

---

**PR5.4.1**

Projet de réaménagement de la rivière Lorette  
– secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, à Québec  
et L’Ancienne-Lorette

6211-02-132



## Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Villes de Québec et de L’Ancienne-Lorette

ADDENDA AU RAPPORT D’ÉTUDE D’IMPACT SUR  
L’ENVIRONNEMENT DATÉ DE JUIN 2013

Présenté par la Ville de Québec

N° de dossier : 3211-02-272

Réponses à la quatrième série de  
questions et commentaires du MDDELCC



# **Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette**

## **ADDENDA AU RAPPORT D'ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DATÉ DE JUIN 2013**

Présenté par la Ville de Québec  
N° de dossier : 3211-02-272

Réponses à la quatrième série de questions  
et commentaires du MDDELCC

Version finale

Projet WSP n° : 121-12904-00  
Projet Ville de Québec n° : PPD2010153

Mai 2017



WSP Canada Inc.  
1175, boul. Lebourgneuf, bureau 300  
Québec (Québec) G2K 0B4  
Téléphone : +1 418-780-0878  
Télécopieur : +1 418-780-4182  
[www.wspgroup.com](http://www.wspgroup.com)

**Référence à citer :**

---

WSP. 2017. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette – Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 – Réponses à la quatrième série de questions et commentaires du MDDELCC.* Document de WSP Canada Inc. au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 13 p. et annexes.

# TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
2	QUESTIONS.....	3
3	RÉFÉRENCES.....	13

---

## ANNEXES

ANNEXE 1	QUATRIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES DU MDDELCC (QC-135 À QC-145)
ANNEXE 2	MISE À JOUR DES ENGAGEMENTS DE LA VILLE DE QUÉBEC
ANNEXE 3	CARTES DU MILIEU RÉCEPTEUR EN AVAL DE L'AUTOROUTE (CARTES CITÉES À QC-135)
ANNEXE 4	MISE À JOUR DE L'ÉTUDE DE RISQUES RÉSIDUELS (CITÉE À QC-139)
ANNEXE 5	ANALYSE MULTIDATE DU TRONÇON AVAL DE LA RIVIÈRE LORETTE ENTRE L'AUTOROUTE HENRI-IV ET LE BOULEVARD MASSON (CARTE CITÉE À QC-140)
ANNEXE 6	RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE (CITÉ À QC-140)
ANNEXE 7	TABLEAUX RÉVISÉS DES IMPACTS DU PROJET SUR L'HABITAT DU POISSON (CITÉS À QC-145, LIGNE DE 14 M <sup>3</sup> /S)

# 1 INTRODUCTION

À la suite des modifications effectuées au projet de mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, une version révisée de l'étude d'impact a été déposée en deux tomes au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) à l'été 2016 (WSP, 2016a; 2016b). Cette version révisée incluait les réponses aux questions et commentaires du MDDELCC qui avaient été formulés à la suite du dépôt initial de l'étude d'impact au printemps 2013 (GENIVAR, 2013a; 2013b) (QC-1 à QC-54).

Puis, pour répondre à la deuxième série de questions et commentaires du MDDELCC envoyée en deux parties le 24 octobre 2016 (QC-55 à QC-125) et le 14 novembre 2016 (QC-126 et QC-127), un document a été émis par l'initiateur et transmis au MDDELCC le 6 décembre 2016.

Un autre document, regroupant les réponses à la troisième série de questions et commentaires du MDDELCC envoyés le 11 janvier 2017 (QC-128 à QC-134), a été transmis au MDDELCC le 15 février 2017.

Le présent document regroupe les réponses à la quatrième série de questions et commentaires du MDDELCC envoyés le 13 mars 2017 (QC-135 à QC-145). Afin de mettre en contexte chacune des réponses, les questions ou commentaires du MDDELCC sont reproduits intégralement avant chacune de celles-ci. Le document de questions et commentaires originaux du MDDELCC est également joint à l'annexe 1.

Dans le contexte du projet, la Ville de Québec agit au nom de l'agglomération de Québec. Dans le présent document, « la Ville » est utilisée pour alléger le texte.

