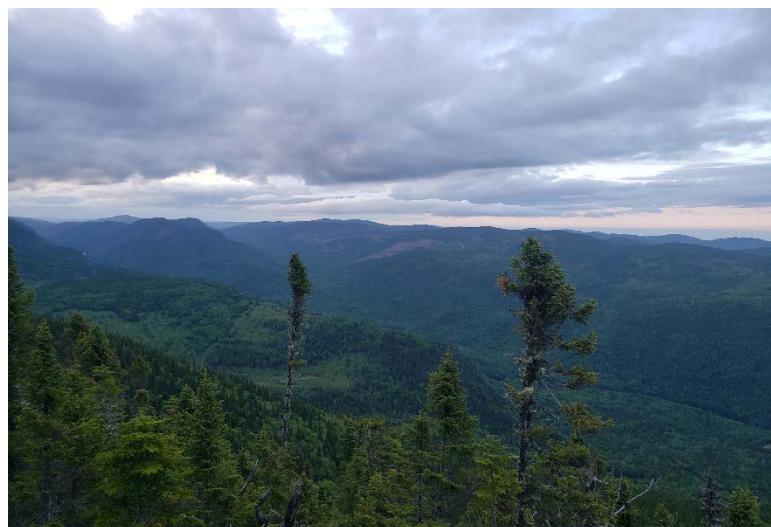


SOCIÉTÉ DE PROJET BVH2, S.E.N.C.

Projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix



Avril 2024

Rapport d'optimisation du projet



Société de projet BVH2, s.e.n.c.
Projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix
Rapport d'optimisation du projet

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Boralex

Responsable environnement et relations avec le milieu	M. Philippe Alary-Paquette, LL.B., M. Env.
Chef d'équipe environnement et relations avec le milieu	Mme Rosanne Fortin, M. Env.

PESCA Environnement

Directeur de projet	Matthieu Féret, biologiste, M. Sc.
Chargé de projet	Simon Haché, ingénieur forestier et biologiste
Cartographie et géomatique	Nathan Gellé, géomaticien Thierry Baulu, géomaticien
Révision linguistique et mise en page	Simon Marsolais, M.S.I.

2024-04-25
N/Réf. : 3216

Photographies : PESCA Environnement

TABLE DES MATIÈRES

1	MISE EN CONTEXTE	1
2	DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROJET	1
3	DÉVELOPPEMENT ITÉRATIF DU PROJET	2
4	EFFORTS D'ÉVITEMENT ET RÉDUCTION DES IMPACTS	3
4.1	Caribou forestier et son habitat	3
4.1.1	Optimisation du projet	4
4.1.1.1	<i>Méthode d'analyse des variantes</i>	4
4.1.1.2	<i>Variante de retrait complet de l'aire de répartition</i>	6
4.1.1.3	<i>Variantes de retrait d'une branche d'éoliennes de l'aire de répartition</i>	7
4.1.1.4	<i>Comparaison des variantes</i>	10
4.1.2	Évaluation des impacts	13
4.1.2.1	<i>Conséquence sur les objectifs du Programme de rétablissement d'ECCC (2020)</i>	13
4.1.2.2	<i>Évaluation des pertes directes et fonctionnelles</i>	14
4.1.2.3	<i>Conclusion</i>	17
4.2	Grive de Bicknell et son habitat	18
4.2.1	Évaluation préliminaire présentée dans l'étude d'impact sur l'environnement	18
4.2.2	Inventaires complémentaires et caractérisation de l'habitat en 2023	18
4.2.3	Optimisation du projet	19
4.2.4	Revue de l'impact	20
4.3	Milieux humides et hydriques	22
4.3.1	Évaluation préliminaire et premiers efforts d'évitement avant le dépôt de l'étude d'impact sur l'environnement	22
4.3.2	Caractérisation et délimitation des milieux humides et hydriques	22
4.3.3	Optimisation du projet	23
4.3.4	Revue de l'impact	24
4.4	Réseau de transport	25
4.4.1	Composantes et transport	25
4.4.2	Plan de transport préliminaire	27
4.4.2.1	<i>Ports potentiels</i>	27
4.4.2.2	<i>Choix du port et itinéraire</i>	27
4.4.3	Revue de l'impact	30
5	CONCLUSION	30
	BIBLIOGRAPHIE	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Configurations considérées dans le processus d'optimisation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	3
Tableau 2	Superficies détaillées du déboisement requis pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix dans chacune des branches situées dans l'aire de répartition du caribou forestier	9
Tableau 3	Évaluation des pertes fonctionnelles d'habitats dans l'aire de répartition du caribou forestier selon différents scénarios de retrait de branche d'éoliennes dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	10
Tableau 4	Bilan de l'analyse comparative des différents scénarios de retrait de branche d'éoliennes dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	12
Tableau 5	Pertes fonctionnelles d'habitat essentiel du caribou dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix	14
Tableau 6	Pertes directes et fonctionnelles d'habitats dans l'aire de répartition du caribou, en fonction du niveau actuel de perturbation, dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix	16
Tableau 7	Synthèse de l'évitement des habitats de la grive de Bicknell durant le processus d'optimisation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	20
Tableau 8	Synthèse de l'évitement des milieux humides et hydriques durant le processus d'optimisation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	23
Tableau 9	Caractéristiques des composantes à transporter pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix	25
Tableau 10	Caractéristiques des véhicules lourds requis pour le transport des composantes du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	26
Tableau 11	Hiérarchisation des contraintes considérées pour le transport des pales pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix.....	28
Tableau 12	Hiérarchisation des contraintes considérées pour le transport des tours, des nacelles et des moyeux pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix	29
Tableau 13	Hiérarchisation des contraintes considérées pour le transport des génératrices pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix	30

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Analyse comparative des variantes associées aux efforts d'évitement de l'habitat du caribou forestier
Annexe B	Atlas cartographique
Annexe C	Itinéraires privilégiés pour le transport des composantes

1 Mise en contexte

Boralex inc., Énergor, S.E.C. et Hydro-Québec développent en partenariat le projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix (ci-après, nommé « projet Secteur Charlevoix »), d'une capacité totale de 400 MW. À cet effet, les partenaires ont constitué, par l'entremise de sociétés affiliées, une société de projet nommée « Société de projet BVH2, s.e.n.c. » (ci-après, désignée « l'initiateur »). Une étude d'impact sur l'environnement, réalisée par PESCA Environnement, a permis de décrire le projet et ses impacts potentiels sur l'environnement, comme l'exigeant l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (RLRQ, c. Q-2) et la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (RLRQ, c. Q-2, r. 23.1). L'étude a été réalisée conformément à la *Directive pour le projet éolien des Neiges – Secteur Charlevoix sur le territoire des municipalités de Baie-Saint-Paul et de Saint-Urbain – Dossier 3211-12-243* (MELCC, 2021).

Le développement d'un projet éolien est un processus évolutif et itératif tenant compte de différents paramètres physiques, biologiques et sociaux. Il s'agit d'un projet de grande envergure impliquant des superficies significatives, et des ajustements peuvent survenir durant la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PÉEIE) afin d'optimiser le projet et de réduire les impacts. Les inventaires fauniques et floristiques, les consultations publiques, les séances d'information, les discussions avec les parties prenantes ou la tenue d'audiences publiques sont autant d'occasions de recueillir des informations, commentaires et suggestions afin de les considérer dans le processus d'optimisation du projet. En parallèle, l'initiateur poursuit l'ingénierie du projet, qui se raffine à mesure que progressent les discussions avec les turbiniers et que les modèles d'éoliennes, leurs dimensions, leurs limites d'opération ainsi que leur exposition aux conditions climatiques, se précisent.

À ce stade-ci, le présent rapport décrit les résultats des efforts d'optimisation du projet Secteur Charlevoix visant à réduire les impacts sur les principales composantes de l'environnement affectées et discutées dans le cadre de l'analyse de la recevabilité, à savoir, le caribou forestier et son habitat, la grive de Bicknell et son habitat, les milieux humides et hydriques, et le réseau de transport. Des détails et des explications sont fournis concernant l'approche « éviter-minimiser-compenser » privilégiée par l'initiateur.

2 Description générale du projet

Le secteur d'implantation des éoliennes du projet Secteur Charlevoix est entièrement situé sur les terres privées de la Seigneurie de Beaupré appartenant au Séminaire de Québec, sur le territoire des municipalités de Baie-Saint-Paul et de Saint-Urbain, dans la MRC de Charlevoix. Les infrastructures et équipements permanents incluent des éoliennes, un réseau de chemins, un réseau collecteur souterrain ainsi qu'un poste de raccordement.

Le projet est situé dans le massif montagneux des Laurentides, formé de hautes collines arrondies à versants de pente modérée, avec escarpements rocheux. De grandes vallées et des lacs sont intercalés entre les collines. L'altitude varie entre 791 m et 1 127 m. Des lacs sont présents dans la zone d'étude; les plus grands sont les lacs Croche (125,2 ha) et Louis (112,1 ha). Le principal cours d'eau est la rivière Sainte-Anne. Ce territoire privé est essentiellement forestier. Les principales activités sont la récolte de bois, la villégiature, la pêche sportive et la chasse.

3 Développement itératif du projet

Le développement d'un projet éolien et l'élaboration d'une configuration doivent respecter un ensemble de paramètres visant à optimiser la productivité éolienne, tout en réduisant ou éliminant les impacts anticipés sur l'environnement et les utilisateurs du milieu. Ces paramètres incluent :

- les critères techniques, incluant les conditions climatiques à chaque position d'éolienne. Les éoliennes doivent être réparties sur le territoire en maintenant une distance minimale entre chacune d'elle afin de réduire l'effet de sillage qui engendre une perte de production d'énergie, augmente les turbulences subies par les éoliennes et diminue leur durée de vie. Aussi, l'optimisation de la configuration doit tenir compte des conditions climatiques à chaque position d'éolienne (vitesses de vent moyenne et extrême anticipées, direction des vents, turbulence locale, effet de la topographie, densité de l'air, etc.) afin d'assurer que ces conditions permettent une production d'énergie optimale tout en demeurant à l'intérieur des limites d'opération de l'éolienne pour en assurer une durée de vie égale ou supérieure à la durée du contrat d'électricité. À cela s'ajoutent des critères de faisabilité technique et d'ingénierie, en tenant compte du modèle d'éolienne et de la constructibilité des chemins d'accès et des aires d'assemblage en fonction de la topographie et de la nature des sols;
- les enjeux environnementaux (physiques, biologiques et humains). Le niveau de connaissance relatif à ces enjeux évolue durant le développement du projet. À l'étape préliminaire, il repose principalement sur les bases de données théoriques disponibles et il se précise à mesure que des inventaires, caractérisations et autres validations au terrain sont effectués;
- les questions, commentaires et suggestions du milieu d'accueil.

L'ensemble de ces paramètres influent l'un sur l'autre et la configuration ultimement identifiée doit assurer la viabilité technique et financière du projet en respectant les exigences du contrat d'achat d'électricité.

Le projet Secteur Charlevoix a été développé dans le but de produire 400 MW. Élaborée en 2021, la configuration initiale prévoyait 86 emplacements potentiels en considérant des éoliennes ayant une puissance variant entre 4,5 et 7 MW. Cette toute **première configuration** considérait d'emblée les milieux humides et hydriques potentiels identifiés dans les bases de données disponibles¹ en cherchant à éviter et minimiser l'empiètement dans ces milieux.

Durant la réalisation de l'étude d'impact, la cartographie des milieux humides et hydriques a été bonifiée grâce à des outils issus de relevés LiDAR ainsi qu'une validation ciblée effectuée au terrain. Cette approche a mené à l'élaboration de la **deuxième configuration**, laquelle comptait toujours 86 emplacements potentiels. Les efforts d'évitement des milieux humides et hydriques ont permis d'ajuster le tracé des chemins dans le but de réduire l'impact anticipé sur ces composantes.

¹ Les bases de données disponibles comprennent la base de données topographiques du Québec (BDTQ), la carte écoforestière avec perturbations, la cartographie des milieux humides potentiels du Québec (CMHPQ), la géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ) ainsi que la cartographie détaillée par Canards Illimités Canada, en complément du *Plan régional de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes*.

En 2023, la réalisation d'études techniques et de faisabilité par différents turbiniers a permis de réduire le nombre d'emplacements potentiels menant à une **troisième configuration** à 72 emplacements. Cette optimisation a été possible, car plusieurs turbiniers ont pu confirmer la disponibilité de turbines dont la puissance varierait de 6 à 7 MW, permettant donc de réduire le nombre d'emplacements potentiels nécessaires. Toutefois, un certain nombre de positions alternatives demeurent nécessaires en raison de la complexité du site de la Seigneurie de Beaupré et des conditions extrêmes de vent observées qui peuvent porter atteinte à la viabilité à long terme des éoliennes, alors que la topographie accidentée du site pourrait compromettre par endroits la constructibilité de certaines positions.

Finalement, l'initiateur a poursuivi ses efforts d'optimisation en début d'année 2024 en réduisant les impacts sur les principales composantes de l'environnement affectées, à savoir le caribou forestier, la grive de Bicknell ainsi que les milieux humides et hydriques. Cette **quatrième configuration** comprend maintenant 68 emplacements potentiels.

Chaque itération du processus d'optimisation mène à des déplacements des infrastructures (éoliennes, chemins d'accès, poste de raccordement). Aux fins du présent rapport, et afin de faciliter la description du processus d'optimisation, les différentes configurations considérées ont été numérotées de 1 à 4 et sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 *Configurations considérées dans le processus d'optimisation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix*

Configuration	Étape du développement	Nombre d'emplacements potentiels
1	Initiale (2021)	86
2	Étude d'impact sur l'environnement (2022)	86
3	Optimisation (2023)	72
4	Optimisation (2024)	68

4 Efforts d'évitement et réduction des impacts

4.1 Caribou forestier et son habitat

En réponse à la QC2-4 du volume 5 de l'étude d'impact, transmise par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), l'initiateur a considéré différentes variantes au projet Secteur Charlevoix afin de limiter les empiètements dans l'aire de répartition du caribou forestier, notamment en y considérant le retrait complet de toute infrastructure. La section 4.1.1 détaille cette analyse comparative de variantes et la justification du choix de la variante retenue. La section 4.1.2 évalue les impacts de la variante retenue sur les objectifs du *Programme de rétablissement du Caribou des bois*.

4.1.1 Optimisation du projet

4.1.1.1 Méthode d'analyse des variantes

L'optimisation du projet est basée sur une analyse comparative de variantes qui ont été examinées en relation avec leurs impacts sur la viabilité du projet, sur la marge de manœuvre nécessaire pour la suite du développement du projet et sur les gains pour le caribou forestier et son habitat. Ces variantes ont été élaborées à partir de la **configuration 3** qui comprend 72 positions (tableau 1). Cette dernière constitue la configuration de départ pour l'optimisation relative au caribou forestier et à son habitat. La **configuration 4** représente la finalité de ce processus d'optimisation. Les critères ayant guidé l'initiateur dans son analyse de variantes sont décrits ci-dessous.

Viabilité du projet

La viabilité du projet se définit de deux manières. D'abord, il est impératif que la puissance installée concorde avec les engagements contractuels convenus avec Hydro-Québec dans le cadre du contrat d'achat d'électricité. Considérant que le projet Secteur Charlevoix doit avoir une puissance installée de 400 MW et que l'initiateur considère maintenant des éoliennes de 6 à 7 MW, il est donc nécessaire de conserver un minimum de 67 éoliennes afin de respecter les engagements contractuels, en plus de prévoir un certain nombre de positions alternatives.

La viabilité du projet repose également en grande partie sur la productivité de chaque éolienne. En effet, les éoliennes ne présentent pas une production d'énergie équivalente entre elles : certaines éoliennes sont positionnées sur des crêtes très venteuses alors que d'autres sont localisées dans des zones dont le gisement éolien est de moins grande qualité. Dans le cadre du projet Secteur Charlevoix, la différence au niveau de la productivité entre les meilleures positions et les plus faibles est de 25 %. Au départ, le projet comptait 86 positions potentielles et 14 d'entre elles ont déjà été retirées à la suite des premières études d'ingénierie et de l'analyse de faisabilité effectuée par les différents manufacturiers d'éoliennes considérés. Tout déplacement ultérieur additionnel implique donc une relocalisation à un endroit de performance significativement moindre, mettant à risque la viabilité financière du projet.

En somme, la viabilité du projet s'exprime d'une part par la puissance installée, qui doit être minimalement la même que celle déterminée au contrat d'achat d'électricité, et, d'autre part, en termes de performance de production énergétique pour l'ensemble du projet, tout en assurant la faisabilité technique du projet (topographie, nature des sols, conditions climatiques, etc.).

Marge de manœuvre

La marge de manœuvre fait référence à la contingence que l'initiateur doit conserver tout au long du développement du projet et se manifeste par le maintien d'un certain nombre de positions dites alternatives ou de recharge. La marge de manœuvre permet de faire face aux contraintes du projet, qu'elles soient de natures techniques, environnementales ou sociales, et d'adapter le projet en conséquence. La marge de manœuvre se réduit au fur et à mesure du développement du projet.

