camping présentent une exposition sévère aux racines (score > 6), avec un problème majeur observé sur l'emplacement de camping.	Les emplacements de camping ayant des scores d'exposition de racines > 6 devraient être suivis de près pour assurer la santé des arbres.	Première année : plus de données sont nécessaires.
Stockage de carbone dans les emplacements de camping (par les plantes ligneuses vivantes)	Bon	Les trois mesures de stockage de carbone les plus basses pour les zones d'activités ont été relevées dans les emplacements de camping où les zones d'activité sont parmi les plus grandes.	Les emplacements de camping devraient maintenir des niveaux de stockage de carbone constants par zone. Les grands emplacements de camping ne devraient pas avoir un stockage de carbone disproportionnellement faible.	Première année : plus de données sont nécessaires.
Compaction du sol	Acceptable	24 % des zones d'activités et 17 % des mesures de sentiers démontrent des niveaux sévères de compaction du sol (> 4 kg/cm ²).	Maintenez le compactage du sol dans les limites désignées des sentiers et des emplacements de camping. Si vous constatez une expansion importante des emplacements de camping ou des sentiers, envisagez de fermer temporairement les zones touchées ou l'ensemble du terrain de camping afin de permettre la restauration et la réhabilitation naturelles.	Première année : plus de données sont nécessaires.

Indicateur	Statut de l'indicateur	Soutien à l'évaluation	Objectif de gestion	Tendance dans le temps
Longueur des sentiers redondants	Pauvre	56 % des emplacements de camping ont un ou plusieurs sentiers redondants.	Au fil du temps, le nombre et la longueur des sentiers redondants dans les campings ne devraient pas changer. Restaurez les sentiers redondants existants dans la mesure du possible, en particulier lorsque les campings disposent de suffisamment d'espace pour permettre la fermeture de certaines sections aux clients afin de favoriser la restauration et de minimiser la dégradation supplémentaire des sols. Les sentiers redondants d'une largeur supérieure à 100 cm (conservatrice) devraient être fermés et restaurés afin de favoriser la restauration de la végétation et de réduire les dommages causés aux sols.	Première année : plus de données sont nécessaires.
Largeur de sentier	Pauvre	78 % des sentiers (sur la base des mesures généreuses) dépassent 100 cm de largeur.	La largeur des sentiers ne devrait pas dépasser 100 cm à chaque emplacement de camping, comme le suggèrent les normes d'aménagement des sentiers de Rando Québec ¹ .	Première année : plus de données sont nécessaires.
Marques humaines sur les arbres	Pauvre	Tous les emplacements de camping comportaient au moins un arbre avec des marques humaines.	Aucune augmentation des marques humaines sur les arbres au fil du temps.	Première année : plus de données sont nécessaires.

¹ Rando Québec est une organisation à but non lucratif qui fournit des directives pour le développement durable des sentiers aux gestionnaires du territoire à travers le Québec.

Explication de la catégorisation des indicateurs

Un indicateur écologique fournit des informations sur un processus ou modèle écologique et est mesuré pour donner un aperçu de l'état écologique d'un système et de son évolution dans le temps. Les indicateurs recommandés pour ce programme de surveillance font partie de deux grands thèmes : les indicateurs qui mesurent les facteurs de stress anthropogénique (c'est-à-dire humain) et les indicateurs qui mesurent les composantes de l'écosystème.

Facteur de stress anthropogénique : effets et caractéristiques causés par l'activité humaine. Ces facteurs de stress peuvent perturber le fonctionnement d'un écosystème.

Composantes de l'écosystème : un processus naturel ou composante qui se produit au sein d'un écosystème. Bien que les interactions humaines puissent influencer le rythme et l'étendue de ces processus, une composante de l'écosystème continuerait à fonctionner en l'absence d'activité humaine.

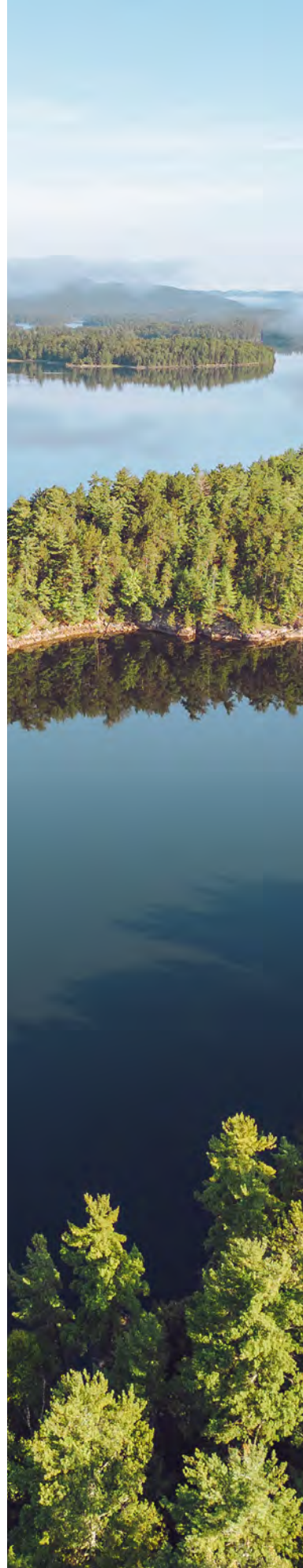
Les indicateurs sont ensuite classés par paramètres, qui décrivent le processus plus large mesuré par chaque indicateur. Les indicateurs sélectionnés mesurent quatre paramètres : l'impact humain direct, l'état de l'écosystème, la biodiversité et la qualité de l'eau.

Impact humain direct : une mesure des impacts sur un écosystème, qui sont le résultat direct de l'activité humaine.

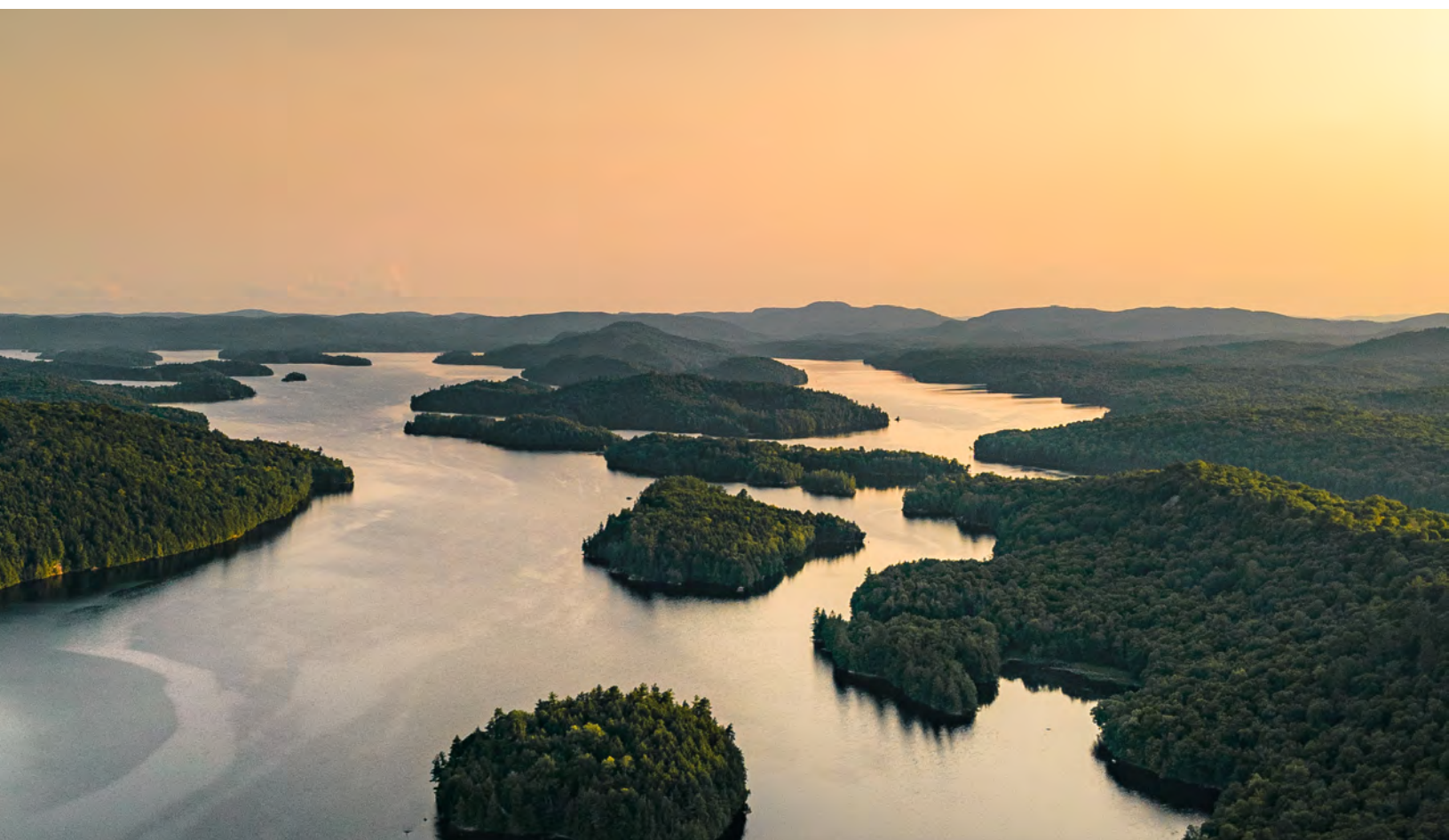
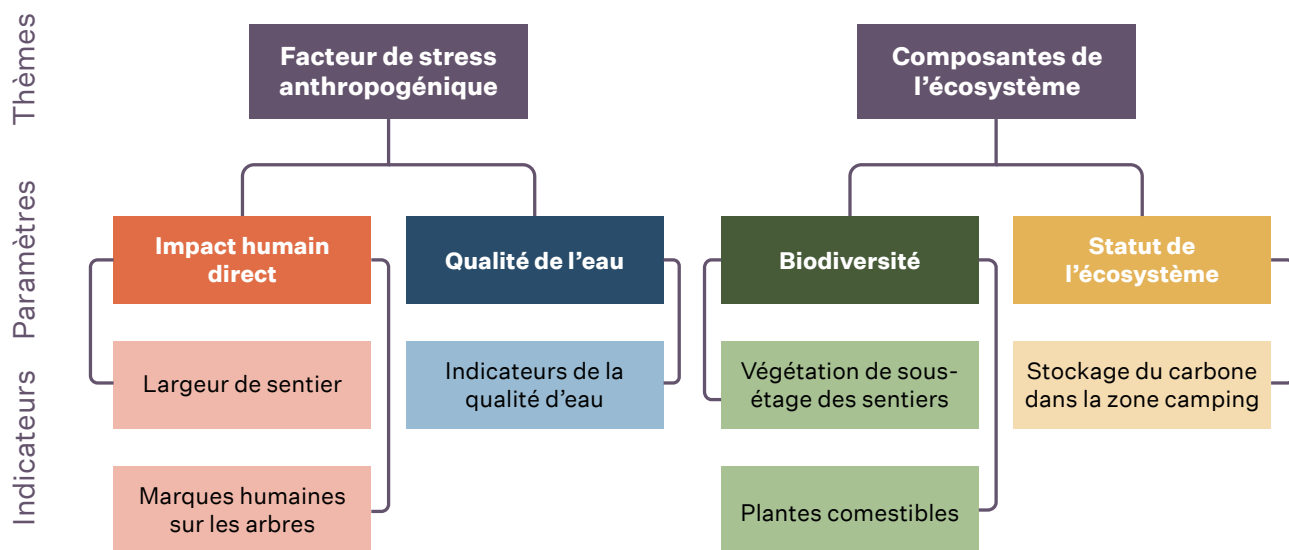
Statut de l'écosystème : une mesure des caractéristiques qui expliquent les processus écologiques opérant au sein d'un écosystème.

Biodiversité : la mesure des caractéristiques d'un écosystème qui fournit des informations sur la présence, l'absence et la diversité des espèces.

Qualité de l'eau : la mesure de diverses composantes biologiques, physiques ou chimiques de l'eau.



Décomposition du mot « Indicateur »



Décomposition du contenu de chaque page pour les indicateurs individuels

Nom de l'indicateur

Thème	Paramètre	Coût
Voir page 11	Voir page 5	\$: 0-10 \$ \$\$: 10-300 \$ \$\$\$: 300-1000 \$

Coût de l'équipement et des analyses de laboratoire : Le coût estimé de l'équipement nécessaire pour mesurer un indicateur spécifique. Certains indicateurs partagent un équipement et la pièce d'équipement ne devra être achetée qu'une seule fois. L'équipement partagé n'est pas pris en compte pour l'indicateur individuel et le coût représente le coût total de la mesure d'un indicateur.

Description : Informations clés sur l'indicateur et pourquoi il est utile de le mesurer.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
La fréquence à laquelle l'indicateur doit être mesuré.	Les principaux outils nécessaires au suivi de cet indicateur.

Résumé des méthodes : Brève description du processus de suivi de cet indicateur.

Principales conclusions : Vue d'ensemble des données collectées après la première année de mise en œuvre du programme de surveillance.

Considérations : Aperçu des recommandations et des actions stratégiques que le Parc pourrait mettre en œuvre sur la base des résultats du programme de suivi. Ces suggestions s'appuient sur des principes écologiques et font partie du cadre d'engagement plus large en matière de conservation.

Références : Les références utilisées pour soutenir le développement de chaque indicateur sont listées au bas de leur page respective. La liste complète des références se trouve dans la section de références de ce document (page 40).

Impact humain direct





Zone de camping

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	\$\$

Description : La zone de camping peut être divisée en deux parties, soit la zone périphérique et la zone d'activité. La zone d'activité est la partie d'un site sans couverture végétale et avec des signes évidents d'activité humaine (par exemple, un foyer, une plateforme de tente, une toilette extérieure). La zone périphérique est la partie d'un site qui entoure la zone d'activité; elle conserve une certaine couverture végétale, mais présente des signes de gestion. L'augmentation non intentionnelle de la zone de camping au fil du temps indique une expansion inutile de l'empreinte humaine qui devrait être évitée.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 5 ans	GPS, tablette (pour la collection des données sur place)

Résumé des méthodes : L'équipe de recherche a utilisé un GPS pour délimiter la zone périphérique et la zone d'activité de chaque emplacement de camping, et pour marquer les éléments clés du campement (par exemple, les plateformes de tente, les toilettes extérieures, etc). Un système d'information géographique a été utilisé pour calculer la superficie de chaque emplacement de camping.

Conclusions principales : La taille des emplacements de camping varie de 167 m² à 1810 m². Cela représente la moitié de la taille d'une piscine olympique ou la taille du stationnement du personnel du parc.

