

2 Données de l'étude

2.1 Études antérieures

Plusieurs études de rupture du barrage Gouin ont été effectuées par les années passées. Un rapport qui fait la synthèse de toutes les études de rupture de barrages sur la rivière Saint-Maurice a été émis en décembre 2003 (réf. 3.1). Une étude en particulier qui ressemble à cette présente étude a été effectuée en 1988 (réf. 3.2). Il s'agissait d'établir l'onde de submersion pour la rupture partielle du barrage Gouin et des sept barrages situés en aval. Cette étude avait été effectuée à l'aide des modèles Dambrk et HEC-2. Toutefois, la rupture partielle et instantanée des barrages situés en aval était initiée lorsque le niveau d'eau atteignait 0,30 m au dessus du niveau de leur crête. Ce dernier critère a changé car selon le guide de rupture de barrage, la rupture du barrage est initiée lorsque le niveau d'eau atteint 1,5 m au-dessus de la crête pour les barrages en béton.

2.2 Cartes topographiques

La cartographie de base utilisée comprend 26 cartes topographiques à l'échelle 1:20 000 couvrant le tronçon complet à partir du barrage Gouin jusqu'à l'embouchure de la rivière Saint-Maurice. Ces cartes ont des courbes de niveau à tous les 10 m et proviennent du Ministère des ressources naturelles du Québec. La source est la base de données topographiques du Québec (BDTQ) soit la projection UTM dans la projection transverse de Mercator (NAD 83).

Les cartes à échelle 1:250 000 ont été utilisées afin d'avoir une vue d'ensemble. Ce sont les cartes 32B1, 32A4, 31P, 31I, 21L et 21K qui ont été consultées de l'amont vers l'aval.

Un fichier numérique au format MapInfo, comprenant les cartes à échelle 1:20 000 et couvrant le tronçon à l'étude a été utilisé pour la définition des sections transversales et le tracé des zones d'inondation.

Pour la ville de Trois-Rivières, la topographie des zones urbaines de la ville de Trois-Rivières est tirée du système d'information géographique et est principalement constituée par la cote à différents points du réseau routier.

À noter que le kilométrage a été fait à partir en suivant la rivière Saint-Maurice. Le PK 0 correspond au barrage Gouin où la brèche est initiée. Il se peut que le kilométrage de la présente étude soit plus court que le kilométrage original d'Équipement. Cela se produit par la ligne d'écoulement estimée en fort débit, qui peut être différente de la ligne de centre de la rivière, où les zones en forme de méandre ne sont pas toujours considérées.

2.3 Données bathymétriques

Différentes sources d'informations ont été utilisées pour l'obtention de la bathymétrie de la rivière Saint-Maurice :

1. Du barrage Gouin jusqu'au PK 28, un fichier HEC2 qui provient de l'unité Hydraulique du groupe Équipement a été utilisé. Ces données avaient été utilisés pour une étude de glaces faite en 1994. Toutefois, en amont du Rapide Chaudière (PK 31,3), les sections sont fictives.
2. Du Rapide Chaudière, au PK 31,3 jusqu'au barrage Rapide-Blanc, les données proviennent de l'unité Hydrométrie du groupe Équipement. Il s'agit des sections bathymétriques qui ont été relevées dans les années 1990 et 1991. Toutefois, proximité des futurs aménagements de la Chute-Allard et des Rapides-des-Coeurs, les relevés hydrométriques proviennent de la firme Juneau. Ces données ont été relevées lors de la campagne de l'été 2000 (réf. 2.1).
3. Du barrage Rapide-Blanc au barrage Beaumont, les données proviennent de la Commission des eaux courantes de 1914 et 1921.
4. Dans le réservoir de La Tuque, les sections d'écoulement proviennent d'une étude de glace qui avait été effectuée en 1998 (réf.2.2).
5. Entre le barrage La Tuque et Trois-Rivières, les sections d'écoulement proviennent de l'étude de navigabilité du Saint-Maurice qui date de août 2000. Ces sections proviennent des années 1964, 1974 et 1990, 1992 et 1995 (réf. 2.3).

2.4 Ligne d'eau et courbes de tarage

Entre le barrage Gouin et les Rapides Chaudière, la ligne d'eau provient d'une étude effectuée dans les années 1990's. Il s'agissait d'une étude de conception de l'aménagement des Rapides-des-Coeurs. Cette étude a été effectuée par l'unité Hydraulique du Groupe Équipement. Entre le Rapides Chaudière, au PK 31,3 et le futur barrage Chute Allard, qui sera situé au PK 85,5, les lignes d'eau proviennent des relevés des campagnes de 1990 et 1991.

