

**APPROCHE POUR LA PROTECTION  
CONTRE LES INONDATIONS  
EN RÉPONSE AUX  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

**SOMMAIRE EXECUTIF**

Soumis à:  
**Ville de Dieppe**  
Dieppe, Nouveau-Brunswick

Soumis par:  
**Amec Foster Wheeler Environment & Infrastructure,  
une division de Amec Foster Wheeler Americas Limited**  
Fredericton, Nouveau-Brunswick

Le 16 avril 2015

TE 143020



## SOMMAIRE

### CONTEXTE

On désigne la modification des conditions climatologiques que l'on observe à long terme à l'échelle mondiale par le terme « changements climatiques ». Au nombre des effets prévus des changements climatiques, mentionnons la fréquence accrue des vagues de chaleur, des sécheresses, des ondes de tempête et des inondations. L'adaptation aux changements climatiques est une façon de gérer les risques liés aux changements en s'attaquant aux effets potentiels. Les mesures d'adaptation sont notamment l'élaboration de politiques efficaces ainsi que la conception et la mise à niveau de l'infrastructure municipale de façon à tenir compte des effets prévus.

Les changements climatiques inquiètent de plus en plus les municipalités. Actuellement, les trois municipalités de Moncton, Dieppe et Riverview font face à une augmentation de la fréquence des inondations côtières, des inondations des cours d'eau intérieurs et des épisodes de précipitations extrêmes. L'initiative des mesures d'adaptation aux changements climatiques pour la région des trois municipalités (AMEC, 2011) a permis de quantifier les effets des changements climatiques prévus sur les précipitations régionales et de déterminer le niveau d'eau total dans la rivière Petitcodiac et son estuaire pour divers horizons temporels aux fins de planification. Le niveau d'eau total englobe l'élévation du niveau de la mer, la subsidence, la marée, l'onde de tempête et la contribution de l'écoulement de surface. Selon cette étude, les niveaux d'eau prévus atteindraient 10,25 m pour un événement centennal en 2100. En ce qui concerne le scénario de la pire éventualité, soit un événement semblable à la tempête de Saxby, les niveaux d'eau pourraient atteindre 11,5 m en 2100.

### ZONE D'ÉTUDE

Afin de délimiter la zone où l'analyse plus poussée serait menée, on a examiné les élévations du niveau d'eau établies dans l'étude de 2011. Un niveau de crue de 10,5 m, équivalent à celui de la tempête de Saxby qui se produirait dans les conditions actuelles, a été utilisé. De plus, on a décidé d'effectuer une évaluation de l'infrastructure souterraine à des endroits où le niveau des eaux se situait entre 10,5 m et 13,5 m. Entre ces courbes de niveau, il y aurait un risque de refoulement dans les réseaux d'égout et de drainage des eaux de pluie ainsi que d'inondation des sous-sols lorsque le niveau de crue atteindrait 10,5 m.

On définit la zone d'étude comme la région spatiale se situant dans les limites de la Ville de Dieppe, à l'est de la rivière Petitcodiac, et dont l'élévation géodésique maximale est de 13,5 m. Cette zone a été divisée en cinq « sections » délimitées par l'extrémité de parties de digues existantes et d'anciennes digues, allant jusqu'au niveau de crue prescrit de 10,5 m, et par la suite jusqu'à un niveau de 13,5 m. Pour déterminer les extrémités des parties des digues, on a utilisé principalement des entités topographiques naturelles (ruisseaux, élévations, végétation) ou une infrastructure reconnaissable comme un pont de sentier. Ces sections sont nommées comme suit :

- Section 1 (rue Paul)

- Section 2 (marais de Chartersville)
- Section 3 (rue Amirault)
- Section 4 (Fox Creek)
- Section 5 (chemin Dover)

Les cartes illustrant les courbes de niveau de 10,5 m et 13,5 m sont présentées à l'annexe A de ce rapport.