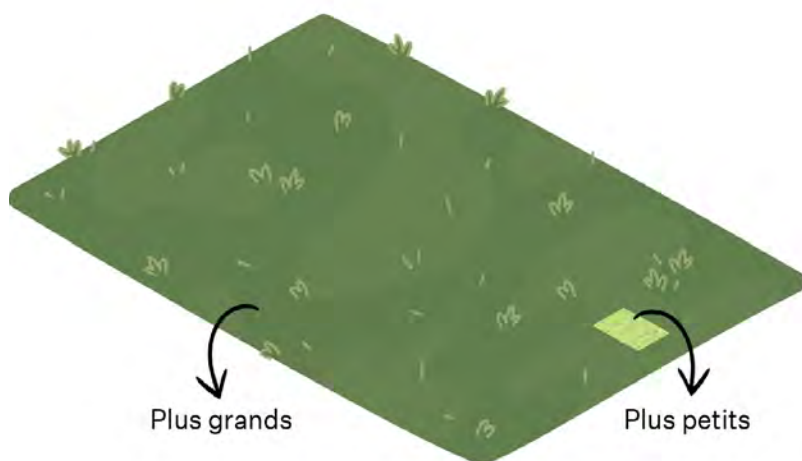


Figure 1. Représentation à l'échelle des plus petits (vert pâle) et plus grands (vert foncé) emplacements de camping du Parc régional du Poisson Blanc. Le plus petit emplacement est le numéro 65 et le plus grand est le numéro 68. Globalement, les emplacements camping situés sur des îles n'occupent jamais plus de 36 % d'une île.

La surface totale occupée par les emplacements de camping dans le parc est de 33 123 m², soit l'équivalent de moins de 1 % de la surface totale gérée par le Parc. Aucun emplacement de camping situé sur une île occupe plus de 36 % de cette île, et la majorité des emplacements de camping occupent moins de 2 % de l'île sur laquelle ils se trouvent.

Considérations : L'accord Kunming-Montréal 2024 stipule que les pays signataires, incluant le Canada, conserveront 30 % des terres et des eaux à l'intérieur de leurs frontières d'ici 2030. Le Parc pourrait prendre un engagement similaire en interne en s'assurant qu'un minimum de 30 % des terres qu'il gère restent non développées pour des activités récréatives ou autres activités humaines. Le Parc pourrait aussi envisager de s'engager dans le mouvement "Half Earth", qui propose un objectif de protection de 50 %. Par ailleurs, le Parc pourrait également considérer de s'engager à maintenir les tendances actuelles (par exemple, aucune île ne doit avoir plus de 36 % de sa surface occupée par des emplacements de camping, et moins de 1 % de l'ensemble des terres gérées est développée en emplacements de camping), ou à prendre des engagements plus ambitieux (par exemple, un maximum de 30 % d'une île ne peut être occupé par des emplacements de camping). Garder ce type d'objectifs à l'esprit lorsque le Parc envisage différents scénarios d'expansion peut constituer des principes directeurs utiles.

Références : Carletto et al. (2016); Wilson (2016); Mallikage et al. (2021); CBD (2022).





Longueur des pistes redondantes

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	\$\$

Description : Les sentiers redondants sont considérés comme des sentiers distincts qui mènent au même endroit. Une partie d'un réseau de sentiers donné qui présente une redondance pourrait être restaurée afin d'augmenter la couverture végétale.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 2 ans	GPS, tablette (pour la collection de données sur place)

Résumé des méthodes : Dans les limites établies de chaque emplacement de camping, un membre de l'équipe de recherche a parcouru l'étendue de chaque sentier établi en tenant un GPS. Des segments ou des sentiers entiers ont été classés comme « redondants » s'ils menaient au même endroit que d'autres segments du système de sentiers, ou « formels » si le sentier était unique entre son point de départ et son point d'arrivée. Pour être considéré comme un sentier redondant, la largeur conservatrice du sentier doit être de 40 cm. Les informations géospatiales des sentiers des emplacements de camping ont été utilisées pour identifier le nombre et la longueur (m) des sentiers redondants sur chaque emplacement de camping.

Conclusions principales :

- Il y a au total 589 mètres de sentiers redondants dans le parc, répartis sur les 52 emplacements de camping étudiés.
- Le plus grand nombre de sentiers redondants trouvés sur un seul emplacement est de 5 (site 2a). Il y a 23 emplacements sans sentiers redondants.

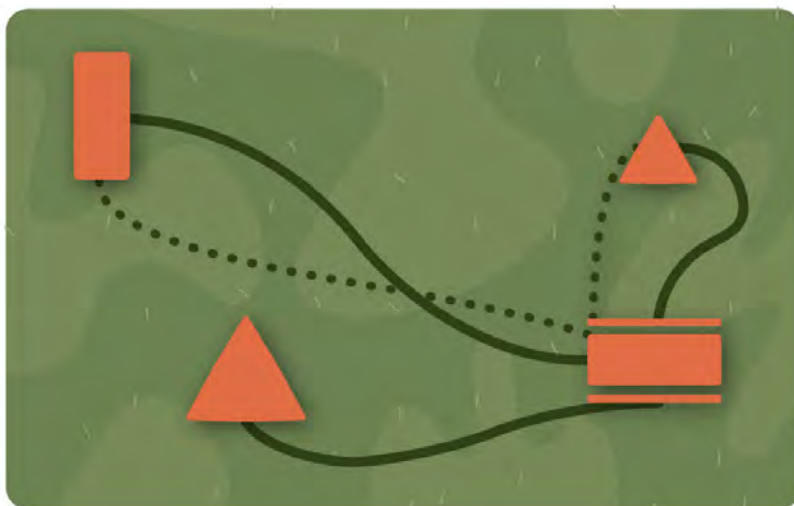


Figure 2. Exemple des sentiers présents sur le site 56 pour représenter des situations où les sentiers seraient jugés redondants. Les lignes pointillées représentent les sentiers redondants et les lignes continues représentent les sentiers formels.

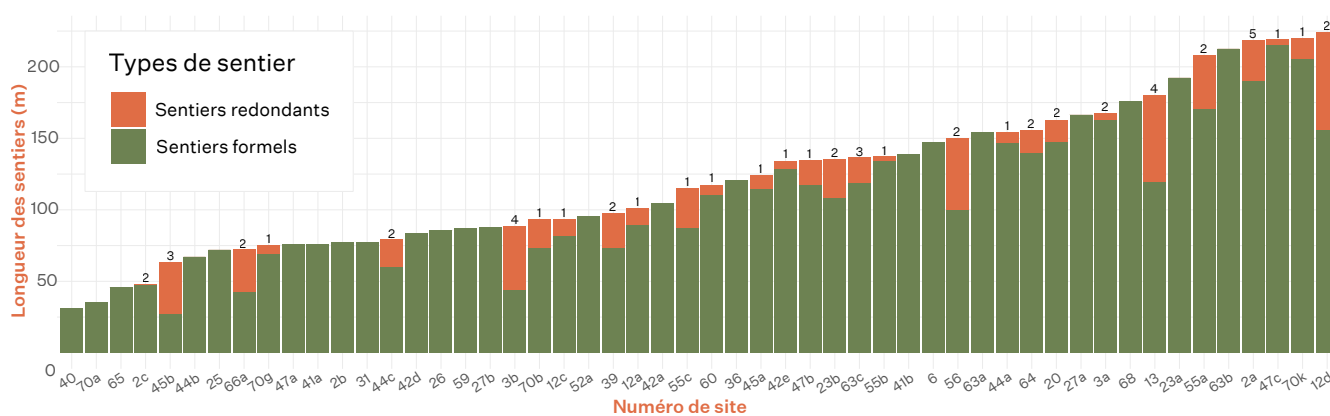


Figure 3. Longueur totale des sentiers par emplacement de camping, séparée en couleur par type de sentier. Les sections brunes représentent la longueur totale des sentiers redondants (m) dans un emplacement de camping et les sections vertes représentent la longueur totale des sentiers formels (m) dans un emplacement. Le nombre de sentiers redondants présents sur chaque site est exprimé par le chiffre au-dessus de chaque colonne.

Considérations : Les sentiers redondants augmentent les perturbations humaines dans les zones de camping et contribuent à la dégradation de l'environnement. Limiter la circulation piétonne aux sentiers désignés et entretenus aiderait à réduire ces pressions. Le Parc devrait s'efforcer de maintenir ou de réduire le nombre et la longueur actuels des sentiers redondants dans les campings, en accordant une attention particulière aux cas les plus prononcés. Cela peut être réalisé grâce à des stratégies telles que l'installation de panneaux informatifs encourageant les visiteurs à rester sur les sentiers officiels, la restauration des sentiers redondants en permettant la revégétalisation naturelle ou en les recouvrant de feuilles et de débris, et la création de frontières naturelles, telles que des buissons, de gros rochers, des arbres plantés, des rondins ou des tas de broussailles, afin de guider l'utilisation le long du réseau de sentiers officiel.

Références : Leung et al. (2011); Ballantyne et Pickering (2015).





Largeur de sentier

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	\$

Description : La largeur d'un sentier est la zone dégagée de végétation, délimitée par des bordures nettes formées par la fréquentation ou la signalisation. Il est important de mesurer cette largeur au fil du temps pour s'assurer que l'utilisation récréative ne prolonge pas inutilement les sentiers dans des écosystèmes non désirés.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Annuellement	GPS, tablette (pour la collection des données sur le site), ruban à mesurer, roue à mesurer, marqueurs de sentier

Résumé des méthodes : Deux mesures de la largeur des sentiers (conservatrice et généreuse) ont été prises à trois endroits distincts le long d'au moins un sentier établi sur chaque emplacement de camping. La largeur généreuse était la plus grande largeur utilisée du sentier, identifiée par le bord extérieur de la végétation nue. La largeur conservatrice était la largeur la plus fréquemment utilisée par les visiteurs, identifiée par la dépression la plus profonde du sentier ou le sentier le plus usé. Les endroits échantillonnés ont été marqués pour permettre une comparaison interannuelle. La première mesure de cet indicateur a été prise par un membre de l'équipe de recherche et les mesures suivantes seront effectuées par le personnel du Parc.

Conclusions principales :

- Les largeurs de sentiers généreuses varient de 64 cm à 326 cm, et les largeurs de sentiers conservatrices varient de 30 cm à 200 cm.
- La plupart des sentiers généreux ont une largeur comprise entre 100 et 199 cm (Figure 4), à comparé à 50 à 99 cm pour les sentiers conservateurs (Figure 4).



Figure 4. Largeur des sentiers pour des largeurs généreuses (vert) et conservatrices (brun) par catégorie de largeur sur les sentiers officiels dans les emplacements de camping.

Considérations : Les sentiers inutilement larges augmentent la quantité de sol piétiné et compacté. En limitant l'ampleur du soufflage des feuilles sur les sentiers, le Parc pourrait contribuer à minimiser l'impact. Cela est particulièrement pertinent pour les sentiers dont la largeur dépasse 100 cm, ce qui est considéré comme suffisamment large pour les sentiers gérés selon les normes de développement de Rando Québec. Le Parc pourrait également envisager d'utiliser des bordures naturelles le long des sentiers dont la largeur généreuse dépasse 100 cm afin d'en limiter l'étendue.

Références : Marion and Leung (2011); Rando Québec (2020).



Compaction du sol

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	\$\$

Description : Le sol se compacte lorsqu'une pression est exercée sur sa surface, ce qui a pour effet d'éliminer les espaces d'air à l'intérieur d'une couche de sol. Le compactage rend difficile la croissance des racines de plantes et l'absorption de l'eau. L'activité humaine (marche, vélo, conduite) compacte le sol et devrait être surveillée pour assurer que la compaction n'a lieu que dans les zones désignées afin d'éviter de nuire aux habitats environnants. La compaction du sol peut être mesurée par sa densité ou par sa résistance à la pénétration de l'eau ou de la force (la force nécessaire pour enforcer un objet dans le sol).

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 2 ans à la clôture	Pénétromètre de poche, roue de mesure, GPS, tablette (pour la collection des données sur le site), marqueurs de sentier

Résumé des méthodes : La compaction des sols a été mesurée, à l'aide d'un pénétromètre de poche, dans la zone d'activité et à trois endroits distincts le long d'au moins un sentier établi sur chaque emplacement de camping. Les emplacements échantillonnés ont été marqués pour permettre une comparaison interannuelle. La mesure initiale de cet indicateur a été prise par un membre de l'équipe de recherche, et les prochaines mesures seront effectuées par le personnel du parc.

Conclusions principales :

- La compaction du sol dans les zones d'activité était en moyenne six fois plus élevée que dans les zones adjacentes non perturbées et non récréatives, tandis que la compaction sur les sentiers était dix fois plus élevée.
- La compaction du sol dans la zone d'activité présente une plus grande variété de valeurs de compaction que les zones de contrôle, qui sont systématiquement non compactées.
- Le niveau de compaction **individuel** le plus courant était de 4 kg/cm² dans les **zones d'activité** et de 2,5kg/cm² sur les **sentiers** (Table 3).
- La plupart des emplacements de camping montrent des impacts lourds à sévères sur la santé et la stabilité des racines dans les zones d'activité (Table 3).
- Tous les sites ont au moins un sentier dont le niveau de compaction du sol affecte la santé du sol et de la végétation (Table 3).

Tableau 3. Niveaux de compaction du sol et leurs effets associés sur les racines. La compaction moyenne de la zone d'activité a été calculée à partir de trois mesures par site. Chacune des neuf mesures de compaction des sentiers est exprimée dans le tableau. Deux zones d'activité d'emplacements de camping (12d, 70k) étaient situées sur des parois rocheuses où la compaction du sol n'a pas été mesurée.

Degré de compaction	Compaction (kg/cm ²)	Effets sur les racines	Valeur moyenne de compaction dans la zone d'activité de l'emplacement pour chaque gamme de compaction	Nombre de mesures de compaction du sol le long des sentiers pour chaque gamme de compaction
Aucune compaction	0-0,1	Aucun effet sur les racines.	0	0
Compaction légère	0,11-1	Le développement des racines, l'absorption des nutriments et de l'eau peuvent être compromis à des niveaux de compaction du sol à partir de 0,8 kg/cm ² .	1	38
Compaction modérée	1,01-2	Le développement des racines, l'absorption des nutriments et de l'eau sont modérément affectés.	5	123
Compact	2,01-3	Le développement des racines, l'absorption des nutriments et de l'eau sont affectés.	16	133
Compaction importante	3,01-4	Le développement des racines, l'absorption des nutriments et de l'eau sont fortement affectés.	16	91
Compaction sévère	>4	Le développement des racines, l'absorption des nutriments et de l'eau sont gravement affectés. La croissance des racines s'arrête complètement à un niveau de compaction du sol de ~5kg/cm ² .	12	77

Considérations : Un sol compact a un impact sur la santé des racines et des arbres, sur l'absorption de l'eau et sur la santé des micro-organismes du sol. Le Parc pourrait considérer une inspection plus approfondie des arbres dans les emplacements de camping où le niveau de compaction du sol dépasse 4 kg/cm² afin de permettre une gestion proactive avant que les racines des arbres ne soient endommagées. Le Parc pourrait aussi envisager de confiner les zones d'activité afin de limiter la compaction du sol. La mise en place de limites claires autour de ces zones et la limitation de l'utilisation des souffleurs de feuilles pourraient aider à prévenir l'extension des terres endommagées.