Du PK 85,5 jusqu'au PK 120 qui est situé dans le réservoir de Rapide Blanc, la ligne d'eau provient de la campagne fait par la firme Juneau en 2000.

Entre le barrage Rapide-Blanc et le barrage Beaumont, la ligne d'eau provient de la Commission des eaux courantes de 1921.

Entre le barrage La Tuque et Trois-Rivières, la ligne d'eau utilisée provient de l'étude de navigabilité effectuée qui date de août 2000. La ligne d'eau initiale utilisée dans le cadre de cette étude est celle qui correspond au débit module de la rivière.

En ce qui concerne les courbes de tarage, à chacun des aménagements, les courbes utilisées proviennent de la base de données CASH. Toutefois, entre le barrage La Tuque et l'embouchure de la rivière, les courbes de tarage qui ont été utilisées pour la calibration du modèle numérique utilisé pour l'étude de navigabilité du Saint-Maurice ont été utilisées.

Aux futurs aménagements de la Chute-Allard et de Rapides des Cœurs, toutes les relations niveau-débit qui ont été relevés en 1990's ou encore en novembre 2000 par la firme Juneau ont été utilisées.

Le tableau 2.1 fait un résumé de tous les relevés bathymétriques utilisés dans le cadre de cette étude de rupture du barrage Gouin.

2.5 Description des aménagements et caractéristiques des ouvrages

De l'amont vers l'aval, les structures de contrôle sur la rivière Saint Maurice comprennent le barrage principal de Gouin au PK 0, le barrage Rapide Blanc au PK 164,92, le barrage Trenche au PK 175,68, le barrage Beaumont au PK 202,37, le barrage La Tuque au PK 217,236, le barrage Grand-Mère au PK 335,84, le barrage Shawinigan au PK 351,83 et finalement le barrage La Gabelle au PK 363,38.

Les futurs aménagement de la Chute Allard et de Rapides-des-Cœurs seront situés au PKs 85,5 et 119,2 soit entre les barrages Gouin et Rapide-Blanc.

L'embouchure de la rivière St-Maurice se situe au PK 386.

Les caractéristiques des aménagements proviennent de la base de données CASH et du guide des caractéristiques d'exploitation de l'unité PRH (réf. 2.4).

2.5.1 Aménagement Gouin

Le réservoir Gouin est fermé non seulement par le barrage principal qui est à la tête de la rivière Saint-Maurice mais aussi par une série de digues et deux ouvrages en bois. À l'extrémité ouest du réservoir, la dérivation Susie-Mégiscane permet la dérivation des eaux du bassin supérieur des rivières Susie et Mégiscane dans le réservoir Gouin. La dérivation Susie-Mégiscane comprend les éléments suivants: les barrages en bois Susie et Mégiscane, les digues en remblai S-1, S-2, B-1, M-1, M-2, M-3 et M-4 et une série de canaux. Il y a aussi 2 digues en remblai de la baie Poisson qui sont situées à l'extrémités ouest du réservoir et à l'extrémité est du réservoir, il y a la digue en remblai de la Clair qui est située à environ 3 km au nord-ouest du barrage Gouin.

Le barrage Gouin est la structure principale du réservoir, qui sert à contrôler le débit de la rivière Saint-Maurice en aval. Ce barrage comprend de la rive droite à la rive gauche les éléments suivants : la cloison droite, la section pertuis, la cloison intermédiaire, l'évacuateur et la cloison gauche.

Les caractéristiques du barrage Gouin sont résumées comme suit :

- hauteur maximale : 23,0 m;
- longueur en crête : 502,0 m;
- largeur en crête : 6,1 m;
- cote de la crête : 406,9 m.

La superficie du réservoir à la cote maximale d'exploitation est de 1 789 km². La capacité totale d'évacuation du barrage Gouin au niveau maximal normal d'exploitation est de 1 762 m³/s.

2.5.2 Aménagement de la Chute Allard

Le futur barrage de la Chute-Allard, sera construit au PK 85,5 sur la rivière Saint-Maurice. Le barrage sera en béton et comprendra la prise d'eau de la centrale et deux petits barrages-poids. L'aménagement comprend un évacuateur de crues de quatre passes de 10,3 m de large ainsi qu'un seuil déversant avec deux vannes gonflables de 43 m de large chacune. La capacité d'évacuation au niveau maximale d'exploitation normale est de 2 928 m³/s. La centrale est munie de 6 groupes dont la puissance installée est de 60 MW. La hauteur de chute est de 17,5 m.

