

Challenges, Risks and Successes in the Construction of the Lake St. Martin Emergency Channel

Ron Weatherburn, Manitoba Infrastructure and Transportation
Eric-L. Blais, Golder Associates

Défis, risques et succès dans la construction du canal de déversement d'urgence du lac Saint-Martin

Ron Weatherburn, Infrastructure et Transports Manitoba
Eric-L. Blais, Golder Associates

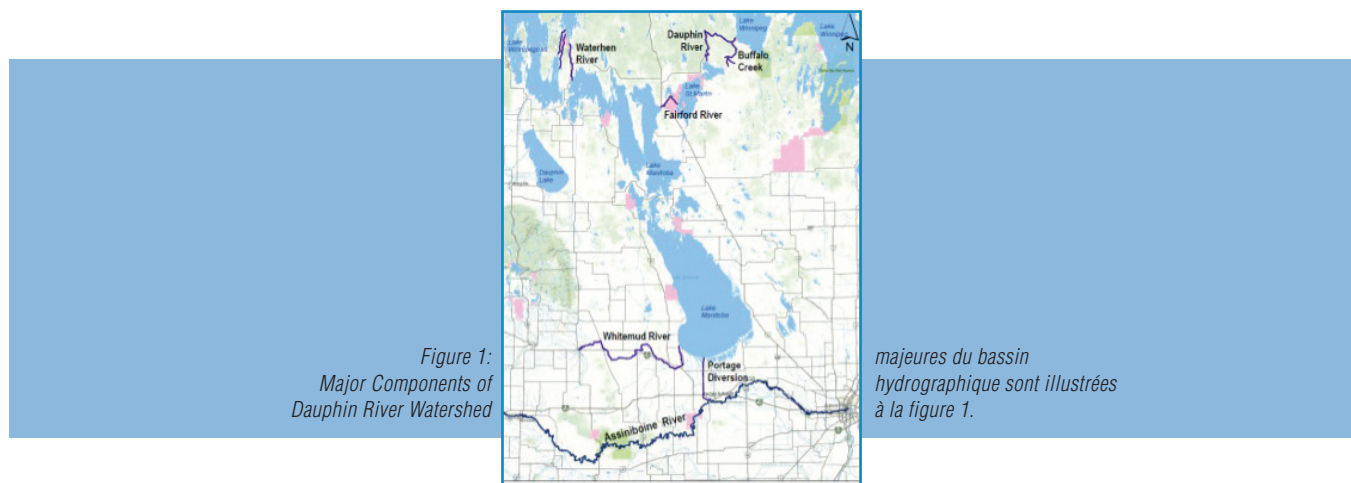


Figure 1:
Major Components of
Dauphin River Watershed

majeures du bassin
hydrographique sont illustrées
à la figure 1.

BACKGROUND

Widespread record flooding was seen across much of southern Manitoba in 2011, resulting in unprecedented high inflows into Lake Manitoba especially through the Portage Diversion and Waterhen River. Outflows from Lake Manitoba travel downstream through the Fairford River to Lake Pineimuta and Lake St. Martin, then through the Dauphin River to Lake Winnipeg. The major watershed components are illustrated in Figure 1.

The prolonged high flows overwhelmed the capacity of the existing regulatory system. Lake Manitoba crested at 249.1m (0.4m higher than the previous maximum). The combination of high water levels and high winds damaged and in some cases destroyed homes around the lake. A late May storm was particularly damaging with windspeeds of over 100 km/h; up to 1.5m of level increases due to wind set-up and waves as high as 2.1m were reported. The estimated return period for this combination of conditions is approximately 1:2,000 years.