Références : Marion et Cole (1996); Alessa et Earnhart (2000); Passioura (2002); Bengough et al. (2011); Marion et Leung (2011); Mallikage et al. (2021).





Exposition des racines dans la zone d'activité de l'emplacement de camping

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	\$

Description : Les racines d'arbres peuvent être exposées par divers processus d'érosion, y compris des processus naturels tels que la pluie, ou des processus induits par les humains, tels que l'utilisation des sentiers (randonnées, vélo, VTT). Lorsque les racines sont exposées, elles risquent d'être endommagées par le piétinement dû à l'activité humaine. Les dommages causés aux racines se répercutent sur l'ensemble de l'arbre et peuvent éventuellement entraîner sa mort.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 2 ans	Tablette (pour la collection des données sur le site), appareil photo

Résumé des méthodes : Les racines exposées ont été mesurées dans la zone d'activité des emplacements de camping. Un membre de l'équipe de recherche a évalué le degré d'exposition des racines selon les critères établis. Chaque site a reçu une note pour l'exposition des racines.

Conclusions principales :

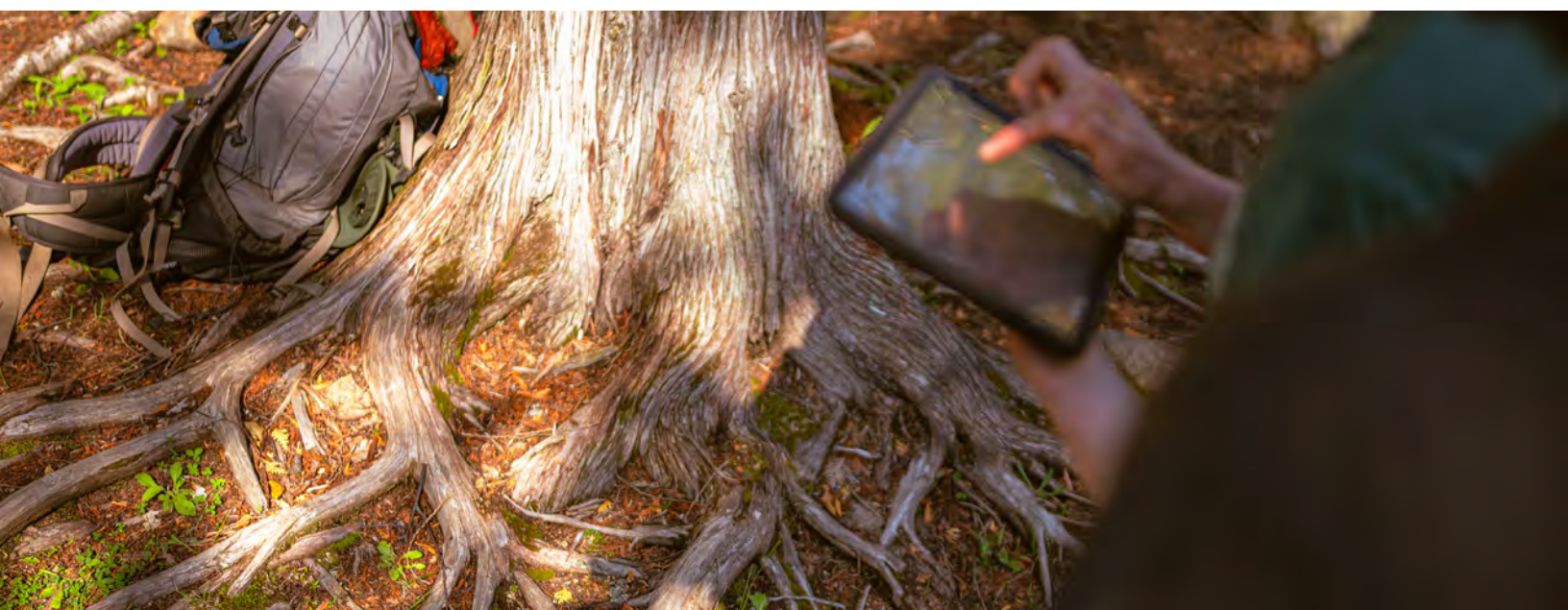
- La note la plus fréquente pour l'exposition des racines dans les zones d'activité est de 5.
- Ce sont 4 emplacements de camping qui n'ont aucune exposition aux racines dans leur zone d'activité, 42 emplacements ont une exposition aux racines de légère à modérée, et 6 emplacements présentent une exposition aux racines importante (notes > 6) (Figure 5). Ce niveau d'exposition présente un risque pour la santé des arbres, car les racines exposées sont susceptibles d'être endommagées par le piétinement des visiteurs.



Figure 5. Échelle d'exposition des racines de 1 (pas d'exposition) à 8 (exposition la plus grave). La taille de l'image correspond au nombre d'emplacements de camping ayant cette note.

Considérations: L'activité humaine enlève le sol de la zone d'activité, exposant les racines des arbres, ce qui présente un risque pour leur santé. Le Parc pourrait envisager de confiner les zones d'activité des emplacements de camping pour atténuer les dommages inutiles. Des bordures claires autour des zones d'activité pourraient être utilisées pour empêcher l'expansion des terres endommagées. Le Parc pourrait également réduire l'utilisation d'un souffleur de feuilles dans la zone d'activité afin de permettre une couverture naturelle des racines et d'éviter de repousser des détritux qui se décomposent naturellement. Dans les cas extrêmes, des substrats obtenus localement pourraient être utilisés pour couvrir les racines dans la zone d'activité.

Références : Reubens et al. (2007); Marion et Leung (2011); Mallikage et al. (2021).





Marques humaines sur les arbres

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	\$

Description : Les marques humaines sur les arbres sont des dommages physiques qu'un arbre a subis et qui résultent d'une action humaine. Les marques incluent les gravures dans le bois (par exemple, les initiaux), les coups de hache, l'arrachage de l'écorce et l'arrachage de branches. Cela endommage l'arbre et crée des points faibles où les bactéries peuvent pénétrer et causer d'autres dommages.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Annuellement	Tablette (pour la collection de données sur le site), appareil photo

Résumé des méthodes : Un membre de l'équipe de recherche a évalué tous les arbres qui se trouvaient à l'intérieur et le long des limites de chaque zone d'activité, et leur a attribué une note en fonction de l'étendue des dommages subis par l'arbre. La mesure initiale de cet indicateur a été prise par un membre de l'équipe de recherche et les mesures suivantes seront effectuées par le personnel du parc.

Conclusions principales :

- 1 arbre sur 2 en bordure des zones d'activité présente des marques humaines dont la gravité est généralement de 3 ou plus sur une échelle de 1 à 8 (Figure 6).
- La plupart des emplacements de camping comprend au moins 6 arbres marqués (voir Tableau IS 2).



Figure 6. Échelle d'évaluation des marques humaines sur les arbres. Une note de 1 représente l'absence de gravures, et une note de 8 représente les gravures les plus graves. **La taille de chaque image correspond au nombre d'arbres ayant obtenu ce score.**

Considérations : Les activités humaines, telles que l'arrachage de l'écorce, le cassage de brindilles, l'insertion de clous et les gravures dans les arbres, peuvent causer des dommages importants aux arbres. Par exemple, lorsque les bateaux sont attachés à des arbres, l'écorce est souvent arrachée, ce qui nuit aux arbres. Plusieurs approches pourraient être utilisées pour atténuer ce problème. Par exemple, le Parc pourrait fournir plus de bois d'allumage dans les sacs de bois à brûler pour réduire la tentation pour les clients d'arracher l'écorce et de casser les brindilles des arbres vivants. De plus, le Parc pourrait établir des points d'attache permanents pour les bateaux en utilisant des points d'ancrage percés dans les rochers ou installés sur les rochers.

Références : Leung et Marion (1999); Morin et al. (2016).



Statut de l'écosystème





Stockage du carbone par les plantes ligneuses vivantes dans la zone d'activité

Thème	Paramètre	Coût
Composante de l'écosystème	Statut de l'écosystème	\$\$

Description : Le stockage de carbone est un processus qui régule la quantité de dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère comme gaz à effet de serre. Les arbres capturent très bien le carbone. Le stockage de carbone par les plantes ligneuses vivantes dans les emplacements de camping est une mesure du carbone stocké par toutes les plantes ligneuses vivantes (principalement les arbres) qui bordent et se trouvent dans la zone d'activité des emplacements de camping gérés par le Parc.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 5 ans	GPS, calculatrice, ruban de diamètre, tablette (pour la collection de données sur le site).

Résumé des méthodes : Un membre de l'équipe de recherche a évalué les plantes ligneuses vivantes d'une hauteur supérieure à 1,5 m et d'un diamètre à hauteur de poitrine-supérieur (DHP) à 2.5 cm établies dans la zone d'activité de chaque emplacement de camping. D'autres calculs ont été effectués hors site pour déterminer le stockage de carbone de chaque emplacement de camping par les plantes ligneuses vivantes.

Conclusions principales :

- Le stock de carbone de toutes les zones d'activité mesuré dans le parc est de 61 371,14 kg de carbone. Cela équivaut au CO₂ émis par 97 502,84 litres d'essence (1 million de km parcourus).
- L'emplacement 45b est celui qui stocke le plus de carbone par rapport à la taille de la zone d'activité et l'emplacement 60 est celui qui stocke le moins de carbone par rapport à la taille de la zone d'activité (Figure 7).
- Les trois emplacements de camping ayant le plus faible stock de carbone par superficie (60, 13, 63a) ont des zones d'activité plus grandes que 40 autres zones d'activité d'emplacements de camping (Figure 7).

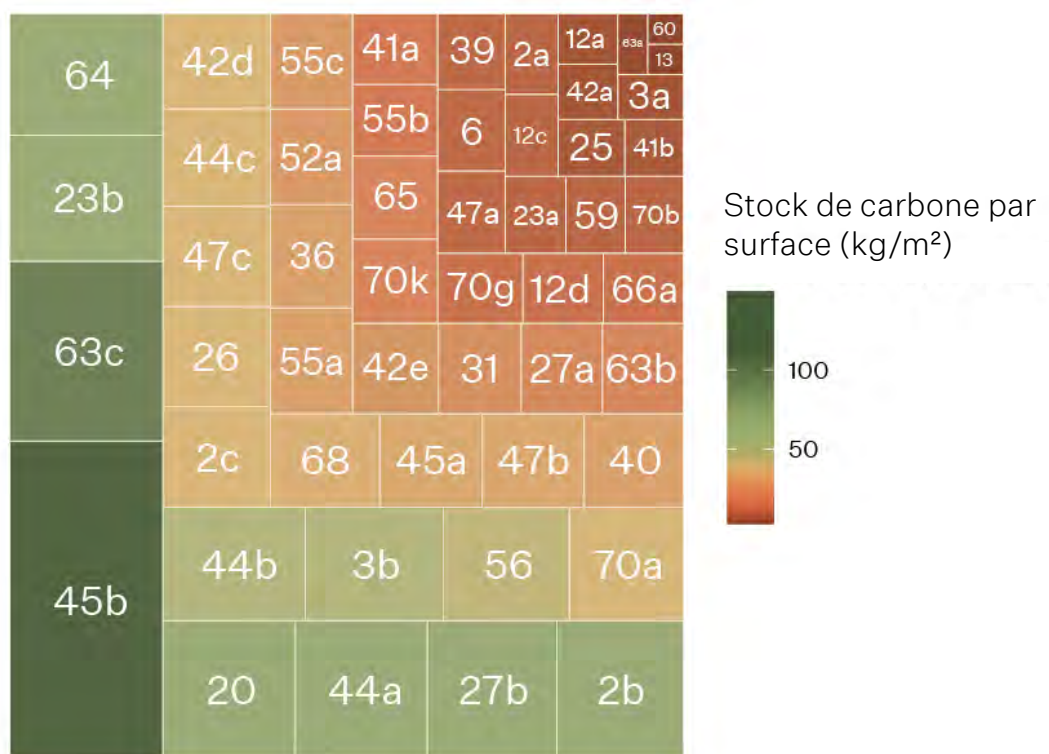


Figure 7. Stock de carbone (kg) par surface (m²) de la zone d'activité de chaque emplacement de camping. La taille du carré correspond à la quantité de carbone stockée par mètre carré dans la zone d'activité de chaque emplacement.

Considérations : Les emplacements de camping avec un stock de carbone élevé par superficie montrent comment les emplacements peuvent continuer à stocker du carbone tout en étant utilisés à des fins récréatives, et les emplacements avec un stock de carbone faible par superficie ont le potentiel d'augmenter la quantité de carbone stockée. Le Parc pourrait envisager de planter stratégiquement des arbres dans les sites où le stock de carbone est relativement faible, et de surveiller de près la compaction du sol et l'exposition des racines afin d'éviter d'endommager davantage les arbres. Des évaluations supplémentaires de ces sites pourraient empêcher la perte d'autres arbres au fil du temps, car la compaction du sol et l'exposition des racines fluctuent en raison de l'activité humaine. Une autre mesure de gestion que le Parc pourrait envisager est de consulter un arboriste avant de procéder à l'abattage d'un arbre. Le Parc pourrait également se fixer des objectifs ambitieux en matière de stockage de carbone pour raffermir son rôle comme puits de carbone, afin de s'aligner sur l'objectif de zéro émissions nette du Canada d'ici 2050. Il est important de noter que des facteurs tels que le type de sol, la profondeur du sol et les espèces d'arbres présentes influencent considérablement la capacité des arbres à persister dans les zones affectées par l'activité humaine. Dans de tels cas, il convient de consulter un expert, tel qu'un arboriste ou un écologiste forestier pourrait aider à déterminer les meilleures stratégies de gestion dans ces zones et d'amélioration du potentiel de stockage du carbone.

Références : Jenkins et al. (2003); Ziter et al. (2013); Hanna et al. (2020); Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act (2021).