## ANALYSE DE LA SITUATION

Une analyse de la planification et une étude technique ont été réalisées pour les cinq sections afin de déterminer ce qui suit : usage des terres, densités de la population (permanentes et temporaires), infrastructure (routes, eau, égout et autres services publics) et services essentiels (incendie, police, hôpitaux, etc.). Ces sections ont été caractérisées comme suit :

- Section 1 (rue Paul) – Très faible population résidentielle. Au total, 98 % des terres sont désignées à utilisation commerciale. La rue Paul et la rue Champlain donnent accès à des établissements commerciaux. On y trouve des canalisations d'égouts sanitaires, d'égouts pluviaux et d'eau potable de différentes longueurs ainsi que des conduites de gaz naturel et des lignes de télécommunications souterraines. Les digues existantes sont en bon état.
- Section 2 (marais de Chartersville) – La zone de terre inondable occupe en grande partie cette section (54 % de sa superficie), où l'aménagement est peu autorisé. On y trouve une zone résidentielle importante (35 % de la superficie de la section), un certain nombre de petites zones commerciales (10 %) et une petite zone institutionnelle (1%). Au total, 74 % de la population de l'ensemble de la zone d'étude habite dans cette section. Les principales artères sont l'avenue Acadie et la rue Amirault. On note une présence importante de canalisations d'égouts sanitaires, d'égouts pluviaux et d'eau potable. Les digues existantes sont en bon état.
- Section 3 (rue Amirault) – Cette section est composée à 79 % d'une zone de conservation à faible densité et à 21 % d'une zone résidentielle. On y trouve des conduits sanitaires, des conduits pluviaux et des canalisations de différentes longueurs ainsi que des conduites de gaz naturel souterraines et des lignes de télécommunications.
- Section 4 (Fox Creek) – L'usage des terres est réparti comme suit : zones de conservation, de parc et de terre inondable à faible densité de population (53 %), usages commercial et institutionnel à densité moyenne (11 %) et usages résidentiels à forte densité (36 %). On y trouve canalisations d'égouts sanitaires, d'égouts pluviaux et d'eau potable de différentes longueurs ainsi que des conduites de gaz naturel et des lignes de télécommunications souterraines. Les digues sont en bon état, leur longueur est limitée et l'élévation géodésique de la crête minimale est d'environ 8,5 m. Cependant, le terrain entre la ligne côtière et la culée nord de la digue est topographiquement peu élevé, soit environ 7 m.
- Section 5 (chemin Dover) – L'usage des terres est divisé en trois zones de faible densité. Cette section n'est pas habitée. Aucun service public n'est présent.

## CRITÈRES DE CONCEPTION

Des critères de conception ont été proposés pour orienter les activités d'ingénierie et les travaux publics relativement à la mise en œuvre des mesures de protection contre les inondations nécessitant des activités de construction concrètes. Voici les critères en question :

- Plan relatif à la sécurité
- Degré de protection : conception des digues conforme aux *Recommandations de sécurité des barrages* publiées par l'Association canadienne des barrages (ACB)

- Perturbation des ressources naturelles et de la végétation : activités effectuées de façon à limiter la perturbation des ressources naturelles
- Réseau de sentiers existant : perturbation limitée du réseau de sentiers et conservation des belvédères existants
- Cadre législatif : respect des lois et des règlements applicables
- Plan de communication
- Spécifications et principes applicables à la conception des digues
- Considérations financières
- Processus de construction
- Limites

## ANALYSE DU RISQUE

Le risque est déterminé en fonction de la probabilité et des conséquences. Afin d'évaluer les conséquences possibles, les facteurs suivants ont été pris en compte : population, valeurs des biens immobiliers selon l'évaluation foncière et infrastructures essentielles. En ce qui concerne la détermination du risque d'inondation pour les cinq sections (et certaines de leurs parties), on a utilisé une combinaison des valeurs de la profondeur et de la vitesse du courant. Les risques sont généralement classés en quatre catégories : faible, modéré, important et extrême.

Le degré de risque d'inondation est établi en partie en fonction de l'évaluation de la population, de l'évaluation foncière et des infrastructures essentielles ainsi que de la profondeur de l'inondation et d'une vitesse de courant moyenne supposée de moins de 1 m/s. Les *Recommandations de sécurité des barrages* sont un autre facteur important pris en compte (ACB, 2007). Ces Recommandations sont fondées sur les conséquences : certains critères applicables à la conception, à l'évaluation, à l'inspection et à l'entretien d'un barrage sont fonction des conséquences ou des pertes liées à la rupture de la structure, définies selon quatre paramètres :

- population à risque;
- augmentation progressive des pertes de vie;
- augmentation progressive de la perte de valeur écologique et culturelle;
- augmentation progressive des pertes économiques et d'infrastructures.

Une évaluation détaillée de chacun de ces paramètres est présentée à l'annexe B du rapport principal. Les résultats sont résumés dans le tableau E.1.

