RAPPORT D'ÉTUDE DE SÉCURITÉ DES BARRAGES SUR LE LAC DES PINS

X0005113 ET X0005112

Préparé par :

Simon L'Heureux, ing. jr., M. Sc. A.

Vérifié par :

Vincent Bouré, ing., M. Sc. A.

Mars 2018

733, chemin Jean-Adam
Piedmont
(Québec) J0R 1R3

T 450 227-1857
info@equipelaurence.ca
equipelaurence.ca

Piedmont
Montréal
Mont-Laurier
Sorel-Tracy

PROJET : Barrages du Lac des Pins
Étude de sécurité
Association des propriétaires du Domaine Alpine inc.

DOSSIER : ÉQL / D : 65.17.01

PRÉPARÉ PAR : Simon L'heureux, ing. jr M.Sc.
Équipe Laurence inc.

VÉRIFIÉ PAR : Vincent Bouré, ing. M.Sc.
Équipe Laurence inc.

PRÉSENTÉ À : Madame Francine Gagnon
Association des propriétaires du Domaine Alpine inc.
297, Chemin Pioneer
Saint-Adolphe-d'Howard
J0T 2B0

ÉMISSION : 15 mars 2018

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1
1.1 Mise en contexte et mandat 1
1.2 Contenu du rapport 1
1.3 Présentation sommaire des ouvrages 1
1.4 Sources des données utilisées 2
2 ÉTUDE HYDROLOGIQUE et hydraulique 3
2.1 Présentation du bassin versant 3
2.1.1 À l'amont 3
2.1.2 À l'aval 3
2.2 Méthode d'estimation des débits de crue 3
2.3 Données météorologiques 3
2.4 Hydrogrammes de pluie 4
2.5 Modèle de ruissellement 5
2.6 Capacité d'évacuation et laminage 6
2.7 Résultats 8
3 Crue de sécurité et conséquences 9
3.1 Étude de rupture 10
3.1.1 Méthode de calcul et étendue du modèle 10
3.1.2 Caractéristiques du modèle et hypothèses 10
3.1.3 Résultats 11
3.2 Conséquences modélisées et choix de la crue de sécurité 11
3.3 Revanche 12
4 Fiabilité des appareils d'évacuation 13
5 Étude géotechnique et stabilité des ouvrages 13
6 Travaux correctifs 14
6.1 Revanche 14
6.2 Géotechnique 14

6.3 État général du barrage 14
7 Mise à jour des fiches techniques et révision du classement 15
7.1 Barrage X0005112 15
7.2 Barrage X0005113 15
8 Plan de gestion des eaux retenues 15
9 Références 16
Annexe A 17
Annexe B 17
Annexe C 17
Annexe D 17
Annexe E 17
Annexe F 17

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT

Les barrages X0005112 et X0005113 sont la propriété de l'Association des Propriétaires du Domaine Alpine qui en assure la gestion et l'entretien.

Les barrages ont fait l'objet de visites d'inspection en 2012 et 2016 par Miroslav Chum, ing. qui a exprimé des inquiétudes quant à la revanche des barrages et à la capacité indéterminée des ouvrages d'évacuation.

À la suggestion de M. Chum qui a pris un congé professionnel, le dossier a été repris par Équipe Laurence inc. L'Association des Propriétaires du Domaine Alpine a donc mandaté Équipe Laurence inc. pour réaliser l'étude de sécurité des deux barrages tels que requis selon la Loi sur la Sécurité des Barrages ainsi que pour présenter l'exposé des éventuels travaux correctifs à effectuer pour rendre les ouvrages conformes aux normes de sécurité.

1.2 CONTENU DU RAPPORT

Ce rapport couvre les aspects hydrauliques et hydrologiques nécessaires à l'étude de sécurité d'un barrage tel que prescrit par les articles 48 et 49 du Règlement sur la Sécurité des Barrages. Ce rapport contient également les calculs et vérifications exigées par l'article 57 pour une demande d'autorisation relativement à des travaux correctifs. L'étude de sécurité des barrages X0005112 et X0005113 est réalisée de façon conjointe puisque ces derniers retiennent les eaux du même réservoir.

1.3 PRÉSENTATION SOMMAIRE DES OUVRAGES

Le barrage X0005112 est situé du côté ouest du Lac des Pins et le barrage X0005113 est situé à son extrémité est tel qu'indiqué au plan de localisation (Annexe A). Les deux barrages ont été construits en 1961 pour permettre l'utilisation récréative du Lac des Pins. Les fiches descriptives de la direction de la sécurité des barrages sont présentées à l'Annexe B.

Le barrage X0005112 est une digue en terre de 5,9 m de hauteur sur 60 m de longueur munie d'un écran d'étanchéité en béton sur la portion centrale de sa face amont. La crête du mur de béton est à l'élévation 355,10 m. Une route locale : le Chemin Pioneer, est aménagé sur le talus aval du barrage. Un ouvrage d'évacuation en béton munie d'une vanne de contrôle en acier est aménagé au centre du barrage. Le radier de l'évacuateur est à l'élévation 353,60 m. L'eau évacuée emprunte une conduite de béton passant sous le Chemin Pioneer. Lors d'une visite en octobre 2017, l'ouverture de la vanne était de 0,13 m et le niveau du lac était donc à l'élévation 353,65 m. Nous n'avons pu observer le niveau normal d'exploitation historique, mais selon les

personnes et documents consultés, il s'établit à l'élévation 354,75 m, soit 0,30 m sous la crête du mur de béton.

Le barrage X0005113 est une digue en terre de 2,1 m de hauteur sur 30 m de longueur. Le Chemin Pioneer passe également sur sa face aval. Aucun ouvrage d'évacuation n'est aménagé sur ce site. Le point bas de la crête de la digue est à l'élévation 355,10 m.

1.4 SOURCES DES DONNÉES UTILISÉES

- Les données topographiques pour l'étude hydrologique et l'étude de propagation de l'onde de rupture sont obtenues de cartes topographiques 1 :20 000 ainsi que de relevés LiDAR.
- Les données météorologiques pour l'étude hydrologique sont obtenues de la base de données d'environnement Canada.
- La bathymétrie du réservoir est tirée d'une carte rendue disponible par la municipalité.
- Certains éléments de géométrie des ouvrages ont été relevés sur le terrain à l'aide d'une station GPS, d'un niveau laser et d'un ruban à mesurer.

2 ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

2.1 PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT

2.1.1 À L'AMONT

Le bassin versant du Lac des Pins est peu étendu et couvre une superficie 55 hectares dont 4,9 hectares sont occupés par le réservoir lui-même. Son principal affluent est un petit ruisseau débouchant du côté nord du lac. Ce ruisseau est alimenté par des fossés de drainage des rues. Le territoire du bassin versant est majoritairement boisé et présente un développement résidentiel peu dense. Le relief du bassin versant est vallonné.