Qualité de l'eau





Indicateurs de la qualité de l'eau dans l'ensemble du réservoir

Thème	Paramètre	Coût
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	\$\$\$

Description : Les contaminants peuvent être introduits dans les plans d'eau à partir de sources humaines et de processus naturels. Divers indicateurs sont utilisés au Québec pour évaluer la qualité de l'eau. Certains sont basés sur la présence de contaminants majeurs et sur les concentrations d'indicateurs pertinents tels que les nutriments et les bactéries, tandis que d'autres se concentrent sur le niveau trophique, qui indique le degré de productivité d'un plan d'eau. La productivité est déterminée par l'activité biologique et les apports en nutriments, qui influencent le taux de croissance des plantes et l'absorption d'oxygène. Plus de nutriments stimulent la croissance des plantes, ce qui réduit les réserves d'oxygène et peut entraîner une diminution de la vie végétale. Les informations sur les concentrations combinées de ces mesures sont liées à la sécurité de l'eau pour son utilisation (par exemple, pour la boisson, la baignade, la vie aquatique).

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Annuellement	Matériel d'échantillonnage de l'eau (assemblé par l'équipe de recherche)

Résumé des méthodes : L'équipe de recherche a suivi le protocole du programme du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) pour mesurer les niveaux de chlorophylle a, de phosphore total et de carbone organique dissous dans l'eau, trois fois par été. Ce programme fournit une indication du niveau trophique de l'eau. Pour ajouter à cet effort, des kits d'analyse d'eau de l'organisation Water Rangers ont été utilisés par l'équipe de recherche tout au long de l'été pour mesurer l'oxygène dissous, la conductivité, le pH et la transparence de l'eau. Ensemble, le RSVL et les mesures de Water Rangers ont donné un aperçu de la qualité de l'eau du réservoir au cours de l'été 2024.

Conclusions principales :

- Aucune contamination par E. coli n'a été détectée dans le sud ou dans le nord du réservoir.
- Le statut trophique du réservoir est classé comme oligo-mésotrophe² (Tableau IS 1).
- Les indicateurs évalués avec les kits d'analyse Water Rangers ont toujours montré que la qualité de l'eau était appropriée pour l'utilisation récréative du réservoir.

² Oligo-mésotrophe se situe entre le premier (oligotrophe) et le deuxième (mésotrophe) niveau trophique et indique une certaine productivité, mais pas suffisante pour stimuler excessivement la croissance des plantes.

- Parmi tous les indicateurs de la qualité de l'eau mesurés, aucun niveau préoccupant pour l'utilisation récréative de l'eau et la santé des organismes aquatiques n'a été documenté (Table SI 1).

Augmentation des niveaux de nutriments et de la productivité des lacs

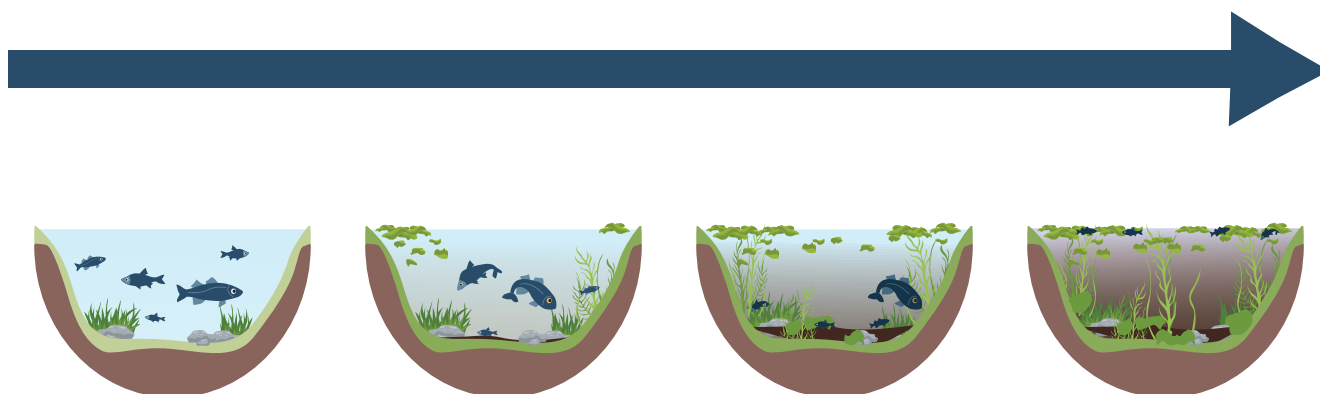


Figure 8. Les quatre niveaux trophiques que peut connaître un lac : oligotrophie, mésotrophie, eutrophie et hypereutrophie.

Considérations : Au fur et à mesure que les clients du parc auront accès au kits d'analyse de Water Rangers, les données sur la qualité de l'eau seront collectées de manière cohérente, ce qui permettra de détecter les anomalies de la qualité de l'eau. De même, comme le programme RSVL est mené chaque année, le Parc est en mesure de suivre de près l'état trophique du réservoir. Le réservoir étant ouvert au public, il est difficile pour le Parc de contrôler la qualité générale de l'eau. Les initiatives telles que Water Rangers et le RSVL sont toujours très utiles pour compiler un registre complet de la qualité de l'eau qui permet au parc de surveiller la qualité de l'eau dans le réservoir. Si l'eau commence à tendre vers l'eutrophisation ou si des valeurs anormales sont observées, le Parc pourrait alerter les autorités gouvernementales compétentes (MELCC dans ce contexte) pour stimuler une étude plus approfondie de la qualité de l'eau.

Références : MELCC et CRE Laurentides (2017); MELCC (2022); Gouvernement du Québec (2024); Water Rangers (2024).

Biodiversité





Plantes comestibles

Thème	Paramètre	Coût
Composante de l'écosystème	Biodiversité	\$

Description : Les plantes comestibles sont des plantes trouvées en nature qui sont propres à la consommation humaine. La recherche de comestibles sauvages était une source de nourriture courante avant l'essor de l'agriculture, ce qui en fait un aspect traditionnel et culturellement important de la vie humaine. Les plantes sauvages comestibles constituent un service écosystémique d'approvisionnement et sont bénéfiques à bien des égards (par exemple, elles portent une valeur économique, un sentiment d'appartenance à un lieu, des possibilités de loisirs). Le suivi et l'établissement de rapports sur l'état des plantes sauvages comestibles présentes sur les emplacements de camping ouvrent la voie à des interactions durables entre ces plantes et les clients.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 5 ans. Enregistrement continue à partir des observations des clients.	Liste des plantes comestibles trouvées dans le sud-ouest du Québec, appareil photo

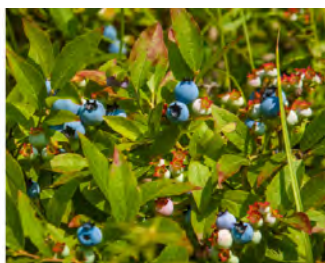
Résumé des méthodes : Lors de l'enquête initiale sur chaque emplacement, l'équipe de recherche a utilisé des enquêtes de présence-absence pour enregistrer la présence de plantes comestibles à l'aide d'un guide de terrain et d'une liste de plantes comestibles connues dans la région.

Conclusions principales :

- 28 espèces de plantes sauvages comestibles sont présentes dans les emplacements de camping gérés par le Parc (Figure 9).
- Le sapin baumier est l'espèce de plantes comestibles la plus répandue.
- Au moins une espèce de plantes comestibles a été trouvée dans chaque emplacement de camping étudié, et certains emplacements abritaient jusqu'à huit espèces différentes de plantes comestibles.



Sapin baumier
trouvé sur 37 sites de camping



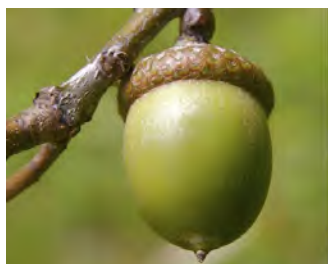
Myrtille esp.
trouvée sur 27 sites de camping



Thé des bois
trouvé sur 21 sites de camping



Aralie à tige nue
trouvée sur 20 sites de camping



Gland
trouvé sur 15 sites de camping



Pissenlit esp.
trouvé sur 13 sites de camping



Airelle
trouvée sur 13 sites de camping



Genévrier esp.
trouvé sur 10 sites de camping



Clintonie boréale
trouvée sur 8 sites de camping



Chaga
trouvé sur 7 sites de camping



Fraisier esp.
trouvé sur 7 sites de camping



Tilleul
trouvé sur 5 sites de camping



Noisetier à long bec
trouvé sur 4 sites de camping



Trèfle esp.
trouvé sur 3 sites de camping



Quatre-temps
trouvé sur 2 sites de camping



Plantain majeur
trouvé sur 2 sites de camping



Sureau esp.
trouvé sur 2 sites de camping



Marguerite
trouvée sur 2 sites de camping



Cerisier de Pennsylvanie
trouvé sur 2 sites de camping



Framboisier esp.
trouvé sur 2 sites de camping



Érythron d'Amérique
trouvé sur 2 sites de camping



Gaillet esp.
trouvé sur 1 site de camping



Chanterelle
trouvé sur 1 site de camping



Busserole
trouvé sur 1 site de camping



Figure 9. 28 espèces de plantes sauvages comestibles trouvées dans les emplacements de camping du parc par ordre décroissant.

Considérations : La nature comestible de ces plantes les expose à un risque de surexploitation. Un suivi plus détaillé de l'abondance des plantes comestibles dans les emplacements de camping du parc au fil du temps pourrait aider le parc à mieux comprendre comment les clients interagissent avec ces espèces et à déterminer s'il est nécessaire d'adopter des mesures de conservation pour maintenir les populations en bonne santé. Des exemples de règlements utilisés dans d'autres contextes (par exemple, par la Sépaq) incluent l'interdiction aux visiteurs de récolter des plantes ou l'utilisation de quotas fixés par les biologistes pour réglementer les niveaux de récolte. De telles mesures sont envisageables pour le Parc, mais étant donné que l'utilisation récréative ne concerne qu'une petite partie du territoire géré par le Parc, celui-ci pourrait plutôt prioriser l'éducation des visiteurs par l'entremise de blogues et de signalisation sur les plantes comestibles et les pratiques responsables de récolte de ces plantes, à moins qu'une dégradation significative de la diversité et de l'abondance des plantes comestibles ne soit observée au fil du temps.

Références : Schulp et al. (2014); Sepaq (2024), Images en ordre d'apparition : Price (2011); Van der Walt (2015); Benner (2009); Potterfield (2016); Mullen (2009); Dcrrsr (2014); Oregon State University (2013); Paw (2013); Under the same moon... (2013); Bowser (2017); Postbear (2011); Virens (2009); Howes (2013); Clover (2016); Sullivan (2014); Brewbooks (2006); Mike B. (2018); Krieger (2018); Kahvikisu (2006); Hodnett (2018); Hubers (2013); Björn S. (2017).





Végétation de sous-étage des sentiers

Thème	Paramètre	Coût
Composante de l'écosystème	Biodiversité	\$\$

Description : La végétation de sous-étage désigne la végétation qui pousse entre le sol et la canopée de la forêt. Dans ce contexte, la composition mesure le nombre et le type d'espèces qui poussent dans le sous-étage et sert de mesure de biodiversité. Puisque les activités récréatives peuvent réduire la viabilité de l'habitat, mesurer la composition de la végétation de sous-étage autour des sentiers fournit donc des informations sur l'effet des activités récréatives sur la qualité de l'habitat.

Fréquence des mesures	Équipement nécessaire
Tous les 2 ans	GPS, marqueurs de sentier, guide d'identification des plantes, tablette (pour la collection de données sur place), quadrat de 1 m x 1 m

Résumé des méthodes : Un membre de l'équipe de recherche a étudié la végétation du sous-étage en utilisant des parcelles d'étude qui bordaient les sentiers établis dans chaque emplacement de camping. Trois parcelles situées le long d'au moins un sentier établi ont été évaluées par emplacement. La végétation à l'intérieur des parcelles a été étudiée et les informations (richesse, uniformité, abondance) ont été enregistrées.

Conclusions principales :

- **Diversité des espèces dans les emplacements de camping :**
 - 15 emplacements de camping abritent au moins 20 espèces distinctes de plantes de sous-étage.
 - 6 emplacements comptent 10 espèces distinctes de plantes de sous-étage ou moins (Tableau IS 1).
- **Nombre total d'espèces de plantes de sous-étage uniques :**
 - 110 espèces distinctes de plantes de sous-étage ont été trouvées dans les emplacements de camping du parc.
- **Plante de sous-étage la plus commune :**
 - La mousse était la plante de sous-étage la plus commune, avec 7 genres de mousses différents identifiés dans les emplacements de camping.
- **Comparaison entre les parcelles de contrôle et les parcelles proches des sentiers :**

- 95 espèces distinctes ont été trouvées dans les parcelles situées à proximité des sentiers des emplacements de camping, contre 85 espèces dans les parcelles de contrôle situées dans des zones non perturbées à l'extérieur des limites des emplacements de camping.
- Les deux types de parcelles présentaient les mêmes 10 espèces les plus communes, ne variant que dans l'ordre d'occurrence.