Impact sur le caribou forestier et son habitat

L'initiateur souhaite que l'optimisation du projet puisse apporter un gain significatif au caribou forestier et à son habitat. L'analyse des variantes considère donc les caractéristiques de l'habitat pour les différentes zones envisagées et repose sur une description qualitative et quantitative de l'habitat du caribou forestier en tenant compte des notions suivantes :

- une **perte directe d'habitat** est associée au déboisement. La composition de ces superficies, en termes de peuplements forestiers, illustre ces pertes;
- une **perte fonctionnelle d'habitat** est associée à des modifications possibles à l'utilisation du territoire par le caribou en lien avec la présence d'infrastructures et à une zone d'influence. Dans le contexte présent, deux concepts ont été pris en compte :
 - Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) a démontré que l'utilisation d'une zone tampon de 500 m pour cartographier les entités anthropiques donnait une meilleure représentation des effets combinés de la prédateur et de l'évitement accrus sur les tendances des populations de caribous (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). La **perte fonctionnelle d'habitat** a donc été évaluée en considérant une zone d'influence de 500 m.
 - L'influence des éoliennes pourrait être ressentie dans un rayon allant jusqu'à 4 km. Des détails sont fournis à la section 4.1.2.2. Cette influence demeure à être mieux comprise en ce qui a trait au caribou forestier au Québec, et notamment la harde de Charlevoix. En conséquence, à cette échelle, la perte fonctionnelle d'habitat est qualifiée de **potentielle et graduelle**;
- Les **perturbations permanentes** sont d'origine anthropique (chalets, chemins forestiers, lignes de transport d'électricité, etc.) et une zone d'influence de 500 m autour de ces sources de perturbation est considérée;
- Les **perturbations temporaires** sont des jeunes forêts (moins de 50 ans d'âge réel) issues de perturbations anthropiques (activités sylvicoles et coupes) ou naturelles (chablis, brûlis ou épidémie). Une zone d'influence de 500 m autour des sources de perturbation temporaire anthropique est considérée;
- L'**habitat essentiel** pour le caribou forestier comprend tous les habitats existants, qu'ils soient perturbés ou non, à l'exception des perturbations permanentes et de leur zone tampon de 500 m. Cette définition est tirée des avis issus de la consultation des experts pour le présent projet, considérant que l'aire de répartition présente moins de 65 % d'habitat non perturbé.

4.1.1.2 Variante de retrait complet de l'aire de répartition

La présente section vise à analyser les impacts sur le projet, ainsi que sur le caribou et son habitat, d'une variante sans empiètement dans l'aire de répartition, considérant le retrait complet de toute infrastructure.

Viabilité de la variante

Deux options sont envisageables afin de retirer complètement les infrastructures de l'aire de répartition du caribou forestier : 1) le retrait complet de ces positions ou 2) leur déplacement à d'autres endroits à l'intérieur de la zone de projet.

Le retrait complet des 17 positions de l'aire de répartition rendrait le projet non viable, puisque la capacité installée résultante se situerait sous le seuil de la puissance de 400 MW déterminée dans le contrat d'achat d'électricité.

La deuxième option consisterait à déplacer les 17 positions localisées dans l'aire de répartition du caribou ailleurs dans la zone de projet. Comme il est mentionné dans la réponse à la QC2-1 du volume 5 de l'étude d'impact, il n'y a pas de secteurs propices à l'implantation d'éoliennes en périphérie de la zone de projet, soit par manque de vent ou parce que la réglementation n'autorise pas l'implantation d'éoliennes à ces endroits. La relocalisation de 17 positions d'éoliennes à l'intérieur de la zone de projet impliquerait de rétrograder de nombreux emplacements présentant une excellente productivité à des positions peu venteuses, les reléguant ainsi nécessairement en queue de peloton en termes de productivité et diminuant significativement la performance du projet. La relocalisation d'environ 25 % du projet sur des positions de faible productivité ne permettrait pas la viabilité financière du projet.

Marge de manœuvre

Le retrait des 17 positions d'éoliennes de l'aire de répartition du caribou forestier modifierait la configuration 3, la faisant passer de 72 à 55 positions, ce qui enlèverait toute marge de manœuvre, notamment quant au choix du modèle d'éolienne. En effet, une configuration à 55 positions impliquerait nécessairement la mise en place d'éoliennes de plus de 7 MW alors qu'il est peu probable que de tels modèles soient disponibles et adéquats pour le projet Secteur Charlevoix. Le retrait des 17 positions d'éoliennes retirerait également toute marge de manœuvre, encore nécessaire à cette étape du développement du projet, afin d'ajuster le projet aux contraintes techniques et environnementales ainsi qu'aux commentaires du milieu d'accueil.

Le déplacement des 17 positions à l'intérieur de la zone de projet permettrait de regagner la marge de manœuvre nécessaire, mais tel que détaillé plus haut, le projet serait non viable.

Considérant l'importance que les autorités gouvernementales accordent au rétablissement du caribou forestier, l'initiateur estime qu'il est en mesure de retirer de 4 à 5 positions d'éoliennes dans l'aire de répartition du caribou, permettant de conserver minimalement 67 positions, ce qui est nécessaire pour respecter les engagements contractuels dans la perspective où des éoliennes de 6 MW étaient sélectionnées.

Gains pour le caribou forestier et son habitat

L'aménagement de 17 éoliennes et de leurs accès dans l'aire de répartition du caribou forestier représente une perte directe d'habitat liée au déboisement de 84,6 ha. Toutefois, ces superficies sont déjà entièrement situées dans des zones d'influence de perturbations permanentes et en dehors de l'habitat essentiel pour le caribou forestier. Les niveaux de perturbation des habitats sont illustrés à la carte de l'annexe A du présent rapport. Les pertes directes sont principalement liées à des habitats en régénération issus des coupes récentes (classe d'âge 10 ans et moins). La perte directe de peuplements résineux de 50 ans et plus (qui totalisent 26,6 ha) est atténuée par le fait que ces habitats ne sont pas propices au caribou du fait de leur niveau de perturbation. À cela s'ajoutent les superficies visées par le Plan annuel d'intervention forestière (PAIF) 2023-2024 du Séminaire de Québec qui sont illustrées sur la carte de l'annexe A du présent rapport. Des détails sont fournis à la section 4.1.2.

Conclusion

En conclusion, le retrait complet des 17 positions de l'aire de répartition du caribou forestier rendrait le projet non viable, ce qui se traduirait par l'arrêt du processus de développement. De plus, cette option représenterait un gain limité pour le caribou forestier et son habitat en raison du niveau de perturbation actuel sur le territoire. L'initiateur est toutefois sensible aux préoccupations des autorités quant au rétablissement du caribou et de son habitat. C'est dans cette optique qu'il propose dans la section suivante des variantes comprenant un retrait maximal de 4 à 5 positions d'éoliennes dans l'aire de répartition du caribou forestier.

4.1.1.3 Variantes de retrait d'une branche d'éoliennes de l'aire de répartition

Approche d'optimisation

La présente section vise à analyser les impacts sur le projet, ainsi que sur le caribou et son habitat, de variantes comprenant un retrait maximal de 4 à 5 positions d'éoliennes dans l'aire de répartition du caribou forestier. Considérant cette marge de manœuvre et la disposition actuelle des positions d'éoliennes dans l'aire de répartition du caribou forestier (voir la carte de l'annexe A du présent rapport), il est apparu évident que le retrait des positions devait s'effectuer par branches et non par le retrait de quelques positions dispersées. Cette approche se justifie autant quant à la performance et la viabilité du projet, qu'en fonction des avantages que cela représente pour l'habitat du caribou forestier. Les bénéfices d'une telle approche sont :

Pour le projet :

- Permet une optimisation des coûts de construction par MW en maintenant un nombre minimal d'éoliennes par branche. Par exemple, pour une branche de 4 km de long, les coûts relatifs aux chemins et au réseau collecteur sont fixes : le retrait d'une ou de quelques éoliennes sur cette même branche réduit la production sans réduire les coûts de construction;
- Permet une optimisation des coûts d'opération en limitant la longueur linéaire de chemins à entretenir et concentre les opérations dans un même secteur plutôt que de les disperser.

Pour le caribou et son habitat :

- Permet de laisser intacte une plus grande superficie d'un seul tenant;
- Favorise la connectivité entre les habitats potentiels;
- Limite la perte fonctionnelle d'habitat (zone tampon de 500 m et rayon de 4 km).

Ainsi, dans le but de poursuivre l'optimisation du projet pour réduire l'impact sur le caribou et son habitat, l'initiateur a analysé différents scénarios visant le retrait d'une branche d'éoliennes parmi les quatre branches présentement situées dans l'aire de répartition du caribou. Ces quatre branches sont identifiées à la carte de l'annexe A du présent rapport. L'initiateur a donc comparé successivement le retrait des branches 1 à 4 et a cherché à retirer la branche qui représenterait le plus de gains pour le caribou et son habitat.

Analyse comparative basée sur la perte directe d'habitat

Le tableau 2 présente la composition, en termes de peuplements forestiers, des superficies à déboiser dans chacune des quatre branches considérées. Les peuplements résineux de plus de 50 ans offrent des conditions favorables au caribou, à grande échelle, en période de rut ou encore en hiver (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). Ces habitats représentent 60,7 % de la superficie à déboiser dans la branche 4 (11,7 ha), comparativement à 5,0 %, 20,3 % et 33,7 % dans les branches 1, 2 et 3, respectivement. Le retrait de la branche 4 permettrait de réduire le déboisement dans ces peuplements et apporterait donc un plus grand gain que le retrait des branches 1, 2 ou 3.

D'une branche à l'autre, la proportion de la superficie déjà perturbée par un traitement sylvicole ou une perturbation naturelle varie de 35,4 % (branche 4) à 90,6 % (branche 1). La branche 4 est donc située dans un milieu moins perturbé et son retrait apporterait davantage de gain sur cet aspect comparativement au retrait des branches 1, 2 ou 3.

Les peuplements en régénération issus de coupes récentes (classe d'âge 10 ans et moins), représentent de 29,0 % (branche 1) à 56,3 % (branche 2) de la superficie à déboiser. À cela s'ajoutent les superficies visées par le Plan annuel d'intervention forestière (PAIF) 2023-2024 du Séminaire de Québec qui sont illustrées sur la carte de l'annexe A du présent rapport.

Tableau 2 Superficies détaillées du déboisement requis pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix dans chacune des branches situées dans l'aire de répartition du caribou forestier

Peuplement forestier ou autre élément	Classe d'âge	Superficie à déboiser (ha)			
		Branche 1	Branche 2	Branche 3	Branche 4
Peuplements feuillus et mélangés					
Feuillus	30-50	0,8	1,5	0,3	-
Mélangé à dominance feuillue	30-50	2,7	0,6	2,3	0,2
Mélangé à dominance résineuse	30-50-JIN-JIR	< 0,1	1,6	1,6	0,3
	<i>Sous-total</i>	3,4	3,7	4,2	0,5
Peuplements résineux					
Pessière	50	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1
	70	< 0,1	-	-	-
	JIN	0,6	-	-	0,2
Résineux indéterminés	30	5,1	0,7	0,9	1,1
Sapinière	30	0,4	1,1	0,8	
	50	0,6	0,9	4,6	8,2
	70	-	< 0,1		
	JIN-JIR	-	< 0,1	0,2	0,1
	120-VIN-VIR	-	4,4	2,1	3,5
	<i>Sous-total</i>	0,8	5,3	6,8	11,7
	<i>Sous-total</i>	7,0	7,1	8,6	13,1
Régénération	10 et moins	4,2	14,8	7,3	5,7
Milieux non forestiers					
Dénudé et semi-dénudé secs	n.d.	-	0,6	-	< 0,1
Superficie perturbée par un traitement sylvicole ou une perturbation naturelle	-	13,3	17,7	11,0	6,8
Proportion de la superficie perturbée par un traitement sylvicole ou une perturbation naturelle (%)	-	90,6	67,6	54,2	35,4
Total	-	14,6	26,2	20,2	19,3

Notes : JIN : jeunes peuplements inéquiens de structure régulière (âgés de moins de 80 ans)

JIR : jeunes peuplements de structure irrégulière (âgés de moins de 80 ans)

VIN : vieux peuplements inéquiens de structure régulière (âgés de plus de 80 ans)

VIR : vieux peuplements de structure irrégulière (âgés de plus de 80 ans)

Analyse comparative basée sur la perte fonctionnelle d'habitat

L'analyse comparative des variantes, basée sur la perte fonctionnelle d'habitat, est présentée en considérant une zone tampon de 500 m autour des superficies à déboiser (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). Les niveaux de perturbation des habitats sont illustrés à la carte de l'annexe A du présent rapport pour illustrer l'influence possible du projet Secteur Charlevoix sur l'utilisation de ces habitats.

Le tableau 3 présente l'évaluation des pertes fonctionnelles d'habitats selon le niveau de perturbation actuel dans l'aire de répartition du caribou, en considérant le retrait de l'une ou l'autre des quatre branches considérées. Peu importe le scénario, les zones tampons sont composées en majorité de perturbations permanentes (de 99,4 à 100,0 %) et ne comprennent aucun habitat sans perturbation. La superficie des perturbations temporaires totalise 8,9 ha dans la zone tampon de 500 m autour des superficies à déboiser. Ces superficies sont essentiellement liées à la branche 4 (8,4 ha) et dans une moindre mesure à la branche 1 (0,5 ha, carte de l'annexe A du présent rapport). Le retrait de la branche 4 apporterait donc davantage de gains sur cet aspect comparativement au retrait des branches 1, 2 ou 3.

Tableau 3 Évaluation des pertes fonctionnelles d'habitats dans l'aire de répartition du caribou forestier selon différents scénarios de retrait de branche d'éoliennes dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Niveau de perturbation actuel	Superficie occupée par la zone tampon de 500 m autour des superficies à déboiser dans l'aire de répartition du caribou (ha)				
	Toutes les branches (72 éoliennes)	Toutes sauf la branche 1 (68 éoliennes)	Toutes sauf la branche 2 (69 éoliennes)	Toutes sauf la branche 3 (68 éoliennes)	Toutes sauf la branche 4 (68 éoliennes)
Perturbation permanente	1 806,4	1 557,9	1 562,9	1 435,8	1 503,3
Perturbation temporaire	8,9	8,4	8,9	8,9	0,5
Aucune perturbation	0	0	0	0	0
Total	1 815,3	1 566,3	1 571,8	1 444,6	1 503,8
Proportion (%) de perturbations permanentes	99,5	99,5	99,4	99,4	100,0

En complément, la comparaison des variantes a également été analysée sous l'angle d'un rayon de 4 km autour des éoliennes. Les niveaux de perturbation des habitats sont illustrés à la carte de l'annexe A du présent rapport. Dans ce rayon, le territoire est composé en majorité de perturbations permanentes (de 98,3 à 99,2 %). Ces résultats confirment que les infrastructures du projet Secteur Charlevoix sont prévues dans les habitats les plus perturbés et évitent les portions du territoire les moins perturbées. Des habitats sans perturbation sont présents à environ 2,6 km au nord de la branche 3 et à environ 2,4 km à l'ouest de la branche 1 (voir annexe A du présent rapport).

4.1.1.4 Comparaison des variantes

L'analyse comparative des différents scénarios de retrait d'une branche d'éoliennes parmi les quatre situées à l'intérieur de l'aire de répartition du caribou est résumée ci-dessous :

- La branche 1 est située dans des habitats relativement jeunes issus de traitements sylvicoles et de coupes peu propices au caribou forestier (tableau 2). L'aménagement de cette branche entraîne une perte fonctionnelle de 0,5 ha d'habitat essentiel, perturbé de façon temporaire. Le retrait de la branche 1 permettrait de réduire de 13,7 % l'influence du projet dans l'aire de répartition du caribou forestier (passant de 1 815,3 ha à 1 566,3 ha; tableau 3). Ce retrait permettrait également de réduire les répercussions sur des habitats non perturbés situés à l'ouest du projet. Cependant, ces habitats sont à moins de 1,5 km des éoliennes des parcs éoliens de la Seigneurie 2 & 3 et sont visés par le Plan annuel d'intervention forestière (PAIF) 2023-2024 (voir annexe A du présent rapport).

- La branche 2 est principalement située dans des peuplements en régénération et, dans une moindre mesure, de vieilles sapinières (tableau 2). L'aménagement de cette branche n'entraîne pas de perte fonctionnelle d'habitat essentiel. La branche 2 est enclavée au milieu des branches 1 et 3 (voir annexe A du présent rapport). Son retrait aurait un effet limité sur les pertes fonctionnelles d'habitat anticipées puisque sa zone d'influence est couverte par celles des branches 1 et 3. Le retrait de la branche 2 permettrait de réduire de 13,4 % l'influence du projet dans l'aire de répartition du caribou forestier (passant de 1 815,3 ha à 1 562,9 ha; tableau 3).
- La branche 3 est principalement située dans des peuplements en régénération et dans de vieilles sapinières (tableau 2). L'aménagement de cette branche n'entraîne pas de perte fonctionnelle d'habitat essentiel. Le retrait de la branche 3 permettrait de réduire de 20,4 % l'influence du projet dans l'aire de répartition du caribou forestier (passant de 1 815,3 ha à 1 444,6 ha; tableau 3). Ce retrait permettrait de réduire les répercussions sur des habitats non perturbés situés à environ 2,6 km au nord du projet. Or, l'utilisation de ces habitats est possiblement limitée par la présence d'une ligne de transport d'électricité, à environ 2 km au nord de la limite de la Seigneurie de Beaupré. Les superficies à déboiser pour cette branche sont également visées par le Plan annuel d'intervention forestière (PAIF) 2023-2024 (voir annexe A du présent rapport).
- La branche 4 est principalement située dans des peuplements résineux de 50 ans et plus et, dans une moindre mesure, dans des peuplements en régénération (tableau 2). L'aménagement de cette branche entraîne une perte fonctionnelle de 8,4 ha d'habitat essentiel, perturbé de façon temporaire. Le retrait de la branche 4 permettrait ainsi de réduire de 94 % les superficies requises à moins de 500 m d'habitats essentiels. Ce retrait permettrait également de réduire de 17,2 % l'influence du projet dans l'aire de répartition du caribou forestier (passant de 1 815,3 ha à 1 503,8 ha; tableau 3). De plus, la branche 4 est celle où la proportion perturbée par un traitement sylvicole ou une perturbation naturelle est la plus faible (35,4 %; tableau 3). Finalement, les superficies à déboiser pour cette branche ne sont pas visées par le Plan annuel d'intervention forestière (PAIF) 2023-2024 (voir annexe A du présent rapport).

