



COMPLEXE DE LA ROMAINE

SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2017 EN PHASE D'EXPLOITATION

DÉVELOPPEMENT DES MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS

REF. WSP : 171-11860-00

DATE: 25 JANVIER 2019



VERSION FINALE

COMPLEXE DE LA ROMAINE

**SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2017
EN PHASE D'EXPLOITATION
DÉVELOPPEMENT DES MILIEUX
HUMIDES AMÉNAGÉS**

RÉF. WSP : 171-11860-00
DATE: 25 JANVIER 2019

VERSION FINALE

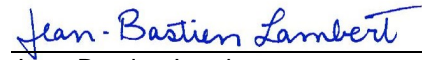
WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9
CANADA

T : +1-514-340-0046
F : +1-514-340-1337

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Jean-Bastien Lambert
Biologiste spécialisé en botanique

RÉVISÉ PAR

Marilyn Sigouin
Chef d'équipe – Écologie et aménagement des milieux naturels



Jean-Pierre Ricard
Directeur adjoint Montréal - Environnement

APPROUVÉ PAR

Jean-Philippe Gilbert
Conseiller Environnement
Hydro-Québec Production

Le présent rapport a été préparé à la demande d'Hydro-Québec Production, dans le contexte déterminé par les termes spécifiques du mandat accordé à WSP Canada Inc. par Hydro-Québec Production et selon l'entente intervenue entre les deux parties. Aucune copie en tout ou en partie de ce rapport ne peut être réalisée par un tiers sans le consentement explicite d'Hydro-Québec Production.

Référence à citer :

Lambert J.-B., Ricard J.-P., Gilbert J.-P. 2019. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2017 en phase d'exploitation. Développement des milieux humides aménagés*. Préparé pour Hydro-Québec. 37 pages et annexes.

SOMMAIRE

Références pour fins de citation :

LAMBERT J.-B., RICARD J.-P., GILBERT J.-P. 2019. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2017 en phase d'exploitation. Développement des milieux humides aménagés*. Préparé pour Hydro-Québec. 37 pages et annexes.

Résumé :

Hydro-Québec Production procède depuis 2009 à l'aménagement d'un vaste complexe hydroélectrique de 1 550 MW et d'une superficie totale de 279 km² sur la rivière Romaine, au nord de Havre-Saint-Pierre. Afin de compenser la perte de milieux humides suite à la création des réservoirs et des aménagements, Hydro-Québec s'est engagée à créer 60 ha de milieux humides en réaménageant des bancs d'emprunt une fois leur exploitation terminée. La création d'habitats riverains et de baies a également été proposée en bordure du réservoir de la Romaine 1 afin de favoriser l'établissement et le retour de ce type de milieux humides. Ces aménagements ont été réalisés à la fin de l'été et à l'automne 2015. Ils impliquaient des excavations et du terrassement, des aménagements fauniques de même que des plantations et des ensemencements. Un suivi environnemental de ces aménagements devait être réalisé près de deux ans après leur implantation. L'objectif principal du présent rapport est d'analyser les données récoltées sur le terrain suite au premier suivi des aménagements. Un volet suggérant l'utilisation d'un drone pour évaluer la reprise végétale des aménagements a également été intégré dans ce suivi.

Deux ans après les aménagements, le recouvrement total moyen des zones ensemencées dans les bancs d'emprunt varie entre 23,3 % et 47,9 %, avec une moyenne de 36 %. Ces chiffres montrent que la végétation est encore en cours d'implantation et que son plein développement demandera probablement encore quelques saisons de croissance. La strate herbacée est celle contribuant le plus au recouvrement total de la végétation avec une moyenne de 26,3 %. Une partie significative du recouvrement total moyen provient de la colonisation des espèces implantées et non des espèces établies naturellement. Les espèces provenant de l'ensemencement ont un recouvrement moyen de 26,9 %, contre seulement 4,9 % pour les espèces établies de façon spontanée. Au niveau de la performance d'implantation de la végétation provenant de chacun des mélanges de semence utilisés, le mélange GLOCO (prairie sèche) est celui ayant eu les recouvrements les plus élevés en milieu terrestre avec un recouvrement moyen de 32,1 %. Le mélange INDIGO (prairie humide) a obtenu des valeurs un peu inférieures (23,2 %), mais sa performance demeure somme toute acceptable pour ce type de milieu.

Les performances individuelles des espèces contenues dans les mélanges sont très variables et il ressort que certaines espèces sont bien implantées et montrent des recouvrements élevés alors que d'autres espèces sont carrément absentes. Pour le mélange de milieux terrestres, l'agrostide blanche (*Agrostis alba*) s'est très fortement implantée et a un recouvrement moyen, pour les parcelles où sa présence a été notée, de 16,1 %. Sa présence a été notée dans près de 80 % des parcelles inventoriées. Selon la même méthode, la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia caespitosa*) et le jonc épars (*Juncus effusus*) sont les espèces ayant les recouvrements moyens les plus élevés pour le mélange de prairie humide. Ces derniers sont respectivement de 11,3 % et de 10,1 %. Pour les baies aménagées, le recouvrement total de la végétation est plus élevé, avec une moyenne de 57,61 % pour l'ensemble des parcelles échantillonnées. Les espèces établies naturellement et les espèces provenant du mélange de semences contribuent de manière presque égale au recouvrement total de la végétation. Ces résultats semblent indiquer que l'état de ces sites, avant leur aménagement, a permis une meilleure implantation générale de la végétation.

L'utilisation expérimentale du drone pour générer des orthophotographies est une méthode jugée satisfaisante dans l'ensemble. En effet, elle a permis d'obtenir, lors de ces premiers essais, des photos utiles pour la majorité des sites à l'étude. Quelques ajustements et modifications au niveau de la méthodologie sont requis afin d'améliorer la qualité d'acquisition des données. L'évaluation de la végétation par utilisation du drone a également contribué à la production de résultats intéressants même si cette méthode est encore en phase de développement. Selon les données recueillies au cours de ce premier suivi, il est possible d'affirmer que la classification (des pixels) des milieux humides aménagés dans les bancs d'emprunt est concluante. Pour les baies aménagées, la végétation plus abondante et plus diversifiée explique pourquoi il a été plus difficile d'obtenir une bonne classification sur ces sites.

Finalement, les aménagements fauniques installés sur les sites sont utilisés par divers taxons; plusieurs signes d'utilisation ont été observés sur le terrain. Les observations font ainsi état de la présence de trois espèces différentes de salamandres, de diverses espèces d'oiseaux de même que la présence de grenouilles. Au niveau de la grande faune, des traces d'ours noir, d'orignal et de loup gris ont été vues à quelques reprises. Différents types d'invertébrés (fourmis, vers de terre, araignées) ont également été vus plusieurs fois. Le site de l'Étang du loup est celui où le plus grand nombre de signes d'utilisation par la faune a été relevé. Le fait que ce site soit localisé assez loin de la route et qu'il soit situé près d'une grande étendue d'eau pourrait expliquer sa plus grande fréquentation par la faune.

De façon générale, le suivi de 2017 montre que les aménagements réalisés contribuent à la végétalisation graduelle des sites aménagés tout en favorisant le maintien et l'amélioration des processus écologiques. Il est clair que la création de ces milieux a favorisé l'implantation d'un couvert végétal comparativement à ce qui prévalait avant les aménagements. Cela est d'autant plus vrai considérant que l'aire d'étude est située dans un contexte nordique et qu'ils ont permis de revégétaliser des bancs d'emprunt dont l'exploitation était terminée. Plus de temps est requis afin de pouvoir déceler une tendance claire de l'évolution de la strate herbacée. De la même manière, l'utilisation des aménagements fauniques a déjà été notée et divers groupes fauniques sont présents sur les lieux. Un nombre encore plus grand d'espèces et une plus grande diversité spécifique seront probablement relevés lors des prochains suivis.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

HYDRO-QUÉBEC

Conseillère Environnement
Direction Environnement

Maude Richard St-Vincent

Conseiller Environnement
Direction Environnement

Jean-Philippe Gilbert

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargé de projet

Jean-Pierre Ricard, biol., M.Sc.Env.

Inventaire

Jean-Bastien Lambert, biol. M.Sc

Nicolas Chapotard, technicien en bioécologie

Analyse et rédaction

Jean-Bastien Lambert, biol. M.Sc.

Marilyn Sigouin, biol., M.S.Env.

Réalisation cartographique

Pierre Cordeau, Cartographe, B.Sc.

Analyse des données géographiques

Sébastien Fortin, spécialiste en géomatique

Félix-Antoine Audet, Géomaticien, M. Sc.

LEXIQUE

Banc d'emprunt	Excavation généralement réalisée hors de l'emprise de l'ouvrage, d'où sont extraits des matériaux utilisés à la construction de cet ouvrage : remblais, granulats, etc.
Strate muscinale	Constituée par les mousses et lichens au sol et qui ne dépasse pas quelques centimètres de hauteur.
Orthophotographie	Image photographique obtenue par redressement différentiel à partir d'un cliché aérien à peu près vertical représentant un terrain non plan.
Marais	Site dominé par une végétation herbacée (émergente, graminéoïde ou latifoliée) croissant sur un sol minéral ou organique. Les arbustes et les arbres, si présent, couvrent moins de 25 % de la superficie du milieu.
Marécage	Site dominé par une végétation ligneuse, arbustive ou arborescente (représentant plus de 25 % de la superficie du milieu) croissant sur un sol minéral de mauvais ou de très mauvais drainage.
Prairie sèche	Milieu ouvert, caractérisé par une végétation principalement herbacée, à dominance de graminées.
Prairie humide	Zone constituée d'une végétation herbacée en zone alluviale. Il s'agit d'une végétation rase souvent inondée.
Exuvies	Ensemble des parties articulaires (carapace chez les crustacés décapodes) rejetées comme une dépouille par un animal (arthropode en général) au moment de sa mue.
Propagule	Une propagule est une structure de dissémination (propagation) et de reproduction.
Indice Kappa	Mesure du degré de concordance entre deux mesures de la même variable catégorique en surcroît de la concordance due au simple fait du hasard.
Aérodyn	Terme générique désignant tout aéronef dont la sustentation est principalement assurée par des forces aérodynamiques

SIGLES, ABRÉVIATIONS, SYMBOLES ET ACRONYMES

Sigle	Expression
MTQ	Ministère des Transports du Québec
GPS	Global Positioning System
DGPS	Differential Global Positioning System
AGL	Height Above Ground Level
COAS	Certificat d'opérations aériennes spécialisées
SVM	Support Vector Machine
KAPPA	Coefficient de Kappa de Cohen

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Mise en contexte du projet	1
1.2	Contexte	1
1.3	Engagements et obligations spécifiques	2
1.4	Objectifs	2
1.4.1	objectif général	2
1.4.2	Objectifs spécifiques	2
1.5	Zone d'étude	3
2	MÉTHODOLOGIE.....	7
2.1	Milieus humides aménagés dans les bancs d'emprunt	7
2.1.1	Mesures de la végétation.....	8
2.1.2	Utilisation du drone	9
2.1.3	Suivi des aménagements fauniques	10
2.2	Baies aménagées du réservoir de la Romaine 1	10
2.2.1	Mesures de la végétation.....	10
2.2.2	Utilisation du drone	11
2.3	Méthodologie d'analyse.....	11
2.3.1	Milieus humides aménagés et baies aménagées	11
2.3.2	Analyse et traitement des photographies	15
3	RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.....	17
3.1	Milieus humides aménagés dans les bancs d'emprunt	17
3.1.1	Recouvrements observés	17
3.1.2	Mélange d'ensemencement.....	22
3.1.3	Évaluation de la végétation par utilisation du drone.....	26
3.2	Baies aménagées du réservoir de la Romaine 1	28
3.2.1	Recouvrements observés	28
3.2.2	Évaluation de la végétation par utilisation du drone.....	29
3.3	Utilisation des aménagements fauniques	30
4	CONCLUSION	35
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37

TABLEAUX

TABLEAU 1 A	SECTEURS INVENTORIÉS AU COURS DE L'AUTOMNE 2017	3
TABLEAU 1 B	SECTEURS INVENTORIÉS AU COURS DE L'AUTOMNE 2017	3
TABLEAU 2	CLASSES DE BRAUN-BLANQUET UTILISÉES SUR LE TERRAIN ET POURCENTAGES DE RECOUVREMENT CORRESPONDANT UTILISÉS POUR EFFECTUER LE CALCUL DES MOYENNES	11
TABLEAU 3	INDICES DE VÉGÉTATION UTILISÉS	15
TABLEAU 4	RECOUVREMENTS MOYENS DE LA VÉGÉTATION CALCULÉS POUR CHACUN DES MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS (%)	19
TABLEAU 5	RECOUVREMENT TOTAL MOYEN (%) DES MÉLANGES DE SEMENCES CALCULÉS POUR CHACUN DES MILIEUX HUMIDES	24
TABLEAU 6	RECOUVREMENT TOTAL MOYEN (REC. TOT. MOYEN) ET FRÉQUENCE D'OBSERVATION (FRÉQ. OBS) DE CHAQUE) ESPÈCE PROVENANT DES MÉLANGES DE SEMENCES CALCULÉS POUR CHACUN DES MILIEUX HUMIDES	25
TABLEAU 7	RÉSULTAT DES CLASSIFICATIONS PAR RAPPORT AUX SITES D'ENTRAÎNEMENT POUR LES MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS.....	26
TABLEAU 8	RECOUVREMENTS MOYENS DE LA VÉGÉTATION CALCULÉS POUR CHACUNE DES BAIES AMÉNAGÉES (%)	29
TABLEAU 9	RÉSULTAT DES CLASSIFICATIONS PAR RAPPORT AUX SITES D'ENTRAÎNEMENT POUR LES BAIES AMÉNAGÉES	30

FIGURES

FIGURE 1	VUE AÉRIENNE MONTRANT LE BANC D'EMPRUNT QUI EXISTAIT AVANT L'AMÉNAGEMENT DU LAC DU DEUXIÈME CAMP NORD. LA TERRE VÉGÉTALE MISE DE CÔTÉ EST ÉGALEMENT VISIBLE DANS LA MOITIÉ INFÉRIEURE DROITE DE LA PHOTOGRAPHIE 7
FIGURE 2	TECHNICIEN DE WSP EFFECTUANT UN DÉCOLLAGE DU DRONE (MODÈLE MAVIC PRO) EN VUE DE L'ACQUISITION DES DONNÉES POUR L'ÉTANG DE LA CACHE À DYNAMITE 10
FIGURE 3	PARCELLE DE CLASSE 1 MONTRANT UN RECOUVREMENT TOTAL ESTIMÉ À 1 % 12
FIGURE 4	PARCELLE DE CLASSE 2 MONTRANT UN RECOUVREMENT TOTAL ESTIMÉ À 15 % 13
FIGURE 5	PARCELLE DE CLASSE 3 MONTRANT UN RECOUVREMENT TOTAL ESTIMÉ À 37 % 13
FIGURE 6	PARCELLE DE CLASSE 4 MONTRANT UN RECOUVREMENT TOTAL ESTIMÉ À 62 % 14
FIGURE 7	PARCELLE DE CLASSE 5 MONTRANT UN RECOUVREMENT TOTAL ESTIMÉ À 87 % 14
FIGURE 8	SITES PRÉSENTANT DES RECOUVREMENTS ÉLEVÉS DE LA VÉGÉTATION HERBACÉE EN ZONE DE MILIEU TERRESTRE (A; DÉPÔT À CARBURANT) ET EN ZONE DE MILIEU HUMIDE (B; ÉTANG AUX BOULEAUX) 18
FIGURE 9	SITES PRÉSENTANT DES RECOUVREMENTS BAS DE LA VÉGÉTATION HERBACÉE EN ZONE DE MILIEU TERRESTRE (A; ÉTANG DU DEUXIÈME CAMP SUD) ET EN ZONE DE MILIEU HUMIDE (B; ÉTANG DU DEUXIÈME CAMP NORD) 18
FIGURE 10	ZONE DE PLANTATION ARBUSTIVE D'AULNE RUGUEUX (ÉTANG AUX BOULEAUX) MONTRANT UNE EXCELLENTE REPRISE ET UNE BONNE CROISSANCE GÉNÉRALE (A). POQUET D'ARBUSTES FRUITIERS MONTRANT UNE CROISSANCE FAIBLE DANS L'ENSEMBLE (B) 21
FIGURE 11	JONC BREVICAUDÉ IMPLANTÉ EN BORDURE D'UNE ZONE D'EAU PEU PROFONDE (A). SCIRPE À CEINTURE NOIRE BIEN IMPLANTÉ EN EAU PEU

	PROFONDE (B). CES PHOTOGRAPHIES ONT ÉTÉ PRISES À L'ÉTANG DE LA CACHE À DYNAMITE 21
FIGURE 12	PORTION DE SITE EN MILIEU HUMIDE OÙ LE JONC ÉPARS (A) ET LA DESCHAMPSIE CESPITEUSE (B) SE SONT PARTICULIÈREMENT BIEN ÉTABLIS 22
FIGURE 13	PORTIONS DE SITE EN MILIEU TERRESTRE OÙ L'AGROSTIDE BLANCHE (A) ET LE LOTIER CORNICULÉ (B) SE SONT PARTICULIÈREMENT BIEN ÉTABLIS 23
FIGURE 14	REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DES CLASSIFICATIONS 27
FIGURE 15	VÉGÉTALISATION OBSERVÉE À LA BAIE DU PK54,5 (A) ET À LA BAIE PK55,2 (B). LA VÉGÉTATION OBSERVÉE PROVIENT MAJORITAIREMENT DES SEMIS EFFECTUÉS, MAIS LES ESPÈCES ÉTABLIES DE MANIÈRE SPONTANÉE Y CONTRIBUE ÉGALEMENT 28
FIGURE 16	PHOTOGRAPHIES PRISES GRÂCE À L'UTILISATION DU DRONE (PK 55 ET PK 56,5) ET MONTRANT LE RECOUVREMENT DE LA VÉGÉTATION IMPLANTÉE ET SPONTANÉE. LA COLORATION BRUNÂTRE ET GRISÂTRE DE LA VÉGÉTATION Y EST FACILEMENT REMARQUÉE 30
FIGURE 17	SALAMANDRES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES DE TERRAINS À L'ÉTANG DU LOUP 31
FIGURE 18	INDICES DE PRÉSENCE FAUNIQUES OBSERVÉS LORS DES INVENTAIRES DE TERRAIN CIBLANT LES AMÉNAGEMENTS FAUNIQUES 32
FIGURE 19	GRAND CHEVALIER ET PLUVIER SEMIPALMÉ OBSERVÉ LORS DES INVENTAIRES DE TERRAINS RÉALISÉS DANS LES MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS 33

CARTES

CARTE 1	LOCALISATION DES SITES AMÉNAGÉS INVENTORIÉS
CARTE 2	MÉTHODOLOGIE - ÉTANG DU MTQ (P-1)
CARTE 3	MÉTHODOLOGIE - ÉTANG DU LOUP (P-6)
CARTE 4	MÉTHODOLOGIE - ÉTANG AUX BOULEAUX (P-15)
CARTE 5	MÉTHODOLOGIE - ÉTANG DE LA CACHE À DYNAMITE (P-22)
CARTE 6	MÉTHODOLOGIE - ÉTANG DU LAC DU DEUXIÈME CAMP SUD (P-31 SUD)
CARTE 7	MÉTHODOLOGIE - ÉTANG DU LAC DU DEUXIÈME CAMP NORD (P-31 NORD)
CARTE 8	MÉTHODOLOGIE – RÉAMÉNAGEMENT DU DÉPÔT CARBURANT (DC)
CARTE 9	MÉTHODOLOGIE - BAIE DU PK 54,5
CARTE 10	MÉTHODOLOGIE - BAIE DU PK 55
CARTE 11	MÉTHODOLOGIE - BAIE DU PK 55,2
CARTE 12	MÉTHODOLOGIE - BAIE DU PK 56,5
CARTE 13	RÉSULTATS - ÉTANG DU MTQ (P-1)
CARTE 14	RÉSULTATS - ÉTANG DU LOUP (P-6)
CARTE 15	RÉSULTATS - ÉTANG AUX BOULEAUX (P-15)
CARTE 16	RÉSULTATS - ÉTANG DE LA CACHE À DYNAMITE (P-22)
CARTE 17	RÉSULTATS - ÉTANG DU LAC DU DEUXIÈME CAMP SUD (P-31 SUD)
CARTE 18	RÉSULTATS - ÉTANG DU LAC DU DEUXIÈME CAMP NORD (P-31 NORD)
CARTE 19	RÉSULTATS – RÉAMÉNAGEMENT DU DÉPÔT CARBURANT (DC)
CARTE 20	RÉSULTATS - BAIE DU PK 54,5
CARTE 21	RÉSULTATS - BAIE DU PK 55
CARTE 22	RÉSULTATS - BAIE DU PK 55,2
CARTE 23	RÉSULTATS - BAIE DU PK 56,5

ANNEXE

1	RAPPORT TECHNIQUE D'ANALYSE DE SOL
---	------------------------------------

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE DU PROJET

Hydro-Québec Production construit, depuis 2009, un complexe hydroélectrique de 1 550 MW sur la rivière Romaine, au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, sur la Côte-Nord. Ce complexe sera composé de quatre aménagements hydroélectriques dont la production énergétique moyenne annuelle s'élèvera à 8,0 TWh. Chacun des aménagements comprendra un barrage en enrochement, une centrale munie de deux groupes turbines-alternateurs, un évacuateur de crues et une dérivation provisoire permettant de réaliser les travaux à sec. La superficie totale des quatre réservoirs est de 279 km².