As a result of the high Lake Manitoba levels, the flow through the Fairford River Water Control Structure reached a record 623 m³/s which was almost double the historic peak rate. Lake St. Martin

Continued on page 8

CONTEXTE

Des inondations record généralisées ont été observées dans une bonne partie du sud du Manitoba en 2011, ce qui a donné lieu à des débits entrants élevés sans précédent dans le lac Manitoba, en particulier par le canal de dérivation Portage et la rivière Waterhen. Les débits sortants du lac Manitoba s'écoulent en aval par la rivière Fairford jusqu'au lac Pineimuta et jusqu'au lac Saint-Martin, puis jusqu'au lac Winnipeg par la rivière Dauphin. Les composantes majeures du bassin hydrographique sont illustrées à la figure 1.

Les débits élevés prolongés ont dépassé la capacité du système de régulation existant. Le lac Manitoba a atteint un maximum de 249,1 m (0,4 m plus élevé que le maximum précédent). La combinaison de niveaux d'eau élevés et de vents violents a endommagé et, dans certains cas, a détruit des maisons situées autour du lac. Une tempête ayant frappé fin mai a été particulièrement dévastatrice, les vitesses du vent atteignant plus de 100 km/h; jusqu'à 1,5 m de hausses du niveau en raison de la dénivellation due au vent et des vagues pouvant atteindre 2,1 m ont été signalées. La période de récurrence estimée pour cette combinaison de conditions est d'environ deux mille ans (1/2 000 ans).

En raison des niveaux élevés du lac Manitoba, le débit qui passe par la structure de contrôle des eaux de la rivière Fairford a atteint un niveau

Suite à la page 8



Barge and Drainage Channels – Mid August / Canaux de drainage et pour barges – mi-août

Continued from page 7

reached a level of 245.55m almost 0.9 m higher than the historic peak and prompted the construction of temporary dikes up to 2.4 m high.

Approximately 2,000 people were evacuated from the shores of Lake St. Martin and Lake Manitoba and communities, homes, cottages and farms were at risk of further damage from flooding, wind and waves and ice damage the following spring unless mitigation options could be implemented before winter.

1.1 ANALYSIS OF OPTIONS

In June, 2011 the Province of Manitoba represented by Manitoba Infrastructure and Transportation (MIT) commissioned AECOM and KGS to urgently explore any potential options to bring the levels down as soon as possible while also minimizing potential impact on other areas of the province. Over 12 options were examined and on July 22 Manitoba accepted the recommendation to begin immediate work on construction of an emergency outlet channel from Lake St. Martin. This channel would lower Lake St. Martin levels sufficiently to compensate for the increase in levels that would result during ice formation on the Dauphin River and Lake St. Martin. This would allow discharges out of Lake Manitoba to remain at full capacity through the winter.

The design capacity of this channel was 142 m³/s at an elevation of 244.1m. It would discharge into a large wetland surrounding Big Buffalo Lake and flow into Buffalo Creek which in turn would discharge to the Dauphin River en route to Lake Winnipeg. The challenge was to construct a 6.2 km long, 60 meter base width channel requiring close to 2 million m³ of excavation before winter. This required the simultaneous: mobilization of contractors; completion of exploration works; detail modeling and final design of the channel and associated works.

The construction challenges were significant. The channel site was located on the “wrong side” of Lake St. Martin and had no road access or any means of building a road before winter and there had only been preliminary exploration of the proposed route. Even exploratory access was limited until a shipping channel could be

Continued on page 9



Channel Progress by September 9 / Progrès entourant le canal - 9 septembre

Suite de la page 7

record de 623 m³/s, presque le double du débit de pointe historique. Le lac Saint Martin a atteint un niveau de 245,55 m, soit un niveau de presque 0,9 m plus élevé que la crête historique, ce qui a donné lieu à la construction de digues temporaires allant jusqu'à 2,4 m de hauteur.

Environ 2 000 personnes ont été évacuées des rives du lac Saint-Martin et du lac Manitoba. Par ailleurs, des collectivités, des maisons, des chalets et des exploitations agricoles étaient à risque de subir d'autres dommages attribuables aux inondations, aux vents et aux vagues, ainsi que des dommages pouvant être causés par la glace au printemps suivant, à moins que des options d'atténuation des impacts ne soient adoptées avant l'hiver.