Les caractéristiques du barrage de la Chute Allard sont résumées comme suit :

- hauteur maximale : 15,0 m;
- longueur en crête : 116,0 m;
- largeur en crête : 7,0 m;
- cote de la crête : 348,0 m.

La centrale de la Chute Allard est une centrale au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation qui est de 4 km².

2.5.3 Aménagement Rapides-des-Cœurs

Le futur barrage des Rapides-des-Coeurs, sera construit au PK 119,2 sur la rivière Saint-Maurice. Le barrage sera en enrochement et comprendra la prise d'eau de la centrale et un évacuateur de crues de trois passes de 11,5 m de large. La capacité d'évacuation au niveau maximale normale d'exploitation est de 4 573 m³/s. La centrale est munie de 6 groupes dont la puissance installée est de 60 MW. La hauteur de chute est de 21 m.

Les caractéristiques du barrage des Rapides-des-Coeurs sont résumées comme suit :

- hauteur maximale : 22,0 m;
- longueur en crête : 134,0 m;
- largeur en crête : 8,0 m;
- cote de la crête : 302,0 m.

La centrale des Rapides-des-Coeurs est une centrale au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation qui est de 10 km².

2.5.4 Aménagement Rapide-Blanc

Le barrage Rapide-Blanc est localisé à quelque 164 km en aval du barrage Gouin. L'ouvrage constitue l'un des ouvrages de fermeture du réservoir Rapide-Blanc qui a une superficie de 82 km² au niveau maximal normal d'exploitation. Sur la rivière principal le barrage Rapide-Blanc comprend un barrage poids en rive droite, la centrale, une passe à billes, un évacuateur, une section de pertuis de fond et un barrage en rive gauche. La passe à billes et les vannes de fond régulatrice ne sont plus utilisables car la passe à billes n'a plus de mécanisme et les vannes de fond sont désuètes. La centrale est munies de 6 groupes dont la puissance installée est de 202 MW. La hauteur de chute est de 32,92 m. La capacité totale d'évacuation au niveau maximal normal d'exploitation est de 3 470 m³/s.

Les caractéristiques du barrage Rapide-Blanc sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 43,0 m;
- longueur en crête : 268,0 m;
- largeur en crête : 7,0 m;
- cote de la crête : 279,8 m.

Deux autres ouvrages situés à l'ouest du barrage principal ferment le réservoir Rapide-Blanc. Il s'agit du barrage poids Poisson-Blanc et du remblai Poisson Blanc. Le barrage en béton mesure 82 m en longueur et sa crête est à la cote 277,37 tandis que le barrage en remblai est plus long et mesure 157 m en longueur. Sa crête est à la cote 280,2 m.

2.5.5 Aménagement Trenche

Le barrage Trenché est localisé à quelque 11 km en aval du barrage Rapide-Blanc, au PK 175,68 sur la rivière Saint-Maurice. Le barrage principal comprend un barrage poids en rive droite, la centrale, une passe à billes, une section de pertuis de fond, un barrage poids au centre et un évacuateur. La centrale est munie de 6 groupes dont la puissance installée est de 302 MW. La hauteur de chute est de 48,47 m. La capacité totale d'évacuation au niveau maximal normal d'exploitation est de 4 350 m³/s.

Les caractéristiques du barrage Trenché sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 51,0 m;
- longueur en crête : 442,0 m;
- largeur en crête : 7,5 m;
- cote de la crête : 242,6 m.

La centrale Trenché est une centrale au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation qui est de 14 km².

2.5.6 Aménagement Beaumont

Le barrage Beaumont est localisé au PK 202,37 soit à 27 km en aval du barrage Trenché. Le bief d'amont a une superficie de 5 km² au niveau maximal d'exploitation normale. Le barrage Beaumont comprend un barrage poids en rive droite, la centrale, une passe à billes, une section de pertuis de fond, un barrage poids intermédiaire, un évacuateur et un barrage en rive gauche. La centrale est munie de 6 groupes dont la puissance installée est de 243 MW. La hauteur de chute est de 37,8 m. La capacité totale d'évacuation au niveau maximal normal d'exploitation est de 4 430 m³/s.

Les caractéristiques du barrage Beaumont sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 40,0 m;
- longueur en crête : 489,0 m;
- largeur en crête : 7,5 m;
- cote de la crête : 193,9 m.