La mise en service du complexe s'échelonne sur 7 ans. Elle a débuté en 2014 avec celle de la centrale de la Romaine-2, localisée à la hauteur du PK 90,3 de la rivière. Celle-ci a une puissance installée de 640 MW. Ensuite au PK 51,5, on retrouve la centrale de la Romaine-1 d'une puissance de 270 MW qui est exploitée depuis décembre 2015. En 2017, la mise en eau du réservoir de la Romaine 3 a été complétée en juin et la mise en service de la centrale de la Romaine-3, localisée au PK 158,4 de la rivière, a été complétée en septembre. Cette centrale offre une puissance installée de 395 MW. Enfin, la centrale de la Romaine-4, située au PK 191,9, à la tête du complexe, sera mise en service en 2021. Cette centrale offrira une puissance installée de 245 MW.

Le projet consiste également à construire une route de 150 km qui reliera la route 138 aux quatre aménagements projetés et l'intégration de la production au réseau de transport d'Hydro-Québec Trans-Énergie par environ 500 km de lignes de transport.

La réalisation du complexe hydroélectrique de la Romaine est soumise au respect de nombreuses conditions et engagements dont plusieurs concernent la protection de l'environnement et le suivi environnemental. Le gouvernement du Québec a autorisé le projet en 2009, en vertu du décret n° 530-2009. L'approbation du gouvernement du Canada autorisant l'entreprise à effectuer les travaux a également été transmise en 2009, dont l'autorisation de Pêches et Océans Canada en vertu de la loi sur les pêches (autorisation n°2015-006). Conformément aux engagements d'Hydro-Québec, un programme de suivi d'une durée potentielle de 31 ans (2009-2040) a été déposé en 2010 dont l'objectif principal est de vérifier l'évolution du milieu de même que l'efficacité des mesures d'atténuation, de bonification et de compensation mises en place dans le cadre du projet.

1.2 CONTEXTE

La création d'un réservoir hydroélectrique peut entraîner la perte de milieux humides. En effet, dans certains cas, la superficie des milieux humides ennoyés est supérieure à la superficie des habitats riverains créés en périphérie du nouveau réservoir. Dans le cadre du projet d'aménagement du complexe de la Romaine, le potentiel de reconstitution de milieux humides a été évalué à 733 ha (milieux humides riverains), alors que la superficie des milieux ennoyés a été estimée à 1 359 hectares (649 ha de tourbières et 710 de milieux riverains). Le bilan équivaut donc à une perte nette de 626 ha de tourbières et un gain de 23 ha au niveau des habitats riverains (Hydro-Québec – Volume 3 – Annexe P 24).

Différentes mesures d'atténuation ont été proposées afin de réduire cet impact : déboisement d'une bande de trois mètres autour de certaines sections des réservoirs lorsque possible. Cette intervention a été réalisée comme prévue pour le réservoir R-O1. Pour les réservoirs R-O2 et R-O3, le déboisement a été réalisé jusqu'à la cote maximale d'exploitation du réservoir (largeur variable), lorsque la topographie permettait la réalisation de l'intervention. Pour le réservoir R-O4, le déboisement est en voie d'être réalisé (2018). La création de baies en faveur de l'habitat riverain dans le réservoir de la Romaine 1 a également été proposée. Si la compensation pour la perte des tourbières est difficilement envisageable en raison du temps impliqué pour leur création, un programme a toutefois été proposé afin de compenser la perte résiduelle.

1.3 ENGAGEMENTS ET OBLIGATIONS SPÉCIFIQUES

Dans le cadre de l'étude d'impact, Hydro-Québec s'est donc engagée à compenser la perte de milieux humides en réaménageant des bancs d'emprunt et d'autres sites ayant un potentiel d'aménagement. La superficie des milieux humides à aménager a été définie à 60 ha (condition n° 19 du décret). Hydro-Québec s'est également engagée à favoriser l'implantation d'une quinzaine d'hectares d'habitats riverains sur le pourtour du réservoir de la Romaine 1 et à planter des arbustes et arbres fruitiers pour les oiseaux forestiers.

Lors de l'évaluation environnementale du projet, le MDDEFP, aujourd'hui le MDDELCC, a demandé à Hydro-Québec de verser une somme d'argent pour la création d'un plan de conservation des milieux humides situés dans la MRC de la Minganie, pour l'identification des services écologiques rendus par les milieux humides et pour la rédaction d'un guide sur la construction de routes en tourbière.

1.4 OBJECTIFS

1.4.1 OBJECTIF GÉNÉRAL

Hydro-Québec a entrepris dès 2011, une planification des aménagements à réaliser. Des visites de sites ont été réalisées de 2012 à 2016 afin d'identifier les bancs d'emprunt présentant un potentiel d'aménagement intéressant. Puis, des aménagements de milieux humides totalisant 40,2 ha ont été réalisés dans les divers secteurs du complexe (Romaine 1 à Romaine 4). Un total de 3,2 ha d'habitats riverains a présentement été aménagé. Le présent mandat consiste à faire le suivi de ces aménagements.

Par ailleurs, le drone a été utilisé à des fins expérimentales afin d'acquérir des orthophotographies haute-précision.

1.4.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Les objectifs spécifiques du présent mandat sont les suivants :

- Établir des transects permanents de suivi dans chacun des milieux humides aménagés;
- Inventorier et caractériser la structure et la composition végétale des stations permanentes;
- Discuter de la vitalité et de l'évolution de la végétation;
- Cartographier les milieux humides à l'aide d'orthophotographies;
- Documenter les signes de présence faunique.

1.5 ZONE D'ÉTUDE

Le suivi environnemental doit être réalisé sur un total de onze secteurs répartis dans tout le complexe de la Romaine (tableau 1). L'emplacement des sites peut être consulté à la carte 1.

Tableau 1 a Secteurs inventoriés au cours de l'automne 2017

Milieux humides aménagés dans les bancs d'emprunt	Superficie aménagée (ha)
Étang du MTQ	4,3
Étang du loup (P-6)	13,6
Étang aux bouleaux (P-15)	6,3
Étang de la cache à dynamite (P-22)	4,0
Étang du lac du deuxième camp Sud (P-31 Sud)	7,8
Étang du lac du deuxième camp Nord (P-31 Nord)	3,0
Réaménagement du dépôt à carburant (DC)	1,2
Total	40,2

Tableau 1 b Secteurs inventoriés au cours de l'automne 2017

Habitats riverains des baies aménagées	Superficie aménagée (ha)
Baie du PK 54,5	0,7
Baie du PK 55	1,0
Baie du PK 55,2	0,4
Baie du PK 56,5	1,1
Total	3,2

Carte 1 Localisation des sites aménagés inventoriés

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS DANS LES BANCS D'EMPRUNT

Les inventaires de terrain se sont déroulés du 8 au 16 septembre 2017, incluant les temps de déplacement de l'équipe de terrain. Au total, six milieux humides aménagés ont fait l'objet d'un inventaire de suivi complet en septembre 2017. Ces milieux proviennent du réaménagement des bancs d'emprunt dont l'exploitation est terminée (WSP 2017). À noter que les bancs d'emprunt sont des sites où une excavation a été réalisée dans le but d'extraire divers matériaux (pierre, sable, etc.) utiles à la construction des infrastructures et du réseau routier (figure 1). Avant le début de l'exploitation de ces sites, la végétation en place a été coupée et la terre végétale a été conservée et entreposée temporairement en bordure de ceux-ci. La terre végétale a ainsi pu être réutilisée subséquemment lors de l'aménagement des milieux humides.

Figure 1 Vue aérienne montrant le banc d'emprunt qui existait avant l'aménagement du lac du deuxième camp Nord. La terre végétale mise de côté est également visible dans la moitié inférieure droite de la photographie



Pour chacun de ces sites, plusieurs données relatives à la végétation ont été colligées in situ dans le but d'obtenir un portrait précis du succès d'implantation des semences et arbustes implantés. Ces données ont été récoltées par un seul observateur, et ce, pour toute la durée de la période d'inventaire. Un inventaire visant à évaluer le succès d'utilisation des aménagements fauniques a également été réalisé.

Par ailleurs, l'un des volets de l'étude consistait à réaliser une cartographie des milieux humides par l'intermédiaire d'orthophotographies (aériennes ou satellitaires) produites par Hydro-Québec en 2017. Or, les orthophotographies (photographies aériennes, Hydro-Québec, 2017) fournies ne permettent pas de réaliser la cartographie des milieux humides notamment en raison de l'impossibilité de percevoir la végétation aménagée dans les bancs d'emprunt, rendant impossible la classification des pixels de végétation. Devant cette impossibilité, il a été décidé d'utiliser un

drone. Ce dernier permet, d'une part, de créer des photographies obliques permettant une photo-interprétation des milieux humides, et d'autre part, de créer des orthophotographies haute résolution capable d'évaluer la reprise végétale des aménagements. Cette approche expérimentale a été effectuée par un seul utilisateur pour toute la période des inventaires de terrain. La description détaillée de la méthodologie préconisée, pour chacun de ces volets, est décrite en détail dans les sections suivantes.

2.1.1 MESURES DE LA VÉGÉTATION

Un total de 19 transects a été implanté à l'intérieur des six milieux humides aménagés dans les bancs d'emprunt. Le nombre de transects à inventorier a été décidé a priori suivant la superficie totale de chaque site ayant été aménagé. Le nombre total de transects par site varie entre 2 et 5. Les cartes 2 à 8 présentent l'emplacement des transects sur chacun des sites. Ils ont été positionnés de façon à intégrer l'ensemble des types de milieux récréés (étang, marais, etc.) et des zones aménagées dans chaque banc d'emprunt. L'emplacement de chaque transect a toutefois été précisé directement sur le terrain. Pour ce faire, une évaluation sommaire a été réalisée en parcourant chaque site à la marche. Les transects ont ensuite été implantés en s'assurant que les zones traversées possédaient une végétation dont l'abondance et la vigueur sont représentatives de celles retrouvées sur l'ensemble du site. La longueur des transects implantés est variable mais, dans tous les cas, ces derniers débutent dans une zone d'eau peu profonde et se terminent dans une portion de milieu terrestre. Lorsque les conditions du site le permettaient, tous les types de milieux humides susceptibles d'être rencontrés étaient traversés (eaux peu profondes, marais, marécages et milieux terrestres aménagés). Cette façon de faire permettait de s'assurer de traverser des superficiesensemencées avec le mélange de semences de prairie sèche et le mélange de prairie humide. Finalement, au moins un type de plantation présent sur le site a également été traversé (mottes de plantes aquatiques, plantation en rang de milieux humides, bosquets d'arbustes fruitiers, bosquets arbustifs des milieux humides, plantation en rang d'arbres). Un piquet d'arpentage a été positionné au début et à la fin de chaque transect dans le but de faciliter la localisation de ceux-ci lors des inventaires subséquents. Des points GPS ont été pris dans le but de géolocaliser le début et la fin de chaque transect à l'aide d'un GPS différentiel (DGPS) de marque Trimble Geo 7x permettant une précision variant en moyenne de 0,3 à 0,7 mètre.

Des parcelles d'inventaire de la végétation ayant une aire de 2 m² (1 m x 2 m) ont ensuite été implantées le long de chaque transect suivant un espacement prédéfini de 10 mètres. Cet espacement a été respecté dans la majorité des cas, mais a parfois été diminué sur le terrain de manière à caractériser la végétation de chaque type de milieu croisé. Le point central de chaque parcelle a été géolocalisé à l'aide d'un GPS Map 64T de marque Garmin permettant une précision approximative de 5 m. Au total, 109 parcelles de végétation ont été implantées à l'intérieur des six bancs d'emprunt aménagés.

Pour chaque parcelle de végétation, les données suivantes ont été prises conformément à la démarche proposée dans le document méthodologique déposé avant le début des inventaires sur le terrain :

- Le recouvrement total de chacune des strates de végétation (muscinale et herbacée);
- Le recouvrement total de la végétation implantée et celui des autres espèces établies naturellement. Le recouvrement total de la végétation a ensuite été estimé en excluant le recouvrement estimé pour les espèces invasculaires (muscinales);
- Le recouvrement individuel de toutes les espèces végétales présentes;
- Le recouvrement du sol et de l'eau, lorsqu'applicable;
- Le type de milieu humide (eaux peu profondes, marais, marécage, milieu terrestre), la profondeur de l'eau (cm), la texture du sol en surface, la présence de signes d'érosion, la pente, le drainage (rapide, bon, modéré, imparfait, mauvais, très mauvais, inondé), de même que toutes autres observations jugées pertinentes ont également été notés;

- Au moins une photographie de chaque parcelle a également été prise;
- Des notes générales relatives à chaque site ont été prises. Les espèces présentes sur le site, mais non répertoriées dans une parcelle, ont également été notées dans le but d'obtenir le portrait du cortège floristique présent dans les aménagements effectués.

Il est à noter que toutes les estimations du recouvrement de la végétation ont été colligées suivant les classes d'abondance-dominance de Bran-Blanquet.

2.1.2 UTILISATION DU DRONE

Pour chacun des six milieux humides aménagés, un relevé par drone a été réalisé dans le but d'évaluer la reprise végétale des aménagements. Le modèle de drone utilisé pour cet inventaire est un Mavic Pro de la compagnie DJI ayant un poids de 734 grammes (incluant le poids de la batterie). Ce modèle est vendu prêt à voler et a été en partie sélectionné pour sa facilité d'utilisation et la qualité de données qu'il a la capacité de générer lorsqu'il est utilisé dans des conditions optimales. Pour ce faire, des plans de vol établis sous forme de transects ont été programmés avec l'application « Litchi (Android) » et « UAV photo » avant même leur réalisation sur le terrain. Le nombre de transects réalisés a été déterminé en fonction de la superficie de chacun des milieux à survoler. Cette étape a permis de s'assurer de quadriller systématiquement l'ensemble des sites. Pour des raisons d'optimisation des piles, nous avons choisi de mettre l'altitude entre 60 et 80 mètres au niveau du sol (AGL) dans le but que le site soit relevé en un seul vol tout en permettant une résolution de l'image de bonne qualité. Par ailleurs, des photographies générales en oblique ont été prises pour chacun des sites. Ces photographies ont pour but de montrer l'aspect général des sites pour ainsi obtenir une perspective révélatrice du recouvrement de la végétation de ceux-ci.

Le technicien responsable de piloter le drone (modèle Mavic Pro) était formé (formation sans COAS pour drone de moins de 1 kg) pour son utilisation (voir figure 1). Même si le drone était en mode automatique pendant les relevés, le pilote était en contact visuel constant avec l'aérodyne. Ce contact visuel est nécessaire afin d'être prêt à réagir rapidement dans une situation où une manipulation de sa part serait requise (ex. situation d'urgence, atterrissage d'urgence, etc.). Il est important de noter que l'utilisation du drone a été faite selon les exigences de Transports Canada pour toute la durée de la période d'inventaire.

Les conditions météorologiques pour effectuer les vols de drone ont toujours été propices, sauf pour la fin d'après-midi du jeudi 14 septembre où les vents étaient trop puissants pour qu'un drone puisse être utilisé. Les vols de l'Étang de MTQ et d'une partie de l'Étang du loup, dont les photographies obtenues lors du premier vol, n'étaient pas de qualité optimale, et ont ainsi été annulés. Le vol pour l'Étang du MTQ a ainsi été reporté au matin du samedi 16 septembre puisque les conditions étaient alors plus favorables. Pour ce qui est de l'Étang du loup, la deuxième tentative de vol, le 14 septembre, a dû être annulée puisque la vitesse du vent est subitement devenue trop importante pour que puisse se poursuivre l'échantillonnage. Une partie du site a toutefois été survolée avant l'arrêt des procédures.

Figure 2

Technicien de WSP effectuant un décollage du drone (modèle Mavic Pro) en vue de l'acquisition des données pour l'étang de la cache à dynamite.



2.1.3 SUIVI DES AMÉNAGEMENTS FAUNIQUES

Pour chacun des milieux humides aménagés, tous les aménagements fauniques ont été visités et diverses données descriptives ont été notées. Tous les aménagements ont été visités dans le but de s'assurer qu'ils sont toujours présents et en bon état. Les aménagements non retrouvés ont été notés. La présence d'animaux (amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères, insectes ou mollusques) a été notée et des photographies ont été prises pour chacun des individus observés sur le terrain. Tous les signes d'utilisation par la faune (fèces, exuvies, traces, etc.) ont également été notés. Finalement, une photographie a été prise pour chaque type d'aménagement et sur chacun des sites à l'étude.

2.2 BAIES AMÉNAGÉES DU RÉSERVOIR DE LA ROMAINE 1

2.2.1 MESURES DE LA VÉGÉTATION

Les quatre baies aménagées (superficie cumulative de 3,2 hectares) ont été inventoriées le 15 septembre dernier et ont nécessité un transport par hélicoptère, étant donné l'absence d'accès routiers vers ces sites. Comme les habitats riverains aménagés dans les baies sont de plus faible superficie, un seul transect a été réalisé pour chacun de ces sites. Le nombre de parcelles réalisées, par unité de surface, reste toutefois comparable à ce qui a été exécuté pour les milieux humides aménagés. Le début des transects a toujours été implanté dans le poquet situé le plus près de la rivière et à plus de 3 m de la rive. La fin du transect se situe dans le poquet le plus près des milieux terrestres, près

de la limite de la zone aménagée. Tous les transects établis traversent au moins quatre poquets, dont un ayant été végétalisé avec des arbustes fruitiers. Les cartes 9 à 12 présentent l'emplacement des transects pour chacune des baies inventoriées. À noter que pour les baies aménagées, seul le mélange de semences pour milieux terrestres a été utilisé comparativement aux milieux humides aménagés où deux types de mélanges ont été utilisés (mélange prairie humide et mélange milieu terrestre). Le début et la fin de chacun des transects ont été géolocalisés à l'aide d'un GPS différentiel (DGPS). Les parcelles réalisées le long des transects étaient toujours situées au centre des poquets traversés. Conformément à la méthodologie préconisée pour les milieux humides aménagés, les données recueillies relativement à la végétation sont les mêmes que celles décrites pour ces milieux (voir la section 2.1.1). Un total de 22 parcelles a été réalisé pour l'ensemble des baies inventoriées.