1.1 ANALYSE DES OPTIONS

En juin 2011, la province du Manitoba, représentée par Infrastructure et Transports Manitoba (ITM) a mandaté les firmes AECOM et KGS afin qu'elles explorent de toute urgence les éventuelles options permettant de réduire les niveaux aussitôt que possible tout en réduisant au minimum l'incidence éventuelle sur d'autres régions de la province. Plus de 12 options ont été examinées et, le 22 juillet, le Manitoba a accepté la recommandation qui lui était faite d'entreprendre des travaux immédiats pour la construction d'un canal de déversement d'urgence près du lac Saint-Martin. Ce canal ferait baisser les niveaux d'eau du lac Saint-Martin suffisamment pour compenser la hausse des niveaux qui résulteraient du phénomène de formation de la glace dans la rivière Dauphin et le lac Saint Martin. Cela permettrait aux débits provenant du lac Manitoba de demeurer à leur pleine capacité tout au long de l'hiver. La capacité nominale prévue de ce canal était de 142 m³/s à une altitude de 244,1 m. Il se déverserait dans une grande zone humide entourant le lac Big Buffalo et s'écoulerait dans le ruisseau « Buffalo Creek » qui, à son tour, irait se déverser dans la rivière Dauphin en direction du lac Winnipeg. Le défi consistait à construire un canal d'une longueur de 6,2 kilomètres et dont la base ferait 60 mètres de largeur, ce qui exigerait près de 2 millions m³ d'excavation avant l'hiver. Cette mission a exigé simultanément la mobilisation d'entrepreneurs; l'exécution de travaux d'exploration; une modélisation détaillée et l'étude de l'avant-projet du canal ainsi que des travaux connexes.

Suite à la page 9



Figure 2:
Lake St. Martin
Emergency Outlet Channel

Figure 2:
Canal de déversement
d'urgence du lac Saint-Martin

Continued from page 8

excavated through hundreds of meters of flooded trees and muskeg. The site remained accessible only by barge, boat or helicopter throughout the project.

1.2 SITE RECONNAISSANCE

Site reconnaissance of Lake St. Martin north-east shore had begun in mid-June with aerial reconnaissance showing flooding up to kilometer inland in the forest and fens. The construction contractors suggested a route on higher ground would be more feasible from a constructability perspective. Route “L” Reach 1 as shown on Figure 2, was ultimately chosen as the first construction objective.

Three experienced local construction firms took the lead on this project with many other sub-contractors and companies involved in various aspects of the construction works. Mobilization started before the final contracts were signed and included securing equipment, establishing construction camps, construction of boat and barge landings, obtaining and moving equipment to the construction site and clearing of bush within the construction footprint.

1.3 CONSTRUCTION ACTIVITIES

The construction conditions were difficult and included flooding far inland. The ground along the channel alignment consisted of 1 -1.5m of saturated peat underlain by hard basil till. The extremely tight deadlines and contractor capabilities required constant adjustment of design, personnel and logistical support. At its peak the project had close to 100 pieces of heavy equipment on site, requiring 2 construction camps, 3 tugs, 4 barges, 10 support boats, 2 helicopters, 2 field offices and a multitude of MIT and consultant personnel for office and field duties

Construction was started based on minimal field data and without a final design for many aspects of the project which required constant communication between the field staff and design team. The speed of construction also meant that conventional survey of quantities was very difficult and site inspectors estimated the progress by recording the cut remaining at various stations.

Near the end of September bush clearing was almost complete

Continued on page 10

Suite de la page 8

Les défis de construction étaient considérables. L'emplacement du canal se trouvait du « mauvais côté » du lac Saint-Martin et il n'existait aucun accès par route ni aucun moyen de construire une route avant l'hiver. De plus, il n'y avait eu qu'une exploration préliminaire du chemin proposé. Même l'accès exploratoire était limité jusqu'à ce qu'un canal de navigation puisse être creusé dans des centaines de mètres de fondrières et d'arbres inondés. Le site est demeuré accessible uniquement par barge, par bateau ou par hélicoptère tout au long du projet.