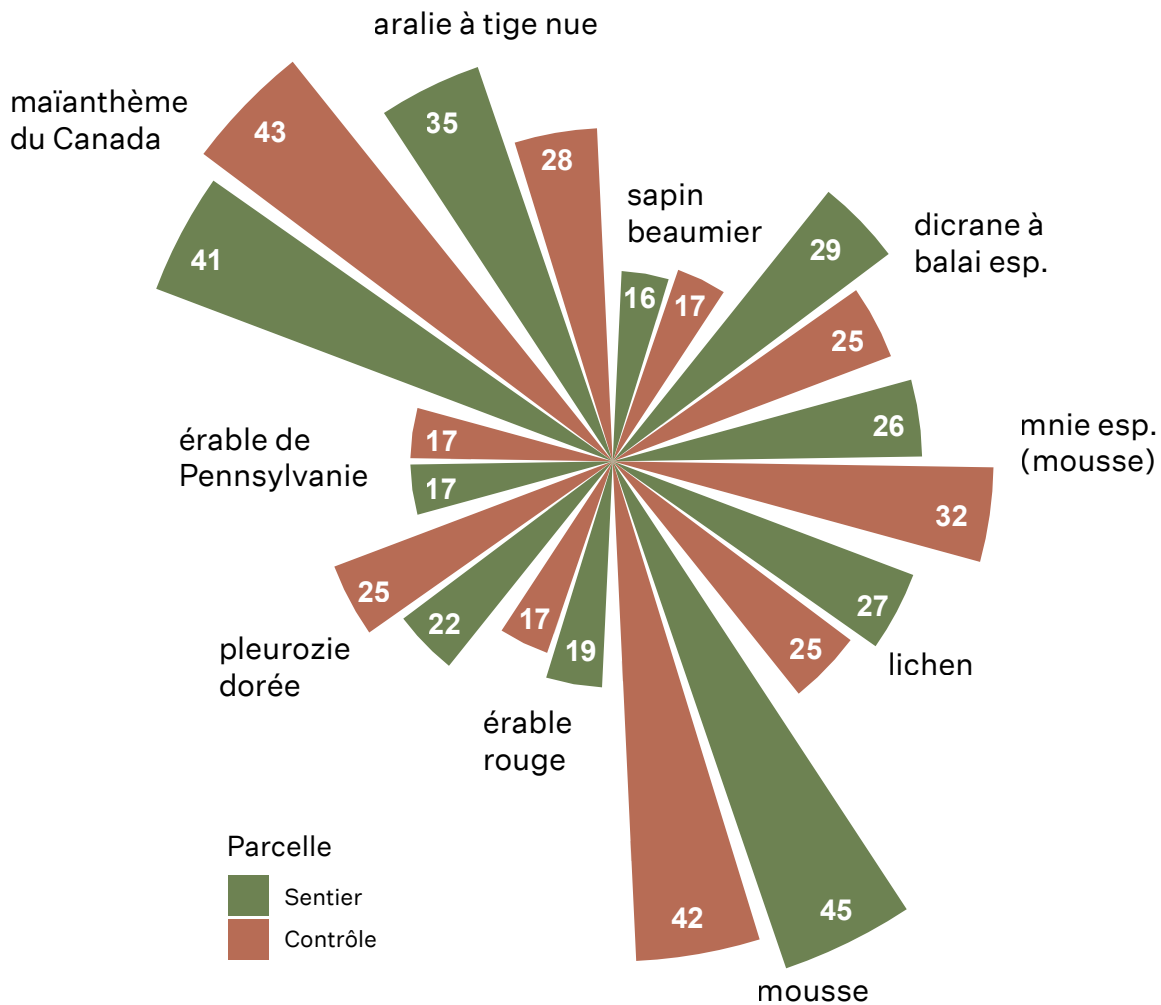


Figure 10. Diagramme des 10 espèces de plantes de sous-étage les plus courantes (ou du genre lorsque l'espèce n'a pas été identifiée) trouvées dans les emplacements de camping. Les tranches vertes représentent le nombre d'emplacements où une espèce donnée a été trouvée dans les parcelles de contrôle, et les tranches brunes représentent les parcelles situées le long des sentiers des emplacements.

Considérations : Le parc pourrait réaliser un inventaire complet de la végétation de sous-étage des emplacements de camping et des îles afin de mieux comprendre la biodiversité végétale que ces zones abritent. Une base de données sur les espèces végétales dans l'ensemble du parc pourrait aider à identifier les zones du parc où les espèces ont un statut qui ne convient pas au développement récréatif, et contribuer aux efforts de surveillance de la biodiversité dans l'ensemble de la province.

Références : Atik et al. (2009); Ballantyne and Pickering (2015); Abe et al. (2021).

Remarques finales

La première année de collecte de données dans le cadre du programme de surveillance écologique du Poisson Blanc fournit des informations importantes sur l'état écologique actuel du parc et sur sa réponse à l'utilisation récréative. Ces premières informations permettent non seulement de comprendre l'état actuel des écosystèmes du parc, mais aussi d'établir un point de référence pour les futurs efforts de suivi. Au fil du temps, ces données de référence permettront au Parc de suivre les changements, d'identifier les perturbations émergentes, et de mettre en œuvre des interventions de gestion appropriées pour protéger l'incroyable biodiversité et les ressources naturelles de la zone.

Le programme de surveillance se concentre sur 10 indicateurs écologiques soigneusement sélectionnés pour leur capacité à refléter l'état écologique du parc en présence d'activités récréatives. Le programme est conçu pour s'adapter à la fois aux changements internes — tels que les décisions de gestion — et aux pressions externes, telles que les changements climatiques. Une liste plus complète de 84 indicateurs écologiques potentiels, parmi lesquels ces 10 indicateurs ont été sélectionnés, se trouve dans le Tableau d'informations supplémentaires 3. Cette liste plus large peut être utilisée et affinée par d'autres gestionnaires de parcs intéressés par la mise en œuvre de leur propre programme de surveillance. De cette façon, le programme s'étend au-delà du Parc régional du Poisson Blanc, contribuant à l'effort plus large de fournir des ressources précieuses aux propriétaires de parcs qui se consacrent à la protection de leurs terres gérées.

Pour l'avenir, le Parc régional du Poisson Blanc poursuivra sa collaboration avec le WSRC au fur et à mesure que de nouvelles données seront collectées. La nature à long terme de ce programme fournira des informations importantes sur l'état écologique du parc, guidant les décisions de gestion adaptative et assurant la santé et la durabilité des écosystèmes du parc.

Références

- Abe, T., Kudo, T., Saito, K., Takashima, A., & Miyamoto, A. (2021). Plant indicator species for the conservation of priority forest in an insular forestry area, Yambaru, Okinawa Island. *Journal of Forest Research*, 26(3), 181–191. <https://doi.org/10.1080/13416979.2020.1858535>
- Alessa, L., & Earnhart, C. G. (2000). Effects of soil compaction on root and root hair morphology: Implications for campsite rehabilitation. In D. N. Cole, S. F. McCool, W. T. Borrie, & J. O'Loughlin (Eds.), *Wilderness science in a time of change conference—Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management* (pp. 99–104). Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Atik, M., Sayan, S., & Karaguzel, O. (2009). Impact of Recreational Trampling on the Natural Vegetation in Termessos National Park, Antalya-Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 15(03), 249–258. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000001098
- Ballantyne, M., & Pickering, C. M. (2015). Recreational trails as a source of negative impacts on the persistence of keystone species and facilitation. *Journal of Environmental Management*, 159, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.05.026>
- Bengough, A. G., McKenzie, B. M., Hallett, P. D., & Valentine, T. A. (2011). Root elongation, water stress, and mechanical impedance: A review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *Journal of Experimental Botany*, 62(1), 59–68. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq350>
- Benner, Bob Robert. (2009). Teaberry Plants. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/mullisca/3937275514>. License: CC BY 4.0.
- Björn S. (2017). Chanterelle - Cantharellus cibarius [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/40948266@N04/>. License: CC BY-SA 2.0.
- Bowser, M. (2017). Chaga [Photograph]. iNaturalist. <https://www.inaturalist.org/observations/5109891>. License: CC BY 4.0.
- Brewbooks. (2006). Sambucus racemosa (Red Elderberry) [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/brewbooks/217464248>. License: CC BY-SA 2.0.
- Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act, S.C. 2021, c. 22. Retrieved from <https://laws-lois.justice.gc.ca/>
- Carletto, C., Gourlay, S., Murray, S., & Zezza, A. (2016). Cheaper, faster, and more than good enough: Is GPS the new gold standard in land area measurement? *World Bank*, Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-7759>
- CBD. (2022). Kunming-Montreal global biodiversity framework: Draft decision submitted by the President (CBD/COP/15/L.25). Retrieved from <https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf>
- Clover white clover lawn [Photograph]. (2016). Pixabay. <https://pixabay.com/>. License: Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication.
- Dcrjsr. (2014). Common dandelion (Taraxacum officinale) [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Common_dandelion_Taraxacum_officinale_flowers.jpg. License: CC BY 4.0.

- Government of Quebec. (2024). Quebec Volunteer Lake Monitoring Program. Retrieved from <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes-en.htm#howeu-tro>
- Hanna, D. E. L., Roux, D. J., Currie, B., & Bennett, E. M. (2020). Identifying pathways to reduce discrepancies between desired and provided ecosystem services. *Ecosystem Services*, 43, 101119. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101119>
- Hodnett, R. (2018). Yellow trout lily (*Erythronium americanum*) [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yellow_Trout_Lily_%28Erythronium_americanum%29_-_Kitchener,_Ontario_02.jpg. License: CC BY-SA 4.0.
- Howes, T. (2013). Beaked hazelnut, California hazelnut - *Corylus cornuta* var. *californica* [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/tlhowes/9114371770>. License: CC BY-NC-SA 2.0.
- Hubers, L. (2013). Northern bedstraw [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/usfwsmtnpairie/>. License: CC BY 4.0.
- Huijgens, B. (2016). Red clover flower, red flower [Photograph]. Pixabay. <https://boudewijnhuijgens.getarchive.net/amp/media/red-clover-flower-red-flower-bOc114>. License: Creative Commons CCO 1.0 Universal Public Domain Dedication.
- Jenkins, J. C., Chojnacky, D. C., Heath, L. S., & Birdsey, R. A. (2003). National-scale biomass estimators for United States tree species. *Forest Science*, 49(1), 12–35. <https://doi.org/10.1093/forestscience/49.1.12>
- Kahvikisu. (2006). Wild raspberries [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/karviainen/>. License: CC BY 2.0.
- Krieger, M. (2018). *Prunus pensylvanica* [Photograph]. iNaturalist. <https://inaturalist.ca/photos/227276792018>. License: CC BY 4.0.
- Leung, Y. F., & Marion, J. L. (1999). Assessing trail conditions in protected areas: Application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA. *Environmental Conservation*, 26(4), 270–279. <https://doi.org/10.1017/S0376892999000399>
- Leung, Y. F., Newburger, T., Jones, M., et al. (2011). Developing a monitoring protocol for visitor-created informal trails in Yosemite National Park, USA. *Environmental Management*, 47(1), 93–106. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9581-4>
- Mallikage, S. T., Perera, P., Newsome, D., Bandara, R., & Simpson, G. (2021). Effects of recreational camping on the environmental values of national parks in Sri Lanka. *Tropical Life Sciences Research*, 32(3), 119–145. <https://doi.org/10.21315/tlsr2021.32.3.7>
- Marion, J., & Leung, Y.-F. (2011). Indicators and protocols for monitoring impacts of formal and informal trails in protected areas. *Journal of Tourism and Leisure Studies*, 17, 215–236.
- Marion, J. L., & Cole, D. N. (1996). Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites. *Ecological Applications*, 6(2), 520–530. <https://doi.org/10.2307/2269388>
- Mattison, K. (2017). Morel mushrooms [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/69421573@N08/33923289323>. License: CC BY 4.0.

- Mike B. (2018). Oxeye daisy [Photograph]. iNaturalist. <https://www.inaturalist.org/observations/13026303>. License: CC BY 4.0.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) and Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides). (2017). Water quality sampling protocol (4th ed.). Québec: MELCC and CRE Laurentides. ISBN 978-2-550-83587-5.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2022). *Guide d'interprétation de l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP5 et IQBP6)*. Retrieved from www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_milaqua/guide-interpretation-indice-qualite-bacteriologique-physicochimiqueeau.pdf
- Morin, R. S., Pugh, S. A., & Steinman, J. (2016). Mapping the occurrence of tree damage in the forests of the northern United States (NRS-GTR-162). *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station*. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-162>
- Mullen, D. (2009). Northern red oak acorn [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/8583446@N05/3960213705>. License: CC BY 4.0.
- Naturehopper. (2015). Sweetfern [Photograph]. iNaturalist. <https://www.inaturalist.org/observations/1635552>. License: CC BY 4.0.
- Passioura, J. B. (2002). Soil conditions and plant growth. *Plant, Cell & Environment*, 25, 311–318. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00802.x>
- Paw, R. (2013). Juniper [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/rosi-paw/9486307265>. License: CC BY 2.0.
- Postbear. (2011). Wild strawberries [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/postbear/>. License: CC BY-NC-SA 2.0.
- Potterfield, T. G. (2016). Aralia nudicaulis (wild sarsaparilla) [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/tgpotterfield/30319474100/>. License: CC BY 2.0.
- Price, H. E. (2019). Sweet gale (Myrica gale) - Cape St. Mary's Ecological Reserve, Newfoundland [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sweet_Gale_%28Myrica_gale%29_-_Cape_St._Mary%27s_Ecological_Reserve,_Newfoundland_2019-08-10.jpg. License: CC BY 4.0.
- Price, H. E. (2012). Bunchberry [Image]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bunchberry_%286181531035%29.gif. License: CC BY 4.0.
- Price, H. E. (2011). Balsam fir needles (top) [Image]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balsam-Fir-needles_%28top%29_%28625545534%29.gif. License: CC BY 4.0.
- Oregon State University. (2013). Serviceberry [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/oregonstateuniversity/>. License: CC BY-SA 2.0.
- Rando Québec. (2020). *Normes en aménagement de sentiers: Chapter 3* (pp. 63–68). Bibliothèque et Archives nationales du Québec. ISBN 978-2-920793-37-8. Retrieved from https://www.randoquebec.ca/wp-content/uploads/2020/11/Normes-EnAm%C3%A9nagementDeSentiers_web.pdf
- Reubens, B., Poesen, J., Danjon, F., et al. (2007). The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: A review. *Trees*, 21, 385–402. <https://doi.org/10.1007/s00468-007-0132-4>

- Schulp, C. J. E., Thuiller, W., & Verburg, P. H. (2014). Wild food in Europe: A synthesis of knowledge and data of terrestrial wild food as an ecosystem service. *Ecological Economics*, 105, 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.06.018>
- Sepaq. (2017). Programme de suivi des indicateurs environnementaux des parcs nationaux du Québec: Rapport 2013-2017. Retrieved from https://www.sepaq.com/resources/docs/pq/pq_cons_rapport_psie_2013-2017.pdf
- Sepaq. (2024). *Wildlife reserves*. Retrieved from https://www.sepaq.com/rf/conservation.dot?language_id=1
- Sullivan, S. (2014). Plantago major (common plantain) [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/wildflowersearch/>. License: CC BY-NC-SA 2.0.
- Taylor, J. (2008). Common bearberry (“Kinnikinnick”, *Arctostaphylos uva-ursi*) - fruits and leaves [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Common_bearberry_%28%22Kinnikinnick%22,_Arctostaphylos_uva-ursi%29_-_fruits_and_leaves.JPG. License: CC BY 4.0.
- Under the same moon... (2013). Yellow Clintonia (*Clintonia borealis*) [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/71119007@N03/>. License: CC BY 4.0.
- Van der Walt, P. (2015). Wild blueberry bush [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/pavdw/19456699639/>. License: CC BY 2.0.
- Virens (Latin for greening) (2009). *Tilia americana* - American basswood flowers and silvery-backed leaves [Photograph]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/evelynfitzgerald/>. License: CC BY 4.0.
- Water Rangers. (2024). *Water Rangers key tests for water quality*. Retrieved from <https://waterrangers.com/testkits/tests/?v=5435c69ed3bc>
- Wilson, E. O. (2016). *Half-earth: Our planet's fight for life* (1st ed.). New York: Liveright Publishing Corporation, a division of W.W. Norton & Company.
- Ziter, C., Bennett, E. M., & Gonzalez, A. (2013). Functional diversity and management mediate aboveground carbon stocks in small forest fragments. *Ecosphere*, 4(7), 85. <https://doi.org/10.1890/ES13-00135.1>

Informations supplémentaires

Tableau IS 1. Indicateurs de la qualité de l'eau mesurés dans le réservoir du Poisson Blanc pendant l'été 2024.