Sur la base de ces résultats, résumés au tableau 4, la meilleure variante optimisée du projet, c'est-à-dire celle qui permet une viabilité du projet, tout en présentant un bénéfice pour le caribou forestier et son habitat, consiste à retirer la branche 4. Ce choix implique le retrait de quatre emplacements dans l'aire de répartition du caribou (T-69, T-70, T-71, T-72).

Dans son processus d'optimisation, l'initiateur est également parvenu à déplacer les éoliennes T-15 (branche 1) et T-68 (branche 4) hors de l'aire de répartition du caribou. Cette optimisation correspond à la **configuration 4**.

Cette optimisation est illustrée sur les cartes de l'annexe B du présent rapport. Grâce à cette approche, le nombre d'éoliennes dans l'aire de répartition du caribou est passé de 17 à 11, soit une baisse de 35 % comparativement à la **configuration 3**. Cette approche permet de réduire l'impact résiduel du projet de plusieurs manières :

- Réduction des pertes directes dans l'aire de répartition du caribou;
- Réduction des pertes fonctionnelles d'habitats;
- Réduction de la portée du projet du côté est de la vallée de la rivière Sainte-Anne, favorisant éventuellement l'utilisation de ce territoire pour les déplacements des caribous.

Tableau 4 Bilan de l'analyse comparative des différents scénarios de retrait de branche d'éoliennes dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Critère d'analyse pour évaluer le gain pour le caribou et son habitat	Variante considérée			
	Retrait de la branche 1	Retrait de la branche 2	Retrait de la branche 3	Retrait de la branche 4
Nombre d'emplacements d'éoliennes retirés de l'aire de répartition du caribou	4	3	4	4
Superficie d'habitat essentiel à déboiser (ha)	0	0	0	0
Réduction de la superficie à déboiser dans l'aire de répartition (pertes directes)	-14,6 ha	-26,2 ha	-20,2 ha	-19,3 ha
Réduction de la superficie de peuplements résineux de 50 et plus à déboiser dans l'aire de répartition (pertes directes)	-0,8 ha	-5,3 ha	-6,8 ha	-11,7 ha
Réduction de l'influence du projet dans l'aire de répartition (pertes fonctionnelles en considérant la zone tampon de 500 m)	-13,7 %	-13,4 %	-20,4 %	-17,2 %
Réduction de l'influence du projet sur l'habitat essentiel (pertes fonctionnelles en considérant la zone tampon de 500 m)	-0,5 ha	Aucun changement	Aucun changement	-8,4 ha

Note : L'habitat essentiel pour le caribou forestier comprend tous les habitats existants, qu'ils soient perturbés ou non, à l'exception des perturbations permanentes et de leur zone tampon de 500 m. Cette définition est tirée des avis issus de la consultation des experts pour le présent projet, considérant que l'aire de répartition présente moins de 65 % d'habitat non perturbé.

4.1.2 Évaluation des impacts

4.1.2.1 Conséquence sur les objectifs du Programme de rétablissement d'ECCC (2020)

En réponse à la QC2-4 B du volume 5 de l'étude d'impact, la présente section vise à évaluer qualitativement et quantitativement les conséquences du projet sur les objectifs en matière de population et de répartition identifiés dans le Programme de rétablissement du Caribou des bois, population boréale (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a).

L'objectif en matière de population et de répartition pour l'aire de répartition de Charlevoix (QC2) est de mener à l'autosuffisance cette population locale (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). Le degré d'autosuffisance est jugé très peu probable pour cette population. Les principales menaces sont l'altération de l'habitat (causée par l'activité humaine ou les incendies de forêt) ainsi que la prédatation. La mise en enclos des caribous de cette harde est une mesure visant à stabiliser la population en déclin, en limitant notamment la prédatation. En ce qui a trait à l'habitat, l'objectif est d'atteindre un minimum de 65 % d'habitat non perturbé.

Selon les avis issus de la consultation des experts pour le présent projet, il est indiqué que « *en l'absence de plan par aire de répartition, ou de documents équivalents, ECCC considère tous les habitats existants, qu'ils soient perturbés ou non, dans une aire de répartition présentant moins de 65 % d'habitat non perturbé, comme étant de l'habitat essentiel à l'exception des perturbations permanentes et de leur zone tampon de 500 mètres.* » Selon le Programme de rétablissement d'ECCC (2020a), l'aire de répartition du caribou de Charlevoix répond à ces conditions en présentant un taux de perturbation de l'habitat d'environ 82 % (c'est-à-dire que 18 % des habitats de l'aire de répartition sont non perturbés).

En se basant sur cette définition, l'habitat essentiel pour le caribou totaliserait 0,5 % de la portion de l'aire de répartition du caribou incluse dans la zone d'étude, c'est-à-dire 30,3 ha répartis en cinq (5) polygones enclavés et isolés de 0,6 à 14,3 ha. Ces habitats essentiels présents sont illustrés sur la carte de l'annexe A du présent rapport. Plus de 76 % de cet habitat essentiel est perturbé de façon temporaire.

Les infrastructures permanentes ou temporaires du projet Secteur Charlevoix sont prévues en dehors de cet habitat essentiel (annexe A du présent rapport). Le projet n'entraînera donc pas de pertes d'habitat essentiel non perturbé, ce qui confirme que le projet ne portera pas atteinte aux objectifs du Programme de rétablissement d'ECCC (Environnement et Changement climatique Canada, 2020a). Une zone tampon de 500 m a été considérée autour de ces infrastructures afin d'avoir une meilleure représentation des effets combinés de la prédatation et de l'évitement, conformément à l'approche d'ECCC (2020a). Les pertes fonctionnelles associées à la **configuration 3** et à la **configuration 4** sont présentées au tableau 5.

Tableau 5 Pertes fonctionnelles d'habitat essentiel du caribou dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Niveau actuel de perturbation	Superficie d'habitat essentiel du caribou dans la portion de la zone d'étude incluse dans l'aire de répartition du caribou (ha)	Superficie d'habitat essentiel du caribou relative à l'implantation du projet (ha)	
		Dans les superficies à déboiser	Dans la zone tampon de 500 m autour des superficies à déboiser
Configuration 3			
Perturbation temporaire	22,7	0	8,9
Aucune perturbation	7,6	0	0
<i>Sous-total Configuration 3</i>	<i>30,3</i>	<i>0</i>	<i>8,9</i>
Configuration 4			
Perturbation temporaire	22,7	0	0,5
Aucune perturbation	7,6	0	0
<i>Sous-total Configuration 4</i>	<i>30,3</i>	<i>0</i>	<i>0,5</i>

Note : L'habitat essentiel correspond aux habitats existants, qu'ils soient perturbés ou non, dans une aire de répartition présentant moins de 65 % d'habitat non perturbé, à l'exception des perturbations permanentes et de leur zone tampon de 500 m.

Il y a 8,9 ha d'habitat essentiel dans la zone tampon de 500 m autour des superficies à déboiser en considérant la **configuration 3**, et ces habitats sont déjà perturbés de façon temporaire en raison d'activités sylvicoles (tableau 5). Il s'agit donc d'habitats non propices au caribou (coupe et régénération, classe d'âge 10 ans et moins). Ces superficies sont essentiellement liées à la branche 4 (8,4 ha) et dans une moindre mesure à la branche 1 (0,5 ha). Ainsi, en considérant la **configuration 4**, à la suite du retrait de la branche 4 et du déplacement de 2 emplacements à l'extérieur de l'aire de répartition, il n'y aurait que 0,5 ha d'habitat essentiel dans la zone tampon de 500 m autour des superficies à déboiser, soit une réduction de 94 %. Cette optimisation a ainsi permis de réduire significativement les superficies requises pour le projet à moins de 500 m d'habitats essentiels.

Par conséquent, le projet n'augmentera pas le niveau de perturbation de façon significative et n'empêchera pas la connectivité entre les habitats essentiels puisque ceux-ci sont déjà isolés et enclavés sur un territoire perturbé de façon permanente, d'autant plus que le projet est situé en périphérie de l'aire de répartition du caribou. De ce fait, le projet n'empêchera pas non plus la réduction du niveau de perturbation dans l'aire de répartition. L'habitat essentiel non perturbé sera conservé.

4.1.2.2 Évaluation des pertes directes et fonctionnelles

Dans le cadre des échanges tenus entre l'initiateur et la Direction de la gestion de la faune du MELCCFP, il a été demandé de tenir compte de l'évaluation des impacts en considérant un rayon de 4 km autour des éoliennes. Des études ont porté sur ce type de dérangement en lien avec des populations de rennes de la toundra eurasienne, *Rangifer tarandus tarandus*. Les résultats de ces études sont variables et possiblement liés aux types d'activités humaines avoisinantes, aux perturbations, au niveau de domestication des rennes et à l'habitat. Certains effets ont été détectés pour des populations vivant dans des habitats dénudés (taïga ou toundra alpine) où il n'y a aucun obstacle à la perception visuelle et sonore des éoliennes à grande distance (Strand *et al.*, 2017); des conditions qui ne s'appliquent pas à la

population boréale de Charlevoix, qui vit en milieu forestier dans un relief montagneux prononcé, ce qui pourrait susciter des réponses fonctionnelles ou comportementales différentes. Comme mentionné dans le dernier *Bilan de rétablissement du caribou forestier au Québec* (Équipe de rétablissement du caribou forestier du Québec, 2023), la transposition des conclusions des études portant sur les effets du développement éolien chez le renne à l'écologie du caribou forestier doit se faire avec précaution en raison des différences écologiques entre les systèmes.

L'initiateur a tout de même évalué les pertes directes et fonctionnelles d'habitat selon différentes zones d'influence et en fonction du niveau actuel de perturbation, sur la base de la **configuration 3**. Les résultats présentés au tableau 6 confirment que les infrastructures du projet Secteur Charlevoix sont prévues dans les habitats les plus perturbés et évitent les portions du territoire les moins perturbées. À toutes les échelles présentées dans le tableau 6, le taux de perturbation est supérieur à 98,5 %, c'est-à-dire au-dessus du taux actuel de perturbation de l'ensemble de l'aire de répartition.

Les infrastructures du projet Secteur Charlevoix sont entièrement prévues dans des zones d'influence de perturbations permanentes (annexe A du présent rapport). Les pertes directes sont principalement liées à des habitats en régénération issus des coupes récentes (classe d'âge 10 ans et moins). La perte directe de peuplements résineux de 50 ans et plus est atténuée par le fait que ces habitats ne sont pas propices au caribou du fait de leur niveau de perturbation.

En considérant la **configuration 3**, les pertes fonctionnelles d'habitat (dans un rayon de 500 m des superficies à déboiser) sont anticipées dans des zones d'influence de perturbations permanentes (1 807,0 ha, soit 99,5 %) ou temporaires (8,9 ha, soit 0,5 %). Aucune perte fonctionnelle d'habitat non perturbé n'est anticipée. La perte fonctionnelle d'habitat dans des zones d'influence de perturbations temporaires (totalisant 8,9 ha) est prévue dans des habitats non propices au caribou (coupe récente et régénération). Comme il est mentionné à la section précédente, la perte fonctionnelle d'habitat dans des zones d'influence de perturbations temporaires totalise 0,5 ha en considérant la **configuration 4**, soit une réduction de 94 %.

Des pertes fonctionnelles (potentielles et graduelles) d'habitat ont été évaluées dans un rayon de 4 km autour des éoliennes de la **configuration 3**. À cette échelle, ces pertes éventuelles sont anticipées principalement dans des zones d'influence de perturbations permanentes (9 544,4 ha, soit 98,5 %) ou temporaires (119,8 ha, soit 1,2 %). Au total, 17,0 ha de peuplements résineux de 50 ans et plus, non perturbés, sont situés dans ce rayon de 4 km. Ces habitats sont illustrés sur la carte de l'annexe A du présent rapport. Ces peuplements résineux sont regroupés dans deux portions du territoire non perturbées : à environ 2,6 km au nord de la branche 3 et à environ 2,4 km à l'ouest de la branche 1.

Tableau 6 Pertes directes et fonctionnelles d'habitats dans l'aire de répartition du caribou, en fonction du niveau actuel de perturbation, dans le contexte de l'implantation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Niveau actuel de perturbation	Superficies à déboiser pour le projet dans l'aire de répartition (perte directe)	Zone d'influence de 500 m des superficies à déboiser dans l'aire de répartition (perte fonctionnelle d'habitat)	Rayon de 4 km des éoliennes situées dans l'aire de répartition (perte fonctionnelle potentielle et graduelle)	Total
Perturbation permanente				
Coupe et régénération (10 ans et moins)	35,2	568,3	2 009,6	2 613,0
Peuplements résineux (50 ans et plus)	26,6	657,7	3 348,7	4 033,0
Peuplements résineux (moins de 50 ans)	9,9	247,8	838,4	1 096,1
Feuillus et mélangés	12,2	206,3	1 011,3	1 229,9
Milieux non forestiers	0,6	42,4	529,4	572,5
<i>Sous-total</i>	84,6	1 722,5	7 737,4	9 544,4
Perturbation temporaire				
Coupe et régénération (10 ans et moins)	0	8,9	7,9	16,8
Peuplements résineux (50 ans et plus)	0	0	42,3	42,3
Peuplements résineux (moins de 50 ans)	0	0	2,0	2,0
Feuillus et mélangés	0	0	46,4	46,4
Milieux non forestiers	0	0	12,2	12,2
<i>Sous-total</i>	0	8,9	110,9	119,8
Aucune perturbation				
Coupe et régénération (10 ans et moins)	0	0	0	0
Peuplements résineux (50 ans et plus)	0	0	17,0	17,0
Peuplements résineux (moins de 50 ans)	0	0	0	0
Feuillus et mélangés	0	0	5,0	5,0
Milieux non forestiers	0	0	0	0
<i>Sous-total</i>	0	0	22,0	22,0
Total	84,6	1 731,4	7 870,3	9 686,2
Proportion de perturbations permanentes (%)	100,0	99,5	98,3	98,5
Proportion de peuplements résineux de 50 ans et plus (%)	31,4	38,0	43,3	42,2

Il est important de noter que les pertes potentielles à cette échelle (rayon de 4 km) devraient suivre un gradient de répercussions, allant de la fuite ou l'évitement jusqu'à l'augmentation de la vigilance, à mesure que la distance avec les infrastructures augmente (MFFP, 2021). Les réponses fonctionnelles ou comportementales varient en fonction de divers facteurs, notamment la topographie et le couvert forestier, mais aussi le degré d'habitation, la taille des hardes, le sexe et l'âge des individus, ou encore les saisons (MFFP, 2021).

De plus, pour éviter de surestimer d'éventuelles pertes fonctionnelles d'habitat liées au projet, il faut également tenir compte de l'influence des infrastructures déjà en place, notamment les éoliennes des parcs éoliens de la Seigneurie de Beaupré 2 & 3, ainsi que la ligne de transport à 735 kV située à environ 2,5 km au nord de la limite de la Seigneurie de Beaupré (voir la carte de l'annexe A du présent rapport). Ces infrastructures pourraient avoir une influence sur l'utilisation du territoire par le caribou. En effet, Lesmerises et al (2013) ont documenté que les caribous avaient tendance à éviter les habitats à proximité des lignes de transport d'électricité et à éviter de traverser son emprise. La présence des lignes pourrait influencer le comportement des caribous jusqu'à une distance de 2 km selon les saisons.

4.1.2.3 Conclusion

Le projet Secteur Charlevoix n'augmentera pas le niveau de perturbation des habitats dans l'aire de répartition du caribou de façon significative. En effet, le projet est situé en périphérie de cette aire de répartition, dans les habitats les plus perturbés et évite les portions du territoire les moins perturbées. De plus, les infrastructures du projet sont entièrement prévues dans des zones d'influence de perturbations permanentes existantes (éoliennes, chemins et ligne de transport d'électricité). L'optimisation du projet, par le retrait de la branche 4 et le déplacement de deux éoliennes (**configuration 4**), a permis de réduire le nombre d'éoliennes dans l'aire de répartition du caribou. Les éventuelles pertes fonctionnelles d'habitat sont associées à des habitats résiduels, isolés et enclavés, non propices aux caribous à l'heure actuelle.

L'initiateur réitère son engagement de mettre en place les mesures d'atténuation mentionnées dans l'étude d'impact, notamment afin de réduire la superficie requise pour la construction du projet. Des mesures d'atténuation additionnelles pourraient être mises en application par l'initiateur dans l'éventualité où la harde de caribous de Charlevoix était libérée de son enclos au moment de la construction du projet. Le cas échéant, l'initiateur s'engage à collaborer avec les autorités concernées afin d'identifier les mesures appropriées à mettre en place.

Finalement, l'initiateur s'engage également à discuter de possibles mesures de compensation avec les autorités concernées afin de bien les cibler et de maximiser leurs bénéfices. Ces possibles mesures de compensation pourraient porter sur la fermeture de chemins forestiers (et les méthodes appropriées pour ce faire au niveau de la décompaction, le reboisement en résineux, le contrôle des feuillus, etc.), le contrôle des prédateurs ou encore le financement de projets de recherche. Ces éventuelles mesures devraient s'arrimer avec les objectifs de la Stratégie de protection du caribou forestier du gouvernement du Québec lorsqu'elle sera rendue publique. L'initiateur s'engage également à étudier la possibilité de fermer des chemins en doublons, dans la mesure du possible et sous condition d'obtenir l'autorisation du propriétaire.