2.5.7 Aménagement La Tuque

Le barrage La Tuque est localisé à quelque 15 km en aval du barrage Beaumont, au PK 217,24 sur la rivière Saint-Maurice. Le barrage principal comprend un barrage poids en rive droite, un évacuateur, deux pertuis de fond, une passe à billes, une centrale et un barrage poids en rive gauche. La centrale est munie de 6 groupes dont la puissance installée est de 220 MW. La hauteur de chute est de 34,75 m. La capacité totale d'évacuation au niveau maximal normal d'exploitation est de 5 000 m³/s (réf. 2.5)

Les caractéristiques du barrage La Tuque sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 25,0 m;
- longueur en crête : 425,0 m;
- largeur en crête : 7,0 m;
- cote de la crête : 153,0 m.

Il faut ajouter que les plans et dessins des ouvrages de l'aménagement La Tuque indiquent que la crête du barrage se situe à la cote 152,70 m (voir dessin d'auscultation du barrage La Tuque de février 1981). Toutefois, lors des études de réfection du barrage, les relevés ont démontré que les repères devaient être 0,3 m plus haut. La firme Tecsumt a émis des nouveaux plans en 1996 qui démontrent que la crête du barrage est plutôt à la cote 152,99 m. Les études de rupture ont été effectuées avec ces nouvelles valeurs.

La centrale La Tuque est une centrale au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation qui est de 8 km².

2.5.8 Aménagement Grand-Mère

Le barrage de Grand-Mère est localisé au PK 335,84 sur la rivière Saint-Maurice. L'ancien aménagement de Grand-Mère comportait une centrale au fil de l'eau, un évacuateur de crues ainsi qu'un déversoir à crête libre. La centrale est exploitée sous une chute nominale de 24,4 m et son débit d'équipement est de 795 m³/s. La puissance installée est de 154 MW.

Le nouvel aménagement comprendra une nouvelle centrale implantée sur la rive gauche d'une puissance installée de 216 MW au débit d'équipement de 1 040 m³/s. Les crues seront déversées par un évacuateur principal, un régulateur et un évacuateur secondaire dont la capacité est suffisante pour évacuer de façon sécuritaire la CMP. La cloison gauche actuelle sera transformée en déversoir. L'évacuateur actuel sera arasé pour permettre l'alimentation des nouveaux ouvrages. L'ancienne centrale sera désaffectée. Toutefois, le bâtiment sera conservé.

Les caractéristiques du nouveau barrage Grand-Mère sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 22,0 m;
- longueur en crête : 428,0 m;
- largeur en crête : 8,5 m;
- cote de la crête : 105,56 m.

La centrale de Grand-Mère est une centrale au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation qui est de 22 km².

2.5.9 Aménagement Shawinigan

Le barrage Shawinigan est localisé au PK 351,83 sur la rivière Saint-Maurice. L'aménagement comprend deux centrales, soit la centrale de Shawinigan 2 et celle de Shawinigan 3 et deux évacuateurs de crues, soient au barrage Shawinigan (aussi nommé le barrage Melville) et au barrage Almaville. L'aménagement de Shawinigan 2 comprend une digue en argile nommée le talus belgo, un barrage poids en rive droite, une passe à billes, une centrale, un mur d'aile en rive gauche et un funiculaire. La centrale est munie de 8 groupes dont la puissance installée est de 203 MW. La hauteur de chute est de 44,2 m.

L'aménagement de Shawinigan 3 comprend une passe à billes, une centrale et un mur d'aile en rive gauche. La centrale est munie de 3 groupes dont la puissance installée est de 184 MW. La hauteur de chute est de 44,2 m.

Le barrage Shawinigan comprend un mur d'aile en rive droite, une section de pertuis de fond, un évacuateur et un mur d'aile en rive gauche. Finalement, le barrage Almaville comprend un mur d'aile en rive droite, un évacuateur et un mur d'aile en rive gauche.

Les caractéristiques du barrage Shawinigan sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 10,0 m;
- longueur en crête : 219,0 m;
- largeur en crête : 7,0 m;
- cote de la crête : 80,09 m.

Les caractéristiques du barrage Almaville sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 10,0 m;
- longueur en crête : 152,0 m;
- largeur en crête : 7,0 m;
- cote de la crête : 80,09 m.