Indicateur de la qualité de l'eau	Description	Résultat mesuré au parc	Outil de mesure
E. coli	E. coli est une bactérie présente dans les intestins des animaux et des humains. Sa présence dans l'eau peut indiquer une contamination fécale, ce qui présente un risque pour la santé des humains et pour la vie aquatique. Selon le Laboratoire Ville de Gatineau, l'eau est considérée comme normale si elle contient moins de 10 UFC/100mL, alors que les niveaux supérieurs à 10 UFC/100mL sont considérés comme contaminés.	<2 UFC /100mL	Labo- ratoire Ville de Gatineau
Phosphore total	Le phosphore total est un nutriment limitant dans les écosystèmes aquatiques; l'excès de phosphore favorise la croissance des plantes et des algues, ce qui réduit les niveaux d'oxygène dans l'eau. Selon le RSVL, les niveaux de phosphore permettent de classer les lacs comme ultraoligotrophes (0–4 µg/L), oligotrophe (4–10 µg/L), mésotrophe (10–30 µg/L), ou eutrophe (30–100 µg/L).	5,8µg/L	RSVL
Chlorophylle a	La chlorophylle a est un pigment présent dans les plantes et les algues, et la mesure de sa concentration dans l'eau peut indiquer la présence de plantes aquatiques et d'algues. Elle est également utilisée pour évaluer l'état trophique d'un lac, qui reflète sa productivité biologique. Selon le RSVL, les niveaux de chlorophylle a permettent de classer les lacs comme ultraoligotrophe (<1 µg/L), oligotrophe (1–3 µg/L), mésotrophe (3–8 µg/L), ou eutrophe (8–25 µg/L).	2,7µg/L	RSVL
Carbone organique dissous	La concentration de substances organiques dissoutes dans l'eau, provenant de la décomposition de matières végétales et animales, et d'apports du milieu environnant.	4,7mg/L	RSVL

Tableau IS 1 (suite et fin)

Indicateur de la qualité de l'eau	Description	Résultat mesuré au parc	Outil de mesure
Transparence	La transparence désigne la capacité de la lumière à pénétrer dans l'eau, ce qui est essentiel pour la photosynthèse des plantes aquatiques. La transparence de l'eau est influencée par des facteurs tels que la couleur, la concentration de nutriments, et les sédiments en suspension. Selon le RSVL, la transparence de l'eau est classée comme oligotrophe (≥ 5 m), mésotrophe (2,5–5 m), ou eutrophe (0–2,5 m).	~4,5 m	RSVL, Water Rangers
Oxygène dissous	L'oxygène dissous désigne la quantité d'oxygène dissous dans l'eau, qui est essentielle pour la vie aquatique. Une productivité excessive, telle que la prolifération de plantes et d'algues, peut réduire les niveaux d'oxygène et menacer les organismes aquatiques. Selon Water Rangers, une concentration d'oxygène dissous comprise entre 7 et 11 mg/L est considérée comme très bonne. Toutefois, les lacs sains peuvent présenter des concentrations plus basses, car cet indicateur est spécifique aux besoins de l'eau, notamment aux types d'espèces aquatiques présentes, aux apports extérieurs et aux caractéristiques géologiques du lit du lac et du milieu environnant.	6-10 mg/L	Water Rangers
Conductivité	La conductivité fait référence à la concentration d'ions dissous dans l'eau, qui peut augmenter en raison de la pollution. Une teneur élevée en ions peut perturber les écosystèmes aquatiques et nuire aux organismes aquatiques. Les lacs d'eau douce ont généralement une conductivité inférieure à 200 $\mu\text{m}/\text{cm}$, bien que les lacs sains puissent avoir des valeurs supérieures ou inférieures. Cet indicateur est spécifique aux besoins de l'eau, y compris les types d'espèces aquatiques présentes, les apports environnementaux et les caractéristiques géologiques du lit de lac et du milieu environnant.	~50 $\mu\text{m}/\text{cm}$	Water Rangers
pH	Le pH de l'eau mesure son acidité, qui influence la solubilité de divers éléments. Une valeur de pH comprise entre 7 et 9 est généralement attendue pour une eau de lac de haute qualité. Cependant, les lacs sains peuvent avoir des valeurs de pH en dehors de ces valeurs, car cet indicateur est spécifique aux besoins de l'eau, y compris les types d'espèces aquatiques présentes, les apports environnementaux et les caractéristiques géologiques du lit du lac et de la zone environnante.	~7,5	Water Rangers

Tableau IS 2. Résumé des résultats de la première année de suivi du Parc régional du Poisson Blanc. La longueur des sentiers redondants représente la longueur totale (m) à chaque emplacement de camping. Les marques humaines sur les arbres, la largeur du sentier (cm) et la compaction du sol (kg/cm²) représentent les caractéristiques de chaque emplacement. La végétation de sous-étage et les plantes comestibles représentent le nombre total de plantes distinctes trouvées sur chaque emplacement. Le stock de carbone (kg C) et l'exposition des racines représentent le total de la zone d'activité de chaque emplacement.

Site	Surface du site (m ²)	Sentier redondant		Marques humaines sur les arbres	Largeur de sentier (cm)		Exposition des racines	Compaction du sol (kg/cm ²)		Stockage de carbone (kg C)	Végétation de sous-étage	Plantes comestibles
		Longueur (cm)	Nombre		Conservatrice	Généreuse		Zone d'activité	Sentier			
6	548	0	0	2	110	138	2	1,2	2,1	851	8	2
13	1044	6099	4	2	80	155	3	4,8	4,4	507	6	5
20	395	1580	2	3	70	127	3	1,6	3,7	1002	19	2
25	330	0	0	2	65	121	5	2,9	2,6	613	6	7
26	346	0	0	4	60	114	3	2,4	2,6	747	17	3
31	286	0	0	2	83	177	3	3,9	4	488	7	4
36	668	0	0	5	48	79	7	4,7	3,2	1687	18	6
39	426	2416	2	2	52	130	6	2,3	2,1	622	17	4
40	687	0	0	2	100	183	1	3,1	1,7	847	9	4
56	1428	5035	2	5	112	136	5	4,8	2,2	1260	11	7
59	722	0	0	3	83	159	3	3,8	3,8	523	11	5
60	498	718	1	4	80	155	3	0,3	1,5	267	12	2
64	487	1635	2	2	60	126	4	1,9	1,7	2469	9	7
65	167	0	0	2	82	167	1	2,1	1,7	639	4	4
68	1810	0	0	3	70	133	8	2,3	2,8	1916	17	7
12a	733	1198	1	3	67	127	5	4,3	2	1086	10	5
12c	332	1168	1	1	53	115	5	2,8	1,9	681	16	4
12d	1246	6895	2	1	62	116	5	Coquille	2,3	1632	16	8
23a	788	0	0	2	67	142	3	2,1	2	720	9	3
23b	289	2769	2	4	56	106	3	2,4	2,6	1815	15	2
27a	286	0	0	3	57	102	5	2,5	2,5	1739	17	3
27b	266	0	0	2	69	104	1	3,4	2,5	1553	17	6
2a	1001	2868	5	4	50	96	3	4	3,4	750	14	5
2b	276	0	0	3	93	182	5	4,2	1,5	2622	14	4
2c	252	66	2	3	67	141	3	4,2	2,7	460	8	1

Tableau IS 2 (suite et fin)

Site	Surface du site (m²)	Sentier redondant		Marques humaines sur les arbres	Largeur de sentier (cm)		Exposition des racines	Compaction du sol (kg/cm²)		Stockage de carbone (kg C)	Végétation de sous-étage	Plantes comestibles
		Longueur (cm)	Nombre		Conservatrice	Généreuse		Zone d'activité	Sentier			
3a	811	520	2	3	97	141	5	3,6	3	1398	10	1
3b	179	4524	4	1	72	142	5	2,8	1.5	1286	6	2
41a	447	0	0	2	77	135	5	3,2	1.4	284	10	6
41b	694	0	0	1	65	125	1	1,8	1.4	549	19	4
42a	499	0	0	2	73	107	5	2	3.1	853	13	4
42d	594	0	0	1	75	133	3	2,7	1.6	604	11	3
42e	848	613	1	2	70	132	3	4,2	3	531	12	2
44a	836	803	1	1	73	125	3	3,3	3	2504	7	4
44b	448	0	0	2	62	126	3	4,2	2	1490	13	2
44c	232	1958	2	2	67	113	5	2,8	3.2	914	13	5
45a	524	963	1	3	70	120	5	3,2	2.3	1247	10	3
45b	533	3645	3	3	52	89	7	3,2	2.4	1199	15	3
47a	259	0	0	3	63	118	7	2,3	3.4	606	10	5
47b	520	1707	1	4	83	199	7	3,2	2.4	527	12	3
47c	464	445	1	2	55	95	6	3,9	3.6	1484	11	6
52a	671	0	0	5	63	143	3	4,3	3.3	1691	5	3
55a	1244	3839	2	3	93	153	5	3,5	3.9	3669	7	1
55b	1298	284	1	2	52	87	3	3,5	3	1918	13	5
55c	1742	2828	1	4	60	127	2	4,4	3.1	2083	11	3
63a	572	0	0	2	68	137	5	2,9	2.7	507	13	6
63b	746	0	0	4	70	127	5	3,9	3.2	1343	8	6
63c	696	1787	3	3	90	136	3	3,7	2.6	1653	13	6
66a	266	2968	2	3	90	193	7	4	2.6	697	8	3
70a	370	0	0	3	87	165	2	2,6	2.2	424	8	2
70b	902	1992	1	3	98	151	5	2,3	3	2267	9	3
70g	688	613	1	3	60	129	6	4,5	3.7	1349	11	4
70k	729	1451	1	2	73	131	5	Coquille	2.9	800	10	6

Tableau IS 3. Liste complète d'indicateurs tirés de publications évaluées par des pairs et des programmes de surveillance existants. La recherche a utilisé des mots clés adaptés au contexte local. Cette liste a été affinée en collaboration pour créer la liste des 10 indicateurs présentés dans ce document.

