



**AQUA-BERGE**  
Consultants en environnement

## ÉTUDE HYDROLOGIQUE



### NIVEAU DU LAC NICK ET STRUCTURE DE CONTROLE

Monsieur Alexandre Skeates pour  
Municipalité de Bolton-Est

858, route Missisquoi  
Bolton-est (Québec) J0E 1G0



Préparée par

*Amélie Paiement, ing.*

Amélie Paiement, ingénieure

Approuvée par

*Marco Binet*



Marco Binet, ingénieur et agronome  
Directeur, division ingénierie

2 décembre 2013

# Table des matières

---

TABLE DES MATIÈRES .....	1
1 DESCRIPTION DE L'ÉTUDE .....	3
1.1 Mandat .....	3
1.2 Objectifs .....	3
1.3 Méthodologie .....	3
2 CARACTÉRISATION DU TERRITOIRE .....	4
2.1 Superficie du bassin versant .....	4
2.2 Topographie .....	4
2.3 Type de sol .....	4
2.4 Caractérisation de l'occupation du territoire .....	4
2.5 Caractérisation des abords du lac .....	5
2.6 Caractérisation de l'exutoire .....	6
2.7 Niveau d'eau enregistré au lac .....	8
3 ANALYSE ET PARAMÈTRES DE CONCEPTION .....	9
3.1 Impacts lors des travaux .....	9
3.2 Impacts de la variation du niveau des eaux du lac Nick .....	11
3.3 Paramètres de conception .....	11
4 CALCULS HYDRAULIQUES .....	13
4.1 Débits de pointe ( $Q_p$ ) .....	13
4.1.1 Coefficient de ruissellement (C) .....	13
4.1.2 Intensité de l'averse (I) .....	13
4.1.3 Temps de concentration ( $t_c$ ) .....	14
4.1.4 Résultats du Calcul des débits de pointe ( $Q_p$ ) .....	14
5 CONCEPTION DES DÉVERSOIRS .....	15
5.1 Approche de calculs .....	15
5.2 Localisation du déversoir de contrôle .....	15
5.3 Niveau d'eau dans la baie .....	16
5.4 Largeur des déversoirs de contrôle .....	16
5.5 Élévation des seuils .....	17
5.6 Analyses des résultats .....	18
5.7 Scénario alternatif .....	18
5.8 Concepts de déversoir proposés .....	19

5.9	Évaluation sommaire des coûts .....	21
6	CONCLUSION .....	22

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 –	Pentes du bassin versant .....	4
Tableau 2 –	Description de l’occupation du territoire .....	5
Tableau 3 –	Intensité de l’averse .....	13
Tableau 4 –	Débits de pointe.....	14
Tableau 5 –	Résultats de calculs hydrauliques.....	17

## Liste des illustrations

---

Figure 1 -	Décharge actuelle à la sortie du lac Nick.....	6
Figure 2 -	Localisation de l’ancien déversoir près de l’îlot.....	7
Figure 3 -	Vue de l’écoulement de chaque côté de l’îlot.....	7
Figure 4 -	Localisation des scenarios.....	16
Figure 5 -	Assemblage de blocs de béton .....	19
Figure 6 -	Assemblage de poutres de bois ou de plaques d’acier .....	20
Figure 7 -	Butée en béton préfabriquée.....	20

# 1 Description de l'étude

---

## 1.1 Mandat

À la demande de monsieur Alexandre Skeates de la municipalité de Bolton Est, cette étude consiste en une analyse visant à réduire la variation du niveau d'eau du lac Nick ainsi qu'une analyse de faisabilité pour la configuration des déversoirs de contrôle.

L'étude de la régulation de la variation du niveau du lac Nick nécessite une étude hydrologique afin de déterminer l'apport d'eau du bassin versant.

## 1.2 Objectifs

- ▶ Établir une gestion appropriée du niveau d'eau au lac Nick;
- ▶ Analyser les configurations possibles de déversoirs pour maintenir ces niveaux.

## 1.3 Méthodologie

Afin de respecter les conditions écologiques du lac, une analyse de la végétation riveraine est nécessaire pour déterminer la ligne naturelle des hautes eaux (LNHE).

L'étude hydrologique nécessite une caractérisation du territoire et de l'occupation du bassin versant du lac Nick en termes de forêt, d'urbanisation, de routes, d'agriculture, de lacs et de milieux humides, afin d'en déterminer les paramètres qui modulent le coefficient de ruissellement et les débits d'écoulement. Les débits caractérisés seront les débits de pointe selon des périodes de récurrence variant de 2 à 100 ans.

La configuration des déversoirs sera élaborée afin de minimiser la variation du niveau du lac et de tenir compte des contraintes présentes sur le terrain, tout en considérant les débits de pointe et l'emplacement de la ligne des hautes eaux.

Différents scénarios de variations du niveau d'eau du lac Nick seront proposés ainsi que des scénarios de localisation des déversoirs.

## 2 Caractérisation du territoire

### 2.1 Superficie du bassin versant

Le bassin hydrographique global du lac Nick est situé sur le territoire de la municipalité de Bolton-Est. La superficie globale du bassin a été calculée 625,3 ha (6,25 km<sup>2</sup>). Les limites du bassin versant sont représentées sur la carte en annexe.

