

Complexe de la Romaine

Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3



Rapport final

Septembre 2020

Complexe de la Romaine

Suivi environnemental 2019 en phase exploitation

Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3

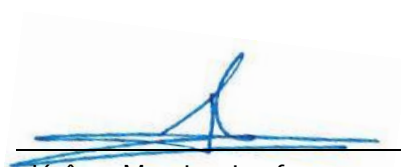
Rapport final

Réf. Hydro-Québec : 21273-19085
Réf. AECOM : 60613688

Septembre 2020

Signatures

Rapport préparé par :



Jérôme Maurice, ing.f.
Chargé de projet

Le 1^{er} septembre 2020

Rapport vérifié par :



Stéphane Tremblay, ing.f.
Directeur de projet

Le 1^{er} septembre 2020

Sommaire

Auteur et titre

AECOM, 2020. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2019 en phase exploitation. Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3*. Rapport final présenté à Hydro-Québec Production, Direction Production – Manicouagan. 210 p. et annexe.

Résumé

Objectifs

Hydro-Québec a entrepris en 2009 la construction d'un complexe hydroélectrique 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 TWh par année. Conformément à ses engagements, Hydro-Québec a déposé en 2010 un programme de suivi environnemental (2009-2040) incluant le suivi relatif aux débris ligneux et aux tourbières flottantes dans les quatre réservoirs. Ce suivi vise à observer le comportement des débris ligneux et des tourbières flottantes, à situer les zones d'accumulation et à élaborer, au besoin, un programme de ramassage des débris ligneux pour en faciliter l'exploitation. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et concerne spécifiquement les réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3. Ce rapport présente les résultats du troisième suivi des débris ligneux prévu au programme pour le réservoir de la Romaine 3 ainsi que ceux des quatrième et cinquième suivis pour les réservoirs de la Romaine 1 et la Romaine 2 respectivement.

Méthode

L'inventaire des débris ligneux a été réalisé du 9 au 11 septembre 2019. Toutes les berges des réservoirs ont été survolées par hélicoptère et photographiées. Les photos ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS de type Garmin embarqué dans l'aéronef. Les différentes observations faites lors du survol ont été numérisées en s'appuyant sur des photographies aériennes de 20 à 30 cm de résolution afin de faciliter la localisation des phénomènes. Ces photographies ont été captées en 2015 (RO2) et en 2017 (RO1, RO3 et les ouvrages de RO2). La numérisation des différentes composantes du suivi s'est faite selon une classification employée lors des précédents suivis annuels (AECOM, 2015 à 2018). Les données ont par la suite été compilées à l'aide d'un chiffrier Excel, et les analyses ont été complétées par comparaison de clichés pris lors des survols annuels successifs.

Principaux résultats

Quatre ans après sa mise en eau, les accumulations de débris ligneux flottants ou échoués sur les berges des réservoirs de Romaine 1 s'étendent sur une longueur totale de 4,6 km, contre 4,1 km en 2018. En parallèle, on observe une diminution des surfaces de végétation émergente (-0,11 ha), notamment au niveau des lisières d'arbres et arbustes émergents. Ainsi, les effets des agents naturels de déboisement (principalement les vagues, dans ce réservoir à faible amplitude de marnage) se poursuivent modérément, bien que les quantités d'accumulation restent très limitées et peu de changement sont à envisager dans le futur, si les conditions actuelles se maintiennent.

Dans le réservoir de Romaine 2, la longueur de berges occupées par des débris ligneux flottants ou échoués s'étend sur 105 km en 2019, contre 106,6 km en 2018. L'occupation des berges par les cordons de débris ligneux et les masses est restée relativement stable depuis le dernier suivi annuel. Toutefois, on continue d'observer une diminution des surfaces occupées par les masses de débris ligneux, qui ont tendance à se regrouper et se densifier, sous l'effet du vent et des vagues, principalement. On observe aussi, comme lors des précédents suivis annuels, une diminution des surfaces de végétation émergente (-4,2 %, entre 2018 et 2019, soit plus de la moitié -51,8 % – depuis 2015), mais beaucoup moins marquée que les années précédentes. Cinq ans après la mise en eau du réservoir, et tel qu'anticipé, les effets des agents naturels de déboisement semblent donc s'être fait moins ressentir dans le réservoir de Romaine 2 que lors des suivis précédents.

Dans le réservoir de Romaine 3, les accumulations de débris ligneux flottants libres ou échoués occupent environ 35,3 km de berges, en hausse de +0,6 km par rapport à 2018. La superficie occupée par les masses de débris ligneux est en baisse d'environ 20 % par rapport à 2018 (-12,47 ha). Ces masses se sont concentrées et densifiées. Entre 2018 et 2019, les quantités de végétation émergente ont également fortement régressé (-15,7 % en équivalent de longueurs de berges occupées). Ainsi, deux ans après la mise en eau du réservoir de Romaine 3, ces observations témoignent de la poursuite du processus de déboisement par l'action des agents naturels.

Peu ou pas d'évolutions notables ont été observées au niveau des tourbières flottantes cette année pour les trois réservoirs. Leur nombre reste équivalent et aucun déplacement majeur n'est à signaler. Toutefois, des déplacements sur des distances significatives ayant déjà été observés par le passé, leur surveillance demeure donc nécessaire.

Le réservoir de Romaine 1 se démarque toujours par la présence de talus susceptibles d'érosion à l'intérieur de la zone d'étude et de nouvelles zones ont été identifiées lors du présent suivi, en plus de celles déjà connues. Bien que ces zones restent stables année après année, elles demeurent toutefois à surveiller. Les réservoirs de Romaine 2 et 3 ne présentent pas d'enjeu, jusqu'à présent, relativement aux talus susceptibles d'érosion.

Des petites lisières d'arbres renversés attribuables à l'action du vent (chablis) ou à l'action des castors demeurent observables sur le réservoir de la Romaine 1. Ce phénomène reste marginal et présente toujours peu de risques compte tenu des caractéristiques de la berge et de la faible amplitude de marnage du réservoir.

Conclusion

De façon générale, on observe dans les réservoirs du complexe hydroélectrique de la Romaine que le processus de déboisement par les agents naturels se poursuit selon les prévisions. Il demeure de faible intensité dans le réservoir de Romaine 1 compte tenu des caractéristiques propres à ce réservoir (déboisement avant mise en eau et faible amplitude de marnage). Dans le réservoir de la Romaine 2, les effets provoqués par la baisse hivernale du niveau d'eau sous couvert de glace au cours de l'hiver 2018-2019 a été moindre que par le passé. On assiste possiblement à un ralentissement du processus de déboisement par les agents naturels. Finalement, dans le réservoir de Romaine 3, le déboisement est bien engagé, conformément aux prévisions.

Mots clés

Débris ligneux – Végétation émergente – Tourbière flottante – Érosion des berges – Déboisement par les agents naturels.

Équipe de réalisation

Hydro-Québec

Maude Richard St-Vincent

Coordonnatrice du suivi environnemental
Conseillère – Environnement

Guillaume Roy, ing.f.

Responsable scientifique
Conseiller – Environnement

AECOM Consultants inc.

Stéphane Tremblay, ing.f.

Directeur de projet
Vérificateur principal

Jérôme Maurice, ing.f.

Chargé de projet
Coordination, travaux de terrain, analyses et rédaction

Annie Vaillancourt, ing.f.

Cartographie et analyses

Robert Leblond, tech. for.

Photo-interprétation

Michèle Pilote, tech. SIG-CAD

Cartographie

Elsa Bourgeois, ing.f.

Compilation, analyses et rédaction (soutien)

Diane Lachance

Édition

Table des matières

1	Introduction	1
2	Contexte de l'étude.....	3
2.1	Description du projet.....	3
2.2	Engagements et obligations.....	3
3	Objectifs de l'étude	5
4	Zone d'étude	7
4.1	Description du réservoir de la Romaine 1	7
4.2	Description du réservoir de la Romaine 2	17
4.3	Description du réservoir de la Romaine 3	20
5	Méthodologie.....	23
5.1	Inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes.....	23
5.2	Caractérisation et classification des éléments observés aux fins de cartographie, de compilation et d'analyse.....	24
5.3	Compilation et analyse.....	25
6	Résultats et analyse.....	33
6.1	Réservoir de la Romaine 1.....	33
6.1.1	Résumé des observations réalisées au cours des trois premiers suivis annuels (2016 à 2018)	33
6.1.2	Conditions générales observées lors de la campagne au terrain de 2019	35
6.1.3	État détaillé de la situation	43
6.1.4	Variations observées au cours de la période 2018-2019 et depuis le premier suivi annuel (2016)	74
6.2	Réservoir de la Romaine 2.....	82
6.2.1	Résumé des observations réalisées au cours des quatre premiers suivis annuels (2015 à 2018)	82
6.2.2	Conditions générales observées lors de la campagne au terrain de 2019	84
6.2.3	État détaillé de la situation	106
6.2.4	Variations observées au cours de la période 2018-2019 et depuis le premier suivi annuel (2015)	108
6.3	Réservoir de la Romaine 3.....	113
6.3.1	Résumé des observations réalisées au cours des deux premiers suivis annuels (2017 à 2018)	113
6.3.2	Conditions générales observées lors de la campagne au terrain de 2019	115

Table des matières (suite)

6.3.3	État détaillé de la situation	133
6.3.4	Variations observées au cours de la période 2017-2019	134
6.4	Sommaire des résultats	139
7	Efficacité du déboisement par les agents naturels.....	143
7.1	La théorie	143
7.2	Indices de l'action des agents naturels	144
7.2.1	Réservoir de la Romaine 1	144
7.2.1.1	Débris ligneux flottants ou échoués.....	144
7.2.1.2	Végétation émergente	144
7.2.1.3	Autres phénomènes.....	146
7.2.2	Réservoir de la Romaine 2	147
7.2.2.1	Débris ligneux flottants ou échoués.....	148
7.2.2.2	Végétation émergente	158
7.2.2.3	Autres phénomènes.....	176
7.2.3	Réservoir de la Romaine 3	181
7.2.3.1	Débris ligneux flottants ou échoués.....	181
7.2.3.2	Végétation émergente	182
7.2.3.3	Autres phénomènes.....	194
7.3	Synthèse des observations (2015-2019)	194
8	Prévisions sur l'évolution des débris ligneux et des tourbières flottantes	197
8.1	Modification et déplacement potentiels des débris ligneux et des tourbières flottantes.....	197
8.1.1	Débris ligneux flottants	197
8.1.2	Débris ligneux flottants emprisonnés dans les peuplements émergents.....	199
8.1.3	Tourbières flottantes	199
8.2	Apport de nouveaux débris ligneux provenant des peuplements d'arbres émergents présents dans la zone de marnage	200
9	Conclusion et recommandations	203
9.1	Réservoir de la Romaine 1.....	203
9.1.1	Accessibilité au plan d'eau	204
9.1.2	Navigation	204
9.1.3	Gestion des débris ligneux	204

Table des matières (suite)

9.2	Réservoir de la Romaine 2	205
9.2.1	Accessibilité au plan d'eau	205
9.2.2	Navigation	205
9.2.3	Gestion des débris ligneux	206
9.3	Réservoir de la Romaine 3	206
9.3.1	Accessibilité au plan d'eau	206
9.3.2	Navigation	206
9.3.3	Gestion des débris ligneux	207
10	Références	209

Liste des annexes

Annexe 1. Suivi des débris ligneux Caractérisation de la végétation émergente et des débris ligneux flottants, année 2019 (carte – 5 feuillets)

Liste des cartes

Carte 1	Localisation des réservoirs de la Romaine 1, de la Romaine 2 et la de Romaine 3	9
Carte 2	Aménagements du réservoir de la Romaine 1	11
Carte 3	Aménagements du réservoir de la Romaine 2	13
Carte 4	Aménagements du réservoir de la Romaine 3	15

Liste des figures

Figure 1	Évolution du niveau d'eau du réservoir de la Romaine 1 de la mise en eau jusqu'au 11 septembre 2019	17
Figure 2	Évolution du niveau d'eau du réservoir de la Romaine 2 du 1 ^{er} janvier 2015 au 10 septembre 2019	19
Figure 3	Évolution du niveau d'eau du réservoir de la Romaine 3, de la mise en eau jusqu'au 10 septembre 2019	21
Figure 4	Évolution des proportions de longueurs de berges occupées par des cordons et de la superficie des masses de débris ligneux depuis le premier suivi en 2016 – Romaine 1	74

Table des matières (suite)

Figure 5	Évolution des superficies d'arbres émergents et des proportions de longueur de berges occupées par les lisières d'arbres émergents depuis le premier suivi en 2016 – Romaine 1	77
Figure 6	Evolution des quantités totales de lisières et des lisières avec débris inférieures à 5 m de largeur en fonction du niveau d'eau depuis 2015.....	107
Figure 7	Évolution des proportions de longueurs de berges occupées par des cordons et de la superficie des masses de débris ligneux depuis le premier suivi en 2015 – Romaine 2	111
Figure 8	Évolution des superficies d'arbres émergents et des proportions de longueur de berges occupées par les lisières d'arbres émergents depuis le premier suivi en 2015 – Romaine 2	112
Figure 9	Évolution des proportions de longueurs de berges occupées par des cordons et de la superficie des masses de débris ligneux depuis le premier suivi en 2017 – Romaine 3	135
Figure 10	Évolution des superficies d'arbres émergents et des proportions de longueur de berges occupées par les lisières d'arbres émergents depuis le premier suivi en 2017 – Romaine 3	138
Figure 11	Proportion de berges affectées par la présence de débris ligneux ou de végétation émergente depuis le premier suivi annuel (2016-2019) – Réservoir de la Romaine 1	139
Figure 12	Proportion de berges affectées par la présence de débris ligneux ou de végétation émergente depuis le premier suivi annuel (2015-2019) – Réservoir de la Romaine 2	140
Figure 13	Proportion de berges affectées par la présence de débris ligneux ou de végétation émergente depuis le premier suivi annuel (2017-2019) – Réservoir de la Romaine 3	141

Liste des photos

Photo 1	Cordon de débris ligneux discontinu (inférieur à 2 m – épars)	26
Photo 2	Cordon de débris ligneux continu (2-5 m)	26
Photo 3	Cordon de débris ligneux continu (5-10 m).....	27
Photo 4	Masse de débris ligneux flottants	27
Photo 5	Masse de débris ligneux flottants avec étendue d'arbres émergents en arrière-plan.....	28
Photo 6	Arbustes émergents	28
Photo 7	Lisière d'arbres émergents avec des débris ligneux flottants (à l'avant scène, les troncs de certains arbres ont été coupés par les glaces).....	29
Photo 8	Étendue d'arbres émergents avec une amorce d'arbres renversés	29
Photo 9	Lisière d'arbres émergents renversés sans débris ligneux flottants.....	30
Photo 10	Tourbières flottantes	30

Table des matières (suite)

Photo 11	Arbres morts exondés et signe de dépérissement pour d'autres	31
Photo 12	Arbres renversés le long de la berge (renversement provoqué par le vent et l'érosion de la berge)	31
Photo 13	Arbres renversés le long de la berge (renversement provoqué par l'action des castors)	32
Photo 14	Talus susceptible d'érosion et où on note un petit décrochement	32
Photo 15 (série)	Absence d'accumulation observée au site de la rampe de mise à l'eau en 2017, 2018 et 2019	35
Photo 16 (série)	Petite accumulation observée au site de la prise d'eau en 2017, 2018 et 2019	37
Photo 17 (série)	Absence d'accumulation observée au site de l'évacuateur de crues en 2017, 2018 et 2019	38
Photo 18 (série)	Absence d'accumulation observée au site du barrage de la Romaine-1 en 2017, 2018 et 2019	40
Photo 19 (série)	Peuplement d'arbres morts exondés apparu en 2017 dans le réservoir de la Romaine 1 sans évolution notable entre 2017, 2018 et 2019	41
Photo 20 (série)	Dislocation des tourbières localisées au sud-est du PK 53,1 dans le réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019	44
Photo 21 (série)	Léger déplacement des tourbières localisées près du PK 53,5 dans le réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019	46
Photo 22 (série)	Tourbières stabilisées localisées près du PK 62 dans le réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019	48
Photo 23 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 58)	50
Photo 24 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 58,2)	52
Photo 25 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 59)	53
Photo 26 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 60,5)	54
Photo 27 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 61)	55
Photo 28 (série)	Talus en érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 62,1)	57
Photo 29 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 62,2)	59
Photo 30 (série)	Talus en érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 63,5)	61

Table des matières (suite)

Photo 31 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 68)	63
Photo 32 (série)	Déchrochement d'un talus localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 70)	65
Photo 33 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 74,5)	66
Photo 34 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 81,7)	67
Photo 35 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 81,8)	69
Photo 36	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 52,9)	70
Photo 37	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 58,1)	71
Photo 38	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 59,5)	71
Photo 39	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 60)	72
Photo 40	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 60,2)	72
Photo 41	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 (PK 62,4)	73
Photo 42	Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est dans le réservoir de la Romaine 1 (PK 66,5)	73
Photo 43 (série)	Zone d'érosion localisée sur la rive est du bassin des Murailles (longueur de 233 m), en amont de la zone d'étude en 2015, 2017, 2018 et 2019 (PK 82,5)	79
Photo 44 (série)	Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1, en aval de la zone d'étude en 2017, 2018 et 2019 (PK 49)	81
Photo 45 (série)	Accumulations observées au site de la digue A2	84
Photo 46 (série)	Accumulations observées au site de la digue B2	86
Photo 47 (série)	Accumulations observées au site de la digue C2	88
Photo 48 (série)	Accumulations observées au site de la digue D2	90
Photo 49 (série)	Accumulations observées au site de la digue E2	92
Photo 50 (série)	Accumulations de débris observées à la rampe de mise à l'eau	94
Photo 51 (série)	Accumulations observées au site de la digue F2	96
Photo 52 (série)	Accumulations observées au site de la prise d'eau	98

Table des matières (suite)

Photo 53 (série)	Accumulations observées au site de l'évacuateur de crues	100
Photo 54 (série)	Accumulations observées au site du barrage de la Romaine-2	102
Photo 55 (série)	Accumulations observées au site du puits d'accès	104
Photo 56 (série)	Accumulations observées à proximité de la prise d'eau – Réservoir de la Romaine 3	115
Photo 57 (série)	Accumulations observées à proximité de l'évacuateur de crues – Réservoir de la Romaine 3	117
Photo 58 (série)	Accumulations observées à proximité du barrage – Réservoir de la Romaine 3	120
Photo 59 (série)	Absence d'accumulation à proximité de la rampe de mise à l'eau RO-3 aval – Réservoir de la Romaine 3	121
Photo 60 (série)	Évolution de la zone d'arbres émergents à proximité de la rampe de mise à l'eau aval de RO-4 située au PK 187,5 – Réservoir de la Romaine 3	123
Photo 61 (série)	Disparition d'arbres isolés à proximité d'un chemin d'opération ayant servi au déboisement du réservoir (PK 185,5) localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 3	124
Photo 62 (série)	Éboulis rocheux à proximité du PK 172, présent avant la mise en eau – Réservoir de la Romaine 3	126
Photo 63 (série)	Tourbière flottante, localisée dans la baie près du PK 181,5 qui semble s'être disloquée (pas en mesure de le confirmer) – Réservoir de la Romaine 3	127
Photo 64 (série)	Île à proximité du PK 173 – Réservoir de la Romaine 3	129
Photo 65 (série)	Île à proximité du PK 164 – Réservoir de la Romaine 3	130
Photo 66 (série)	Évolution de la végétation émergente avec débris ligneux et présence de masses de débris dans un bras du réservoir, près du PK 173 – Réservoir de la Romaine 3	132
Photo 67 (série)	Faible déboisement de la végétation émergente sous l'effet de la glace (réservoir de la Romaine 1)	145
Photo 68 (série)	Densification des accumulations de débris ligneux flottants et disparition progressive des arbres émergents résiduels	148
Photo 69 (série)	Diminution des accumulations de débris ligneux flottants par déplacement, densification et stabilisation le long de la berge, disparition progressive des arbres émergents résiduels	151
Photo 70 (série)	Disparition et diminution des accumulations de débris ligneux flottants par déplacement, et diminution progressive de la densité de tiges résiduelles émergentes	153
Photo 71 (série)	Déplacement des accumulations de débris ligneux flottants, diminution significative de la densité de tiges résiduelles émergentes	156
Photo 72 (série)	Rétrécissement de la lisière d'arbres émergents avec débris, diminution de la densité d'arbres résiduels et densification le long des berges	158

Table des matières (suite)

Photo 73 (série)	Rétrécissement de la lisière d'arbres émergents avec débris et diminution de la densité d'arbres résiduels avec déplacement et/ou densification des accumulations de débris ligneux sur la berge	161
Photo 74 (série)	Disparition progressive de l'étendue d'arbres émergents avec diminution significative de la densité d'arbres résiduels, déplacement et/ou densification des accumulations de débris ligneux sur la berge et déplacement d'une tourbière flottante	163
Photo 75 (série)	Diminution de la densité des arbres émergents résiduels au PK 152,4 de la rive est du réservoir de la Romaine 2	166
Photo 76 (série)	Diminution significative de la densité des arbres résiduels à l'intérieur d'une étendue de végétation émergente, accumulation et migration de masses de débris ligneux flottants près du PK 102,8 de la rive ouest du réservoir de la Romaine 2	168
Photo 77 (série)	Diminution progressive de la densité des arbres résiduels à l'intérieur d'une étendue de végétation émergente et disparition d'une masse de débris ligneux flottants	171
Photo 78 (série)	Rétrécissement de la lisière et disparition des étendues d'arbres émergents avec augmentation et densification des débris sur la berge	173
Photo 79 (série)	Tourbière flottante en déplacement puis stabilisée vers l'intérieur d'une baie sous l'effet des vents dominants, disparition progressive des arbres émergents résiduels, création/migration de masses et transformation de masses en cordons sur rive	176
Photo 80 (série)	Tourbières flottantes emprisonnées à l'intérieur d'une baie en déplacement sous l'effet des vents dominants suivant la disparition progressive des étendues d'arbres émergents en périphérie	179
Photo 81 (série)	Évolution d'un peuplement d'arbres émergents résiduels où l'on notait aucune mortalité en 2017, situé au PK 180 de la rive est du réservoir de Romaine 3	182
Photo 82 (série)	Évolution d'un peuplement d'arbres émergents résiduels sans débris au profit de zones d'arbres émergents avec débris et arbres renversés (réservoir de la Romaine 3)	184
Photo 83 (série)	Évolution d'un peuplement d'arbres émergents résiduels avec masses de débris ligneux flottants dans une zone de brûlis datant de 2003 vers la disparition progressive d'arbres émergents (réservoir de la Romaine 3)	185
Photo 84 (série)	Illustration du phénomène de l'augmentation des quantités de cordons de débris ligneux de petites dimensions au détriment des masses de débris ligneux (réservoir de la Romaine 3)	187
Photo 85 (série)	Apparition des signes de la mortalité des arbres émergents et d'arbres renversés au fil du temps sans débris et disparition progressive de certains arbres renversés (réservoir de la Romaine 3)	188
Photo 86 (série)	Disparition des masses de débris et des arbres émergents au fil du temps et même des cordons de débris (réservoir de la Romaine 3)	190

Table des matières (suite)

Photo 87 (série)	Disparition des arbres émergents et compaction de la masse de débris dans une baie près du PK 161 (réservoir de la Romaine 3)	191
Photo 88 (série)	Compaction d'une masse de débris au fil du temps (réservoir de la Romaine 3)	193

Liste des tableaux

Tableau 1	Périmètre et superficies du réservoir de la Romaine 1 selon la cote d'exploitation.....	7
Tableau 2	Périmètre et superficies du réservoir de la Romaine 2 selon la cote d'exploitation.....	18
Tableau 3	Périmètre et superficies du réservoir de la Romaine 3 selon la cote d'exploitation.....	20
Tableau 4	Sommaire des résultats de l'inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes – Réservoir de la Romaine 1 – Septembre 2019	34
Tableau 5	Sommaire des variations observées entre les suivis annuels 2018 et 2019 – Réservoir de la Romaine 1	75
Tableau 6	Sommaire des variations depuis le premier suivi annuel (2016-2019) – Réservoir de la Romaine 1	76
Tableau 7	Sommaire des résultats de l'inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes – Réservoir de la Romaine 2 – Septembre 2019	83
Tableau 8	Sommaire des variations observées entre les suivis annuels 2018 et 2019 – Réservoir de la Romaine 2	109
Tableau 9	Sommaire des variations depuis le premier suivi annuel (2015-2019) – Réservoir de la Romaine 2	110
Tableau 10	Sommaire des résultats de l'inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes – Réservoir de la Romaine 3 – Septembre 2019	114
Tableau 11	Sommaire des variations observées entre les suivis 2018 et 2019 – Romaine 3	136
Tableau 12	Sommaire des variations depuis le premier suivi annuel (2017-2019) – Réservoir de la Romaine 3	137
Tableau 13	Importance relative de la présence des débris ligneux ou autres phénomènes par rapport aux berges et à la superficie totale du réservoir – Réservoir de la Romaine 1	139
Tableau 14	Importance relative de la présence des débris ligneux ou autres phénomènes par rapport aux berges et à la superficie totale du réservoir – Réservoir de la Romaine 2	140
Tableau 15	Importance relative de la présence des débris ligneux ou autres phénomènes par rapport aux berges et à la superficie totale du réservoir – Réservoir de la Romaine 3	141
Tableau 16	Synthèse des principaux phénomènes observés sur les réservoirs de Romaine 1, 2 et 3.....	195

1 Introduction

En 2009, Hydro-Québec a entrepris la construction d'un complexe hydroélectrique sur la rivière Romaine, au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, sur la Côte-Nord. Le complexe sera composé de quatre aménagements hydroélectriques dont la production énergétique moyenne annuelle s'élèvera à 8 TWh par année.

La réalisation du complexe hydroélectrique de la Romaine est soumise au respect de nombreux engagements et conditions dont plusieurs concernent la protection de l'environnement et le suivi environnemental. Ainsi, conformément à ses engagements, Hydro-Québec a déposé en 2010 un programme de suivi d'une durée de 31 ans (2009-2040). L'objectif principal de ce programme 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.

Le suivi relatif aux débris ligneux et aux tourbières flottantes dans les réservoirs du complexe fait partie intégrante du programme de suivi environnemental 2009-2040. Ce suivi vise à :

- observer le comportement des débris ligneux et des tourbières flottantes;
- situer les zones d'accumulation;
- élaborer, au besoin, un programme de ramassage des débris ligneux pour en faciliter l'exécution.

Selon ce programme, le suivi des débris ligneux se déroulera selon le calendrier suivant :

- réservoir de la Romaine 1 : 2016-2022;
- réservoir de la Romaine 2 : 2014-2020;
- réservoir de la Romaine 3 : 2016-2022;
- réservoir de la Romaine 4 : 2019-2025.

Cependant, le suivi environnemental du réservoir de la Romaine 3, dont la mise en eau s'est effectuée en 2017, s'échelonnait de 2017 à 2023.

La mise en eau du réservoir de la Romaine 4 ayant également été retardée, le suivi de ce réservoir devrait aussi être révisé et s'échelonner de 2020 à 2026.

La présente étude pour laquelle Hydro-Québec a retenu les services de la firme AECOM s'inscrit dans ce cadre et concerne spécifiquement les réservoirs de la Romaine 1, la Romaine 2 et la Romaine 3. La mise en eau du réservoir de la Romaine 3 a débuté en mai 2017. L'année 2019 constitue donc la troisième année de suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes en phase d'exploitation de son réservoir. La mise en service de la centrale de la Romaine-1 a débuté en décembre 2015; l'année 2019 constitue la quatrième année du suivi en phase d'exploitation de son réservoir. Par ailleurs, la mise en eau du réservoir de la Romaine 2 a débuté le 10 mai 2014; l'année 2019 constitue donc la cinquième année de suivi en phase d'exploitation.

Ce rapport est divisé en neuf sections. On y retrouve le contexte dans lequel l'étude a été préparée, les objectifs du mandat et une description détaillée du territoire à l'étude (localisation, configuration et composition avant la mise en eau). Ce rapport fait mention de la méthodologie retenue pour la réalisation du travail d'inventaire, de cartographie et de compilation des données. Les résultats sont par la suite exposés et une analyse de l'efficacité du déboisement par les agents naturels ainsi qu'une prévision sur l'évolution des accumulations de débris ligneux et des tourbières flottantes sont réalisées. La conclusion du rapport comporte

quelques recommandations en lien avec les observations et prévisions faites dans le cadre de cette étude. Ce rapport est accompagné d'une carte thématique composée de 5 feuillets illustrant les résultats de ce suivi (voir annexe 1).

2 Contexte de l'étude

2.1 Description du projet

Hydro-Québec a entrepris en 2009 la construction d'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 TWh par année.

À échéance, chacun des aménagements comprendra un barrage en enrochement, une centrale munie de deux groupes turbines-alternateurs, un réservoir et un évacuateur de crues. La superficie totale des quatre réservoirs projetés est de 279 km².

La mise en service du complexe s'échelonnera 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, et qui est exploitée depuis décembre 2015. A suivi, en septembre 2017, la mise en service de la centrale de la Romaine-3 localisée au PK 158,4 de la rivière. 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 comporte également la construction d'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 l'ajout d'environ 500 km de lignes de transport.

2.2 Engagements et obligations

La réalisation du complexe hydroélectrique de la Romaine est soumise au respect de nombreux engagements et conditions 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 maximale 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.

Programme de suivi des débris ligneux

Le suivi relatif aux débris ligneux et aux tourbières flottantes dans les réservoirs est précisé aux sections 35.2.3 et 47.2.11.2 de l'étude d'impact déposée par Hydro-Québec en 2009. Dans cette dernière section, on y mentionne notamment que l'on « [...] suivra donc la répartition des débris ligneux et leur volume estimé ainsi que les tourbières flottantes sur les réservoirs en vue de déterminer, s'il y a lieu, des modalités d'intervention adaptées à leur importance relative. » Outre le maintien de la qualité de la navigation et des paysages, ce suivi visera également à éviter les nuisances techniques (ex. : obstruction des prises d'eau).

3 Objectifs de l'étude

Les objectifs du suivi 2019 des débris ligneux et des tourbières flottantes des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3 sont de :

- caractériser les accumulations de débris ligneux (type de débris, localisation, quantité, etc.), incluant les tourbières flottantes;
- produire une carte identifiant les types d'accumulation de débris ligneux et leur localisation. Les tourbières flottantes ainsi que les zones d'érosion actives seront également localisées sur la carte;
- analyser le déplacement potentiel des débris ligneux et des tourbières flottantes;
- localiser et décrire les caractéristiques des zones d'érosion en rive;
- faire des recommandations concernant la gestion des débris ligneux flottants ou échoués (planification, si nécessaire, de travaux de ramassage des débris lorsque ceux-ci nuisent ou menacent de nuire à l'exploitation sécuritaire de la centrale ou à la navigation).

4 Zone d'étude

La zone d'étude correspond aux limites des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3 essentiellement.

Les réservoirs sont situés au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre. Pour s'y rendre, le trajet inclus 35 km sur la route 138, pour atteindre la route de la Romaine. À partir de ce point, les réservoirs de la Romaine 1, 2, 3, se situent respectivement aux km 10, 40 et 118. L'ensemble des centrales sont reliées par une route principale et quelques routes secondaires construites spécifiquement pour le projet et qui permettent d'atteindre l'ensemble des infrastructures actuelles et projetées du complexe hydroélectrique.

La zone d'étude est illustrée à la carte 1. Les cartes 2, 3 et 4 présentent de façon plus détaillée les aménagements des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3 respectivement.

Les sections suivantes font la description détaillée des réservoirs à l'étude. On y fait notamment état de la composition du territoire forestier localisé à l'intérieur de leurs limites, des travaux de déboisement réalisés avant la mise en eau, de l'évolution du niveau d'eau depuis le début de leur mise en eau, et finalement de l'envergure des travaux de nettoyage des débris ligneux qui ont dû être réalisés depuis; tout ceci afin de mieux appuyer la compréhension des phénomènes qui ont pu influencer l'évolution à court terme des accumulations de débris ligneux observés à ce jour.

4.1 Description du réservoir de la Romaine 1

La centrale de la Romaine-1 est située au km 10 de la route de la Romaine, elle-même située à 35 km de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, en passant par la route 138.