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Biodiversité	Présence d'espèces exotiques	Les espèces exotiques sont des espèces envahissantes non indigènes qui peuvent surpasser en nombre les espèces indigènes et perturber l'ensemble de l'écosystème. Le suivi de la présence et de la répartition des espèces exotiques est utile pour déterminer le risque d'invasion. La surveillance des espèces envahissantes peut empêcher l'établissement d'une espèce, car une fois l'envahissement produit, il est difficile d'atténuer sa pression.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Densité des benthiques	Les macroinvertébrés benthiques (larves de libellules, palourdes, vers, etc.) sont couramment utilisés comme indicateurs de la santé globale du milieu aquatique et jouent un rôle important dans les chaînes alimentaires puisqu'ils sont la proie des poissons et des oiseaux. Les mesures de leur densité permettent d'estimer le nombre d'espèces présentes dans chaque zone. Cet indicateur est utile pour évaluer la santé et la stabilité des écosystèmes au fil du temps.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Richesse d'espèces de plantes vasculaires	La richesse des espèces d'une zone indique le nombre d'espèces différentes dans une zone donnée et ne concerne pas l'abondance ou la distribution. Les plantes vasculaires (arbres, plantes à fleurs, herbes) sont capables de transporter l'eau et les nutriments dans toute la plante et constituent une composante majeure du matériel végétal consommé par les humains et les animaux. La richesse des espèces de plantes vasculaires peut être suivie à l'aide de méthodes d'observation ou d'enquêtes sur des zones spécifiques.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Nombre total d'espèces	Le nombre total d'espèces dans une zone indique combien d'espèces différentes (utilisées pour les plantes ou les animaux) sont présentes. Cette mesure est utilisée pour calculer la diversité des espèces, qui contribue largement au fonctionnement des écosystèmes. Le nombre total d'espèces peut être mesuré à l'aide de méthodes d'observation ou d'enquêtes menées dans des zones spécifiques.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Composition des espèces d'arbres	La composition des espèces d'arbres renseigne sur les espèces spécifiques sont présentes dans une zone désignée. Le fait de savoir quelles espèces sont présentes et où elles le sont peut signifier que les habitats sont fragiles et qu'il peut être nécessaire d'apporter des modifications au style de gestion.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Biodiversité	Diversité des espèces d'arbres	La diversité des espèces d'arbres est l'ensemble des espèces présentes dans une zone donnée. Il est important pour un écosystème d'avoir une grande diversité d'espèces d'arbres afin de soutenir la biodiversité qui favorise le fonctionnement de l'écosystème.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Diversité vasculaire	Les plantes vasculaires (arbres, herbes, arbustes) fournissent de la nourriture et un abri aux espèces d'un écosystème. Elles constituent également des ressources importantes pour l'homme (consommation, matériaux de construction).
Composante d'écosystème	Biodiversité	Diversité de la canopée	La diversité de la canopée est définie par le nombre de différentes espèces d'arbres qui composent la couche supérieure de la forêt au-dessus du sol. Une plus grande diversité de la canopée favorise la diversité des espèces et la fonction globale de l'écosystème. La mesure de cette diversité fournit des informations sur la santé de l'écosystème et sa capacité à permettre à la vie.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Traces d'animaux	Les traces animales sont utilisées pour identifier la présence et les habitudes d'un animal. Le suivi et l'identification des traces permettent d'estimer quels animaux habitent une certaine zone. La tenue d'un registre des traces animales documentées permet aux gestionnaires de suivre et d'adresser les changements au fil du temps.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Observations d'animaux	L'observation d'un animal est une observation à un endroit précis. Ces observations fournissent une estimation de la biodiversité d'une zone spécifique et permettent aux gestionnaires de suivre les changements au fil du temps.
Composante d'écosystème	Biodiversité	Richesse d'espèces de poissons	La richesse des espèces de poissons mesure le nombre de poissons présents dans le réservoir au moment de la mesure. Cette information est importante pour évaluer la biodiversité et s'assurer que ces niveaux restent stables dans le temps.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Distance par rapport à la lisière de la forêt	La lisière d'une forêt est la limite extérieure de la forêt et est exposée à des perturbations plus importantes. La distance (m) entre le centre et la lisière de la forêt peut refléter le degré de fragmentation de cet écosystème.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Structure des trouées forestières	La structure des trouées forestières mesure le rapport entre la surface boisée et la surface déboisée. Un écosystème en bonne santé dispose d'une plus grande surface boisée qui peut soutenir la biodiversité. Cette mesure est importante pour suivre l'impact du développement du territoire sur la qualité de l'habitat.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Pourcentage de forêts dans le bassin versant	Les habitats forestiers influencent le comportement hydrologique en contrôlant l'érosion, la sédimentation et le débit de l'eau. Cet indicateur peut être évalué en déterminant visuellement la quantité de forêts qui s'étendent dans le bassin versant.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Quantité du sentier couverte par la couche de la couronne	La couronne d'un arbre est la partie supérieure de l'arbre où les branches et les feuilles s'étendent du tronc à la cime. Les couronnes de plusieurs arbres forment la couche de la couronne. La couronne détermine la quantité d'ombre que reçoit un sentier et la quantité d'énergie solaire reçue par la végétation. La mesure du couvert végétal d'un sentier peut permettre d'élaborer des stratégies de gestion des sentiers qui ressemblent le plus à l'environnement en dehors du sentier.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Potentiel d'érosion d'une berge ou d'un arbre	Le potentiel d'érosion évalue la probabilité d'un effondrement causé par les processus d'érosion (par exemple, la pluie, les changements du niveau de l'eau dans le réservoir, la marche). Le potentiel d'érosion d'une berge ou d'un arbre est évalué en fonction de ses caractéristiques (hauteur de la berge, densité des racines, protection de la surface). Le potentiel d'érosion peut être utilisé pour déterminer les zones qui devraient être interdites à l'utilisation récréative.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Rugosité de la surface du sentier	La rugosité de la surface d'un sentier est évaluée en fonction de l'inclinaison, de la couverture du sol et des obstacles. Il est important de connaître ces éléments pour prévenir la création de sentiers informels, car les visiteurs évitent les conditions défavorables des sentiers et sont plus susceptibles de créer leur propre sentier. Un système de classement est créé pour attribuer aux sentiers une valeur basée sur la rugosité globale du sentier.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Présence d'espèces indigènes	Il est important de soutenir les espèces indigènes parce qu'elles se sont développées dans un habitat spécifique et qu'elles entretiennent des relations essentielles au sein d'une communauté. Les perturbations subies par les espèces indigènes peuvent perturber des processus tels que la dynamique de la chaîne alimentaire et la disponibilité de l'habitat. Leur présence peut être suivie à l'aide de méthodes d'observation ou d'enquêtes sur des zones spécifiques.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Nombre d'espèces annuelles/mauvaises herbes	Les recherches montrent que les activités récréatives favorisent l'apparition d'espèces annuelles et de mauvaises herbes au détriment des espèces ligneuses et des graminées. Les mesures de la prévalence des plantes annuelles et des mauvaises herbes peuvent servir d'indicateur de l'influence des loisirs sur la composition des espèces.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Hauteur de la végétation	La hauteur de la végétation est une mesure de la hauteur moyenne des plantes vasculaires pour chaque emplacement de camping. Cette caractéristique est importante pour la collecte de lumière, qui fournit de l'énergie, pour la capacité du stockage du carbone, et pour soutenir la biodiversité.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Présence de coléoptères saproxyliques	Les coléoptères saproxyliques dépendent du bois mort pour l'approvisionnement en nutriments de l'habitat. La présence de ces coléoptères facilite les processus de décomposition et ils sont souvent présents dans les zones où la biodiversité du bois mort est élevée. Le suivi de leur présence est utile pour déterminer l'état de la décomposition dans un habitat forestier.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Présence des champignons vivants dans le bois	Les champignons vivant dans le bois se nourrissent de l'humidité contenue dans les arbres sur lesquels ils vivent. Ils peuvent ainsi provoquer la pourriture de l'arbre et entraîner sa décomposition. Ces champignons jouent un rôle important dans les processus de décomposition, et il est important de surveiller l'abondance et la localisation de leur présence pour évaluer l'état de santé de la forêt.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Volume de débris ligneux grossiers (DLG)	Les DLG sont des arbres et des branches morts tombés qui restent sur le sol de la forêt ou sur les étendues d'eau. Ils constituent un habitat et contribuent au cycle des nutriments. Le volume de DLG est déterminé par le diamètre, l'état de décomposition et le nombre d'arbres tombés.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Couverture de la litière végétale	La litière végétale est le matériel végétal mort (feuilles mortes, branches) qui se trouve sur le sol de la forêt. Cette matière en décomposition fournit de l'énergie et des nutriments aux hétérotrophes dans l'ensemble de l'écosystème au fur et à mesure de sa décomposition. La couverture de litière est une mesure de profondeur qui s'étend du début de l'accumulation de la litière jusqu'au point d'interaction avec l'air. Il s'agit d'un indicateur précieux pour évaluer le taux de décomposition.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Stockage du carbone par les arbres vivants	Le carbone est extrait de l'atmosphère lors de la photosynthèse des plantes. Ce carbone est ensuite stocké au-dessus et en-dessous du sol. La quantité de carbone qu'un arbre vivant peut stocker est déterminée par son poids sec, dont la moitié est constituée de carbone. Le carbone stocké par les arbres régule le carbone atmosphérique au profit de la qualité de l'air et de la stabilité du climat.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Mortalité des arbres	La mortalité des arbres est l'occurrence de la mort des arbres. Les arbres tombés naturellement favorisent la productivité de l'écosystème en augmentant la biomasse aérienne et en contribuant au flux de carbone. Le suivi du nombre d'arbres tombés au sol permet de mesurer la mortalité des arbres.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Pollution de l'air	La pollution atmosphérique cause une mauvaise qualité de l'air et a des effets négatifs sur les êtres humains, les animaux et les espèces végétales. La présence de certaines espèces dans un environnement peut indiquer la présence de divers polluants connus dans l'air (O ₃ , NO ₂ , CO). Ces informations peuvent ensuite être utilisées pour identifier les sources de pollution et atténuer les dommages causés à l'environnement.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Rareté des espèces	La rareté des espèces est déterminée par le nombre d'espèces vulnérables dans une zone. La présence d'espèces vulnérables peut être suivie à l'aide de méthodes d'observation ou d'enquêtes dans des zones spécifiques. Il est important de protéger les espèces vulnérables parce qu'elles sont les plus sensibles aux perturbations (prédation, changement climatique, développement humain) et qu'elles fournissent des avantages spécifiques aux écosystèmes qui ne sont pas reproduits par d'autres espèces.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Hauteur des arbres	La hauteur des arbres peut indiquer la productivité des écosystèmes (production de végétation) en évaluant la capacité de stockage de carbone de l'arbre. La hauteur de l'arbre est déterminée par des mesures verticales et angulaires de la position de l'arbre.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Couverture végétale	La couverture végétale mesure le pourcentage de sol couvert par la végétation. Un niveau élevé de couverture végétale est important pour le contrôle de l'érosion, la rétention de l'eau, les échanges de l'énergie de surface et le soutien de la biodiversité.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Âge des arbres de la canopée	La canopée est la couverture formée par la cime des arbres. L'âge des arbres de la canopée peut être utilisé pour quantifier la richesse des espèces (par exemple, le nombre d'espèces différentes présentes dans une zone donnée). L'âge peut également être utilisé pour estimer l'état de régénération d'une forêt.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Surface basale	La surface basale est la surface transversale d'un arbre à la hauteur de poitrine. Cette mesure fournit des informations sur l'âge et la santé de l'arbre.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Couverture de la canopée	La couverture de la canopée est composée du type et de la quantité de couvert fourni par les arbres qui constituent les couches supérieures de la canopée de la forêt. Un couvert sain contient des espèces, des tailles et des formes variées, ce que l'on appelle la diversité structurelle. Une grande diversité structurelle fournit des habitats capables d'accueillir une grande variété d'espèces. La mesure de cette diversité fournit des informations sur l'état de la santé de l'écosystème et sa capacité à entretenir la vie.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Stratification de la canopée	La stratification de la canopée explique la distribution des espèces d'arbres dans une forêt au niveau de la canopée et du sous-étage. Cette information peut être utilisée pour identifier les vulnérabilités au sein de l'écosystème.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Profil de continuité du bois mort	Mesure de l'état et de la quantité de bois mort couché dans une section forestière continue (peuplement). Ce profil non fragmenté est créé par la régénération, la croissance des arbres, la mortalité des arbres et la décomposition. La continuité favorise l'habitat des décomposeurs nécessaires au cycle des nutriments. Le suivi de ce profil permettra de savoir comment les éléments artificiels tels que les sentiers et les routes perturbent cette continuité.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Index de la diversité du bois mort	L'index de la diversité du bois mort est un indicateur unique qui combine des informations sur les caractéristiques du bois mort (espèce, niveau de décomposition, taille). Cet indicateur fournit des informations sur les processus de décomposition, la disponibilité et la qualité de l'habitat. L'élimination du bois mort peut endommager ces processus et le suivi de cet indicateur peut assurer que le bois mort n'est pas enlevé généreusement.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Volume du bois mort	Le volume de bois mort mesure la quantité de bois mort présent sur le sol de la forêt. Le bois mort est important pour le cycle des nutriments, la formation du sol et la fourniture d'habitats. Cet indicateur permettra de s'assurer que le bois mort n'est pas enlevé généreusement.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Stade de décomposition	Le stade de décomposition est le degré de décomposition d'un arbre. Le stade de décomposition est évalué sur la base de 5 classes; le stade 1 représente le bois mort frais et le stade 5 représente la décomposition complète. Le suivi de cet indicateur permet de comprendre les processus du cycle des nutriments (décomposition, nutriments du sol, etc.) et indique la santé d'une forêt.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Âge de la forêt	L'âge de la forêt peut être mesuré comme l'âge moyen des arbres dans une forêt. Cette mesure est effectuée manuellement en comptant les cernes des arbres ou en utilisant la technologie pour suivre les changements d'utilisation des terres. Étant donné que le temps permet à la biomasse et aux espèces de s'établir dans une forêt, une forêt plus âgée est généralement capable d'une plus grande fonctionnalité et de services d'approvisionnement.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Densité forestière aux alentours des sentiers	Le nombre d'arbres dans une zone définie constitue la densité de la forêt. L'utilisation récréative peut diminuer la viabilité de l'habitat autour des sentiers (piétinement, pollution sonore, récolte). La mesure de la densité de la forêt autour des sentiers peut fournir des informations sur la manière dont les activités récréationnelles affectent la qualité d'habitat.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Densité de la lisière de forêt	La densité des lisières est la longueur totale des lisières divisée par la superficie totale de l'écosystème. Les lisières de forêts sont les plus exposées aux pressions extérieures et sont à l'origine de l'altération de l'habitat le long de cette limite. La surveillance de la densité de la lisière de la forêt permet d'enregistrer son évolution dans le temps afin de s'assurer que l'état de la lisière de la forêt reste stable.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Régénération naturelle	La régénération naturelle est le processus qui consiste à redonner à un écosystème sa fonction d'origine. Cela renforce l'écosystème et lui permet d'accueillir une plus grande biodiversité et de fournir des services écosystémiques. Ce phénomène est mesuré en observant les nouvelles pousses dans une zone forestière.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Présence de lichen épiphyte	Les lichens épiphytes sont des espèces végétales qui poussent sur d'autres plantes et recueillent les nutriments de l'atmosphère. Des recherches ont montré que les vieux peuplements forestiers avaient une plus grande richesse en espèces de lichens épiphytes, et la surveillance de leur présence peut indiquer l'âge des arbres dans la forêt.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Recrutement d'arbres	Le recrutement des arbres définit la vitesse à laquelle les arbres s'ajoutent à la population d'arbres existants et donne une idée de la régénération d'un écosystème. Il est mesuré par le suivi de l'abondance des arbres et son évolution dans le temps.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Acidité du sol (pH)	Le pH mesure l'acidité d'une substance sur une échelle de 1 à 14 (un pH faible est acide et un pH élevé est basique). Un sol au pH neutre (5,5-7,5) est idéal. Le pH d'un sol est important pour la solubilité des nutriments et la disponibilité des nutriments pour les plantes. L'acidité du sol peut être mesurée en ajoutant un réactif (bicarbonate de soude) au sol. La réaction qui s'ensuit détermine si le sol est acide ou basique. Le suivi de l'acidité du sol permet de suivre les changements dans le sol et de la santé de la végétation au fil du temps.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Classe de sol	La classification des sols regroupe les types de sols en fonction de leurs propriétés chimiques, physiques et biologiques. Les paramètres qui définissent les classes de sol varient en fonction de l'objectif de la recherche, mais couvrent généralement le pH, l'humidité et la teneur en nutriments. La compréhension des classes de sol présentes dans un environnement fournit des informations utiles sur le potentiel d'une forêt à accueillir la vie végétale. Pour ce faire, un système de classification des sols est adapté et appliqué à la zone d'intérêt et les différents types de sols sont cartographiés.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Infiltration d'eau	L'infiltration de l'eau est le processus par lequel l'eau pénètre dans le sol à partir de la surface. Elle renseigne sur la facilité avec laquelle le sol peut absorber l'eau de pluie et est importante pour la prévention de l'érosion et la stabilité du sol.
Composante d'écosystème	Statut d'écosystème	Zone de sol humide	La proportion d'une zone donnée dont le sol est humide (à une profondeur donnée) indique l'infiltration de l'eau. Elle mesure la vitesse à laquelle l'eau est absorbée par le sol et peut influencer l'établissement de sentiers informels.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Facteur de stress anthropogénique	Statut d'écosystème	Érosion du sol du sentier	L'érosion du sol des sentiers mesure le volume du sol perdu sur les sentiers. Le degré d'érosion d'un sentier est caractérisé par la quantité de racines et de roches exposées et par son niveau de surface par rapport à l'habitat environnant. L'érosion est néfaste pour les habitats aquatiques (dépôts de sédiments qui perturbent la vie) et terrestres (déstabilisation des systèmes racinaires des arbres). La mesure du niveau d'érosion sur un sentier permet d'identifier les sentiers problématiques nécessitant une attention particulière de la part des gestionnaires.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Zone de perturbation	Cet indicateur mesure la proportion d'une zone donnée (par exemple, les limites définies d'un emplacement de camping) qui présente des signes évidents de l'impact des visiteurs.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Quantité d'éléments artificiels sur les sentiers	Les éléments artificiels tels que les bordures des sentiers, les ponts ou les passerelles sont couramment utilisés lors de la création des sentiers. Cet aspect serait mesuré en comptant et en mesurant l'étendue de ces éléments dans le parc. Le suivi de leur utilisation renseigne sur le caractère naturel (dans quelle mesure le sentier ressemble à une forêt intacte) du sentier.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Déchets trouvés sur les sentiers	Les déchets tels que les emballages de nourriture, les bouteilles d'eau et le papier hygiénique, laissés par les gens, causent des dommages à la faune par leur consommation. La surveillance de ces déchets peut contribuer à la mise en place de la signalisation ou de poubelles le long des sentiers.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Traces multiples	Les traces sont des marques dans le sol créées par l'utilisation des visiteurs. Des traces multiples sont le signe de sentiers informels façonnés par l'utilisation récréative. Le repérage des traces multiples permet de déterminer s'il est nécessaire de mettre en place des mesures préventives (panneaux de signalisation, bordures).
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Nombre de souches coupées	Une souche coupée est une souche d'arbre qui a de toute évidence été enlevée par l'intervention humaine. Le nombre de souches coupées est mesuré sur une zone donnée afin de suivre l'évolution de l'abattage des arbres. Les arbres sont une partie intégrale de la fonction de l'écosystème et ne doivent être enlevés que dans des circonstances spécifiques.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Signes d'utilisation humaine sur les emplacements de camping	Les signes de l'utilisation humaine comprennent les dommages causés à la végétation, les terres stériles, les structures informelles (foyers supplémentaires, sentiers, emplacements de tentes). Le degré d'apparition de ces caractéristiques fournit des informations sur le caractère destructeur du comportement des visiteurs et peut être utilisé pour mettre en œuvre des stratégies de gestion visant à prévenir les dommages directs à l'environnement.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Marques humaines sur les arbres	Les marques humaines sur les arbres sont considérées comme des dommages physiques non naturels que l'arbre a subis et qui résultent d'une action humaine. Les marques comprennent la gravure dans le bois (par exemple, les initiales), les coups de hache, l'arrachage de l'écorce et l'arrachage des branches. Cela endommage l'arbre et crée des points faibles où peuvent entrer des bactéries.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Sentiers sociaux	Les sentiers sociaux sont ceux qui n'ont pas été construits officiellement par les gestionnaires du parc. Les visiteurs ont créé leurs propres sentiers, ce qui a augmenté la proportion de terres perturbées. Il est important de suivre l'évolution de ces sentiers afin de pouvoir prendre des mesures préventives (panneaux, sentiers formels clairs, sentiers fonctionnels, etc.) peuvent être prises pour réduire l'occurrence des terres stériles (terres sans végétation).
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Enfoncement des sentiers	L'enfoncement des sentiers mesure le degré (cm) auquel un sentier établi s'enfonce plus profondément que le milieu environnant. Cette mesure est prise à l'aide d'une règle et renseigne sur le niveau de compression du sol dû aux activités récréatives. Le suivi de cette mesure peut indiquer quels sont les sentiers les plus fréquentés et dommageables pour l'environnement.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Enlèvement des semis	Les semis sont issus de graines tombées des arbres matures. Ils sont enlevés des sentiers afin de créer une voie libre pour l'utilisation récréative. Le sol environnant est perturbé par l'enlèvement des semis. Il est important d'enlever les semis avec parcimonie afin de préserver les services que les arbres rendent à l'écosystème (par exemple, la stabilité des sols, le stockage de carbone, la structure de l'habitat).