### 2.2 Topographie

La topographie a été caractérisée à partir des courbes de niveau incrémentées aux 10 mètres provenant de la Banque Nationale de Données Topographiques du Canada. La longueur du parcours de l'eau représente la distance maximale que franchit la goutte de pluie qui tombe sur le territoire pour se rendre de la partie la plus éloignée du bassin versant jusqu'à l'exutoire. La pente 85-10 est la pente longitudinale du bassin versant prise entre 10 et 85 % du parcours de l'eau, à partir de l'exutoire. La pente transversale du bassin est calculée perpendiculairement au parcours de l'eau jusqu'aux limites du bassin.

Tableau 1 – Pentes du bassin versant

Parcours de l'eau		Pente transversale	
Longueur (m)	Pente 85-10 (%)		(%)
525	1,0 %		10

### 2.3 Type de sol

Selon la carte pédologique 31H01-201 de l'Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA), le sol est un loam sablo-graveleux. Ce type de sol a une infiltration moyenne à passable de classe hydrologique AB.

### 2.4 Caractérisation de l'occupation du territoire

Les tableaux suivants présentent une description de l'occupation du territoire. La détermination de l'utilisation du sol a été réalisée à l'aide d'orthophotos de 2007.

**Tableau 2 – Description de l’occupation du territoire**

Utilisation du sol	Bassin versant total	
	(ha)	(%)
Forêt et Friche	293,1	46,9 %
Lac et marécage	76,2	12,2 %
Résidentiel	256,0	40,9 %
Total	625,3	100,0 %

*Réf. : Photo interprétation, année de référence 2007*

## 2.5 Caractérisation des abords du lac

Les berges du lac sont majoritairement bien définies et prononcées, avec un talus en angle de 45° à 90°. La hauteur du talus est cependant assez faible en général (moins de 1 m). Nous avons remarqué que les habitations et les infrastructures non flottantes sont situées bien au-delà de la LNHE (sauf le chalet sur l’îlot). Nous remarquons aussi que les baies du lac sont en général suffisamment profondes pour subir une baisse modérée du niveau d’eau. Seule la baie adjacente à la plage privée présente une profondeur faible (variant de 35 à 75 cm par rapport à l’eau du jour). Celle-ci serait plus vulnérable à une baisse du niveau d’eau;

Une visite sur le terrain a permis de caractériser l’élévation des éléments suivants (toutes les élévations sont données par rapport à la règle installée au 36, chemin Lacasse) :

- ▶ L’eau du jour du jour (23 octobre 2013) : 0,3 m ;
- ▶ La LNHE (évaluée par la méthode botanique simplifiée du MDDEP): 0,49 m ;
- ▶ Le chalet sur îlot : le niveau du sol près du chalet (sur pilotis) est à une élévation de 0,58 m et le plancher du chalet à 0,68 m ;
- ▶ La plage privée : le premier bourrelet de terre, situé au niveau de la bande riveraine aménagée de la plage, est à une élévation de 0,61 m ;
- ▶ Dans la baie adjacente à la plage privée, on retrouve un marécage riverain traversé par une passerelle en bois. Celle-ci est à une élévation de 0,69 m ;
- ▶ La décharge actuelle du lac a une ouverture de 7m et est située à une élévation de 0,3 m;
- ▶ La décharge actuelle se sépare en aval sur 2 sections de 2,5 et 2 m respectivement situées à une élévation de 0,12 m ;

- ▶ Il existe actuellement un déversoir d'urgence, d'une largeur de 4 m, situé à une élévation de 0,6 m et localisé à côté du déversoir existant;
- ▶ Niveau maximal du lac Nick : 0,6 m (2 ans de mesure) ;
- ▶ Niveau minimal du lac Nick : 0,1 m (2 ans de mesure).

## 2.6 Caractérisation de l'exutoire

L'exutoire actuel du lac Nick est caractérisé par une décharge d'environ 7 mètres de largeur. Celle-ci est encombrée par des troncs d'arbres et comporte plusieurs pierres de taille plus ou moins importante venant limiter l'écoulement.

Figure 1 - Décharge actuelle à la sortie du lac Nick



Plus en aval dans la décharge, se trouve un îlot venant séparer l'écoulement en deux parties (**figure 3**). Du côté de la passerelle de bois, il est possible de voir l'ancien barrage faisant office de contrôle de niveau d'eau. Celui-ci est partiellement détruit et n'est plus efficace. Nous remarquons aussi que l'écoulement contournant l'îlot par la droite ne comporte aucune restriction à l'écoulement (**figure 4**).