2.2.2 UTILISATION DU DRONE

Une méthodologie identique à la méthodologie décrite aux sections 2.1 et 2.1.2 a été utilisée. Veuillez vous référer à ces sections pour obtenir les détails.

2.3 MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE

2.3.1 MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS ET BAIES AMÉNAGÉES

Cette section présente les différentes analyses descriptives effectuées pour chacun des sites inventoriés. Les statistiques descriptives calculées ont nécessité un nettoyage et une standardisation des données brutes récoltées sur le terrain. Elles ont ainsi été calculées pour l'ensemble des sites, mais aussi à une échelle plus fine pour chaque transect comprenant un nombre variable de parcelles (minimum de 4; maximum de 9). Les recouvrements de la végétation initialement colligés sous forme de classes de recouvrement Braun-Blanquet ont dû être transformés en pourcentage de recouvrement dans le but de rendre la valeur des paramètres estimés plus aisée à visualiser et interpréter. Les figures 2 à 6 permettent de bien visualiser l'allure générale d'une parcelle selon la classe de recouvrement qui lui a été attribuée (classes 1 à 5). Le tableau suivant montre les correspondances entre les classes prises sur le terrain et les pourcentages estimés correspondants.

Tableau 2 Classes de Braun-Blanquet utilisées sur le terrain et pourcentages de recouvrement correspondant utilisés pour effectuer le calcul des moyennes

Échelle d'abondance-dominance de braun-blanquet	Classes de recouvrement estimées sur le terrain (%)	Recouvrement correspondant (%)
5	75 à 100	87
4	50 à 75	62
3	25 à 50	37
2	5 à 25	15
1 *	< 5	1
+	< 1	1

Notes : * Pour certaines parcelles, un pourcentage de 5 % a été attribué à la classe 1. Ce choix a été fait en analysant les photographies de chaque parcelle prises sur le terrain dans le but d'être le plus précis possible dans l'attribution des pourcentages.

Au terme de la transformation des données, les paramètres suivants ont été estimés :

- Le recouvrement de chacune des strates de végétation (muscinale, herbacée, arbustive) a été estimé pour chaque site (moyenne des parcelles / sites). Le recouvrement total moyen de la végétation pour chaque site (moyenne des parcelles / sites) a également été estimé. Toutes les données prises sur le terrain ont été incluses dans ces calculs.
- Le recouvrement total moyen spécifique aux espèces provenant des mélanges de semences et le recouvrement total moyen des autres espèces (espèces spontanées) ont ensuite été calculés. Le recouvrement total moyen de chacun des trois mélanges utilisés a également été calculé.
- La moyenne du recouvrement estimé a été calculée pour chacune des espèces composant les mélanges (14 espèces au total). Cette moyenne ne tient pas compte des parcelles où une espèce était absente (ne tient pas compte des recouvrements ayant une valeur nulle). Bien que les valeurs nulles représentent un résultat, nous avons jugé plus représentatif de ne pas tenir compte de celles-ci car nous voulions mesurer le développement des espèces une fois implantées.
- La proportion des parcelles où chaque espèce composant les mélanges a été vue a finalement été calculée (fréquence relative). Ce paramètre donne un proxy assez fiable de la probabilité de rencontrer une espèce en particulier à un site donné.

Figure 3 Parcelle de classe 1 montrant un recouvrement total estimé à 1 %



Figure 4 Parcelle de classe 2 montrant un recouvrement total estimé à 15 %



Figure 5 Parcelle de classe 3 montrant un recouvrement total estimé à 37 %



Figure 6

Parcelle de classe 4 montrant un recouvrement total estimé à 62 %

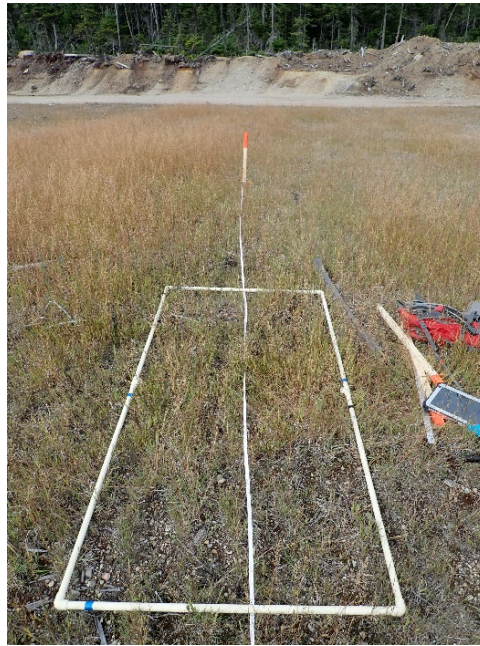


Figure 7

Parcelle de classe 5 montrant un recouvrement total estimé à 87 %



2.3.2 ANALYSE ET TRAITEMENT DES PHOTOGRAPHIES

Pour chacun des sites, les relevés en drone ont permis de générer une orthomosaïque avec une résolution théorique au sol d'environ 2 cm. Les paramètres programmés au drone pour obtenir les orthomosaïques sont les suivantes : photos 13 mégapixels, pris en nadir, à une fréquence de 1 photo/seconde et le drone a volé à une vitesse moyenne de 25 km/h. Toutes les images ont un recouvrement de 80 % en latéral et 60 % en longitudinal. L'orthorectification a été réalisée avec le logiciel Agisoft Photoscan, utilisant des cibles placées au sol comme points de contrôle. Des assiettes circulaires blanches d'environ 20 cm de diamètre ont été utilisées comme point de contrôle et leurs positions ont été relevées avec un DGPS Trimble Geo7X ayant une précision planimétrique de 1 à 2 m.

La classification a été réalisée à partir des images ré-échantillonnées à une résolution de 5cm/pixel. Les valeurs numériques ont été utilisées directement sans correction ou normalisation radiométrique. Les trois bandes spectrales, rouges, vertes et bleues, ainsi que deux indices de végétation ont été utilisés (tableau 3). En plus des indices de végétation, une analyse en composantes principales a généré trois bandes qui ont permis d'améliorer la séparation des classes. La classification a été réalisée utilisant l'algorithme Support Vector Machine (SVM) en considérant deux classes : présence et absence de végétation. Des zones d'entraînement (échantillonnage test) ont été sélectionnées sur des secteurs contenant uniquement des pixels correspondant à chaque classe. À cet effet, les zones hétérogènes ont été évitées afin d'éviter d'ajouter trop de confusion aux modèles de prédictions.

Tableau 3 Indices de végétation utilisés

Indice	Nom	Formule
VAR	Visible Atmospheric Resistant Index	$\frac{(Vert - Rouge)}{(Vert + Rouge - Bleu)} - 1$
TWI	Triangular Greenness Index	$Vert - 0.39 * Rouge - 0.61 * Bleu$

Les orthophotographies produites grâce à l'utilisation des drones ont été utilisées au bureau pour effectuer un travail de photo-interprétation des aménagements, notamment pour délimiter les zones réelles d'eau peu profonde et de marais. Les résultats de la photo-interprétation ont été utilisés dans le but de produire de nouvelles cartes comparant les limites observées des milieux humides aménagés par rapport aux limites réalisées lors des aménagements (limites provenant du rapport de conformité).

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 MILIEUX HUMIDES AMÉNAGÉS DANS LES BANCS D'EMPRUNT

3.1.1 RECOUVREMENTS OBSERVÉS

Dans l'ensemble, le couvert végétal des sites est considéré comme moyen à bon et la végétation en place semble encore être en phase d'établissement. Des cartes produites grâce à l'acquisition des photographies par le drone permettent de visualiser l'emplacement des parcelles des végétations réalisées de même que le recouvrement total moyen correspondant à chacune de celles-ci (cartes 14 à 19). De plus, les moyennes du recouvrement de la végétation de chaque site sont présentées au tableau 4 avec les écarts-types correspondants. Le recouvrement de chaque mélange utilisé a également été calculé (tableau 5) dans le but de vérifier si l'un d'eux semble avoir eu un meilleur succès d'implantation. Une analyse plus fine des espèces qui ont le mieux performé dans les mélanges a également été réalisée (tableau 6). À noter que les données relatives à la strate arbustive n'ont pas été traitées contrairement à ce qu'il était prévu puisque les arbustes sont encore trop peu développés à ce stade-ci.

Le recouvrement total moyen de la strate herbacée se situe entre 23,3 % et 47,9 %, si l'on compare le site ayant les plus hautes valeurs (dépôt à carburant) et celui ayant les plus faibles valeurs (lac du deuxième camp Nord). La figure 7 présente les photographies du dépôt à carburant (7A; secteur terrestre) et de l'Étang aux bouleaux (7B; secteur humide) dans des portions de sites montrant de hauts recouvrements de la strate herbacée. Les autres sites se situent entre cet écart pour une moyenne totale, regroupant l'ensemble des parcelles inventoriées, de 36,2 %. Trois des sites montrent des valeurs supérieures à 40 % (Étang aux bouleaux; Étang du loup; dépôt à carburant), alors que les valeurs des trois autres sites sont situées en deçà de 32 % (étang de la cache à dynamite; lac du deuxième camp Sud; lac du deuxième camp Nord). La figure 8 présente les photographies du deuxième camp Sud (8A; secteur terrestre) et du deuxième camp Nord (8B; secteur humide) dans des portions montrant de bas recouvrements de la strate herbacée. Plus précisément, les valeurs de recouvrement calculées pour la végétation herbacée indiquent que cette strate est celle où les recouvrements les plus importants ont été observés (entre 13,9 % et 35,3 %) comparativement aux valeurs estimées de la strate muscinale. En observant plus attentivement les valeurs obtenues pour la strate herbacée, il ressort que les espèces provenant de l'ensemencement contribuent davantage au recouvrement total (moyenne de 26,9 %) comparativement aux espèces établies de manière spontanée (moyenne de 3,9 %). Les espèces du mélange les plus fréquemment observées sur l'ensemble des parcelles sont l'agrostide blanche (*Agrostis alba*; fréquence de 69,2 %) suivie de la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia caespitosa*; fréquence de 35,2 %) et du jonc épars (*Juncus effusus*; fréquence de 32,5 %; tableau 6). Ces mêmes espèces, lorsque présentes dans une parcelle, sont également celles présentant les recouvrements moyens les plus élevés. Respectivement, les moyennes calculées pour ces espèces (sans les valeurs nulles, soit lorsqu'elles étaient présentes) donnent 16,1 %, 11,3 % et 10,1 %. Pour les espèces établies de façon spontanée, les fréquences d'observations étaient très faibles; ainsi, il a été choisi de ne pas calculer les recouvrements individuels de ces espèces.

Les écarts-types ont été calculés pour l'ensemble des parcelles échantillonnées sur chacun des sites. Les valeurs obtenues sont relativement élevées et font ressortir qu'une variabilité assez importante caractérise les données.

Figure 8 Sites présentant des recouvrements élevés de la végétation herbacée en zone de milieu terrestre (A; dépôt à carburant) et en zone de milieu humide (B; étang aux bouleaux)

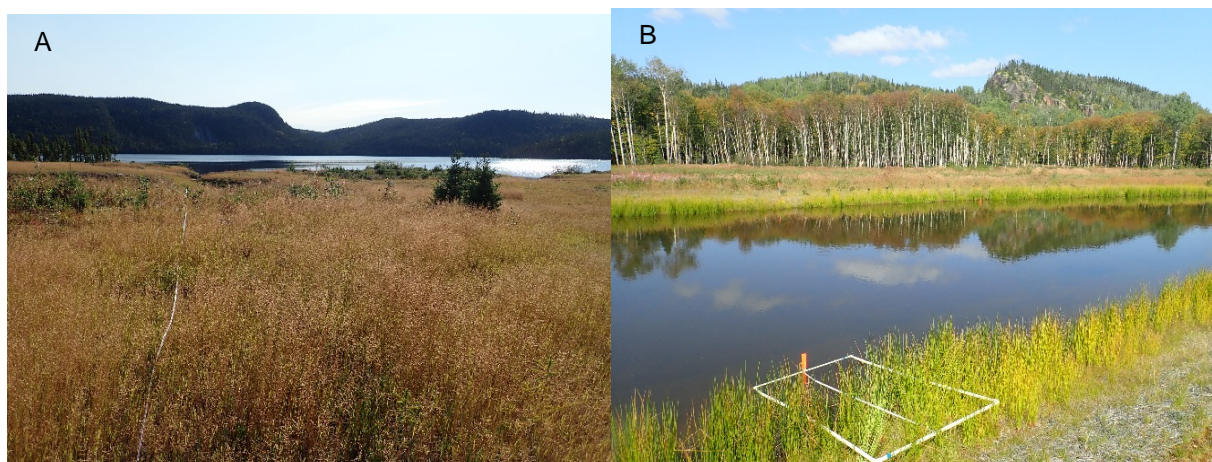


Figure 9 Sites présentant des recouvrements bas de la végétation herbacée en zone de milieu terrestre (A; étang du deuxième camp Sud) et en zone de milieu humide (B; étang du deuxième camp Nord)

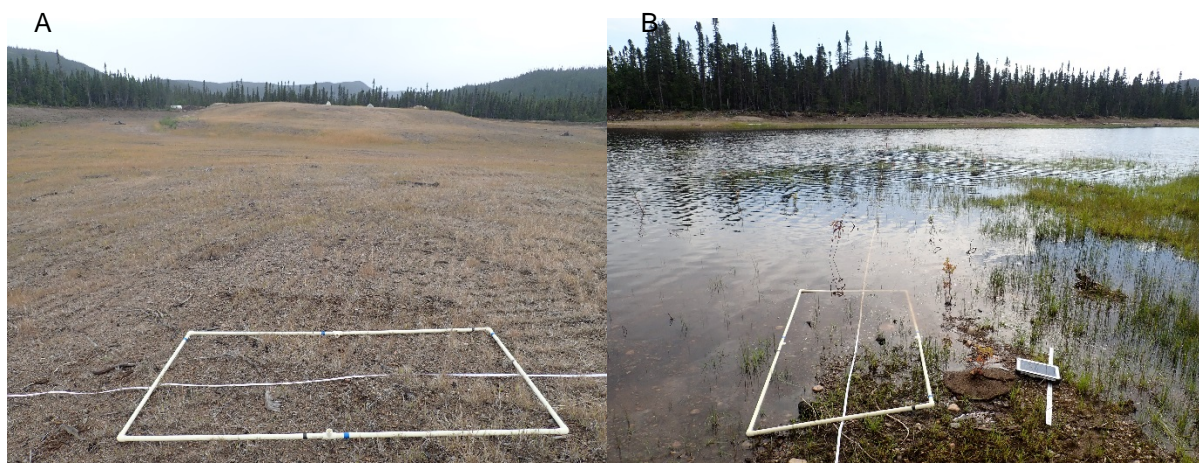


Tableau 4 Recouvrements moyens de la végétation calculés pour chacun des milieux humides aménagés (%)

Sites inventoriés	Recouvrement total des parcelles (%)		Recouvrement total de la strate muscinale (%)		Recouvrement total de la strate herbacée (%)		Recouvrement total des espèces provenant de l'ensemencement (%)		Recouvrement total des autres espèces (%)	
	Moy.	Écart type	Moy.	Écart type	Moy.	Écart type	Moy.	Écart type	Moy.	Écart type
Étang aux bouleaux	44,8	20,07	18,3	20,84	34,4	18,78	31,1	12,58	20,0	31,33
Étang de la cache à dynamite	31,3	21,54	16,5	11,46	26,8	21,79	26,9	21,19	3,3	4,79
Étang du loup	44,2	27,61	19,8	17,41	29,2	21,46	29,3	22,54	3,4	4,16
Étang du lac du Deuxième Camp Sud	25,5	27,01	6,7	8,92	13,9	20,25	15,8	20,15	0,1	0,34
Étang du lac du deuxième Camp Nord	23,3	17,83	13,7	20,06	17,9	14,34	18,9	13,99	1,3	4,7
Dépôt à carburant	47,9	20,94	15,3	18,86	35,3	25,53	33,3	21,98	1,5	2,37
Rec. total moy.	36,2	25,11	15,1	17,51	26,3	20,8	26,9	20,26	3,9	11,13

Notes : * Les résultats sont présentés pour chacune des strates de végétation. Le recouvrement total des espèces provenant de l'ensemencement et le recouvrement total provenant des autres espèces spontanées sont également présentés.

N.B : L'addition des recouvrements obtenus pour chacune des classes de recouvrement ne permet pas d'obtenir le recouvrement total des parcelles puisque les valeurs présentées sont des moyennes calculées pour chaque site.

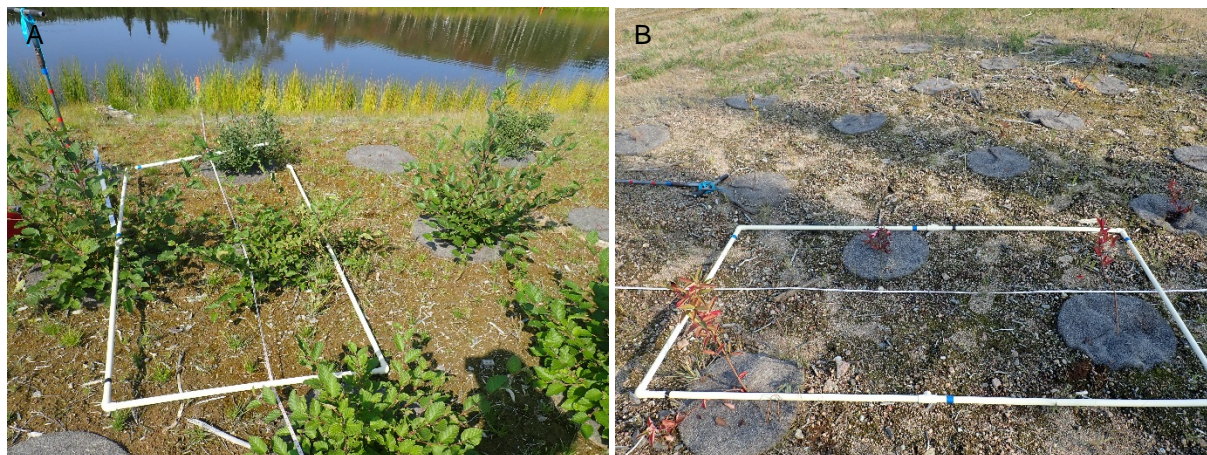
La variabilité constatée dans les résultats était anticipée au départ étant donné que les aménagements sont encore jeunes et que la végétalisation des surfaces dénudées est encore en cours d'implantation et n'a pas encore atteint d'équilibre. Les cartes 14 à 19 montrent que les pourcentages de recouvrement total attribués aux parcelles varient parfois sur une faible distance au sein d'un même transect. On peut constater que des parcelles ayant des pourcentages de recouvrement élevés sont parfois voisines de parcelles avec des recouvrements beaucoup plus faibles. Une étude réalisée suite à des analyses chimiques de sols a montré que les pH sont extrêmement bas pour les sites échantillonnés (voir annexe 1 pour les détails). Cette acidité engendre un haut niveau de disponibilité en aluminium ce qui a un effet antagoniste sur plusieurs autres éléments nutritifs. Les niveaux de phosphore du sol sont également très bas ce qui peut causer des carences pour les végétaux. Cette particularité des sols pourrait avoir eu une influence sur l'établissement de la végétation.