4.2 Grive de Bicknell et son habitat

4.2.1 Évaluation préliminaire présentée dans l'étude d'impact sur l'environnement

Dès les premières étapes du projet, l'initiateur a consulté les sources de données disponibles en lien avec la présence de la grive de Bicknell sur le territoire, notamment auprès du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) et du Séminaire de Québec. Une attention particulière est portée par ce dernier à la protection de l'habitat de la grive de Bicknell sur le territoire de la Seigneurie de Beaupré. Des peuplements ayant un potentiel élevé d'utilisation par cette espèce sont identifiés et cartographiés et des peuplements ont été préservés à titre d'aires de conservation.

Un inventaire spécifique a été effectué en 2021 afin de décrire la présence de la grive de Bicknell durant la nidification, en suivant la méthodologie décrite dans le protocole de référence (MDDEFP, 2013). L'inventaire a été réalisé entre le 5 et le 18 juin 2021 à partir de 41 points d'appel répartis en prenant en considération l'emplacement préliminaire des éoliennes, les habitats propices à la grive de Bicknell et l'accessibilité au territoire. Aucune grive de Bicknell n'a été détectée dans la zone d'étude du projet Secteur Charlevoix au cours de l'inventaire spécifique à cette espèce effectué en 2021. Un résultat identique avait été obtenu sur ce territoire en 2011 dans un contexte similaire (PESCA Environnement, 2012).

4.2.2 Inventaires complémentaires et caractérisation de l'habitat en 2023

Dans le contexte de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact, l'initiateur s'est engagé à collaborer avec les autorités concernées afin de poursuivre les efforts visant à réduire l'impact sur la grive de Bicknell et son habitat. Pour ce faire, une étude complémentaire a été effectuée en 2023 en accord avec la Direction de la gestion de la faune de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, en se basant sur l'approche décrite dans le protocole de référence (MDDEFP, 2013). Le rapport complet présentant les résultats de ces inventaires est présenté à l'annexe C du volume 5 de l'étude d'impact.

L'approche méthodologique visait à documenter la présence de la grive de Bicknell et la qualité des habitats pour cette espèce. Une cartographie préliminaire des habitats potentiels de la grive de Bicknell a été préparée en collaboration avec la Direction de la gestion de la faune de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches. L'étude complémentaire a été effectuée grâce à une combinaison de deux types d'inventaires : un inventaire par appel (à partir de 87 points) et une caractérisation de l'habitat (à partir de 57 transects, soit 50 transects couverts dans un premier temps et auxquels se sont ajoutés 7 transects couverts en septembre 2023 aux fins de l'optimisation). Les inventaires par appel ont révélé la présence de grives de Bicknell à 5 des 87 points d'appel couverts (1 point avec deux grives et 4 points avec une seule grive). Tous les habitats où la grive de Bicknell a été confirmée ont été caractérisés. Au total, 57 transects de caractérisation ont été réalisés : 7 correspondent à des habitats optimaux, 23 à des habitats sous-optimaux et 27 à des habitats inadéquats.

L'inventaire a été réalisé en considérant la **configuration 3**. Les données recueillies ont permis d'optimiser le projet (**configuration 4**) en se basant sur la grille décisionnelle décrite dans le protocole de référence en vigueur (MDDEFP, 2013), en considérant que le projet est situé dans un secteur où l'habitat est largement réparti. La qualité de l'habitat de la grive de Bicknell a été évaluée (optimale, sous-optimale ou inadéquate) selon les critères de densité, de composition et de structure totale conformément au

protocole (MDDEFP, 2013). Lorsque la présence de grives et d'habitats de qualité était confirmée près d'une position d'éolienne potentielle, la caractérisation était étendue afin de couvrir les superficies environnantes. L'objectif était de trouver des positions alternatives hors d'un habitat optimal afin d'y micropositionner l'éolienne.

4.2.3 Optimisation du projet

L'approche d'optimisation priorisée par l'initiateur est basée sur l'application de la séquence « éviter-minimiser-compenser » en suivant les étapes suivantes :

1. Micropositionner les éoliennes où la grive a été détectée et où l'habitat est optimal ou sous-optimal dans la zone constructible, dans un habitat inadéquat ou sous-optimal, lorsque cela s'avère possible, comme il est indiqué dans la grille décisionnelle décrite dans le protocole (MDDEFP, 2013);
2. Étudier les possibilités de repositionnement de l'éolienne dans une autre zone constructible adjacente, lorsque cela s'avère possible, en tenant compte de la cartographie de l'habitat potentiel de la grive de Bicknell;
3. Élaborer un ou des tracés de chemins alternatifs afin de permettre l'accès aux éoliennes, en tenant compte de la cartographie de l'habitat potentiel de la grive de Bicknell;
4. Advenant l'absence d'habitat inadéquat ou sous-optimal dans les zones constructibles d'origine ou adjacentes d'une éolienne, étudier la possibilité de retirer l'emplacement de la configuration et l'impact potentiel sur le projet;
5. Advenant l'impossibilité technique ou autre de modifier le tracé d'un chemin pour éviter les habitats optimaux et sous-optimaux, étudier la possibilité de retirer l'emplacement ou les emplacements d'éoliennes desservies par le chemin en question et l'impact potentiel sur le projet;
6. Analyser l'impact sur le projet avec les positions et les tracés de chemins alternatifs afin de confirmer la faisabilité de l'optimisation et du retrait des éoliennes, le cas échéant;
7. Advenant un impact significatif ou prohibitif sur la faisabilité du projet de certaines optimisations et alternatives, prévoir un ou des scénarios minimisant l'impact sur l'habitat de la grive de Bicknell tout en conservant suffisamment d'emplacements de recharge;
8. Déterminer des options de compensation, comme la protection d'habitats, en collaboration avec le Séminaire de Québec, pour les pertes d'habitat inévitables, le cas échéant.

Les efforts d'évitement sont illustrés sur les cartes de l'annexe B du présent rapport et présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 Synthèse de l'évitement des habitats de la grive de Bicknell durant le processus d'optimisation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Habitat de la grive de Bicknell	Superficies comprises dans le déboisement requis pour la construction (ha)							
	Configuration 3				Configuration 4			
	Éolienne	Chemins	Poste	Total	Éolienne	Chemins	Poste	Total
Optimal	1,7	1,8	0	3,5	0,9	1,1	0	1,9
Sous-optimal	5,2	7,0	0	12,2	3,1	7,2	0	10,3
Inadéquat	4,5	6,7	1,8	13,0	7,3	7,1	0	14,4
Hors habitat	60,6	431,6	2,0	494,2	58,6	420,8	4,0	483,4
Total	72,0	447,1	3,8	522,8	69,9	436,1	4,0	510,0

En considérant la **configuration 3**, des habitats optimaux ou sous-optimaux sont présents à 8 des 72 emplacements d'éoliennes potentiels et le déboisement requis pour la construction du projet entraînerait des pertes d'environ 3,5 ha d'habitat optimal et 12,2 ha d'habitat sous-optimal. Ces superficies sont associées à l'implantation d'éoliennes et à la construction de chemins (tableau 7). Les autres superficies liées au projet (bancs d'emprunt, aires temporaires, poste de raccordement) sont en dehors de l'habitat de qualité pour la grive de Bicknell.

En considérant la **configuration 4**, des habitats optimaux ou sous-optimaux sont présents à 6 des 68 emplacements d'éoliennes potentiels et le déboisement requis pour la construction du projet entraînerait des pertes d'environ 1,9 ha d'habitat optimal et 10,3 ha d'habitat sous-optimal (tableau 7). Cette optimisation du projet a ainsi permis de réduire de 44 % la perte d'habitats optimaux pour la grive de Bicknell, et de 16 % la perte d'habitats sous-optimaux, principalement en repositionnant des éoliennes et en ajustant le tracé des chemins d'accès.

4.2.4 Revue de l'impact

Le déboisement en phase construction pourrait contribuer à modifier l'habitat de la grive de Bicknell et avoir un effet sur sa présence, du moins sur une courte période (Lemaître & Lamarre, 2020). Différentes études suggèrent que l'espèce demeure présente dans des habitats de qualité à proximité des parcs éoliens après leur construction (Lemaître & Lamarre, 2020; Parrish, 2013). Des résultats similaires ont été obtenus lors des suivis effectués dans les parcs éoliens de la Seigneurie de Beaupré, c'est-à-dire que la grive de Bicknell y demeure présente (PESCA Environnement, 2018, 2019).

Sur la base de la cartographie préliminaire fournie par la Direction de la gestion de la faune de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, les habitats potentiels de la grive de Bicknell totaliseraient 566 km² dans la Seigneurie de Beaupré, soit environ 35 % de ce territoire. À titre comparatif, l'habitat de nidification potentiel pour l'espèce au Canada a été estimé à 48 850 km² et il est principalement situé au Québec, et dans une moindre mesure, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (Environnement et Changement climatique Canada, 2020b). Au Canada, comme dans la Seigneurie de Beaupré, une grande partie de l'habitat potentiel est situé en forêt sous aménagement forestier.

Une étude du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs a permis de conclure que les principaux impacts de l'implantation de parcs éoliens sur la grive de Bicknell au Québec sont la perte d'habitats et le

dérangement en phase construction et que le micropositionnement, tel qu'il est décrit dans le protocole de référence (MDDEFP, 2013), est une approche d'atténuation efficace (Lemaître & Lamarre, 2020). D'ailleurs, cette étude n'a détecté aucun impact significatif de l'implantation d'éoliennes sur la présence de la grive de Bicknell lorsque l'approche d'évitement (micropositionnement) était appliquée (Lemaître & Lamarre, 2020). La présence de la grive de Bicknell ne semble pas influencée par la proximité des éoliennes. Sa grande fidélité aux sites de nidification pourrait expliquer son maintien après l'implantation de parcs éoliens, lorsque les habitats de qualité à haute altitude sont conservés (Lemaître & Lamarre, 2020). Dans le contexte du projet Secteur Charlevoix, l'initiateur s'est donc engagé à mettre en œuvre des mesures d'atténuation qui visent à réduire l'impact sur la grive de Bicknell et son habitat, en privilégiant d'une part les efforts d'évitement des habitats optimaux (par un micropositionnement) et d'autre part, en limitant le dérangement en phase construction.

L'initiateur a effectué des inventaires complémentaires en 2023 afin de vérifier la présence d'habitats optimaux ou sous-optimaux dans les superficies requises pour le projet et de confirmer la présence de la grive de Bicknell dans ces habitats. L'initiateur est parvenu à réduire les pertes d'habitats optimaux et sous-optimaux en priorisant les efforts d'évitement lors du présent processus d'optimisation.

L'impact du projet sur la grive de Bicknell a été réévalué en suivant la méthodologie décrite à l'annexe A du volume 1 de l'étude d'impact. Compte tenu des impacts appréhendés sur la grive de Bicknell et son habitat, de l'approche d'évitement qui a été mise en œuvre et de la qualité de ces habitats évaluée à la lumière des résultats de 2023 et décrits à la section précédente, l'importance de l'impact du projet sur l'habitat de la grive de Bicknell serait moyenne. Les mesures d'atténuation suivantes sont prévues afin de réduire cet impact :

- Réduire les superficies requises pour la construction du projet afin de limiter la perte d'habitat;
- Planifier les activités de déboisement hors de la période de nidification, qui s'étend du 1^{er} mai au 15 août, dans les secteurs où l'espèce a été entendue de même que dans les secteurs où son habitat aura été caractérisé comme étant optimal.

L'application de ces mesures d'atténuation particulières, qui répondent aux recommandations de Lemaître & Lamarre (2020), permet d'envisager un impact résiduel peu important sur la grive de Bicknell et son habitat.

Un cumul des impacts est possible lorsque deux ou plusieurs réalisations ou activités modifient une même composante du milieu. L'initiateur a appliqué la même démarche d'évitement ainsi que l'approche d'optimisation dans le développement du projet éolien Des Neiges - Secteur sud et s'engage à faire de même dans le développement du Secteur ouest. Dans sa plus récente évaluation, l'initiateur est parvenu réduire de 58 % la perte d'habitats optimaux et de 49 % la perte d'habitats sous-optimaux durant le processus d'optimisation du projet Secteur sud. À ce stade-ci, les superficies impliquées dans le secteur ouest ne sont pas connues, ainsi que les impacts potentiels sur la grive de Bicknell et son habitat. Sur la base de ces résultats, l'initiateur anticipe des impacts résiduels peu importants.

En ciblant un territoire déjà perturbé et voué à l'exploitation forestière, l'initiateur limite également l'impact cumulatif du projet et des activités sylvicoles. L'initiateur, au cours du développement de son projet, a porté une attention particulière afin de réduire au minimum l'impact sur les peuplements forestiers et les habitats fauniques. Ainsi, les superficies nécessaires à la construction du projet Secteur Charlevoix seront réduites. Les chemins existants seront utilisés, ce qui contribuera à réduire la superficie déboisée et, par

le fait même, l'impact cumulatif. La même approche serait privilégiée pour le développement des autres secteurs du projet éolien Des Neiges (sud et ouest). En conséquence, l'impact cumulatif sera réduit au minimum.

4.3 Milieux humides et hydriques

4.3.1 Évaluation préliminaire et premiers efforts d'évitement avant le dépôt de l'étude d'impact sur l'environnement

Dès les premières étapes du projet, l'initiateur s'est engagé à appliquer la séquence « éviter-minimiser-compenser » dans un objectif d'aucune perte nette de milieu humide ou hydrique. L'initiateur a ainsi mis en place une démarche visant à éviter autant que possible les pertes de milieux humides et hydriques, le plus tôt possible lors de la conception du projet, et à réduire les impacts sur le milieu récepteur. Il s'agit de l'approche que recommande le MELCCFP, approche présentée à l'article 46.0.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE). Les pertes résiduelles de milieux humides et hydriques seront compensées afin de contrebalancer les pertes de fonctionnalité occasionnées par l'atteinte aux milieux visés. Le *Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques* (RCAMHH) précise les modalités d'application et du calcul de la contribution financière.

Dans l'étude d'impact, l'initiateur a présenté une évaluation préliminaire des atteintes anticipées aux milieux humides et hydriques, ainsi que ses premières démarches d'évitement. Les résultats sont décrits dans l'étude 1 du volume 3 et résumés dans la présente section. L'évaluation a été faite de façon conservatrice en considérant des superficies maximales (largeur de l'emprise des chemins, aires de travail pour l'installation des éoliennes, aires temporaires pour l'entreposage, la fabrication de béton et le chantier) et le scénario comprenant un nombre maximal d'éoliennes, à savoir 86 emplacements potentiels. À ce moment, aucun banc d'emprunt potentiel n'était pris en considération. La cartographie des milieux humides et hydriques potentiels reposait sur des sources de données provenant du gouvernement du Québec (2020) ainsi que sur des outils issus de relevés LiDAR. Cette cartographie a été bonifiée par une validation ciblée effectuée au terrain durant l'été 2021.

En se basant sur ces paramètres, l'empiètement initial de la **configuration 1** a été évalué à 8,4 ha dans des milieux humides potentiels et à 7,1 ha dans des milieux hydriques potentiels.

Dans sa démarche d'évitement des milieux humides et hydriques, l'initiateur a optimisé une première fois son projet de façon à réduire l'empiètement dans ces milieux, principalement grâce à une optimisation du tracé des chemins d'accès aux éoliennes. L'empiètement de la **configuration 2** a été évalué à 7,9 ha dans des milieux humides potentiels et à 6,7 ha dans des milieux hydriques potentiels. Il s'agissait d'une diminution de l'atteinte à ces milieux de 6 %.

4.3.2 Caractérisation et délimitation des milieux humides et hydriques

PESCA Environnement a réalisé des visites sur le terrain en 2022 et en 2023 dans le but de caractériser et de délimiter les milieux humides et hydriques susceptibles d'être affectés par le projet.

L'identification et la délimitation des milieux humides ont été effectuées conformément au guide *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional* (Lachance et al., 2021). La caractérisation des milieux humides a été réalisée à partir de 243 stations de caractérisation.

Les milieux hydriques, incluant le type d'écoulement et les limites du littoral et de la rive, ont été caractérisés selon l'*Aide-mémoire : Fiche d'identification et délimitation des milieux hydriques* (MELCC, [s. d.]-a) et l'*Aide-mémoire : Méthodes de détermination de la limite du littoral* (MELCC, [s. d.]-b). L'annexe I du RAMHHS (Q-2, r. 0.1) prescrit les méthodes pour délimiter le littoral, selon la situation applicable. Ces données ont été recueillies le long de 174 sections transversales (transects).

Les données ont été récoltées sur le terrain afin d'orienter les efforts d'évitement au cours des étapes subséquentes d'optimisation. Tous les résultats seront présentés dans la caractérisation complète qui sera transmise au plus tard lors du dépôt de la première demande visant l'obtention d'une autorisation ministérielle en vertu de l'article 22 de la LQE.

4.3.3 Optimisation du projet

Les milieux humides et hydriques sont illustrés sur les cartes de l'annexe B du présent rapport et les superficies détaillées selon les différentes configurations sont présentées au tableau 8. Les pertes sont essentiellement associées à l'aménagement ou la mise à niveau des chemins et à l'implantation des éoliennes. L'empiètement existant, associé dans la plupart des cas aux chemins forestiers existants, a été retiré des milieux humides et hydriques illustrés sur lesdites cartes et des superficies indiquées au tableau 8.

Tableau 8 Synthèse de l'évitement des milieux humides et hydriques durant le processus d'optimisation du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Élément du projet	Superficie totale requise (ha)	Superficie dans des milieux humides (ha)	Superficie dans des milieux hydriques – rive et littoral (ha)
Configuration 3			
Éoliennes (72)	72,0	0,8	< 0,1
Chemins	447,1	4,9	16,1
Poste de raccordement	3,8	0,1	0
Aires temporaires (bureaux, entreposage, béton)	6,8	0	0
Bancs d'emprunt	31,2	< 0,1	0,3
<i>Sous-total Configuration 3</i>	<i>560,9</i>	<i>5,8</i>	<i>16,4</i>
Configuration 4			
Éoliennes (68)	69,9	0,8	< 0,1
Chemins	436,1	2,9	13,1
Poste de raccordement	4,0	0	0
Aires temporaires (bureaux, entreposage, béton)	37,1	0	0
Bancs d'emprunt	29,9	0	0
<i>Sous-total Configuration 4</i>	<i>576,9</i>	<i>3,7</i>	<i>13,1</i>

En considérant la **configuration 3**, l'empiètement lié à la construction du parc éolien est évalué à 5,8 ha dans des milieux humides et à 16,4 ha dans des milieux hydriques (tableau 8).