## 2 QUESTIONS

**QC-135** L'initiateur doit s'engager à prolonger la zone d'étude locale vers l'aval jusqu'à la confluence avec la rivière Saint-Charles et à inclure les travaux de construction des murs anti-crues pour ce tronçon, ainsi que la reconstruction du pont de L'Accueil au projet actuel. De plus, l'initiateur doit s'engager à appliquer l'ensemble des mesures d'atténuation et des engagements pris jusqu'à présent dans l'étude d'impact et dans les trois addenda déposés à ce jour à ce secteur supplémentaire.

Réponse :

L'initiateur s'engage à inclure dans le projet les travaux de construction des murs anti-crue en aval de l'autoroute Henri-IV, de même que la reconstruction du pont de l'Accueil. De plus, l'initiateur s'engage à appliquer l'ensemble des mesures d'atténuation et des engagements pris jusqu'à présent dans l'étude d'impact et dans les réponses aux trois séries de questions du MDDELCC déposés à ce jour à ce secteur supplémentaire lorsqu'applicable. Un tableau à jour de l'ensemble des engagements de l'initiateur est présenté à l'annexe 2.

Concernant la zone d'étude, celle-ci a été prolongée vers l'aval jusqu'à la confluence de la rivière Saint-Charles. Plusieurs renseignements colligés entre 2012 et 2016 pour documenter le milieu récepteur dans les 2,4 km de la rivière Lorette situés en amont de l'autoroute Henri-IV sont également valables pour la portion de 1,6 km en aval de l'autoroute (p. ex. climat, topographie, géologie, qualité de l'eau, listes d'espèces potentiellement présentes, cadre administratif, orientation d'aménagement).

Afin de compléter le portrait biophysique, le tronçon situé entre l'autoroute Henri-IV et la confluence de la rivière Saint-Charles a été caractérisé dans sa totalité de la même façon que le tronçon amont. Une photo-interprétation des caractéristiques géomorphologiques et des unités d'habitat a été réalisée selon la même approche. De plus, une validation terrain de la photo-interprétation a été réalisée par un géomorphologue et deux biologistes sur l'ensemble du tronçon, le 27 avril 2017. Une attention particulière a alors été accordée à l'état des rives (p. ex. zones d'érosion, ouvrages de stabilisation), aux caractéristiques de l'habitat aquatique, à la présence de colonies d'espèces floristiques exotiques envahissantes (EEE), de même qu'à la présence de milieux humides. Les renseignements supplémentaires ainsi recueillis sont fournis aux réponses QC-140 (géomorphologie), QC-144 (végétation) et QC-145 (habitat du poisson). De plus, une campagne de relevés bathymétriques et topographiques a été réalisée du 22 au 29 juillet 2013 pour documenter le littoral et les rives de la rivière Lorette en aval de l'autoroute Henri-IV. L'initiateur dispose aussi dans ce secteur des relevés Lidar de la ville de Québec en date de 2014. Toutes ces données sont intégrées au modèle hydraulique 2D de la rivière Lorette.

Les cartes de l'annexe 3 donnent un aperçu du milieu récepteur en aval de l'autoroute. Ces renseignements supplémentaires sur la portion aval de la zone d'étude permettent de dresser un portrait adéquat du milieu récepteur en vue d'évaluer les impacts du projet dans ce secteur.

Rappelons que les travaux prévus dans ce tronçon sont de moins grande ampleur que ceux en amont de l'autoroute Henri-IV. L'analyse de ces impacts a déjà été présentée dans la réponse à la question QC-128 (WSP, 2017). Toutefois, les observations réalisées lors de la visite de terrain d'avril 2017, de même que les travaux de photo-interprétation permettent de préciser certains des impacts. Les réponses aux questions QC-144 et QC-145 apportent ainsi des précisions relatives aux impacts sur la végétation et sur l'habitat du poisson.

Afin d'avoir un portrait de la qualité des sols dans la portion aval de la zone d'étude, l'initiateur s'engage par ailleurs à réaliser une évaluation environnementale de site (EES) - Phase I (et au besoin, une EES - Phase II) avant le début des travaux entre l'autoroute Henri-IV et la confluence avec la rivière Saint-Charles.