D'autres facteurs pourraient expliquer, du moins en partie, les variations observées de même que les valeurs de recouvrement total moyen obtenues, à savoir :

- l'hétérogénéité du type de substrat caractérisant l'horizon supérieur des aménagements, notamment au niveau de la texture (sable, limon, argile). Par exemple, le passage de la machinerie lourde, lors de la réalisation des aménagements, a parfois eu un impact local important au niveau de la compaction du sol.
- l'épaisseur de la matière organique disponible en surface est également variable, parfois de manière marquée sur un même site. Les zones mieux pourvues en matière organique semblent celles où la vigueur générale de la végétation est plus marquée.
- les divers stress externes, non liés à la nature même des aménagements, peuvent avoir eu une influence importante sur la capacité d'implantation des jeunes semis tels que le passage de véhicules tout-terrain au sein des sites.
- la hauteur de la nappe phréatique a vraisemblablement eu un impact sur l'établissement des semis. Les étangs où le niveau d'eau s'est avéré être beaucoup plus élevé que ce qui était prévu au départ a ennoyé une superficie considérable des zonesensemencées. Ces zones sont peu végétalisées. À l'opposé, les zonesensemencées ayant une topographie plus accentuée sont généralement moins bien végétalisées.

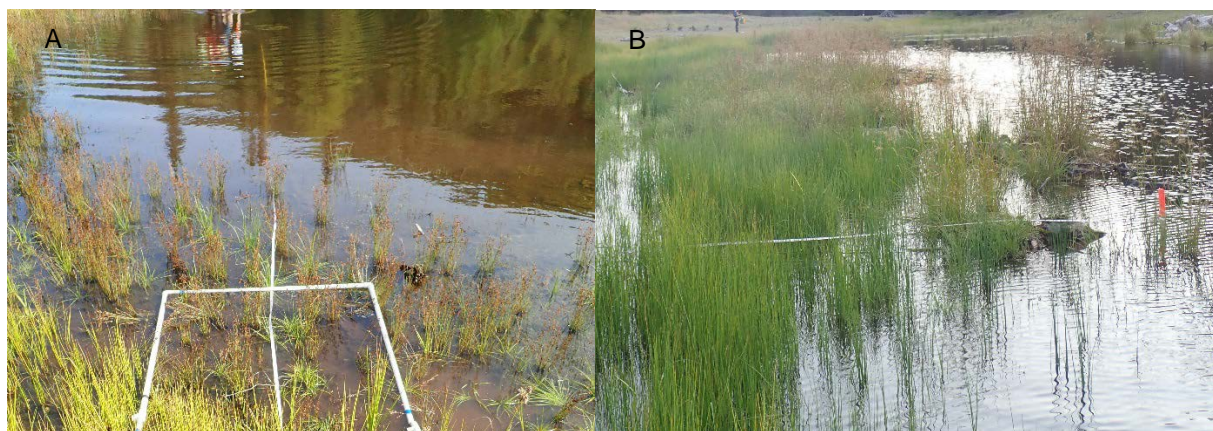
Pour ce qui est de la strate arbustive, le recouvrement total moyen n'a pas été calculé puisque les arbustes implantés sont encore trop jeunes. En général, la mortalité des plants constatée sur le terrain est faible, même si plusieurs plants avaient une croissance assez faible. L'aulne rugueux est l'espèce arbustive dont la meilleure vigueur générale a été observée (figure 9A). En général, les poquets d'arbustes fruitiers présentaient une plus faible croissance (figure 9B). Plus de données seront nécessaires au fil du temps dans le but de mieux évaluer le recouvrement des arbustes implantés. De plus, les données obtenues sur une plus grande fenêtre temporelle permettront d'évaluer quelles espèces se sont bien implantées et lesquelles ont subi une plus forte mortalité. À noter que la présence d'arbustes établis de façon spontanée a été remarquée à quelques reprises (surtout des espèces de la famille des éricacées).

Figure 10 Zone de plantation arbustive d'aulne rugueux (Étang aux bouleaux) montrant une excellente reprise et une bonne croissance générale (A). Poquet d'arbustes fruitiers montrant une croissance faible dans l'ensemble (B)



Les derniers paramètres estimés en lien avec les recouvrements de la végétation permettent de donner un aperçu plus précis de l'implantation de la végétation provenant des mélanges de semences et de la végétation implantée de manière spontanée. Pour l'ensemble des sites, un recouvrement total moyen de 26,9 % provient de l'implantation des espèces composant le mélange de semences. Ces espèces comptent donc pour une grande partie du recouvrement total estimé. La végétation établie de manière spontanée a un recouvrement total situé sous 4 % pour tous les sites, sauf pour l'Étang aux bouleaux où ce chiffre est beaucoup plus élevé et se situe à près de 20 %. Le pourcentage élevé de végétation spontanée sur ce site était prévisible puisque les techniques d'aménagement utilisées étaient différentes. Notamment, un large secteur n'a pas été ensemencé lors des aménagements puisque la végétation herbacée en place de type prairie humide était déjà bien établie. Pour l'ensemble des sites, un total d'environ 25 espèces herbacées et ligneuses implantées de manière spontanée a été répertorié sur l'ensemble des sites. Les plus fréquemment observées sont le jonc breviaudé (*Juncus brevicaudatus*) et le scirpe à ceinture noire (*Scirpus atrocinctus*) (figure 11A et B respectivement). Les espèces établies de manière spontanée deviendront probablement de plus en plus présentes au fil du temps, notamment parce que des propagules (graines, rhizomes) viendront s'y établir naturellement. Cette situation est souhaitable puisque ce cortège floristique est indigène et est bien adaptée aux conditions climatiques locales.

Figure 11 Jonc breviaudé implanté en bordure d'une zone d'eau peu profonde (A). Scirpe à ceinture noire bien implanté en eau peu profonde (B). Ces photographies ont été prises à l'Étang de la cache à dynamite



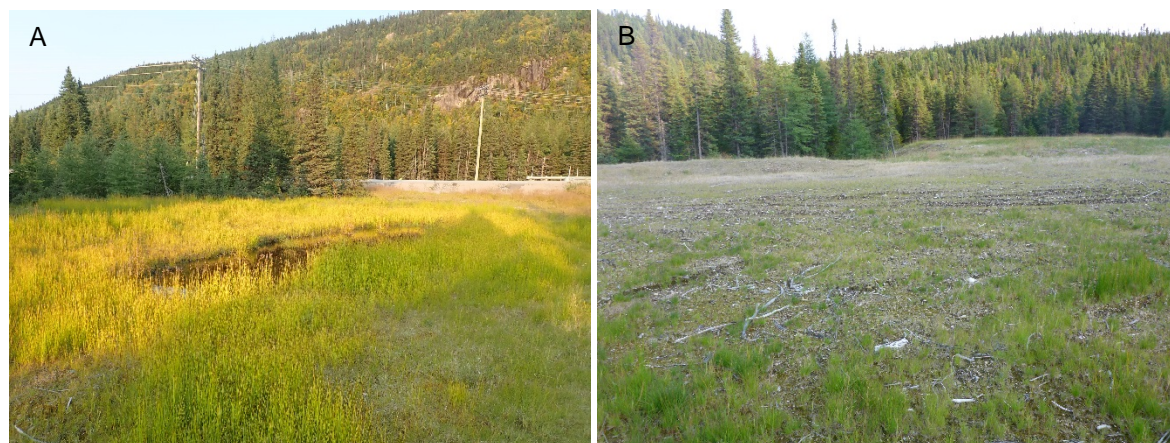
3.1.2 MÉLANGE D'ENSEMENCEMENT

Cette section décrit les résultats des trois (3) mélanges d'ensemencement utilisés lors des travaux d'aménagement (tableau 5). Ces résultats traitent également du succès d'implantation des espèces contenues dans les mélanges (tableau 6).

Le recouvrement total moyen du mélange GLOCO (prairie sèche), comparativement au mélange INDIGO (prairie humide), est un peu plus élevé en général (tableau 5). Les moyennes de recouvrement calculées pour l'ensemble des sites indiquent respectivement des valeurs de 32,1 % et de 23,2 %. Ce résultat semble indiquer que la performance d'implantation des végétaux est supérieure avec l'utilisation du mélange GLOCO (prairie sèche). Pour ce qui est du mélange de semence INDIGO (prairie sèche), il n'a été utilisé qu'à un seul site (étang du lac du deuxième camp Nord) et la moyenne de recouvrement total observée se situe à 13,2 %. Cette valeur plus faible semble indiquer que ce mélange a moins bien performé que le mélange GLOCO (prairie sèche), mais comme il n'y a aucun réplica, ce résultat comporte certaines limites. Notamment, les valeurs de recouvrement plus faibles sont peut-être davantage liées aux conditions du site plutôt qu'au mélange lui-même. En lien avec les résultats globaux de recouvrement présentés au tableau 4, les valeurs de recouvrement des mélanges varient dans le même sens. En effet, les valeurs de recouvrement les plus faibles provenant des mélanges ont été observées à l'étang du deuxième camp nord et sud et les valeurs les plus élevées à l'étang aux bouleaux et au dépôt à carburant.

Pour compléter ces résultats, le succès d'implantation de chacune des espèces présentes dans les mélanges a été vérifié. Il ressort que certaines espèces provenant des mélanges sont bien implantées alors que d'autres sont carrément absentes. Lorsque présentes dans une parcelle, la deschampsie cespiteuse (*Deschampsia caespitosa*) et le jonc épars (*Juncus effusus*) sont les espèces ayant les recouvrements moyens les plus élevés pour le mélange INDIGO (prairie humide). Ces valeurs sont respectivement de 11,31 % et de 10,05 % (tableau 6). De plus, ces espèces n'étaient pas toujours circonscrites dans les zones humides, mais étaient assez fréquemment présentes dans les zones considérées comme étant terrestres. Les proportions de chaque espèce composant le mélange de semences INDIGO (prairie humide) se situaient à 20 % pour la deschampsie cespiteuse et à seulement 4 % pour le jonc épars. La figure 10 montre des zones bien végétalisées par ces deux espèces.

Figure 12 Portion de site en milieu humide où le jonc épars (A) et la deschampsie cespiteuse (B) se sont particulièrement bien établis



Pour le mélange de milieux terrestres, l'agrostide blanche (*Agrostis alba*) s'est très fortement implantée, formant parfois de vastes massifs à l'intérieur des aménagements pour un recouvrement moyen de 16,1 % lorsque l'espèce était présente (figure 11A). Cette espèce est également celle ayant été vue le plus fréquemment, soit dans près de 80 % des parcelles, alors que le mélange de semences GLOCO (prairie sèche) contenait une proportion de 5 % de cette espèce. La végétation observée sur le terrain n'est donc pas nécessairement représentative de la composition des mélanges de semences. Le lotier corniculé (*Lotus corniculata*) est une autre espèce provenant du mélange de milieu terrestre ayant eu un certain succès d'établissement (figure 10B). Outre les espèces mentionnées ci-haut,

l'établissement des autres espèces provenant des mélanges de semences est faible et est même nul ou très faible dans plusieurs cas (*Carex stipata*; *Hordeum jubatum*; *Phleum pratense*; *Poa compressa*; *Poa alpina*; *Trifolium repens*). Les raisons expliquant la faible implantation de ces espèces sont difficiles à cerner. Le moment où l'ensemencement est effectué (mois) pourrait peut-être avoir joué un rôle.

Figure 13 **Portions de site en milieu terrestre où l'agrostide blanche (A) et le lotier corniculé (B) se sont particulièrement bien établis**

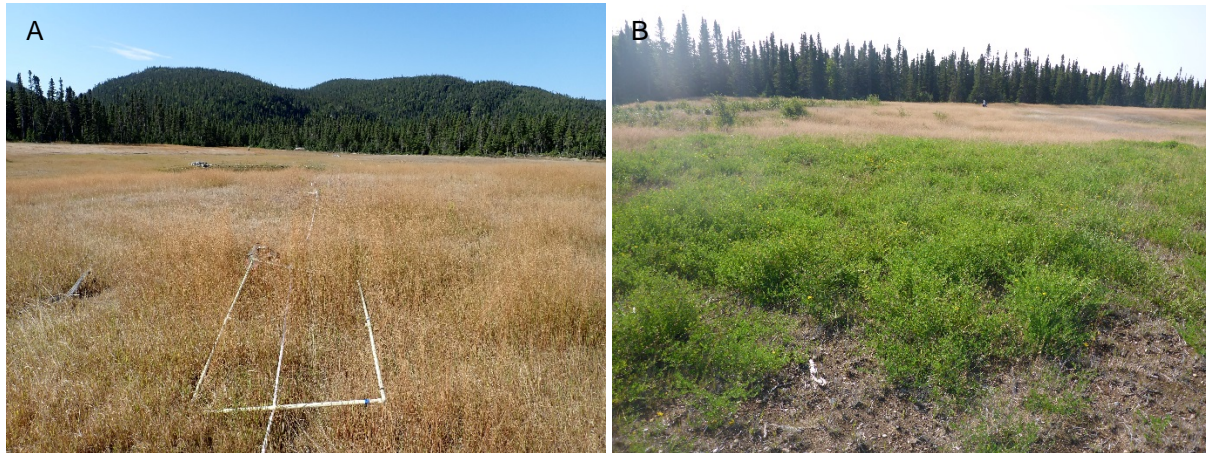


Tableau 5 Recouvrement total moyen (%) des mélanges de semences calculés pour chacun des milieux humides

Mélange de semences utilisé		Mélange INDIGO – Prairie humide		Mélange GLOCO – Prairie sèche		Mélange INDIGO – prairie sèche	
Étang du loup	Moy. (%)	24,9	N=19	38,7	N=10	na	
	Écart-Type	17,5		26,1		na	
Étang aux bouleaux	Moy. (%)	37	N=2	37,6	N=8	na	
	Écart-Type	0		16,6		na	
Étang de la cache à dynamite	Moy. (%)	26,2	N=12	32,3	N=4	na	
	Écart-Type	16,9		22,4		na	
Étang du lac deuxième camp Sud	Moy. (%)	17,3	N=7	23,7	N=14	na	
	Écart-Type	9,7		23,8		na	
Étang du lac deuxième camp Nord	Moy. (%)	17,6	N=10	na		13,2	N=9
	Écart-Type	15,7		na		6,4	
Dépôt à carburant	Moy. (%)	38	N=3	36,3	N=6	na	
	Écart-Type	15,7		23,5		na	
Tous les sites	Moy (%)	23,2		32,1		na	
	Écart-type	17,9		23,7		na	

Tableau 6 Recouvrement total moyen (rec. tot. moyen) et fréquence d'observation (fréq. obs) de chaque) espèce provenant des mélanges de semences calculés pour chacun des milieux humides

Espèces végétales	Rec. tot. moyen (%)	Fréq. obs (%)	Rec. tot. moyen (%)	Fréq. obs (%)	Rec. tot. moyen (%)	Fréq. obs (%)	Rec. tot. moyen (%)	Fréq. obs (%)	Rec. tot. moyen (%)	Fréq. obs (%)	Rec. tot. moyen (%)	Fréq. obs (%)	Tot. rec. moy (%)	Tot. fréq. obs. (%)
	P-15		P-22		P-6		P-31 Sud		P-31 Nord		DC		Moyenne des sites	
CALCAN	-	0	-	0	1	4	-	0	-	0	-	0	0,17	0,67
CARSTI	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1	11	0,17	1,8
DESCES	20,5	40	10,8	53	9,33	24	6	29	9,5	21	11,7	44	11,3	35,2
JUNEFF	26	20	14,3	41	14,28	64	2,5	21	3,2	16	19	33	10,1	32,5
POAPAL	-	0	-	0	5,0	12	1	4	5,2	11	-	0	1,8	4,5
SCIATR	1	10	5	6	9,68	64	-	0	-	0	-	0	2,6	13,3
AGRALB	21,13	60	7,47	71	17,42	80	24,69	67	2,33	37	23,5	100	16,1	69,2
FESRUB	3	40	1	12	2	28	-	0	1	26	5	11	1,8	19,5
HORVUL	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	-	0	0	0
LOTCOR	1	10	7	18	5,17	20	5,67	13	0	0	15	11	5,6	12
PHLPRA	1	10	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0,17	1,7
POACOM	-	0	-	0	-	0	-	0	1	21	-	0	0,17	3,5
POAALP	-	0	-	0	-	0	-	0	1	21	-	0	0,17	3,5
TRIREP	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0

Note : La moyenne du recouvrement estimé a été calculée pour chacune des espèces composant les mélanges. Cette moyenne ne tient pas compte des parcelles où une espèce était absente (recouvrements ayant une valeur nulle non utilisés). Nous avons jugé plus représentatifs de ne pas tenir compte de ces valeurs étant donné que la moyenne était très influencée par celles-ci. La fréquence d'observation quant à elle, témoigne de la présence réelle de chacune des espèces dans les parcelles.

Liste des codes :

CALCAN : Calamagrostide du Canada (*Calamagrostis canadensis*)
CARSTI : Carex stipité (*Carex stipata*)
DESCES : Deschampsie cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*)
JUNEFF : Jonc épars (*Juncus effusus*)
TRIREP : Trèfle blanc (*Trifolium repens*)

FESRUB : Fétuque rouge (*Festuca rubra*)
HORVUL : Orge commune (*Hordeum vulgare*)
LOTCOR : Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*)
PHLPRA : Fléole des près (*Phleum pratense*)
POAPAL : Pâturin des marais (*Poa palustris*)

POACOM : Pâturin comprimé (*Poa compressa*)
SCIATR : Scirpe noirâtre (*Scirpus atrovirens*)
AGRALB : Agrostide blanche (*Agrostis alba*)
POAALP : Pâturin alpin (*Poa alpina*)

3.1.3 ÉVALUATION DE LA VÉGÉTATION PAR UTILISATION DU DRONE

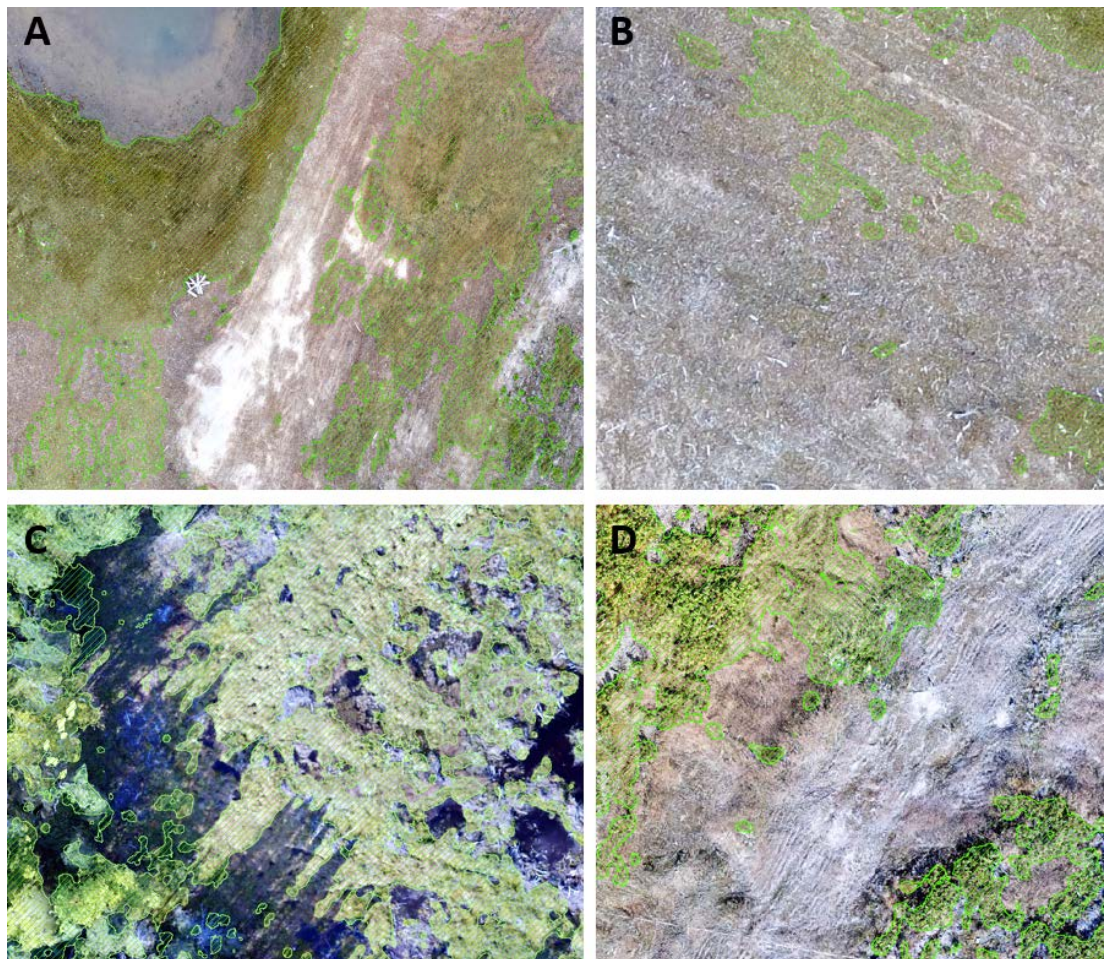
Dans l'ensemble, l'utilisation du drone pour évaluer la couverture de la végétation s'est avérée être une méthode concluante, même si certains défis se sont présentés pour obtenir des résultats correspondant finement à la réalité. Les résultats des classifications effectuées, par rapport aux sites d'entraînement, sont présentés dans le tableau 7. Le calcul du coefficient de Kappa de Cohen a ainsi été fait. Cet indice tient compte de la performance d'identification de chaque classe comprise dans la classification (avec végétation / sans végétation), en incluant la probabilité que le résultat soit dû au hasard. Il est donc bien adapté à notre situation où seules deux classes sont présentes. Pour ce projet, l'indice a été reporté sur une échelle de 0 à 100 où 100 équivaut à un accord parfait et 0 correspondant à un accord nul. Nous pouvons constater que les coefficients Kappa varient en fonction des sites et, de façon générale, la classification a été bien réalisée. En effet, certains sites présentent un coefficient très élevé (i.e > 90). Par exemple, pour l'Étang du loup la concordance est pratiquement parfaite (coefficient de 99,01) de même que pour l'étang lac du deuxième camp Sud (97,93). Pour ce qui est de la précision de la classification pour détecter la présence ou l'absence de végétation, par rapport aux sites d'entraînement, les résultats montrent des pourcentages élevés, tous situés au-dessus de 90 %. De plus, la précision de l'identification des zones avec végétation est généralement plus faible que la détection des zones sans végétation. Les pourcentages de couverture de la végétation, calculés en comparant la surface totale occupée par la végétation (obtenue par classification) à la superficie totale du site, incluant les plans d'eau, varient entre 6,43 et 58,45 %. Ce résultat, même si le modèle n'est pas parfait, indique que la couverture totale de la végétation est considérablement variable entre les sites et est particulièrement basse pour les étangs du lac du deuxième camp Nord et Sud.