Le tableau 1 présente le détail concernant le périmètre et les superficies touchées par le réservoir de la Romaine 1. Ces données sont fournies pour la cote maximale d'exploitation (82,3 m). L'aménagement hydroélectrique de la Romaine-1 étant quasiment au fil de l'eau, ces données ne sont pas fournies pour la cote minimale (80,8 m).

Tableau 1 Périmètre et superficies du réservoir de la Romaine 1 selon la cote d'exploitation

Niveau	Cote d'exploitation (m)	Longueur des berges ¹ (km)	Superficie totale ennoyée ² (ha)	Superficie terrestre ³ (ha)
Maximum	82,3	108,1	1 260,9	659,8

1. La longueur des berges comprend le périmètre du réservoir ainsi que la bordure des îles qui demeureront exondées.
2. La superficie totale inclut les superficies déjà en eau (lacs et rivières) à l'intérieur des limites du réservoir et exclut la superficies des îles nouvellement formées.
3. La superficie terrestre du territoire ennoyé exclut les superficies déjà en eau (lacs et rivières) à l'intérieur des limites du réservoir.

La superficie totale du réservoir (incluant la superficie ennoyée, les îles nouvellement formées et les plans d'eau) représente 1 273,5 ha. La retenue créée par le barrage de la Romaine-1 peut atteindre 82,3 m. À cette cote, le réservoir peut ennoyer une superficie totale de 1 260,9 ha (incluant les surfaces déjà en eau à l'intérieur des limites du réservoir et excluant la superficie des îles nouvellement formées qui représente 12,6 ha). Les longueurs du périmètre du réservoir à la cote maximale totalisent 108,1 km. La superficie terrestre du territoire ennoyé, c'est-à-dire excluant les lacs et rivières de l'hydrographie naturelle, totalise 659,8 ha.

On estime que ces terrains forestiers supportaient un volume marchand brut total de près de 39 975 m³, soit une moyenne de 62 m³/ha. On évalue également que ces mêmes terrains pouvaient contenir près de 59 260 tonnes métriques vertes (tmv) de biomasse forestière non marchande, soit la biomasse forestière morte et vivante excluant la partie marchande des arbres, équivalant en moyenne à un peu moins de 92,4 tmv/ha.

On rappelle qu'afin de répondre aux exigences de l'article 96.1 de la Loi sur les forêts en ce qui concerne la récupération des bois, tous les bois marchands contenus dans une partie des peuplements de plus de 50 m³/ha situés sur les pentes de moins de 40 % du réservoir ont été récupérés. De plus, tous les débris de coupe furent ramassés et brûlés. Finalement, signalons qu'une bande de 3 m de largeur a été intégralement déboisée en périphérie du réservoir. Au final, la superficie terrestre non déboisée avant la mise en eau du réservoir s'élève à environ 35 ha.

Pour plus d'information concernant le réservoir de la Romaine 1, le lecteur est référé aux données consignées dans le premier rapport de suivi annuel pour ce réservoir (AECOM, 2017).

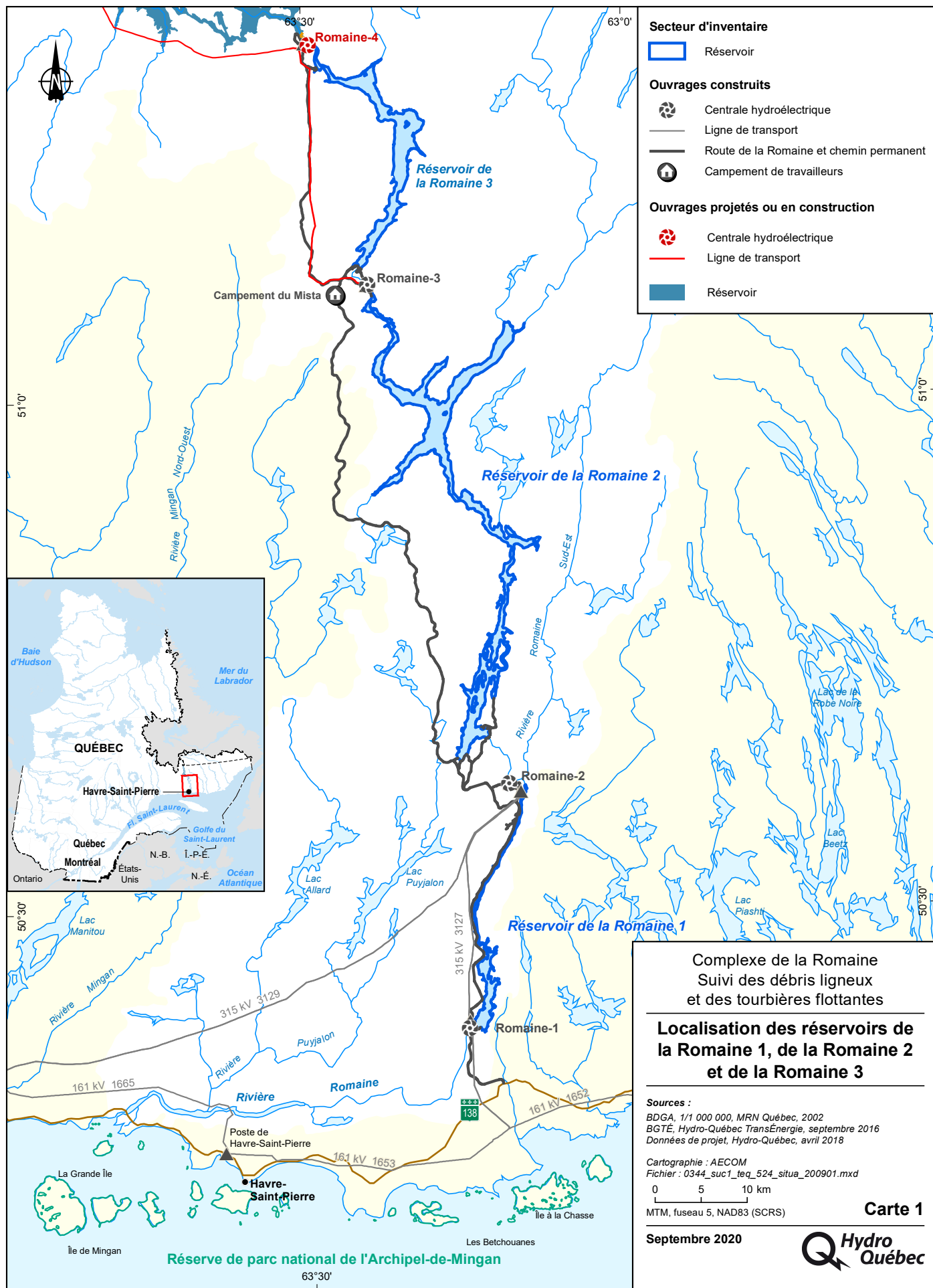
Évolution du niveau d'eau

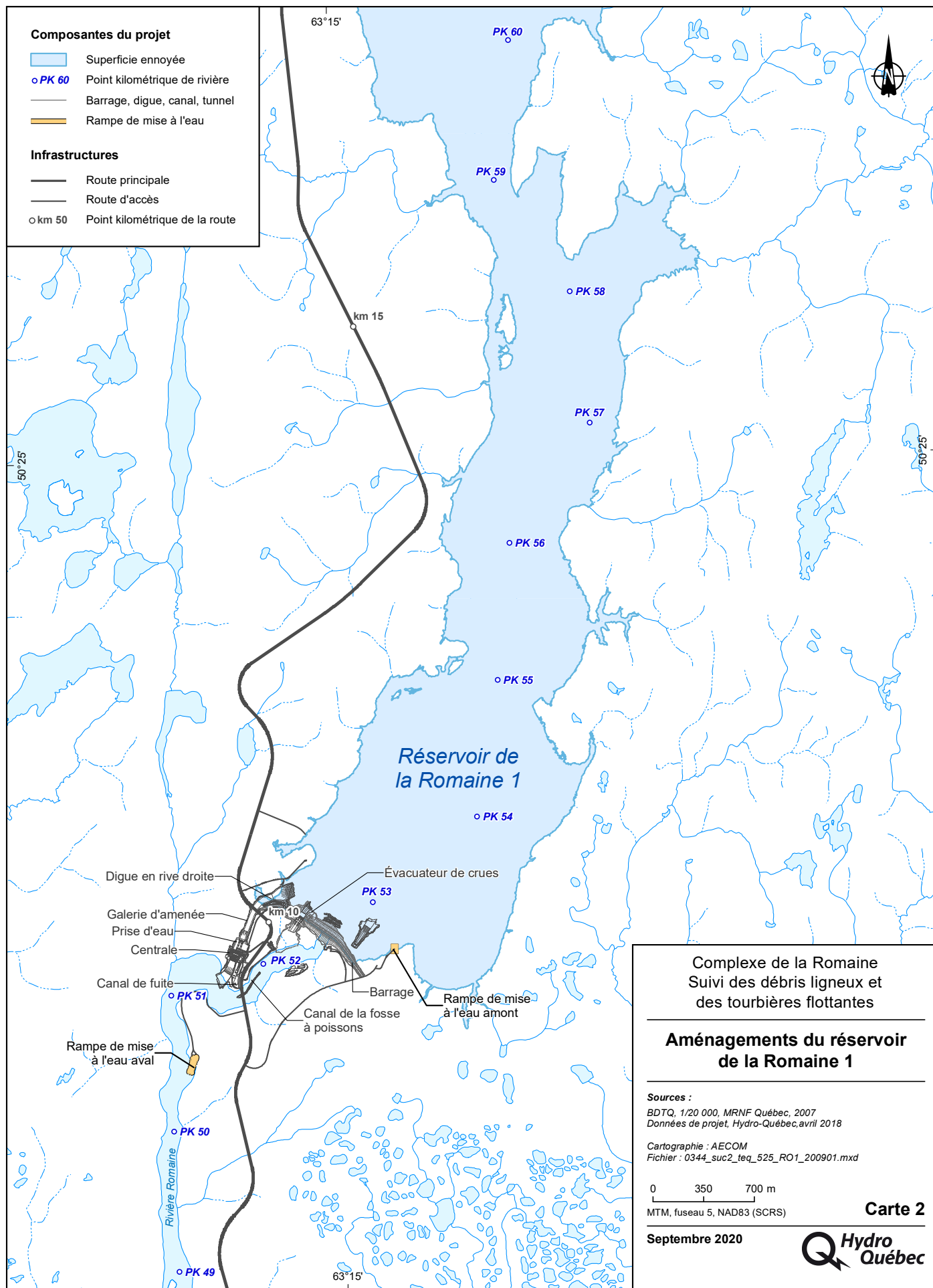
Pour ce suivi annuel 2019, les analyses couvrent la période qui s'étend du 15 octobre 2018 au 11 septembre 2019. Ces dates correspondent aux deux derniers survols effectués dans le cadre du suivi des débris ligneux du réservoir de la Romaine 1.

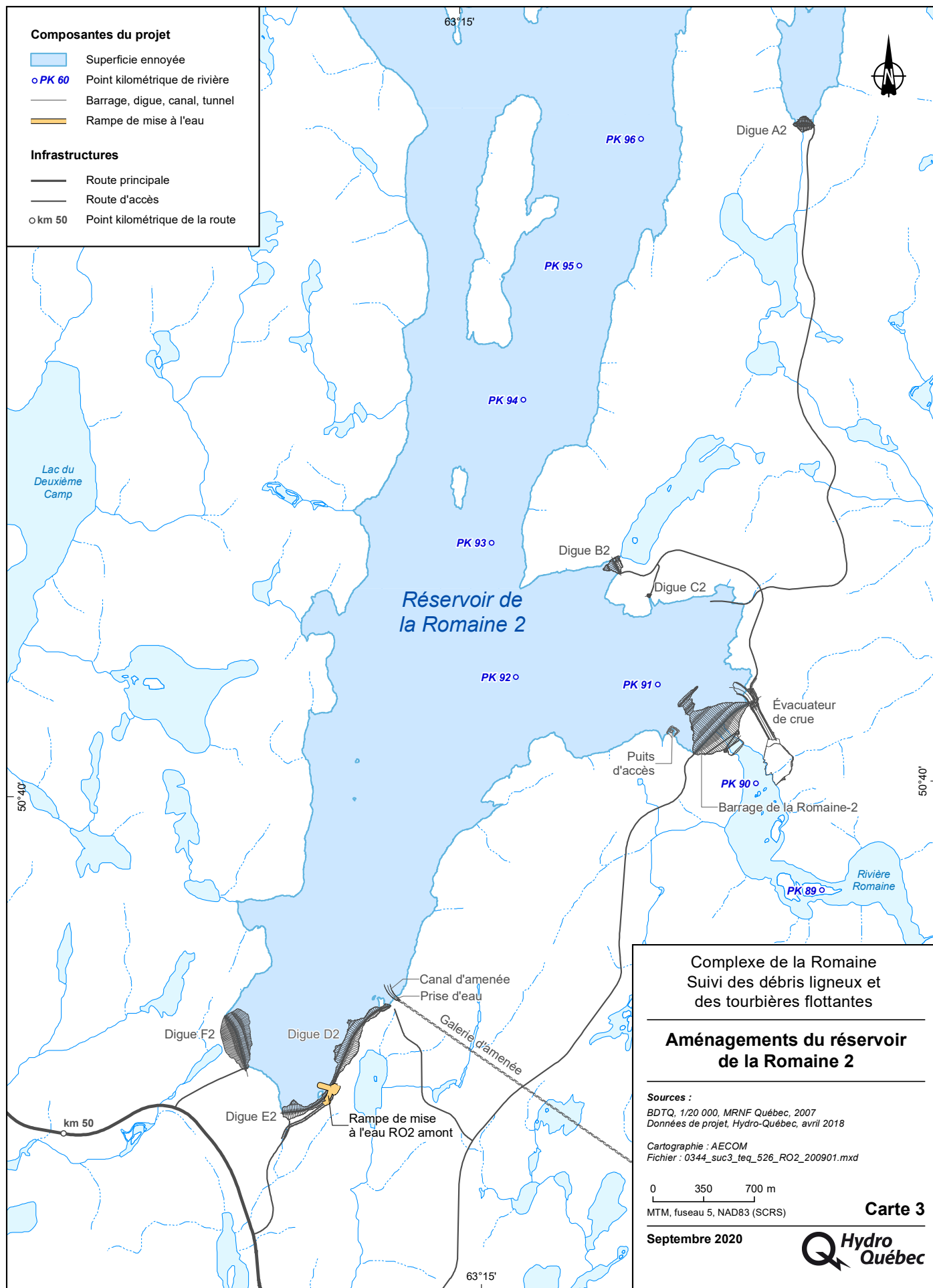
Au cours de cette période, le niveau du réservoir a atteint son maximum (82,21 m) le 4 avril 2019, ce qui est inférieur à la cote maximale pour ce réservoir (82,3 m). Le réservoir avait atteint son niveau le plus bas (81,25 m) le 11 novembre 2018. Les variations journalières ont été de faible amplitude, soit de l'ordre de 0,1 m en moyenne (figure 1, courbe bleue); on observe cependant des variations jusqu'à 0,5 m (par exemple, le 6 novembre 2019).

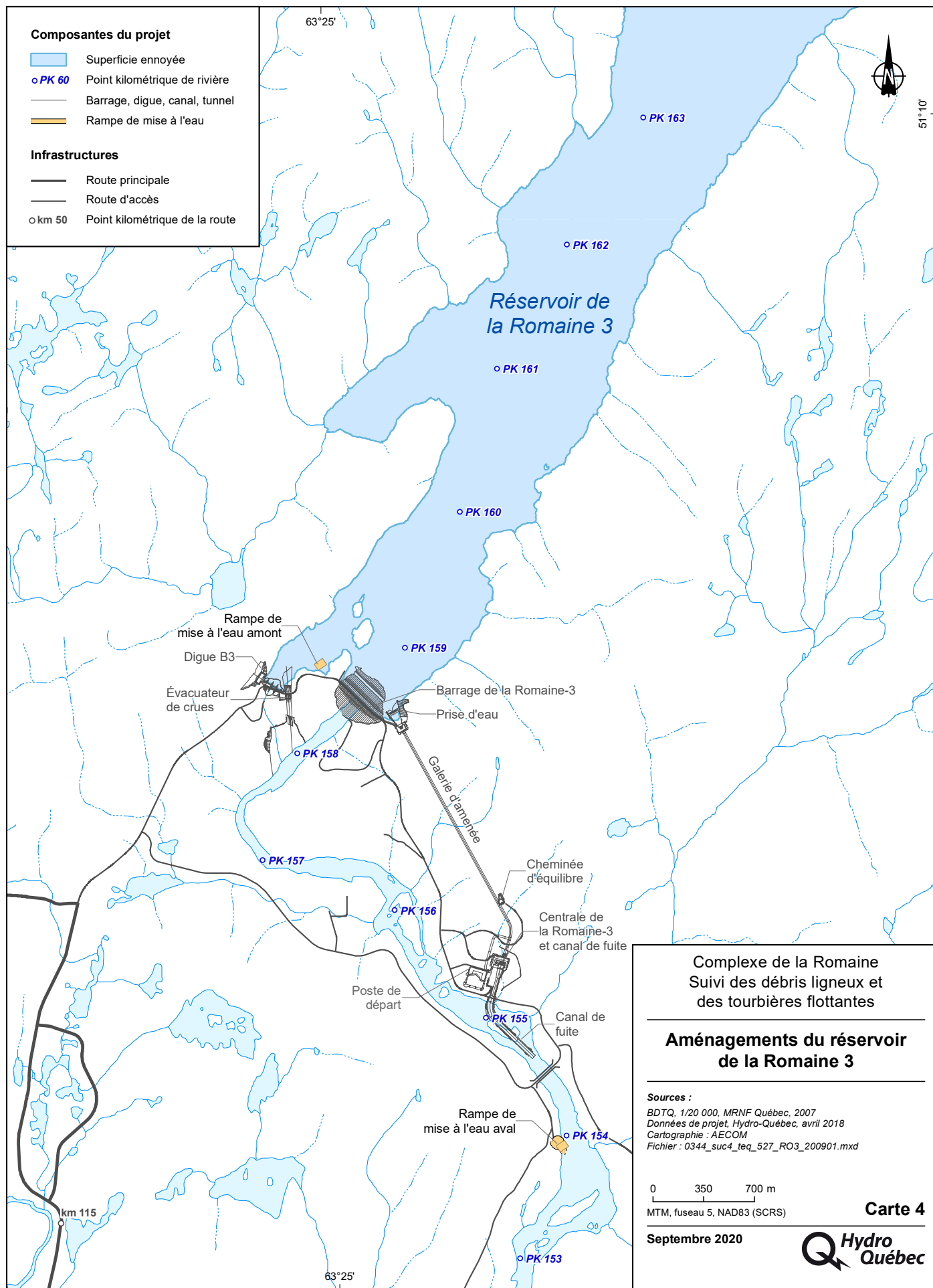
Ramassage des débris ligneux flottants

En 2016, il n'y a pas eu de ramassage de débris ligneux dans le réservoir de la Romaine 1. À l'automne 2017, une petite masse de débris ligneux a été ramassée à l'entrée de la prise d'eau, pour un volume inférieur à 10 m³. Il n'y a pas eu d'autres opérations de ramassage depuis (*Source* : Hydro-Québec). On observe toujours une petite masse résiduelle aux abords de la prise d'eau, mais hormis celle-ci, tout porte à croire que les interventions seront très limitées dans les années à venir.









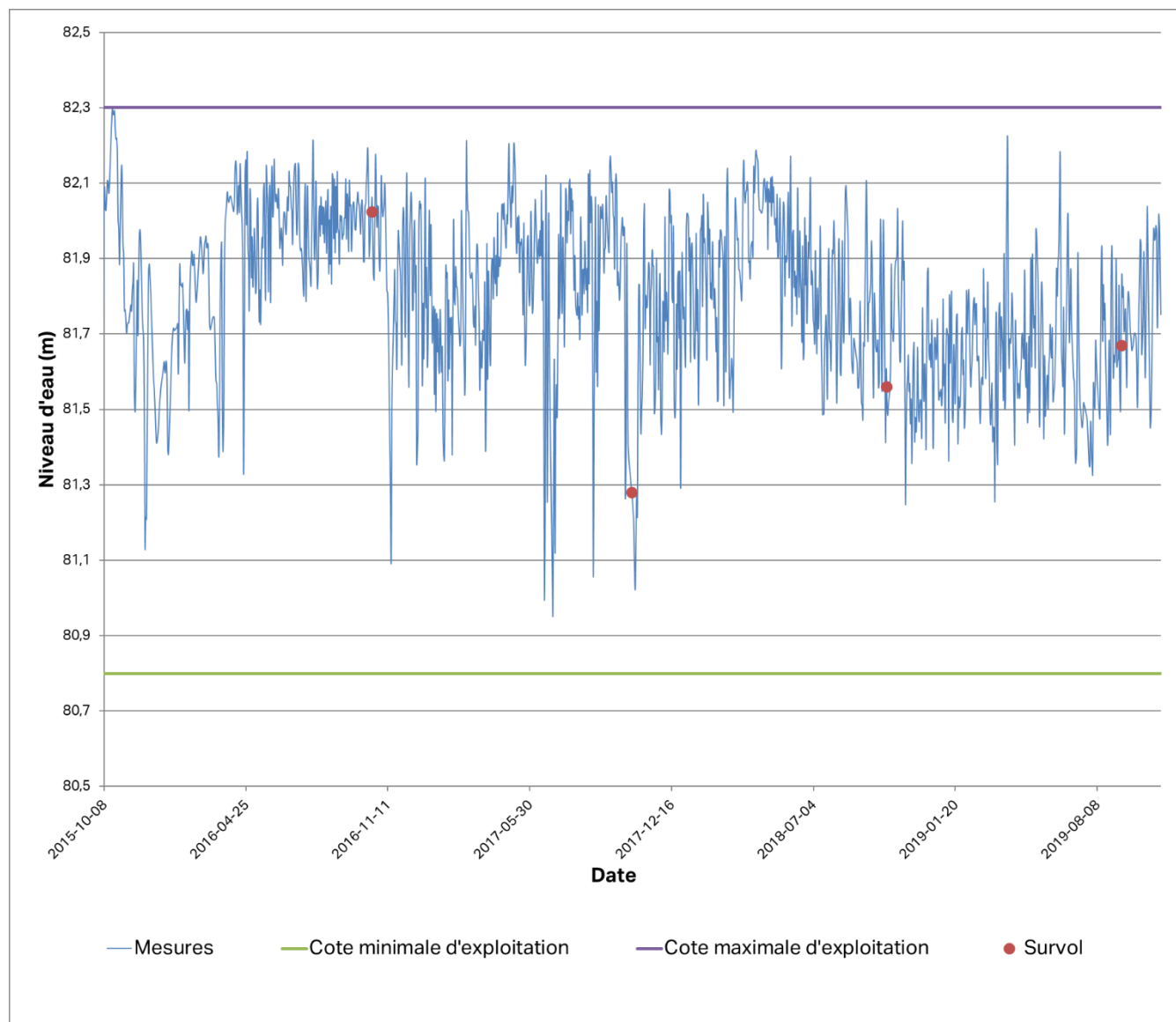


Figure 1 Évolution du niveau d'eau du réservoir de la Romaine 1 de la mise en eau jusqu'au 11 septembre 2019

4.2 Description du réservoir de la Romaine 2

La centrale de la Romaine-2 est située au km 40 de la route de la Romaine, elle-même située à 35 km de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, en passant par la route 138.

Le réservoir s'étend vers le nord sur une distance d'environ 68 km avant d'atteindre le seuil du barrage de la Romaine-3. Les aménagements du réservoir de la Romaine 2 sont illustrés sur la carte 3.

La superficie totale du réservoir (incluant la superficie ennoyée, les îles nouvellement formées et les plans d'eau) représente 9 097,1 ha. Comme indiqué au tableau 2, la retenue créée par le barrage de la Romaine-2 peut atteindre à sa cote maximale d'exploitation le niveau de 243,8 m. À cette cote, le réservoir peut ennoyer une superficie totale de 8 581,2 ha (incluant les surfaces déjà en eau à l'intérieur des limites du réservoir et excluant la superficie des îles nouvellement formées qui représente 515,9 ha). Le périmètre du réservoir et des îles nouvellement formées à la cote maximale totalisent 339 km. La superficie terrestre du territoire ennoyé, c'est-à-dire excluant les lacs et rivières de l'hydrographie naturelle, totalise 7 147 ha. Les valeurs utilisées ici ont été calculées à partir des plus récentes couches d'informations cartographiques numériques produites et mises à jour par Hydro-Québec.

Tableau 2 Périmètre et superficies du réservoir de la Romaine 2 selon la cote d'exploitation

Niveau	Cote d'exploitation (m)	Longueur des berges ¹ (km)	Superficie totale ennoyée ² (ha)	Superficie terrestre ³ (ha)
Maximum	243,8	339	8 581,2	7 147,3
Intermédiaire	238,8	301	8 099,1	6 702,8
Minimum	224,8	321	6 755,5	5 396,2

Note : Le réservoir de la Romaine 2 aura un marnage de 19 m jusqu'à ce que la centrale de la Romaine-4 soit en exploitation. Le marnage sera par la suite de 5 m.

1. La longueur des berges comprend le périmètre du réservoir ainsi que la bordure des îles qui demeureront exondés. Cette longueur augmente au niveau minimum, car plus d'îles sont créées.
2. La superficie totale inclut les superficies déjà en eau (lacs et rivières) à l'intérieur des limites du réservoir et exclut la superficie des îles nouvellement formées.
3. La superficie terrestre du territoire ennoyé exclut les superficies déjà en eau (lacs et rivières) à l'intérieur des limites du réservoir.

On estime que ces terrains forestiers supportaient un volume marchand brut total de près de 595 107 m³, soit une moyenne de 82,5 m³/ha. Aussi, on évalue que ces mêmes terrains pouvaient contenir près de 623 925 tonnes métriques vertes (tmv) de biomasse forestière non marchande (biomasse forestière morte et vivante excluant la partie marchande des arbres), soit une moyenne d'un peu plus de 86,5 tmv/ha. Une partie seulement de cette biomasse a pu être retirée avant la mise eau, d'où la présence de nombreuses zones de végétation émergente résiduelle.

Pour plus d'information concernant le réservoir de la Romaine 2, le lecteur est référé aux données consignées dans le premier rapport de suivi annuel de ce réservoir (AECOM, 2016).

Évolution du niveau d'eau

À l'examen de la figure 2, on constate qu'entre les survols effectués le 16 octobre 2018 et le 10 septembre 2019, le niveau d'eau a atteint son niveau maximum (243,68 m) le 2 septembre 2019, et son niveau le plus bas (227,16 m) le 5 mai 2019. Comme pour les années passées, la baisse du niveau d'eau s'est donc effectuée en grande partie sous couvert de glace, ce qui permet de maximiser l'effet des glaces sur le déboisement naturel des peuplements résiduels toujours présents dans ce réservoir (figure 2, courbe bleue).

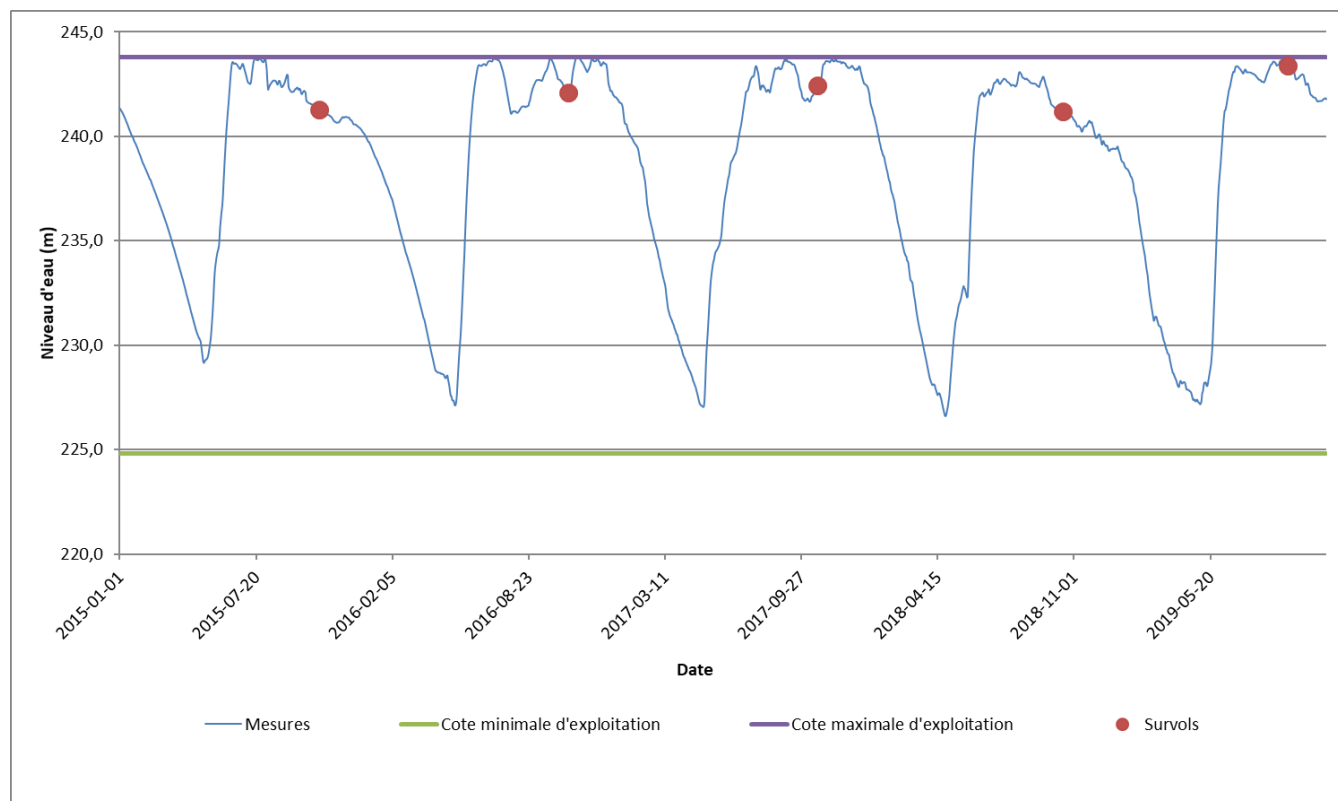


Figure 2 Évolution du niveau d'eau du réservoir de la Romaine 2 du 1^{er} janvier 2015 au 10 septembre 2019

Ramassage des débris ligneux flottants

Comme il a été rappelé dans les précédents rapports de suivi des débris ligneux du réservoir de la Romaine 2 (AECOM, 2016 à 2019), 19 000 m³ apparents de débris ligneux ont été récoltés entre 2014 et 2015 à proximité des ouvrages de ce réservoir avant d'être brûlés. En 2016 et 2017, des opérations de ramassage ont également eu lieu; par contre, les volumes extraits ne sont pas connus précisément. De plus, il n'y a pas eu de nouvelle opération de ramassage en 2018 et 2019 pour ce réservoir (*Source* : Hydro-Québec).

Dans les deux premières années de mise en eau du réservoir, les débris ligneux ramassés étaient composés principalement d'arbres morts provenant des anciens brûlés, de résidus de coupe ainsi que d'arbres brisés par la glace au cours de l'hiver 2014. Par la suite, ce sont davantage les arbres brisés par la glace et les anciennes accumulations encore en place qui ont été ramassés au cours des opérations de 2016 et 2017. Ces opérations furent partielles puisqu'on observe d'une année à l'autre l'accumulation de débris prenant une teinte grisée, *à contrario* des débris récents qui conservent une teinte beige orangée. En 2017, les opérations se sont concentrées principalement autour de la prise d'eau. Depuis, il n'y a pas eu d'opération et on observe peu, voire aucune nouvelle accumulation aux abords des ouvrages.

4.3 Description du réservoir de la Romaine 3

La centrale de la Romaine-3 est située au km 118 de la route de la Romaine, elle-même située à 35 km de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, en passant par la route 138. Le réservoir s'étend vers le nord sur une distance d'environ 30 km avant d'atteindre le seuil du barrage de la Romaine-4. Les aménagements du réservoir de la Romaine 3 sont illustrés sur la carte 4.