**Q-136 L'initiateur doit décrire sommairement la chronologie des différentes phases de travaux qu'il compte utiliser pour la réalisation du projet et justifier son choix. Considérant les impacts des travaux sur le tronçon aval de la rivière, il doit privilégier, en autant que possible, une approche de l'aval vers l'amont. Dans ce contexte, la reconstruction du pont de L'Accueil doit être considérée dans l'horizon le plus court possible. Les contraintes à la reconstruction du pont de L'Accueil dans les premières phases des travaux, le cas échéant, doivent être expliquées.**

Réponse :

L'initiateur projette actuellement de réaliser les travaux par phase en favorisant une approche de l'aval vers l'amont. Avec l'ajout de la reconstruction du pont de l'Accueil dans le projet, le phasage des travaux présentés à la section 3.9 du tome 1 de l'addenda de l'étude d'impact (WSP, 2016a) est modifié comme suit :

#### **PHASE 1 : Travaux visés en 2018**

- Reconstruction du pont de l'Accueil.
- Construction du mur anti-crue dans le secteur Verlaine (tronçon entre l'autoroute Henri-IV et le boulevard Wilfrid-Hamel).
- Construction des plaines de débordement et des bras de décharge.
- Travaux de stabilisation des rives et de réaménagement local du littoral.
- Travaux de plantation et de végétalisation.

#### **PHASE 2 : Travaux visés en 2019**

- Construction du mur anti-crue dans le tronçon à l'ouest de l'autoroute Henri-IV en progressant de l'aval vers l'amont.
- Renaturation des rives entre la rivière et le mur dans les secteurs ciblés (voir section 3.2.5 de WSP (2016a) et la réponse à la question QC-142 qui fait une mise à jour des mesures d'atténuation particulières P11 et P12).

Diverses contraintes pourraient affecter cet échancier visé entre la coordination avec d'autres travaux prévus dans le secteur. Cependant, le cas échéant, des mesures temporaires seront mises en place afin de ne pas augmenter le risque d'inondation actuel dans les secteurs potentiellement affectés lors de la réalisation de certains travaux. Des mesures pourraient être la mise en place de sacs de sable ou de blocs de béton pour contenir les eaux. Le plan d'intervention intermunicipal sera aussi adapté dans ces circonstances tout comme le plan de communication.

**Q-137 L'addenda de février 2017 démontre que dans l'intervalle où la reconstruction du pont de L'Accueil n'aurait pas été effectuée, des murs anti-crue seraient également nécessaires dans le secteur entre le boulevard Wilfrid-Hamel et le boulevard Masson, en raison des travaux réalisés en amont. L'initiateur doit décrire les mesures temporaires de protection qu'il compte mettre en place pour immuniser ce secteur au passage de la crue centennale durant cet intervalle. Le secteur sous protection temporaire devrait alors présenter une zone inondable identique, ou réduite, en comparaison avec celle retrouvée en condition initiale.**

Réponse :

Des vérifications ont été faites afin de déterminer le seuil d'inondation actuel pour le tronçon de la rivière Lorette situé en aval de l'autoroute Henri-IV. Les résultats démontrent que les premiers débordements de la rivière dans ce secteur surviennent à un débit de 70 m<sup>3</sup>/s. Or, tel que présenté lors de la rencontre d'information du BAPE tenue le 11 avril 2017, le seuil d'inondation dans le secteur en amont de l'autoroute Henri-IV est aussi de 70 m<sup>3</sup>/s en tenant compte des travaux réalisés jusqu'à maintenant et des mesures temporaires d'urgence mises en place à l'automne 2013.

Ainsi, le seuil d'inondation est actuellement de 70 m<sup>3</sup>/s sur l'ensemble du tronçon de la rivière Lorette situé entre la rue Saint-Paul et la rivière Saint-Charles. Par conséquent, aucune mesure de protection temporaire n'est requise pour assurer une équité de protection contre les inondations dans l'état actuel de la rivière Lorette et d'ici au début des travaux projetés en 2018.