Figure 2 - Localisation de l'ancien déversoir près de l'îlot

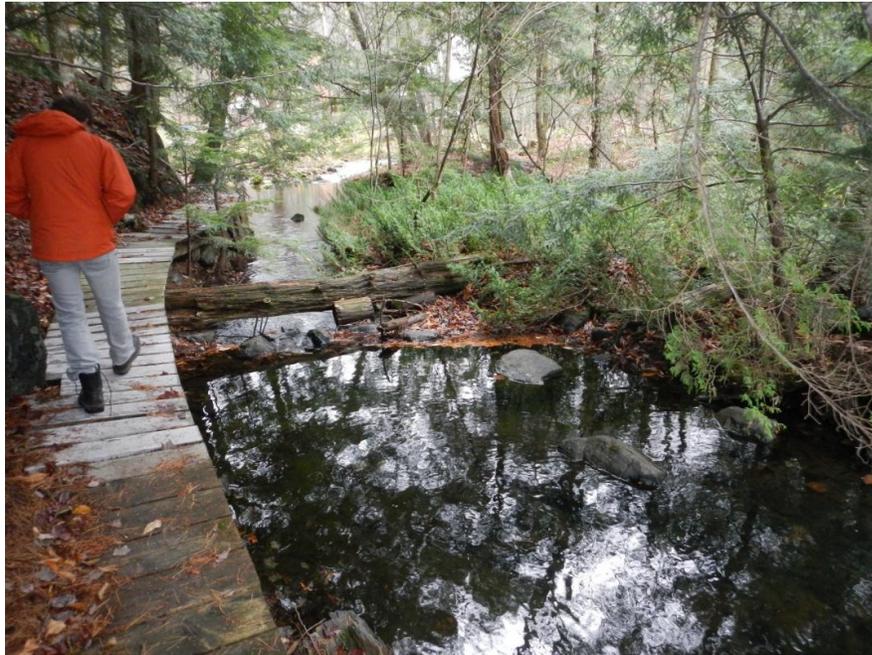


Figure 3 - Vue de l'écoulement de chaque côté de l'îlot



## 2.7 Niveau d'eau enregistré au lac

Depuis 2010, le niveau du lac Nick fait l'objet d'un suivi du niveau d'eau par le Comité environnement du bassin versant du lac Nick. Certaines observations démontrent des fluctuations importantes de niveau :

1. Durant l'année 2011, le niveau d'eau du lac Nick a varié de 50 cm en avril, de 25 cm en juillet, de 20 cm en août et de 55 cm en octobre. Une baisse subite du niveau a été notée en avril alors que celui-ci a baissé de 21 cm en deux semaines.
2. L'année 2012 a été marquée par une baisse de niveau très importante en partie en raison du temps anormalement sec, soit de 43 cm en janvier à 10 cm en septembre.

Toutes ces variations du niveau ne peuvent s'expliquer uniquement par les conditions météorologiques. Les variations excessives du niveau du lac depuis 2010 (variation de 45 cm) seraient principalement dues à des interventions humaines. Selon les observations du Comité environnement du bassin versant du lac Nick, depuis plusieurs années des interventions sont faites afin de tenter de régulariser le niveau du lac en apportant des modifications à la sortie du lac, selon les conditions météorologiques du moment.

## 3 Analyse et paramètres de conception

---

Cette section présente une analyse des impacts appréhendés sur la faune et la flore découlant des travaux projetés de même que les impacts associés à une baisse ou une hausse du niveau d'eau au lac Nick. Mentionnons que les travaux de modification du déversoir de contrôle du niveau d'eau du lac Nick nécessiteront possiblement l'assèchement temporaire (1 à 2 jours) d'une partie de l'écoulement à l'exutoire du lac Nick et une circulation de la machinerie par le lit asséché du cours d'eau.

Cette analyse permettra de définir les paramètres de conception du déversoir de contrôle.

### 3.1 Impacts lors des travaux

#### FAUNE

Le CDPNQ mentionne 3 espèces fauniques à statut particulier dans un rayon de 2 km autour de la zone d'étude, soit la salamandre sombre du Nord (susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable), le mené d'herbe (vulnérable) et la tortue des bois (vulnérable). On peut ajouter à cela une mention de brochet maillé (susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec), dans les relevés de pêche du MRN pour le lac Nick. Également, de nouvelles mentions de salamandre à 4 orteils (susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable), pas encore inscrites au CDPNQ, sont présentes dans un rayon de 2 km du centre de la zone d'étude. La tortue peinte a été observée sur le lac Nick et la tortue serpentine a été observée en périphérie immédiate (pas de statut particulier). Finalement, il est probable que la grenouille des marais (susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable) se retrouve en périphérie immédiate du lac Nick.

Un assèchement de courte durée ne devrait pas nuire aux salamandres (incluant la salamandre sombre du Nord) parce qu'elles pourront s'enfouir plus profondément sous les débris ligneux et les pierres afin de conserver leur humidité. Par ailleurs, le ruisseau exutoire du lac Nick est probablement trop gros et sert d'habitat à trop de poissons pour être un bon habitat de la salamandre sombre du Nord. Il n'est pas sûr qu'elle y soit présente. Les mentions du CDPNQ autour de la zone d'étude réfèrent plutôt à des ruisseaux de tête en milieu forestier fermé (absence de poissons et cours d'eau intermittents et/ou de moindre importance).

Des tortues peintes ont été observées dans la baie bordant l'exutoire du lac Nick. Aucune contrainte véritable ne devrait être interprétée de par leur présence. En effet, les travaux seront réalisés en été, période durant laquelle elles sont actives et seront en mesure de se déplacer advenant que les travaux les effraient. Une précaution initiale devra être prise afin de s'assurer que la machinerie n'écrase pas de tortues accidentellement.

Il est fort probable que la tortue serpentine habite le lac Nick étant donné son fond vaseux en plusieurs endroits avec une bonne quantité de bois mort sous l'eau (abris). Celle-ci sera également vulnérable aux blessures causées par la machinerie lourde si elle reste à proximité des travaux sur la digue. Cependant, tout comme la tortue peinte, la présence de machinerie lourde de même que l'assèchement et le détournement de l'eau devrait suffire à l'apeurer et à l'inciter à se déplacer hors du périmètre de vulnérabilité.