La capacité d'évacuation des ouvrages aux aménagements Shawinigan est de 4 584 m³/s au niveau maximal normal d'exploitation. Les centrales Shawinigan 2 et 3 sont des centrales au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation qui est de 5 km².

2.5.10 Aménagement La Gabelle

Le barrage La Gabelle est localisé au PK 363,68 sur la rivière Saint-Maurice à quelque 12 km en aval de l'aménagement de Shawinigan. Il s'agit du dernier aménagement sur la rivière avant l'embouchure. Le barrage principal comprend un déversoir en rive droite, un évacuateur, une passe à billes, la centrale et un barrage poids en rive gauche. La centrale est munie de 5 groupes dont la puissance installée est de 137 MW. La hauteur de chute est de 17,38 m. La capacité totale d'évacuation au niveau maximal normal d'exploitation est de 2 895 m³/s.

Les caractéristiques du barrage La Gabelle sont résumés comme suit :

- hauteur maximale : 21,0 m;
- longueur en crête : 583,0 m;
- largeur en crête : 10,0 m;
- cote de la crête : 35,3 m.

La centrale La Gabelle est une centrale au fil de l'eau et le bief d'amont a une superficie au niveau maximal normal d'exploitation de 3 km².

2.6 Caractéristiques d'exploitation des aménagements

2.6.1 Niveaux d'exploitation

Les niveaux d'exploitation des huit aménagements actuels, soit de Gouin, Rapide-Blanc, Trenché, Beaumont, La Tuque, Grand-Mère, Shawinigan et La Gabelle sont présentés au tableau 2.2.

Les niveaux d'exploitation du bief d'amont de la Chute Allard sont les suivants :

- niveau maximal critique : 348 m;
- niveau maximal d'exploitation : 346 m;
- niveau minimal d'exploitation : 346 m.

Les niveaux d'exploitation du bief d'amont des Rapides-des-Coeurs sont les suivants :

- niveau maximal critique : 300,5 m;
- niveau maximal d'exploitation : 299,5 m;
- niveau minimal d'exploitation : 299,5 m.

2.6.2 Courbes d'emmagasinement

Les volumes d'eau à l'arrière des barrages ont été évalués à partir des courbes d'emmagasinement des différents réservoirs, à savoir :

- Les courbes d'emmagasinement des huit aménagements actuels, soit de Gouin, Rapide-Blanc, Trenche, Beaumont, La Tuque, Grand-Mère, Shawinigan et La Gabelle sont présentées aux figures 2.1 à 2.8. Il s'agit des courbes qui proviennent de la base de données CA\$H (réf. 2.6).
- Les courbes d'emmagasinement des nouveaux aménagements de la Chute-Allard et de Rapides-des-Cœurs proviennent du groupe Équipement et sont présentées aux figures 2.9 et 2.10.

2.6.3 Débit module

Le débit module est utilisé pour l'établissement des conditions initiales d'écoulement, qui servent lors des simulations de rupture à l'établissement des rehaussements d'eau maximum. Ainsi, le débit module est de 172 m³/s au barrage Gouin et de 739 m³/s à l'embouchure de la rivière Saint-Maurice.

Le tableau 2.2 présente le débit module à chacun des aménagements. Il faut ajouter qu'au futur barrage de la Chute-Allard le débit module est de 305 m³/s tandis qu'à Rapides-des-Cœurs, le débit module est de 315 m³/s.

2.6.4 Marée

La marée se fait très peu sentir à Trois-Rivières où le marnage maximal est de l'ordre de 0,3 m. Par contre, le niveau moyen mensuel de l'eau varie entre 0,7 et 3 m, au-dessus du zéro des cartes, durant l'année. Ce zéro se situe à la cote 2,96 m dans le système géodésique canadien.

Selon les tables des marées 2002, à la marée haute, le niveau d'eau de la grande marée est de 4,5 m. Celui de la marée moyenne est de 4,2 m.

Le niveau extrême enregistré à la marée haute est de 7,55 m tandis que le niveau extrême enregistré à la marée basse est de 2,25 m.

Le niveau d'eau à la marée haute a été utilisé comme condition limite aval du modèle et correspond à 4,5 m pour la station 3360 du fleuve Saint-Laurent à proximité de Trois-Rivières.

2.6.5 Capacité d'évacuation

Comme les ouvrages d'évacuation des aménagements sont considérés être fermés lors de la rupture du barrage Gouin en temps sec, la capacité d'évacuation aux aménagements correspond uniquement au débordements au-dessus du sommet des vannes en position fermée.