2.1.2 À L'AVAL

Le déversoir du barrage X0005112 alimente un ruisseau qui coule vers le sud-ouest. Ce ruisseau croise le Chemin Alpine puis la route 329 à environ 250 m en aval du barrage. Le ruisseau passe par un petit étang puis coule vers le sud-est sous le Chemin J. Robin pour enfin rejoindre le Lac Franc à environ 1,5 km en aval du barrage. Le lac Franc fait partie d'une série de lacs et de tronçons de rivière qui rejoint la Rivière du Nord à quelque 15 km en aval du barrage.

Bien qu'il n'y ait pas d'ouvrage d'évacuation aménagé sur le barrage X0005113, un petit ruisseau est alimenté par les eaux s'infiltrant à travers et sous le barrage. Ce petit ruisseau coule vers le sud et va rejoindre le fossé de drainage de la route 329 à environ 400 m en aval. Ce fossé rejoint ensuite le même réseau hydrographique que l'eau provenant du barrage X0005112.

2.2 MÉTHODE D'ESTIMATION DES DÉBITS DE CRUE

La méthode de transposition depuis un bassin instrumenté est difficile à appliquer puisque les séries de données provenant de bassins versants de dimensions similaires dans la région sont insuffisantes.

La méthode rationnelle peut être appropriée pour un petit bassin comme celui-ci, mais elle est développée pour fournir un débit de pointe et non un hydrogramme des débits répartis dans le temps. Comme nous souhaitons quantifier l'effet du laminage des débits par le réservoir un hydrogramme des débits d'apport est nécessaire.

Pour cette étude, nous utiliserons donc le logiciel SWMM pour la simulation des débits d'entrée au lac et du laminage. Compte tenu de la petite taille du bassin versant, il est réaliste de supposer que les plus fortes crues seront causées par des pluies de grande intensité plutôt que par la fonte printanière des neiges. C'est donc ce premier scénario qui sera étudié.

2.3 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

La station météorologique retenue pour sa proximité et les données disponibles est celle opérée par Environnement Canada à Sainte-Agathe-des-Monts. Les courbes IDF disponibles couvrent des périodes de retour allant de 2 à 100 ans. Comme la récurrence de la crue de sécurité est à priori de 1000 ans pour ce barrage, les intensités de pluie de récurrence 2 à 1000 ans ont été recalculées par ajustement des maximums annuels à une loi Gumbel EV1.

Tableau 1: IDF pour la station de Sainte-Agathe-des-Monts.

mm/h	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	120 min	360 min	720 min	1440 min
2 ans	86,7	65,2	53,7	35,6	22,6	13,6	6,0	3,7	2,2
5 ans	113,9	86,8	72,0	46,4	29,6	17,9	7,8	4,6	2,8
10 ans	131,9	101,1	84,1	53,5	34,2	20,8	8,9	5,2	3,2
25 ans	154,6	119,2	99,5	62,5	40,1	24,4	10,4	6,0	3,7
50 ans	171,5	132,6	110,8	69,2	44,4	27,1	11,5	6,5	4,1
100 ans	188,3	146,0	122,1	75,9	48,7	29,8	12,6	7,1	4,5
1000 ans	243,7	190,0	159,4	97,9	62,9	38,6	16,2	8,9	5,7

2.4 HYDROGRAMMES DE PLUIE

Le temps de concentration du bassin versant devrait être court compte tenu de sa faible superficie. Cependant, comme l'effet de laminage du réservoir sera important, il se peut que des événements de plus longue durée soient plus critiques du point de vue de la remontée du niveau d'eau dans le réservoir. Des pluies de 6 h 12 h et 24 h sont donc générées d'après les formes d'hydrogrammes synthétiques NCRS type II.

2.5 MODÈLE DE RUISSELLEMENT

Le modèle SWMM développé est composé de plusieurs sous-bassins alimentant un réseau de ruisseaux et de fossés en bordure des rues. Les surfaces du lac et des terrains sont représentées par des sous-bassins distincts. Les caractéristiques des bassins versants terrestres sont déterminées en prenant en compte les superficies de surfaces imperméables et des routes et des habitations.

Les ruisseaux et fossés sont représentés par des canaux à surface libre. Les paramètres du modèle présentés au Tableau 2 fixés en accord avec les recommandations du Manuel de calcul et de conception des ouvrages de gestion des eaux pluviales du MDDELCC (2017).

Tableau 2: Paramètres du modèle SWMM

Paramètres des sous-bassins boisés	
% de surfaces imperméables	9 %
Pertes initiales imper.	1,5 mm
Coefficient de Manning imper.	0,02
Pertes initiales perméables	17,7 mm
Coefficient de Manning perméable	0,39
Pente	Variable
Capacité maximale d'infiltration (Horton)	75 mm/h
Capacité minimale d'infiltration (Horton)	7,5 mm/h
Constante de décroissance (Horton)	4 h^{-1}
Paramètres des lacs	
% de surfaces imperméables	100 %
Capacité d'emmagasinement	Surface constante
Paramètres des ruisseaux	
Géométrie de la section	Trapézoïdale
Largeur du fond	1 m
Pente des côtés	2H : 1V
Coefficient de Manning	0,05

2.6 CAPACITÉ D'ÉVACUATION ET LAMINAGE

L'ouvrage d'évacuation est un déversoir en béton de 1 m de largeur muni d'une vanne de fermeture en acier. Lors d'une visite d'inspection, le mécanisme d'ouverture ne semblait pas opérationnel. L'ouverture actuelle de la vanne est de 0,13 mm de hauteur. Cette vanne devra possiblement être retirée ou son mécanisme réparé pour obtenir une capacité d'évacuation suffisante.

La capacité d'évacuation en fonction de la hauteur d'eau au-dessus du déversoir est illustrée à la Figure 1 pour les deux configurations ci-dessous.

1. Vanne dans la position actuelle modélisée par un orifice rectangulaire de 1 m x 0,13 m avec un coefficient de décharge de 0,6.
2. Vanne retirée modélisée par un déversoir à surface libre de 1 m de largeur avec un coefficient de débit de 1,8 $m^{0,5}/s$