L'occurrence de tortues des bois réfère aux forêts riveraines de la rivière Missisquoi. Cette espèce s'éloigne peu des plaines basses entourant les rivières et il serait peu probable qu'elle habite le pourtour du lac Nick, à environ 1,5 km de là et plus en altitude.

La grenouille des marais ne devrait pas être affectée outre mesure par les travaux de construction de la digue. Tout comme les tortues, elle risque d'être apeurée par les travaux et devrait quitter les lieux (si elle présente initialement). Il s'agit d'une espèce de grenouille présentant des habitudes de vie plutôt terrestres, et elle se déplace aisément dans les milieux forestiers.

L'occurrence de mené d'herbe réfère à l'étang Fisher qui est situé en aval du lac Nick (l'exutoire du lac Nick s'y jette). L'occurrence est historique (1967) et seulement 2 individus avaient été capturés à ce moment-là. Quelques occurrences sont également présentes sur le lac Memphrémagog et une autre au lac Magog mais il s'agit des seules occurrences de l'Estrie. Il est donc peu probable, mais pas impossible que le mené d'herbe habite le lac Nick. Le cas échéant, il y aurait peu d'impacts potentiels durant la période des travaux si l'on s'assure que les poissons présents dans la zone visée pour l'assèchement sont déplacés.

## FLORE

Le CDPNQ mentionne 7 espèces floristiques à statut particulier, dont au moins 4 sont associées à un escarpement rocheux particulier (affleurement de serpentine), qui est situé à 800 m environ du lac Nick, et qui n'est nullement influencé par le niveau des eaux du lac Nick. Pour leur part, l'ail des bois (vulnérable) et la platanthère à grandes feuilles (susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable), bien que tolérant les inondations printanières des ruisseaux intermittents et les sols forestiers au drainage imparfait à mauvais, ne sont pas des plantes typiques de milieux humides riverains et de rivages. Elles ne devraient pas se trouver affectées d'une quelconque façon par l'érection d'une digue sur le lac Nick, de même que par les fluctuations ultérieures du niveau des eaux du lac. Quant à elle, l'espèce « données sensibles » peut difficilement être évaluée, faute d'information. Cependant, la position géographique de l'occurrence laisse présager qu'elle ne sera pas affectée par la digue.

Des espèces floristiques vulnérables à la cueillette commerciale sont probablement retrouvées dans les érablières autour du lac (sanguinaire du Canada, asaret du Canada, dentaire à 2 feuilles, uvulaire grande-fleur), mais leur habitat typique ne touche pas aux rivages et au littoral du lac Nick et de son exutoire.

### 3.2 Impacts de la variation du niveau des eaux du lac Nick

#### FAUNE

Les impacts les plus importants sont relatifs aux poissons, considérant qu'il pourrait y avoir un gain ou une perte d'habitat du poisson si l'on décide respectivement d'augmenter ou de diminuer le niveau moyen de l'eau du lac Nick. Par exemple, une hausse du niveau de l'eau serait probablement bénéfique au mené d'herbe et au brochet maillé.

Étant donné que les rivages du lac constituent probablement un habitat de faible valeur pour la salamandre sombre du Nord, celle-ci ne sera vraisemblablement pas ou peu affectée par une hausse ou une baisse du niveau de l'eau du lac Nick.

Pour les tortues peintes et serpentinales (non à statut particulier), une baisse du niveau de l'eau du lac serait néfaste étant donné qu'elles préfèrent les étendues d'eau libre (étang, lac, rivière) aux étendues d'eau non libre et qu'une baisse du niveau d'eau ne peut que restreindre les superficies occupées par l'eau libre.

Si la grenouille des marais habite le lac Nick, il est probable qu'une baisse du niveau des eaux lui soit favorable, car cela pourrait avoir comme impact d'augmenter la superficie des marais dans les baies peu profondes du lac, au détriment des superficies d'eau libre favorables à ses prédateurs (poissons...).

#### FLORE

Aucun impact appréhendé parce qu'aucune espèce floristique à statut particulier ne devrait se retrouver dans le littoral du lac Nick et de son exutoire.

#### QUALITÉ DE L'EAU

Une baisse du niveau d'eau aurait des conséquences néfastes sur la qualité de l'eau du lac. Une réduction du niveau de l'eau entraînerait un réchauffement excessif de l'eau dans les parties les moins profondes de l'eau (particulièrement dans les baies).

De plus, le retrait des eaux crée des zones instables en absence d'un couvert végétal et favorise le ruissellement de l'eau de pluie qui entraînera de la terre ainsi que des fertilisants naturels. Ces particules restent un certain temps en suspension dans l'eau, puis ils se déposent au fond du lac pour créer de la sédimentation. En suspension, les sédiments causent un stress physiologique aux poissons et affectent aussi la vie des micro-organismes, car ils diminuent la pénétration de la lumière dans l'eau.