Tableau 7 Résultat des classifications par rapport aux sites d'entraînement pour les milieux humides aménagés

Sites	Kappa	Précision avec végétation (%)	Précision sans végétation (%)	Couverture végétation (%)
Étang du MTQ	88,69	92,81	95,99	32,15
Étang du loup	99,01	99,56	99,48	42,65
Étang aux bouleaux	87,81	94,17	93,64	58,45
Étang de la cache à dynamite	94,70	96,21	98,51	32,36
Étang du lac du deuxième camp Sud	97,93	98,84	99,09	14,55
Étang du lac du deuxième camp Nord	90,08	95,69	94,4	6,43
Réaménagement du dépôt à carburant	95,56	97,61	98,01	66,50

L'analyse qualitative des résultats, en superposant la classification aux orthoimages, a démontré que la végétation présentant un aspect vert, contrasté par rapport au sol, a été séparée du sol minéral plus finement (figure 12A). Ce constat a même été noté pour les zones floues où les images étaient de moins bonne qualité. La segmentation des secteurs identifiés en végétation est donc très fidèle à l'image dans ces cas. À cet effet, une segmentation effectuée manuellement ne semble pas plus adéquate que celle issue par un traitement automatique. Par ailleurs, les secteurs présentant de petites zones de végétation disséminées à l'intérieur du sol minéral ont été moins précisément segmentés (figure 12B). Les zones d'ombres sont généralement classées comme zone sans végétation alors que cela n'est souvent pas le cas (figure 12C). À noter que l'ajout de sites d'entraînement dans ces secteurs ne permet pas d'améliorer les résultats et ajoute énormément de confusion aux modèles. La plupart des erreurs d'omission se produisent lorsque la végétation offre un aspect visuel se rapprochant des zones minérales. Par exemple, la végétation dans les teintes brunâtres à grisâtres n'est généralement pas détectée; ceci est d'autant plus vrai dans les sites présentant un indice Kappa plus faible (figure 12D). Ces types d'omissions expliquent en partie le pourcentage plus faible dans la précision des zones de végétation. L'acquisition des données par vol de drone aurait donc intérêt à être réalisée plus tôt en saison au moment où la végétation est encore en croissance active et de couleur plus verte.

Figure 14 Représentation cartographique des classifications

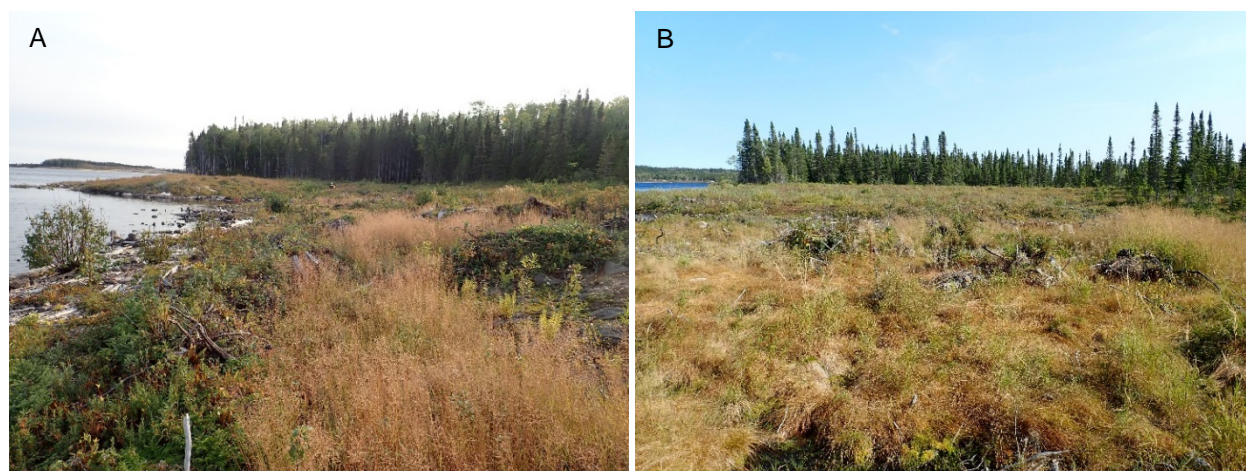


3.2 BAIES AMÉNAGÉES DU RÉSERVOIR DE LA ROMAINE 1

3.2.1 RECOUVREMENTS OBSERVÉS

Les recouvrements totaux obtenus lors de l'échantillonnage des baies aménagées se distinguent à certains niveaux des valeurs des milieux humides aménagés. La plus grande singularité des baies est qu'elles possèdent, dans l'ensemble, un recouvrement total des parcelles plus élevé. Les cartes 20 à 23 permettent de visualiser rapidement cette observation. Les résultats du tableau 8 permettent également de montrer que le couvert végétal est, dans l'ensemble, plus important à l'intérieur des baies. En effet, le recouvrement moyen total se situe à 57,61 %, et ce, même si la baie du PK55.2 possède une valeur plutôt basse de 26 %. Les pourcentages de recouvrement total moyen calculés pour la strate muscinale est de 8,38 %. Ce chiffre est plus élevé que celui obtenu pour les milieux humides aménagés. Le recouvrement total occupé par les espèces établies de manière spontanée est également plus élevé et confirme cette tendance. En effet, les pourcentages de recouvrement estimés sont beaucoup plus élevés et varient de 12,5 à 32,71 %, ce qui est supérieur aux valeurs obtenues pour les bancs d'emprunt. Deux espèces obtiennent des pourcentages de recouvrement moyen élevés, dans les parcelles où elles ont été vues, soit le carex trisperme (*Carex trisperma*; 32,6 %) et le carex brunâtre (*Carex brunescens*; 33 % - résultats complets non présentés). Au total, 14 espèces établies de manière spontanée ont été répertoriées. Au niveau du recouvrement total des espèces provenant du mélange de semences, l'agrostide blanche domine fortement et son recouvrement moyen pour les parcelles où elle a été vue, est de 33 %. Les figures 13A et 13B donnent un bon aperçu général du recouvrement général observé à l'intérieur de ces habitats riverains. Un seul mélange a été utilisé lors de l'ensemencement des baies (mélange GLOCO prairie sèche).

Figure 15 Végétalisation observée à la baie du PK54,5 (A) et à la baie PK55,2 (B). La végétation observée provient majoritairement des semis effectués, mais les espèces établies de manière spontanée y contribue également



L'état des baies avant leur aménagement et la méthode utilisée pour les aménager ont fort probablement une influence marquée sur les recouvrements obtenus. En effet, à l'origine, les baies étaient des flots forestiers intacts et non soumises à une utilisation anthropique extensive, telle qu'il était le cas pour les bancs d'emprunt aménagés. Cette caractéristique fait que le remaniement du sol y a été moins important, laissant le sol d'origine partiellement intact et contenant une bonne proportion de terre végétale. Cette particularité a probablement contribué à ce qu'une plus grande proportion de matière organique soit présente au départ. De plus, une plus grande quantité de semences et de propagules provenant de la flore locale à l'état de dormance était présente dans la matrice du sol, sur les sites, avant même leur aménagement. Ces éléments peuvent avoir influencé la végétalisation observée sur ces sites.

Dans un autre ordre d'idée, il peut être attendu à moyen terme que les baies aménagées soient graduellement dominées par les espèces indigènes locales sans que les espèces implantées aient la capacité de compétitionner avec ces dernières. En effet, la vigueur des espèces implantées (surtout les arbustes) était souvent inférieure à celle des espèces établies de manière spontanée. Dépendant des buts visés par la restauration, il serait peut-être nécessaire d'intervenir, dans le but de favoriser la végétation implantée. Les autres inventaires de suivi de la végétation dans les années à venir apporteront davantage d'informations à ce sujet et viendront peut-être confirmer les hypothèses émises ici.

Tableau 8 Recouvrements moyens de la végétation calculés pour chacune des baies aménagées (%)

Sites	Recouvrement total des parcelles (%)		Recouvrement total de la strate muscinale (%)		Recouvrement total de la strate herbacée (%)		Recouvrement total des espèces provenant de l'ensemencement (%)		Recouvrement total des autres espèces (%)	
	Moy- enne	Écart- type	Moy- enne	Écart- type	Moy- enne	Écart- type	Moy- enne	Écart- type	Moy- enne	Écart- type
PK 55	66,17	18,81	35,5	24,86	38	21,03	21,67	23,86	18,33	15,48
PK 56.5	76,23	19,67	29,29	13,49	62,43	28,01	35,14	34,36	32,71	38,99
PK 55.2	26	12,7	15	0	18	13,52	6,25	6,29	12,5	5
PK 54.5	62	17,68	22,4	22,56	48,2	31,98	24,8	33,96	29,4	32,2
Rec. total moyen	57,61	24,42	25,55	18,73	41,66	28,4	21,97	28,31	23,24	27,56

3.2.2 ÉVALUATION DE LA VÉGÉTATION PAR UTILISATION DU DRONE

Comparativement aux milieux humides aménagés dans les bancs d'emprunt, les coefficients Kappa calculés pour les baies aménagées sont plus faibles. En effet, les valeurs se situent entre 59,88 % et 86,53 % (tableau 9). La baie du PK 55,2 possède le coefficient le plus faible, alors que la baie 54,5 possède la plus haute valeur. La précision de la classification « avec végétation » varie entre 67,7 et 92,98 % alors qu'elle est un peu plus élevée « sans végétation » et varie entre 83,21 et 93,56 %. Ces résultats sont inférieurs aux résultats obtenus pour les bancs d'emprunt aménagés. Les pourcentages de couverture de la végétation sont plutôt élevés et varient de 44,34 à 68,87 %.

La végétation des baies est en général plus hétérogène dans les teintes présentes, comparativement aux milieux humides aménagés dans les bancs d'emprunt, en plus de présenter une végétation plus dense. De plus, les teintes brunâtres à grisâtres ayant un aspect se rapprochant des zones minérales y sont abondantes comme on peut le constater aux figures 14A et 14B. Ceci engendre plus de confusion aux modèles malgré l'utilisation de sites d'entraînement dans ce type de végétation. Ces éléments ont contribué à réduire le coefficient de Kappa puisque les erreurs d'omissions sont davantage présentes dans ce type de conditions (i.e pk54 et pk56), (figure 12D). Ces types d'omissions expliquent aussi en partie le pourcentage plus faible dans la précision des zones de végétation. Tel que mentionné précédemment, l'acquisition des données par vol de drone aurait donc intérêt à être réalisée plus tôt en saison dans le but de pouvoir obtenir des teintes de la végétation plus distinctes.

Figure 16 Photographies prises grâce à l'utilisation du drone (PK 55 et PK 56,5) et montrant le recouvrement de la végétation implantée et spontanée. La coloration brunâtre et grisâtre de la végétation y est facilement remarquée



Tableau 9 Résultat des classifications par rapport aux sites d'entraînement pour les baies aménagées

Site	Kappa	Précision avec végétation (%)	Précision sans végétation (%)	Couverture végétation (%)
Baie du PK 54,5	86,53	92,98	93,56	46,02
Baie du PK 55	85,70	89,27	89,92	63,70
Baie du PK 55,2	59,88	76,93	83,40	68,87
Baie du PK 56,5	76,68	67,70	83,21	44,34

3.3 UTILISATION DES AMÉNAGEMENTS FAUNIQUES

Les aménagements fauniques sont presque tous présents et la grande majorité de ceux-ci ont pu être retrouvés sur le terrain. Les aménagements qui n'ont pas été retrouvés sont ceux ayant été déplacés lors de la hausse des niveaux d'eau en période de débâcle printanière, particulièrement pour le site de l'Étang aux bouleaux et le site du deuxième camp Nord.

Par ailleurs, plusieurs observations fauniques intéressantes ont été faites lors des inventaires, et ce, pour différents groupes d'espèces fauniques. Sur le site de l'Étang du loup, trois espèces différentes de salamandres ont été vues. Les individus observés sont visibles à la figure 15. Ces espèces sont un individu métamorphe de salamandre maculée (A; *Ambystoma maculatum*), la salamandre à points bleus (B; *Ambystoma laterale*) et la salamandre à deux lignes (C; *Eurycea bislineata*). Ces individus ont été trouvés dans les amas de pierres (sous des roches) dans le type d'aménagement illustré à la figure 15D. À noter que des occurrences pour ces espèces étaient déjà connues à cette latitude; il n'en demeure pas moins surprenant considérant la nordicité de l'aire d'étude et le jeune âge des aménagements.

Figure 17 Salamandres observées lors des inventaires de terrains à l'Étang du loup



Par ailleurs, sur ce même site, des traces de loup ont été remarquées à différents endroits sur le site et des signes d'utilisation potentielle de la tanière ont également été relevés. En effet, plusieurs traces d'ours ont été remarquées à l'entrée de celle-ci même si l'utilisation permanente de la tanière n'a pu être confirmée. Ces indices sont visibles à la figures 16A et 16B. Plusieurs traces d'orignaux et des fèces de l'ongulé (figure 16C) ont également été vues à plusieurs endroits, non seulement à l'Étang du loup mais aussi à plusieurs autres sites dont l'Étang de la cache à dynamite, l'Étang aux bouleaux et l'étang du lac deuxième camp Nord. Les raisons expliquant un plus haut taux de fréquentation des aménagements à l'Étang du loup sont difficiles à cerner, mais une plus grande hétérogénéité du paysage environnant (lac, tourbière, forêt) pourrait avoir joué un rôle tout comme l'éloignement de la route et la proximité d'une étendue d'eau naturelle.

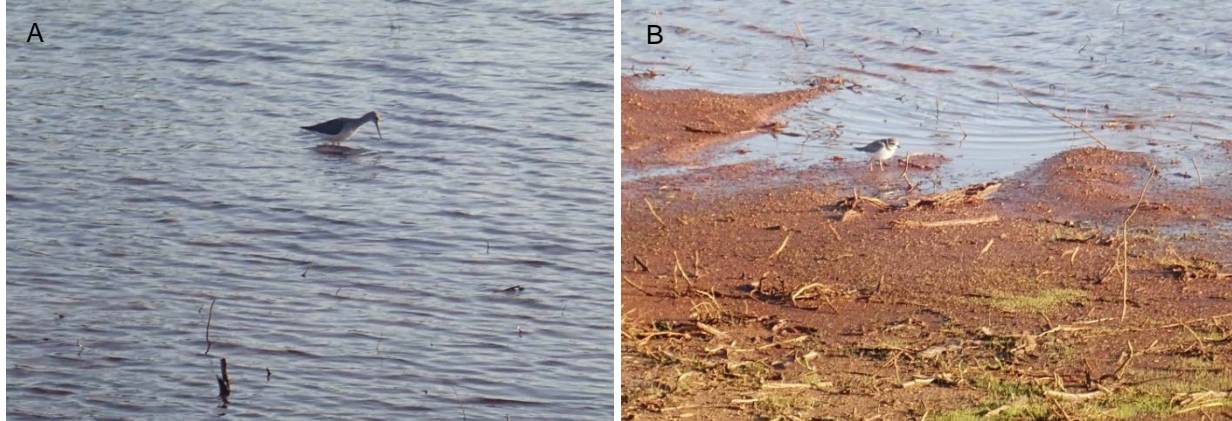
Plusieurs autres indices d'utilisation et de nature variée ont été observés sur l'ensemble des sites. Dans les amas de pierres, les branches, les chicots au sol, les principaux signes d'utilisation observés sont les fèces d'oiseaux (figure 16D) et les fèces de mammifères. Plus précisément, notons que certains amas de pierre et de branches ont été utilisés par les différentes espèces d'oiseaux pour s'abriter ou se percher. Différents types d'invertébrés (fourmis, vers de terre, araignées) ont également été vus plusieurs fois dans ces types d'aménagement. Les indices d'utilisation observés sur le terrain dans le cadre du premier suivi des aménagements révèlent que plusieurs taxons différents utilisent les sites comme habitat, et ce, même si les aménagements sont jeunes. Les données à plus long terme permettront de voir si des changements seront notables au fil du temps et quels taxons viendront fréquenter les aménagements réalisés.

Figure 18 Indices de présence fauniques observés lors des inventaires de terrain ciblant les aménagements fauniques



Finalement, bien qu'aucun inventaire faunique spécifique n'ait été réalisé, signalons que diverses espèces d'oiseaux telles que la buse à queue rousse (*Buteo jamaicensis*), le grand chevalier (figure 17A; *Tringa melanoleuca*), le pluvier semipalmé (figure 17B; *Charadrius semipalmatus*) ont été observées dans les aménagements, notamment à l'Étang du MTQ qui semblait être un site particulièrement riche au niveau de la diversité de la faune ornithologique. D'autres espèces indéterminées de rapaces ont également été observées à divers endroits. Diverses espèces de libellules et au moins une espèce de grenouille ont été vues près des zones d'étangs aménagés, prouvant que diverses espèces fauniques ont déjà commencé à utiliser ces zones humides.