**Tableau E.1 Résumé du classement provisoire des barrages**

Section	Classification				
	Population à risque	Pertes de vie	Valeur écologique et culturelle	Économie et infrastructure	Risque global
1	Important	Important	Faible	Élevé	Élevé
2	Élevé	Extrême	Important à élevé	Élevé	Élevé
3	Élevé	Élevé	Faible	Important	Important
4	Élevé	Très élevé	Important à élevé	Élevé	Élevé
5	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible



Voici le degré de risque de chaque section :

- Section 1 : Le degré de risque d'inondation est considéré comme « élevé » étant donné que de vastes parties de terre sont inondées de 1 à 3 m d'eau, que la population temporaire quotidienne y est importante (10 000), que l'évaluation foncière est importante et que l'infrastructure commerciale et de commerce au détail essentielle de la région est considérable.
- Section 2 : Le degré de risque d'inondation est considéré comme « élevé » étant donné que de vastes parties de terre sont inondées de 1 à 3 m d'eau. Toutefois, la majeure partie de cette section est un marais et le zonage ne permet pas l'aménagement. La population résidentielle est importante, l'évaluation foncière est élevée et l'infrastructure de transport est critique (particulièrement l'avenue Acadie).
- Section 3 : Le degré de risque d'inondation est considéré comme « important » étant donné qu'une vaste partie est inondée de 1 à 3 m d'eau (mais il s'agit majoritairement d'un marais marin existant), que la population et l'évaluation foncière sont faibles et qu'il y a très peu d'infrastructure.
- Section 4 : Le degré de risque d'inondation est considéré comme « élevé » étant donné qu'une vaste partie est inondée de 1 à 3 m d'eau (mais il s'agit majoritairement d'un système de drainage existant), que l'importance de la population et de l'évaluation foncière est modérée et qu'il y a très peu d'infrastructure.
- Section 5 : Le degré de risque d'inondation est considéré comme « faible », car, bien qu'une vaste partie soit inondée, il s'agit majoritairement d'un marais marin existant, et que personne n'habite la zone touchée.

## ANALYSE DES OPTIONS

Différentes options de protection contre les inondations ont été examinées, notamment : atténuation non structurelle (zonage, réglementation régissant les lotissements et stimulants ou antistimulants financiers visant à favoriser l'utilisation de terres non inondables ou l'incorporation de dispositifs de protection contre les inondations pendant la construction des infrastructures); atténuation structurelle (rehaussement des structures et des routes, installation de barrières, protection partielle contre les inondations, protection totale contre les inondations, installation de systèmes de drainage extérieurs et déménagement) et protection technique (construction de digues). Les options possibles pour chaque section sont présentées dans le tableau E.2.

## RECOMMANDATIONS

Le tableau E.3 présente, dans l'ordre, les options à privilégier pour chaque section. Les facteurs pris en compte comprennent les coûts, les avantages, les risques et la possibilité de mettre en œuvre les mesures de façon progressive afin d'assurer une protection graduelle en fonction de l'élévation du niveau de la mer prévu, des marées hautes ainsi que de la fréquence et de l'intensité futures des tempêtes.

En général, l'option d'atténuation choisie doit être pratique et rentable. Les coûts d'investissements et de fonctionnement et entretien de la mesure d'atténuation doivent être inférieurs à la valeur du bien protégé. Dans certains cas, une combinaison de mesures non



structurelles et de protection partielle ou totale contre les inondations peut justifier une crête de digue moins haute que celle exigée dans les lignes directrices sur la conception.