1.2 RECONNAISSANCE DU SITE

La reconnaissance du site de la rive nord-est du lac Saint-Martin avait commencé à la mi-juin au moyen d'une reconnaissance aérienne faisant voir des zones inondées allant jusqu'à un kilomètre à l'intérieur des terres dans la forêt et les marais. Les entrepreneurs en construction ont fait valoir qu'une route aménagée sur un terrain plus élevé serait plus facile à réaliser du point de vue de la constructibilité. La route « L », tronçon (Reach) 1, indiquée à la figure 2, a fini par être choisie en tant que premier objectif de construction.

Trois entreprises de construction locales expérimentées ont pris la direction de ce projet de concert avec de nombreux autres sous-traitants et entreprises engagés dans divers aspects des travaux de construction. La mobilisation a commencé avant la signature des contrats définitifs. Il s'agissait notamment d'obtenir l'équipement, d'établir les baraquements de chantier, de construire les installations de débarquement de bateaux et de barges, d'obtenir l'équipement et de la déplacer vers le chantier de construction et de nettoyer les boisés dans les limites de l'empreinte écologique de la construction.

1.3 ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION

Les conditions de construction étaient difficiles et il fallait composer avec des zones inondées loin à l'intérieur des terres. Le terrain le long de l'alignement du canal consistait en 1 à 1,5 m de tourbe saturée reposant sur un till de fond dur. Les échéances extrêmement serrées et les capacités de l'entrepreneur ont exigé un ajustement constant de la conception, du personnel et du soutien logistique. À son apogée, le projet comptait près de 100 unités de machinerie lourde sur place, ce qui a exigé 2 campements, 3 bateaux remorqueurs, 4 barges, 10 bateaux d'appoint, 2 hélicoptères, 2 bureaux de terrain et une multitude

Suite à la page 10



Clearing Peat and Trees / Nettoyage de la tourbe et des arbres

Continued from page 9

and the excavation and removal of peat was ¾ complete, but the excavation rates in till were projected to be incomplete by the November 1 drop dead date. It was decided to reduce the channel width by 25% in order to have a channel open by freeze-up.

October saw the completion of the majority of the emergency channel components. The channel construction methodology was well established and there were no major alterations to the channel design or construction methods. The main concern was the slow pace of dredging of the forebay area. It appeared that the basil till was too hard for the floating dredge to excavate efficiently and operations were supplemented using the floating excavator and excavators on barges to assist in dredging

Removal of the south dike, which separated Lake St. Martin from the channel, started on November 1st using six excavators along the length of the dike. Excavation of the dike continued the next day but had to be suspended after a tug and barge were swept into the channel by high forebay velocities. The solution to this safety issue was the construction of an additional barge channel further to the east to allow tug traffic to avoid the current associated with the channel inlet. This new channel was completed by November 10th.

Barging of equipment resumed and continued until the 19th when freezing weather conditions no longer allowed for safe passage across the lake. In the end, there were eight barge loads remaining on site. These loads were removed later when a winter road was constructed to site.

Water quality monitoring continued until ice conditions made sampling unsafe. This identified that the wetland surrounding Big Buffalo Lake reduced the suspended sediment load by over 50% for the first flows through the channel and that the channel had self-armoured within 2 months and was no longer contributing sediment to the downstream watercourses.

1.4 CONCLUSION

The construction of the Lake St. Martin Emergency Outlet Channel was a success. It achieved the objective of having an additional outlet in place before winter and prevented further damage that

Continued on page 11



Moving the Field Office / Déménagement du bureau de chantier

Suite de la page 9

de membres en formation et de consultants pour le travail de bureau et le travail de terrain.

La construction a commencé en fonction des données de terrain minimales et sans une conception détaillée pour de nombreux aspects du projet, ce qui a exigé une communication constante entre le personnel sur le terrain et l'équipe de conception. La vitesse de construction signifiait aussi que l'avant-métré traditionnel a été très difficile et les inspecteurs de chantier ont estimé le progrès en enregistrant le déblai qui restait à diverses stations.