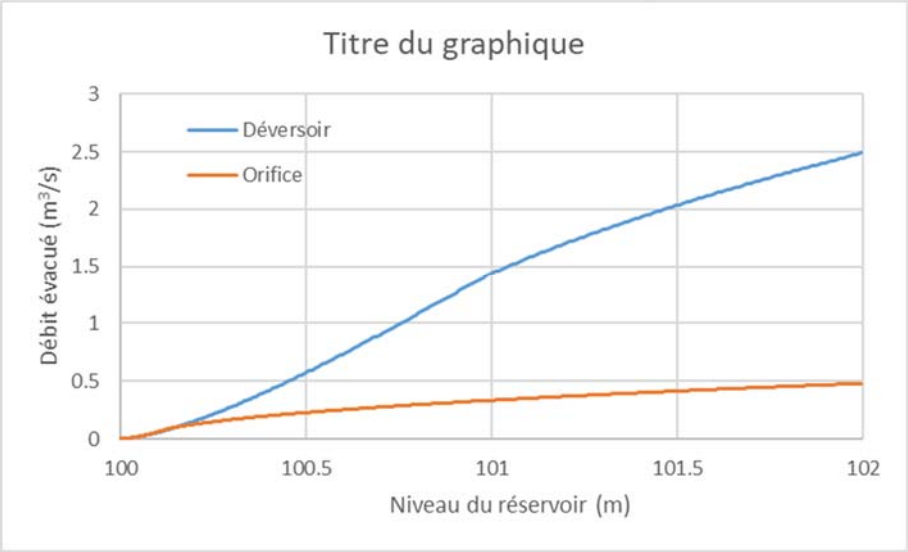


Figure 1: Capacité d'évacuation

Le calcul de laminage prend en compte les débits d'apports, la courbe d'emmagasinement du réservoir ainsi que la capacité d'évacuation du déversoir. La courbe d'emmagasinement du réservoir présentée à la Figure 2 est établie d'après le relevé bathymétrique du lac (Annexe C). Au-dessus du niveau normal d'exploitation, la superficie du réservoir est supposée constante à 4,9 ha.

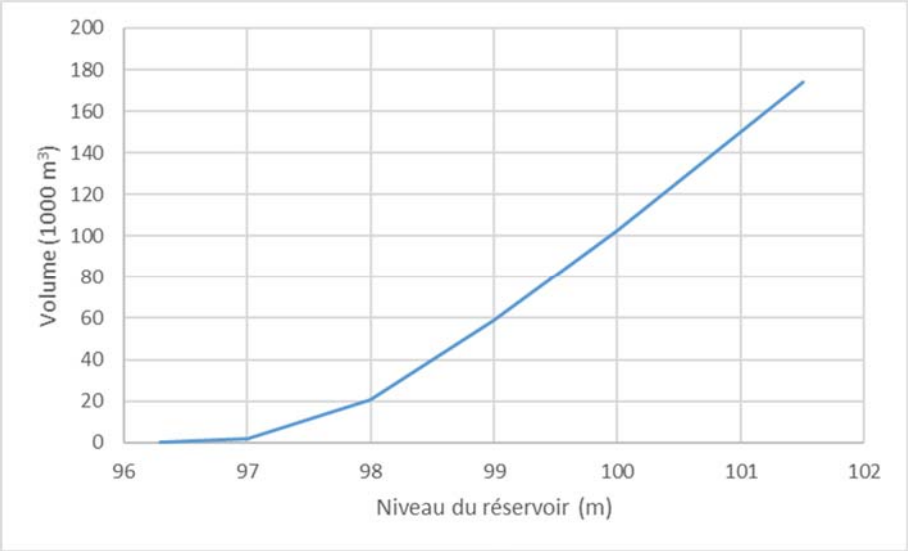


Figure 2: Courbes d'emmagasinement du réservoir

2.7 RÉSULTATS

Les résultats du modèle de simulation sont présentés au Tableau 3 pour différents scénarios correspondant à des crues 1 :1000 ans et 1 :100 ans. Pour chaque cas, le niveau initial du réservoir est fixé au niveau du seuil soit 353,65 m.

Tableau 3: Résultats du modèle de laminage de crue

Configuration du déversoir	Récurrence	Durée	Niveau maximum (m)	Débit entrant max (m^3/s)	Évacuation max (m^3/s)
Avec la vanne en place	1000 ans	6 h	354,08	7,7	0,22
		12 h	354,11	11,1	0,23
		24 h	354,12	11,0	0,23
	100 ans	6 h	353,88	4,2	0,16
		12 h	353,92	6,3	0,17
		24 h	353,94	6,5	0,18
Vanne retirée	1000 ans	6 h	354,05	7,7	0,49
		12 h	354,08	11,1	0,54
		24 h	354,08	11,0	0,55
	100 ans	6 h	353,87	4,2	0,24
		12 h	353,91	6,3	0,29
		24 h	353,92	6,5	0,31

On remarque que ce sont les événements de plus longue durée qui entraînent une remontée plus importante du niveau du réservoir. En effet, l'effet de laminage du lac et la capacité d'infiltration des sols limitent l'impact des événements de plus courte durée.

La présence de la vanne d'acier dans sa position actuelle n'a pas un impact très important sur la remontée du niveau en période de crue. En effet, on remarque que pour tous les scénarios considérés, la différence de niveau est d'au plus 4 cm entre les configurations avec et sans vanne.

3 CRUE DE SÉCURITÉ ET CONSÉQUENCES

Tel que stipulé par l'article 24 du Règlement sur la Sécurité des Barrages, la crue de sécurité applicable à tous les barrages d'un même réservoir. Dans le cas présent, le barrage X0005112 est celui dont les conséquences potentielles sont les plus importantes en raison de sa plus grande hauteur de retenue et de la proximité des routes et habitations en aval. La détermination de la crue de sécurité est donc réalisée seulement pour le barrage X0005112 et sera ensuite appliquée au barrage X0005113.

La détermination de la crue de sécurité se fait à priori par l'étude des conséquences potentielles lors d'une rupture de barrage. Le Tableau 4 présente les infrastructures à l'aval du barrage qui pourraient être affectées par l'inondation. Les niveaux de conséquences correspondants sont déterminés en accord avec l'article 17 du règlement sur la sécurité des barrages.

Tableau 4 : Détermination du niveau de conséquences à priori

Infrastructures potentiellement touchées	Niveau de conséquences associé
Chemin Pioneer, Chemin Alpine Chemin du Tyrol Chemin J. Robin (routes locales)	« faible »
Route 329 (route régionale)	« moyen »
Environ 10 résidences dont certaines permanentes	« moyen »

Le niveau de conséquence d'une rupture est donc à priori « moyen ». La crue de sécurité correspondante selon l'article 21 du règlement est la crue millénale (1 :1000 ans).

3.1 ÉTUDE DE RUPTURE

3.1.1 MÉTHODE DE CALCUL ET ÉTENDUE DU MODÈLE

Le débit de rupture du barrage est modélisé avec le logiciel SWMM. La propagation de l'onde de rupture est modélisée à l'aide du logiciel de simulation hydraulique unidirectionnel HEC-RAS. Le modèle couvre le ruisseau en aval du barrage X0005112 jusqu'au Lac Franc. L'onde de rupture serait significativement atténuée en ce point et aucune conséquence ne serait à prévoir plus en aval.

3.1.2 CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE ET HYPOTHÈSES

Plusieurs scénarios sont étudiés pour la rupture du barrage soit une rupture par temps sec, et une rupture lors de la crue 1 :1000 ans ainsi que le passage de la crue 1 :1000 ans sans rupture.