En considérant la **configuration 4**, l'empiètement lié à la construction du parc éolien est évalué à 3,7 ha dans des milieux humides et à 13,1 ha dans des milieux hydriques. Cette optimisation du projet a ainsi permis de réduire l'atteinte à ces milieux en réduisant l'empiètement de 36 % dans les milieux humides et de 20 % dans les milieux hydriques. En considérant la contingence de 20 %, l'estimation mène à des pertes totalisant 4,5 ha dans des milieux humides et à 15,7 ha dans des milieux hydriques.

L'initiateur réitère que les pertes précises et exactes seront confirmées sur la base de la caractérisation complète qui sera transmise au plus tard lors du dépôt de la première demande visant l'obtention d'une autorisation ministérielle en vertu de l'article 22 de la LQE.

4.3.4 Revue de l'impact

La construction de chemins et l'installation de ponceaux pourront entraîner une perte de milieux humides ainsi qu'une modification de l'écoulement des eaux de surface et un apport de sédiments dans les cours d'eau. L'initiateur s'est engagé à appliquer la séquence « éviter-minimiser-compenser » dans un objectif d'aucune perte nette de milieux humides ou hydriques. Comme il est mentionné à la section précédente, ce processus a permis de réduire significativement l'atteinte à ces milieux en priorisant l'évitement.

Les chemins ont été planifiés de manière à maximiser l'utilisation des chemins existants de la Seigneurie de Beaupré et à réduire le nombre de traverses de cours d'eau. Les principales mesures citées au RADF et dans le guide *Saines pratiques : voirie forestière et installation de ponceaux* (MRN, 2001) seront appliquées lors de la construction des chemins et des traverses de cours d'eau afin de protéger le milieu aquatique. Les *Bonnes pratiques pour la conception et l'installation de ponceaux de moins de 25 mètres* seront prises en considération, comme le recommande Pêches et Océans Canada, afin d'assurer le libre passage des poissons et de conserver son habitat (MPO, 2010).

Depuis la dernière évaluation de l'impact sur les milieux humides et hydriques, présentée dans le volume 1 de l'étude d'impact, l'initiateur est parvenu à réduire les pertes anticipées en priorisant les efforts d'évitement lors du présent processus d'optimisation. L'impact est donc moindre que celui estimé dans l'évaluation précédente. En réduisant le nombre d'éoliennes requises pour le projet, et en priorisant les efforts d'évitement, l'initiateur a réduit l'intensité et l'importance de l'impact sur les milieux humides et hydriques. Considérant que l'initiateur s'est engagé à compenser les pertes inévitables, conformément à la réglementation applicable et en vigueur, l'impact résiduel sera peu important.

4.4 Réseau de transport

En complément à la réponse à la question QC2-9 (volume 5 de l'étude d'impact), la présente section comprend les détails relatifs au transport et à la circulation en considérant la **configuration 4**. L'initiateur a poursuivi ses efforts d'optimisation visant à réduire l'impact sur le réseau routier.

4.4.1 Composantes et transport

Les composantes à transporter ainsi que leurs caractéristiques (dimensions et poids maximaux) sont détaillées dans le tableau 9. Les composantes les plus lourdes des modèles d'éoliennes considérés ont été utilisées; il s'agit donc d'un hybride entre plusieurs modèles permettant d'estimer un impact maximal pour chaque composante. Chaque composante nécessite un transport spécifique. En conséquence, le nombre total de transports requis pour les composantes du projet Secteur Charlevoix est d'au maximum 816 transports. Les détails relatifs au transport de ces composantes, ainsi que les charges axiales par essieu, sont présentés au tableau 10.

Tableau 9 Caractéristiques des composantes à transporter pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Composante	Quantité maximale	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Poids (kg)
Tour					
Section 1	68	9,10	4,45	4,45	73 000
Section 2	68	13,72	4,45	4,44	73 000
Section 3	68	17,08	4,44	4,43	73 000
Section 4	68	22,40	4,43	4,42	73 000
Section 5	68	26,88	4,42	4,41	73 000
Section 6	68	35,00	4,41	4,41	73 000
Pales	204	80,45	4,55	4,03	41 733
Moyeu (hub)	68	4,80	4,40	4,42	62 091
Génératrice (PowerTrain)	68	8,05	3,40	3,28	94 492
Nacelle	68	18,27	4,29	4,35	70 610
Total	816	–	–	–	–

Tableau 10 Caractéristiques des véhicules lourds requis pour le transport des composantes du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

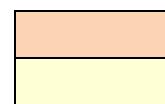
Composante	Type de remorque	Poids axial par essieu (kg)															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Tour																	
Section 1	Schnabel 13 essieux	6 566	9 229	9 229	9 229	9 274	9 274	9 274	9 331	9 331	9 331	9 314	9 314	9 314			118 010
Section 2	Schnabel 13 essieux	6 566	9 229	9 229	9 229	9 274	9 274	9 274	9 331	9 331	9 331	9 314	9 314	9 314			118 010
Section 3	Schnabel 12 essieux	6 326	8 942	8 942	8 942	9 040	9 040	9 040	9 261	9 261	9 261	9 336	9 336				106 731
Section 4	Schnabel 11 essieux	6 169	10 270	10 270	8 947	8 947	8 947	8 376	8 376	8 376	8 439	8 439					95 555
Section 5	Demi-schnabel 10 essieux	6 545	9 809	9 809	9 809	9 993	9 993	9 993	9 993	9 993	9 993						95 930
Section 6	Demi-schnabel 10 essieux	6 545	9 809	9 809	9 809	9 993	9 993	9 993	9 993	9 993	9 993						95 930
Pales	Schnabel 8 essieux	6 350	10 000	10 000	10 000	9 000	9 000	9 000	9 000								72 350
Moyeu (hub)	Plancher surbaissé 13 essieux	6 229	8 184	8 184	8 184	8 132	8 132	8 132	8 184	8 184	8 184	8 184	8 184	8 184			104 281
Génératerice (PowerTrain)	Remorque hydraulique 12 essieux	7 000	14 500	14 500	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700	11 700		176 400
Nacelle	Plancher surbaissé 13 essieux	6 823	6 823	10 277	10 277	10 296	10 296	10 296	10 133	10 133	10 133	9 600	9 600	9 600			124 287

Légende des groupes d'essieux :



Conduite

Traction camion



Diabolo tracté

Essieu avant remorque



Essieu arrière remorque

4.4.2 Plan de transport préliminaire

L'objectif du présent plan de transport préliminaire est d'identifier, d'analyser et de sélectionner les itinéraires privilégiés pour permettre l'acheminement des composantes d'éoliennes jusqu'au site du projet. Tôt dans le processus, l'initiateur a pris en charge cet enjeu et entamé des discussions avec le ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD), des transporteurs routiers, des transporteurs ferroviaires, des ports, ou encore des représentants de la construction afin de prendre en considération l'ensemble des options existantes et des contraintes de transport. Les premières livraisons pour le projet Secteur Charlevoix sont envisagées au cours de l'été 2025.

4.4.2.1 Ports potentiels

La première étape consiste à dresser la liste des ports susceptibles d'accueillir les composantes, en fonction de différents critères. Pour diverses raisons techniques et économiques, les ports de la rive sud du fleuve Saint-Laurent n'ont pas été retenus. Cette analyse a permis d'identifier les ports potentiels suivants, qui ont été pris en considération au cours des étapes subséquentes :

- Grande-Anse;
- Québec – quai 108;
- Québec – Beauport;
- Pointe-au-Pic;
- Trois-Rivières.

4.4.2.2 Choix du port et itinéraire

La seconde étape consiste à analyser la faisabilité du transport de chaque type de composante selon le niveau des contraintes décrites ci-dessous afin d'orienter le choix du port et de sélectionner les itinéraires privilégiés.

Dans le cas des ports, les contraintes évaluées sont :

- la capacité du quai;
- la disponibilité du port;
- la capacité de stockage;
- la manœuvrabilité au sein des installations.

Dans le cas de l'itinéraire, les contraintes évaluées sont :

- la distance par rapport au projet;
- la manœuvrabilité sur le trajet, considérant le gabarit des composantes;
- le nombre de structures à franchir, considérant le poids des composantes;
- l'impact sur la circulation;
- le couvre-feu de Québec.

Les résultats sont décrits ci-dessous selon chaque type de composante.

Pales

La hiérarchisation des niveaux de contraintes liées aux ports et aux itinéraires pour le transport des pales est présentée au tableau 11. Le principal enjeu lié au transport des pales est lié à leur longueur. La manœuvrabilité dans le port et tout le long de l'itinéraire est donc à prioriser. En revanche, les pales sont relativement légères. Le poids ne représente pas un enjeu au regard de la portance des quais ou du franchissement des structures.

Le port de Grande-Anse répondrait le mieux à cet enjeu. Il se situe dans une zone à faible densité (à l'inverse des ports de Québec) et la connexion avec la route 175 se fait sans aménagement majeur. La distance importante est compensée par la bonne qualité des routes 175 et 138, qui permettront aux convois de rejoindre le site en trois heures environ. L'itinéraire privilégié pour le transport des pales à partir du port de Grande-Anse est illustré à l'annexe C du présent rapport.

La capacité de stockage des pales aux ports est également un facteur à considérer. Lorsqu'un bateau arrive à quai, les pales sont déchargées puis stockées sur le quai avant d'être transportées sur le site du projet à raison de deux lots de trois pales par semaine. Encore une fois, le port de Grande-Anse répondrait le mieux à cet enjeu puisqu'il dispose d'une très vaste zone de stockage.

La formation de convois de trois pales ou le passage de nuit pourraient permettre d'atténuer l'impact du transport sur la circulation.

Tableau 11 Hiérarchisation des contraintes considérées pour le transport des pales pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Port potentiel	Niveau de contrainte liée aux ports					Niveau de contrainte liée à l'itinéraire				
	Capacité du quai	Disponibilité	Capacité de stockage	Maneuvrabilité		Distance	Maneuvrabilité	Nombre de ponts	Impact sur la circulation	Couvre-feu de Québec
Grande-Anse	s. o.	Faible	Faible	Faible		Fort	Faible	s. o.	Modéré	Modéré
Québec – quai 108	s. o.	Faible	Faible	Fort	Faible	Fort	s. o.	Fort	Modéré	
Québec – Beauport	s. o.	Fort	Fort	Fort	Faible	Fort	s. o.	Fort	Modéré	
Pointe-au-Pic	s. o.	Faible	Fort	Fort	Modéré	Modéré	s. o.	Faible	s. o.	
Trois-Rivières	s. o.	Modéré	Fort	Fort	Fort	Fort	s. o.	Fort	Modéré	

Note : le port répondant le mieux aux contraintes considérées est indiqué en vert et en gras.

Tours, nacelles et moyeux

La hiérarchisation des niveaux de contraintes liées au transport des tours, des nacelles et des moyeux est présentée au tableau 12. Chaque tour est composée de six sections. En considérant un maximum de 68 éoliennes, cela représente 408 transports de composantes. De ce fait, le principal enjeu est lié à la distance entre le port et le site du projet. Par conséquent, l'initiateur a ciblé les deux ports de Québec (Beauport et quai 108) et priorisé l'itinéraire le plus court possible afin de maintenir une cadence de livraison en phase avec les besoins de la construction du projet, mais également dans le but de minimiser les impacts sur la circulation.

En raison d'un taux d'occupation très élevé, le port de Beauport n'a pas la capacité d'accueillir autant de composantes. Le quai 108 a donc été privilégié pour recevoir les sections de tours, les nacelles et les moyeux. Ce dernier dispose en plus d'une large capacité de stockage directement sur le port, ce qui représente un atout majeur. L'itinéraire privilégié pour le transport des tours, des nacelles et des moyeux à partir du quai 108 est illustré à l'annexe C du présent rapport.

La principale contrainte est liée au respect du couvre-feu de Québec. Pour remédier à cet enjeu, l'initiateur organisera les transports des composantes en avance et aménagera une zone de stockage sur le site du projet.

Tableau 12 Hiérarchisation des contraintes considérées pour le transport des tours, des nacelles et des moyeux pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Port potentiel	Capacité du quai	Niveau de contrainte liée aux ports			Niveau de contrainte liée à l'itinéraire				
		Disponibilité	Capacité de stockage	Maneuvrabilité	Distance	Manoeuvrabilité	Nombre de ponis	Impact sur la circulation	Couvre-feu de Québec
Grande-Anse	Faible	Faible	Faible	Faible	Fort	Faible	Modéré	Modéré	Fort
Québec – quai 108	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Modéré	Modéré	Fort
Québec – Beauport	Faible	Fort	Fort	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Modéré	Fort
Pointe-au-Pic	Faible	Faible	Fort	Modéré	Modéré	Faible	Faible	Faible	s. o.
Trois-Rivières	Faible	Modéré	Fort	Modéré	Fort	Faible	Modéré	Modéré	Fort

Note : le port répondant le mieux aux contraintes considérées est indiqué en vert et en gras.

Génératrices (PowerTrain)

La hiérarchisation des niveaux de contraintes liées au transport des génératrices (PowerTrain) est présentée au tableau 13. La génératrice constitue un enjeu particulier, compte tenu de son poids et du type d'équipement de transport nécessaire.

Avant de considérer une livraison par la route, l'initiateur a étudié différentes options. Une livraison dans les ports de la rive sud du fleuve Saint-Laurent suivie d'une traversée en barge au plus près de l'entrée du chantier ont notamment été étudiées, sans succès. Cela est dû, notamment, à la nécessité de construire un nouveau quai sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, et le temps requis pour concevoir ce type d'infrastructure et obtenir les autorisations nécessaires est prohibitif.

Le transport des génératrices par le réseau ferroviaire a également été envisagé : des études menées par le CN sont en cours. Cependant, les résultats finaux quant à la faisabilité technico-économique d'une livraison multimodale train/camion ne seront pas connus avant l'automne 2024.

Du fait de leur distance, les ports de Grande-Anse et de Trois-Rivières ne peuvent pas convenir pour cette composante. Les ports de Québec sont les plus proches, mais les quelque 40 structures qui se trouvent sur leur itinéraire respectif jusqu'au site représentent une contrainte forte.

Par conséquent, l'initiateur a ciblé le port de Pointe-au-Pic. Situé à environ 100 km du site du projet, l'itinéraire ne compterait que quatre structures à franchir, ce qui représente un atout majeur pour le transport des génératrices. Le taux d'occupation du port de Pointe-au-Pic est faible (environ un bateau par mois) et il dispose d'un espace de stockage qui permettrait un entreposage temporaire suffisant. La livraison de nuit pourrait permettre de limiter l'impact sur la circulation. L'itinéraire privilégié pour le transport des génératrices à partir du port de Pointe-au-Pic est illustré à l'annexe C du présent rapport.

Tableau 13 Hiérarchisation des contraintes considérées pour le transport des génératrices pour la construction du projet éolien Des Neiges – Secteur Charlevoix

Port potentiel	Niveau de contrainte liée aux ports				Niveau de contrainte liée à l'itinéraire				
	Capacité du quai	Disponibilité	Capacité de stockage	Maneuvrabilité	Distance	Maneuvrabilité	Nombre de ponts	Impact sur la circulation	Couvre-feu de Québec
Grande-Anse	Faible	Faible	Faible	Faible	Fort	Faible	Fort	Fort	Modéré
Québec – quai 108	Faible	Faible	Faible	Faible	Modéré	Faible	Fort	Fort	Modéré
Québec – Beauport	Faible	Modéré	Fort	Faible	Modéré	Faible	Fort	Fort	Modéré
Pointe-au-Pic	Faible	Faible	Modéré	Faible	Modéré	Faible	Faible	Modéré	s. o.
Trois-Rivières	Faible	Modéré	Fort	Faible	Fort	Faible	Fort	Fort	Modéré

Note : le port répondant le mieux aux contraintes considérées est indiqué en vert et en gras.

4.4.3 Revue de l'impact

L'initiateur est conscient de l'impact potentiel du transport des composantes sur le réseau routier, dans le cadre de ce projet et des autres projets éoliens en développement au Québec, dont les modèles d'éoliennes sont similaires. C'est pourquoi l'initiateur continuera à collaborer avec le MTMD afin de développer un plan de transport optimisé et ainsi minimiser l'impact sur le réseau routier. Cette approche concertée permet d'envisager un impact résiduel peu important sur le réseau routier. L'initiateur devra obtenir les permis et autorisation du MTMD en lien avec la réglementation en vigueur pour le transport hors normes.

5 Conclusion

L'initiateur est parvenu à maximiser ses efforts d'optimisation du projet Secteur Charlevoix en considérant une analyse multicritère afin de réduire les impacts sur les principales composantes de l'environnement affectées et discutées pendant l'analyse de recevabilité, à savoir le caribou forestier et son habitat, la grive de Bicknell et son habitat, les milieux humides et hydriques et le réseau de transport.