### 3.3 Paramètres de conception

Comme démontré précédemment, pour le respect de l'écologie du milieu, il serait favorable d'éviter d'abaisser le niveau du lac afin de maintenir une bonne profondeur d'eau dans les baies. Nous suggérons une profondeur minimale dans les baies de 0,25 m voir 0,3 m idéalement. Ce qui correspond à une élévation de 0,2 à 0,25m sur la règle.

Aussi, afin de minimiser la perturbation du milieu, il serait préférable de ne pas faire varier la ligne naturelle des hautes eaux (LNHE) de plus ou moins 0,05 m. La LNHE correspond à l'élévation maximale du niveau de l'eau pour une période de récurrence de 2 ans. Elle a été délimitée sur le terrain à l'aide de la méthode botanique simplifiée et correspond à une élévation de 0,49 m sur la règle.

De plus, afin de protéger le chalet sur l'îlot, il faudrait éviter que le niveau de l'eau ne l'atteigne trop fréquemment lors des événements de crue. Il serait pertinent de mettre à profit le canal adjacent à la décharge comme déversoir d'urgence afin de limiter la remontée du niveau d'eau du lac en crue.

Il faudra aussi tenir compte de la configuration de la décharge existante à l'exutoire du lac, de la pente d'écoulement, de la topographie du terrain adjacent de même que des limites imposées par la présence de cran rocheux sur le site.

## 4 Calculs hydrauliques

### 4.1 Débits de pointe ( $Q_p$ )

Aux fins de l'étude, des périodes de récurrence de 2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans ont été considérées afin de générer un éventail complet des débits de pointe pouvant s'appliquer aux différents ouvrages projetés.

Les débits de pointe ont été calculés à l'aide de la méthode SCS modifiée par Desforges et Hoang (hydrogramme triangulaire) qui est mieux adaptée aux bassins versants de plus grande superficie :

$$Q_p = (A' \times C \times H_c) / (57 \times (5,28 \times 1000 \times Y')^{-0,43} \times P_f^{0,27} \times 100)$$

*H<sub>c</sub>* : Hauteur de pluie (mm) pour une durée égale au T<sub>c</sub>

*C* : Coefficient de ruissellement

*T<sub>c</sub>* : Temps de concentration (heures)

*Y'* : Pente moyenne du bassin versant (m/m)

*P<sub>f</sub>* : Pourcentage de surface boisée (en nombre entier)

*A'* : Surface du bassin (ha)

#### 4.1.1 Coefficient de ruissellement (C)

Le coefficient de ruissellement découle des caractéristiques du bassin versant. Il est fonction de l'occupation du territoire de la pente et de la texture du sol. Il caractérise la fraction des précipitations qui ruisselle. Le coefficient de ruissellement a été évalué à 0,4

#### 4.1.2 Intensité de l'averse (I)

L'intensité de l'averse utilisée pour les calculs est tirée de l'Atlas de hauteur, fréquence et durée des pluies au Québec méridional pour la région du lac Brome. Une majoration de 10% a été faite pour considérer les changements climatiques.

Tableau 3 – Intensité de l'averse

Récurrence (années)	Intensité (mm)	Intensité (mm/h)
2	40,3	6,1
5	53,5	8,1
10	62,7	9,5
25	79,2	12,0
50	85,8	13,0
100	92,4	14,0

L'intensité de l'averse doit être corrélée par le temps de concentration de l'averse dans le bassin versant.

#### 4.1.3 Temps de concentration (tc)

Le temps de concentration est le temps mis par une goutte d'eau pour se déplacer du point le plus éloigné du bassin versant jusqu'à l'exutoire. Il détermine la durée de pluie minimale nécessaire à l'obtention d'un débit de pointe.

Le temps de concentration a été calculé à partir du modèle Aéroport. Ce modèle a été retenu puisqu'il est compatible avec la taille du bassin versant à l'étude et parce qu'il est applicable pour des zones rurales, urbanisées, en pente de 1 % ou moins avec une superficie entre 100 et 1000 ha ce qui est un domaine d'application assez compatible avec le bassin versant à l'étude. Le modèle Aéroport se décrit comme suit :

Modèle de l'Aéroport

$$T_c = (0,05433 \times (1,1-C) \times L^{0,5})/Y^{0,33}$$

Le temps de concentration a été ainsi calculé à 2,5 heures

#### 4.1.4 Résultats du Calcul des débits de pointe (Qp)

Les calculs de débits de pointe ont été effectués sur le bassin versant global. Il a ainsi été possible de déterminer les débits de pointe pour chaque période de retour à partir de la méthode SCS modifiée par Desforges et Hoang (hydrogramme triangulaire) combinée au modèle de l'Aéroport.

Tableau 4 – Débits de pointe

Période de retour (années)	Débit (m <sup>3</sup> /s)
2	2,3
5	3,2
10	3,7
25	4,8
50	5,2
100	5,7

## 5 Conception des déversoirs

---

### 5.1 Approche de calculs

La capacité hydraulique des déversoirs a été calculée à l'aide des équations suivantes :

$$Q = V \times A$$

*Q*: Débit ( $m^3/s$ )

*V*: Vitesse d'écoulement ( $m/s$ )

*A*: Aire d'écoulement ( $m^2$ )

La vitesse d'écoulement a été déterminée par l'équation de Manning :

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

*V*: Vitesse d'écoulement ( $m/s$ )

*n*: Coefficient de Manning

*R*: Rayon hydraulique (Aire/périmètre)

*S*: Pente d'écoulement hydraulique

Dans tous les cas, des déversoirs en pierre avec des pentes latérales H/V : 1/1 ont été utilisés à des fins de simulations.