Figure 19 **Grand chevalier et pluvier semipalmé observé lors des inventaires de terrains réalisés dans les milieux humides aménagés**



4 CONCLUSION

Les premières données de suivi récoltées permettent de montrer que les aménagements ont contribué à la végétalisation partielle des sites même s'ils sont situés dans un contexte nordique. Les milieux humides aménagés dans les bancs d'emprunt présentent un recouvrement total de la végétation assez variable entre les sites. La moyenne regroupant tous les sites se situe à 36 %, pour une valeur maximale de 47,9 % (dépôt à carburant), et une valeur minimale de 23,3 % (étang du lac deuxième camp Nord). Au niveau des recouvrements observés pour chaque strate de végétation, il ressort que la strate herbacée est celle contribuant le plus au recouvrement total avec une moyenne de 26,3 %. Une partie significative de ce recouvrement provient de la colonisation des mélanges semés comparativement à la colonisation naturelle. Ces données montrent que la végétation est encore en phase d'implantation et que plus de temps est requis pour mieux comprendre quelle sera l'évolution future du couvert végétal. Des ensemencements correctifs sont prévus au cours de l'été 2018 sur les sites moins bien végétalisés dans le but d'accélérer l'établissement du couvert végétal. Les baies aménagées montrent des recouvrements totaux de la végétation plus élevés pour une moyenne de 57,61 %. L'état de ces sites avant leur aménagement semble être un élément important pour expliquer ces observations.

Par ailleurs, l'utilisation du drone s'avère une méthode prometteuse pour bonifier l'acquisition de données géographiques et biologiques. Ces données ont été utilisées, entre autres, pour la photo-interprétation réalisée en utilisant les orthophotographies générées grâce au drone. L'évaluation de la couverture végétale par utilisation du drone a permis de montrer que la segmentation des secteurs identifiés en végétation est très fidèle à l'image dans les cas où la végétation présentait un aspect marqué par rapport au sol minéral. Lorsque ces conditions caractérisaient un site, les indices Kappa calculés se sont révélés très élevés, ce qui indique que les classifications réalisées vont de très bonnes à excellentes. Par ailleurs, des pourcentages de couverture totale de la végétation ont pu être estimés en comparant la surface occupée par la végétation (obtenue grâce à la classification) à la superficie totale des sites. Ces valeurs sont variables et situées entre 6,43 et 58,45 %. Ces pourcentages doivent être interprétés comme des valeurs minimales étant donné la difficulté de bien segmenter les zones de végétation dont l'aspect et la teinte sont similaires au sol minéral environnant. Les classifications réalisées pour les baies sont d'une exactitude un peu inférieure. La végétation plus dense et diversifiée sur ces sites de même que la présence de teintes souvent semblables au sol minéral expliquent ce résultat.

Finalement, la majorité des aménagements fauniques sont encore présents dans l'emprise et ceux-ci ont été retrouvés facilement sur le terrain. Le site de l'Étang du loup (P-6) est celui où le plus grand nombre de signes d'utilisation par la faune ont été relevés. Le fait que ce site soit localisé assez loin de la route et situé près d'une grande étendue d'eau pourrait expliquer une plus grande fréquentation par la faune. Différents groupes fauniques sont déjà représentés dans les aménagements et une plus grande diversité est attendue lors des prochains suivis.

De façon générale, le suivi de 2017 montre que les aménagements réalisés contribuent à la végétalisation graduelle des sites aménagés tout en favorisant le maintien et l'amélioration des processus écologiques. Il est clair que la création de ces milieux a favorisé l'implantation d'un couvert végétal comparativement à ce qui prévalait avant les aménagements. Cela est d'autant plus vrai considérant que l'aire d'étude est située dans un contexte nordique. Plus de temps est toutefois requis afin de pouvoir déceler une tendance claire de l'évolution de la végétation implantée.

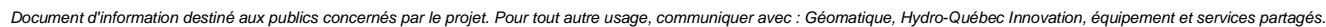
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

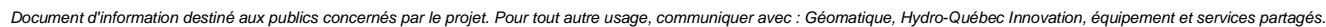
- WSP. (2017). *Complexe Romaine / Aménagement de milieux humides et de baies* - Rapport sur la conformité des travaux. Rapport produit pour Hydro-Québec. 97 pages et annexes. No de projet 151-06590-00.
- WSP (2017). *Ajout d'équipement – Poste du Bout-de-l'Île - Suivi environnemental des aménagements faunique et floristique de l'emprise Nord (An 3)*. Rapport préparé pour Hydro-Québec Équipement et Services partagés. 37 pages et annexes.

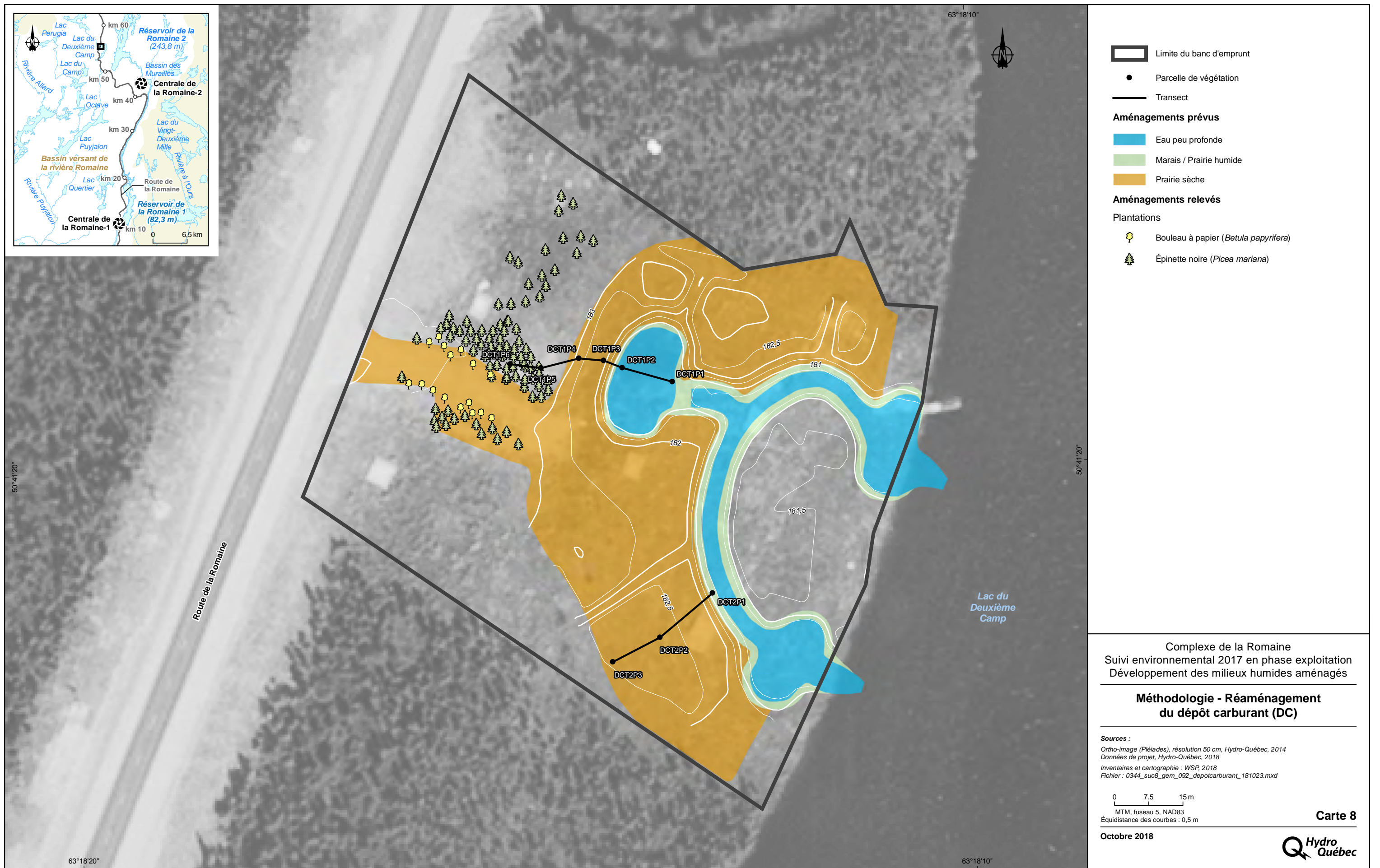
CARTES

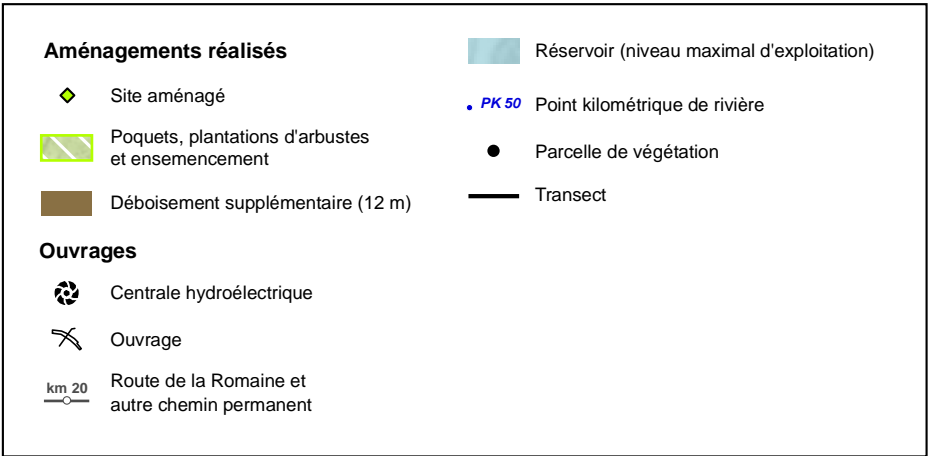
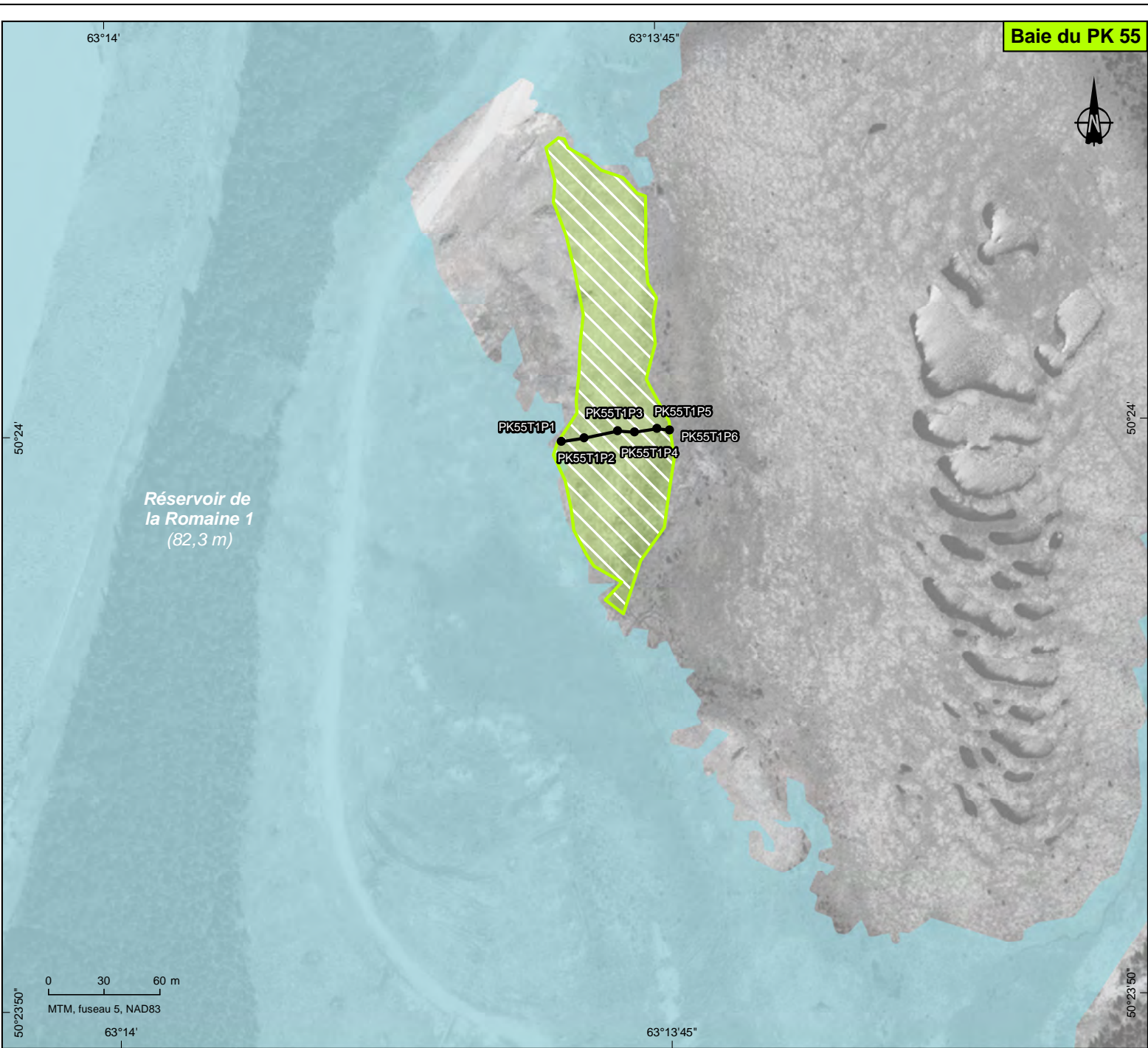
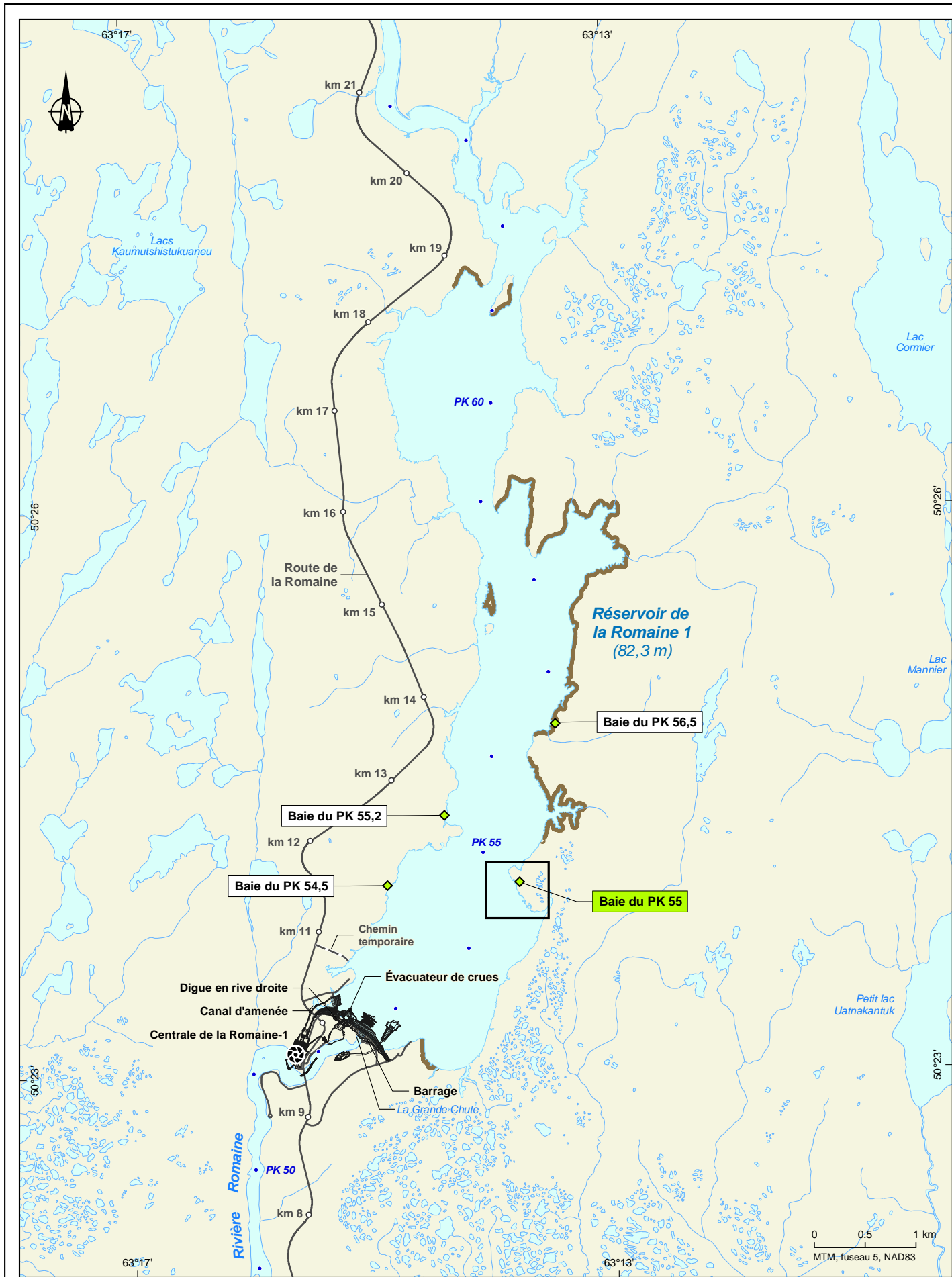