Tableau IS 3. (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Largeur de sentier	La largeur d'un sentier est mesurée comme la distance (cm) à travers de la longueur d'un sentier qui n'est pas couvert par la végétation et qui a une bordure claire créée par l'utilisation récréative ou la signalisation. Il est important de mesurer cette largeur au fil du temps pour s'assurer que l'utilisation récréative ne s'étend pas à des écosystèmes non souhaités.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Bois mort enlevé	Le personnel du parc enlève le bois mort (par exemple, les arbres tombés, les branches) des emplacements de camping s'il interfère avec les sentiers ou le rivage. En surveillant les cas d'enlèvement, les gestionnaires du Parc peuvent décider si cette opération est trop fréquente et définir un protocole pour les cas appropriés d'enlèvement du bois mort.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Déchets sur l'emplacement de camping	Les déchets tels que les emballages de nourriture, les bouteilles d'eau et le papier hygiénique, laissé par les gens, causent des dommages à la faune par leur consommation. La surveillance de ces déchets peut contribuer à la mise en place de signalisation ou de poubelles le long des sentiers.
Composante d'écosystème	Impact humain direct	Pourcentage de surfaces imperméables dans le bassin versant	Les surfaces imperméables sont celles que l'eau ne peut pas pénétrer (trottoir, route, toit). Cela permet de mesurer l'impact des structures créées par les humains sur les habitats aquatiques. Le pourcentage de surfaces imperméables dans le bassin versant peut être mesuré par l'observation visuelle. Un écosystème sain devrait avoir une plus grande surface que les surfaces imperméables.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Fragmentation des forêts	La fragmentation est la division des terres naturelles, souvent causée par le développement humain (routes, bâtiments, chemins). La fragmentation des forêts peut créer des parcelles d'habitat trop petites pour accueillir les espèces qui s'y trouvent, ce qui accroît la vulnérabilité des écosystèmes aux espèces envahissantes. Il est important de surveiller l'étendue des sentiers et des infrastructures dans une zone protégée afin de ne pas créer des parcelles inhabitables.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Surface de l'emplacement de camping (m ²)	Il est important de mesurer la superficie de l'emplacement de camping pour suivre son évolution dans le temps. L'augmentation de la superficie de l'emplacement au fil du temps indique l'extension d'un terrain stérile (sans végétation). La superficie de l'emplacement de camping peut être divisée en deux parties : la zone périphérique et la zone d'activité. La zone d'activité est la partie de l'emplacement dépourvue de végétation et présentant des signes évidents d'activité humaine (foyer, plateforme de tente, toilettes). La zone périphérique est la partie d'un emplacement de camping qui entoure la zone d'activité; elle conserve une certaine végétation, mais montre des signes de gestion.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Rencontres de visiteurs par heure	Le nombre d'autres visiteurs qu'un groupe rencontre peut indiquer une utilisation récréative. Ce nombre peut être mesuré en interrogeant les visiteurs après leur séjour ou le Parc peut le mesurer en se basant sur les rencontres au cours des tâches quotidiennes. Les zones où les rencontres sont les plus nombreuses peuvent être signalées comme des zones plus susceptibles de subir des perturbations humaines. Cet indicateur peut aussi indiquer la capacité d'accueil du Parc.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Proximité aux éléments attractifs	La distance aux éléments attractifs mesure la distance entre le point central d'un emplacement de camping et un élément attractif (toilette, point de vue, plage). Ces zones ont une fréquence de visite plus élevée en raison de leur attrait et exercent des pressions supplémentaires sur l'environnement en raison de l'augmentation des activités récréatives. La proximité peut être mesurée comme une distance (m) le long d'un sentier depuis le centre de l'emplacement jusqu'à l'attraction et peut être utilisée pour évaluer quels emplacements et quels sentiers sont les plus fréquentés. Les informations ainsi obtenues peuvent être utilisées pour allouer des ressources de surveillance et planifier la prochaine installation d'un élément afin d'atténuer les pressions exercées par les emplacements situés à proximité.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Racines exposées sur les sentiers	Les processus d'érosion sont l'un des moyens par lesquels les racines des arbres sont exposées. L'utilisation des sentiers (randonnée, vélo, VTT) perturbe le sol d'un sentier, ce qui expose les racines des arbres. La mesure du nombre de racines exposées le long d'un sentier peut indiquer le degré d'érosion du sol que le sentier a subi dû aux activités récréatives.

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Numéro de foyers	Cet indicateur mesure le nombre de foyers par zone de récréation. Les foyers informels peuvent endommager la végétation et la qualité du sol. La mesure du nombre et de la localisation des foyers permet d'orienter les réglementations vers l'atténuation des effets qu'ils ont sur l'environnement.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Opportunités de camper à l'abri des regards et des bruits d'autres groupes	Les opportunités de camper en dehors de la proximité d'autres groupes existent lorsqu'un emplacement de camping perçu est isolé des autres emplacements, que le site soit géré ou non géré par le Parc. Cet indicateur évalue les préférences des visiteurs et peut déterminer la volonté des visiteurs de suivre les directives du Parc ou non, en raison de leurs préférences en matière d'emplacement.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Bordure de sentier	La bordure du sentier est la largeur d'un sentier qui n'a pas de couverture végétale. Il est important de mesurer cet aspect au fil du temps pour s'assurer que l'utilisation récréative ne s'étend pas à des écosystèmes non désirés.
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Compaction du sol	Le sol se compacte lorsqu'une pression est exercée sur sa surface, enlevant les espaces d'air à l'intérieur d'une couche de sol. Le compactage du sol entrave la croissance des racines et l'absorption de l'eau. L'activité humaine (marche, vélo, conduite) compacte le sol et doit être surveillée pour s'assurer que le compactage n'a lieu que dans les zones désignées afin d'éviter de nuire aux habitats environnants. La compaction du sol peut être mesurée par sa densité ou par sa résistance à la pénétration par l'eau ou la force (force nécessaire pour enfoncer un objet dans le sol).
Facteur de stress anthropogénique	Impact humain direct	Présence des obstacles sur les sentiers formels	Les obstacles (par exemple, un arbre tombé, un rocher, un marécage) empêchent le visiteur de poursuivre son chemin sur un sentier. Des sentiers informels sont donc créés pour surmonter l'obstacle. La création d'un nouveau sentier perturbe l'habitat affecté.
Composante d'écosystème	Qualité de l'eau	Concentration de l'oxygène dissous dans l'eau	La quantité d'oxygène dissous dans une masse d'eau et qui est disponible pour les organismes aquatiques. Les poissons et autres organismes aquatiques ont besoin de niveaux spécifiques d'oxygène dissous pour des conditions de vie optimales (par exemple, la truite lacustre a besoin de niveaux d'oxygène compris entre 4 mg/L et 6 mg/L).

Tableau IS 3 (suite)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Composante d'écosystème	Qualité de l'eau	Éphéméroptères Plécoptères Trichoptères (EPT)	Les éphéméroptères, les plécoptères et les trichoptères sont des ordres d'insectes des cours d'eau qui comprennent de nombreuses espèces différentes. Par exemple, l'éphémère est une espèce d'éphéméroptères. Les insectes de ces trois ordres ont une faible tolérance à la pollution. Cet indice mesure la proportion d'insectes aquatiques appartenant à ces trois ordres dans chaque zone échantillonnée et sert d'indicateur de la qualité de la masse d'eau évaluée.
Composante d'écosystème	Qualité de l'eau	Abondance de plancton	Le plancton comprend deux sous-groupes : le zooplancton (animal) et le phytoplancton (végétal). Le phytoplancton fixe le CO ₂ de l'atmosphère et le zooplancton consomme le phytoplancton. Leur abondance est mesurée par la biomasse pour une zone donnée (mg/L) ou en comptant le nombre de cellules (nombre/L). Les écosystèmes sains nécessitent une abondance stable de plancton afin que le CO ₂ soit fixé à un taux qui n'épuise pas l'écosystème aquatique de l'oxygène disponible pour les autres formes de vie (poissons, algues, palourdes).
Composante d'écosystème	Qualité de l'eau	Concentration des sédiments en suspension (CSS)	La CSS est la quantité de particules minérales et organiques (sédiments) délogées dans une masse d'eau. Cela est dû à la perturbation du sol et aux tempêtes. La CSS est une mesure du poids sec des sédiments par volume d'eau et la concentration est déterminée par l'analyse en laboratoire des échantillons d'eau. La CSS est néfaste pour la vie et les processus aquatiques et empêche la pénétration de la lumière dans la masse d'eau.
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Indicateurs de degrés de contamination : PCB, Hg, Cd, As, Cu, Pb, Cr, Zn	Mesure la concentration des éléments toxiques qui s'accumulent dans les sédiments au fond de l'eau afin d'évaluer l'aptitude de l'eau à être utilisée à des fins récréatives. L'analyse des échantillons d'eau permet de connaître le degré de contamination de l'eau et d'identifier les risques à adresser.
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Concentration d'hormones dans une masse d'eau	Les hormones présentes dans l'eau proviennent de la contamination fécale et urinaire des animaux et des humains. Ces contaminants compromettent la qualité de l'eau pour la vie et l'utilisation récréative. La mesure de ces contaminants est utile pour maintenir la qualité de l'eau et déterminer les zones à haut risque à adresser.

Tableau IS 3 (suite et fin)

Thème	Paramètre	Indicateur spécifique	Description
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Concentration des nutriments (N, C, P) dans une masse d'eau	Un excès de nutriments dans une masse d'eau provoque l'eutrophisation et peut limiter la quantité d'oxygène indispensable à la vie aquatique. La concentration en nutriments est déterminée par l'analyse en laboratoire d'échantillons d'eau. Les résultats permettront de suivre la qualité de l'eau au fil du temps et de décider si une intervention est nécessaire.
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Concentration de produits	Les humains utilisent des produits pharmaceutiques (par exemple, des insecticides, crèmes solaires, savons) qui peuvent contenir des éléments nocifs pour l'environnement. Ces éléments peuvent être transférés dans les milieux aquatiques lorsqu'ils se retrouvent dans l'eau. Il est utile de surveiller leurs concentrations pour repérer les zones où l'incidence est élevée (très contaminée) et s'assurer que l'habitat puisse accueillir la vie.
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Contamination fécale dans l'eau	Les coliformes fécaux (par exemple, E. coli) sont des bactéries qui proviennent des déchets humains et animaux et qui peuvent provoquer des maladies humaines en cas de consommation. La qualité de l'eau est déterminée en fonction de la concentration de ces bactéries et s'il existe des risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau.
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Contaminants dans l'eau	Les contaminants sont introduits dans les plans d'eau par des sources humaines. Le Québec utilise un indice pour évaluer l'eau en fonction de la présence des principaux contaminants. La concentration de ces contaminants mesurés détermine la salubrité de l'eau pour l'utilisation (consommation, baignade, vie aquatique).
Facteur de stress anthropogénique	Qualité de l'eau	Teneurs en pathogènes du sol autour de la toilette	Les matières fécales contiennent des agents pathogènes qui peuvent persister longtemps après leur dépôt si les conditions sont défavorables (par exemple, humides, froides, compactes). Les agents pathogènes représentent un risque pour la santé lorsque les matières fécales se décomposent et rejoignent le sol sous-jacent. Si les agents pathogènes ne se sont pas décomposés, il y a un risque de contamination pour le sol et l'eau environnants.