Bibliographie

- Environnement et Changement climatique Canada (2020a). *Programme de rétablissement modifié du caribou des bois (*Rangifer tarandus caribou*), population boréale, au Canada*. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril. Environnement et Changement climatique Canada, Ottawa. xiv + 155 p.
- Environnement et Changement climatique Canada (2020b). *Programme de rétablissement de la Grive de Bicknell (*Catharus bicknelli*) au Canada*. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement et Changement climatique Canada, Ottawa. viii + 100 p.
- Équipe de rétablissement du caribou forestier du Québec (2023). *Bilan du rétablissement du caribou forestier (*Rangifer tarandus caribou*) au Québec pour la période 2013-2023*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats. 93 p.
- Gouvernement du Québec (2020). Accueil - Données Québec. Repéré à <https://www.donneesquebec.ca> en mai 2020.
- Lachance, D., G. Fortin & G. Dufour Tremblay (2021). *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional – décembre 2021*. Québec. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction adjointe de la conservation des milieux humides. 70 p. Repéré à <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-identif-dellimit-milieux-humides.pdf>.
- Lemaître, J. & V. Lamarre (2020). Effects of wind energy production on a threatened species, the Bicknell's Thrush *Catharus bicknelli*, with and without mitigation. *Bird Conservation International*, 30 (2): 194-209.
- Lesmerises, F., C. Dussault, P. Drapeau & M.-H. St-Laurent (2013). *Évaluation des impacts des lignes de transport d'énergie sur l'écologie spatiale du caribou forestier au Québec*. Rapport scientifique présenté à Hydro-Québec. xii + 56 p.
- MDDEFP (2013). *Protocole d'inventaire de la Grive de Bicknell et de son habitat – Novembre 2013 – Mise à jour mai 2014*. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, secteur de la faune. 20 p.
- MELCC (2021). *Directive pour le projet éolien des Neiges – Secteur Charlevoix sur le territoire des municipalités de Baie-Saint-Paul et de Saint-Urbain par Boralex inc. et Énergir, S.E.C. – Dossier 3211-12-243*. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique. 1 annexe et 27 p.
- MELCC ([s. d.]-a). *Aide-mémoire : Fiche d'identification et délimitation des milieux hydriques*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 9 p. Repéré à <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf>.
- MELCC ([s. d.]-b). *Aide-mémoire : Méthodes de détermination de la limite du littoral*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 18 p. Repéré à <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/gestion-rives-littoral-zones-inondables/aide-memoire-methodes-determination-limite-littoral.pdf>.

MFFP (2021). *Revue de littérature sur les facteurs impliqués dans le déclin des populations de caribous forestiers au Québec et de caribous montagnards de la Gaspésie*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 259 p.

MPO (2010). *Bonnes pratiques pour la conception et l'installation de ponceaux de moins de 25 mètres*. Pêches et Océans Canada, région du Québec. 18 p.

MRN (2001). *Saines pratiques - Voirie forestière et installation de ponceaux*. Ministère des Ressources naturelles, Direction régionale de la Gaspésie - Îles-de-la-Madeleine. 27 p.

Parrish, C. R. (2013). *Impacts of Wind Development on the Abundance and Distribution of high-elevation birds in Northern New Hampshire, with a focus on Bicknell's Thrush (Catharus bicknelli)*, Thesis submitted to Plymouth State University In Partial Fulfillment of Master of Science in Biology.

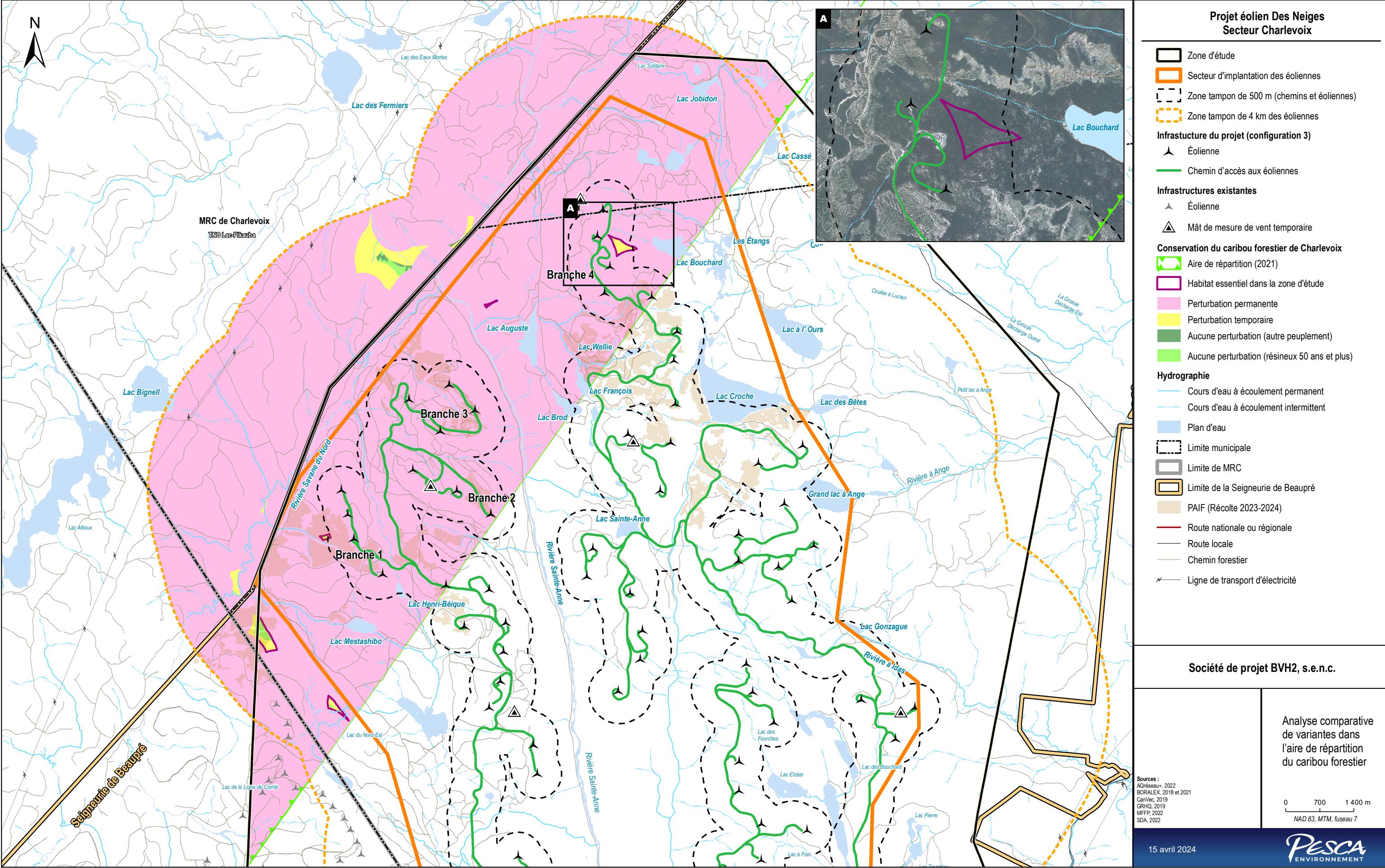
PESCA Environnement (2012). *Parc éolien de Charlevoix - Inventaire de la faune avienne*. Boralex et Beaupré Éole. 43 p.

PESCA Environnement (2018). *Suivi environnemental – Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2017. Parc éolien de la Seigneurie de Beaupré 4. Sommaire exécutif*.

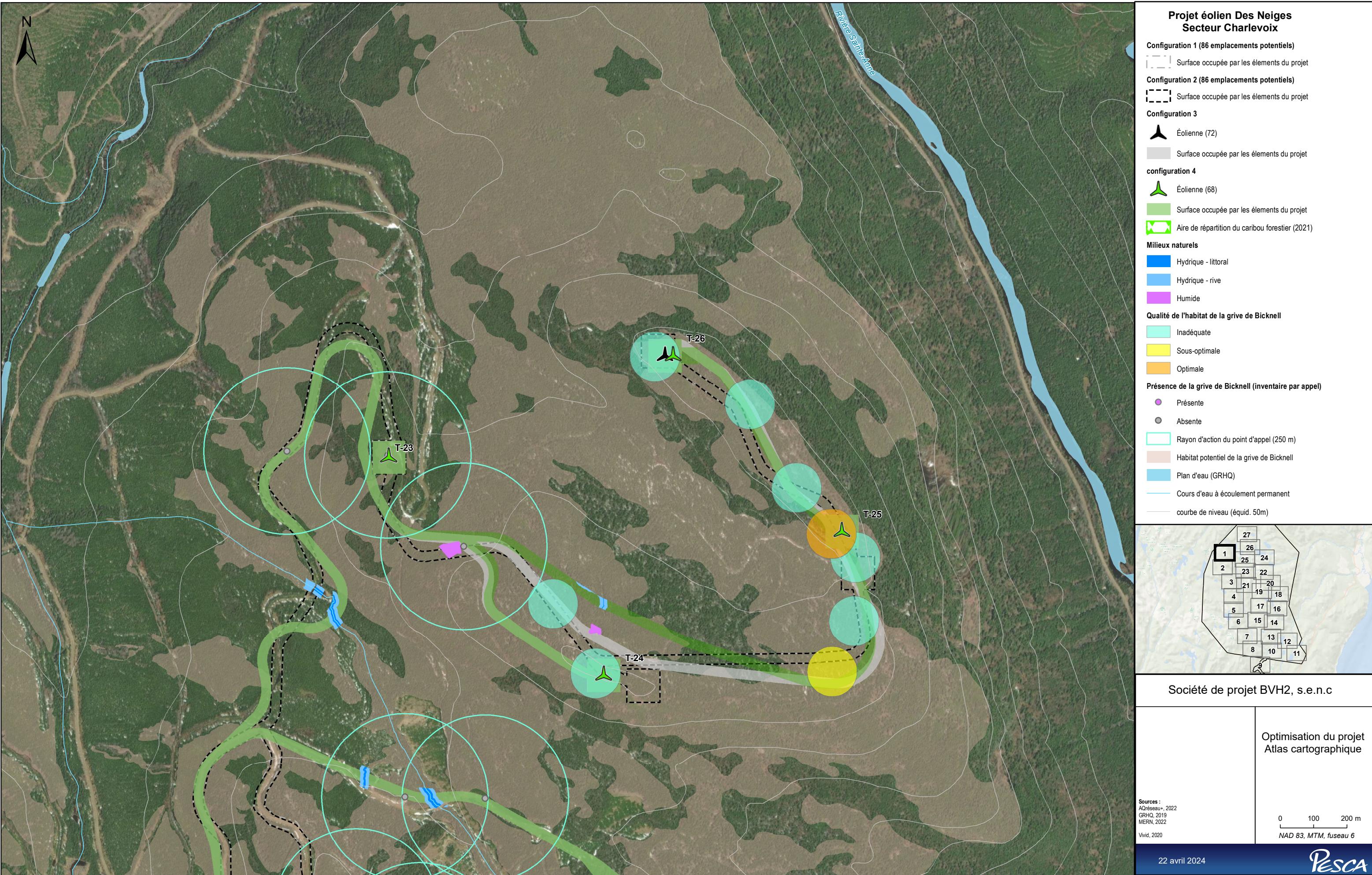
PESCA Environnement (2019). *Suivi environnemental – Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2018. Parc éolien de la Côte-de-Beaupré*. 5 annexes et 19 p.

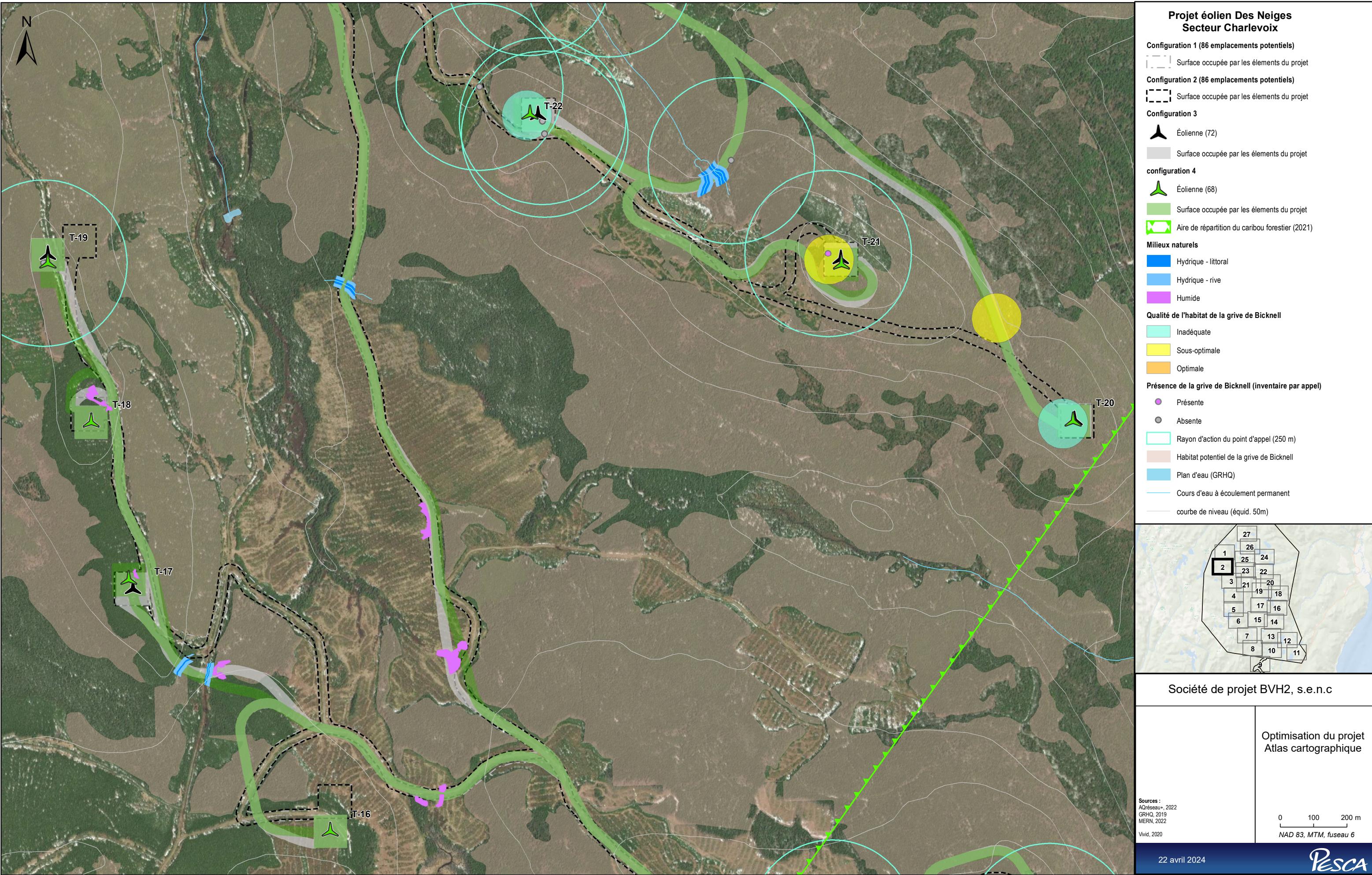
Strand, O., J. E. Colman, S. Eftestøl, P. Sandström, A. Skarin & J. Thomassen (2017). *Vindkraft og reinsdyr – en kunnskapssyntese*. NINA Rapport 1305. 62 s.

Annexe A Analyse comparative des variantes associées aux efforts d'évitement de l'habitat du caribou forestier