La superficie totale du réservoir (incluant la superficie ennoyée, les îles nouvellement formées et les plans d'eau) représente 3 873,4 ha. Comme indiqué au tableau 3, la retenue créée par le barrage de la Romaine-3 peut atteindre à sa cote maximale d'exploitation le niveau de 365,8 m. À cette cote, le réservoir peut ennoyer une superficie totale de 3 855,3 ha (incluant les surfaces déjà en eau à l'intérieur des limites du réservoir et excluant la superficies des îles nouvellement formées qui représente 18,1 ha). Le périmètre (incluant celui les îles) du réservoir à la cote maximale totalisent 112,8 km. La superficie terrestre du territoire ennoyé, c'est-à-dire excluant les lacs et rivières de l'hydrographie naturelle, totalise 3 066,8 ha. Les valeurs utilisées ici ont été calculées à partir des plus récentes couches d'informations cartographiques numériques produites et mises à jour par Hydro-Québec. C'est en comparaison avec ces conditions que les analyses subséquentes sont réalisées.

Tableau 3 Périmètre et superficies du réservoir de la Romaine 3 selon la cote d'exploitation

Niveau	Cote d'exploitation (m)	Longueur des berges ¹ (km)	Superficie totale ennoyée ² (ha)	Superficie terrestre ³ (ha)
Maximum	365,8	112,8	3 855,3	3 066,8
Minimum	352,8	99,4	3 448,0	2 673,4

1. La longueur des berges comprend le périmètre du réservoir ainsi que la bordure des îles qui demeureront exondés. Cette longueur augmente au niveau minimum, car plus d'îles sont créées.
2. La superficie totale inclut les superficies déjà en eau (lacs et rivières) à l'intérieur des limites du réservoir et exclut la superficie des îles nouvellement formées.
3. La superficie terrestre du territoire ennoyé exclut les superficies déjà en eau (lacs et rivières) à l'intérieur des limites du réservoir.

On estime que ces terrains forestiers supportaient un volume marchand brut total de près de 211 057 m³, soit une moyenne de 69,3 m³/ha, tous terrains confondus. On évalue également que ces mêmes terrains pouvaient contenir près de 251 309 tonnes métriques vertes (tmv) de biomasse forestière non marchande, soit la biomasse forestière morte et vivante excluant la partie marchande des arbres, et équivalant en moyenne à un peu moins de 82,5 tmv/ha. À l'instar du réservoir de la Romaine 2, une partie seulement de cette biomasse a pu être retirée avant la mise eau, d'où la présence de nombreuses zones de végétation émergente résiduelle.

Pour plus d'information concernant le réservoir de la Romaine 3, le lecteur est référé aux données consignées dans le premier rapport de suivi annuel de ce réservoir (AECOM, 2018).

Évolution du niveau d'eau

Entre les survols effectués le 17 octobre 2018 et le 9 septembre 2019, le niveau d'eau a atteint son niveau maximum (365,70 m) le 26 août 2019, et son niveau le plus bas (352,96 m) le 10 mai 2019. Entre décembre 2018 et mai 2019 on a pu noter une baisse du niveau du réservoir. Or, cette diminution s'est produite en grande partie sous couvert de glace, ce qui devrait avoir favorisé le processus de déboisement naturel des peuplements résiduels localisés dans ce réservoir (figure 3, courbe bleue).

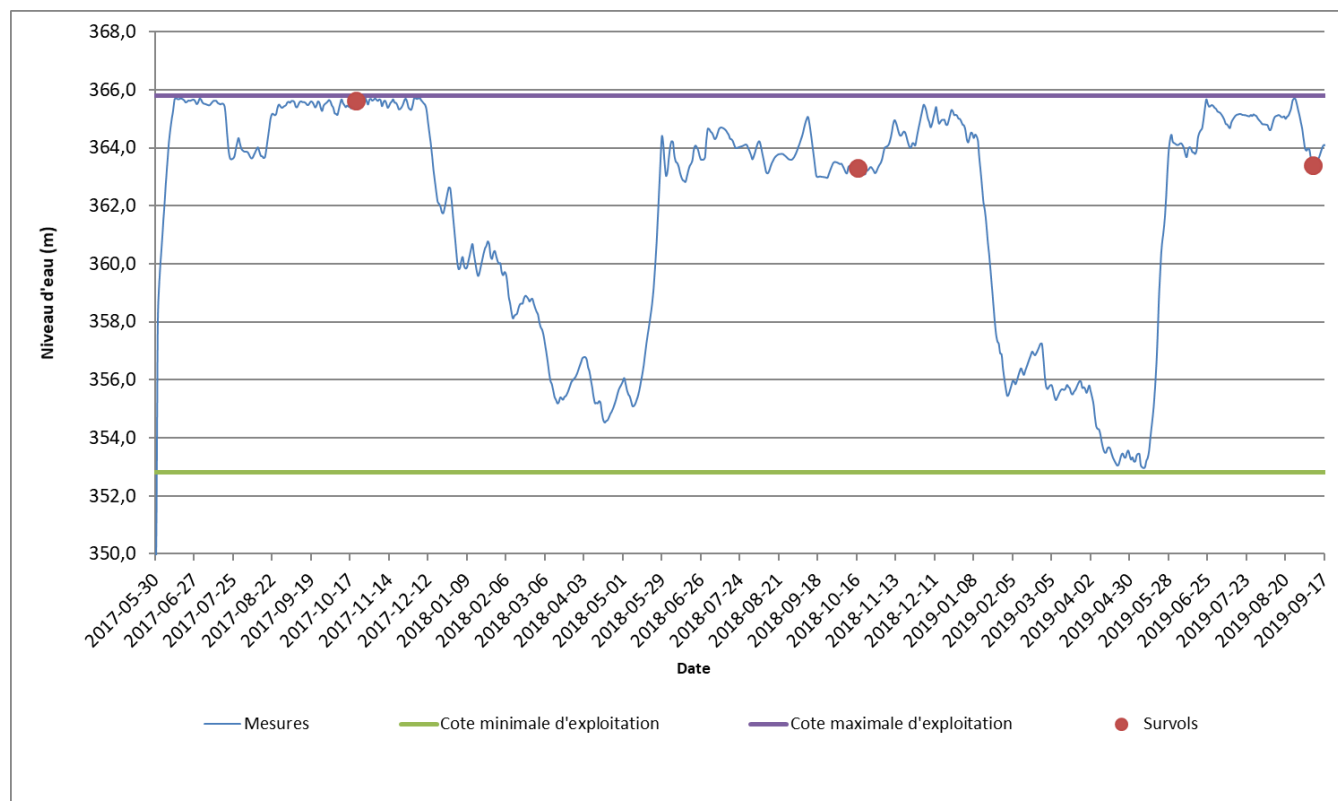


Figure 3 Évolution du niveau d'eau du réservoir de la Romaine 3, de la mise en eau jusqu'au 10 septembre 2019

Ramassage des débris ligneux flottants

Environ 14 000 m³ apparents ont été ramassés et brûlés entre octobre et décembre 2017. Il s'agissait essentiellement de matière ligneuse que l'on retrouvait au sol avant la mise en eau (arbres morts déjà au sol dans les anciens brûlis et résidus de coupes). Il n'y a pas eu de nouvelle opération de ramassage à ce jour pour ce réservoir, malgré la présence d'accumulation de débris ligneux visibles autour de certains ouvrages comme la prise d'eau et le barrage. En revanche, il n'y a pas ou très peu de nouveaux débris autour de l'évacuateur de crues (*Source : Hydro-Québec*).

5 Méthodologie

Ce chapitre présente la méthodologie appliquée pour réaliser l'inventaire des accumulations de débris ligneux, des tourbières flottantes ainsi que des zones d'érosion dans les réservoirs de la Romaine 1, la Romaine 2 et la Romaine 3. On y traite notamment de l'inventaire par survol hélicoptéré des réservoirs et de l'approche retenue pour la classification des éléments observés aux fins de cartographie, de compilation et d'analyse.

5.1 Inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes

L'inventaire au terrain des débris ligneux a été réalisé du 9 au 11 septembre 2019. À cette fin, toutes les berges des réservoirs ont été survolées par hélicoptère.

À noter qu'au moment du survol, le niveau moyen du réservoir de la Romaine 1 était de 81,67 m, soit 63 cm sous sa cote maximale d'exploitation de 82,3 m. Au cours de ce quatrième survol, le niveau d'eau était supérieur de 11 cm à celui de la précédente campagne d'observation (2018 – 81,56 m) et inférieur de 35 cm à celui de la première campagne (2016 – 82,02 m) (figure 1).

Le niveau moyen du réservoir de la Romaine 2 était, quant à lui, de 243,40 m, soit 40 cm sous sa cote maximale de 243,8 m. Au cours de ce cinquième survol, le niveau d'eau était supérieur de 2,2 m à celui de la précédente campagne d'observation (2018 – 241,20) et supérieur de 2,11 m à celui du premier survol en 2015 (241,29 m) (figure 2).

Enfin, le niveau moyen du réservoir de la Romaine 3 était de 363,39 m, soit 2,41 m sous sa cote maximale de 365,8 m. Au cours de ce troisième survol, le niveau d'eau était similaire à celui de la précédente campagne d'observation (2018 – 363,31 m) et inférieur de 2,22 m à celui de la première campagne (2017 – 365,61 m) (figure 3).

Au cours du survol, le type, la localisation et les dimensions des amoncellements de débris ligneux étaient sommairement indiqués sur les cartes d'inventaire préparées à cette fin. Des photographies obliques étaient également prises simultanément et de façon très régulière tout au long du survol à l'aide d'un appareil photo Canon. Les photos ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS Garmin. L'objectif ici était d'obtenir un portrait très détaillé de la situation.

La dernière étape du travail d'inventaire a été complétée au bureau. Elle consistait essentiellement à numériser les différentes observations faites lors du survol (manuscrites et photographiques) en s'appuyant sur une image afin de faciliter la localisation des phénomènes observés :

- Romaine 1 : photographies aériennes, Hydro-Québec, 2017, 20 cm;
- Romaine 2 : photographies aériennes, Hydro-Québec, 2015, 30 cm;
- Romaine 3 : photographies aériennes, Hydro-Québec, 2017, 20 cm.

La numérisation des différentes composantes du suivi s'est faite selon la classification décrite dans ce qui suit.

5.2 Caractérisation et classification des éléments observés aux fins de cartographie, de compilation et d'analyse

Pour le présent suivi, les débris ligneux et autres phénomènes associés ont été caractérisés et classifiés selon les critères décrits ci-dessous.

Débris ligneux flottants libres ou échoués

- *Cordons de débris ligneux continus ou discontinus* : accumulation plus ou moins compacte continue ou discontinue de débris ligneux flottants et/ou échoués groupés de façon linéaire le long des berges. Peut inclure des arbres renversés entièrement couchés dans l'eau. On les regroupe selon les classes de largeurs suivantes :
 - 0-2 m (avec/sans modalité – épars);
 - 2-5 m;
 - 5-10 m.
- *Masses de débris ligneux* : amas de densité très variable de débris ligneux flottants et/ou échoués accumulés dans le même sens ou enchevêtrés de manière irrégulière regroupés en une masse bien définie et facile à cartographier selon l'échelle de représentation.

Végétation émergente

- *Arbustes* : végétation arbustive résiduelle émergeant de l'eau en bordure des berges. Elle est présente principalement sous forme d'une lisière étroite.
- *Arbres émergents avec ou sans débris ligneux flottants* : arbres dont la souche est immergée, mais dont la cime est émergente. Au travers de cette végétation arborescente résiduelle se trouvent souvent des accumulations plus ou moins denses de débris ligneux flottants. Selon l'échelle de la carte et l'espace qu'ils occupent, ils ont été illustrés sous la forme d'une étendue (forme non linéaire ou amas de largeur supérieure à 30 m) ou d'une lisière avec classe de largeur. Dans le cas présent, les classes de largeurs suivantes ont été retenues :
 - 0-2 m;
 - 2-5 m;
 - 5-10 m;
 - 10-20 m;
 - 20-30 m.
- *Arbres émergents isolés* : arbres émergents seuls ou en très faible quantité, mais bien visibles dans la zone inondée à l'échelle de représentation cartographique.
- *Arbres émergents renversés* : arbres émergents renversés bien visibles dans la zone inondée à l'échelle de représentation cartographique. Cette sous-catégorie d'arbres émergents résiduels, sans débris ligneux flottants, témoigne de la progression du déboisement sous l'effet des agents naturels (glace et vent principalement).

Autres phénomènes observés

- *Tourbières flottantes* : les tourbières englobent les sols organiques mal drainés sur lesquels croissent des formations végétales herbacées, arbustives et parfois arborescentes, mais de très faible densité. Les suivis et les études antérieures ont démontré que sous des conditions favorables, ces dépôts organiques sont susceptibles de se soulever et de flotter sur les réservoirs nouvellement créés.
- *Arbres morts exondés* : arbres morts debout localisés à l'intérieur des limites du réservoir ayant été soumis à une inondation prolongée ou à la remontée de la nappe phréatique. Selon l'échelle de la carte et l'espace qu'ils occupent, ils ont été illustrés sous forme d'une étendue ou d'une lisière et une classe de largeur. Dans le cas présent, les classes de largeurs suivantes ont été retenues :
 - 0-2 m;
 - 2-5 m;
 - 5-10 m;
 - 10-20 m;
 - 20-30 m.
- *Arbres renversés* : il s'agit d'arbres renversés le long des berges, mais localisés au-delà de la zone inondable. Dans ce cas, deux phénomènes sont observés : les arbres dont le renversement est attribuable au vent, que l'on a identifié « **chablis** », et les arbres qui sont tombés à la suite du passage de castors, que l'on a identifié « **castor** ». Ces phénomènes n'ont été observés que dans le réservoir de la Romaine 1 pour le moment.
- *Talus susceptibles d'érosion* : il s'agit de zones où la berge pourrait présenter une certaine sensibilité à l'érosion par la vague, occasionnant de potentiels glissements de terrain. Ces zones n'ont été observées que dans le réservoir de la Romaine 1.¹ Cette catégorie est apparue lors du suivi annuel réalisé en 2016.

Les photos 1 à 14 illustrent certaines des différentes catégories de débris ligneux et autres phénomènes observés lors des différents survols en hélicoptère en 2019.

5.3 Compilation et analyse

Les données d'inventaire ont été compilées à l'aide des logiciels de cartographie numérique ArcGIS 10.6 et du chiffrier électronique MS Excel. Ces deux logiciels ont été utilisés pour traiter les données numérisées et comptabiliser les longueurs de rives et les surfaces occupées par les différents types d'accumulation de débris.

Le logiciel ArcGIS a également été utilisé pour produire les cartes annexées au présent rapport illustrant l'ensemble des résultats du suivi.

1. Des berges érodées ou des talus susceptibles d'érosion ont été observés à quelques endroits, dans des zones ne faisant pas partie intégrante du réservoir de RO 1. Ils n'apparaissent donc pas dans les compilations réalisées pour le réservoir de la Romaine 1.

Photo 1 **Cordon de débris ligneux discontinu (inférieur à 2 m – épars)**



Photo 2 **Cordon de débris ligneux continu (2-5 m)**



Photo 3 **Cordon de débris ligneux continu (5-10 m)**



Photo 4 **Masse de débris ligneux flottants**



Photo 5 **Masse de débris ligneux flottants avec étendue d'arbres émergents en arrière-plan**



Photo 6 **Arbustes émergents**



Photo 7 Lisière d'arbres émergents avec des débris ligneux flottants (à l'avant scène, les troncs de certains arbres ont été coupés par les glaces)

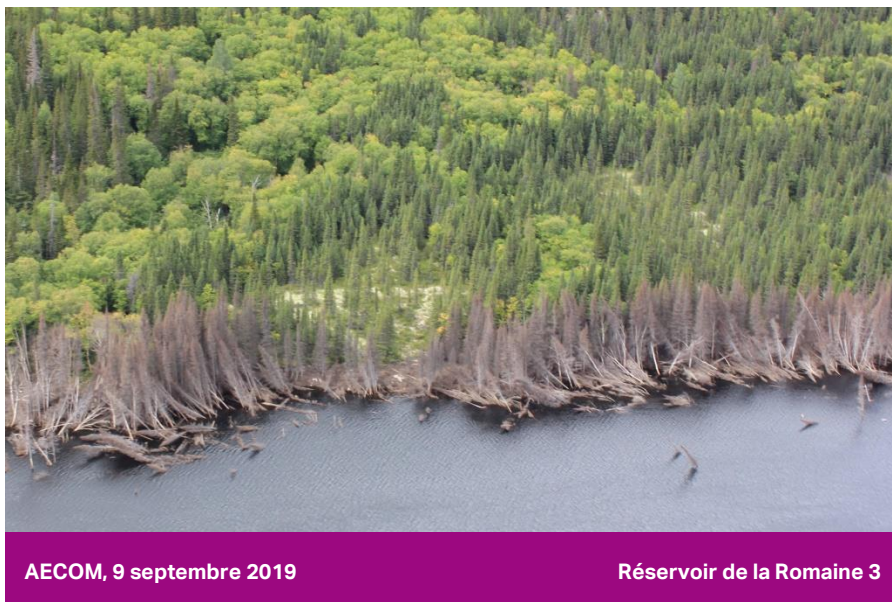


Photo 8 Étendue d'arbres émergents avec une amorce d'arbres renversés



Photo 9

Lisière d'arbres émergents renversés sans débris ligneux flottants



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 10

Tourbières flottantes



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 11 Arbres morts exondés et signe de dépérissement pour d'autres



Photo 12 Arbres renversés le long de la berge (renversement provoqué par le vent et l'érosion de la berge)



Photo 13 **Arbres renversés le long de la berge (renversement provoqué par l'action des castors)**



Photo 14 **Talus susceptible d'érosion et où on note un petit décrochement**



6 Résultats et analyse

Cette section présente l'ensemble des résultats du suivi 2019 sur le déboisement par les agents naturels et les accumulations de débris ligneux à l'intérieur des réservoirs de la Romaine 1, 2 et 3.

Les résultats sont illustrés sur la carte de l'annexe 1 intitulée : *Suivi des débris ligneux – Caractérisation de la végétation émergente et des débris ligneux flottants, année 2019*. De nombreuses photographies prises au mois de septembre 2019 sont intégrées à ce document.

6.1 Réservoir de la Romaine 1

6.1.1 Résumé des observations réalisées au cours des trois premiers suivis annuels (2016 à 2018)

Peu de changements significatifs ont été observés entre 2016 et 2018 dans ce réservoir en raison de la faible présence de débris ligneux suite à sa mise en eau. Le pourcentage de longueur de berges affectées par un type d'accumulation (débris ligneux, végétation émergente, tourbière flottante ou autre phénomène) reste faible depuis le début du suivi. Il oscille entre 6,4 % en 2016 et 8,5 % en 2018. Le processus de déboisement par les agents naturels y est de faible intensité mais s'y poursuit.

Les phénomènes répertoriés jusqu'à présent dans le réservoir de la Romaine 1 sont les suivants :

- l'augmentation globale des quantités de débris ligneux flottants ou échoués;
- le déclin des quantités de végétation émergente, en particulier au niveau des étendues d'arbres émergents et des lisières d'arbres émergents, et la réduction de la largeur des lisières d'arbres;
- l'augmentation des cordons de débris ligneux de petite dimension (de largeur inférieure à 2 m) échoués sur les berges et la diminution des masses de débris ligneux flottants;
- l'augmentation significative dans la catégorie des cordons de débris ligneux continus et une baisse au sein de la catégorie des cordons discontinus;
- la présence persistante d'une petite masse de débris ligneux à l'entrée de la prise d'eau;
- l'apparition d'une zone d'arbres morts exondés (PK 62,5) ainsi que d'étendues d'arbres renversés sans débris ligneux, en très faible proportion cependant;
- l'augmentation des quantités de chablis ou d'arbres abattus par le castor, d'intensité variable selon les années;
- le déplacement et le remaniement de certaines tourbières flottantes apparues après la mise en eau du réservoir;
- l'apparition de zones de talus sensibles à l'érosion, généralement de faible ampleur, qui demeurent toutefois à surveiller.

Les causes probables de ces phénomènes sont discutées à la section 7.3 (tableau 16).

Les résultats de l'inventaire 2019 sont détaillés et analysés dans les sections suivantes. Le détail des quantités observées pour chacun des types d'accumulation de débris ligneux et de végétation émergente rencontrés sur le réservoir est, quant à lui, présenté au tableau 4.

Tableau 4 Sommaire des résultats de l'inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes – Réservoir de la Romaine 1 – Septembre 2019

Type d'accumulation	Quantité		Proportion (%)		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	p/r à la longueur	p/r à la superficie	p/r à la berge du réservoir (108 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	609	0,06	13,2	3,3	0,6
Cordon discontinu 0-2 m	1 220	0,12	26,5	6,6	1,1
Cordon discontinu 2-5 m	0	0	0	0	0
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	0	0	0
Sous-total	1 829	0,18	39,7	9,9	1,7
Cordon continu 0-2 m	1 741	0,17	37,8	9,3	1,6
Cordon continu 2-5 m	206	0,07	4,5	3,9	0,2
Cordon continu 5-10 m	0	0	0	0	0
Sous-total	1 947	0,24	42,3	13,2	1,8
Masse	826	1,4	18	76,9	0,8
Total	4 602	1,82	100	100	4,3
Végétation émergente					
Arbres isolés	44 unités	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	171	0,02	5	1,5	0,2
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	1 735	0,17	51,1	13	1,6
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	486	0,17	14,3	13	0,4
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	109	0,08	3,2	6,1	0,1
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0	0	0	0
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	0	0	0
Étendue sans débris ligneux – arbres	32	0,05	0,9	3,8	0
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	411	0,04	12,1	3	0,4
Étendue sans débris ligneux – arbustes	325	0,48	9,6	36,6	0,3
Sous-total	3 269	1,01	96,3	77	3
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	17	0	0,5	0,1	0
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	0	0	0	0	0
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	0	0	0	0	0
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	0	0	0	0	0
Étendue avec débris ligneux – arbres	25	0,01	0,7	0,8	0
Sous-total	42	0,01	1,2	0,9	0
Arbres morts exondés	85	0,29	2,5	22,1	0,1
Total	3 396	1,31	100	100	3,1
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	17 unités	0,64	s. o.	100	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	761	0	37,8	0	0,7
Chablis	303	0	15	0	0,3
Arbres abattus par les castors	950	0	47,2	0	0,9
Total	2 014	0,64	100	100	1,9
GRAND TOTAL	10 012	4	-	-	9,3

6.1.2 Conditions générales observées lors de la campagne au terrain de 2019

Par rapport au survol effectué en 2018, peu de changements majeurs ont été observés dans l'abondance de débris ligneux flottants et échoués. Une petite masse de débris ligneux résiduels subsiste à la prise d'eau de la centrale de la Romaine-1. Aucune masse n'a été observée aux alentours des autres installations du réservoir (photos 15 à 19).

Les débris ligneux susceptibles de se déplacer (soit les masses et les cordons non échoués) sont localisés au sud du PK 60, et essentiellement sur la rive est du réservoir. Toutefois, on n'observe pas de déplacements est-ouest ou nord-sud significatifs de ces débris.

Les tourbières flottantes ont peu évolué au cours de la dernière année. En ce qui concerne les talus susceptibles d'érosion, de nouvelles zones sont apparues, de faible ampleur comme lors des années précédentes. Enfin, les zones de chablis et d'arbres abattus par le castor déjà identifiées se sont étendues.

Photo 15 (série) Absence d'accumulation observée au site de la rampe de mise à l'eau en 2017, 2018 et 2019



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 15 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine1

Photo 16 (série)

Petite accumulation observée au site de la prise d'eau en 2017, 2018 et 2019





AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 17 (série)

Absence d'accumulation observée au site de l'évacuateur de crues en 2017, 2018 et 2019



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 15 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 18 (série)

Absence d'accumulation observée au site du barrage de la Romaine-1 en 2017, 2018 et 2019





AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 19 (série)

Peuplement d'arbres morts exondés apparu en 2017 dans le réservoir de la Romaine 1 sans évolution notable entre 2017, 2018 et 2019



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

6.1.3 État détaillé de la situation

Les résultats de l'inventaire sont détaillés et analysés dans les sections suivantes. Le détail des quantités observées pour chacun des types d'accumulation de débris ligneux et de végétation émergente rencontrés sur le réservoir est, quant à lui, présenté au tableau 4.

Débris ligneux flottants libres ou échoués

Dans l'ensemble, on estime que les accumulations de débris ligneux flottants libres ou échoués occupent 4,3 % des berges du réservoir, soit environ 4,6 km (contre 4,1 km lors du dernier suivi annuel).

Environ 82 % des débris ligneux sont regroupés sous forme de cordons; le reste étant sous forme de masses. Lors du précédent suivi annuel, ce pourcentage était de 81 %. La proportion de débris regroupés en cordons de largeur inférieure à 2 m est toujours très élevée (78,4 %) contre 92,4 % lors du précédent suivi annuel.

Pour ce qui est des accumulations de débris ligneux sous forme de masses, elles composent un peu plus de 76,5 % de la superficie occupée par les débris ligneux flottants ou échoués contre 77,3 % lors du précédent suivi annuel.

Les débris ligneux sont présents de façon disséminée sur le réservoir, soit un peu partout le long des berges et essentiellement au sud du PK 60. Aucune masse de débris ligneux à la dérive n'est à signaler.

Végétation émergente

On estime que les formations de végétation émergente occupent environ 3,1 % des berges du réservoir. Les formations de végétation émergente sont principalement dominées par les lisières d'arbres et d'arbustes sans débris ligneux flottants.

Les lisières d'arbres sans débris ligneux de largeur inférieure à 2 m représentent environ 51,1 % des formations de végétation émergente du réservoir. Les lisières d'arbres sans débris ligneux de largeur supérieure à 2 m (catégories 2-5 m et 5-10 m) représentent, quant à elles, 17,5 % des formations de végétation émergente. Les quelques lisières arbustives représentent environ 5,1 % des formations de végétation émergente.

Le reste de la végétation émergente est principalement constituée d'étendues d'arbustes émergents et de petites étendues d'arbres, renversés ou non, en quantité très faible et très localisée.

Arbres renversés sur les berges

Des petites lisières d'arbres renversés attribuables à l'action du vent (chablis) ou à l'action des castors sont toujours observables. La longueur de berges cumulées représente environ 1,3 km. Ces phénomènes se sont poursuivis au cours de la période 2018-2019. Bien que ces arbres soient en dehors de la zone inondable, leur cime atteint souvent le bord de l'eau une fois couchés sur la rive.

Tourbières flottantes

Les tourbières flottantes occupent une superficie totale d'environ 0,64 ha. Plusieurs nouvelles tourbières ont été cartographiées, toutefois elles étaient déjà présentes dans le passé mais caractérisées comme des arbustes émergents ou des îles. Les tourbières ont globalement peu évolué au cours de l'année passée (photos 20 à 22).

Photo 20 (série) Dislocation des tourbières localisées au sud-est du PK 53,1 dans le réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019





AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 21 (série)

Léger déplacement des tourbières localisées près du PK 53,5 dans le réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019





AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 22 (série)

Tourbières stabilisées localisées près du PK 62 dans le réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 22 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Talus susceptibles d'érosion

Au total, 20 zones sont répertoriées dans les limites du réservoir de la Romaine 1 (n'inclus pas le bassin des Murailles), dans lesquelles le talus est érodé ou susceptible d'érosion. Ces talus représentent au total 762 m de longueur de berges affectées, dont 639 m sur la rive est et 123 m sur la rive ouest.

Seize talus susceptibles d'érosion mesurent moins de 30 m de longueur, tandis que les quatre autres mesurent entre 74 m et 233 m. Deux nouvelles zones sont apparues au cours de la dernière année et cinq autres étaient déjà présentes en 2018, mais non cartographiées car non visibles sur les photographies (photos 23 à 42). Ces cinq zones se situent sur la rive est.

Photo 23 (série) Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 58)





AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



Photo 24 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 58,2)





Photo 25 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 59)



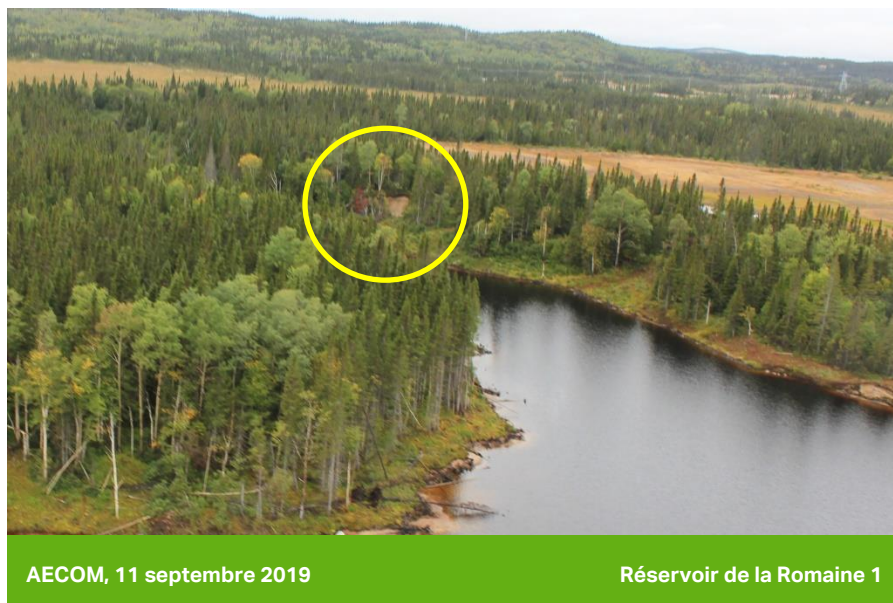


Photo 26 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 60,5)





Photo 27 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 61)





AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 15 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



Photo 28 (série)

Talus en érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 62,1)





AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 29 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 62,2)



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



Photo 30 (série)

Talus en érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2016, 2017, 2018 et 2019 (PK 63,5)





AECOM, 22 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



Photo 31 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 68)





AECOM, 15 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 32 (série)

Déchrochement d'un talus localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 70)





Photo 33 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2018 et 2019 (PK 74,5)



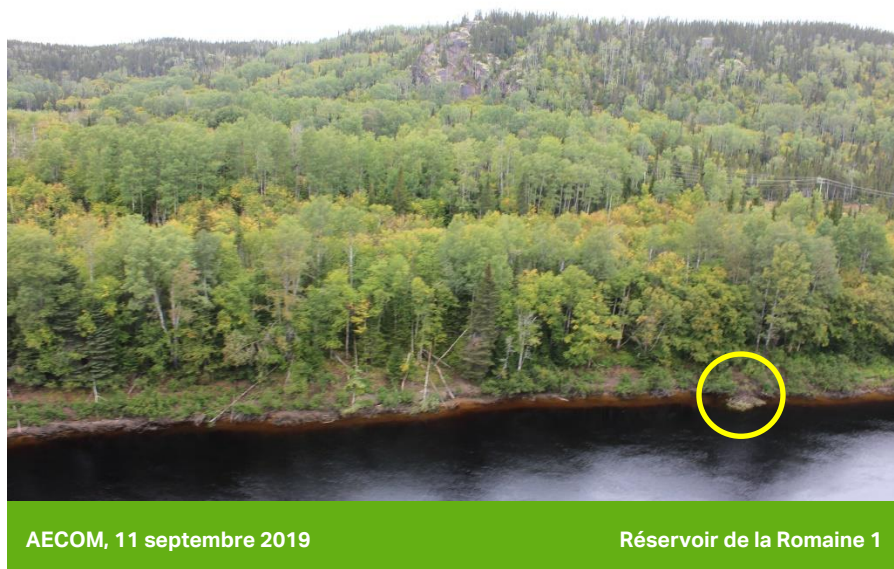


Photo 34 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 81,7)





AECOM, 15 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 35 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 en 2017, 2018 et 2019 (PK 81,8)





Photo 36

Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 52,9)



Photo 37 **Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 58,1)**



Photo 38 **Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 59,5)**



Photo 39 **Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 60)**



Photo 40 **Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est du réservoir de la Romaine 1 (PK 60,2)**



Photo 41 **Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1 (PK 62,4)**



Photo 42 **Nouveau talus susceptible d'érosion localisé sur la rive est dans le réservoir de la Romaine 1 (PK 66,5)**



6.1.4 Variations observées au cours de la période 2018-2019 et depuis le premier suivi annuel (2016)

Le pourcentage de longueur de berges affectées par un type d'accumulation (débris ligneux, végétation émergente, tourbière flottante ou autre phénomène) est relativement faible depuis le début du suivi. Il s'établissait à 6,4 % en 2016 et s'est stabilisé au cours des deux dernières années autour de 9 % (8,9 % en 2017, 8,5 % en 2018 et 9,3 % en 2019; voir tableaux 5 et 6).