**Q-138 L'initiateur doit confirmer que les travaux de consolidation du pont de L'Accueil ne seront pas requis en raison de la reconstruction prévue de ce même pont dans un horizon de 5 ans. Dans le cas contraire, l'initiateur doit s'engager à considérer l'impact de ces travaux de consolidation sur la capacité hydraulique de la rivière dans l'élaboration de son projet.**

Réponse :

L'initiateur confirme que les travaux de consolidation du pont de L'Accueil ne seront pas requis en raison de la reconstruction prévue de ce même pont dans un horizon de 5 ans.



**Q-139 L'initiateur doit produire une analyse du risque résiduel pour le nouveau secteur qui sera pourvu de murs anti-crue. Par ailleurs, l'initiateur doit s'engager à considérer le risque résiduel dans l'aménagement du territoire.**

Réponse :

Une mise à jour de l'étude des risques résiduels à la suite de la construction d'un mur anti-crue, incluant le secteur à l'est de l'autoroute Henri-IV, est fournie à l'annexe 4. Cette mise à jour implique la réalisation d'une analyse comparative de différents scénarios d'inondation.

L'analyse des risques résiduels a été révisée depuis sa version finale émise en juillet 2016 en y apportant les modifications suivantes :

- la simulation en régime transitoire des crues de récurrence 100 ans et 250 ans de l'état de référence. Ces crues avaient initialement été simulées en régime permanent, comme pour les cartes des zones inondables;
- dans le secteur aval, un raffinement du maillage de calcul du modèle hydraulique et la précision du modèle numérique de terrain à partir de relevés topographiques, notamment dans le secteur de la rue Verlaine;
- pour les conditions projetées, l'intégration des interventions prévues dans le secteur aval : mur anti-crue et reconstruction du pont de l'Accueil.

Ces modifications ont eu pour effet de réduire le nombre de bâtiments touchés par les crues. Dans le cas de l'état de référence (crues 100 ans et 250 ans), c'est l'utilisation du régime transitoire qui a significativement réduit l'ampleur des inondations. Dans le cas des conditions projetées (crue 250 ans), ce sont les interventions prévues du secteur aval et la précision du modèle hydraulique qui ont réduit le nombre de bâtiments touchés.

La Ville de Québec s'engage ainsi à considérer les résultats de cette analyse pour l'élaboration d'un éventuel cadre réglementaire en matière d'aménagement du territoire.

**Q-140 Considérant les travaux nécessaires dans le secteur entre l'autoroute Henri IV et le boulevard Masson, l'initiateur doit produire une actualisation des zones à risque d'érosion pour ce secteur.**

Réponse :

Les zones à risque d'érosion pour le secteur entre le boulevard Masson et l'autoroute Henri-IV sont actualisées selon la même méthode utilisée de l'étude hydrogéomorphologique produite en juillet 2016 (WSP, 2016b) pour le tronçon localisé entre l'autoroute Henri-IV et la rue Saint-Paul. Cette méthode consiste à réaliser une photo-interprétation multidate de la rivière afin d'évaluer son évolution spatio-temporelle. Une visite de terrain a également été effectuée le 27 avril 2017 pour valider l'évolution de la rivière de même que les zones d'érosion active.

La carte QC-140-1 (annexe 5) présente l'évolution spatio-temporelle du tronçon à l'étude où six segments se différencient selon la morphologie du lit mineur de la rivière. Les segments 1, 3, 4 et 6 sont les plus sinueux et les segments 2 et 5 sont rectilignes.

Les divers segments traversant la rivière de ce tronçon se sont modifiés au fil du temps, soit par un rétrécissement ou un élargissement de sa largeur, par un simple recul de berge ou par une migration complète du chenal.

Le segment 1 de la rivière a subi des changements majeurs entre 1963 et 1981, surtout pour la section délimitée entre les ponts de l'autoroute Henri-IV et le boulevard du Parc-Technologique (carte de l'annexe 5). En effet, d'anciens méandres étaient présents, mais cette section de cours d'eau a été réalignée lors de la construction des ponts de l'autoroute Henri-IV à la fin des années 1960. Ce réalignement semble avoir fait migrer légèrement le cours d'eau vers le nord-ouest entre le km 1,3 et le km 1,4, mais cette migration semble se stabiliser depuis 1998. L'érosion des berges est présente sur de petites parcelles dont l'intensité est jugée faible. Cependant, la berge droite du méandre, localisée vis-à-vis le km 1,3 présente des signes d'érosion plus importants (photo 1, annexe 6).