Avant la rupture, le même modèle SWMM décrit à la section 0 est utilisé pour calculer le niveau du réservoir. Au moment où le niveau dans le réservoir est au plus haut, la formation d'une brèche est simulée par l'ajout d'un déversoir additionnel. Les dimensions de la brèche sont calculées selon la méthode proposée par Macdonald (1984) et basée sur le volume de remblai pouvant être érodé par le volume d'eau contenu dans le réservoir. L'utilisation de cette méthode est prudente puisqu'elle a été développée pour des barrages en remblais non revêtus. Puisque le barrage X0005112 est renforcé d'un écran de béton sur sa face amont, les dimensions de la brèche seraient vraisemblablement plus petites.

La brèche ainsi modélisée est de forme trapézoïdale avec une profondeur de 5,2 m (distance entre le sommet de la crête et le fond du lac) des pentes de côté de 1 :1,4 et une largeur à la base de 4 m pour le scénario de rupture lors de la crue 1 :1000 ans et de 2 m pour le scénario de rupture par temps sec. Le temps de formation de la brèche est estimé à 20 minutes.

Les débits de brèche ainsi calculés avec le modèle SWMM sont ensuite injectés dans un modèle Hec-Ras pour calculer la propagation de l'onde de rupture. La géométrie des sections d'écoulement dans le modèle Hec-Ras est déterminée à partir de données d'élévation LiDAR du terrain à l'aval du barrage.

La modélisation de l'écoulement dans les sections du modèle se fait avec des coefficients de Manning de 0,05 pour le lit principal et de 0,4 pour le lit secondaire. Les coefficients de perte d'énergie par contraction et expansion de l'écoulement d'une section à l'autre sont respectivement fixés à 0,1 et 0,3.

3.1.3 RÉSULTATS

Le niveau maximal des eaux atteint lors d'une rupture est illustré sur les cartes d'inondations présentées à l'Annexe .

3.2 CONSÉQUENCES MODÉLISÉES ET CHOIX DE LA CRUE DE SÉCURITÉ

En superposant des photographies satellites aux zones d'inondation, le nombre de résidences touchées a été déterminé et est présenté au Tableau 5.

On constate qu'une partie des infrastructures identifiées à l'aval seraient effectivement touchées par les inondations résultant d'une rupture du barrage. Puisque ces infrastructures incluent une route régionale ainsi que 6 résidences, dont certaines permanentes, le niveau de conséquences est considéré « moyen » d'après l'article 17 du Règlement sur la Sécurité des Barrages. Conformément à l'article 21, on peut donc confirmer que la crue de sécurité applicable est la crue 1 :1000 ans.

Tableau 5: Infrastructures touchées par les inondations

Scénarios	Sans rupture	Avec rupture	Différence attribuable à la rupture
1:1000 ans	2 routes locales 2 résidences	4 routes locales 1 route régionale 7 résidences	2 route locale 1 route régionale 5 résidences
Temps sec	0	4 routes locales 1 route régionale 6 résidences	4 routes locales 1 route régionale 6 résidences

3.3 REVANCHE

L'article 20 du règlement d'application de la loi sur la sécurité des barrages prévoit que les barrages doivent pouvoir résister à la crue de sécurité tout en « présentant un fonctionnement sûr, quelques dommages au barrage et une réduction des coefficients de sécurité, jusqu'à la limite théorique de la rupture, étant acceptés. »

Pour un barrage susceptible à l'érosion, cela implique que le niveau du réservoir ne dépasse pas le niveau de la crête. L'article 25 du même règlement impose ainsi une revanche de 1 m au-dessus du niveau atteint par la crue de sécurité.

Les deux barrages sont considérés susceptibles à l'érosion. En effet, bien que le barrage X0005112 possède un élément d'étanchéité en béton, l'érosion du talus aval en terre en cas de débordement compromettrait la stabilité du mur de béton.

L'analyse du pourtour du réservoir ne révèle aucun autre point bas que les deux barrages X0005112 et X0005113. La crête des deux barrages présente un point bas à la même élévation de 355,15 m. Selon les niveaux maximums atteints lors de la crue de sécurité 1 :1000 ans présentés au Tableau 3, les hauteurs de revanche disponibles sont de 0,98 m pour le déversoir dans sa position actuelle et de 1,02 m si la vanne était retirée. L'exigence minimale de 1 m de revanche est donc respectée pour les deux barrages.

Toutefois, la capacité d'évacuation n'est pas suffisante pour assurer le respect de la revanche lors du passage de la crue de sécurité si le niveau du lac est maintenu à son niveau normal historique.

4 FIABILITÉ DES APPAREILS D'ÉVACUATION

L'évènement générant la crue de sécurité étant un orage extrême, la gestion du niveau d'eau par une vanne nécessite un temps de réponse presque immédiat.

En ce sens, la fiabilité de l'appareil d'évacuation dans son état actuel, bien que facilement accessible, est jugée « inadéquate ».

5 ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET STABILITÉ DES OUVRAGES

Pour un barrage dont le niveau des conséquences est supérieur à « moyen », l'article 48 du Règlement sur la sécurité des barrages prévoir la vérification de la stabilité des ouvrages et du terrain de fondation par la réalisation d'une étude géotechnique.

Une étude géotechnique a ainsi été commandée et est présentée à l'Annexe E. Les principales conclusions de cette étude sont :

Pour la digue X0005113 :

- Les coefficients de sécurité pour les simulations de stabilité des talus amont et aval sont acceptables en conditions de charges statiques et sismiques.
- Le sol de fondation ne présente pas de risque de liquéfaction en cas de séisme.
- Le gradient hydraulique au pied aval de la digue indique que le risque d'érosion interne est minime.

Pour le barrage X0005112 :

Compte tenu de la nécessité de procéder à des travaux au niveau du déversoir pour en augmenter la capacité. L'analyse de la stabilité détaillée de ce déversoir se fera en même temps que la demande d'autorisation pour travaux de modification. L'étude géotechnique note pour le moment un état « acceptable » du barrage et propose de vérifier le contact béton-roc avant d'entreprendre des travaux de modification.

6 TRAVAUX CORRECTIFS

6.1 REVANCHE

La capacité d'évacuation du déversoir est insuffisante pour un maintien du niveau normal d'exploitation historique. La capacité d'évacuation, la fiabilité de l'appareil d'évacuation et/ou la crête des ouvrages de retenu doivent être modifiées pour obtenir un niveau de performance acceptable et sécuritaire.

6.2 GÉOTECHNIQUE

Pour la digue X0005113 :

Aucun correctif n'est requis pour l'instant. L'étude géotechnique recommande un suivi de l'érosion à la base du talus aval et l'installation d'un tapis drainant si des signes d'érosion interne sont observés.

Pour le barrage X0005112 :

Des travaux correctifs pourraient être requis en fonction des conclusions des simulations de stabilité lesquels et seront détaillés dans une éventuelle demande d'autorisation pour travaux correctifs.