Entre 2018 et 2019, on observe une augmentation globale des quantités de débris ligneux flottants ou échoués (+0,5 km de longueur de berges occupées par des cordons ou des masses de débris ligneux). Ce phénomène était déjà observé entre 2017 et 2018 dans des proportions similaires (+0,4 km). Il peut s'expliquer, en partie, par un apport de nouveaux débris issus des formations de végétation émergente, principalement les lisières d'arbres émergents. Depuis 2016, ce sont près de 2,3 km de longueur de berges supplémentaires qui sont occupées par des débris (figure 4).

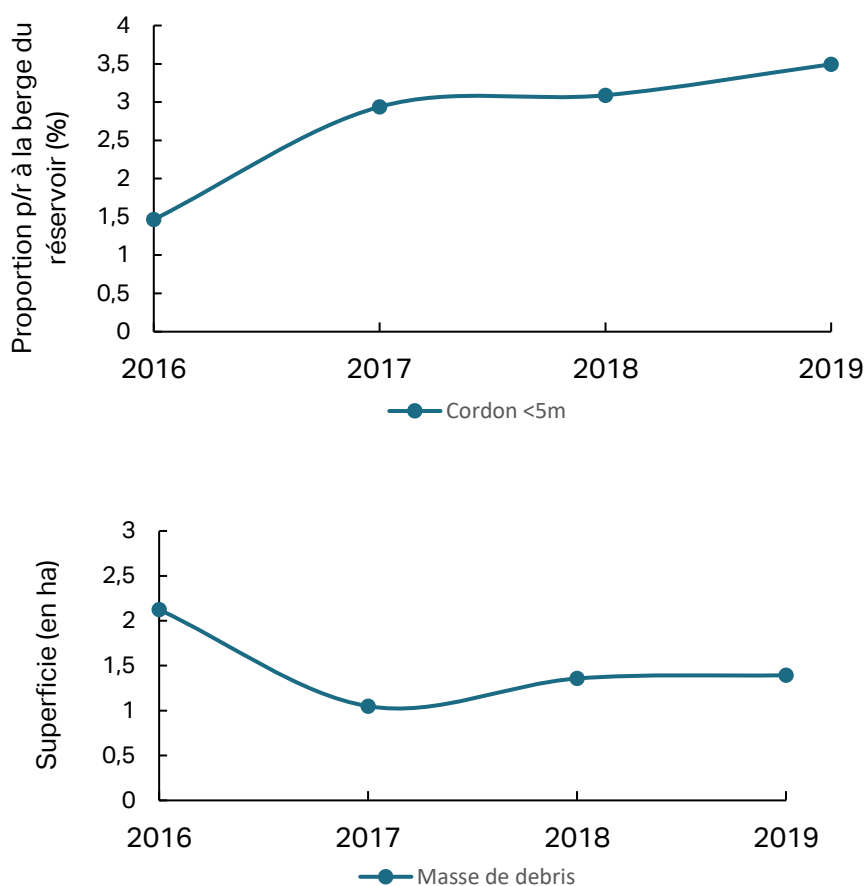


Figure 4 Évolution des proportions de longueurs de berges occupées par des cordons et de la superficie des masses de débris ligneux depuis le premier suivi en 2016 – Romaine 1

Tableau 5 Sommaire des variations observées entre les suivis annuels 2018 et 2019 – Réservoir de la Romaine 1

Type d'accumulation	Variations 2018-2019		Pourcentage		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	Longueur relative ¹ (%)	Superficie relative ¹ (%)	% p/r à la berge du réservoir (108 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	609	0,06	100	100	0,6
Cordon discontinu 0-2 m	-379	-0,04	-24	-25	-0,4
Cordon discontinu 2-5 m	-22	-0,01	-100	-100	0
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	208	0,01	13	7	0,2
Cordon continu 0-2 m	255	0,02	17	14	0,2
Cordon continu 2-5 m	-26	-0,01	-11	-14	0
Cordon continu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	228	0,01	13	4	0,2
Masse	42	0,04	5	3	Négligeable
Total	478	0,06	12	3	0,4
Végétation émergente					
Arbres isolés	+1 unité	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	147	0,02	607	727	0,1
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	-2	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	16	0,01	3	3	Négligeable
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	-47	-0,04	-30	-32	Négligeable
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue sans débris ligneux – arbres	-37	-0,04	-54	-47	Négligeable
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	172	0	100	100	0,2
Étendue sans débris ligneux – arbustes	-287	-0,07	-47	-13	-0,3
<i>Sous-total</i>	-38	-0,12	-1	-10	0
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	17	0	100	100	Négligeable
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue avec débris ligneux – arbres	25	0,01	100	100	Négligeable
<i>Sous-total</i>	42	0,01	100	100	Négligeable
Arbres morts exondés	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Total	4	-0,11	0	-8,1	0
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	+5 unités	0,08	s. o.	14	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	178	0	31	s. o.	0,2
Chablis	13	0	4	s. o.	Négligeable
Arbres abattus par les castors	128	0	16	s. o.	0,1
Total	319	0,08	19	14	0,3
GRAND TOTAL	801	0,03	9	1	0,7

1. La proportion est calculée comme la variation annuelle 2018-2019 divisée par la valeur de 2018.

Tableau 6 Sommaire des variations depuis le premier suivi annuel (2016-2019) – Réservoir de la Romaine 1

Type d'accumulation	Variations 2016-2019		Pourcentage		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	Longueur relative ¹ (%)	Superficie relative ¹ (%)	% p/r à la berge du réservoir (108 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	609	0,06	100	100	0,6
Cordon discontinu 0-2 m	840	0,08	221	216	0,8
Cordon discontinu 2-5 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	1 449	0,14	382	374	1,3
Cordon continu 0-2 m	767	0,07	79	75	0,7
Cordon continu 2-5 m	-24	-0,01	-11	-13	Négligeable
Cordon continu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	743	0,06	62	35	0,7
Masse	103	-0,72	14	-34	0,1
Total	2 295	-0,52	99	-22	2,1
Végétation émergente					
Arbres isolés	+18 unités	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	-284	Négligeable	-62	Négligeable	-0,3
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	960	0,09	124	124	0,9
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	-902	-0,31	-65	-65	-0,8
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	-187	-0,14	-63	-63	-0,2
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue sans débris ligneux – arbres	-475	-0,74	-94	-93	-0,4
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	411	0	100	100	0,4
Étendue sans débris ligneux – arbustes	-329	-0,99	-50	-67	-0,3
<i>Sous-total</i>	-806	-2,05	-20	-67	-0,7
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	17	0	100	100	Négligeable
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue avec débris ligneux – arbres	25	0,01	100	100	Négligeable
<i>Sous-total</i>	42	0,01	100	100	Négligeable
Arbres morts exondés	85	0,29	s. o.	s. o.	0,1
Total	-679	-1,74	-17	-57	-0,6
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	+6 unités	-0,80	s. o.	-56	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	488	0	179	s. o.	0,5
Chablis	181	0	147	s. o.	0,2
Arbres abattus par les castors	826	0	664	s. o.	0,8
Total	1 495	-0,80	288	-56	1,4
GRAND TOTAL	3 111	-3,06	45	-45	2,9

1. La proportion est calculée comme la variation entre 2016 et 2019 divisée par la valeur de 2016.

On observe en parallèle un déclin des quantités de végétation émergente : 8,1 % de pertes en surface entre 2017 et 2018, et -57,4 % au total depuis 2016. En effet, depuis 2016, les lisières d'arbustes et les lisières d'arbres sans débris de largeur supérieure à 2m sont en très forte diminution (respectivement -62 % et -64 %),

tandis que les lisières d'arbres de largeur inférieure à 2m ont doublé d'importance (+124 %). Ce phénomène pourrait être expliqué par l'effet des vagues. Il faut toutefois noter que les variations 2018-2019 sont très faibles en comparaison des années précédentes (figure 5).

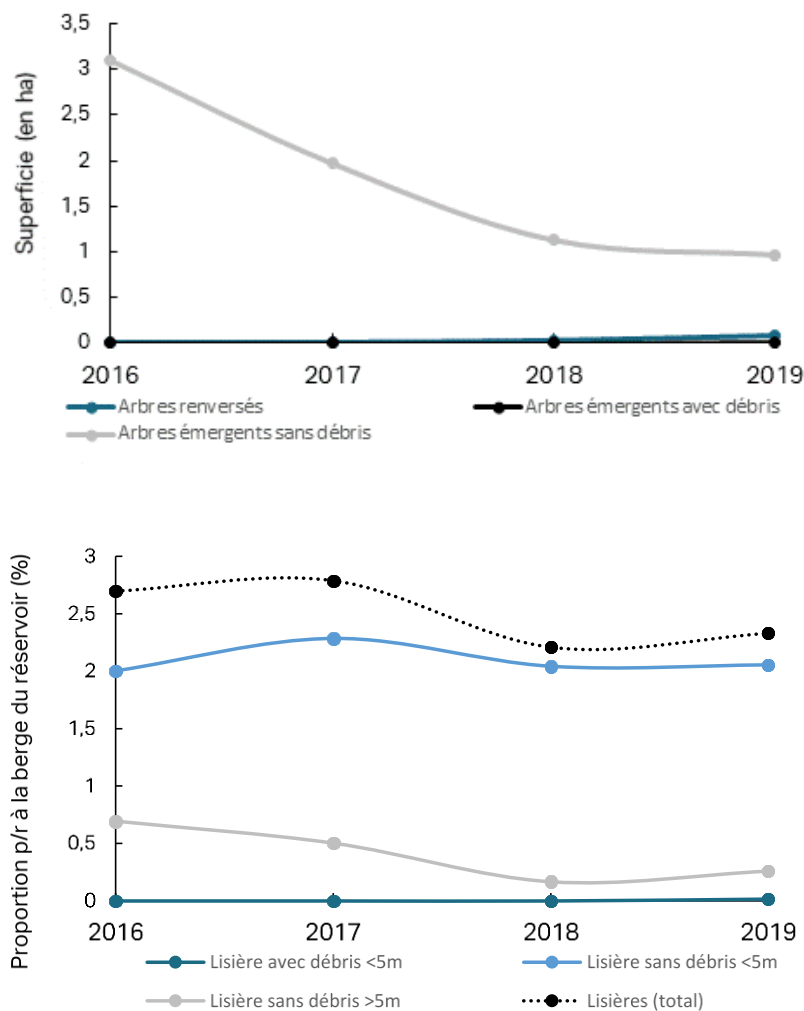


Figure 5 Évolution des superficies d'arbres émergents et des proportions de longueur de berges occupées par les lisières d'arbres émergents depuis le premier suivi en 2016 – Romaine 1

En ce qui concerne les étendues d'arbres renversés sans débris ligneux apparues en 2018, celles-ci représentent désormais 12,1 % des surfaces de végétation émergente, contre 7 % en 2018. Cette observation confirme la poursuite du processus de déboisement par les agents naturels dans le réservoir de la Romaine 1.

Ces phénomènes se traduisent, au final, par une augmentation de la longueur des berges occupées par les débris ligneux de +2,3 km depuis le premier suivi réalisé en 2016, soit l'équivalent de 2,1 % de longueur de berges occupées en plus. Bien que le déboisement par les agents naturels se poursuive dans ce réservoir, les quantités considérées restent encore limitées.

Entre 2016 et 2018, la longueur de berges occupées par des arbres renversés par l'effet du vent (chablis) ou abattus par le castor est passée de 247 m à 1 252 m. Entre 2018 et 2019, ce même phénomène s'est accentué de façon beaucoup plus modéré avec une augmentation de 141 m, principalement causé par le castor qui semble étendre son habitat. Le risque que ces arbres génèrent des débris ligneux dans le réservoir demeure néanmoins faible compte tenu de la position de ces arbres et la faible amplitude de marnage du réservoir.

On note peu d'évolution au niveau des tourbières flottantes entre 2018 et 2019. La tourbière située à proximité du PK 54 a légèrement diminué de surface. L'analyse comparative des clichés pris dans la zone depuis plusieurs années tend à montrer que cette tourbière aurait plutôt tendance à couler. Par ailleurs, aucune trace de fragmentation de cette tourbière n'a été observée (cette hypothèse a été émise lors du précédent suivi et semble se vérifier).

Enfin, en ce qui concerne l'évolution des talus susceptibles d'érosion à l'intérieur de la zone d'étude, on observe peu, voire pas d'extension entre 2016 et 2019 pour les zones déjà connues. Toutefois, comme indiqué auparavant, deux nouvelles zones sensibles sont apparues au cours de la période 2018-2019 à l'intérieur des limites du réservoir (photos 40 et 41). Cinq autres zones étaient présentes en 2018 mais n'avaient pas été repérées (photos 36 à 39 et 42). Ces zones demeurent à surveiller. Parmi celles-ci, une zone en particulier mesure environ 75 m de longueur (photo 38, PK 59,5), et était peu visible en 2018.

Zones d'érosion et talus susceptibles d'érosion à l'extérieur du réservoir de la Romaine 1

En ce qui concerne la principale zone d'érosion située dans le bassin des Murailles, juste en amont du réservoir de Romaine 1, il n'y a pas eu d'évolution notable depuis 2015 (photo 43). Dans le même sens, pour ce qui est des deux petits talus susceptibles d'érosion (respectivement 11 m et 12 m de longueur) situés à l'aval du réservoir de la Romaine 1 autour du PK 82 (photo 44), aucune évolution notable n'a été observée depuis 2016.

Photo 43 (série)

Zone d'érosion localisée sur la rive est du bassin des Murailles (longueur de 233 m), en amont de la zone d'étude en 2015, 2017, 2018 et 2019 (PK 82,5)





AECOM, 15 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

Photo 44 (série)

Talus susceptible d'érosion localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 1, en aval de la zone d'étude en 2017, 2018 et 2019 (PK 49)





6.2 Réservoir de la Romaine 2

6.2.1 Résumé des observations réalisées au cours des quatre premiers suivis annuels (2015 à 2018)

Les principaux phénomènes répertoriés jusqu'à présent dans le réservoir de la Romaine 2 sont les suivants :

- la proportion relativement constante de longueur de berges occupées par un type d'accumulation (débris ligneux, végétation émergente, tourbière flottante ou autres phénomènes), qui oscille entre 90,2 % en 2015 et 87 % en 2018;
- environ un tiers des berges du réservoir de la Romaine 2 sont couvertes par des débris ligneux flottants libres ou échoués, majoritairement sous forme de masses. Cependant, les suivis successifs ont mis en évidence une tendance à la diminution des masses de débris ligneux et une augmentation des cordons de débris ligneux de petite dimension (largeur inférieure à 2 m) échoués sur les berges;
- la diminution des surfaces occupées par les étendues de végétation émergente avec débris ligneux de près de moitié (-44 %) entre 2015 et 2018, ainsi qu'une baisse de la densité d'arbres émergents dans ces étendues;
- la diminution significative des longueurs de berges occupées par les lisières d'arbres et d'arbustes sans débris ligneux, et des lisières d'arbres avec débris ligneux de 5m et plus de largeur;
- l'augmentation des quantités de débris ligneux flottants ou échoués ainsi que des quantités de cordons de débris ligneux;
- présence de débris ligneux à proximité de tous les ouvrages (excepté la digue F2);
- l'augmentation des surfaces d'arbres renversés dans les formations de végétation émergente;
- l'apparition de nouvelles tourbières avec des tendances d'évolution difficiles à cerner (des tourbières peuvent se soulever, en partie, à certains endroits, alors que d'autres apparaissent, disparaissent, se fragmentent ou se déplacent);
- enfin, aucune zone de glissement de terrain potentielle ou en activité en lien avec la présence du réservoir de la Romaine 2 n'a été observée à ce jour dans ce réservoir lors des trois précédents suivis annuels.

Globalement, on observait donc, en comparant les résultats des précédents suivis annuels, que le processus de déboisement par les agents naturels (glace et vent principalement) se poursuivait selon les prévisions.

Les résultats de l'inventaire 2019 sont détaillés et analysés dans les sections suivantes. Le détail des quantités observées pour chacun des types d'accumulation de débris ligneux et de végétation émergente rencontrés sur le réservoir est, quant à lui, présenté au tableau 7.

Tableau 7 Sommaire des résultats de l'inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes – Réservoir de la Romaine 2 – Septembre 2019

Type d'accumulation	Quantité		Proportion (%)		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	p/r à la longueur	p/r à la superficie	p/r à la berge du réservoir (339 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	447	0,04	0,4	0	0,1
Cordon discontinu 0-2 m	2 147	0,21	2,1	0,2	0,6
Cordon discontinu 2-5 m	401	0,14	0,4	0,1	0,1
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	0	0	0
Sous-total	2 995	0,39	2,9	0,3	0,8
Cordon continu 0-2 m	10 741	1,07	10,2	0,8	3,2
Cordon continu 2-5 m	21 334	7,47	20,3	5,8	6,3
Cordon continu 5-10 m	9 008	6,76	8,6	5,3	2,7
Sous-total	41 083	15,3	39,1	11,9	12,2
Masse	60 959	112,49	58	87,8	18
Total	105 037	128,18	100	100	31
Végétation émergente					
Arbres isolés	165 unités	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	304	0,03	0,1	0	0,1
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	1 504	0,15	0,7	0,1	0,4
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	2 999	1,05	1,6	0,5	0,9
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	485	0,36	0,3	0,2	0,1
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	112	0,17	0,1	0,1	0
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	0	0	0
Étendue sans débris ligneux – arbres	4 080	9,07	2,1	4,3	1,2
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	3 628	6,73	1,9	3,2	1,1
Étendue sans débris ligneux – arbustes	0	0	0	0	0
Sous-total	13 112	17,56	6,8	8,4	3,8
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	15 762	1,58	8,1	0,8	4,7
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	57 877	20,26	29,9	9,7	17,1
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	27 954	20,97	14,5	10	8,3
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	2 638	3,96	1,4	1,9	0,8
Étendue avec débris ligneux – arbres	75 873	144,08	39,2	69	22,4
Sous-total	180 104	190,85	93,1	91,4	53,2
Arbres morts exondés	111	0,41	0,1	0,2	0
Total	193 327	208,82	100	100	57
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	31 unités	2,33	s. o.	100	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	26	0	100	s. o.	Négligeable
Chablis	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Arbres abattus par les castors	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	26	2,33	100	100	0
GRAND TOTAL	298 390	339	-	-	88

6.2.2 Conditions générales observées lors de la campagne au terrain de 2019

En septembre 2019, on observait toujours des accumulations de débris ligneux à proximité de la prise d'eau, de l'évacuateur de crues, entre celui-ci et la digue C2 ainsi qu'au niveau des digues A2, B2, C2 et E2. Les quantités accumulées sont assez similaires à celles observées en 2018. Toutefois on observe davantage d'accumulations de débris ligneux près de la prise d'eau que lors du survol 2018. Une petite masse de débris ligneux est logée à l'entrée de l'évacuateur de crues.

La rampe de mise à l'eau RO-2 amont est légèrement obstruée par la présence de débris ligneux de part et d'autre, alors que l'accès situé entre la digue C2 et l'évacuateur de crues est complètement obstrué. Il y a peu ou pas d'accumulations de débris ligneux au niveau du barrage même, et des digues D2 et F2.

Ces constats sont illustrés aux photos 45 à 55.

Photo 45 (série) Accumulations observées au site de la digue A2

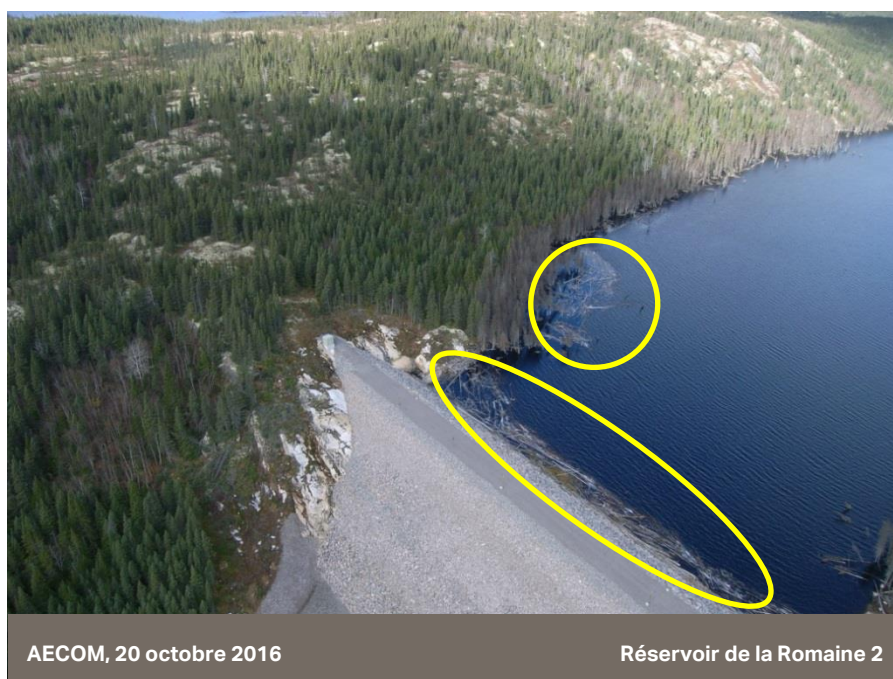






Photo 46 (série)

Accumulations observées au site de la digue B2





AECOM, 22 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 47 (série)

Accumulations observées au site de la digue C2



AECOM, 20 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 48 (série)

Accumulations observées au site de la digue D2



AECOM, 20 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 49 (série)

Accumulations observées au site de la digue E2



AECOM, 20 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

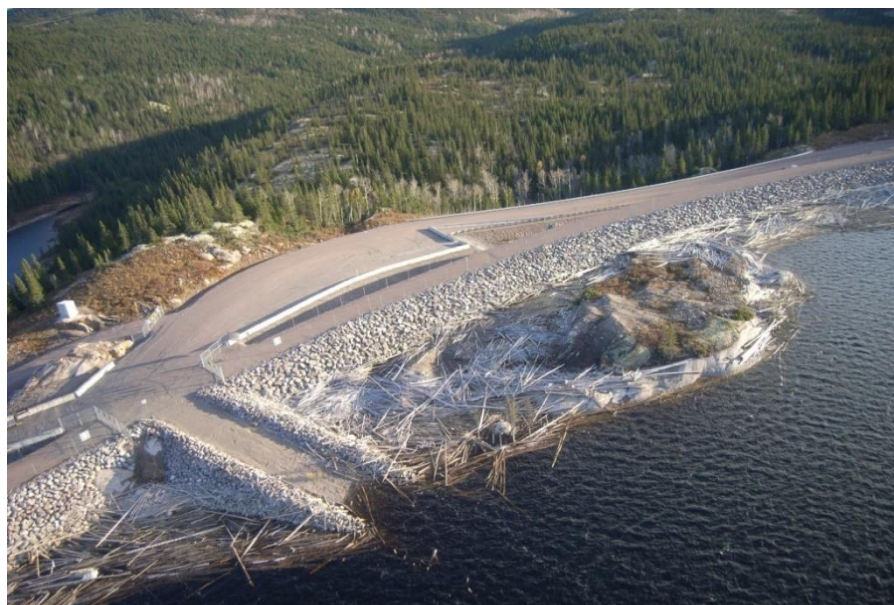
Photo 50 (série)

Accumulations de débris observées à la rampe de mise à l'eau



AECOM, 20 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 51 (série)

Accumulations observées au site de la digue F2



AECOM, 20 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 22 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



Photo 52 (série)

Accumulations observées au site de la prise d'eau





AECOM, 22 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 53 (série)

Accumulations observées au site de l'évacuateur de crues



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2

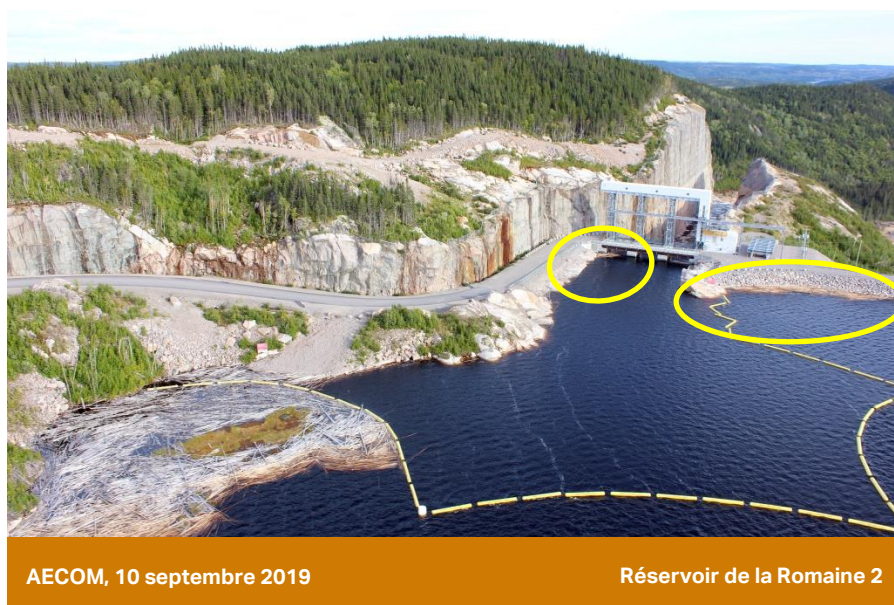


Photo 54 (série)

Accumulations observées au site du barrage de la Romaine-2





AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2

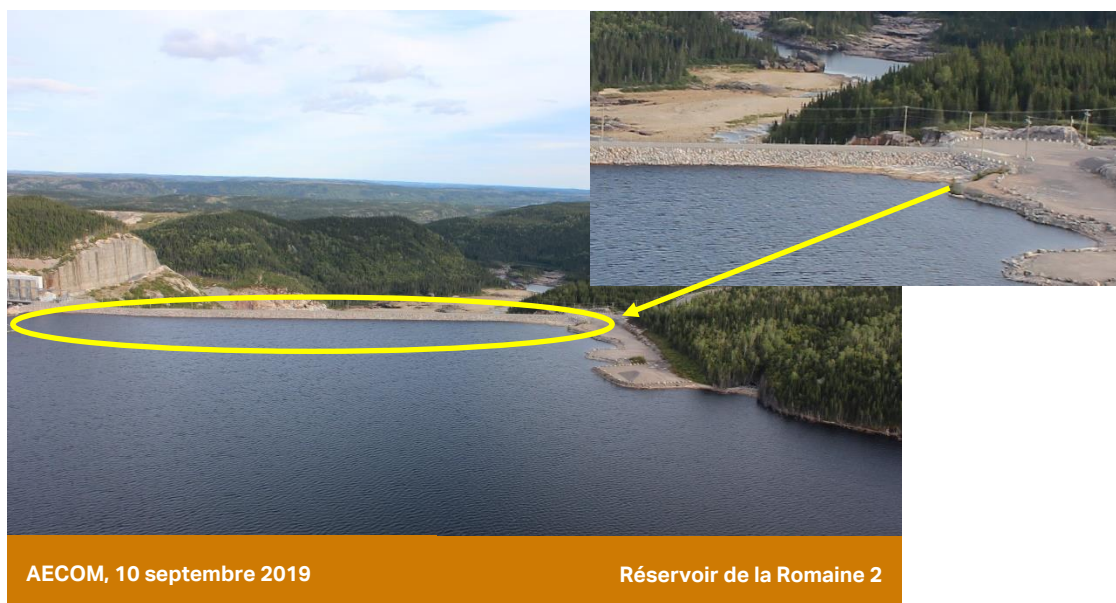


Photo 55 (série)

Accumulations observées au site du puits d'accès





AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

6.2.3 État détaillé de la situation

Les résultats de l'inventaire 2019 sont détaillés et analysés dans les sections suivantes. Le détail des quantités observées pour chacun des types d'accumulation de débris ligneux et de végétation émergente rencontrés sur le réservoir est présenté au tableau 7.

Débris ligneux flottants libres ou échoués

Dans l'ensemble, on estime que les accumulations de débris ligneux flottants libres ou échoués occupent environ 31 % des berges du réservoir. Ce chiffre est donc resté stable par rapport à 2018 (31,5 %), alors qu'il était en augmentation constante depuis 2015, où il s'établissait à 22,7 %. On observe toujours des accumulations de débris ligneux à proximité de la plupart des ouvrages.

La majorité de ces débris ligneux flottants libres ou échoués se présente, encore cette année, sous forme de masses (58 %). Ce chiffre était continuellement en baisse depuis 2015 (82,4 %), mais est resté stable depuis le dernier suivi annuel. Ces formations occupent toujours la grande majorité de la superficie (87,8 %), bien qu'on observe une légère diminution par rapport à l'espace qu'elles occupaient en 2015 (95,3 %). Le phénomène de densification des masses de débris ligneux se poursuit.

Le reste des débris dans cette catégorie est constitué de cordons de débris ligneux. Comme précédemment, la majorité des débris regroupés sous forme de cordons ont une largeur de plus de 2 m (69,7 %).

Végétation émergente

On estime que les formations de végétation émergente occupent globalement l'équivalent d'environ 57 % (193,3 km) des berges du réservoir, soit une très légère augmentation par rapport à 2018 (55,6 %).

En analysant les données sur les niveaux d'eau au cours des précédents suivis annuels, on observe une légère corrélation entre le niveau de l'eau au moment du survol annuel et les quantités de végétation émergente, principalement au niveau des lisières d'arbres émergents de 0 à 5 m de largeur. À l'inverse, toutes les autres catégories de végétation émergente (étendues et lisières, avec ou sans débris ligneux) sont en diminution depuis le début des suivis annuels, indépendamment du niveau d'eau au cours du survol (voir figures 7 et 8). Ainsi, outre le phénomène de rétrécissement des lisières d'arbres émergents déjà évoqué lors des précédents suivis annuels, le niveau d'eau lors du survol influence également, en petite partie du moins, les quantités de lisières émergentes observées (figure 6).

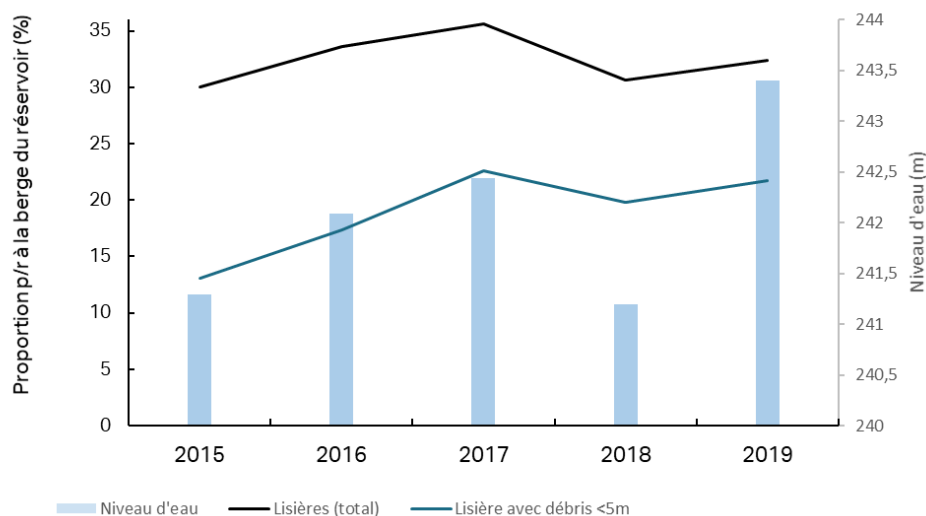


Figure 6 Evolution des quantités totales de lisières et des lisières avec débris inférieures à 5 m de largeur en fonction du niveau d'eau depuis 2015

En termes de longueur de berges occupées, les formations de végétation émergente avec débris flottants représentent toujours la très grande majorité (93,2 %) de l'espace occupé par la végétation émergente, soit environ 53,2 % de l'ensemble des berges du réservoir. Ces chiffres sont relativement stables par rapport à 2017 et 2018. Les étendues d'arbres émergents avec débris ligneux et les lisières d'arbres avec débris de largeur inférieure à 5m constituent encore près des trois quarts de la végétation émergente.

Tourbières flottantes

Les tourbières flottantes représentent quelque 2,33 ha en 2019 et on en dénombre désormais 31. Ce chiffre est stable par rapport à 2018 (32 tourbières, 2,74 ha).