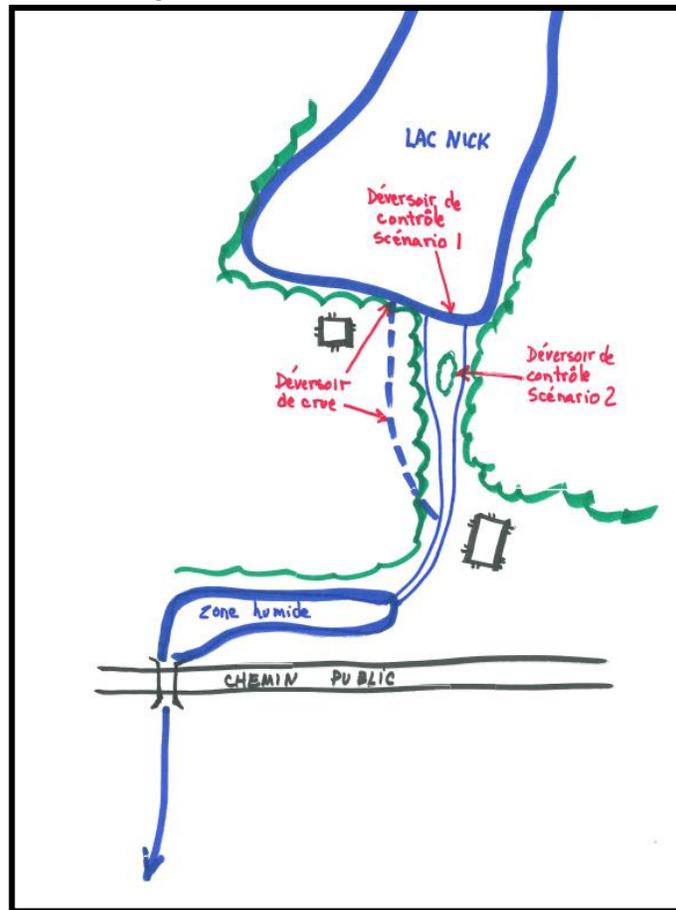
### 5.2 Localisation du déversoir de contrôle

Nous envisageons deux scénarios de localisation pour installer le déversoir de contrôle :

- ▶ Scénario 1 : Déversoir à la sortie du lac
- ▶ Scénario 2 : Déversoir à l'endroit de l'ancien barrage (de chaque côté de l'îlot)

De plus, afin d'assurer un contrôle adéquat en crue, le déversoir de contrôle devra être assisté du déversoir d'urgence (déversoir de crue) déjà en place. La figure suivante localise les deux scénarios.

Figure 4 - Localisation des scénarios



### 5.3 Niveau d'eau dans la baie

Pour chacun des scénarios, nous suggérons deux niveaux minimum de contrôle (référence de la règle) assurant une profondeur minimale d'eau dans les baies de 0,25 m à 0,3 m :

- A. Élévation 0,2 m
- B. Élévation 0,25 m

### 5.4 Largeur des déversoirs de contrôle

Nous avons préliminairement établi la largeur des seuils de contrôle selon les opportunités du terrain :

- ▶ Scénario 1 : Déversoir à la sortie du lac

À la sortie du lac, la largeur potentiellement aménageable est estimée à 7 mètres. Il y a toutefois présence d'un cran rocheux qui pourrait compliquer la mise en place du seuil.

- ▶ Scénario 2 : Déversoir à l'endroit de l'ancien barrage (de chaque côté de l'îlot)

À l'endroit de l'ancien barrage, le ruisseau se sépare en deux écoulements séparés par un îlot. Deux seuils seraient requis afin de permettre un contrôle de part et d'autre de l'îlot. La largeur potentielle considérée pour l'aménagement des seuils serait de 2,5 et 2 mètres.

Le déversoir de crue sera, dans les deux scénarios, d'une largeur de 4 mètres. Il serait également prévu d'aménager un canal d'étiage en bas du déversoir afin de faciliter le passage du poisson.

## 5.5 Élévation des seuils

Afin d'obtenir le minimum de fluctuation de niveau sur le lac, les calculs hydrauliques ont été effectués pour les deux scénarios de localisation avec les largeurs maximales de déversoir aménageables. La hauteur du seuil a été établie afin que la hauteur d'eau sur le seuil durant les événements de récurrence 2 ans corresponde, au mieux possible, à la ligne naturelle des hautes eaux du lac observée sur le terrain. Finalement le niveau maximal du lac a été atténué par l'exploitation du déversoir de crue présent sur le terrain. L'élévation de ce déversoir sera fixée à 0,4 m.