6.3 ÉTAT GÉNÉRAL DU BARRAGE

Les fissures dans le déversoir de béton doivent être réparées. Ces réparations ne sont pas urgentes et peuvent attendre la présentation d'une éventuelle demande d'autorisation pour travaux correctifs.

7 MISE À JOUR DES FICHES TECHNIQUES ET RÉVISION DU CLASSEMENT

Les informations disponibles dans les fiches techniques ainsi que le classement des barrages sont révisées en fonction des mesures effectuées et des travaux correctifs suggérés. Le déversoir sans la vanne d'acier est donc considéré.

La classe des barrages est établie en fonction du risque qu'ils représentent. Ce risque est établi selon la méthodologie prescrite dans le règlement sur la sécurité des barrages. Le pointage de risque calculé est le produit des pointages associés à aux paramètres de vulnérabilité variable, aux paramètres de vulnérabilité constante, et au niveau de conséquence en cas de rupture. Le détail des pointages attribués est présenté à l'Annexe F.

7.1 BARRAGE X0005112

Le pointage de risque révisé pour ce barrage est de 38. Il s'agit d'un barrage à forte contenance de classe C.

Plusieurs des informations présentes dans l'actuelle fiche technique demeurent inchangées. Les quelques points suivants devraient toutefois être modifiés.

- La hauteur de retenue du barrage depuis le fond du réservoir (dans ce secteur) jusqu'au niveau normal d'exploitation est de 2 m. Depuis le fond du réservoir jusqu'au niveau de la crête, la hauteur est de 3,5 m.
- La capacité de retenue calculée au niveau normal d'exploitation est de 106 038 m et de 173 894 m au niveau de la crête.

7.2 BARRAGE X0005113

Le pointage de risque révisé pour ce barrage est de 30,7. Il s'agit d'un barrage à forte contenance de classe C.

L'ensemble des informations présentes dans l'actuelle fiche technique est conforme à nos mesures et demeure inchangé.

8 PLAN DE GESTION DES EAUX RETENUES

Un plan de gestion des eaux retenues devra être rédigé et transmis aux autorités locales notamment à la sécurité civile de la municipalité de Saint-d'Adolphe-d'Howard lorsque la nouvelle configuration du déversoir sera déterminée. Un plan de gestion pour la configuration existante est joint en Annexe.

9 RÉFÉRENCES

MacDonald, Thomas et Jennifer Langridge-Monopolis, 1984, *Breaching Characteristics of Dam Failures*, Journal of Hydraulic Engineering, vol. 110, no. 5, p. 576-586

ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, 2017, *Manuel de calcul et de conception des ouvrages municipaux de gestion des eaux pluviales.* Chapitre 10

ANNEXES

ANNEXE A#	**Plan de localisation**
ANNEXE B#	**Fiches techniques des barrages CEHQ**
ANNEXE C#	**Relevé bathymétrique**
ANNEXE D#	**Carte d'inondation**
ANNEXE E#	**Étude géotechnique**
ANNEXE F	**Calcul de classement des barrages**

ANNEXE A

ÉQUIPE LAURENCE
EXPERTS-CONSEILS

Projet:
ÉTUDE DE SÉCURITÉ DES BARRAGES X0005112 ET X0005113
MUNICIPALITÉ DE ESTÉREL

Titre:
PLAN DE LOCALISATION
ÉCHELLE 1:15000

Date: 2018/02/21

Dossier: 65.17.01

Feuille: **CR-01**

ANNEXE B

Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques
Québec

Expertise hydrique et barrages

NOM DU BARRAGE : —
Numéro du barrage : X0005112

LOCALISATION
Région administrative : Laurentides
Municipalité : Saint-Adolphe-d'Howard
MRC : Les Pays-d'en-Haut
Coordonnées NAD83 : Latitude : 45° 55' 37"
Longitude : -74° 17' 22"
Nom du réservoir : PINS (DES)
Territoire(s) : —
Aménagement(s) : —

HYDROGRAPHIE

Type	Numéro	Nom	Numéro	Nom du bassin primaire
Lac	57742	Pins, Lac Des	04300000	Outaouais, Rivière des
Cours d'eau	04013046	Trib.45D.55M.33S.-74D.19M.00S.	04300000	Outaouais, Rivière des
Bassin	04013000	Simon, Rivière à	04300000	Outaouais, Rivière des
Bassin	04010000	Nord, Rivière du	04300000	Outaouais, Rivière des
Bassin	04300000	Outaouais, Rivière des	04300000	Outaouais, Rivière des

CARACTÉRISTIQUES
Catégorie administrative : Forte contenance

Type(s) d'utilisation : Récréatif et villégiature

Hauteur du barrage : 5,9 m
Hauteur de la retenue : 5,5 m
Type de barrage : Écran de béton à l'amont d'une digue de terre
Classe : C
Zone sismique : 4
Superficie du bassin versant : 0.7 km²

Capacité de retenue : 267 300 m³
Longueur de l'ouvrage : 60 m
Type de terrain de fondation : Alluvion ou nature inconnue
Niveau des conséquences : —
Superficie du réservoir : 4,9 ha
Longueur de refoulement : --- m

Année de construction : 1961
Année de modification : —

ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ
Étude d'évaluation de la sécurité

Année de la dernière étude réalisée :	—
Année de la prochaine étude à réaliser :	2007

Exposé des correctifs et calendrier de mise en oeuvre

Réception :	—
Étape d'analyse de l'approbation :	—
Approbation :	—
Étape de réalisation des correctifs :	—

PROPRIÉTAIRE(S) OU MANDATAIRE(S)

Nom :	L'Association des propriétaires Domaine Alpine inc.
Adresse :	297, chemin Pioneer Saint-Adolphe-d'Howard (Québec)
Code postal :	J0T2B0

Glossaire Nouvelle recherche Pour nous joindre

« — » : le tiret indique que le renseignement n'était pas disponible au moment de la dernière mise à jour ou n'existe pas. C'est notamment le cas lorsque le barrage ou le cours d'eau n'a pas de désignation officielle à la Commission de toponymie du Québec.