Ces différences de surface s'expliquent principalement par le fait que dans les anses (PK 92 et PK 107), les tourbières ont tendance à se déplacer et à se reconfigurer, ce qui modifie leur surface cartographique.

Le nombre de tourbières est relativement stable. Cependant, plusieurs tourbières sont apparues (PK 100, PK 102, PK 105, etc.) et d'autres ont disparu ou se sont déplacées. Certaines étaient probablement présentes en 2018, mais non discernables sur les clichés.

Il n'y a pas d'évolution majeure à signaler par rapport au survol 2018, si ce n'est l'apparition et la disparition de tourbières flottantes de façon aléatoire, et la reconfiguration des tourbières dans les zones denses (anses) comme évoqué lors des précédents suivis annuels. Signalons que selon les observations faites dans le cadre du projet de l'Eastmain-1, c'est possible de voir apparaître, disparaître et réapparaître des tourbières flottantes plus de 5 ans après la mise en eau (Hydro-Québec, 2012).

Zone d'érosion

Aucune zone d'érosion attribuable à la création du réservoir n'a été identifiée au cours de ce suivi et des précédents.

Depuis 2018, une zone d'éboulement de 26 m de longueur au sud-est du PK 104 fait l'objet d'un suivi. Cet éboulement était présent avant la mise en eau du réservoir. La zone a été identifiée comme zone potentielle d'érosion à surveiller dans les années à venir. Aucune évolution n'est à signaler au cours de la période 2018-2019.

6.2.4 Variations observées au cours de la période 2018-2019 et depuis le premier suivi annuel (2015)

Le niveau d'eau observé lors du survol en septembre 2019 du réservoir de la Romaine 2 était de 243,4 m. Les niveaux d'eau observés lors des survols précédents étaient respectivement de 241,2 m (2018), 242,4 m (2017), 242,1 m (2016) et 241,3 m (2015).

Bien qu'en très légère baisse depuis le premier suivi annuel en 2015, la proportion des berges affectées par un type d'accumulation (débris ligneux, végétation émergente, tourbière flottante ou autres phénomènes) est relativement constante depuis le début des suivis annuels (88,1 % en 2019 contre 90,2 % en 2015 – voir tableaux 8 et 9).

Tableau 8 Sommaire des variations observées entre les suivis annuels 2018 et 2019 – Réservoir de la Romaine 2

Type d'accumulation	Variation 2018-2019		Pourcentage (%)		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	Longueur relative ¹ (%)	Superficie relative ¹ (%)	% p/r à la berge du réservoir (339 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	-845	-0,09	-65	-69	-0,2
Cordon discontinu 0-2 m	368	0,03	21	18	0,1
Cordon discontinu 2-5 m	-284	-0,1	-41	-42	-0,1
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	-761	-0,16	-20	-29	-0,2
Cordon continu 0-2 m	-84	-0,02	-1	-1	Négligeable
Cordon continu 2-5 m	-894	-0,31	-4	-4	-0,2
Cordon continu 5-10 m	1 055	0,8	13	13	0,3
<i>Sous-total</i>	77	0,47	0	3	Négligeable
Masse	-880	-12,54	-1	-10	-0,2
Total	-1 564	-12,23	-1	-9	-0,5
Végétation émergente					
Arbres isolés	-39 unités	Négligeable	40	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	304	0,03	100	100	0,1
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	-196	-0,03	-12	-18	-0,1
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	567	0,2	23	23	0,2
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	-15	-0,02	-3	-5	Négligeable
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0,01	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue sans débris ligneux – arbres	-755	-3,14	-16	-26	-0,2
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	-1 987	-7,69	-35	-53	-0,6
Étendue sans débris ligneux – arbustes	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	-2 082	-10,64	-14	-38	-0,6
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	2 347	0,24	17	17	0,7
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	4 185	1,47	8	8	1,2
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	-885	-0,66	-3	-3	-0,3
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	-544	-0,81	-17	-17	-0,2
Étendue avec débris ligneux – arbres	3 091	2,99	4	2	0,9
<i>Sous-total</i>	8 194	3,22	5	2	2,4
Arbres morts exondés	-1 028	-1,74	-90	-81	-0,3
Total	5 084	-9,16	3	-4,2	1,5
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	-1 unités	-0,41	s. o.	-15	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Chablis	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Arbres abattus par les castors	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	0	-0,41	Négligeable	Négligeable	Négligeable
GRAND TOTAL	3 521	-22	1	-6	1

1. La proportion est calculée comme la variation annuelle 2018-2019 divisée par la valeur de 2018.

Tableau 9 Sommaire des variations depuis le premier suivi annuel (2015-2019) – Réservoir de la Romaine 2

Type d'accumulation	Variations 2015-2019		Pourcentage		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	Longueur relative ¹ (%)	Superficie relative ¹ (%)	% p/r à la berge du réservoir (339 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	447	0,04	100	100	0,1
Cordon discontinu 0-2 m	1 655	0,16	336	320	0,5
Cordon discontinu 2-5 m	-123	-0,04	-23	-22	Négligeable
Cordon discontinu 5-10 m	-146	-0,12	-100	-100	Négligeable
<i>Sous-total</i>	1 833	0,04	158	11	0,5
Cordon continu 0-2 m	9 682	0,96	914	873	2,9
Cordon continu 2-5 m	17 494	6,13	456	457	5,2
Cordon continu 5-10 m	1 521	1,14	20	20	0,4
<i>Sous-total</i>	28 697	8,23	232	116	8,5
Masse	-2 369	-36,82	-4	-25	-0,7
Total	28 161	-28,55	37	-18	8,3
Végétation émergente					
Arbres isolés	-1 207 unités	Négligeable	85	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	250	0,01	463	50	0,1
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	-2 383	-0,24	-61	-62	-0,7
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	-77	-0,03	-3	-3	Négligeable
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	-1 171	-0,88	-71	-71	-0,3
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	-1 055	-1,58	-90	-90	-0,3
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	-196	-0,49	-100	-100	-0,1
Étendue sans débris ligneux – arbres	-29 503	-100,79	-88	-92	-8,7
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	3 628	6,73	100	100	1,1
Étendue sans débris ligneux – arbustes	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	-30 507	-97,27	-70	-85	-9
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	-886	-0,09	-5	-6	-0,3
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	30 134	10,55	109	109	8,9
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	-5 169	-3,87	-16	-16	-1,5
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	-11 875	-17,81	-82	-82	-3,5
Étendue avec débris ligneux – arbres	-13 202	-106,16	-15	-42	-3,9
<i>Sous-total</i>	-998	-117,38	-1	-38	-0,3
Arbres morts exondés	-3 800	-10,2	-97	-96	-1,1
Total	-35 305	-224,85	-15	-51,8	-10,4
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	+7 unités	1,15	s. o.	97	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	26	0	100	s. o.	Négligeable
Chablis	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Arbres abattus par les castors	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	26	1,15	100	0	0
GRAND TOTAL	-7 118	-252	-2	-43	-2,1

1. La proportion est calculée comme la variation annuelle 2015-2019 divisée par la valeur de 2015.

Les masses de débris ligneux poursuivent leur diminution observée depuis le début des suivis annuels (-10 % par rapport à 2018, -25 % depuis 2015). La longueur totale de berges occupée par des cordons, continus ou discontinus, est certes en régression entre 2018 et 2019. Mais ces variations sont négligeables (moins de 0,5 % du pourtour du réservoir) et représentent une hausse globale de 9 % depuis 2015 (figure 7).

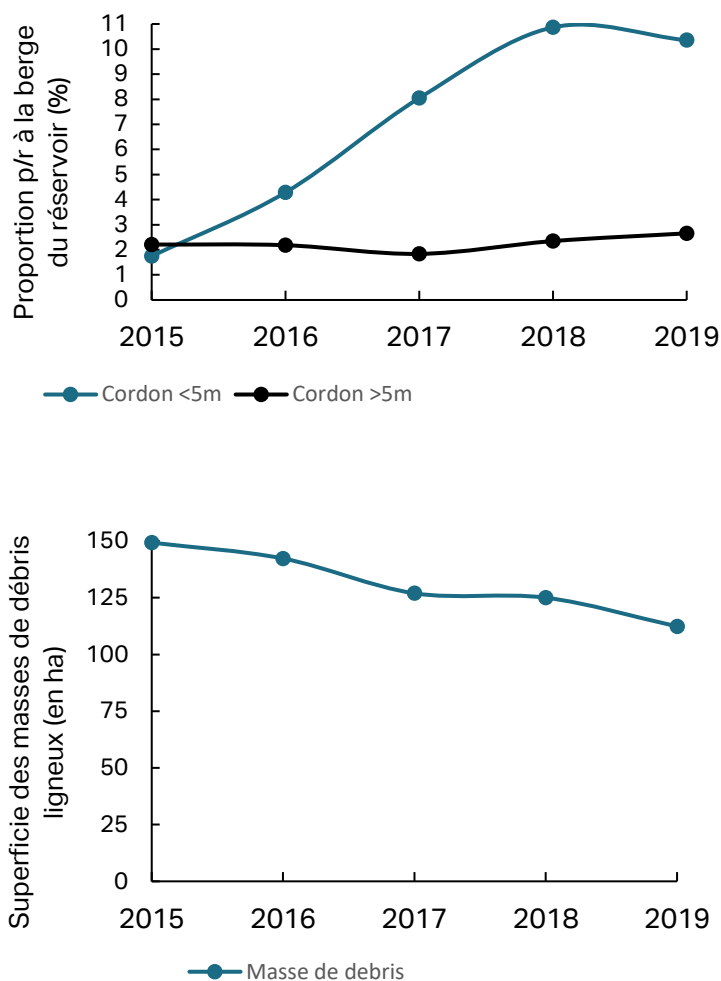


Figure 7 Évolution des proportions de longueurs de berges occupées par des cordons et de la superficie des masses de débris ligneux depuis le premier suivi en 2015 – Romaine 2

Les surfaces de végétation émergente sont en légère baisse, de l'ordre de -4,2 % en comparaison du dernier suivi annuel. La tendance à une diminution globale des surfaces de végétation émergente se vérifie à nouveau cette année mais, là encore, elle est moins marquée qu'entre 2017 et 2018 (-10,4 %). Par ailleurs, les étendues d'arbres sans débris ligneux flottants ont diminué au profit des étendues d'arbres avec débris ligneux flottants. On observe enfin une forte diminution des surfaces d'arbres renversés (-53 %) après avoir observé leur augmentation lors des précédents suivis, signe que les arbres renversés finissent effectivement par disparaître sous l'effet des agents naturels de déboisement (vents et glaces principalement).

Les lisières d'arbres de largeur supérieure à 5 m sont en diminution alors que les lisières d'arbres de largeur inférieure à 5 m sont en augmentation, traduisant les effets du déboisement par les agents naturels. Comme expliqué précédemment, cette augmentation est infime à l'échelle du réservoir et concerne seulement 1,5 % de la longueur totale des berges.

Les formations de végétation émergente sans débris ligneux flottants occupent environ 6,8 % de l'espace occupé dans cette catégorie et seulement 3,9 % de l'ensemble des berges du réservoir, soit une légère baisse par rapport à 2018. Une observation similaire avait été réalisée au cours des suivis précédents mais elle était beaucoup plus marquée (diminution de moitié sur la période 2017-2018).

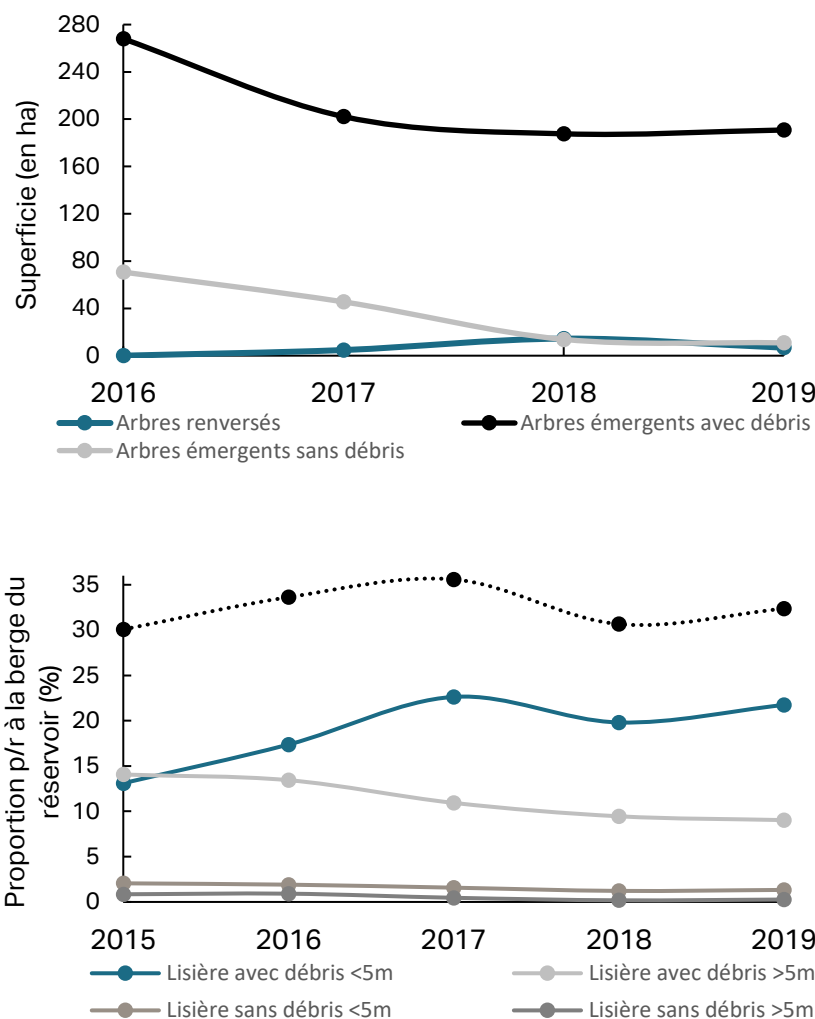


Figure 8 Évolution des superficies d'arbres émergents et des proportions de longueur de berges occupées par les lisières d'arbres émergents depuis le premier suivi en 2015 – Romaine 2

Peu ou pas d'évolutions notables ont été observées au niveau des tourbières flottantes. Leur nombre reste équivalent et leur tendance à apparaître à se déplacer, disparaître, et se reconfigurer dans les anses, se poursuit.

Globalement, le processus de déboisement par les agents naturels (glace et vent principalement) se poursuit selon les prévisions mais il semble avoir été moins intense sur la période 2018-2019 que lors de la période 2017-2018. Cinq années après la mise en eau du réservoir, on assiste peut-être à un ralentissement du processus de déboisement par les agents naturels. Toutefois, un apport continu de débris ligneux en provenance du réservoir est toujours observable, en particulier aux abords de la prise d'eau.

6.3 Réservoir de la Romaine 3

6.3.1 Résumé des observations réalisées au cours des deux premiers suivis annuels (2017 à 2018)

Les principaux phénomènes répertoriés au cours de la période 2017-2018 dans le réservoir de la Romaine 3 sont les suivants :

- environ un tiers des berges du réservoir de la Romaine 3 est occupé par des débris ligneux flottants libres ou échoués, majoritairement sous forme de masses (80 %);
- l'augmentation des quantités de cordons de débris ligneux de petite dimension (inférieur à 5 m de largeur) au détriment des masses de débris ligneux et des cordons de largeur plus importante (5-10 m);
- présence persistante de débris à proximité du barrage et de la prise d'eau (débris retirés progressivement au niveau de l'évacuateur de crues);
- la diminution des zones d'arbres émergents et des arbres émergents résiduels au profit des formations de débris ligneux flottants ou échoués ou des zones d'arbres renversés;
- la diminution globale des longueurs de berges occupées par les lisières d'arbres et d'arbustes, à l'exception des lisières sans débris inférieures à 5 m, qui ont augmenté de 16,7 % en 2018;
- l'apparition de nouvelles tourbières, qui restent toutefois extrêmement marginales dans ce réservoir.

Les résultats de l'inventaire 2019 sont détaillés et analysés dans les sections suivantes. Le détail des quantités observées pour chacun des types d'accumulation de débris ligneux et de végétation émergente rencontrés sur le réservoir est, quant à lui, présenté au tableau 10.

Tableau 10 Sommaire des résultats de l'inventaire des accumulations de débris ligneux et autres phénomènes – Réservoir de la Romaine 3 – Septembre 2019

Type d'accumulation	Quantité		Proportion (%)		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	p/r à la longueur	p/r à la superficie	p/r à la berge du réservoir (113 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	316	0,03	0,9	0,1	0,3
Cordon discontinu 0-2 m	2 199	0,22	6,2	0,4	1,9
Cordon discontinu 2-5 m	0	0	0	0	0
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	0	0	0
Sous-total	2 515	0,25	7,1	0,5	2,2
Cordon continu 0-2 m	5 573	0,56	15,7	1	4,9
Cordon continu 2-5 m	2 290	0,8	6,5	1,6	2
Cordon continu 5-10 m	57	0,04	0,2	0,1	0,1
Sous-total	7 920	1,4	22,4	2,7	7
Masse	24 888	49,32	70,5	96,8	22,1
Total	35 323	50,97	100	100	31,3
Végétation émergente					
Arbres isolés	51 unités	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	0	0	0	0	0
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	35	0	0,1	0	0
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	257	0,09	0,6	0,1	0,2
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	0	0	0	0	0
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0	0	0	0
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	0	0	0
Étendue sans débris ligneux – arbres	3 258	13,89	7,1	16,3	2,9
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	6 770	10,71	14,7	12,6	6
Étendue sans débris ligneux – arbustes	0	0	0	0	0
Sous-total	10 320	24,69	22,5	29	9,1
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	1 003	0,1	2,2	0,1	0,9
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	660	0,23	1,4	0,3	0,6
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	13	0,01	0	0	0
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	0	0	0	0	0
Étendue avec débris ligneux – arbres	33 964	60,26	73,9	70,6	30,1
Sous-total	35 640	60,6	77,5	71	31,6
Arbres morts exondés	0	0	0	0	0
Total	45 960	85,29	100	100	40,7
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	3 unités	0,08	s. o.	100	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	28	0	100	s. o.	Négligeable
Chablis	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Arbres abattus par les castors	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	28	0,08	100	100	0
GRAND TOTAL	81 311	136	-	-	72

6.3.2 Conditions générales observées lors de la campagne au terrain de 2019

Comme en 2018, de nombreuses accumulations sont observées à la prise d'eau et au barrage (photos 56 et 58). De nouveaux débris flottants se sont ajoutés à ceux observés en 2018. Une petite masse de débris flottants est signalée sur la berge opposée à l'évacuateur de crues (photo 57). En revanche, la rampe de mise à l'eau RO-3 aval est libre de débris (photo 59).

L'action des agents naturels de déboisement se poursuit dans ce réservoir (voir photos 60 à 66). Par exemple, un peuplement d'arbres émergents à proximité de la rampe de mise à l'eau RO-4 aval (photo 60) était encore vivant en 2017, en 2018 on y voyait de nombreux arbres morts penchés, et en 2019, le peuplement émergent résiduel a perdu en densité. Par ailleurs, on observe encore sur la quasi-totalité du réservoir, des cordons de débris ligneux ainsi qu'une lisière d'arbres émergents.

Comme observé lors du précédent survol, la zone d'éboulement rocheux observée à proximité du PK 172 est stable par rapport à l'an dernier (photo 62). Plusieurs indices montrent que cette zone était présente avant la mise en eau, tels que la présence d'arbustes dans l'éboulis et d'arbres dans le haut de pente.

Photo 56 (série) Accumulations observées à proximité de la prise d'eau – Réservoir de la Romaine 3





AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3



Photo 57 (série)

Accumulations observées à proximité de l'évacuateur de crues – Réservoir de la Romaine 3





AECOM, 22 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 58 (série)

Accumulations observées à proximité du barrage – Réservoir de la Romaine 3





Photo 59 (série)

Absence d'accumulation à proximité de la rampe de mise à l'eau RO-3 aval – Réservoir de la Romaine 3





AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 60 (série)

Évolution de la zone d'arbres émergents à proximité de la rampe de mise à l'eau aval de RO-4 située au PK 187,5 – Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 61 (série)

Disparition d'arbres isolés à proximité d'un chemin d'opération ayant servi au déboisement du réservoir (PK 185,5) localisé sur la rive ouest du réservoir de la Romaine 3



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 62 (série)

Éboulis rocheux à proximité du PK 172, présent avant la mise en eau – Réservoir de la Romaine 3





AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 63 (série)

Tourbière flottante, localisée dans la baie près du PK 181,5 qui semble s'être disloquée (pas en mesure de le confirmer) – Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 64 (série) Île à proximité du PK 173 – Réservoir de la Romaine 3





Photo 65 (série) **Île à proximité du PK 164 – Réservoir de la Romaine 3**





AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 66 (série)

Évolution de la végétation émergente avec débris ligneux et présence de masses de débris dans un bras du réservoir, près du PK 173 – Réservoir de la Romaine 3





Certaines tourbières flottantes ont disparu ou se sont déplacées (voir photo 63).

Par ailleurs, il semble que des déplacements de débris ligneux de l'amont vers l'aval soient à l'œuvre dans ce réservoir, en particulier entre les PK 161 et PK 164 (en amont des infrastructures situées au PK 159). On observe en effet des débris non stabilisés sur la quasi-totalité des berges en rive est où la configuration de la berge serait propice à leur déplacement vers l'aval.

6.3.3 État détaillé de la situation

Les résultats de l'inventaire 2019 sont détaillés et analysés dans les sections suivantes. Le détail des quantités observées pour chacun des types d'accumulation de débris ligneux et de végétation émergente rencontrés sur le réservoir est présenté au tableau 10.

La proportion de longueur de berges affectées par un type d'accumulation (débris ligneux, végétation émergente, tourbière flottante ou autres phénomènes) s'élève à 72,1 % en 2019 contre 87,3 % en 2018.

Débris ligneux flottants libres ou échoués

Dans l'ensemble, on estime que les accumulations de débris ligneux flottants libres ou échoués occupent environ 31,3 % des berges du réservoir, soit un peu plus de 35,3 km (en hausse de +0,6 km par rapport à 2018). Des accumulations sont observées chaque année à proximité des ouvrages, principalement le barrage et l'évacuateur de crues.

La grande majorité se concentre sous forme de masses (70,5 % en termes de longueur de berges occupées) et le reste sous forme de cordons. On observe que la superficie occupée par les masses de débris ligneux est en baisse d'environ 20 % en comparaison à 2018.

La grande majorité des débris regroupés sous forme de cordons (75,9 % en termes de longueur de berges occupées) forment des ensembles continus. De plus, la majorité (77,5 %) des cordons continus et discontinus, mesurent moins de 2 m de largeur. Cette proportion a augmenté de 25,4 % par rapport au précédent suivi annuel.

Comme lors du précédent suivi annuel, on observe également une baisse significative des quantités de débris ligneux dans la catégorie des cordons continus de 5 à 10 m de largeur (-66 %).

Végétation émergente

On estime que les formations de végétation émergente occupent globalement 40,7 % des berges du réservoir de la Romaine 3, soit 46 km. Cela correspond à une baisse de l'ordre de 17,8 km de longueur de berges occupées depuis le dernier suivi en 2018.

Les étendues d'arbres renversés, apparues lors du précédent suivi annuel, ont diminué de 45 % par rapport à ce suivi et occupent maintenant 14,7 % des formations de végétation émergente. La sous-catégorie des étendues d'arbres émergents sans débris ligneux continue à subir une forte diminution (-60 % par rapport à 2018).

Les lisières d'arbres émergents avec débris ligneux ont continué à regresser, de même que les étendues d'arbres avec débris ligneux. La catégorie de végétation émergente avec débris ligneux représente désormais 35,6 km de longueur de berges occupées (-16 % par rapport à 2018).

Tourbières flottantes

Les tourbières flottantes observées au nord du PK 181 sont toujours présentes au même endroit. Il semble qu'un morceau se soit détaché de l'une des tourbières identifiées en 2018 et qu'il se soit déplacé d'environ 50 m vers l'amont. Aucune autre tourbière flottante n'a été détectée ailleurs sur le réservoir.

Zone d'érosion

Comme lors des suivis précédents, le phénomène d'érosion des berges n'a pas encore été observé sur le réservoir de la Romaine 3.

6.3.4 Variations observées au cours de la période 2017-2019

Les phénomènes décrits dans la section 6.3.3 se traduisent par une augmentation des quantités de cordons de débris ligneux de petite dimension (inférieur à 5 m de largeur) au détriment des masses de débris ligneux (figure 9, tableaux 11 et 12). Ce phénomène est resté relativement constant depuis le premier suivi et met en évidence l'action du vent et des vagues sur la distribution des débris ligneux flottants et échoués.

Au cours de la présente étude, on a pu constater que les cordons ne sont pas encore stabilisés le long des rives, le long desquelles ils évoluent au gré des irrégularités du terrain. Enfin, les masses de débris ligneux ont également tendance à se densifier aux abords des rives.

Après une forte augmentation entre 2017 et 2018, la superficie des zones d'arbres renversés a commencé à diminuer, signe que ces arbres finissent effectivement par disparaître sous l'effet des agents naturels de déboisement (vents et glaces principalement).

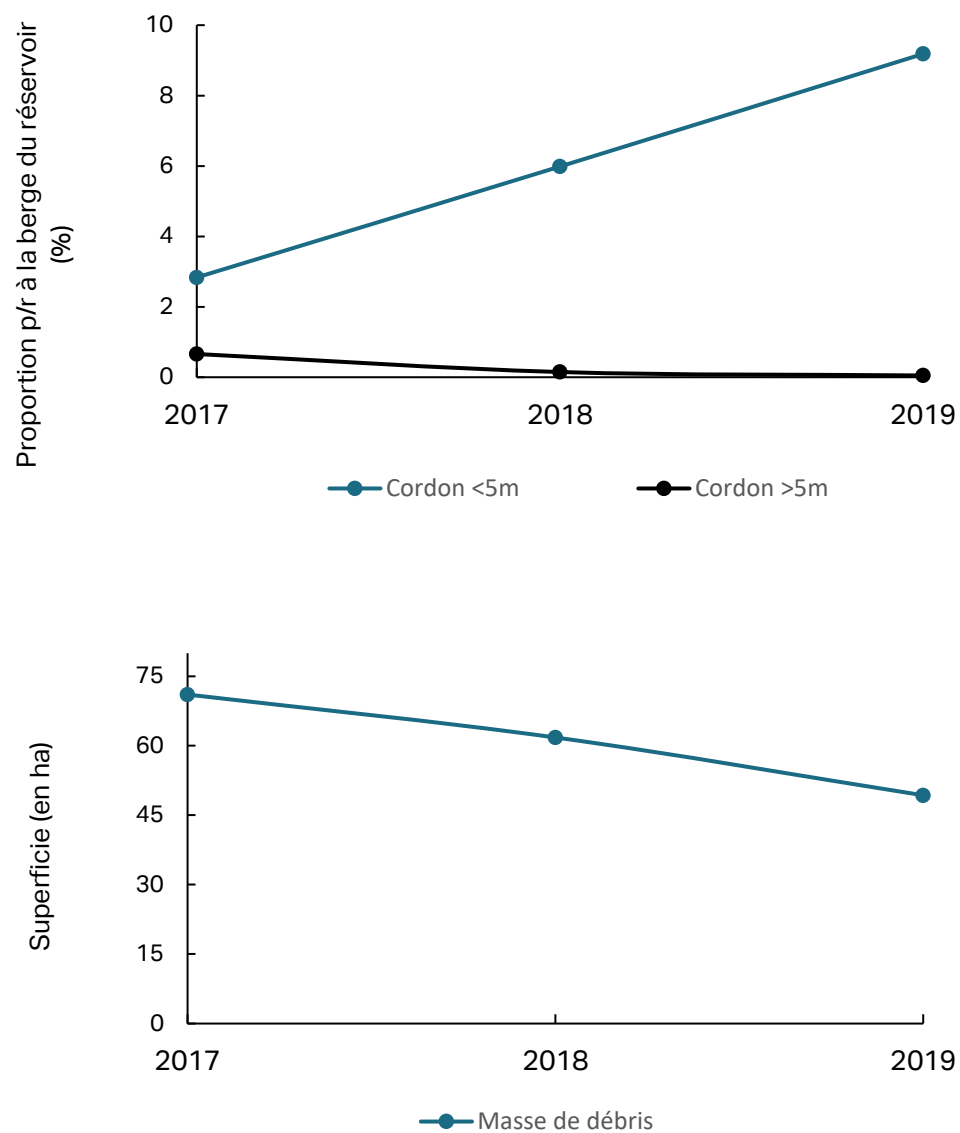


Figure 9 **Évolution des proportions de longueurs de berges occupées par des cordons et de la superficie des masses de débris ligneux depuis le premier suivi en 2017 – Romaine 3**

Tableau 11 Sommaire des variations observées entre les suivis 2018 et 2019 – Romaine 3

Type d'accumulation	Variation 2018-2019		Pourcentage (%)		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	Longueur relative ¹ (%)	Superficie relative ¹ (%)	% p/r à la berge du réservoir (113 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	-12	0	-4	-4	Négligeable
Cordon discontinu 0-2 m	1 879	0,19	587	587	1,7
Cordon discontinu 2-5 m	-362	-0,13	-100	-100	-0,3
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	1 505	0,06	149	31	1,3
Cordon continu 0-2 m	2 607	0,27	88	89	2,3
Cordon continu 2-5 m	-497	-0,18	-18	-18	-0,4
Cordon continu 5-10 m	-111	-0,09	-66	-68	-0,1
<i>Sous-total</i>	1 999	0	34	0	1,8
Masse	-2 905	-12,47	-10	-20	-2,6
Total	599	-12,41	2	-20	0,5
Végétation émergente					
Arbres isolés	-107 unités	Négligeable	40	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	0	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	-231	-0,03	-87	-100	-0,2
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	-208	-0,07	-45	-45	-0,2
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue sans débris ligneux – arbres	-4 844	-13	-60	-48	-4,3
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	-5 577	-12,38	-45	-54	-4,9
Étendue sans débris ligneux – arbustes	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	-10 861	-25,48	-51	-51	-9,6
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	421	0,04	72	72	0,4
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	-159	-0,06	-19	-20	-0,1
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	-179	-0,13	-93	-93	-0,2
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue avec débris ligneux – arbres	-6 974	-26,13	-17	-30	-6,2
<i>Sous-total</i>	-6 891	-26,28	-16	-30	-6,1
Arbres morts exondés	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	-17 752	-51,76	-28	-37,8	-15,7
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	+1 unité	0	s. o.	0	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	28	0	100	s. o.	Négligeable
Chablis	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Arbres abattus par les castors	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	28	0	100	0	Négligeable
GRAND TOTAL	-17 125	-64	-17	-32	-15,2

1. La proportion est calculée comme la variation annuelle 2018-2019 divisée par la valeur de 2018.

Tableau 12 Sommaire des variations depuis le premier suivi annuel (2017-2019) – Réservoir de la Romaine 3

Type d'accumulation	Variation 2017-2019		Pourcentage (%)		
	Longueur p/r à la berge (m)	Superficie (ha)	Longueur relative ¹ (%)	Superficie relative ¹ (%)	% p/r à la berge du réservoir (113 km)
Débris ligneux flottants ou échoués					
Cordon discontinu < 2 m – épars	-14	0	-4	0	Négligeable
Cordon discontinu 0-2 m	1 941	0,19	755	739	1,7
Cordon discontinu 2-5 m	-95	-0,03	-100	-100	-0,1
Cordon discontinu 5-10 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	1 832	0,16	268	174	1,6
Cordon continu 0-2 m	4 126	0,42	285	290	3,7
Cordon continu 2-5 m	1 216	0,42	113	112	1,1
Cordon continu 5-10 m	-689	-0,52	-92	-93	-0,6
<i>Sous-total</i>	4 653	0,32	142	30	4,1
Masse	-1306	-21,74	-5	-31	-1,2
Total	5 179	-21,26	17	-29	4,6
Végétation émergente					
Arbres isolés	-59 unités	Négligeable	40	Négligeable	Négligeable
Lisière d'arbustes	0	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 0-2 m	-215	-0,02	-86	-86	-0,2
Lisière d'arbres sans débris 2-5 m	-120	-0,04	-32	-32	-0,1
Lisière d'arbres sans débris 5-10 m	-481	-0,36	-100	-100	-0,4
Lisière d'arbres sans débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Lisière d'arbres sans débris 20-30 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue sans débris ligneux – arbres	-10 763	-28,89	-77	-68	-9,5
Étendue sans débris ligneux – arbres renversés	6 770	10,71	100	100	6
Étendue sans débris ligneux – arbustes	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
<i>Sous-total</i>	-4 806	-18,61	-32	-43	-4,3
Lisière d'arbres avec débris 0-2 m	-151	-0,02	-13	-13	-0,1
Lisière d'arbres avec débris 2-5 m	-1 693	-0,59	-72	-72	-1,5
Lisière d'arbres avec débris 5-10 m	-510	-0,38	-98	-98	-0,5
Lisière d'arbres avec débris 10-20 m	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Étendue avec débris ligneux – arbres	-18 154	-87,97	-35	-59	-16,1
<i>Sous-total</i>	-20 508	-88,96	-37	-59	-18,2
Arbres morts exondés	0	-2,27	-100	-100	Négligeable
Total	-25 317	-109,84	-36	-56,3	-22,4
Autres phénomènes					
Tourbières flottantes	+2 unité	-0,04	s. o.	-32	s. o.
Talus susceptibles d'érosion	28	0	100	s. o.	Négligeable
Chablis	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Arbres abattus par les castors	0	0	s. o.	s. o.	s. o.
Total	28	-0,04	100	0	Négligeable
GRAND TOTAL	-20 110	-131	-20	-49	-17,8

1. La proportion est calculée comme la variation annuelle 2017-2019 divisée par la valeur de 2017.

La diminution des zones d'arbres émergents est encore observable, mais a toutefois légèrement ralenti par rapport à 2018 (figure 10). Le même phénomène est visible sur les lisières d'arbres émergents, avec une diminution de 15,6 % de longueur de berges occupées entre 2018 et 2019. Dans cette sous-catégorie, les lisières avec débris inférieures à 5m sont en hausse de 18,4 % depuis 2018, au détriment des lisières sans débris, preuve que le déboisement par les agents naturels (glace, vent et vagues) se poursuit.