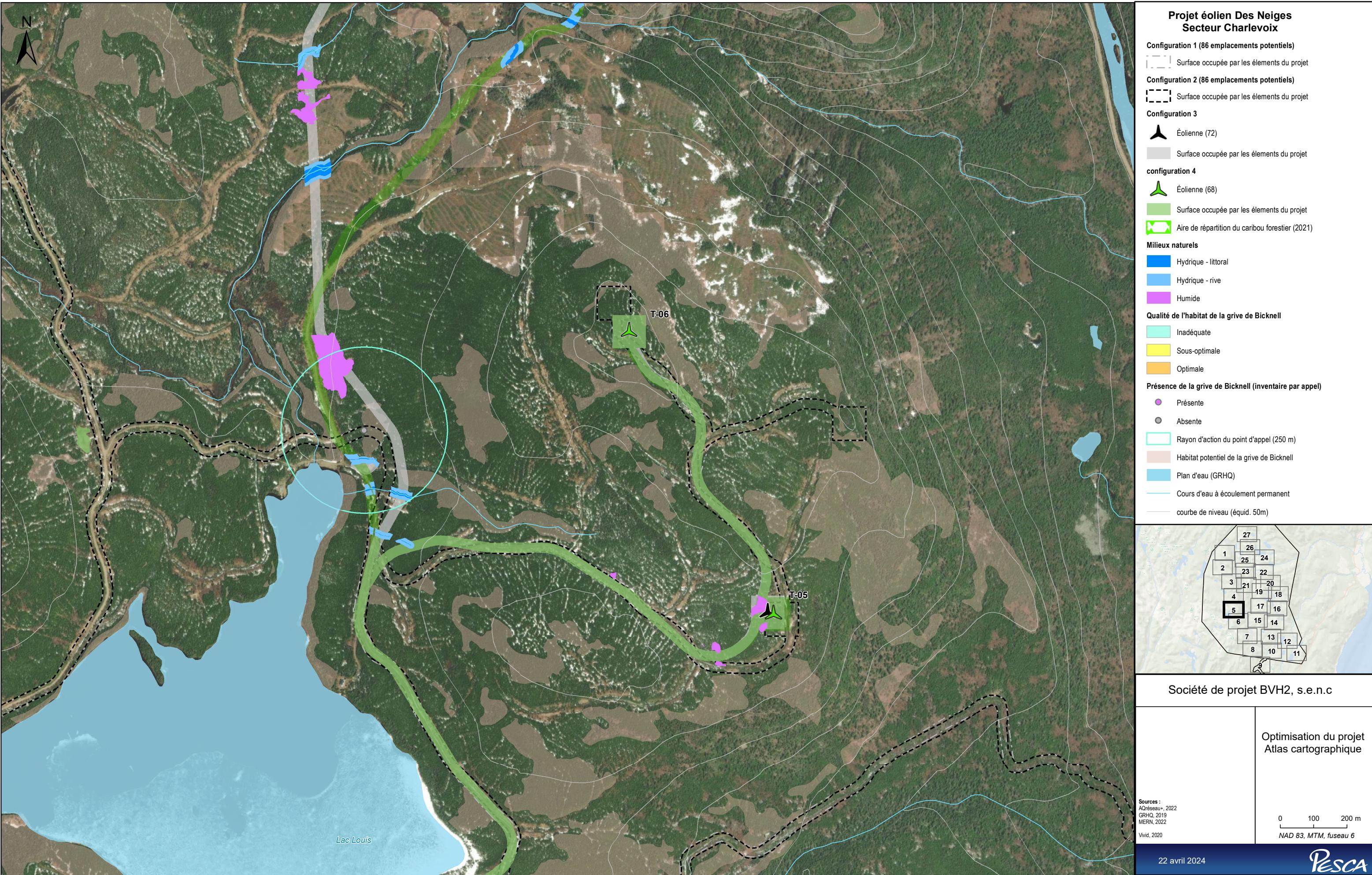
Annexe B Atlas cartographique

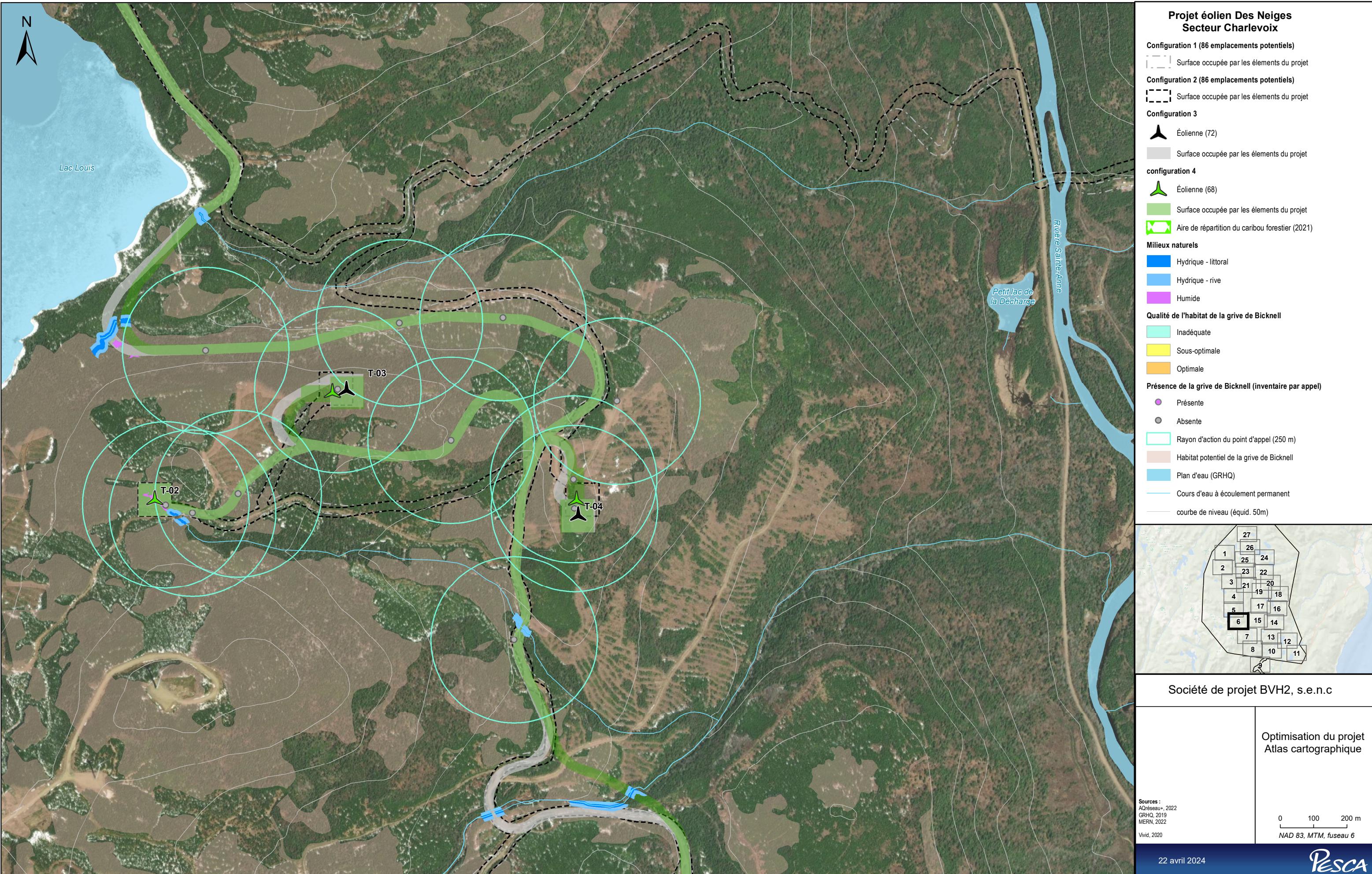












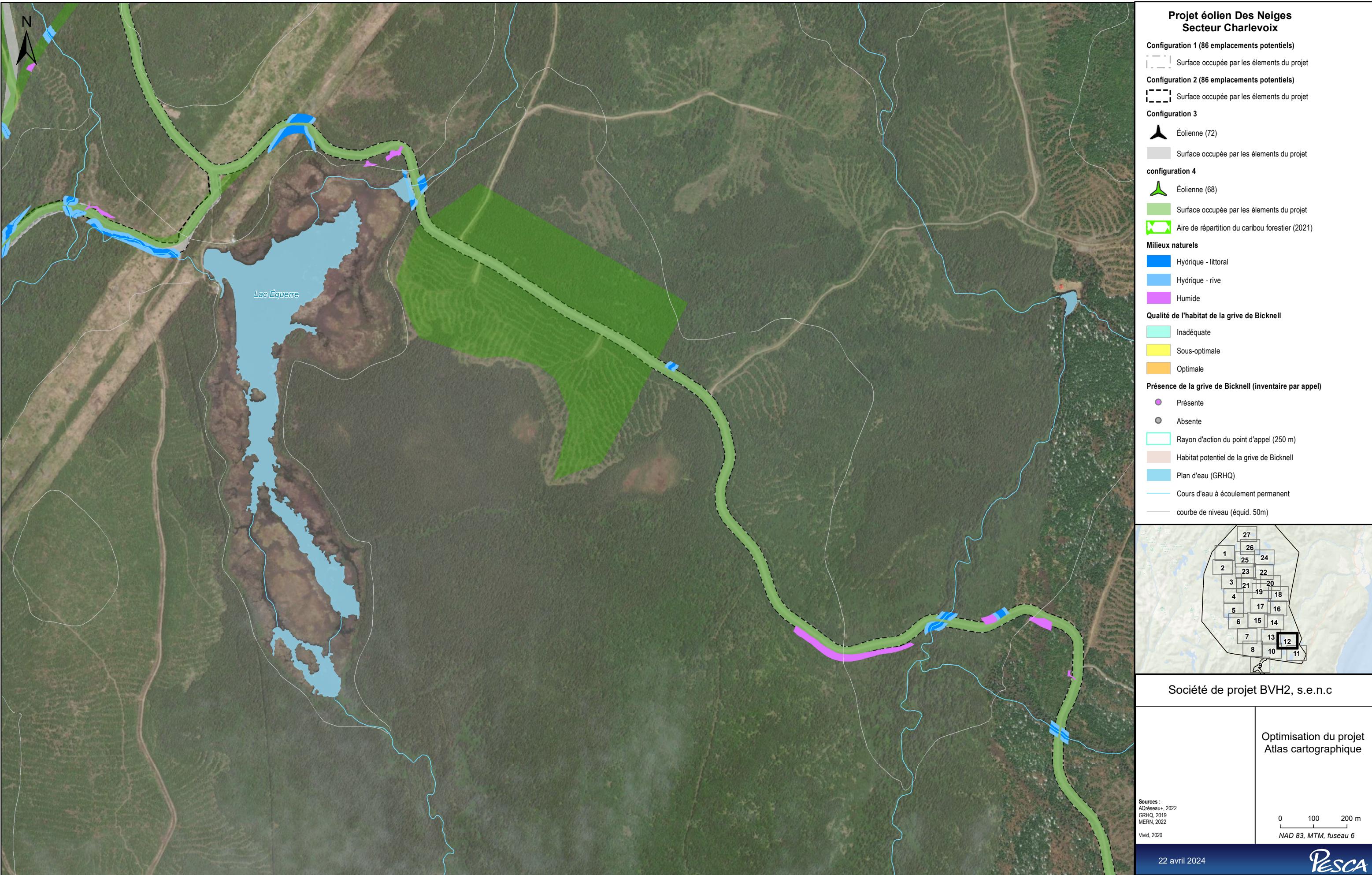










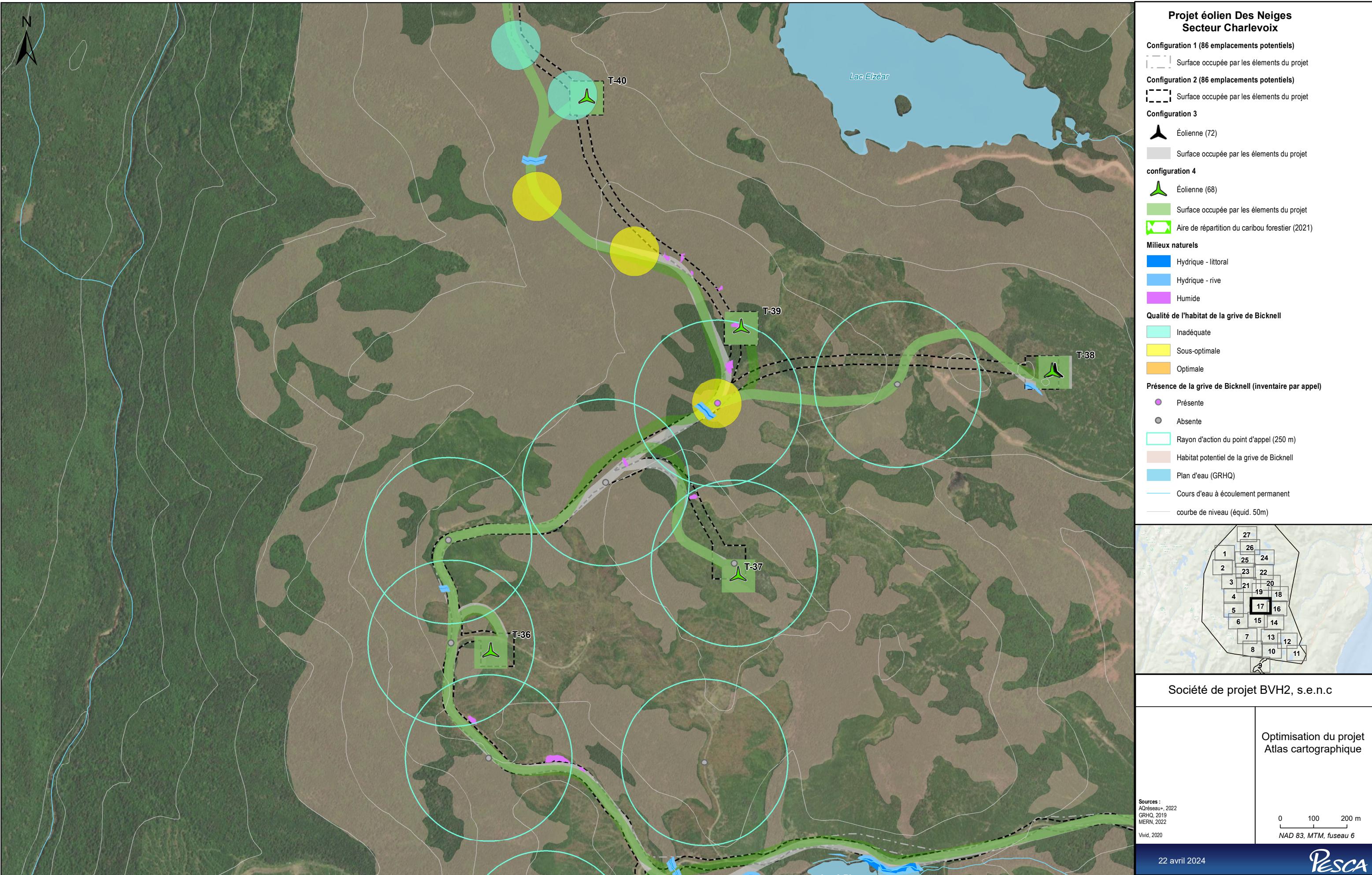




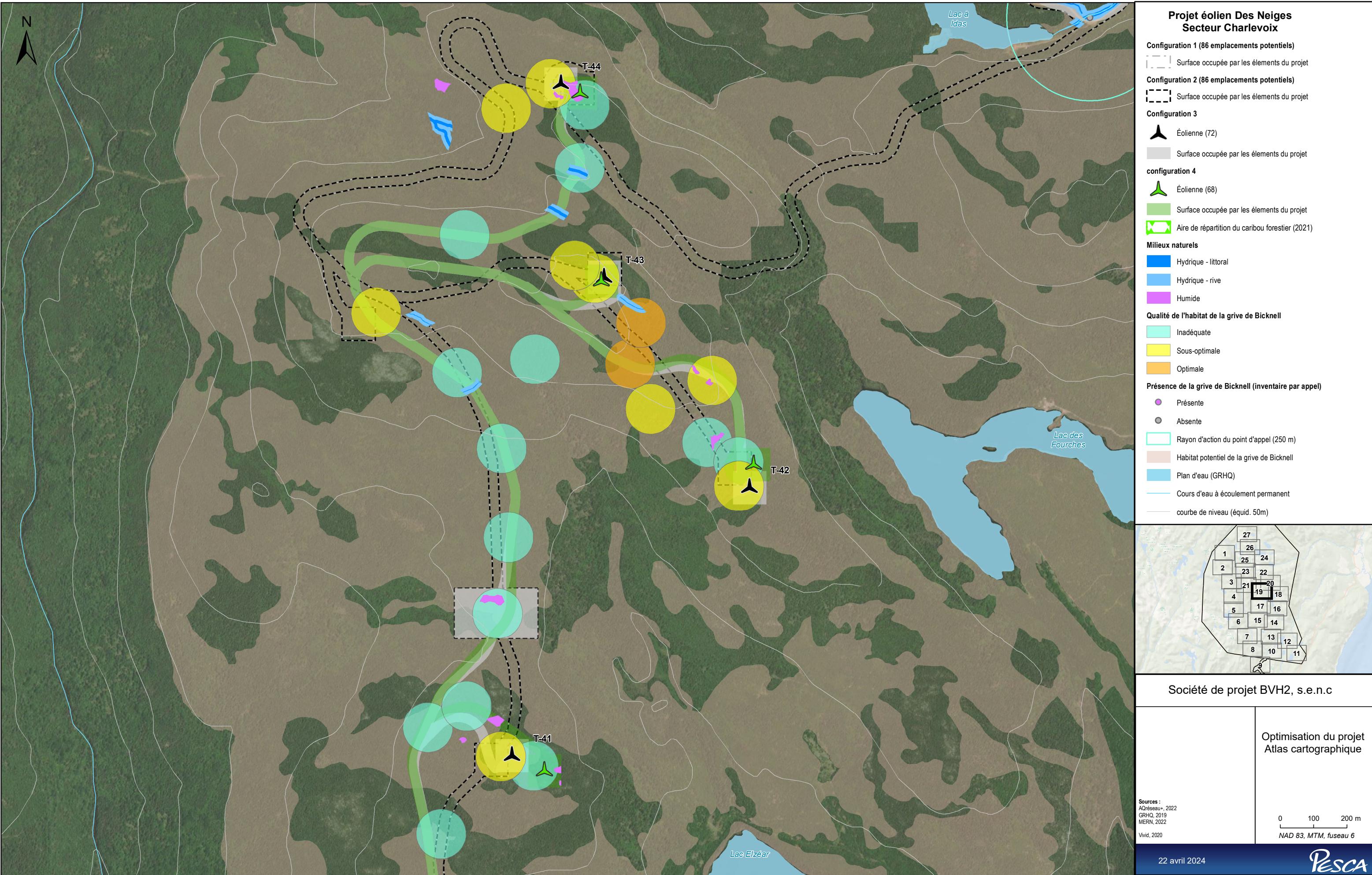