« personne physique » : indique que le propriétaire est une personne physique et que ses nom et adresse ne sont pas diffusés.

| Accessibilité | Accès à l'information |

Québec

© Gouvernement du Québec, 2003

Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques
Québec

Expertise hydrique et barrages

NOM DU BARRAGE : —
Numéro du barrage : X0005113

LOCALISATION
Région administrative : Laurentides
Municipalité : Saint-Adolphe-d'Howard
MRC : Les Pays-d'en-Haut
Coordonnées NAD83 : Latitude : 45° 55' 41"
Longitude : -74° 17' 8"
Nom du réservoir : PINS (DES)
Territoire(s) : —
Aménagement(s) : —

HYDROGRAPHIE

Type	Numéro	Nom	Numéro	Nom du bassin primaire
Lac	57742	Pins, Lac Des	04300000	Outaouais, Rivière des
Cours d'eau	04013046	Trib.45D.55M.33S.-74D.19M.00S.	04300000	Outaouais, Rivière des
Bassin	04013000	Simon, Rivière à	04300000	Outaouais, Rivière des
Bassin	04010000	Nord, Rivière du	04300000	Outaouais, Rivière des
Bassin	04300000	Outaouais, Rivière des	04300000	Outaouais, Rivière des

CARACTÉRISTIQUES
Catégorie administrative : Forte contenance (parent)

Type(s) d'utilisation : Récréatif et villégiature

Hauteur du barrage :	2,1 m	**Capacité de retenue :**	82 620 m³
Hauteur de la retenue :	1,7 m	**Longueur de l'ouvrage :**	30 m
Type de barrage :	Terre	**Type de terrain de fondation :**	Alluvion ou nature inconnue
Classe :	C	**Niveau des conséquences :**	—
Zone sismique :	4	**Superficie du réservoir :**	4,9 ha
Superficie du bassin versant :	0.7 km²	**Longueur de refoulement :**	--- m
Année de construction :	1961	**Année de modification :**	—

ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ

Étude d'évaluation de la sécurité

Année de la dernière étude réalisée :	—
Année de la prochaine étude à réaliser :	2016

Exposé des correctifs et calendrier de mise en oeuvre

Réception :	—
Étape d'analyse de l'approbation :	—
Approbation :	—
Étape de réalisation des correctifs :	—

PROPRIÉTAIRE(S) OU MANDATAIRE(S)

Nom :	L'Association des propriétaires Domaine Alpine inc.
Adresse :	297, chemin Pioneer Saint-Adolphe-d'Howard (Québec)
Code postal :	J0T2B0

Glossaire Nouvelle recherche Pour nous joindre

« — » : le tiret indique que le renseignement n'était pas disponible au moment de la dernière mise à jour ou n'existe pas. C'est notamment le cas lorsque le barrage ou le cours d'eau n'a pas de désignation officielle à la Commission de toponymie du Québec.

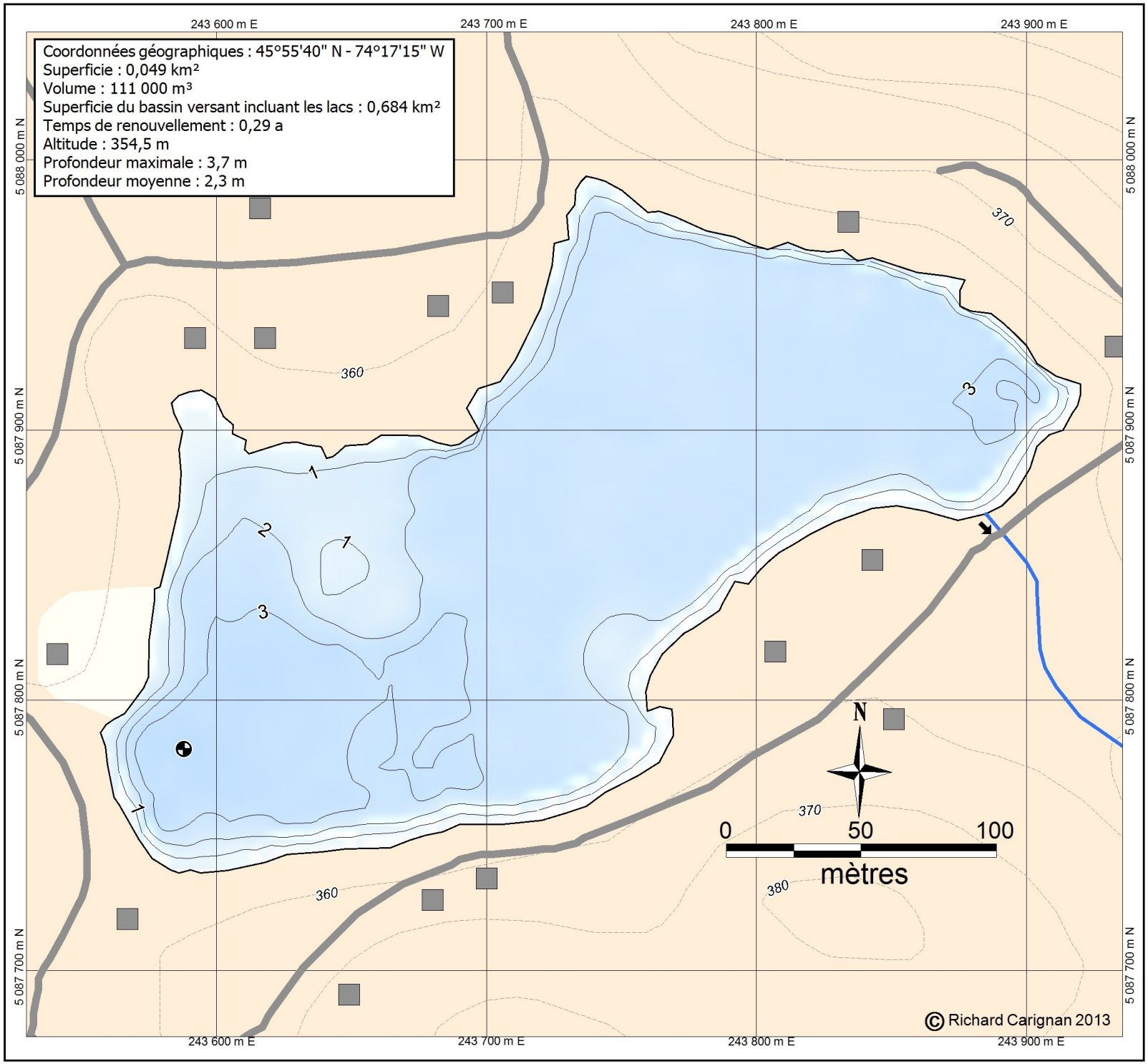
« personne physique » : indique que le propriétaire est une personne physique et que ses nom et adresse ne sont pas diffusés.

| Accessibilité | Accès à l'information |

Québec

© Gouvernement du Québec, 2003

ANNEXE C



Lac sans toponyme
(nom local : Lac des Pins)

Saint-Adolphe-d'Howard
MRC des Pays-d'en-Haut

Légende

- Chemin
- Isobathe 1 m
- Contour altimétrique
- Ruisseau permanent
- Bâtiment
- Forêt
- Milieu ouvert