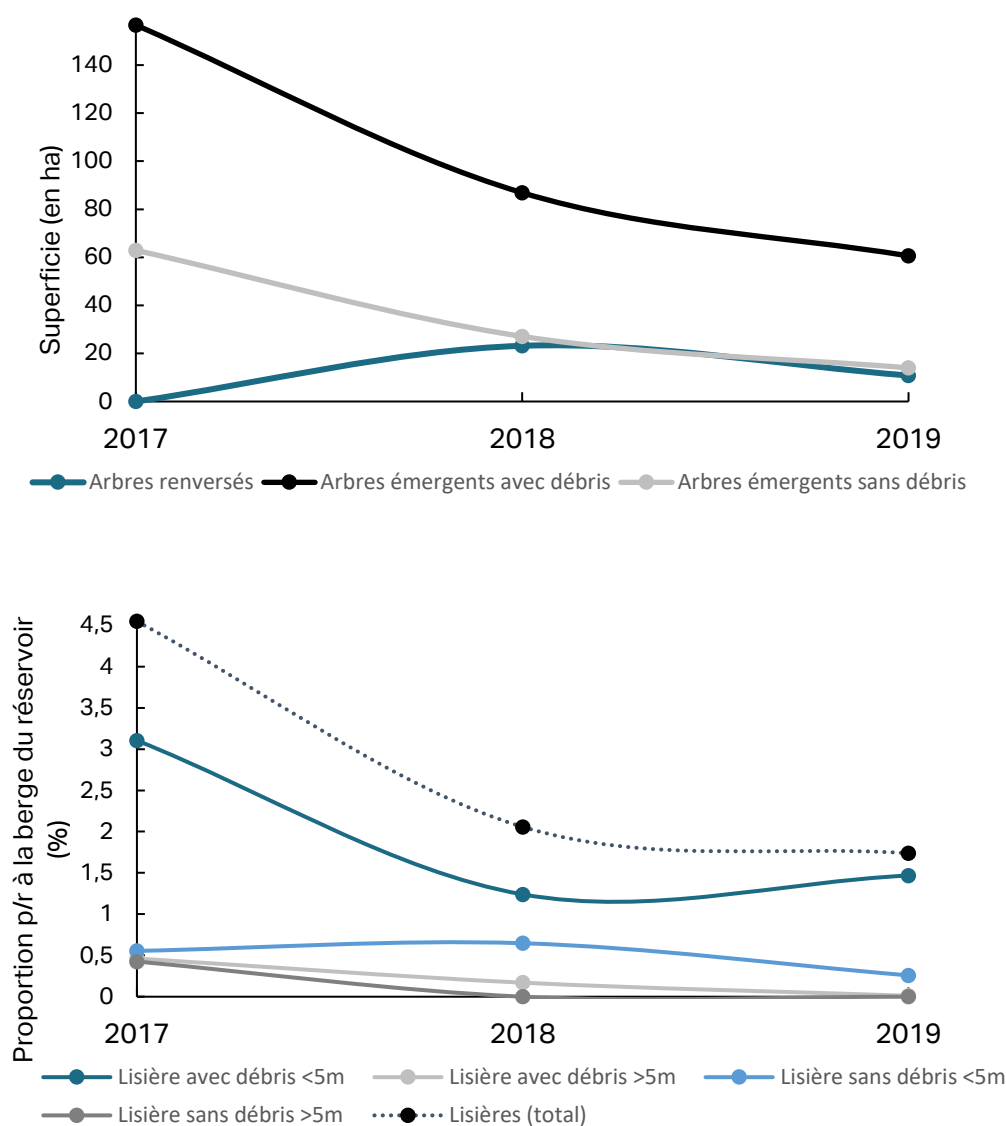


Figure 10 Évolution des superficies d'arbres émergents et des proportions de longueur de berges occupées par les lisières d'arbres émergents depuis le premier suivi en 2017 – Romaine 3

Les tourbières flottantes restent extrêmement marginales dans ce réservoir et localisées près du PK 181. Elles ne représentent pour le moment aucun danger pour les installations situées au PK 159. L'apparition de nouvelles tourbières n'étant pas à exclure, compte tenu des caractéristiques du terrain avant la mise en eau (voir section 7.2.3.3), elles devront donc continuer à faire l'objet d'une surveillance annuelle.

6.4 Sommaire des résultats

Les tableaux 13 à 15 et les figures 11 à 13 présentent les résultats sommaires de chacun des réservoirs analysés selon les trois grands types d'accumulation observés : débris ligneux flottants ou échoués, végétation émergente et tourbières flottantes/autres phénomènes (talus susceptibles érosion, chablis, arbres abattus par castor).

Tableau 13 Importance relative de la présence des débris ligneux ou autres phénomènes par rapport aux berges et à la superficie totale du réservoir – Réservoir de la Romaine 1

	2016		2017		2018		2019	
	Berge totale (108 km)	Surface totale (1 261 ha)	Berge totale (108 km)	Surface totale (1 261 ha)	Berge totale (108 km)	Surface totale (1 261 ha)	Berge totale (108 km)	Surface totale (1 261 ha)
Débris ligneux flottants ou échoués	2,1 %	0,2 %	3,5 %	0,1 %	3,8 %	0,1 %	4,3 %	0,1 %
Végétation émergente	3,8 %	0,2 %	4 %	0,1 %	3,1 %	0,1 %	3,1 %	0,1 %
Tourbières flottantes/ autres phénomènes	0,5 %	0,1 %	1,5%	< 0,1 %	1,6 %	< 0,1 %	1,9 %	< 0,1 %
Total	6,4 %	0,5 %	8,9 %	0,3 %	8,5 %	0,3 %	9,3 %	0,3 %

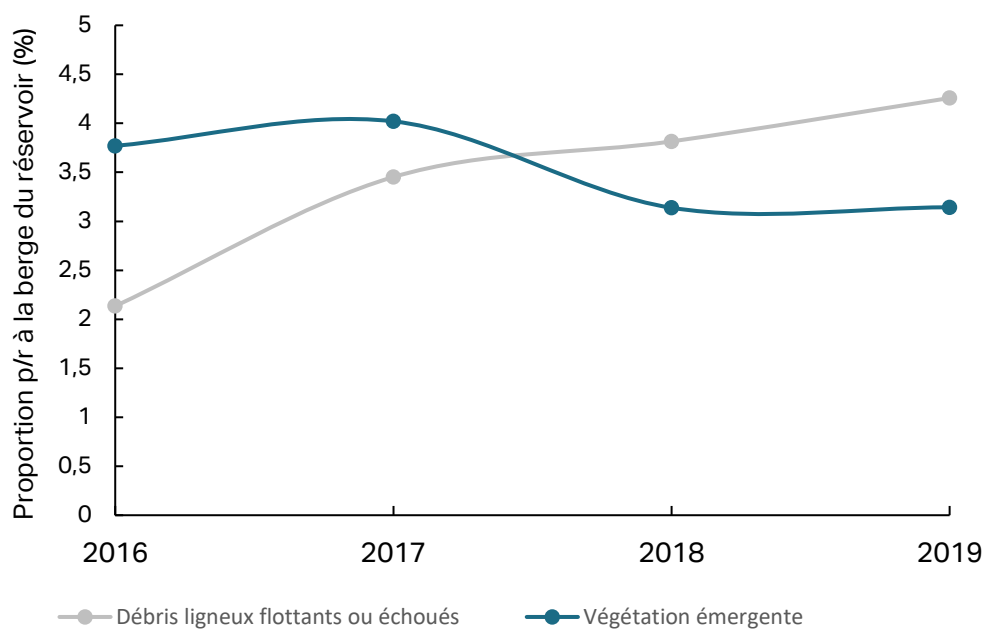


Figure 11 Proportion de berges affectées par la présence de débris ligneux ou de végétation émergente depuis le premier suivi annuel (2016-2019) – Réservoir de la Romaine 1

Tableau 14 Importance relative de la présence des débris ligneux ou autres phénomènes par rapport aux berges et à la superficie totale du réservoir – Réservoir de la Romaine 2

	2015		2016		2017		2018		2019	
	Berge totale (339 km)	Surface totale (8 581 ha)	Berge totale (339 km)	Surface totale (8 581 ha)	Berge totale (339 km)	Surface totale (8 581 ha)	Berge totale (339 km)	Surface totale (9 097 ha)	Berge totale (339 km)	Surface totale (8 581 ha)
Débris ligneux flottants ou échoués	22,7 %	1,8 %	23,7 %	1,8 %	27,3 %	1,6 %	31,5 %	1,6 %	31 %	1,5 %
Végétation émergente	67,5 %	5,1 %	64,2 %	4 %	61,3 %	3 %	55,6 %	2,5 %	57,1 %	2,4 %
Tourbières flottantes/ autres phénomènes	0 %	< 0,1 %	0 %	< 0,1 %	0 %	< 0,1 %	0 %	< 0,1 %	0 %	< 0,1 %
Total	90,2 %	6,9 %	87,9 %	5,8 %	88,6 %	4,6 %	87 %	4,1 %	88,1 %	4,0 %

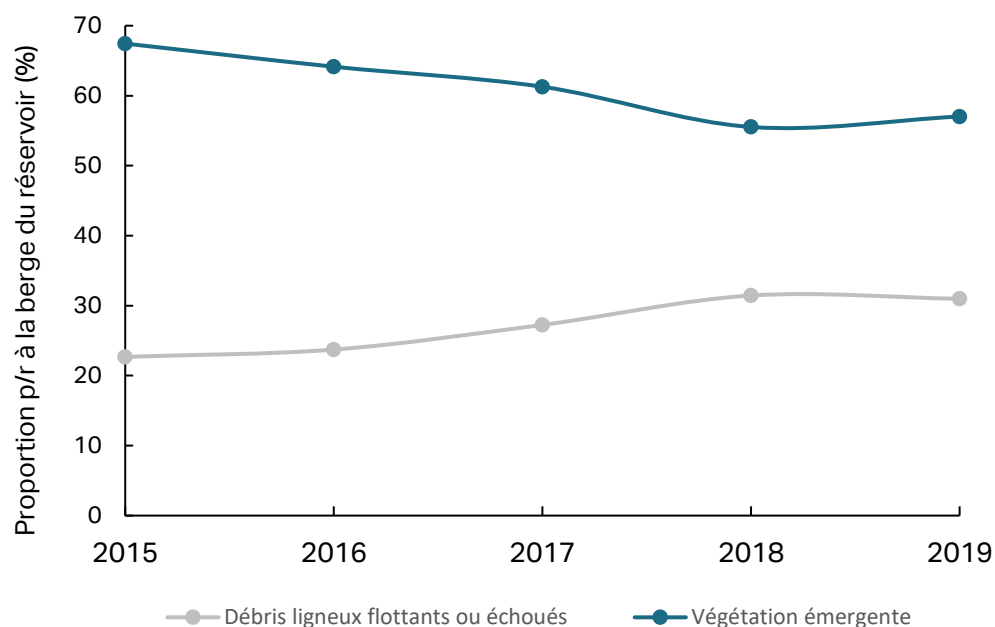


Figure 12 Proportion de berges affectées par la présence de débris ligneux ou de végétation émergente depuis le premier suivi annuel (2015-2019) – Réservoir de la Romaine 2

Tableau 15 Importance relative de la présence des débris ligneux ou autres phénomènes par rapport aux berges et à la superficie totale du réservoir – Réservoir de la Romaine 3

	2017		2018		2019	
	Berge totale (113 km)	Surface totale (3 855 ha)	Berge totale (113 km)	Surface totale (3 855 ha)	Berge totale (113 km)	Surface totale (3 855 ha)
Débris ligneux flottants ou échoués	26,7 %	1,9 %	30,8 %	1,6 %	31,3 %	1,3 %
Végétation émergente	63,2 %	5,1 %	56,5 %	3,6 %	40,8 %	2,2 %
Tourbières flottantes/ autres phénomènes	0 %	< 0,1 %	0 %	< 0,1 %	0 %	< 0,1 %
Total	89,9 %	6,9 %	87,3 %	5,2 %	72,1 %	3,5 %

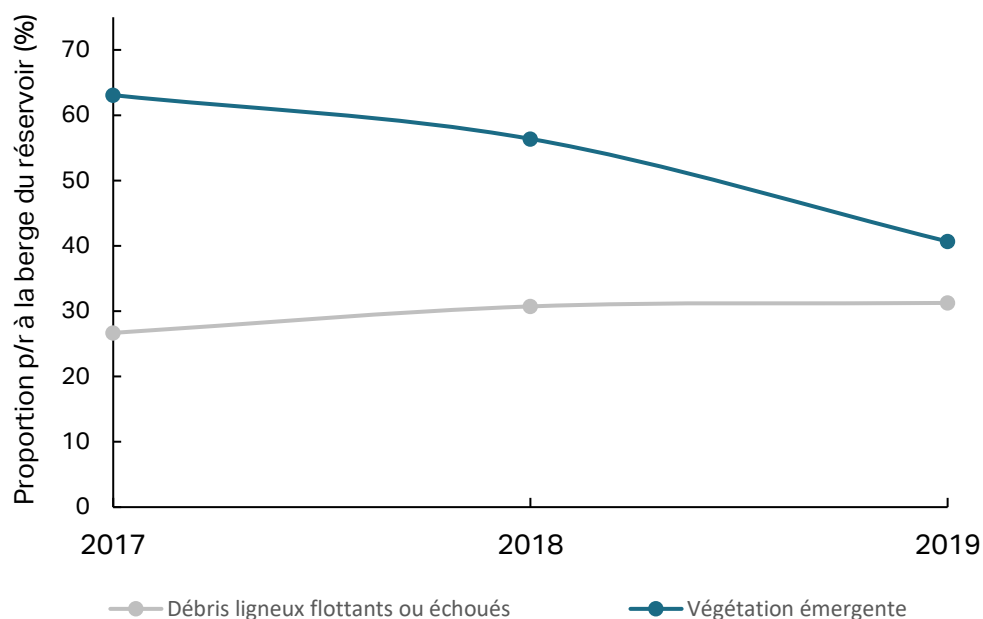


Figure 13 Proportion de berges affectées par la présence de débris ligneux ou de végétation émergente depuis le premier suivi annuel (2017-2019) – Réservoir de la Romaine 3

7 Efficacité du déboisement par les agents naturels

7.1 La théorie

Les suivis antérieurs réalisés sur le complexe La Grande et plus récemment dans le cadre du projet d'aménagement hydroélectrique SM-3 et de l'Eastmain-1 ont démontré que, sous des conditions favorables, la glace et les vagues peuvent être des agents naturels très efficaces de déboisement durant les premières années d'exploitation (0-5 ans).

La glace comme agent de déboisement

Il faut se rappeler qu'en périphérie des réservoirs, là où la profondeur d'eau est inférieure à 1 m, l'action de la glace est très limitée, voire nulle, parce qu'en période hivernale, le couvert de glace peut atteindre 1 m d'épaisseur et que, par conséquent, la masse de glace est déjà appuyée sur le sol, annulant ainsi la force qu'elle pourrait exercer sur la végétation. Le potentiel d'action de la glace s'accroît toutefois avec l'augmentation de la profondeur d'eau dans la mesure où la force exercée par la glace est plus grande que la résistance des arbres à la flexion (fléchissement et bris du tronc sous une force latérale) et au flambage (bris du tronc sous une force de compression, laquelle est fonction du nombre et du diamètre des arbres en présence). Ainsi, entre 1 m et 2 m de profondeur, l'action de la glace est principalement limitée aux tiges de très faibles diamètres puisque la masse de glace est accrochée près du pied des arbres, là où le diamètre du tronc est le plus important.

L'action de la glace est plus appréciable dans les zones plus profondes, là où elle peut prendre appui plus près de la cime des arbres, laquelle offre moins de résistance au poids exercé par la glace. À défaut d'être brisés, les arbres peuvent aussi être progressivement renversés sous le poids de la couverture de glace et ainsi devenir de moins en moins résistants à l'action des agents naturels de déboisement.

Le vent et les vagues comme agents de déboisement

À défaut d'être brisés par compression ou flambage par la glace, les peuplements émergents en tout temps ou submergés par intermittence peuvent aussi, à plus long terme, être déboisés par l'action des vagues.

Les observations antérieures ont démontré qu'à long terme, les vagues sapent les rives exposées aux vents dominants et décapent le tapis végétal de toute la zone de marnage. Il en résulte la mise à nu du matériel minéral, le renversement de la végétation présente et le transport de débris vers la partie supérieure de la zone de marnage.

L'action érosive des vagues n'est effective que si la surface du sol est soumise régulièrement aux fluctuations du niveau d'eau en période libre de glace (exondation périodique). L'efficacité du phénomène est déterminée par la sensibilité de la berge (composition du substrat, pente du rivage et hauteur du talus) et par la vélocité des vents et de la force des vagues. Par conséquent, les vastes platières, les baies ou les secteurs bien protégés des vents dominants et des fortes vagues sont peu ou pas affectés par l'action des vagues et les tiges peuvent rester debout à très long terme.

Le déboisement par les vagues dans les zones de faible profondeur devient de plus en plus efficace avec les années en raison de l'affaiblissement des tiges par le déchaussage des racines par l'érosion et le pourrissement. Ce processus génère très peu de débris ligneux susceptibles de flotter et de migrer sur le plan d'eau, que ce soit à moyen ou à long terme. En effet, les débris ligneux produits dans cette zone (sauf dans les grandes platières peu profondes et les milieux organiques où l'on retrouve en général peu ou pas de végétation

arborescente) ne sont pas emportés vers le large, mais sont systématiquement déplacés, regroupés et entassés par les vagues près de la limite supérieure de la zone de marnage en eau libre.

7.2 Indices de l'action des agents naturels

7.2.1 Réservoir de la Romaine 1

Comme mentionné à la section 4.1, le réservoir de la Romaine 1 présente la particularité d'avoir été presque entièrement déboisé et d'être soumis à de très faibles variations du niveau d'eau avec un marnage maximal théorique d'environ 1,5 m.

Ce réservoir contient donc peu de débris ligneux flottants, de végétation émergente résiduelle et autres phénomènes souvent observés suite à la mise en eau d'un réservoir en milieu forestier. Globalement, on s'attend à ce que les effets des agents naturels de déboisement y soient réduits.

7.2.1.1 Débris ligneux flottants ou échoués

Lors de la mise en eau du réservoir de la Romaine 1, les tiges rémanentes au sol dans les anciens brûlis et les résidus d'opérations forestières et de déboisement ont été les premiers à être soulevés. Ce sont ces débris qui ont constitué à ce jour l'essentiel des débris ligneux flottants ou échoués.

Pour expliquer les résultats présentés dans la section 6.1, on peut avancer deux hypothèses complémentaires :

- certaines masses de débris ligneux ont tendance à se reconfigurer, sous l'effet du vent et des vagues, en des formations moins étendues et plus dispersées (cordons);
- le déboisement de la végétation émergente se poursuit et continue de générer des débris ligneux en faible quantité au regard de la totalité du réservoir.

7.2.1.2 Végétation émergente

L'espace occupé par la végétation émergente se limite en majorité à des étendues ou lisières de très faible densité localisées à proximité du pourtour du réservoir où les conditions de terrain ne permettaient pas le déboisement.

Au cours des hivers successifs de fin 2016 à début 2019, la faible amplitude de la baisse du niveau d'eau sous le couvert de glace a probablement eu des effets limités, mais non nuls, sur le déboisement de la végétation émergente. Compte tenu de la faible amplitude de marnage théorique du réservoir, cette condition devrait se maintenir dans le futur.

Le déboisement de la végétation émergente localisée au pourtour du réservoir de la Romaine 1 se poursuit. Les quantités de débris ligneux qui pourraient y être générées demeurent très faibles au regard des surfaces considérées et de leur localisation.

Photo 67 (série)

Faible déboisement de la végétation émergente sous l'effet de la glace (réservoir de la Romaine 1)





AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 1



AECOM, 11 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 1

7.2.1.3 Autres phénomènes

Tourbières flottantes

Les tourbières flottantes restent peu présentes dans le réservoir de la Romaine 1 et on peut penser que cette condition se maintiendra dans le futur. Même si le territoire inondé comportait de nombreuses tourbières avant la mise en eau, il faut rappeler que leur susceptibilité au soulèvement varie en fonction de leur profondeur.

L'année de suivi 2018-2019 n'a pas montré d'évolution significative des tourbières flottantes dans ce réservoir.

Talus susceptibles d'érosion

Si l'on se réfère à ce qui avait été anticipé lors de l'étude d'impact pour le réservoir de la Romaine 1, on estime qu'environ 15 % des berges risquent d'être déstabilisées. La plupart des zones les plus sensibles sont concentrées dans la partie large du réservoir, sur la rive est, entre les PK 53 et PK 63,2, et sur la rive ouest, entre les PK 59 et PK 61. Ailleurs, les rives les plus sensibles sont plus dispersées et peu étendues. Toutes ces zones situées en rive ouest vers les PK 55,5, PK 56, PK 64 et PK 79,5, ainsi qu'en rive est vers le PK 76, correspondent à des talus de sable de pente forte (Hydro-Québec, 2007, volume 2).

Des zones susceptibles d'érosion sont présentes à quelques endroits bien identifiés sur la carte de l'annexe 1 (photos 23 à 42) et continuent d'apparaître. Tel que prévu par l'étude d'impact, la majorité de ces zones, soit 77% des longueurs de talus, sont bien situées sur la rive est du réservoir, entre le PK 58 et PK 64. Elles représentent aujourd'hui environ 0,7 % de l'ensemble des berges de ce réservoir. On peut attribuer leur origine à la création du réservoir, même s'il faut remarquer que la sensibilité à l'érosion était présente avant la mise en eau.

Chablis

Le phénomène de chablis (renversement des arbres par le vent) le long des berges d'un réservoir est fréquent. Il s'observe dans les endroits bien exposés aux vents dominants lorsqu'il n'y a pas ou peu de végétation résiduelle émergente dans la partie inondable limitrophe.

Certains des arbres renversés peuvent éventuellement se retrouver dans l'eau, mais les quantités de débris générées de la sorte demeureront négligeables. La photo 12 présentée précédemment illustre ce constat.

Arbres abattus par les castors

Le phénomène d'arbres renversés suite à l'action des castors est moins fréquent. L'hypothèse avancée lors des précédents suivis annuels est que l'accès à des peuplements composés d'espèces feuillues en zone riveraine, auparavant inaccessibles ou inconnues des colonies de castors, serait la seule raison de l'apparition du phénomène.

Comme pour le chablis, certains des arbres renversés de la sorte peuvent ponctuellement se retrouver dans l'eau, mais les quantités de débris ainsi générés demeureront négligeables. La photo 13 présentée précédemment illustre ce constat.

Ces deux phénomènes (chablis et arbres abattus par le castor) ont été observés uniquement sur les berges du réservoir de la Romaine 1. Ils sont par contre très ponctuels.

7.2.2 Réservoir de la Romaine 2

Un peu plus de cinq ans après qu'Hydro-Québec ait procédé à la mise en eau du réservoir, plusieurs indices permettent de confirmer que le processus de déboisement de la végétation résiduelle émergente ainsi que celui de remaniement des accumulations des débris ligneux flottants se poursuit.

7.2.2.1 Débris ligneux flottants ou échoués

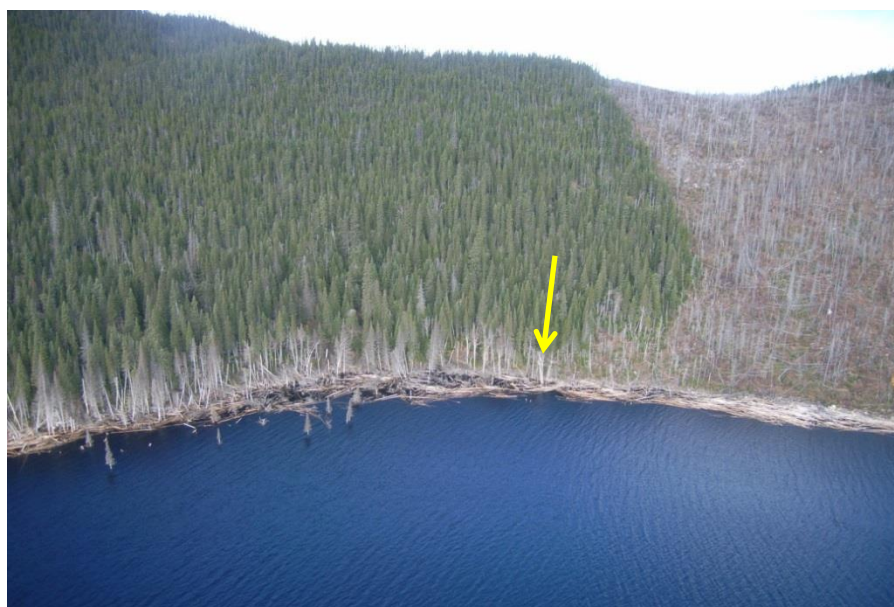
Les débris ligneux flottants ou échoués proviennent à la fois des résidus de travaux de déboisement, mais aussi de l'action des agents naturels de déboisement, principalement la glace.

Les tendances observées lors des précédents suivis annuels se poursuivent, mais à une intensité qui semble moindre (voir analyses au paragraphe 6.2.4). On observe encore le déplacement et/ou la reconfiguration des masses sous l'effet du vent et des courants, ainsi que l'agglomération des débris flottants le long des berges sous l'effet de la vague. Mais la longueur de berges occupée est relativement stable d'une année sur l'autre entre 2018 et 2019, après avoir fortement augmenté depuis 2015. On continue d'observer la présence de tiges mortes relativement complètes et la disparition progressive d'étendues d'arbres émergents. Les arbres renversés ont tendance à disparaître sur place par calage ou à s'ajouter aux masses ou cordons de débris ligneux flottants observés.

Les photos 68 à 80 illustrent le processus de déboisement de la végétation émergente et du déplacement et/ou reconfiguration des masses de débris par les agents naturels. Pour illustrer ce phénomène, une photo par année (2015, 2016, 2017, 2018 et 2019) a été sélectionnée pour quatre sites différents.

Photo 68 (série) Densification des accumulations de débris ligneux flottants et disparition progressive des arbres émergents résiduels





AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 69 (série)

Diminution des accumulations de débris ligneux flottants par déplacement, densification et stabilisation le long de la berge, disparition progressive des arbres émergents résiduels



AECOM, 21 octobre 2015

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 70 (série)

Disparition et diminution des accumulations de débris ligneux flottants par déplacement, et diminution progressive de la densité de tiges résiduelles émergentes



AECOM, 21 octobre 2015

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 71 (série)

Déplacement des accumulations de débris ligneux flottants, diminution significative de la densité de tiges résiduelles émergentes



AECOM, 20 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

7.2.2.2 Végétation émergente

Les tendances observées au cours des suivis annuels précédents se poursuivent également en ce qui a trait à la végétation émergente.

Les étendues d'arbres émergents sont en diminution. Ainsi, près de la moitié (51,8 %, en surface) des superficies de végétation émergente, avec ou sans débris ligneux, ont disparu. Dans le cas des étendues avec débris flottants, leur disparition entraîne la libération de ces débris pouvant ensuite se déplacer sous l'effet des vagues.

Ceci confirme que le processus de déboisement de la végétation émergente, principalement par la glace, se poursuit dans ce réservoir, bien que l'intensité du déboisement y semble plus faible cette année. D'ailleurs, en observant la variation du niveau d'eau dans le réservoir au cours du dernier hiver (figure 2), on constate que pour une cinquième année consécutive, l'abaissement en période hivernale sous couvert de glace a atteint plus de 10 m, ce qui a certainement contribué à la poursuite des tendances observées lors des précédents suivis annuels.

Les photos 72 à 78 illustrent bien ce constat.