Le segment 2 de la rivière est plutôt linéaire et s'est peu modifié avec les années. L'érosion constatée sur les berges est très faible sur ce tronçon, ce qui explique sa stabilité.

Le lit du cours d'eau du segment 3 s'est grandement modifié entre 1963 et 1981. Depuis, le taux de migration du lit et des berges a passablement diminué, mais est toujours actif puisque l'érosion active est présente sur de plus longues distances et surtout localisée au droit des méandres (carte de l'annexe 5). L'intensité de l'érosion est particulièrement forte vis-à-vis le méandre situé entre le km 1,1 et le km 1,2 (photo 2, annexe 6) et ceux localisés entre le km 0,8 et le km 1,0. Un empierrement est d'ailleurs présent en berge droite du méandre, le plus accentué de cette série de méandres (km 0,85), mais sa partie aval s'est fait déstabiliser dernièrement (photo 3, annexe 6). Il est à préciser également qu'il s'est formé avec les années un bras de décharge naturel dans ce méandre (carte de l'annexe 5). Ce bras est passablement perturbé par des débris ligneux, mais doit être quand même fonctionnel en période de forte hydraulité.

Le segment 4 est sinueux, mais son lit et ses berges n'ont que très peu migré avec les années. La migration s'effectue surtout en rive droite vis-à-vis le méandre localisé au km 0,75. Une zone d'empierrement est présente en berge gauche à la hauteur du méandre près du km 0,7.

Le segment 5 se retrouve en zone urbanisée et longe le boulevard Wilfrid-Hamel. Malgré que cette section de cours d'eau soit rectiligne, quelques sections de berges ont été empierrées (carte de l'annexe 5). Une zone d'érosion de faible intensité y est également présente au pied de la berge droite sur près d'une quarantaine de mètres. Ce segment est toutefois jugé stable.

Enfin, le segment 6 qui s'écoule en milieu urbain est plutôt stable. Quelques petites zones d'érosion ont été observées (km 0,15 et 0,25), mais la principale se retrouve en berge concave du méandre situé près du km 0,4 (carte de l'annexe 5). L'érosion de cette berge se retrouve juste après une petite zone stabilisée de ce méandre (photo 4, annexe 6). À noter finalement la présence de quelques zones stabilisées par des blocs de béton et par des murets de béton (photos 5 et 6, annexe 6).

- Q-141** Étant donné que des travaux sont nécessaires sur le tronçon aval de la rivière Lorette et considérant que le pont du boulevard Hamel Est coule en charge lors d'une crue centennale (figure 3, Annexe 4, Addenda de juillet 2016, tome 1), l'initiateur doit actualiser sa réponse à la question QC-76 au sujet des interventions requises à ce pont à court ou moyen terme (ex : reconstruction).

Réponse :

Tel que mentionné en réponse à la question QC-76, l'impact hydraulique de la mise en charge du pont de la Maison O'Neil (pont Wilfrid-Hamel Est) est tenu en compte dans les modélisations hydrauliques ayant mené à l'établissement des niveaux d'eau au passage de la crue de conception. Aucune intervention sur le pont de la Maison O'Neil n'est prévue par l'initiateur à court ou moyen terme. Tel que mentionné en réponse à la question QC-128, les résidences et commerces ayant un potentiel d'inondation seront immunisés par la construction de murs anti-crue.