Fosse ⊕ **3,7 m**

45,92714° -74,28925°
45° 55' 37,7" N 74° 17' 21,3" W

Université de Montréal

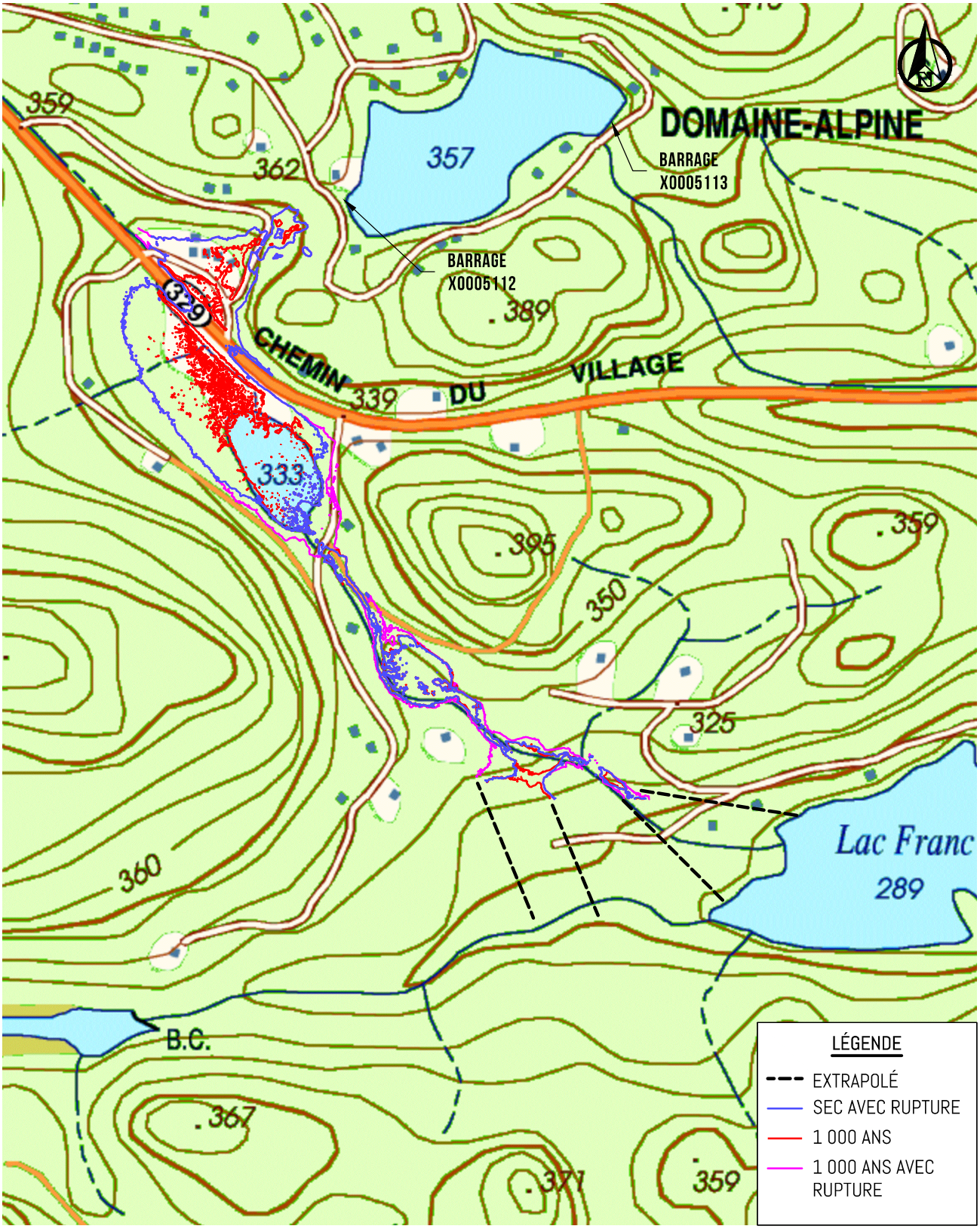
Bleu Laurentides

MRN, BDTQ (2009) 1:20 000
Bassin versant : MDDEFP 2010
Levés bathymétriques et GPS : 11 juillet 2013
Catherine Lavallée-Chouinard et
Magali Noiseux-Laurin
Correction différentielle OmniStar HP
Projection MTM fuseau 8, NAD83
Référence altimétrique CGVD28

Laboratoire de Richard Carignan
Station de biologie des Laurentides,
Université de Montréal - octobre 2013

Produite en collaboration avec le Conseil régional de l'environnement des Laurentides

ANNEXE D



ÉQUIPE LAURENCE
EXPERTS-CONSEILS

Projet:
ÉTUDE DE SÉCURITÉ DES BARRAGES X0005112 ET X0005113
MUNICIPALITÉ DE ESTÉREL

Titre:
ZONES INONDÉES PAR LA RUPTURE DU BARRAGE X0005112
ÉCHELLE 1:7500

Date: 2018/02/21

Dossier: 65.17.01

Feuille: **CR-03**

ANNEXE E

Classement du barrage *Règlement sur la sécurité des barrages*
X0005112 *Chapitre III Section I*

Paramètres physiques constants

Paramètre	Valeur	Points
Hauteur du barrage	5.90 m	1.2
Type de barrage	Écran de béton ou de palplanches en acier à l'amont d'une digue en terre	6
Capacité de retenue	173 000 m3	1.0
Terrain de fondation	Alluvion ou nature inconnue	10

Vulnérabilité (VC)	Moyenne	4.5

Paramètres physiques variables

Paramètre	Valeur	Points
Âge du barrage	57 ans	1.15
Zone de seismicité	4	6
Fiabilité des appareils d'évacuation	Adéquate	1
État du barrage	Bon	3

Vulnérabilité (VV)	Moyenne	2.8

Niveau de conséquences en cas de rupture

Paramètre	Valeur	Points
Niveau de conséquences	Moyen	3

Classe du barrage

Mesure de la vulnérabilité	V = VC * VV = 4.5 * 2.8 =	12.7
Mesure des conséquences	C =	3
Pointage final	P = V * C = 12.7 * 3 =	38.0
	Classe du barrage :	C

Catégorie administrative : Forte contenance

Classement du barrage *Règlement sur la sécurité des barrages*
X0005113 *Chapitre III Section I*

5.2

Paramètres physiques constants

Paramètre	Valeur	Points
Hauteur du barrage	2.10 m	1.0
Type de barrage	Terre	10
Capacité de retenue	82 620 m3	1.0
Terrain de fondation	Alluvion ou nature inconnue	10

Vulnérabilité (VC)	Moyenne	5.5

Paramètres physiques variables

Paramètre	Valeur	Points
Âge du barrage	57 ans	1.15
Zone de seismicité	4	6
Fiabilité des appareils d'évacuation	Adéquate	1
État du barrage	Bon	3

Vulnérabilité (VV)	Moyenne	2.8

Niveau de conséquences en cas de rupture

Paramètre	Valeur	Points
Niveau de conséquences	Faible	2

Classe du barrage

Mesure de la vulnérabilité	V = VC * VV = 5.5 * 2.8 =	15.3
Mesure des conséquences	C =	2
Pointage final	P = V * C = 15.3 * 2 =	30.7
	Classe du barrage :	C

Catégorie administrative : Forte contenance

ANNEXE F

PLAN DE GESTION DES EAUX RETENUES

Le présent document comprend les éléments nécessaires au plan de gestion des eaux de retenues des barrages du Lac des Pins tel que prescrit par la loi sur la sécurité des barrages (règlement d'application, article 30) à savoir :

- La description du réseau hydrographique.
- Les caractéristiques hydrauliques et hydrologiques du réservoir et des ouvrages d'évacuation.
- Les mesures de gestion des eaux de retenues appliquées.
- La stratégie de communication des risques.