Vers la fin septembre, le débroussaillage était presque terminé et l'excavation et l'enlèvement de la tourbe étaient aux trois quarts terminés, mais il avait été prévu que les taux d'excavation dans le till ne seraient pas tout à fait respectés à la date butoir du 1er novembre. Il a donc été décidé de réduire la largeur du canal de 25 p. 100 afin de pouvoir procéder à l'inauguration du canal avant la prise de la glace.

En octobre, la plupart des composantes du canal de déversement d'urgence étaient en place. La méthode de construction du canal était bien établie et aucune modification majeure n'a été apportée à la conception du canal ni aux méthodes de construction. La principale préoccupation résidait dans le rythme lent du dragage de la zone du bief d'amont. Il semblerait que le till de fond était trop dur pour que la drague puisse creuser efficacement et les opérations ont été complétées à l'aide de l'excavatrice flottante et des excavatrices sur les barges afin de faciliter le dragage.

L'enlèvement de la digue sud, qui séparait le lac Saint-Martin du canal, a commencé le 1er novembre à l'aide de six excavatrices sur toute la longueur de la digue. L'excavation de la digue s'est poursuivie le lendemain mais a dû être suspendue après qu'un bateau-remorqueur et une barge aient été balayés dans le canal par des vitesses élevées dans le bief d'amont. La solution à ce problème de sécurité résidait dans la construction d'un canal pour barges supplémentaire plus loin à l'est pour permettre aux bateaux remorqueurs d'éviter le courant associé à l'entrée du canal. La construction de ce nouveau canal a pris fin le 10 novembre.

Le transport par barges de l'équipement a repris et s'est poursuivi jusqu'au 19 novembre, date à laquelle les conditions de gel ne

Suite à la page 11



Channel Progress by October 2 / Progrès entourant le canal - 2 octobre



Channel nearing Completion - October 25 / Canal peu avant l'achèvement - 25 octobre



Channel Opening - November 1 / Inauguration du canal - 1er novembre



Channel Fully Operational November 15, 2011 / Canal pleinement opérationnel - 15 novembre 2011

Continued from page 10

would have inevitably been caused by staging due to ice formation on the Dauphin River and/or the need to reduce flows leaving Lake Manitoba. The project was delivered (albeit with reduced capacity) on time and within budget. This project is a model for cooperation between government, consultants and contractors in managing a natural disaster. **WN**

Suite de la page 10

permettaient plus le passage sur le lac en toute sécurité. Au bout du compte, huit chargements de barges sont restés sur le site. Ces chargements ont été enlevés plus tard lorsqu'une route d'hiver a été construite jusqu'au chantier.

La surveillance de la qualité des eaux s'est poursuivie jusqu'à ce que l'état des glaces rende l'échantillonnage risqué. Cette mesure a permis de déterminer que la zone humide entourant le lac Big Buffalo a réduit les sédiments en suspension de plus de 50 p. 100 pour les premiers débits s'écoulant dans le canal et que le canal s'était auto-blindé en l'espace de deux mois et ne contribuait plus aux dépôts de sédiments dans les cours d'eau en aval.

1.4 CONCLUSION

La construction du canal de déversement d'urgence du lac Saint-Martin a été un franc succès. Elle a permis d'atteindre l'objectif qui consistait à disposer d'un autre canal de décharge avant l'hiver. En outre, le canal a prévenu d'une part d'autres dommages qui inévitablement auraient été occasionnés par la formation de la glace sur la rivière Dauphin et/ou, d'autre part, le besoin de réduire les débits qui quittent le lac Manitoba. Le projet a été exécuté à temps (bien qu'avec une capacité réduite) et dans les limites du budget. Ce projet est un modèle de coopération entre le gouvernement, les consultants et les entrepreneurs ou maîtres d'œuvre pour la gestion d'une catastrophe naturelle. **WN**