Complexe de la Romaine

Suivi environnemental 2017 en phase exploitation

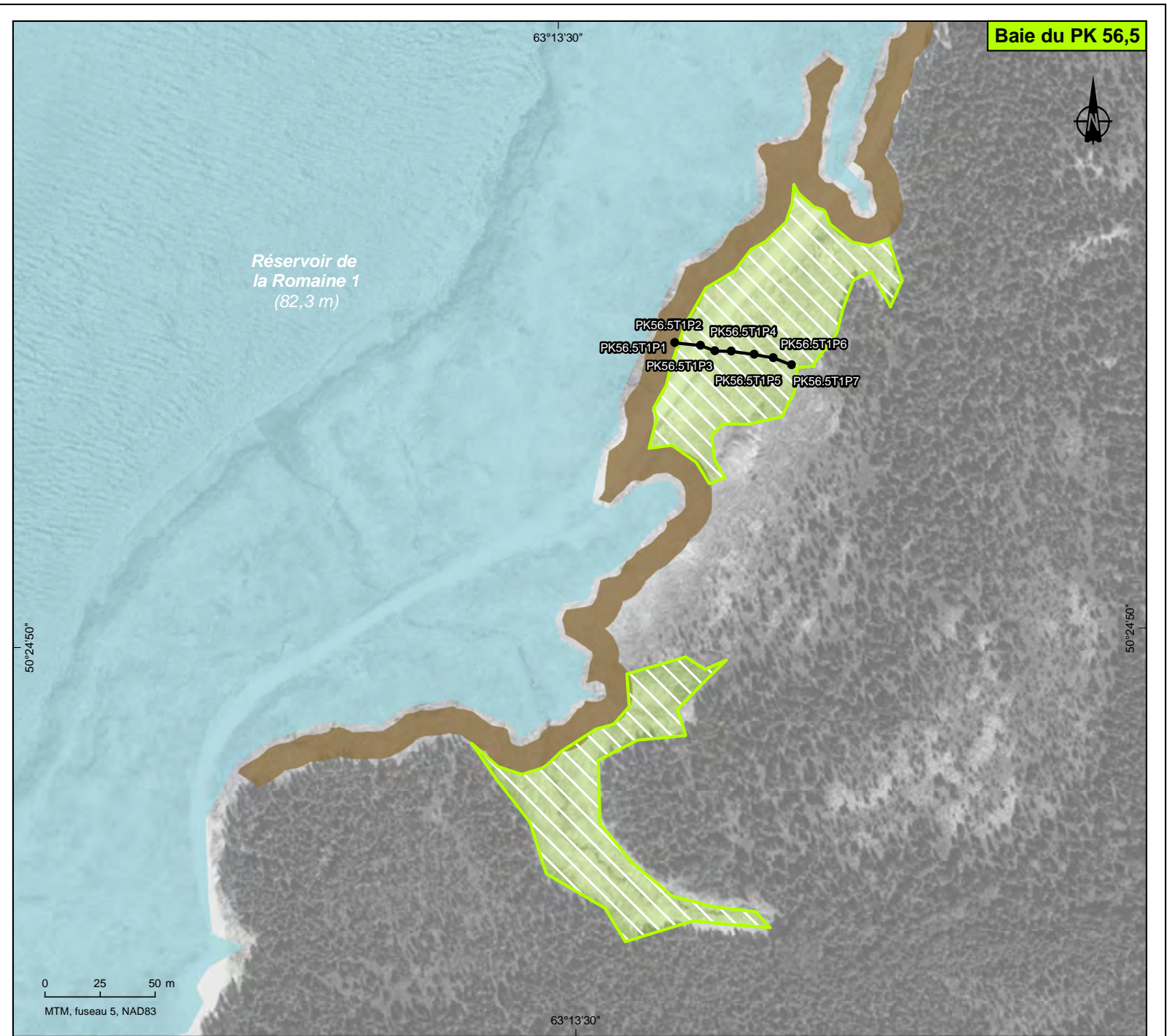
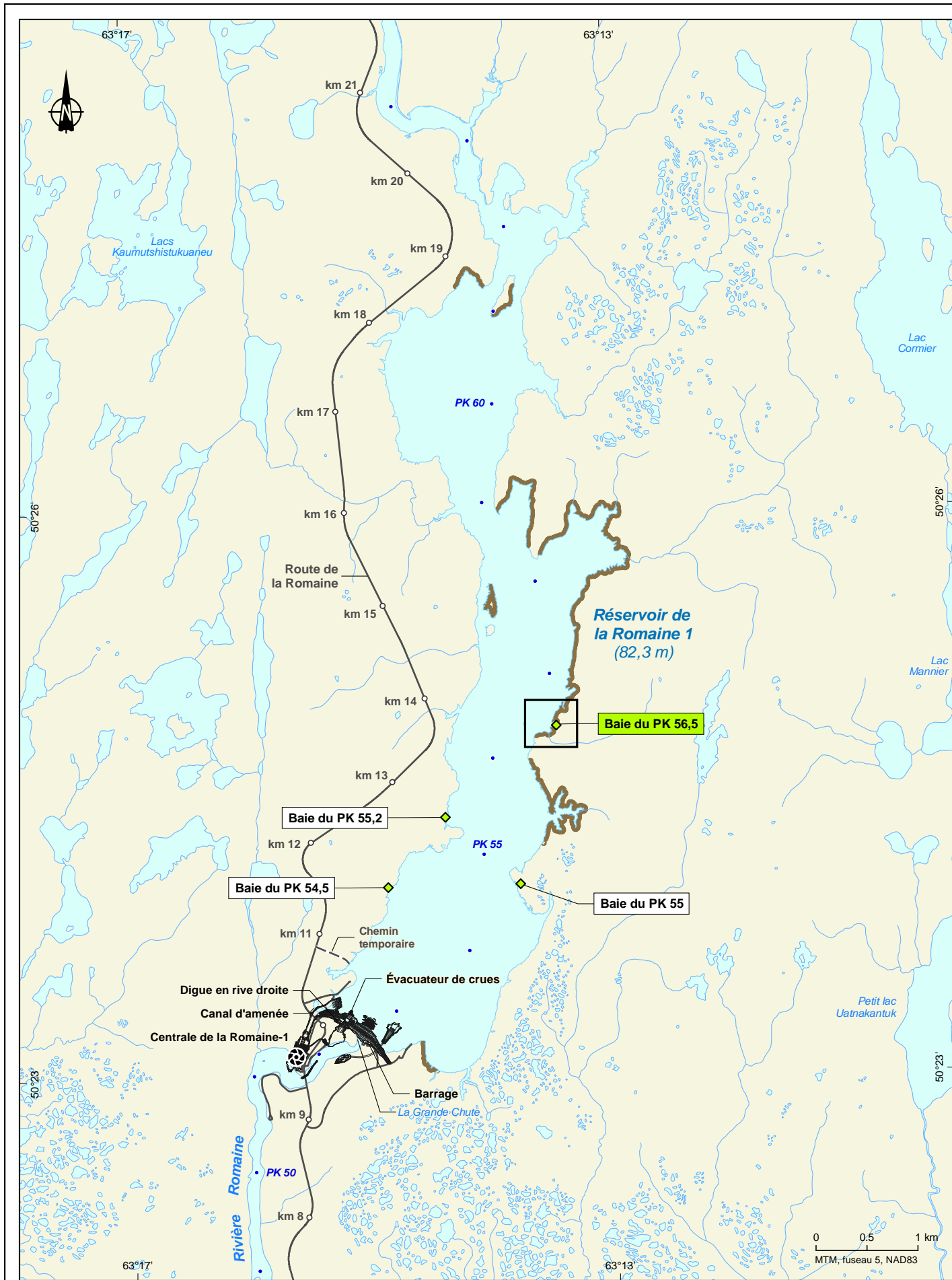
Développement des milieux humides aménagés

Méthodologie - Baie du PK 55

Sources :
Ortho-image (Pléiades), résolution 50 cm, Hydro-Québec, 2014
Données de projet, Hydro-Québec, 2018
Inventaires et cartographie : WSP, 2018
Fichier : 0344_suc10_gem_094_baiepk55_181023.mxd

Carte 10

Octobre 2018



Aménagements réalisés

- Site aménagé
- Poquets, plantations d'arbustes et ensemencement
- Déboisement supplémentaire (12 m)

Ouvrages

- Centrale hydroélectrique
- Ouvrage
- Route de la Romaine et autre chemin permanent

Réservoir (niveau maximal d'exploitation)

PK 50 Point kilométrique de rivière

Parcelle de végétation

Transect

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental 2017 en phase exploitation
Développement des milieux humides aménagés

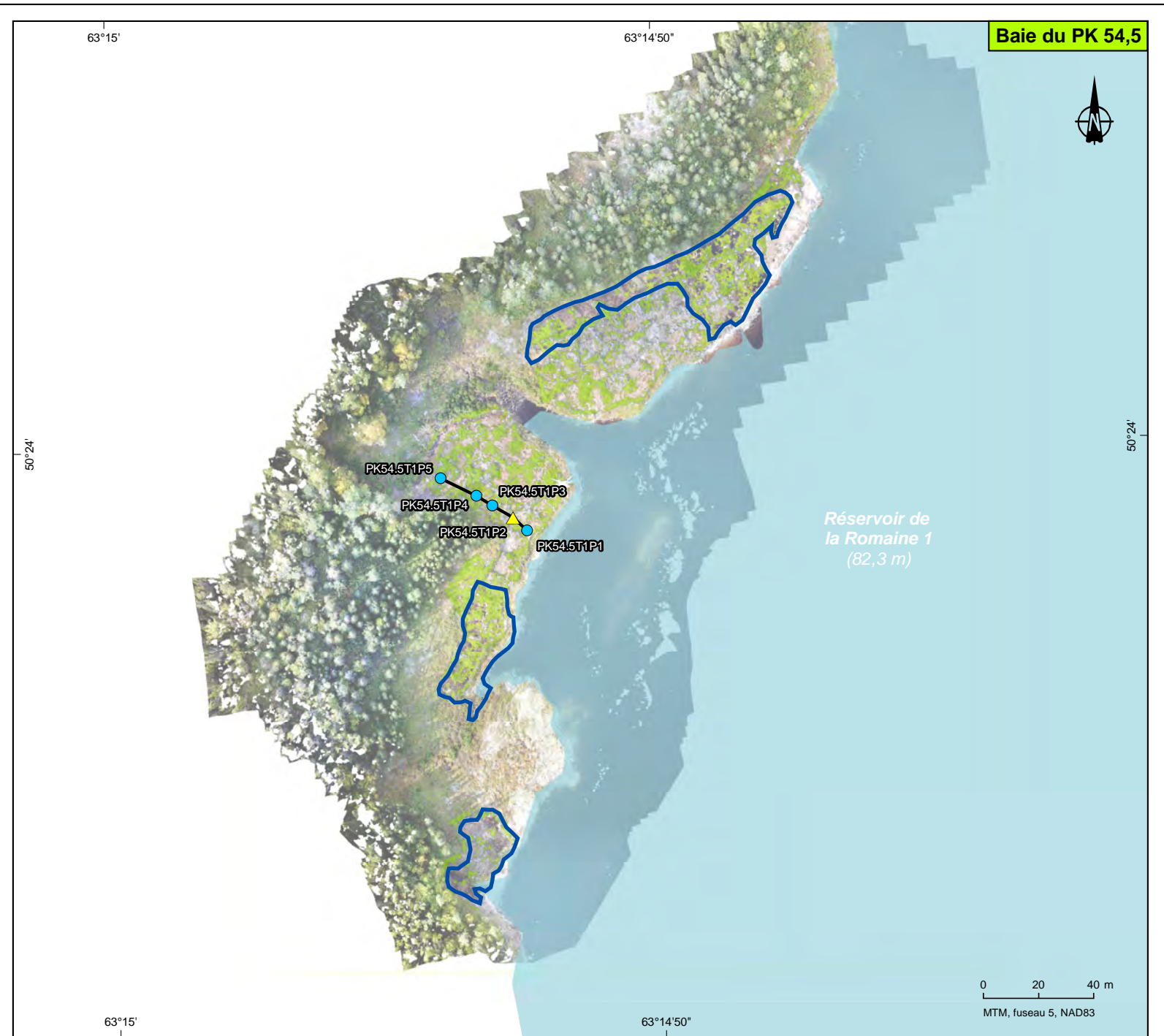
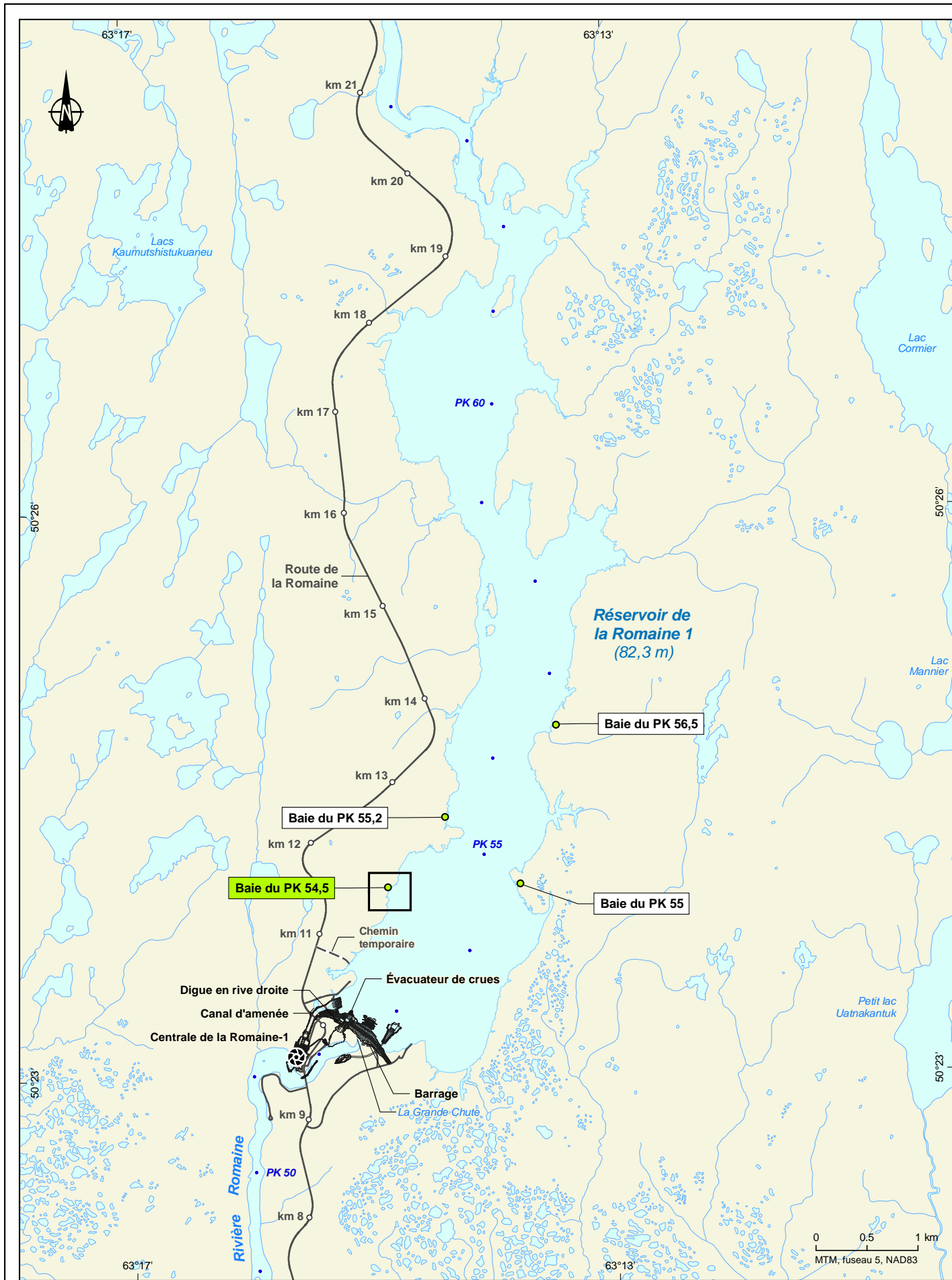
Méthodologie - Baie du PK 56,5

Sources :
Ortho-image (Pléiades), résolution 50 cm, Hydro-Québec, 2014
Données de projet, Hydro-Québec, 2018
Inventaires et cartographie : WSP, 2018
Fichier : 0344_suc12_gem_096_baiepk56_5_181023.mxd

Carte 12

Octobre 2018





Recouvrement total moyen de la végétation	Ouvrages
▼ Recouvrement nul à très faible (0-1%)	Centrale hydroélectrique
■ Recouvrement faible (15%)	Ouvrage
▲ Recouvrement intermédiaire (37%)	Route de la Romaine et autre chemin permanent
● Recouvrement bon à excellent (62 et 87%)	Réservoir (niveau maximal d'exploitation)
Aménagements réalisés	● PK 50 Point kilométrique de rivière
● Site aménagé	● Parcelle de végétation
Recouvrement de la végétation	— Transect
■ Zone de végétation	■ Habitat riverain observé en 2017

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental 2017 en phase exploitation
Développement des milieux humides aménagés

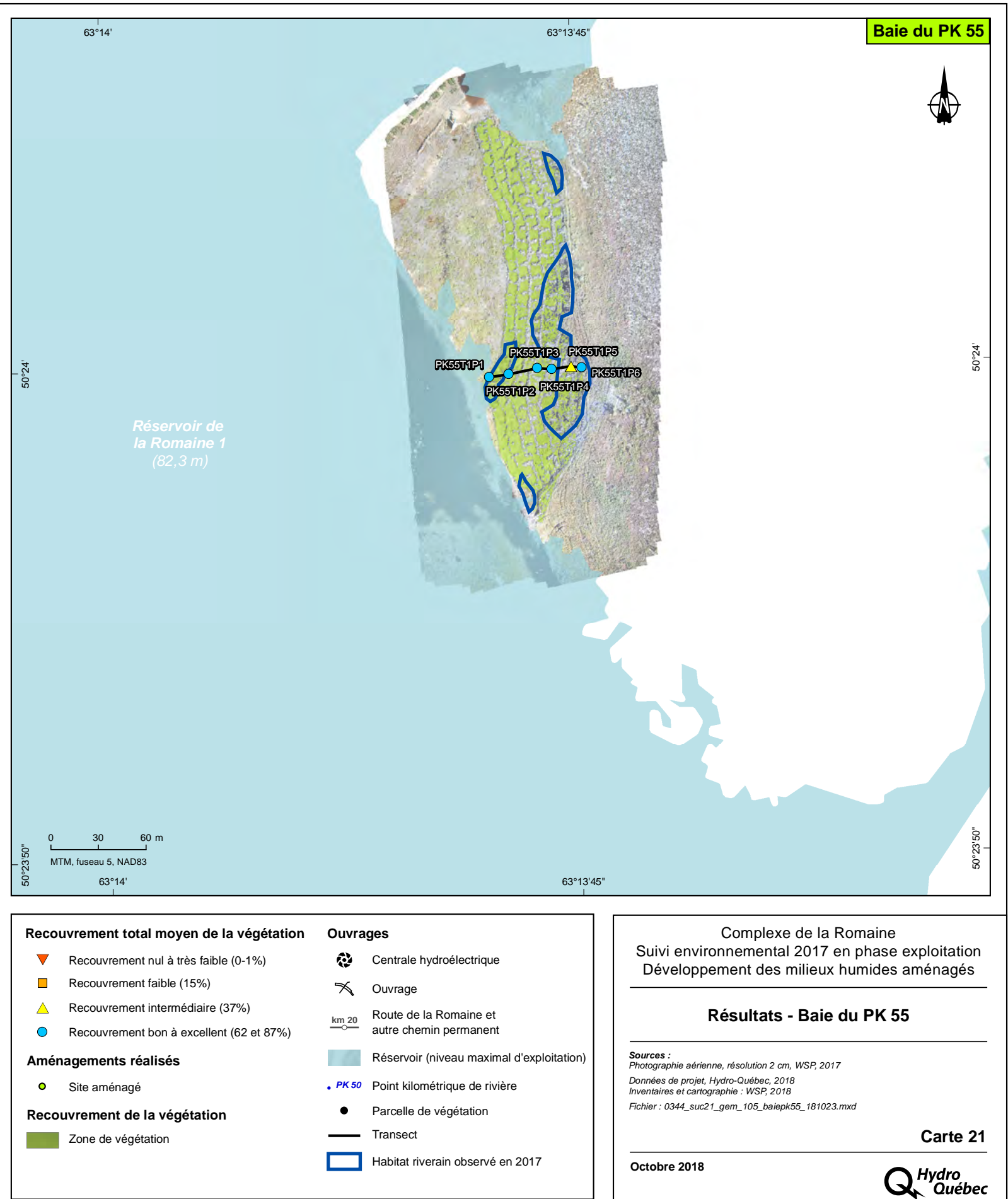
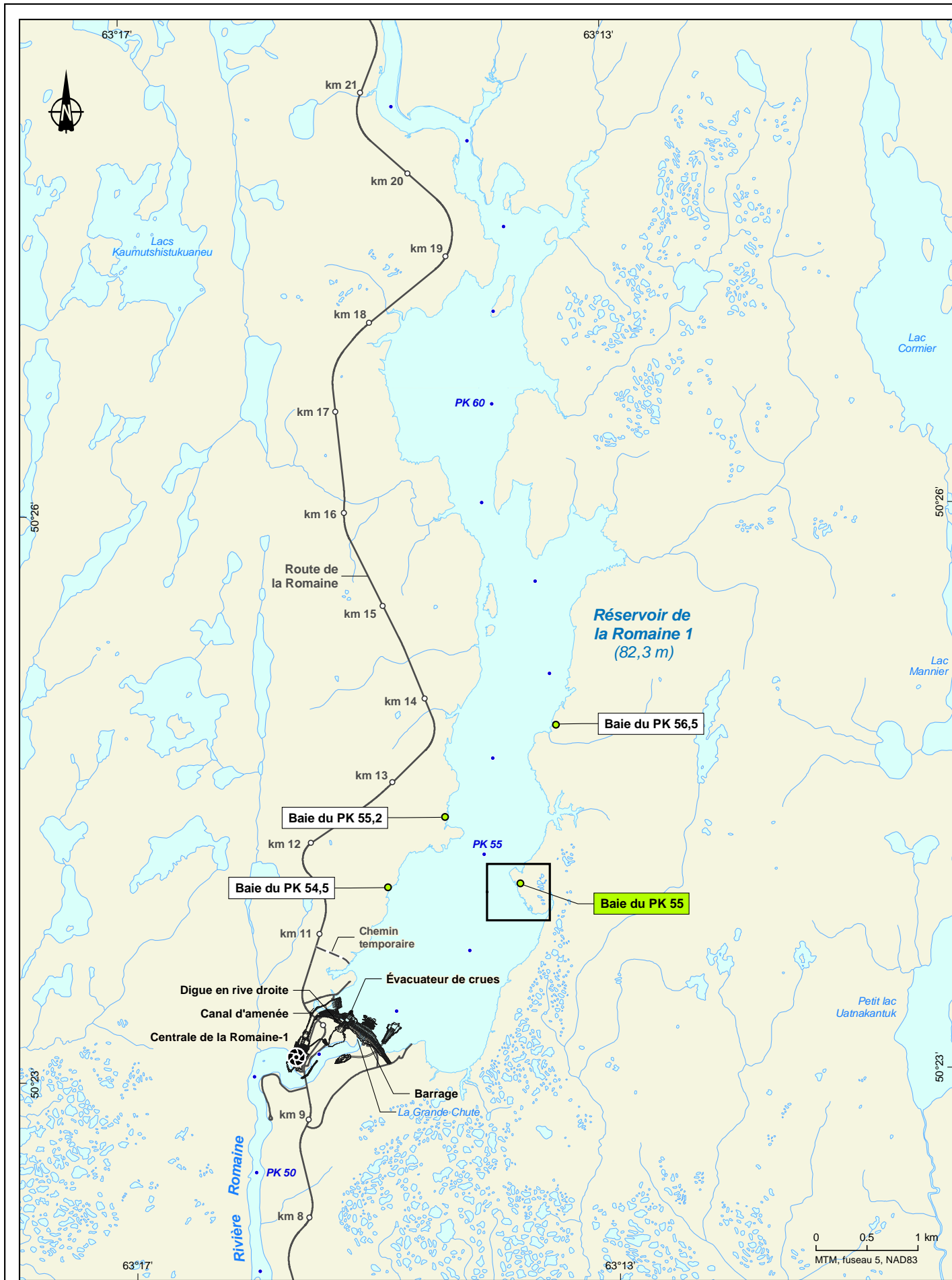
Résultats - Baie du PK 54,5