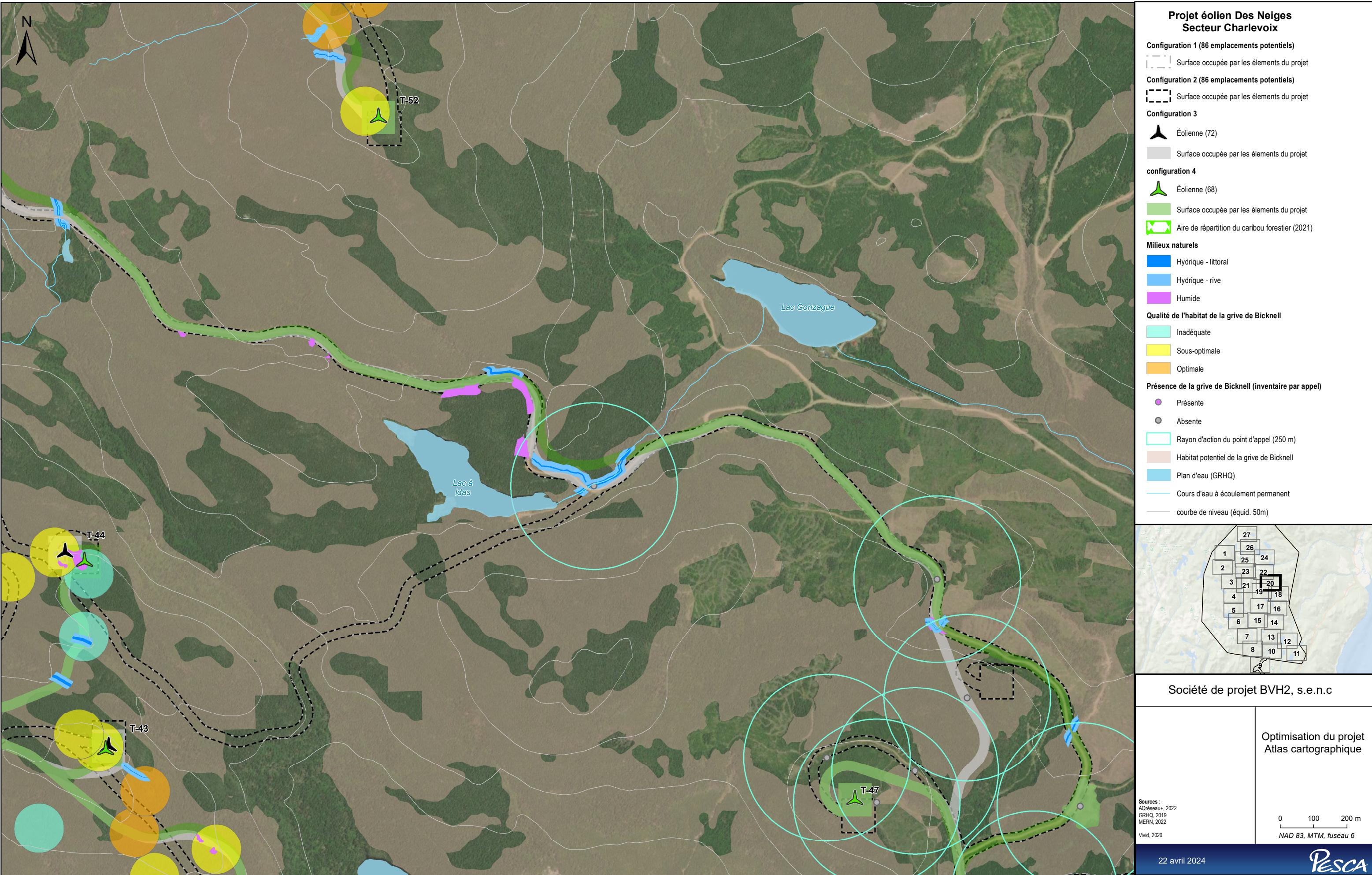


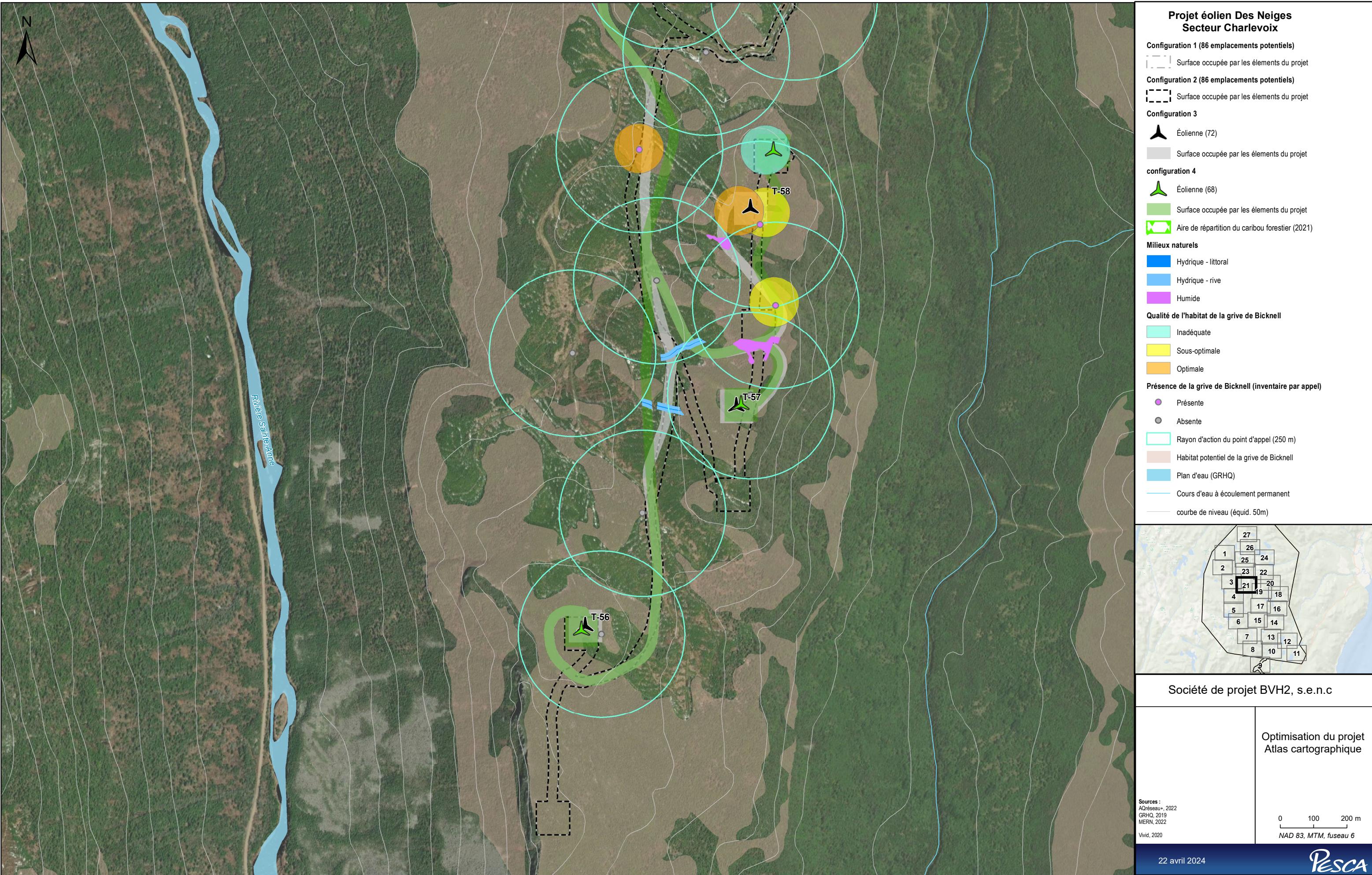


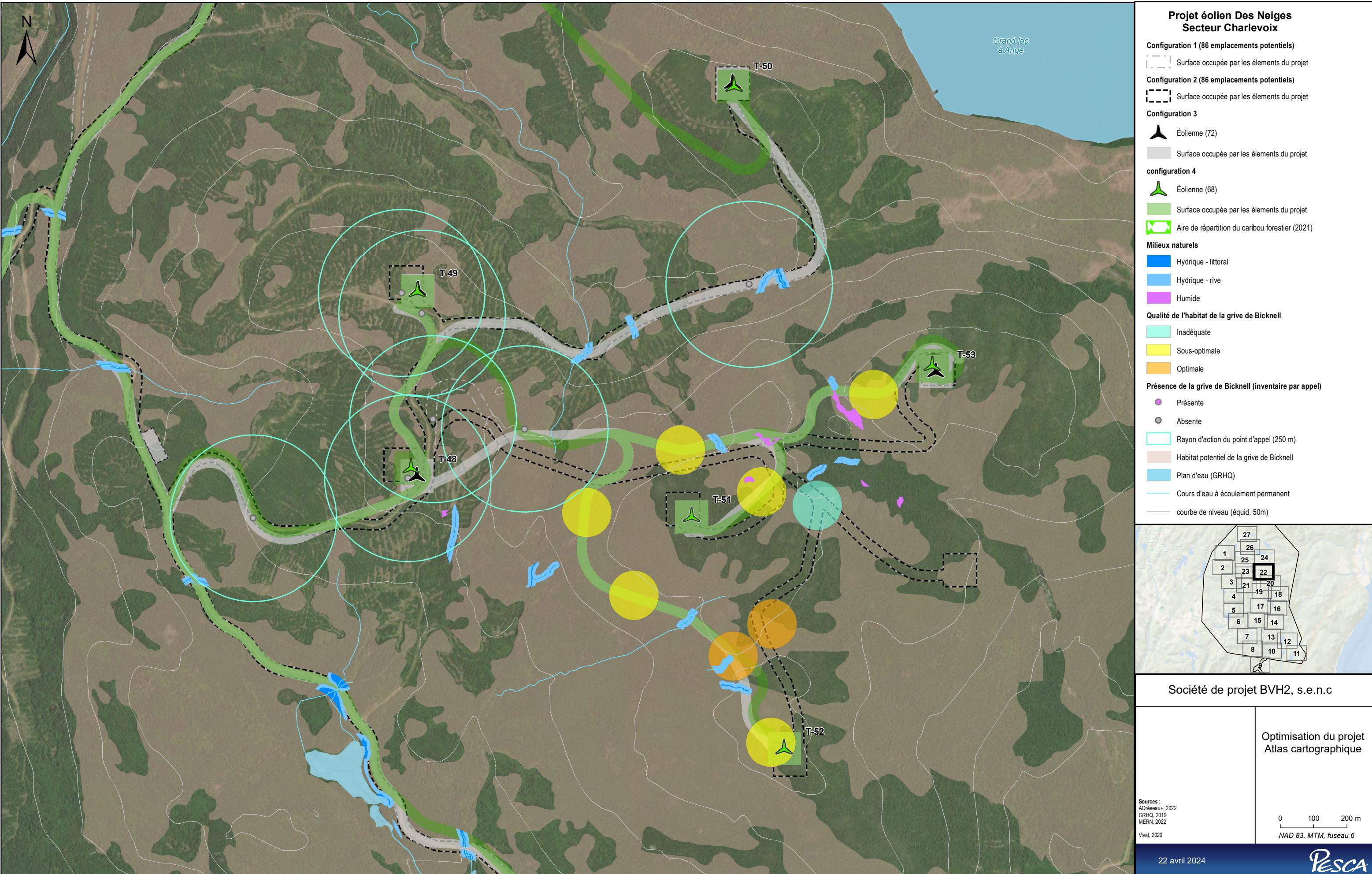




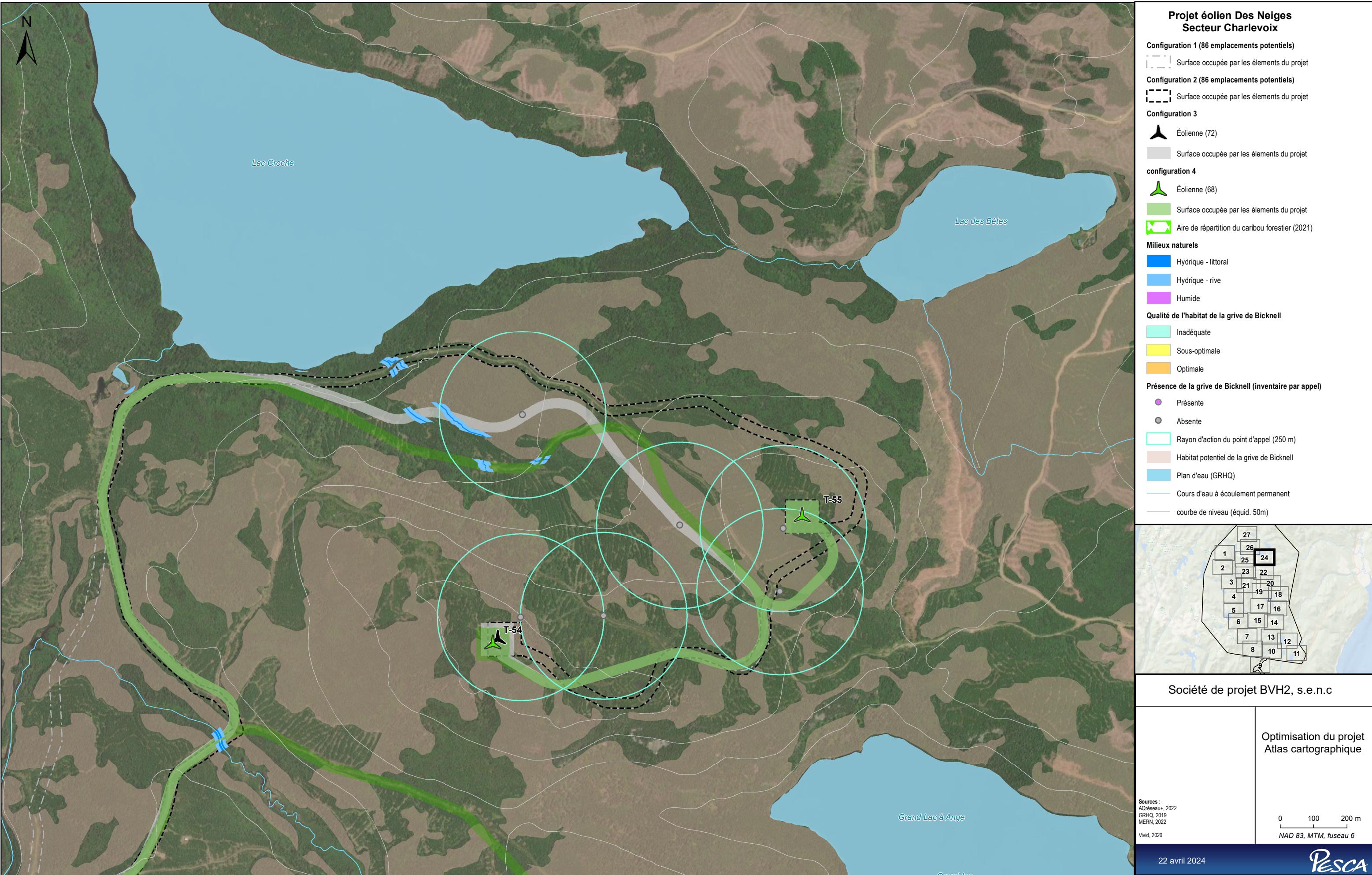






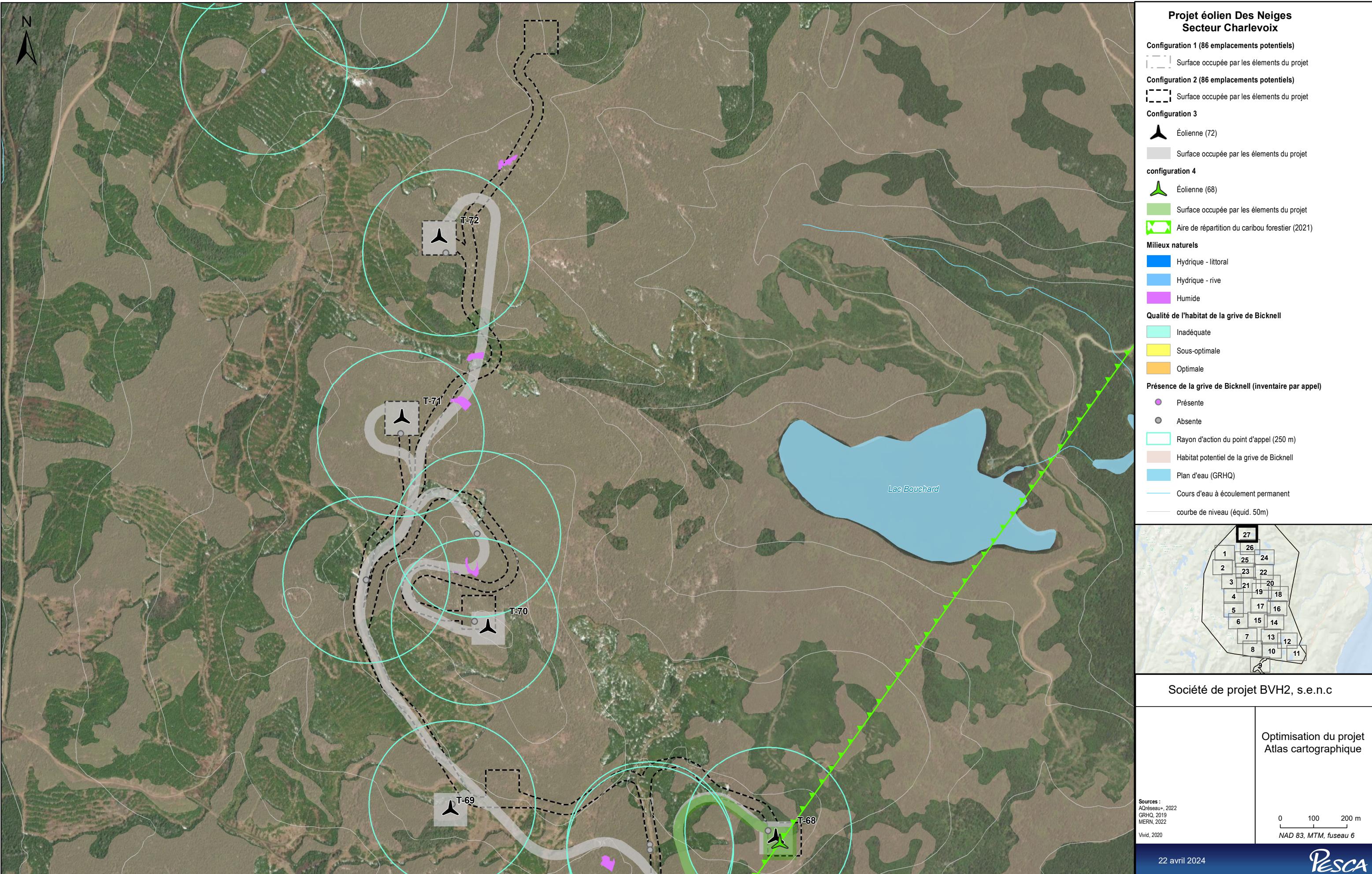












Annexe C Itinéraires privilégiés pour le transport des composantes