Photo 72 (série) Rétrécissement de la lisière d'arbres émergents avec débris, diminution de la densité d'arbres résiduels et densification le long des berges





AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 73 (série)

Rétrécissement de la lisière d'arbres émergents avec débris et diminution de la densité d'arbres résiduels avec déplacement et/ou densification des accumulations de débris ligneux sur la berge





AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

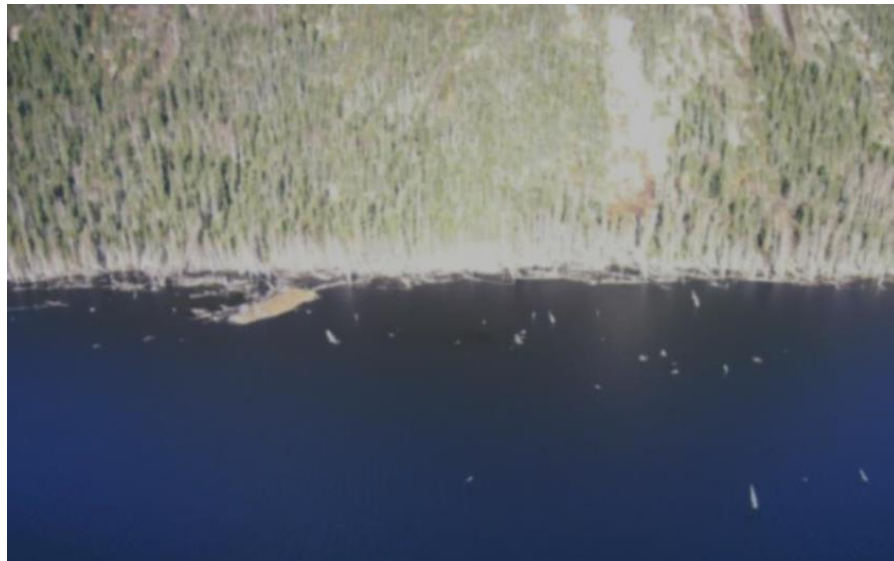
Réservoir de la Romaine 2



Photo 74 (série)

Disparition progressive de l'étendue d'arbres émergents avec diminution significative de la densité d'arbres résiduels, déplacement et/ou densification des accumulations de débris ligneux sur la berge et déplacement d'une tourbière flottante





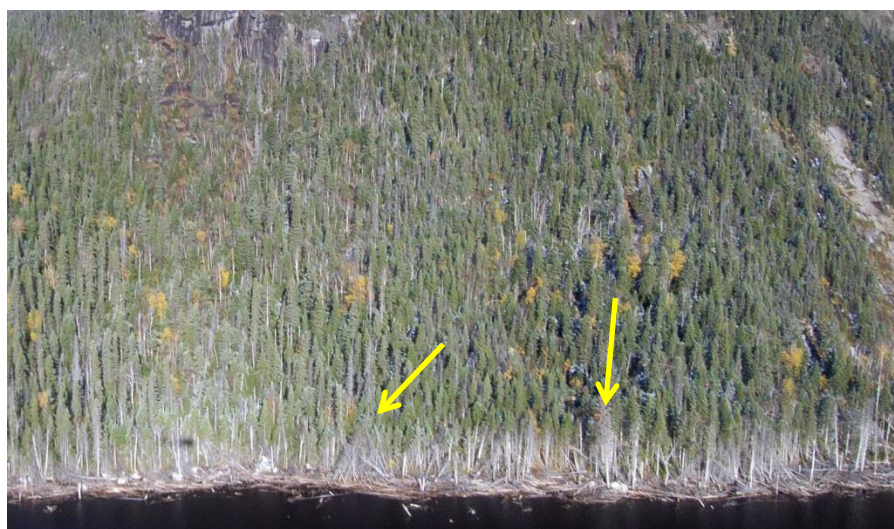
AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2

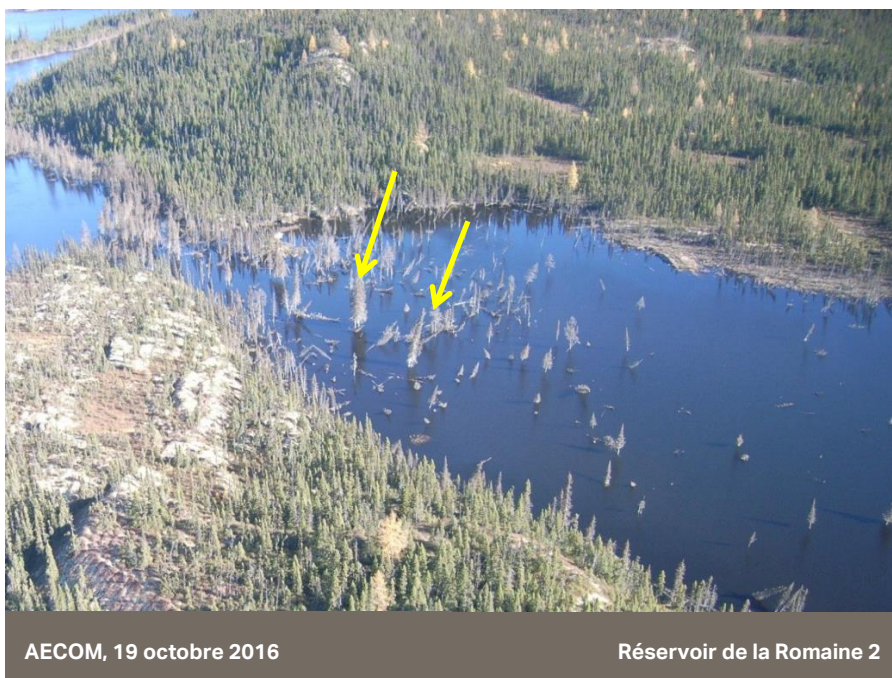


AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 75 (série)

Diminution de la densité des arbres émergents résiduels au PK 152,4 de la rive est du réservoir de la Romaine 2





AECOM, 19 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 76 (série)

Diminution significative de la densité des arbres résiduels à l'intérieur d'une étendue de végétation émergente, accumulation et migration de masses de débris ligneux flottants près du PK 102,8 de la rive ouest du réservoir de la Romaine 2



AECOM, 21 octobre 2015

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 77 (série)

Diminution progressive de la densité des arbres résiduels à l'intérieur d'une étendue de végétation émergente et disparition d'une masse de débris ligneux flottants





AECOM, 19 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 78 (série)

Rétrécissement de la lisière et disparition des étendues d'arbres émergents avec augmentation et densification des débris sur la berge



AECOM, 21 octobre 2015

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 10 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

7.2.2.3 Autres phénomènes

Tourbières flottantes

Même si le territoire inondé comportait de nombreuses tourbières avant la mise en eau, toutes principalement localisées au sud du PK 114, il faut rappeler que leur susceptibilité au soulèvement varie en fonction de leur profondeur.

Les tourbières flottantes sont toujours aussi peu nombreuses depuis 2015, et si on se réfère aux observations du présent suivi annuel, on peut supposer que cette condition se maintiendra dans le futur.

Certaines des tourbières existantes sont remaniées, d'autres se déplacent et se fixent sur les berges du réservoir. Rappelons que la majorité des tourbières sont localisées dans une baie ou un bras de réservoir, ce qui réduit leur déplacement potentiel à quelques centaines de mètres.

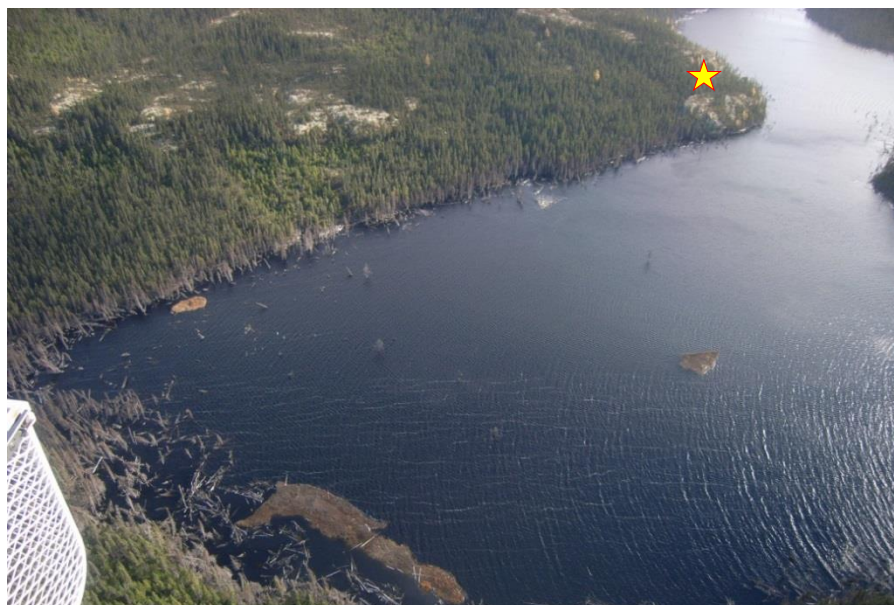
Les photos 79 et 80 présentées dans les pages subséquentes illustrent ces constats.

Photo 79 (série) **Tourbière flottante en déplacement puis stabilisée vers l'intérieur d'une baie sous l'effet des vents dominants, disparition progressive des arbres émergents résiduels, création/migration de masses et transformation de masses en cordons sur rive**



AECOM, 21 octobre 2015

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 2

Photo 80 (série)

Tourbières flottantes emprisonnées à l'intérieur d'une baie en déplacement sous l'effet des vents dominants suivant la disparition progressive des étendues d'arbres émergents en périphérie



AECOM, 21 octobre 2015

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 19 octobre 2016

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 20 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 2



AECOM, 16 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 2



Zones d'érosion

Aucune zone d'érosion attribuable à la création du réservoir n'a été identifiée au cours de ce suivi et des précédents. Seule une zone d'éboulement de 26 m de largeur à proximité du PK 104 est placée sous surveillance. Elle n'est pas considérée comme une zone d'érosion active.

Rappelons toutefois que si on se réfère à ce qui avait été anticipé pour le réservoir de la Romaine 2 dans le cadre de l'étude d'impact, on ne doit pas s'attendre à ce que ce phénomène soit très étendu. Dans les faits, selon les études réalisées dans le cadre de l'avant-projet, il n'y aurait aucune rive sensible à l'érosion dans le réservoir de la Romaine 2 (Hydro-Québec, 2007, volume 2).

7.2.3 Réservoir de la Romaine 3

L'abaissement du niveau d'eau sous couvert de glace a contribué au déboisement naturel du réservoir. Par ailleurs, des indices montrent que le remaniement des accumulations de débris ligneux flottants se poursuit conformément aux prévisions.

7.2.3.1 Débris ligneux flottants ou échoués

Comme pour le réservoir de la Romaine 2, les tiges rémanentes au sol dans les anciens brûlis et les résidus de coupe provenant des travaux de déboisement ont été les premiers à être soulevés lors de la mise en eau du réservoir de la Romaine 3. Ce sont ces débris qui ont constitué à ce jour l'essentiel des débris ligneux flottants ou échoués.

L'évolution des accumulations de débris ligneux flottants est remarquable, principalement au niveau de leur configuration en raison du déplacement des masses sous l'effet du vent et des courants, en partie, et de l'agglomération de plus en plus compacte le long des berges sous l'effet de la vague (voir photos 84, 87 et 88) et même de leur disparition (photo 86). Ce dernier phénomène est particulièrement marqué entre 2018 et 2019.

7.2.3.2 Végétation émergente

Le processus de production de débris ligneux flottants par déboisement de la végétation émergente est bien amorcé (voir photos 81 à 83, 85 et 86). D'ailleurs, si on se base sur la variation du niveau d'eau dans le réservoir au cours du dernier hiver (figure 3), on constate que l'abaissement en période hivernale sous couvert de glace a atteint plus de 10 m, ce qui a contribué au déboisement de la végétation émergente.

Photo 81 (série) **Évolution d'un peuplement d'arbres émergents résiduels où l'on notait aucune mortalité en 2017, situé au PK 180 de la rive est du réservoir de Romaine 3**



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3

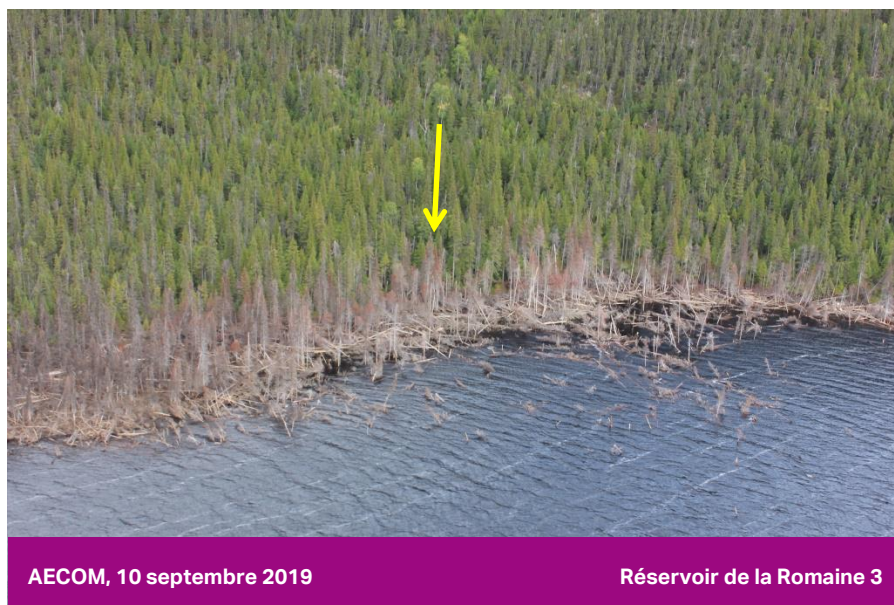


Photo 82 (série)

Évolution d'un peuplement d'arbres émergents résiduels sans débris au profit de zones d'arbres émergents avec débris et arbres renversés (réservoir de la Romaine 3)





AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 83 (série)

Évolution d'un peuplement d'arbres émergents résiduels avec masses de débris ligneux flottants dans une zone de brûlis datant de 2003 vers la disparition progressive d'arbres émergents (réservoir de la Romaine 3)



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

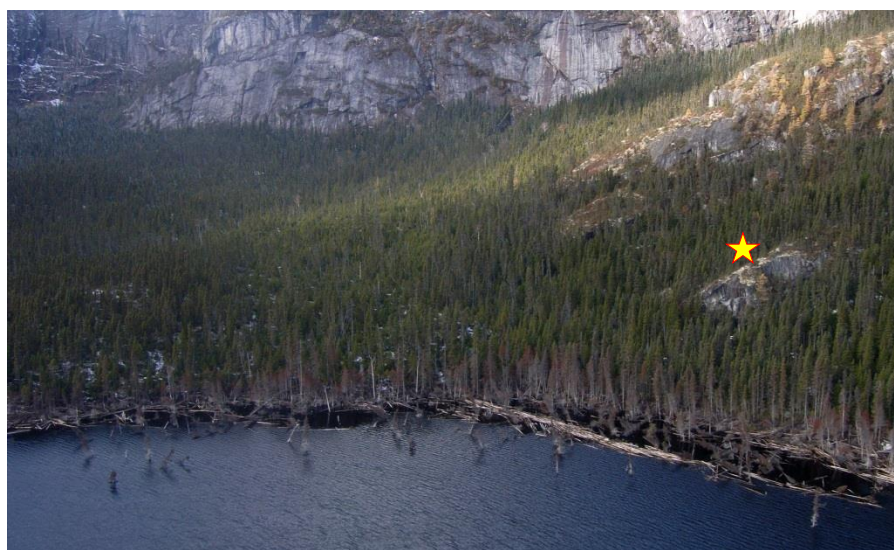
Photo 84 (série)

Illustration du phénomène de l'augmentation des quantités de cordons de débris ligneux de petites dimensions au détriment des masses de débris ligneux (réservoir de la Romaine 3)



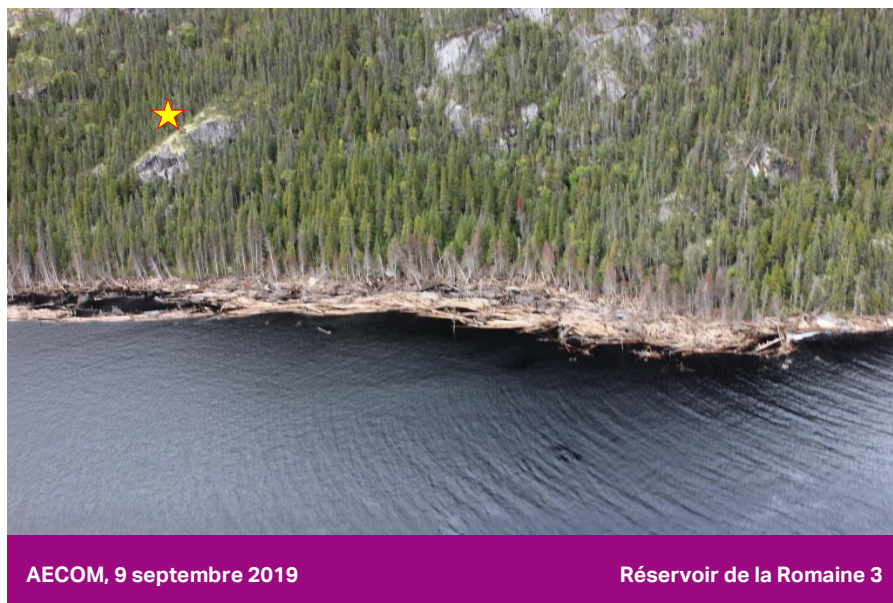
AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 85 (série)

Apparition des signes de la mortalité des arbres émergents et d'arbres renversés au fil du temps sans débris et disparition progressive de certains arbres renversés (réservoir de la Romaine 3)



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 86 (série)

Disparition des masses de débris et des arbres émergents au fil du temps et même des cordons de débris (réservoir de la Romaine 3)





AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

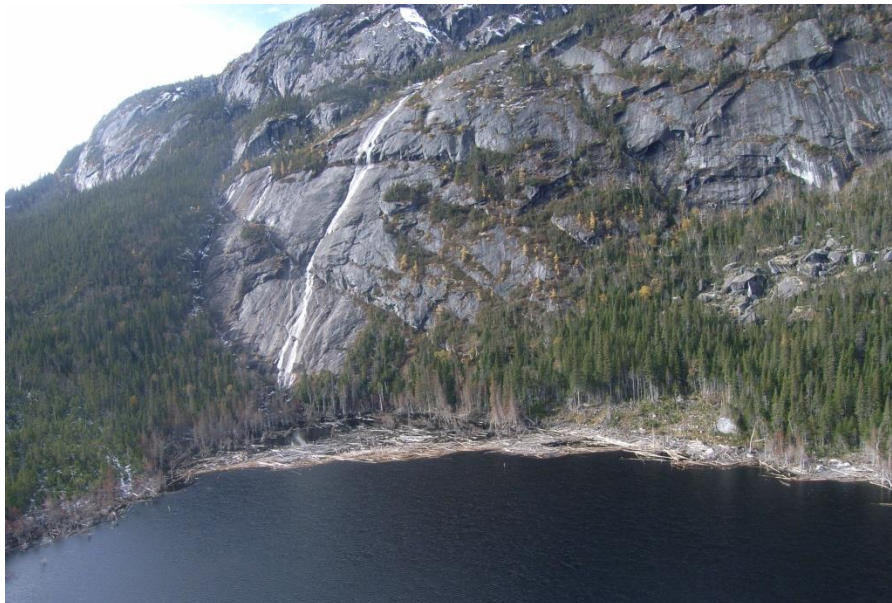
Photo 87 (série)

Disparition des arbres émergents et compaction de la masse de débris dans une baie près du PK 161 (réservoir de la Romaine 3)



AECOM, 21 octobre 2017

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 17 octobre 2018

Réservoir de la Romaine 3



AECOM, 9 septembre 2019

Réservoir de la Romaine 3

Photo 88 (série) Compaction d'une masse de débris au fil du temps (réservoir de la Romaine 3)





7.2.3.3 Autres phénomènes

Tourbières flottantes

La présence de tourbières flottantes reste très marginale, et si on se réfère aux progressions observées cette année, tout porte à croire que cette condition se maintiendra dans le futur. Tel que mentionné lors des précédents suivis annuels, même si le territoire inondé comportait de nombreuses tourbières avant la mise en eau, il faut rappeler que leur susceptibilité au soulèvement varie en fonction de leur profondeur.

Zones d'érosion

Le phénomène d'érosion des berges attribuable à la création du réservoir n'est toujours pas observé dans ce réservoir.

Signalons toutefois que si on se réfère à ce qui avait été anticipé pour le réservoir de la Romaine 3 dans le cadre de l'étude d'impact, on ne doit pas s'attendre à ce que ce phénomène soit très étendu. Dans les faits, et selon les études réalisées dans le cadre de l'avant-projet, il n'y aurait aucune rive sensible à l'érosion dans le réservoir de la Romaine 3 (Hydro-Québec, 2007, volume 2).

7.3 Synthèse des observations (2015-2019)

Le tableau ci-dessous résume les principaux phénomènes observés sur les réservoirs de Romaine 1, Romaine 2 et Romaine 3 et leurs causes probables en lien avec le déboisement par les agents naturels.

Tableau 16 Synthèse des principaux phénomènes observés sur les réservoirs de Romaine 1, 2 et 3

Phénomènes	Causes probables
Végétation émergente (étendues et lisières)	
Diminution progressive des quantités de végétation émergente et de la densité en arbres résiduels	<ul style="list-style-type: none"> • Effet combiné de la diminution du niveau d'eau sous couvert de glace, du vent et des vagues • Sensibilité variable des arbres aux effets des agents naturels de déboisement selon leur condition initiale (profondeur d'eau, diamètre des arbres, localisation, etc.)
Mortalité sur pied progressive des arbres résiduels	Pourrissement et au déchaussement des arbres, asphyxie racinaire en période inondée
Diminution de la largeur des lisières d'arbres émergents (largeur supérieure à 5 m) avec ou sans débris	Déboisement progressif des lisières, principalement sous l'effet de la glace, du vent et des vagues, combiné au pourrissement et au déchaussement des arbres qui meurent sur pied
Apparition de zones d'arbres renversés, qui finissent par disparaître complètement au bout de quelques années	Effet combiné de la diminution du niveau d'eau d'eau sous couvert de glace, du vent et des vagues
Apparition de zones d'arbres morts exondés	Remontée de la nappe phréatique dans le pourtour du réservoir, dans les zones de talus à pente faible, occasionnant la mort des arbres par asphyxie racinaire
Débris ligneux (masses et cordons)	
Augmentation globale des quantités de débris ligneux flottants ou échoués	<ul style="list-style-type: none"> • Soulèvement des débris (coupe, brûlis) non retirés avant la mise en eau • Apport de nouveaux débris issus des formations de végétation émergente
Diminution des quantités de masses de débris ligneux et compaction des masses de débris	Reconfiguration des masses sous l'effet de la vague et des courants sous l'effet du vent (densification, formation de cordons)
Augmentation des cordons de débris ligneux de petite dimension (inférieure à 5 m) échoués sur les berges	Remaniement des masses de débris ligneux sous l'effet du vent et des vagues
Augmentation progressive des cordons de débris ligneux continus et diminution des cordons discontinus	Stabilisation des cordons de petite dimension le long des berges
Migration des masses et des cordons le long des berges et stabilisation dans les baies et sur les berges opposées aux vents dominants	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement sous l'effet des vents dominants et du courant • Configuration de la berge et présence de substrat plus ou moins épais • Présence d'une lisière d'arbres émergents pour fixer les débris
Autres phénomènes	
Apparition, déplacement, remaniement et/ou stabilisation de certaines tourbières flottantes après la mise en eau du réservoir	<ul style="list-style-type: none"> • Soulèvement des tourbières de faible profondeur (0-6 m) • Déplacement libre, sous l'effet des vagues et des courants ou contraint par la présence de végétation émergente ou de débris • Dislocation et disparition par calage sous l'effet de la vague
Augmentation des quantités d'arbres abattus par le castor (Romaine 1)	Accès à des peuplements feuillus en zone riveraine auparavant inaccessibles ou inconnus du castor
Augmentation des quantités de chablis (Romaine 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Exposition aux vents forts des lisières d'arbres au bord de la zone inondable • Érosion de la berge (talus sableux) déstabilisant l'ancrage des arbres
Apparition de zones de talus sensibles à l'érosion	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité initiale des talus de sable à pente forte • Décrochement des talus dénudés par l'effet des vagues

8 Prévisions sur l'évolution des débris ligneux et des tourbières flottantes

Comme mentionné au chapitre précédent, plusieurs facteurs peuvent influencer l'efficacité de la glace, du vent et des vagues comme agents naturels de déboisement à court, moyen et long termes, dont notamment :

- la variation anticipée du niveau d'eau (amplitude du marnage);
- la vitesse d'abaissement du nouveau plan d'eau sous couvert de glace;
- la composition et la structure des peuplements émergents;
- la position des peuplements par rapport à la surface du plan d'eau (profondeur);
- l'exposition des berges, des accumulations de débris ligneux flottants et des peuplements émergents à l'action des vagues et du vent en période libre de glace;
- la configuration des berges du réservoir;
- la direction des vents dominants.

8.1 Modification et déplacement potentiels des débris ligneux et des tourbières flottantes

8.1.1 Débris ligneux flottants

Réservoir de la Romaine 1

La presque totalité du réservoir de la Romaine 1 a été déboisée avant la mise en eau. Cette approche a effectivement eu comme conséquence que très peu de résidus ligneux ont été soulevés lors de la mise en eau. De plus, peu d'arbres émergents résiduels étaient présents. Conséquemment, on retrouve très peu d'accumulation de débris ligneux flottants sur les berges et à proximité des ouvrages.

Quatre années après la mise en eau du réservoir, les risques de voir s'ajouter de grandes quantités de débris ligneux sont très faibles. La végétation émergente qui occupe 3,1 % des berges du réservoir (ce qui est peu), reste le principal pourvoyeur de débris ligneux. Le risque de voir s'en accumuler une grande quantité à l'entrée de la prise d'eau et de l'évacuateur de crues est inexistant dans les conditions actuelles.

Pour les quelques accumulations actuellement observables, aucune ne devrait poser problème, que ce soit à court, moyen ou long terme. Les débris ligneux flottants ont plutôt tendance à se fixer sur les berges (en majorité en rive est) sous l'effet du vent et des vagues.

On observe toutefois, comme chaque année, une petite masse de débris ligneux à l'entrée de la prise d'eau.

Réservoir de la Romaine 2

Comme mis en évidence lors des précédents suivis annuels, les cordons et masses de débris ligneux flottants que l'on observe plus de cinq ans après la mise en eau du réservoir de la Romaine 2 poursuivent leur transformation. Toutefois, l'année 2018-2019 est marquée par un ralentissement des effets des agents naturels de déboisement. Les suivis subséquents permettront de déterminer si ce ralentissement est ponctuel ou initie une nouvelle tendance à plus long terme vers une stabilisation des débris ligneux sur les rives.

Néanmoins, cela devrait prendre encore plusieurs années avant que la stabilisation des débris sur les rives soit effective. On continue d'assister à la disparition d'étendues d'arbres émergents résiduels et l'apport de nouveaux débris. La disparition progressive des lisières d'arbres émergents est moins marquée, celles-ci étant encore bien présentes mais ayant tendance à se rétrécir. Comme indiqué dans ce qui suit, la présence de lisières d'arbres émergents reste un facteur important de la capacité des accumulations à se fixer sur les berges.

En effet, en période libre de glace, la distribution des débris ligneux le long des berges est fortement associée à la présence d'une lisière de végétation résiduelle qui peut encore contraindre leur déplacement, à la direction des vents dominants (qui proviendraient le plus fréquemment du nord/nord-ouest et du sud/sud-est²) et à la force des courants (très faibles en général, sauf lors des déversements en période de crue). Cette situation devrait encore évoluer au cours des prochaines années, au fur et à mesure que les rives du réservoir seront libérées de cette végétation résiduelle et qu'il ne restera que la configuration de la berge comme seul obstacle à la stabilisation de ces débris.

Comme rappelé dans les précédents suivis annuels, une grande partie des berges du réservoir de la Romaine 2 présente des pentes fortes où le substrat est souvent très mince, voire absent, ce qui pourrait prolonger le délai de stabilisation des accumulations de débris ligneux.

Enfin, tous les débris ligneux qui seront générés à court, moyen et long termes ne flotteront pas indéfiniment. On peut s'attendre à ce qu'une partie de ceux-ci soit perdue par calage. De façon générale, on estime les pertes par calage pour les débris ligneux, excluant les branches et houppiers qui ne flottent généralement pas très longtemps, à environ 5 % par an (Canadian Pulp and Paper Association and Pulp and Paper Research Institute of Canada, 1946).

Réservoir de la Romaine 3

Les cordons et masses de débris ligneux flottants que l'on observe plus de 2 ans après la mise en eau du réservoir de Romaine 3 sont instables et poursuivent leur transformation. Encore à ce stade, en période libre de glace, leur distribution le long des berges est fortement associée à la présence d'une lisière de végétation résiduelle qui peut encore contraindre leur déplacement et à la direction des vents dominants. Cette situation devrait encore fortement évoluer au cours des trois à quatre prochaines années, au fur et à mesure que les rives du réservoir seront libérées de cette végétation résiduelle et qu'il ne restera que la configuration de la berge comme seul obstacle à la stabilisation de ces débris.

La configuration et la distribution de ces accumulations de débris évolueront donc constamment au gré des courants et des vents pour encore quelques années. À plus long terme (> 5 ans), on devrait voir ces accumulations se stabiliser et prendre une forme plus définitive. Les accumulations les plus importantes devraient se former dans les baies et sur les rivages favorables, soit les rivages sud – sud-est, opposés aux vents dominants (nord/nord ouest).

2. Selon les relevés de la station ROMA0967 A d'août 2012 à novembre 2015 (Source : Hydro Québec).

8.1.2 Débris ligneux flottants emprisonnés dans les peuplements émergents

Réservoir de la Romaine 1

On ne répertorie toujours aucune formation de végétation émergente avec débris ligneux flottants dans le réservoir de la Romaine 1.

Réservoir de la Romaine 2

La diminution des superficies occupées par les débris ligneux flottants emprisonnés est fortement corrélée au rythme avec lequel les peuplements résiduels qui les retiennent s'éclaircissent et disparaissent. Cette observation se vérifie encore dans le cadre du présent suivi. Comme pour les débris flottants libres, ils finiront par migrer progressivement vers les berges opposées aux vents dominants au fur et à mesure que les arbres émergents tomberont à leur tour. La migration de ces débris flottants vers les berges, et leur accumulation puis la stabilisation sous la forme de cordons ou de masses ne se fera cependant qu'à plus long terme (5 à 10 ans).

Réservoir de la Romaine 3

De même que dans le cas du réservoir de la Romaine 2, la superficie occupée par les débris ligneux flottants emprisonnés dans les peuplements émergents diminuera progressivement avec l'évolution du déboisement par les agents naturels. Comme pour les débris flottants libres, ils migreront progressivement vers les berges opposées aux vents dominants au fur et à mesure que les arbres émergents tomberont à leur tour. La migration de ces débris flottants vers les berges et leur accumulation sous la forme de cordons ou de masses ne se fera cependant qu'à plus long terme (5 à 10 ans).

8.1.3 Tourbières flottantes

Plusieurs suivis effectués sur des réservoirs hydroélectriques ont permis de constater qu'une certaine proportion des dépôts organiques inondés est susceptible de se soulever et de flotter suite à la mise en eau d'un réservoir. C'est d'ailleurs ce que l'on peut constater à certains endroits sur les trois réservoirs qui font l'objet de ce suivi. Il a cependant été démontré que lorsque l'augmentation des niveaux d'eau est rapide durant la période de remplissage ou lorsque la profondeur d'eau est supérieure à 6 m, dans la majorité des cas, la tourbe ne peut se soulever (Maloney et coll., 2006). Le potentiel de soulèvement des tourbières est donc beaucoup plus élevé à une profondeur inférieure à 6 m, là où la pression hydrostatique est insuffisante pour modifier la densité de la tourbe et la rendre supérieure à celle de l'eau. Ce fut sûrement le cas pour les tourbières qui ont été observées à ce jour (annexe 1).

Réservoir de la Romaine 1

En plus d'être peu profond en général, le réservoir de la Romaine 1 subit très peu de variations de niveaux d'eau et celles qu'on y observe depuis le début de la phase exploitation sont de très faible amplitude (< 1 m) et de très courte durée (figure 1). De plus, les tourbières répertoriées avant la mise en eau dans la zone inondable se retrouvent en bonne partie à des profondeurs inférieures à 6 m.

Ces conditions n'excluent pas la possibilité de voir apparaître de nouvelles tourbières flottantes à court terme, bien que ce phénomène ne se soit pas produit entre 2018 et 2019. Notons par ailleurs qu'entre 2018 et 2019, les tourbières de ce réservoir se sont peu ou pas du tout déplacées.

Réservoir de la Romaine 2

Comme souligné dans le cadre des précédents suivis annuels, le remplissage du réservoir de la Romaine 2 s'est fait de façon relativement rapide et les tourbières répertoriées dans la zone inondable étaient, pour la très grande majorité, localisées à des profondeurs de plus de 6 m; il était donc normal que très peu d'entre elles se soient soulevées à ce moment. Toutefois, on mentionnait aussi qu'il y en avait quand même quelques-unes dans la zone de marnage ou juste en dessous de la cote minimale du côté est du réservoir, au niveau des PK 100, PK 110 et PK 114, qui pouvaient éventuellement être soulevées si toutes les conditions favorables étaient rencontrées.

Dans les faits, la quasi-totalité des tourbières flottantes observées sont effectivement localisées entre le PK 100 et le PK 114 (même si certaines ont pu se déplacer vers l'aval). Le nombre de tourbières observées reste faible depuis la mise en eau du réservoir.

Compte tenu de leur position, aucune d'entre elles ne serait susceptible, *a priori*, de contraindre l'exploitation des aménagements de la Romaine-2 à court, moyen ou long terme.

Notons que la tourbière flottante située à proximité de l'évacuateur de crues semble fixée sur la berge; une surveillance devra donc être maintenue.

Réservoir de la Romaine 3

Comme le remplissage du réservoir s'est fait de façon relativement rapide et que les tourbières répertoriées dans la zone inondable sont, pour la très grande majorité, localisées à des profondeurs de plus de 6 m, il est normal que très peu d'entre elles se soient soulevées à ce jour. Néanmoins, il y en a quand même quelques-unes dans la zone de marnage ou juste en dessous de la cote minimale qui pourraient éventuellement être soulevées si toutes les conditions favorables sont rencontrées, soit l'épaisseur de l'horizon fibrique³ de surface, le degré de décomposition (échelle de Von Prost), la densité de la tourbe (qui doit être inférieure à celle de l'eau) ainsi que la proportion de sphaignes (Maloney et coll., 2006). Ces tourbières sont localisées sur la carte de l'annexe 1.