Les résultats obtenus pour les différents scénarios sont présentés au tableau suivant :

**Tableau 5 – Résultats de calculs hydrauliques**

Résultats	Scénario 1		Scénario 2	
	Déversoir à la sortie du lac		Déversoir à l'endroit de l'ancien barrage	
Profondeur d'eau minimum dans les baies	H = 0,25 m	H = 0,3 m	H = 0,25 m	H = 0,3 m
Largeur du déversoir	7 m		2 et 2,5 m	
Hauteur du ou des seuil(s)	0,20	0,25	0,20	0,25
Élévation de la LNHE	0,50	0,55	0,50	0,55
Élévation de la crue 5 ans	0,56	0,61	0,56	0,61
Élévation de la crue 10 ans	0,59	0,64	0,59	0,64
Élévation de la crue 20 ans	0,64	0,69	0,64	0,69
Élévation de la crue 50 ans	0,68	0,73	0,68	0,73
Élévation de la crue 100 ans	0,70	0,75	0,70	0,75

## 5.6 Analyses des résultats

Les deux scénarios de localisation sont valables du point de vue hydraulique. Dans les deux scénarios proposés, le niveau d'eau du lac varierait de 0,30 m pour une période de récurrence de 2 ans. Toutefois, nous considérons que le scénario 2 serait plus simple d'exécution et moins dispendieux. Le fond du cours d'eau est suffisamment profond à cet endroit pour permettre la construction d'un seuil sans trop d'excavation. En contre partie, à la sortie du lac, la présence de cran rocheux pourrait rendre les opérations d'excavation plus difficiles. De plus, avec le scénario 2, la largeur totale à aménager est inférieure pour un même niveau de contrôle.

Pour le niveau d'eau à maintenir dans le lac, la décision devrait être prise en fonction de ce qui est jugé prioritaire entre maintenir la profondeur d'eau la plus élevée possible dans la baie ou protéger le chalet privé.

- ▶ Si on favorise une plus grande profondeur d'eau dans les baies, la ligne naturelle des hautes eaux serait rehaussée d'environ 5 cm par rapport à la situation observée sur le terrain, ce qui est tout à fait acceptable. Toutefois, dans ce contexte, le risque d'inondation du chalet correspondrait à des évènements d'une récurrence de 10 à 25 ans.
- ▶ Si on favorise une plus faible profondeur d'eau dans les baies, la ligne naturelle des hautes eaux respecterait parfaitement la situation observée sur le terrain. Aussi, dans ce contexte, le risque d'inondation du chalet correspondrait à des évènements d'une récurrence de 50 à 100 ans.

Peu importe le scénario choisi, les débits de pointe évacués seront les mêmes que dans la situation actuelle, seul le niveau du lac variera. Conséquemment, il n'y aura pas d'impact en aval en ce qui concerne les débits. Le ruisseau présent ayant une capacité suffisante pour évacuer ces débits, les risques de débordements ne seront pas accrus par la mise en place des structures suggérées.

De plus, les variations du niveau du lac actuelles nous portent à croire qu'il y a, à l'occasion, une évacuation d'eau dans le canal creusé jadis par le terrain de camping. Étant donné que ce canal sera utilisé comme déversoir d'urgence, il n'y aura pas de changement à ce niveau après les aménagements.

## 5.7 Scénario alternatif

Les deux scénarios proposés offrent un niveau de variation du niveau du lac tout à fait acceptable. Cependant, si une variation moindre est souhaitée, un troisième scénario pourrait être envisagé.

Il s'agit d'installer le déversoir sur toute la largeur du cours d'eau au site de l'ancien barrage. Pour ce faire, il faudra excaver l'îlot qui est localisé à cet endroit.

En considérant une hauteur de seuil de 0,3 m et une élévation souhaitée de la ligne des hautes eaux de 0,55 m, ce scénario permettrait de conserver un minimum de 0,35 m d'eau dans la baie, tout en protégeant le chalet privé pour une récurrence de 100 ans (l'élévation du lac serait alors de 0,67m).

Cependant, la variation du niveau du lac est un phénomène naturel et une trop grande réduction de cette variation pourrait perturber le milieu et conséquemment avoir un impact écologique. C'est pourquoi ce scénario n'a pas été retenu pour une analyse plus en profondeur. De plus, les coûts pour réaliser l'aménagement seraient plus élevés, car il faudrait excaver l'Îlot et aménager un déversoir sur une plus grande largeur.

Si toutefois cette option est celle retenue, elle est réalisable et pourra être analysée plus en détail lors de la réalisation des plans et devis.

## 5.8 Concepts de déversoir proposés

À titre indicatif nous présentons quelques concepts de déversoir qui pourraient être applicables pour le contrôle du niveau d'eau du lac Nick. Considérant l'accès difficile pour les travaux, les concepts proposés se doivent d'être simple d'installation tout en étant difficile à modifier par les interventions humaines. Les seuils doivent aussi permettre un libre passage des poissons.