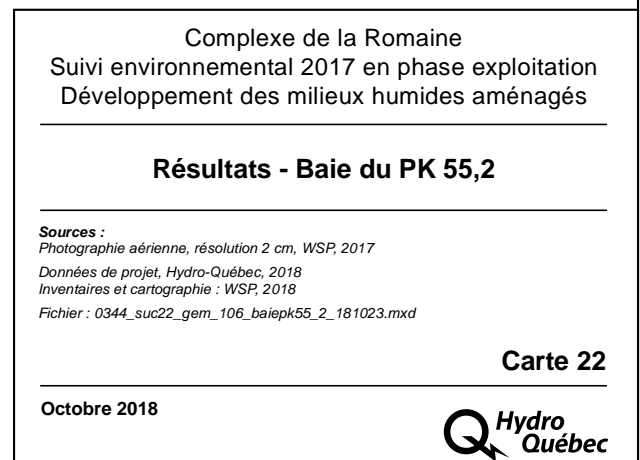
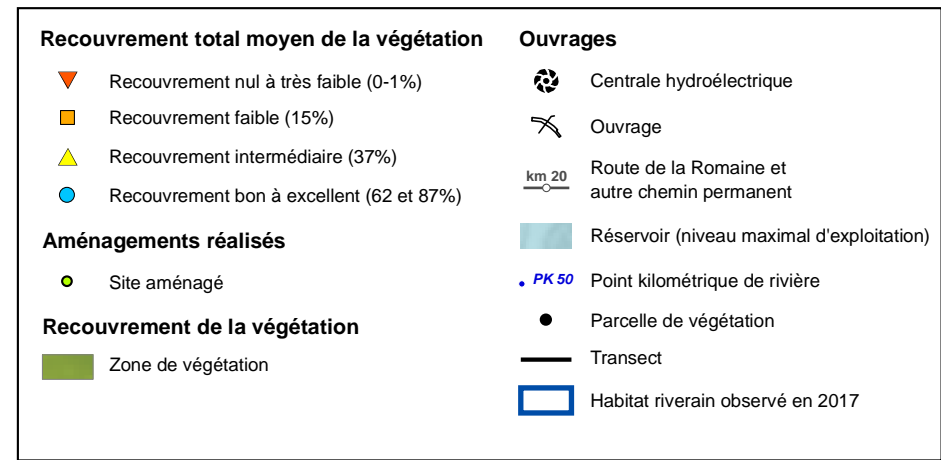
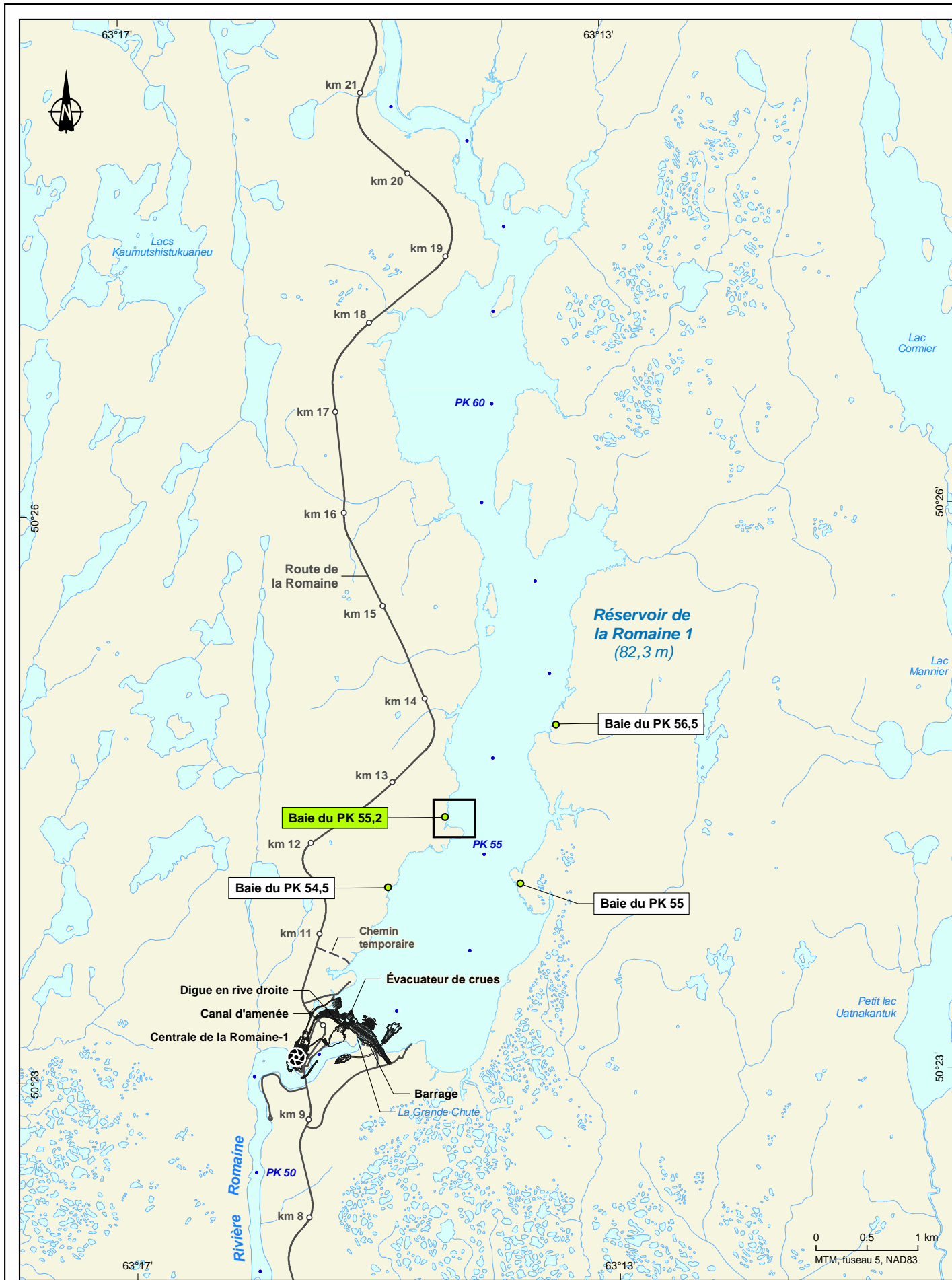
Sources :
Photographie aérienne, résolution 2 cm, WSP, 2017
Données de projet, Hydro-Québec, 2018
Inventaires et cartographie : WSP, 2018
Fichier : 0344_suc20_gem_104_baiepk54_5_181023.mxd

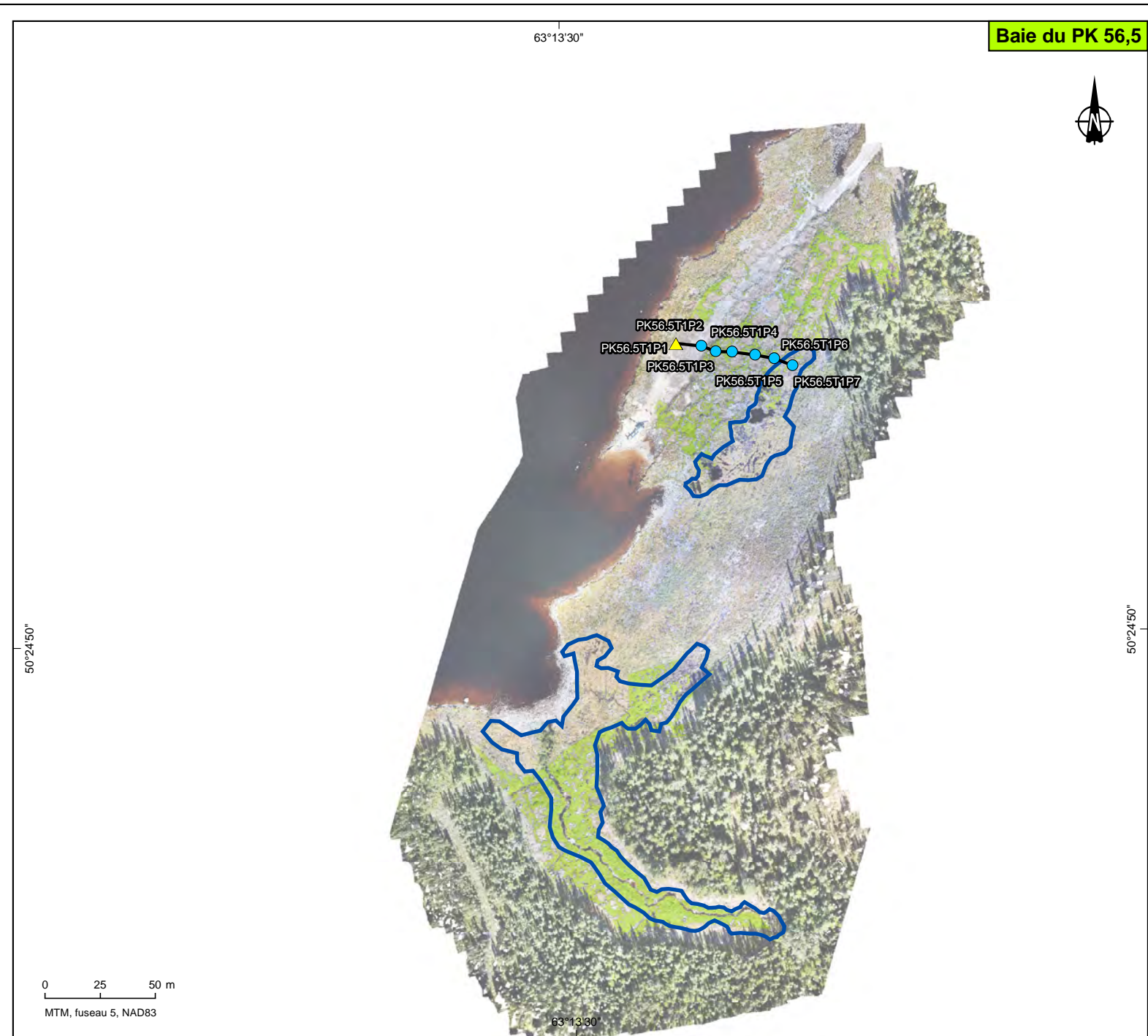
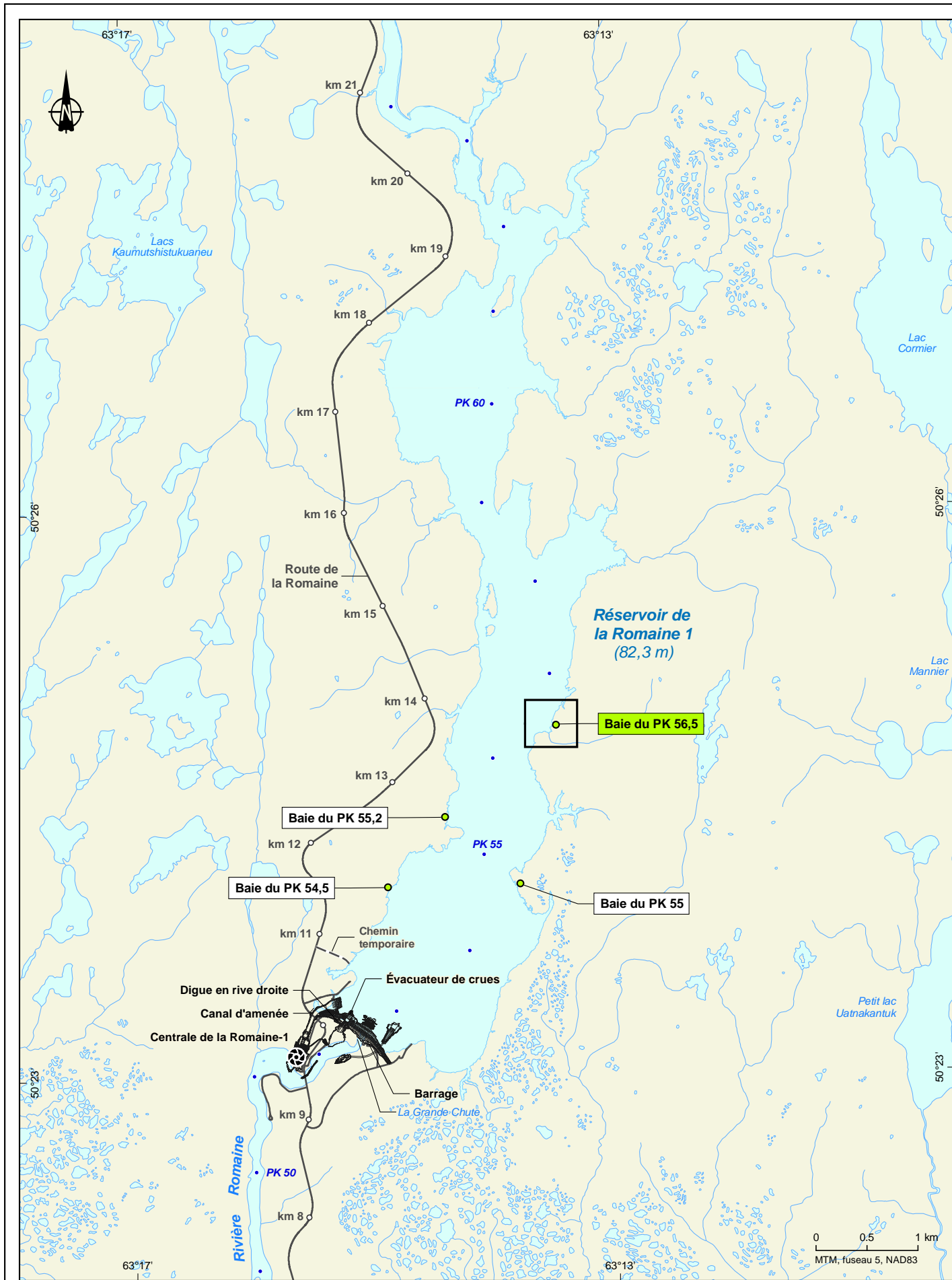
Carte 20

Octobre 2018

Hydro Québec







Recouvrement total moyen de la végétation	Ouvrages
▼ Recouvrement nul à très faible (0-1%)	Centrale hydroélectrique
■ Recouvrement faible (15%)	Ouvrage
▲ Recouvrement intermédiaire (37%)	Route de la Romaine et autre chemin permanent
● Recouvrement bon à excellent (62 et 87%)	Réservoir (niveau maximal d'exploitation)
Aménagements réalisés	● PK 50 Point kilométrique de rivière
● Site aménagé	● Parcelle de végétation
Recouvrement de la végétation	— Transect
■ Zone de végétation	□ Habitat riverain observé en 2017

Complexe de la Romaine
Suivi environnemental 2017 en phase exploitation
Développement des milieux humides aménagés

Résultats - Baie du PK 56,5

Sources :
Photographie aérienne, résolution 2 cm, WSP, 2017
Données de projet, Hydro-Québec, 2018
Inventaires et cartographie : WSP, 2018
Fichier : 0344_suc23_gem_107_baiepk56_5_181023.mxd

Carte 23

Octobre 2018

Hydro Québec

ANNEXE

1

RAPPORT TECHNIQUE D'ANALYSE DE SOL



3 novembre 2017

Jean-Baptiste Wart
Conseiller en végétalisation
Gloco inc
Cell: 514-233-1114
Bureau: 514-322-1620 (240)
jbwart@gloco

Réf : Complexe La Romaine Hydro-Québec

Voici mes commentaires sur l'analyse chimique (échantillons no. de laboratoire 00282370, 00282371 et 00282372 du laboratoire Géosol)

pH

Les pH sont extrêmement bas tel que normalement rencontrés en région s'approchant de la Toundra. La moyenne du pH est de 4.7, ce qui est très acide. L'acidité est une chose, mais le problème ici n'est pas vraiment l'acidité en tant que tel, mais le niveau élevé d'Aluminium dans le sol. A des pH bas (que $< 5.$), l'Aluminium devient soluble et atteint des niveaux problématiques. Ainsi l'Aluminium est une molécule (cation) à charge positive très puissante lorsqu'elle est en solution dans le sol car elle possède trois charges positives. Il entre alors en forte compétition avec les

autres éléments sur le complexe cationique (Ca, Mg, K, etc.) et les rend moins disponibles à la plante. De plus, l'Aluminium s'attache fortement au phosphore pour former un sel insoluble (AlPO_4).

Phosphore

La valeur moyenne de 25 kg/ha (11.3 ppm) est très basse. Jumelée à l'Aluminium élevé et soluble à cause du pH bas, les plantes en présence sont sûrement très déficientes en phosphore. Une carence en phosphore se reflète par des plantes qui affichent des teintes rougeâtres et bleutées.

Potassium et Calcium et Magnésium

K : 42 kg/ha (19 ppm)

Ca : 433 kg/ha (193 ppm)

Mg : 48 kg/ha (21 ppm)

Valeurs très basses !

Amendements à apporter

Chaux dolomitique (24% Ca et 10% Mg) à raison de 1000 kg/ha

Engrais de type 12-24-24 à raison de 500 kg/ha

N.B. ces amendements ne visent pas à changer complètement le sol ni à le rendre très fertile, ce qui est impossible à moins d'incorporer mécaniquement (et graduellement) des amendements dans les premiers 15 à 30 cm de sol sur une période de 3 à 5 ans. L'objectif de ces amendements est plutôt de combler temporairement les déficiences afin de stimuler la progression des graminées en place.

CHRISTIAN PRUD'HOMME SERVICES-CONSEILS INC.

Budget approximatif par hectare

Chaux dolomitique (24% Ca, 10% Mg) : \$325/ha

Engrais 12-24-24: \$375/ha

N.B. les prix ci-hauts sont FOB St-Michel de Napierville (rive-sud de Montréal) et sont à titre indicatif seulement.

Pour de plus amples informations, n'hésitez pas à communiquer avec moi.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Prud'homme', is written over a light blue rectangular background.

***Christian Prud'homme, B.Sc. Agr.
Agronome-Conseil***