1 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

1.1 À L'AMONT

Le bassin versant du Lac des Pins est peu étendu et couvre une superficie 55 hectares dont 4,9 hectares sont occupés par le réservoir lui-même. Son principal affluent est un petit ruisseau débouchant du côté nord du lac. Ce ruisseau est alimenté par des fossés de drainage des rues. Le territoire du bassin versant est majoritairement boisé et présente un développement résidentiel peu dense. Le relief du bassin versant est vallonné.

1.2 À L'AVAL

Le déversoir du barrage X0005112 alimente un ruisseau qui coule vers le sud-ouest. Ce ruisseau croise le Chemin Alpine puis la route 329 à environ 250 m en aval du barrage. Le ruisseau passe par un petit étang puis coule vers le sud-est sous le Chemin J. Robin pour enfin rejoindre le Lac Franc à environ 1,5 km en aval du barrage. Le lac Franc fait partie d'une série de lacs et de tronçons de rivière qui rejoint ultimement la Rivière du Nord à quelques 15 km en aval du barrage.

Bien qu'il n'y ait pas d'ouvrage d'évacuation aménagé sur le barrage X0005113, un petit ruisseau est alimenté par les eaux s'infiltrant à travers et sous le barrage. Ce petit ruisseau coule vers le sud et va rejoindre le fossé de drainage de la route 329 à environ 400 m en aval. Ce fossé rejoint ensuite le même réseau hydrographique que l'eau provenant du barrage X0005112.

2 CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUES

2.1 OUVRAGE D'ÉVACUATION

Le Lac des Pins possède un seul ouvrage d'évacuation aménagé à même le barrage X0005112. Il s'agit d'un déversoir en béton d'une largeur de 1 m et d'une hauteur de 1,5 m. L'eau évacuée emprunte ensuite une conduite de béton de passant sous le Chemin Pioneer. La Figure 1 montre la capacité d'évacuation en fonction du niveau dans le réservoir. Le niveau est exprimé dans un référentiel local arbitraire où 100 m représente le niveau du seuil du déversoir.

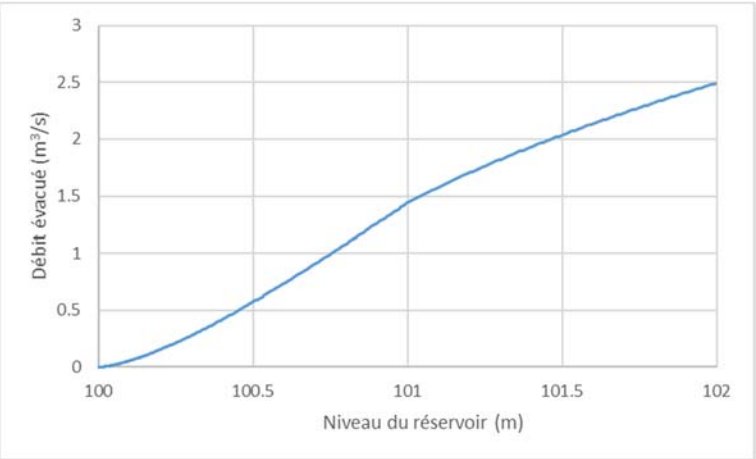


Figure 1: Capacité de l'ouvrages d'évacuation

2.2 RÉSERVOIR

Le Lac des Pins a une profondeur maximale de 3,7 m. La Figure 2 montrent le volume total du réservoir en fonction de son niveau.

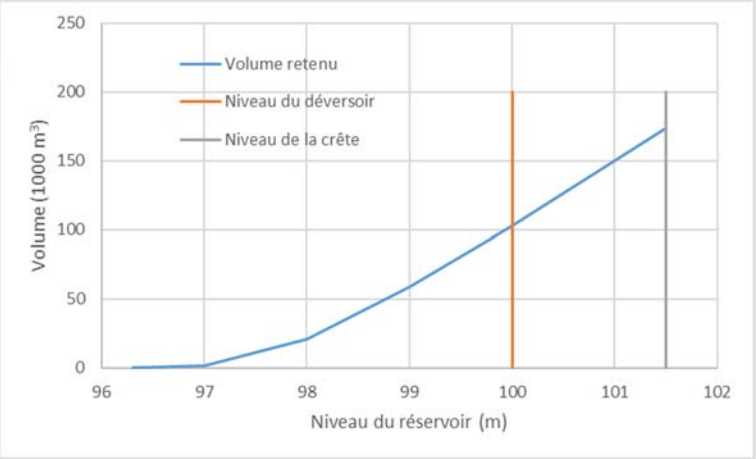


Figure 2: Courbes d'emmagasinement du réservoir

2.3 CRUE DE SÉCURITÉ ET REMONTÉ

La crue de sécurité applicable aux barrages est la crue milléniale (1 :1000 ans). Des événements de pluie de différentes récurrences ont été simulés. Les débits entrant et sortant au réservoir de même que les niveaux maximums qui seraient atteints sont présentés au Tableau 1.

Tableau 1 : Remontée du réservoir en période de crue

Événement de pluie	Niveau maximum (m)	Évacuation max (m^3/s)
1000 ans, 24 h	100,48	0,55
100 ans, 24 h	100,32	0,31

3 MESURE DE GESTION DES EAUX DE RETENUES

L'ouvrage d'évacuation est un déversoir à seuil fixe devant lequel se trouve une vanne guillotine. La capacité d'évacuation de l'ouvrage est insuffisante par rapport à la crue de sécurité lorsque la vanne est fermée. Par conséquent, le propriétaire doit maintenir la vanne ouverte jusqu'à ce des travaux permettant d'augmenter la capacité du barrage soit effectués.

4 RISQUE ET COMMUNICATION

En condition de crue 1 :1000 ans, des dommages liés aux inondations sont à prévoir pour les routes locales et les résidences situées entre le barrage X0005112 et la route 329. En cas de rupture du barrage X0005112 une onde de rupture importante se propagerais jusqu'au Lac Franc. La route 329 ainsi que quelques autres résidences pourraient subir des dommages. Une carte des zones inondables en période de crue et en cas de rupture est présentée en annexe.

Le présent document ainsi que la carte des zones d'inondation en cas de rupture doivent être transmis à la sécurité civile de la municipalité de Saint Adolphe d'Howard laquelle devra s'assurer que les zones à risque sont évacuées si des signes précurseurs d'une rupture de barrage sont observés.