Figure 5 - Assemblage de blocs de béton

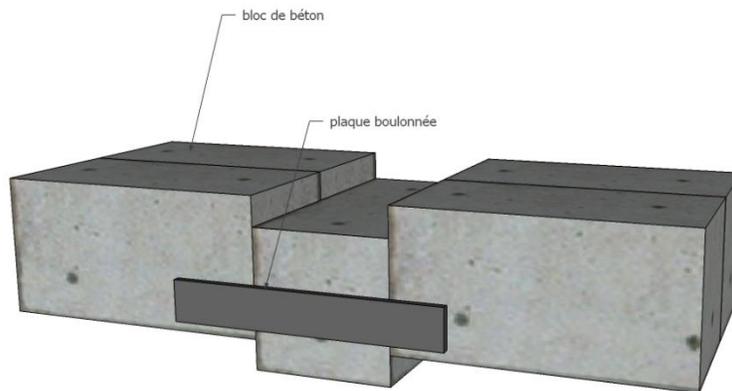


Figure 6 - Assemblage de poutres de bois ou de plaques d'acier

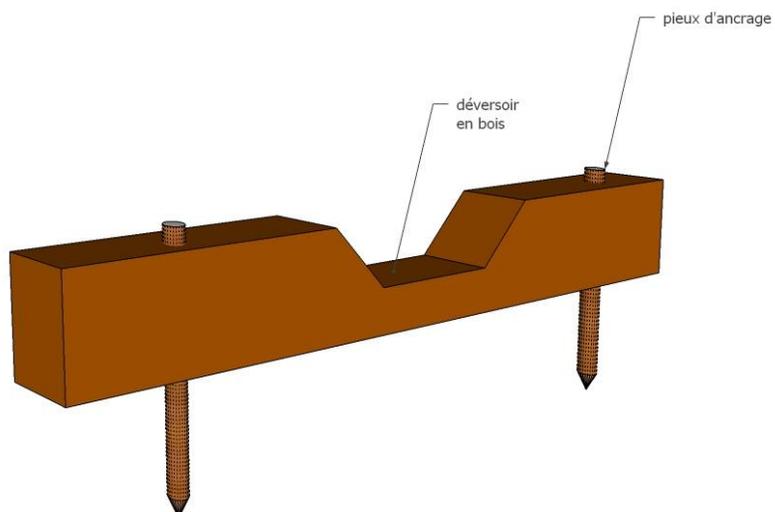
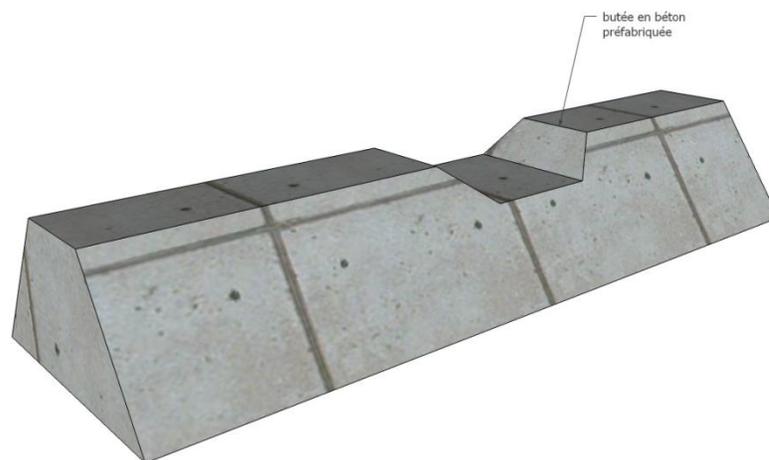


Figure 7 - Butée en béton préfabriquée



## 5.9 Évaluation sommaire des coûts

Bien qu'une évaluation détaillée des coûts sera nécessaire lors de l'élaboration de plans et devis, il est possible à ce stade-ci de fournir une estimation sommaire des coûts de réalisation du projet.

En supposant que l'option choisie soit d'aménager deux déversoirs de chaque côté de l'îlot, les coûts pour l'aménagement des déversoirs incluant le déversoir d'urgence sont évalués à entre 10 000\$ et 15 000\$.

Ces coûts comprennent les matériaux, l'utilisation de la machinerie, la main d'œuvre et la supervision du chantier. Cependant cette estimation ne comprend pas les coûts associés aux plans et devis.

## 6 Conclusion

---

Il est recommandé d'opter pour le contrôle du niveau de l'eau via le site localisé à l'emplacement de l'ancien barrage (scénario 2).

En ce qui concerne l'élévation des déversoirs et le choix du scénario de variation du niveau de l'eau, il faudra déterminer ce qui est prioritaire entre le maintien d'un niveau d'eau supérieur dans la baie ou une meilleure protection du chalet.

Peu importe le scénario choisi (1 ou 2), la variation du niveau d'eau pour une période de récurrence de 2 ans sera limitée à 0,3 m et à 0,7 m pour une période de récurrence de 100 ans, ce qui représente une amélioration par rapport à la situation actuelle. Aussi, la ligne naturelle des hautes eaux ne sera pas déplacée de plus de 0,05 m, ce qui ne représente pas une perturbation importante du milieu.

Les calculs de dimensionnement préliminaires ont permis de confirmer la faisabilité du projet sans avoir à élargir l'exutoire existant. Nous avons aussi évalué qu'en élargissant l'exutoire à l'endroit proposé au scénario 2, il serait possible de réduire la fluctuation du lac tout en assurant une plus grande hauteur d'eau dans les baies. Cette option engendrerait toutefois des coûts d'aménagement plus élevés.

Pour la suite du projet, il faudrait choisir une technique de construction permanente (qui ne peut être modifiée par les résidents). Des concepts ont été présentés pour donner une orientation. Par la suite, un relevé topographique plus précis sera requis pour valider les pentes d'écoulement de l'exutoire et un approfondissement des calculs hydrauliques sera requis pour valider le dimensionnement de l'ouvrage. Finalement, les plans et devis seront élaborés pour accompagner la demande de certificat d'autorisation et une évaluation plus précise des coûts pourra être réalisée.