**Tableau E.2 Options de protection par section**

Section	Maintien du <i>Statu quo</i>	Structurelle – Protection contre les inondations	Structurelle – Endiguement <sup>1</sup>	Atténuation non structurelle
1	Coût de réparation élevé, blessures possibles	Installation de barrières automatisées temporaires ou permanentes, conjointement avec des digues.	Construction / rehaussement de digues (élévation de la crête à environ 11,0 m) en bordure des périmètres sud et ouest. Certaines zones et routes devront être fermées pendant des inondations au moyen de barrières temporaires ou permanentes.	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> afin de prescrire une hauteur minimale pour les bâtiments et d'interdire la construction de sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement et des rénovations et agrandissements. Acquisition des bâtiments commerciaux vacants dont le niveau est inférieur à 10,5 m, suivie d'un rezonage.
2	Coût de réparation élevé, blessures possibles	Installation de systèmes de drainage autour des structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m. Installation d'une protection partielle contre les inondations pour les structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m. Rehaussement des rues : rue Amirault et avenue Virginia.	Construction de digues continues (élévation de la crête à environ 11,5 m).	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> afin de prescrire une hauteur minimale pour les bâtiments et d'interdire la construction de sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement et des rénovations et agrandissements. Acquisition des bâtiments commerciaux vacants dont le niveau est inférieur à 10,5 m, suivie d'un rezonage. Rezonage des zones non aménagées dont le niveau est inférieur à 10,5 m en zone de terre inondable (TI), y compris des lotissements planifiés (non aménagés).
3	Certains dommages probables	Installation de systèmes de drainage autour des structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m. Installation d'une protection partielle contre les inondations pour les structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m.	Sans objet	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> afin de prescrire une hauteur minimale pour les bâtiments et d'interdire la construction de sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement et des rénovations et agrandissements.
4	Coût de réparation élevé, blessures possibles	Installation de systèmes de drainage autour des structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m. Installation d'une protection partielle contre les inondations pour les structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m. Rehaussement de la rue Amirault, du chemin Melanson (entre le chemin Fox Creek et le chemin Bourque) et du segment sud du chemin Fox Creek.	Construction d'une digue continue (élévation de la crête à environ 11,3 m) le long de la partie ouest et rehaussement de la digue existante traversant l'aboiteau de Fox Creek.	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> afin de prescrire une hauteur minimale pour les bâtiments et d'interdire la construction de sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement et des rénovations et agrandissements. Rezonage des zones non aménagées dont le niveau est inférieur à 10,5 m en zone de terre inondable (TI).

5	Faible risque de blessures ou de dommages	Aucun	Aucun	Rezonage de zone de secteur rural (SR) à zone de terre inondable (TI).
---	---	-------	-------	--

Remarque : 1. Le rehaussement requis des digues présentes dans chaque section est déterminé selon les recommandations de l'ACB, tel qu'il est décrit à la section 5.3.1.

**Tableau E.3 Recommandations classées par ordre, par section**

	Description	Avantages	Coûts	Risques	Protection progressive possible
<b>Classement des recommandations</b>					
<b>Section 1</b>					
1	Protection totale contre les inondations	Protection des structures individuelles	À déterminer	Autres infrastructures et équipements non protégées	Établissement de l'ordre de priorité des structures les plus menacées
2	Initiative régionale visant à établir une approche complète pour protéger l'ensemble des biens relevant des municipalités de Dieppe et de Moncton ainsi que de la province du Nouveau-Brunswick.	Protection de l'ensemble des structures et des installations	À déterminer		Établissement de l'ordre de priorité des structures et des installations les plus menacées
3	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> : hauteur minimale pour les bâtiments; interdiction de construire des sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement ou des rénovations et agrandissements.  Rezonage des zones non aménagées dont le niveau est inférieur à 10,5 m en zone de terre inondable (TI).	Réglementation de l'aménagement en vue d'éviter les problèmes futurs	Heures d'administration	Aucune protection physique	Possibilité de modifier la réglementation de façon graduelle
<b>Section 2</b>					
<b>Classement des recommandations</b>					
1	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> : hauteur minimale pour les bâtiments; interdiction de construire des sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement ou des rénovations et agrandissements.  Rezonage des zones non aménagées dont le niveau est inférieur à 10,5 m en zone de terre inondable (TI).	Réglementation de l'aménagement en vue d'éviter les problèmes futurs	Heures d'administration	Aucune protection physique	Possibilité de modifier la réglementation de façon graduelle

2	Construction de digues continues d'une longueur de 2,37 km (élévation de la crête à environ 11,5 m).	Protection de l'ensemble des structures et des installations	De 1 à 2 millions de dollars	Coûts très variés selon le transport des matériaux	Possibilité d'élever la crête de la digue d'un mètre à la fois, mais le coût total engendré par les appels d'offres de construction et la mobilisation serait plus élevé
3	Systèmes de drainage et/ou protection partielle contre les inondations pour les structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m.	Protection des structures individuelles	De 2,3 à 2,5 millions de dollars	Autres infrastructures et équipements non protégées	Établissement de l'ordre de priorité des structures les plus menacées
<b>Section 3</b>					
<b>Classement des recommandations</b>					
1	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> : hauteur minimale pour les bâtiments; interdiction de construire des sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement ou des rénovations et agrandissements.	Réglementation de l'aménagement en vue d'éviter les problèmes futurs	Heures d'administration	Aucune protection physique	Possibilité de modifier la réglementation de façon graduelle
2	Systèmes de drainage et/ou protection partielle contre les inondations pour les structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m.	Protection des structures individuelles	De 396 000 \$ à 436 800 \$	Autres infrastructures et équipements non protégées	Établissement de l'ordre de priorité des structures les plus menacées
<b>Section 4</b>					
<b>Classement des recommandations</b>					
1	Modification de l' <i>Arrêté de zonage</i> : hauteur minimale pour les bâtiments; interdiction de construire des sous-sols dans la zone inondable dans le cas des nouveaux projets d'aménagement ou des rénovations et agrandissements.  Rezonage des zones non aménagées dont le niveau est inférieur à 10,5 m en zone de	Réglementation de l'aménagement en vue d'éviter les problèmes futurs	Heures d'administration	Aucune protection physique	Possibilité de modifier la réglementation de façon graduelle