- Q-142** En réponse aux questions et commentaires QC-21 et QC-31 à la section 6.3.2.1 du tome 2 de l'addenda de juillet 2016, l'initiateur présente sa stratégie de revégétalisation des rives sur les terrains privés. Ainsi, lorsque le sol n'aura pas été remanié, les propriétaires seront encouragés à laisser pousser la végétation naturellement. Lorsque le sol sera mis à nu par les travaux, l'ensemencement hydraulique sera utilisé en première intervention et une plantation pourra être effectuée par la suite. En secteur résidentiel, les propriétaires seront invités à se procurer des plants offerts gratuitement par l'initiateur pour procéder eux-mêmes à la plantation ou avec l'aide d'un organisme sans but lucratif mandaté par l'initiateur à cette fin. Dans le secteur commercial, l'initiateur demandera aux propriétaires l'autorisation de procéder à un ensemencement hydraulique et à la plantation d'espèces indigènes. Cette explication est reprise en réponse aux questions QC-67 et QC-91.

À la question QC-132, l'initiateur n'expose pas les raisons pour lesquelles la stratégie de revégétalisation utilisée est différente en secteur résidentiel et commercial. Considérant que certains propriétaires peuvent être davantage enclin à revégétaliser la rive si aucune action n'est requise de leur part, et considérant que la présence du mur rendra l'accès à la rive plus difficile pour y réaliser des travaux de revégétalisation, l'initiateur doit expliquer pour quelles raisons, sous réserve de l'autorisation du propriétaire, il ne peut s'engager à réaliser, dans le cadre des travaux, la revégétalisation des terrains privés résidentiels, alors qu'il s'engage à le faire sur les terrains privés commerciaux. L'initiateur doit expliquer les différences entre les propriétés privées résidentielles et les propriétés privées commerciales justifiant une approche différente.

Réponse :

L'agglomération de Québec mettra en place un programme de subvention à la naturalisation des rives pour les propriétés touchées par les travaux de murs anti-crue dans les secteurs

commercial et résidentiel. Les propriétaires seront sollicités à s'inscrire au programme de naturalisation lors de la rencontre d'information portant sur la présentation des travaux et leur ordonnancement afin de permettre à l'Agglomération de réaliser la planification à même l'ordonnancement des travaux.

L'Agglomération mandatera un organisme sans but lucratif pour rencontrer les propriétaires riverains et leur présenter le programme. L'Agglomération fournira les plantations et la terre végétale. Les travaux de plantation seront réalisés soit par le propriétaire lui-même ou par l'organisme sans but lucratif mandaté par l'Agglomération dans les cas où aucune machinerie ne serait requise. Dans les situations où une surface de pavage ou une forte pente nécessiterait l'utilisation de machinerie, les travaux seront réalisés par un entrepreneur mandaté par l'Agglomération.

Le programme de naturalisation utilisera des moyens adaptés à la situation du terrain, mais le programme sera le même pour les propriétés commerciales et résidentielles.

**Q-143 L'initiateur doit reproduire intégralement (incluant l'annexe) le document de questions et commentaires daté du 10 janvier 2017 dans son addenda. Rappelons que ces commentaires et engagements doivent être considérés par l'initiateur à l'étape de l'analyse environnementale du projet. Cependant, l'initiateur est invité à confirmer les engagements énumérés sur cette annexe (ci-jointe) qu'il est prêt à prendre dès maintenant.**

Réponse :

L'annexe du MDDELCC citée dans la question QC-143 est jointe à l'annexe 1 du présent document, à la suite de la quatrième série de questions et commentaires du MDDELCC. Les engagements qui suivent, repris à l'annexe 2 du présent document, découlent de cette annexe.

A) Risque résiduel et aménagement du territoire :

1. La Ville de Québec s'engage à faire une présentation publique du risque résiduel lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée.
2. La Ville de Québec s'engage également à diffuser sur son site Internet et sur sa carte interactive les cartes du risque résiduel lorsqu'elles auront été réalisées et les explications afférentes lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée. Les versions mises à jour ainsi que les données du projet une fois réalisé seront également mises en ligne afin de rendre ces informations accessibles aux citoyens. Il est à noter que la Ville de Québec diffuse déjà sur son site Internet de l'information par rapport au projet de réaménagement de la rivière Lorette. Son contenu permet déjà à ce jour de renseigner les citoyens par rapport aux différentes étapes du projet et d'en expliquer les objectifs et les finalités.
3. Tel que mentionné à la question QC-139, la Ville s'engage à considérer les résultats des évaluations du risque résiduel dans l'aménagement du territoire.
4. L'initiateur s'engage à fournir au MDDELCC, sur demande, les documents afférents au programme d'entretien et d'inspection du mur anti-crue lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée.