8.2 Apport de nouveaux débris ligneux provenant des peuplements d'arbres émergents présents dans la zone de marnage

Réservoir de la Romaine 1

Les peuplements résiduels émergents présents dans le réservoir de la Romaine 1 sont peu nombreux et sont en général de très faible densité. Les lisières d'arbres émergents sur le pourtour du réservoir constituent la principale source potentielle de débris ligneux à long terme. Ils continueront de libérer des quantités de débris ligneux, mais en quantités très limitées, au gré de leur décomposition. La plupart d'entre elles sont situées entre le PK 61 et le PK 64.

3. Horizon fibrique : couche de matériaux de sol organique principalement dérivée de matériaux fibriques (jonc, roseau, carex, bois, mousse, herbacée, sphaigne, etc.).

La grande majorité des étendues de végétation émergente au milieu du réservoir est constituée d'arbustes, peu problématiques comme source de débris ligneux flottants à long terme. Seules quelques étendues ponctuelles en cours de décomposition peuvent générer des débris ligneux à long terme. Dans les conditions actuelles, cette décomposition se trouve plutôt lente.

Réservoir de la Romaine 2

Compte tenu de ce que l'on connaît du processus de déboisement par les agents naturels (section 7.1), de la nature même de l'aménagement de la Romaine 2 ainsi que des conditions d'exploitation observées et anticipées, on s'attendait effectivement à observer un déboisement relativement rapide (< 5 ans) d'une très grande proportion des peuplements résiduels localisés dans la zone de marnage. Après cinq hivers, les résultats du présent suivi confirment que c'est effectivement au niveau de ces formations que les diminutions et les transformations les plus importantes ont été observées.

Comme attendu, l'effet de la glace semble désormais plus lent dans les zones inférieures à 2 m de profondeur, principalement sur le pourtour du réservoir. Le déboisement de ces zones de végétation émergente est un phénomène qui peut s'étendre sur plus d'une dizaine d'années. Cette lisière va rester présente très longtemps et pourra encore, à l'occasion, libérer des débris ligneux. Un peu plus haut sur la rive, hors zone inondable, on voit aussi se former une lisière d'arbres morts. Ce phénomène est provoqué par la modification du niveau de la nappe phréatique.

Réservoir de la Romaine 3

Avec la phase exploitation, s'est amorcé le processus de déboisement par les agents naturels (glace, vent, vagues et érosion des berges dans une moindre mesure). Ces agents peuvent agir à différents degrés sur la végétation résiduelle émergente et générer au cours des premières années d'exploitation du réservoir (< 5 ans) des quantités non négligeables de débris ligneux. Comme les résidus ligneux soulevés lors de la mise en eau, les débris ligneux générés progressivement tout au long du processus de déboisement à court (0-2 ans), moyen (2-5 ans) et long termes (5-10 ans et plus) seront aussi remaniés par le courant, le vent et les vagues, et graduellement poussés vers la limite supérieure de la zone de marnage et même au-delà.

Les secteurs préférentiels d'accumulation sont généralement localisés dans les baies ainsi que sur certaines portions de rives souvent constituées de matériaux meubles sur une pente faible ou moyenne opposée aux vents dominants, soit les rives sud et sud-est du réservoir. À l'extérieur de ces secteurs préférentiels d'accumulation, soit dans les secteurs où les berges présentent des pentes plus fortes, les débris auront plutôt tendance à continuellement se remanier et à se déplacer tant et aussi longtemps qu'ils n'auront pas rencontré un site propice à leur stabilisation.

Le phénomène de densification des masses de débris ligneux a été observé au cours de ce suivi annuel. Ce phénomène, très marqué, confirme que la migration s'effectue dans les secteurs préférentiels d'accumulation, notamment les baies.

La présence d'arbres morts est toujours observable sur le pourtour du réservoir. Tel qu'énoncé lors des précédents suivis, ce phénomène serait la conséquence des modifications des nappes phréatiques conséquentes à la mise en eau du réservoir.

9 Conclusion et recommandations

Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme de suivi environnemental d'Hydro-Québec pour le complexe hydroélectrique de la Romaine. Elle présente les résultats du troisième suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes du réservoir de la Romaine 3 en phase exploitation ainsi que ceux du quatrième suivi annuel du réservoir de la Romaine 1 et du cinquième suivi du réservoir de la Romaine 2.

Les programmes de suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes pour les quatre réservoirs devraient se terminer en 2020 (Romaine 2), 2022 (Romaine 1), 2023 (Romaine 3) et 2026 (Romaine 4). Ils visent notamment à observer le comportement des débris ligneux et des tourbières flottantes, à situer les zones d'accumulation et à faire des recommandations nécessaires en regard des nuisances observées et anticipées.

Comme pour les campagnes annuelles précédentes, le suivi opéré en 2019 consistait essentiellement à effectuer un inventaire visuel par hélicoptère de l'ensemble des berges des trois réservoirs afin de localiser, de caractériser et de quantifier les différents types de phénomènes observables. Pour faciliter le travail de cartographie des éléments observés, des clichés obliques très détaillés et géoréférencés de l'ensemble de la zone d'inventaire ont été pris. Les photos ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS Garmin. Le survol a eu lieu entre le 9 et le 11 septembre 2019.

Signalons ici que compte tenu des résultats présentés dans ce rapport, la poursuite du suivi annuel de l'évolution des accumulations de débris et de tourbières flottantes s'avère nécessaire pour l'ensemble des réservoirs.

9.1 Réservoir de la Romaine 1

Conformément aux prévisions, peu de débris ligneux sont présents dans ce réservoir. Quatre ans après le début de la phase exploitation, sur un total de 108 km de berges (limite extérieure du réservoir et des îles), seulement, 9,3 % (10 km) est occupé par un ou plusieurs type(s) d'accumulation de débris ligneux et/ou de végétation émergente. Cette proportion est stable depuis 2017, soit un an après la fin de la mise en eau du réservoir.

On observe une tendance vers une proportion plus élevée de débris ligneux flottants ou échoués au détriment des formations de végétation émergente, ce qui, encore une fois, est conforme aux prévisions.

Comme lors du précédent suivi annuel, mis à part une très petite accumulation localisée à l'entrée de la centrale (au niveau de la prise d'eau), rien de majeur n'est à signaler.

Le nombre de tourbières flottantes s'établit à 17 unités distinctes et peu d'évolution a eu lieu depuis le dernier survol en 2018. À l'inverse, le nombre de talus susceptibles d'érosion est en augmentation constante; 20 sont désormais dénombrés, dont deux nouvelles zones qui sont apparues au cours de la dernière année à l'intérieur du réservoir et deux qui sont situées à l'extérieur du réservoir, pour une longueur de berges cumulées de 762 m (639 m sur la rive est et 123 m sur la rive ouest). Il est à noter que les talus déjà répertoriés ne s'agrandissent pratiquement pas d'une année à l'autre pour le moment.

Les arbres abattus par les castors à l'extérieur de la zone inondable sont également en progression et représentent désormais 950 m de berges, mais ils ne généreront que peu de débris.

9.1.1 Accessibilité au plan d'eau

Les installations de la Romaine 1 comportent trois rampes de mise à l'eau. Deux se trouvent en bordure du réservoir, soit une vis-à-vis le km 31,5 de la route Romaine (PK 73,5 de la rivière) et l'autre près du barrage de la Romaine-1 en rive gauche (PK 53 de la rivière) (rampe amont). Enfin, la troisième rampe de mise à l'eau est localisée à l'aval de la centrale.

Le constat est identique à celui des précédents suivis annuels. Lors du survol du réservoir, aucune rampe n'était obstruée par la présence de débris ligneux ou de tourbières flottantes. La probabilité que la rampe de mise à l'eau localisée en aval de la centrale soit obstruée par des accumulations de débris ligneux est nulle. La rampe amont est la plus vulnérable, mais les probabilités qu'elle soit obstruée et inutilisable sont très faibles.

Recommandation

- Assurer une surveillance régulière de ces infrastructures afin de voir à leur dégagement, si requis.

9.1.2 Navigation

Le constat est identique à celui du précédent suivi annuel. Compte tenu des très faibles quantités de débris ligneux flottants observées et de leur relative stabilité, on peut considérer leur dangerosité pour la navigation comme très faible. Néanmoins, il est toujours recommandé que les déplacements sur le réservoir se fassent avec grande prudence.

Recommandation

- Poursuivre les avis aux utilisateurs potentiels du nouveau plan d'eau en lien aux risques associés à la présence des débris ligneux flottants.

9.1.3 Gestion des débris ligneux

Compte tenu des conditions rencontrées dans le réservoir de la Romaine 1 pour la quatrième année consécutive, il est encore fort probable que les apports annuels de débris ligneux flottants aux abords des principaux ouvrages (digue, barrage, prise d'eau, évacuateur de crues) demeurent excessivement faibles, quel que soit l'horizon, dans les conditions actuelles.

Toutefois, la probabilité de voir apparaître de nouvelles tourbières flottantes, le déplacement de celles-ci ainsi que la sensibilité particulière de certaines portions de la berge à l'érosion seront des éléments importants à considérer.

Recommandations

- Assurer une surveillance régulière des infrastructures afin de voir à leur dégagement, si requis.
- Poursuivre le suivi annuel en portant une attention particulière aux tourbières flottantes et à l'érosion des berges.
- Retirer la masse de débris ligneux résiduels aux abords de la prise d'eau.

9.2 Réservoir de la Romaine 2

Le déboisement par les agents naturels se poursuit selon les prévisions dans le réservoir de la Romaine 2. En 2019, sur un total de 339 km de berges (limite extérieure du réservoir et des îles), 88,1 % (298,3 km) était occupé par un ou plusieurs type(s) d'accumulation de débris ligneux et/ou de végétation émergente. Comme lors du précédent suivi annuel, on prévoit que le ramassage des débris ligneux à proximité des installations sera nécessaire pour plusieurs années encore⁴. Le nombre de tourbières flottantes évolue peu (31 unités distinctes) et celles-ci représentent, dans leur grande majorité, un danger très limité pour les installations. Le phénomène d'érosion des berges n'est pas encore observé, conformément aux prévisions de l'étude d'impact environnemental (Hydro Québec, 2007, volume 2).

9.2.1 Accessibilité au plan d'eau

Deux rampes de mise à l'eau ont été aménagées dans le réservoir de la Romaine 2, soit une première au site de la digue E2 et une seconde en aval de la centrale de la Romaine-3 (PK 154).

Lors du survol du réservoir au mois de septembre 2019, la rampe de mise à l'eau au site de la digue E2 était en partie obstruée par des débris résiduels. La rampe du PK 154 était, quant à elle, entièrement dégagée. Ces observations confortent ce qui avait été anticipé lors des suivis précédents à l'effet qu'il était fort probable que la rampe de mise à l'eau localisée au site de la digue E2 soit régulièrement obstruée par des accumulations de débris ligneux et, à l'inverse, il était très peu probable que cette situation se présente dans le cas de la rampe du PK 154.

Recommandation

- Poursuivre le programme de nettoyage périodique des débris ligneux flottants aux sites des ouvrages.

9.2.2 Navigation

Comme spécifié lors des suivis précédents, en raison de la présence de débris ligneux flottants libres et non stabilisés ainsi que des tourbières flottantes un peu partout le long des berges du réservoir de la Romaine 2, les risques pour la navigation doivent être considérés comme élevés. Les déplacements sur le réservoir sont toujours à déconseiller pour les prochaines années.

Recommandations

- Poursuivre les avis aux utilisateurs potentiels du nouveau plan d'eau en lien aux risques associés à la présence de débris ligneux flottants.
- Poursuivre le suivi annuel de l'évolution des accumulations de débris et de tourbières flottantes.

4. À titre d'information, des débris ligneux sont régulièrement retirés de la prise d'eau de la Sainte-Marguerite-3, dont la mise en eau date de l'été 2002 (fin du remplissage). Signalons qu'en 2010, les débris retirés (728 m³) étaient en augmentation par rapport à ceux retirés en 2006 et 2009 (400 m³) (AECOM, 2011).

9.2.3 Gestion des débris ligneux

Si on se réfère aux observations faites dans le cadre de ce cinquième suivi et aux hypothèses confirmées, on peut estimer que l'apport en débris ligneux à proximité des ouvrages a tendance à diminuer puisque aucun nouvel apport significatif n'a été observé au cours du présent suivi. Il reste toutefois des accumulations à proximité des ouvrages non ramassées lors des opérations précédentes. Il faut prévoir que des travaux de ramassage seront encore requis.

Recommandation

- Poursuivre le programme de surveillance des débris ligneux flottants aux sites des ouvrages.

9.3 Réservoir de la Romaine 3

Sur un total de 113 km de berge (limite extérieure du réservoir et des îles), 72,1 % (81,3 km) est occupé par un ou plusieurs type(s) d'accumulation de débris ligneux et/ou de végétation émergente. À l'instar de ce qui s'est produit depuis la mise en eau en mai 2017, on prévoit que le ramassage des débris ligneux à proximité des installations sera nécessaire pour plusieurs années encore.

Trois tourbières flottantes ont été répertoriées et ne représentent, pour le moment, aucun danger pour les installations. Le phénomène d'érosion des berges n'est pas encore observé, conformément aux prévisions de l'étude d'impact environnemental (Hydro Québec, 2007, volume 2).

9.3.1 Accessibilité au plan d'eau

Deux rampes de mise à l'eau ont été aménagées dans le réservoir de la Romaine 3, soit une première entre l'évacuateur de crues et le barrage, et une seconde au PK 187,5 (rampe de mise à l'eau aval de la Romaine-4). Outre ces aménagements, il n'existe aucune autre voie d'accès aménagée pour accéder au réservoir.

La situation qui prévalait en octobre 2018 prévalait encore en septembre 2019. Lors du survol du réservoir, la rampe d'accès située entre le barrage et l'évacuateur de crues n'était pas obstruée. Quant à la rampe située au PK 187,5, elle n'était pas encore obstruée par la présence de débris ligneux, mais déjà la présence de zones d'arbres renversés à proximité directe de celle-ci laisse penser que des débris ligneux pourraient l'obstruer à court terme.

Recommandation

- Poursuivre la surveillance et le programme de nettoyage périodique des débris ligneux flottants aux sites des ouvrages, car on s'attend à ce que le déboisement par les agents naturels poursuivent leurs effets.

9.3.2 Navigation

La situation observée en octobre 2018 prévalait encore en septembre 2019. Compte tenu de la présence de débris ligneux flottants libres et non stabilisés un peu partout le long des berges du réservoir de la Romaine 3, les risques pour la navigation doivent être considérés comme élevés. Les déplacements sur le réservoir sont toujours à déconseiller pour les prochaines années.

Recommandations

- Poursuivre les avis aux utilisateurs potentiels du nouveau plan d'eau en lien aux risques associés à la présence des débris ligneux flottants.
- Poursuivre le suivi annuel de l'évolution des accumulations de débris et des tourbières flottantes.

9.3.3 Gestion des débris ligneux

Si on se rapporte aux observations et hypothèses faites dans le cadre de ce suivi ainsi qu'aux observations réalisées depuis cinq ans sur le réservoir de la Romaine 2, on peut supposer qu'il y aura, pour encore plusieurs années, un apport régulier de débris ligneux flottants dans le secteur des ouvrages et que des travaux de ramassage seront requis sur une base annuelle.

La configuration du réservoir pourrait jouer un rôle sur l'apport de débris ligneux aux ouvrages. L'hypothèse selon laquelle la prise d'eau serait plus sujette aux accumulations de débris ligneux que l'évacuateur de crues, car elle située directement en aval d'une zone où se concentrent plusieurs masses de débris ligneux et de peuplements de végétation émergente avec débris (à moins de 1 km), semblerait se confirmer puisqu'il y a effectivement beaucoup plus d'accumulations au niveau de la prise d'eau qu'au niveau de l'évacuateur de crues.

Recommandations

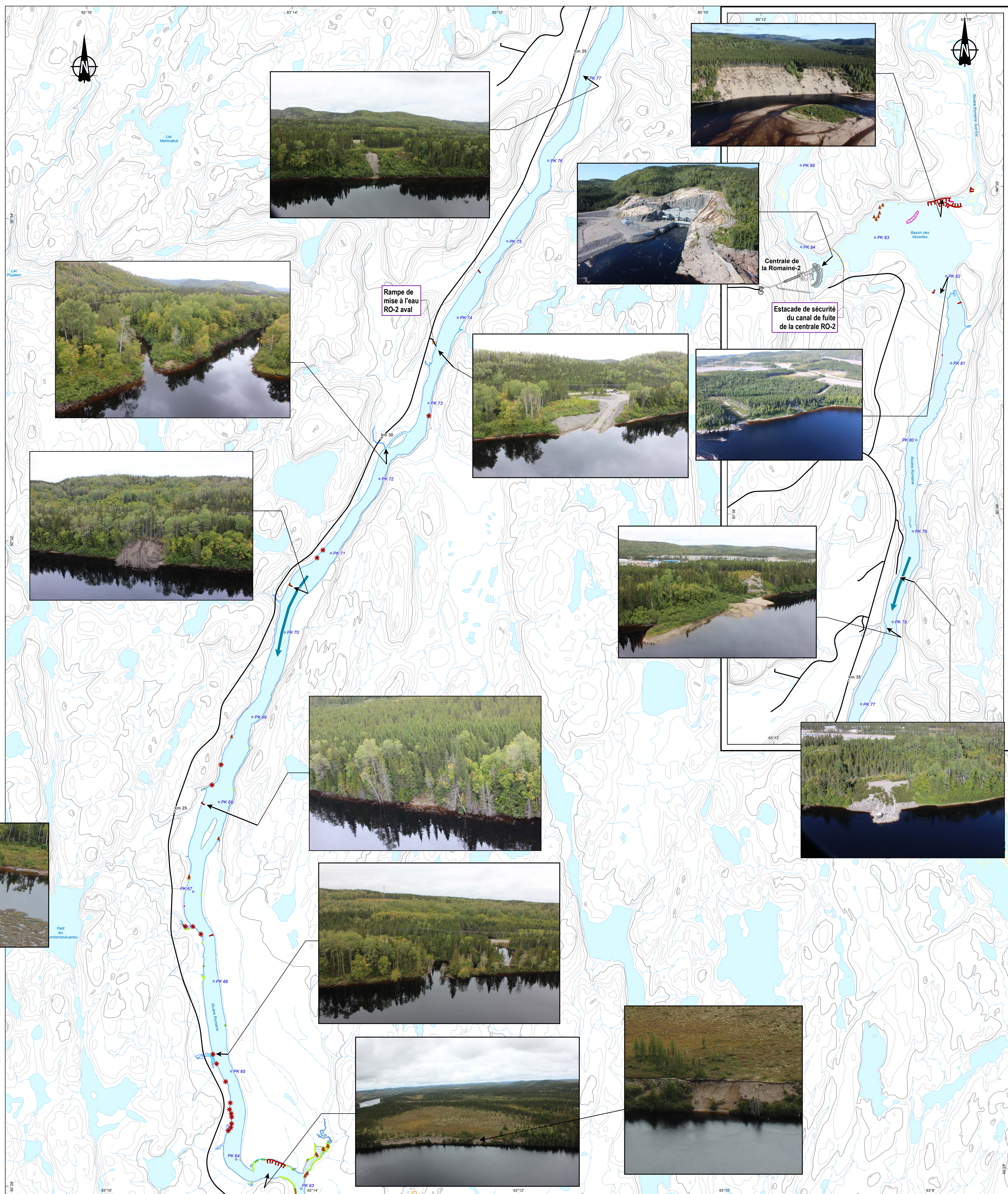
- Poursuivre le programme de surveillance et de nettoyage périodique des débris ligneux flottants aux sites des ouvrages.
- Poursuivre le suivi annuel de l'évolution des accumulations de débris et des tourbières flottantes.

10 Références


- AECOM, 2019. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2018 en phase exploitation. Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes du réservoir de la Romaine 1, 2 et 3*. Hydro-Québec, Direction Production – Manicouagan. 158 p. et annexe.
- AECOM, 2018. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2017 en phase exploitation. Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes du réservoir de la Romaine 1, 2 et 3*. Hydro-Québec, Direction Production – Manicouagan. 122 p. et annexe.
- AECOM, 2017. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2016 en phase exploitation. Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes du réservoir de la Romaine 1 et de la Romaine 2*. Hydro-Québec, Direction Production – Manicouagan. 79 p. et annexe.
- AECOM, 2016. *Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2015 en phase exploitation. Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes du réservoir de la Romaine 2*. Hydro-Québec, Direction Production – Manicouagan. 43 p. et annexe.
- AECOM, 2011. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Bilan des suivis des débris ligneux et des tourbières flottantes en 2010*. Hydro-Québec Production, Direction Production – Manicouagan. 56 p. et annexes.
- AECOM, 2010. *Aménagements hydroélectriques de la Chute-Allard et des Rapides-des-Cœurs. Suivi des débris ligneux 2010*. Hydro-Québec Production. Avril 2011. 23 p. et annexe.
- Canadian Pulp and Paper Association and Pulp and Paper Research Institute of Canada, 1946. *River Drive of Pulp Wood. Efficacy of Technique*. 255 p.
- Consultants forestiers DGR Inc., 2006. *Aménagement hydroélectrique de la rivière Romaine. Études forestières. Analyse de la biomasse*. 28 p.
- Hydro-Québec Équipement, 2013. *Aménagement hydroélectrique de la Péribonka. Suivi des débris ligneux. Rapport 2012*. 23 p.
- Hydro-Québec Production, 2012. *Aménagement hydroélectrique de l'Eastmain-1. Bilan des activités environnementales 2011*.
- Hydro-Québec Production, 2008. *Complexe de la Romaine. Réponses aux questions sur l'étude d'impact sur l'environnement*.
- Hydro-Québec Production, 2007. *Complexe de la Romaine. Étude d'impact sur l'environnement*. 10 volumes.
- Kaweshekami Environnement Inc., 2011. *Centrale de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert. Biefs Rupert. Débris ligneux. Mise à jour des prévisions relatives à l'évolution du déboisement par les agents naturels et à la production des débris ligneux*. Société d'énergie de la Baie James. Mars 2013. 38 p. et annexes.


- Kaweshekami Environnement Inc., 2011. *Centrale de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert. Biefs Rupert amont et aval. Efficacité du déboisement par les agents naturels et suivi des débris ligneux. État de la situation, année 2011*. Société d'énergie de la Baie James. Décembre 2012. 42 p. et annexes.
- Maloney, A., D. Bouchard et J. Ouzilleau, 2006. *Aménagement hydroélectrique de l'Eastmain-1. Suivi environnemental des milieux terrestres et humides 2005. Soulèvement des tourbières*. Société d'énergie de la Baie James. Par Foramec. 41 p. et annexes.
- Poulin Thériault Inc., 1997. *Études forestières du projet SM-3. Lot 1 : Évaluation des débris ligneux*. Hydro-Québec, Direction de projet Sainte-Marguerite 3. Janvier 1997. 157 p. et annexes.
- Tecsult Inc., 2009. *Aménagement hydroélectrique de l'Eastmain 1. Étude de l'efficacité du déboisement par les agents naturels et suivi des débris ligneux. Phase exploitation (septembre 2006 à août 2008)*. Société d'énergie de la Baie James. Avril 2009. 37 p. et annexes.

Annexe 1
Suivi des débris ligneux
Caractérisation de la végétation émergente
et des débris ligneux flottants, année 2019
(carte – 5 feuillets)



SCBAUX





Hydro Québec

034460104005040H


Complexe de la Romaine

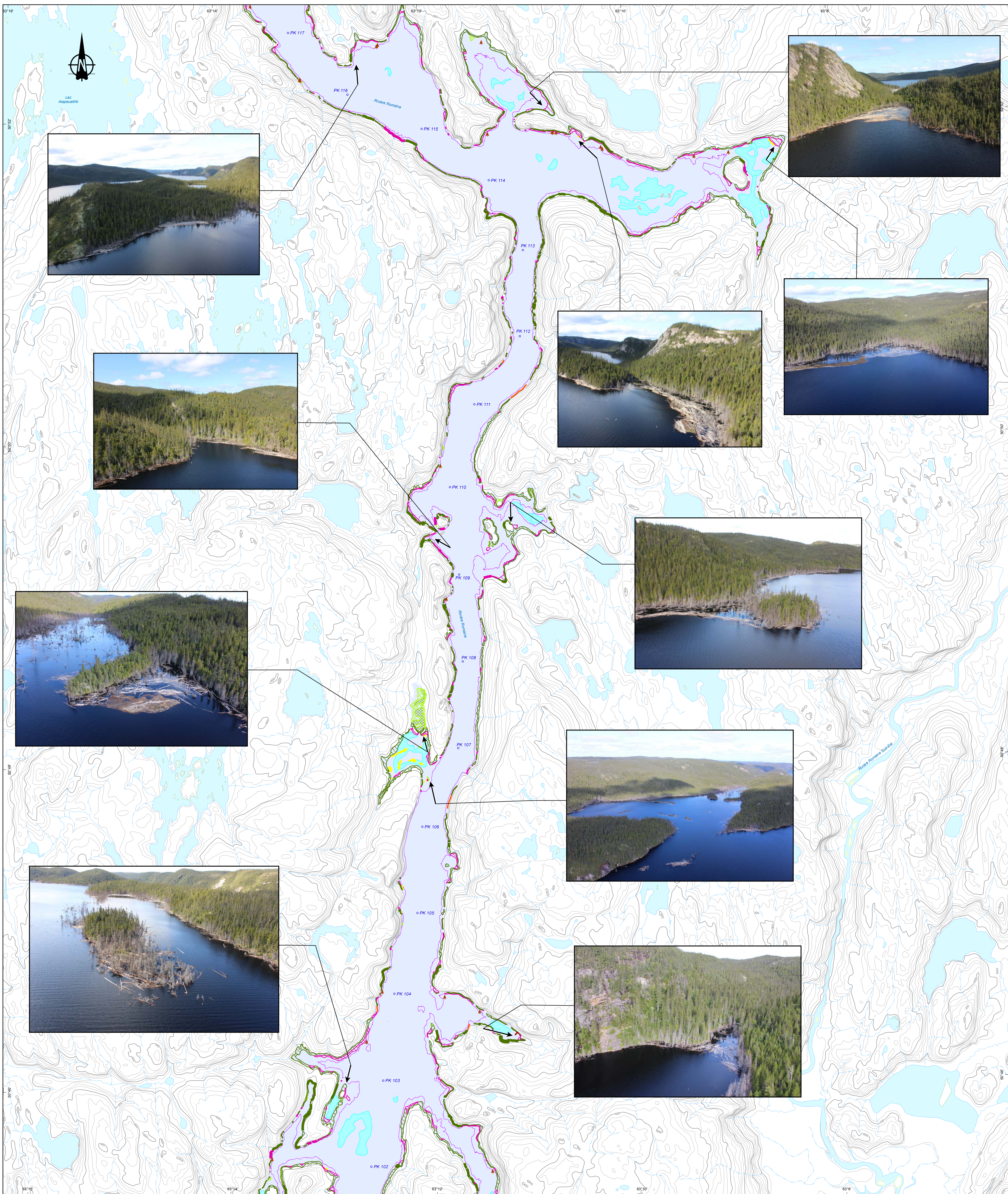
Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes

Caractérisation de la végétation émergente,
des débris ligneux flottants et des tourbières flottantes


Année 2019


Réservoir Romaine 1 - PK 50 à PK 86





SCÉNAUX



 **Hydro Québec**


Complexe de la Romaine

Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes

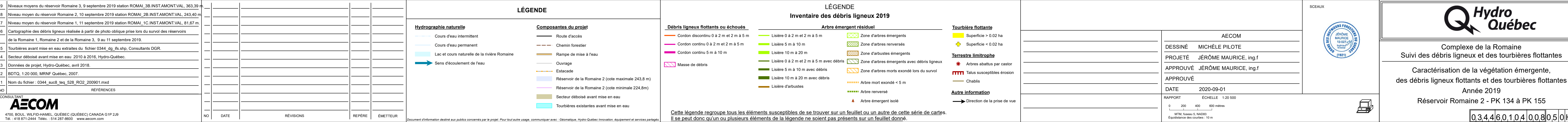
Caractérisation de la végétation émergente,
des débris ligneux flottants et des tourbières flottantes

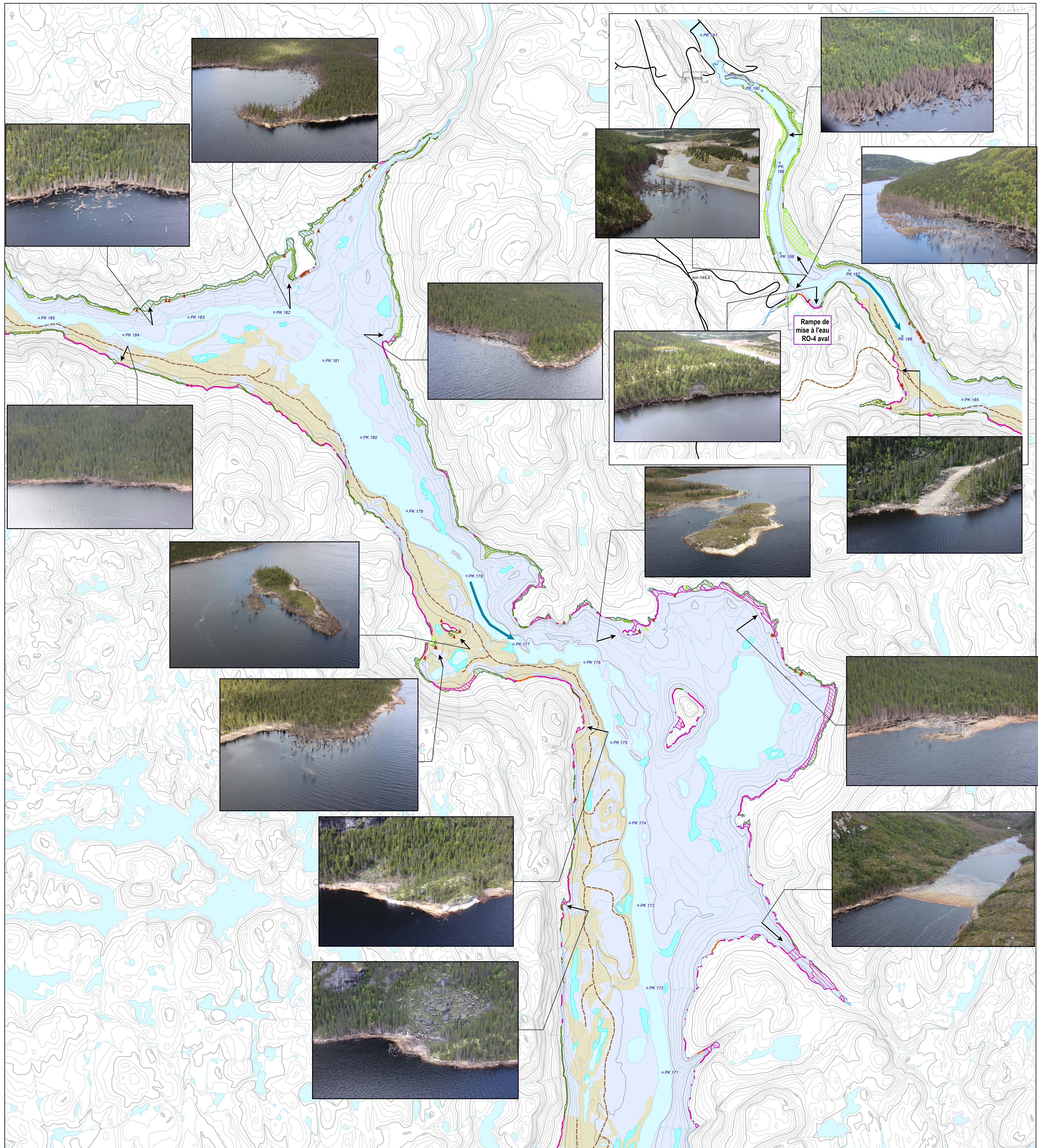
Année 2019


Réservoir Romaine 2 - PK 86 à PK 117



034460104006050HC





 **Hydro Québec**

Complexe de la Romaine
Suivi des débris ligneux et des tourbières flottantes

Caractérisation de la végétation émergente,
des débris ligneux flottants et des tourbières flottantes
Survol année 2019
Réservoir Romaine 3 - PK 155 à PK 190

0	3	4	4	6	0	1	0	4	0	0	9	0	3	0	H
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