	terre inondable (TI).				
2	Systèmes de drainage et/ou protection partielle contre les inondations pour les structures dont le niveau est inférieur à 10,5 m.	Protection des structures individuelles	De 842 000 \$ à 930 000 \$	Autres infrastructures et commodités non protégées	Établissement de l'ordre de priorité des structures les plus menacées
3	Construction d'une digue continue d'une longueur de 1,58 km (élévation de la crête à environ 11,3 m) le long de la partie ouest de la section et rehaussement de la digue existante traversant l'aboteau de Fox Creek.	Protection de l'ensemble des structures et des installations	De 600 000 \$ à 1,6 million de dollars	Coûts très variés selon le transport des matériaux	Possibilité d'élever la crête de la digue d'un mètre à la fois, mais le coût total engendré par les appels d'offres de construction et la mobilisation serait plus élevé
<b>Section 5</b>					
<b>Classement des recommandations</b>					
1	Maintien du <i>Statu quo</i>				
2	Rezonage de zone de secteur rural (SR) à zone de terre inondable (TI).	Réglementation de l'aménagement en vue d'éviter les problèmes futurs	Heures d'administration	Aucune protection physique	Possibilité de modifier la réglementation de façon graduelle

Remarque :

L'évaluation des coûts ne comprend pas le coût des services d'ingénierie, le coût d'acquisition des terrains, les honoraires de services juridiques, etc.

## CONCLUSION

L'objet de cette étude consistait à formuler des conseils visant à orienter l'élaboration d'options de conception et d'intervention en vue de protéger les populations et les infrastructures vulnérables ainsi que les services critiques de la Ville. L'analyse a permis de déterminer que les cinq sections composant la zone d'étude possèdent des caractéristiques uniques qui nécessitent des mesures d'adaptation individualisées, dont les coûts d'investissements et les efforts de mise en œuvre varient grandement. De plus, elle a permis de faire ressortir la nécessité d'élaborer des politiques efficaces en aménagement et usage des terres de même que pour les normes en matière de conception pour les infrastructures municipales.

La question d'adaptation aux changements climatiques est toujours épineuse pour les municipalités, car ces dernières sont appelées à prendre des décisions sur d'éventuelles dépenses importantes dans un contexte de restriction financière et d'incertitude quant au moment où les effets des changements climatiques surviendront et à la façon dont ils se manifesteront.

Cette étude ne remet pas en question les changements climatiques. Elle part plutôt du principe selon lequel des preuves historiques liées à la dynamique du climat sont suffisantes pour justifier un examen sérieux des moyens à prendre pour protéger les personnes et les biens physiques vulnérables. Elle présente également des mesures d'adaptation classées par ordre de recommandation pour chaque section en fonction du coût, des avantages et d'autres facteurs.

En général, l'option d'atténuation choisie devrait être pratique et rentable. Les coûts d'investissements et de fonctionnement et entretien de la mesure d'atténuation doivent être inférieurs à la valeur du bien protégé. Dans certains cas, une combinaison de mesures non structurelles et de protection partielle ou totale contre les inondations peut justifier une crête de digue moins haute que celle exigée dans les lignes directrices sur la conception. Il pourrait exister d'autres options permettant d'éviter les effets liés aux inondations découlant des changements climatiques, de s'y adapter et de protéger la collectivité contre ceux-ci.

Ces recommandations en sont encore au stade de proposition et doivent faire l'objet de discussions et d'une réflexion de la part de l'administration municipale, des citoyens et du milieu des affaires à l'égard des mesures qui sont abordables, faisables sur le plan logistique et optimales pour ce qui est de se protéger contre l'augmentation graduelle des niveaux d'eau et des phénomènes climatiques extrêmes futurs.