## B) Milieu naturel et habitat du poisson :

7. L'initiateur s'engage à produire un protocole de suivi de l'efficacité des bras de décharge et des fosses de dissipation d'énergie lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée.
8. L'initiateur s'engage à utiliser un substrat dépourvu de sable lors de la remise en état du lit du cours d'eau après les travaux.
9. L'initiateur s'engage à fournir la superficie et la durée de l'assèchement prévu du lit de la rivière lors de l'utilisation de batardeaux, le cas échéant.

## C) Gestion des sols et des sédiments :

10. L'initiateur s'engage à caractériser, avant le début des travaux, les sols des secteurs visés par l'implantation du mur anti-crue en conformité avec le *Guide de caractérisation des terrains* du MDDELCC.
11. L'initiateur s'assurera de la qualité des matériaux excavés qu'il prévoit réutiliser sur les lieux des travaux et s'assurera que la gestion des sols excavés respecte le *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* et la réglementation municipale en vigueur. L'initiateur s'assurera également que l'endroit où les sols seront réutilisés correspond à la définition du terrain d'origine.
13. L'initiateur s'engage à ce que les sols contaminés A-B entreposés temporairement soient recouverts afin d'éviter toute percolation dans l'environnement.

**Q-144 L'initiateur doit considérer les impacts de la reconstruction du pont de L'Accueil dans son projet. Ainsi, il doit évaluer les superficies de bandes riveraines qui seront perdues en raison de la reconstruction de ce pont et l'inclure à son bilan global. De plus, les superficies affectées par l'ajout de murs anti-crue présentées dans l'addenda de février 2017 doivent être intégrées dans un bilan global couvrant l'ensemble du projet.**

Réponse :

Le tableau QC-144 présente l'étendue de l'empreinte du projet sur la végétation riveraine de la rivière Lorette. En aval de l'autoroute Henri-IV, cet empiètement est de 1 117 m<sup>2</sup>, soit 89 m<sup>2</sup> au niveau du pont de l'Accueil, 386 m<sup>2</sup> pour les enrochements au pied des murs de palplanches et 642 m<sup>2</sup> dans l'emprise prévue pour l'entretien du mur. Cette étendue représente 10 % de l'empiètement du projet sur la végétation riveraine. Rappelons toutefois que ces superficies seront en grande partie végétalisées une fois le projet réalisé.

Par ailleurs, il est à souligner que la photo-interprétation tend à surreprésenter la superficie de forêt touchée par le projet en raison de la projection au sol de la canopée. Cela est particulièrement vrai pour les superficies de forme linéaire comme l'emprise du mur. En effet, bien que le mur passera sous la canopée à certains endroits, le déboisement ne sera réalisé que si c'est nécessaire, c'est-à-dire lorsque le tronc de l'arbre se trouve dans l'emprise d'entretien.

Tableau QC-144 Impact des aménagements projetés sur la rive à l'aval de l'autoroute Henri-IV et pour l'ensemble du projet.

TYPES DE COUVERTURE DU SOL DANS L'EMPREINTE DU PROJET À L'ÉTAT INITIAL	AVAL DE L'AUTOROUTE			TOTAL - AVAL (m <sup>2</sup> )	TOTAL - AMONT (m <sup>2</sup> )	TOTAL - AMONT ET AVAL (m <sup>2</sup> )
	Enrochement (palplanches) (m <sup>2</sup> )	Pont de l'Accueil (m <sup>2</sup> )	Emprise gazonnée (mur de bois) (m <sup>2</sup> )			
Forêt	292	68	432	792	6 381	7 173
Arbustaie	1	0	0	2	587	588
Herbacée	80	21	107	208	989	1 197
Enrochement végétalisé	0	0	0	0	38	38
Pelouse	12	0	103	115	1 846	1 962
Sol dénudé	0	0	15	15	6 381	7 173
Infrastructure	2	2	6	10	587	588
<i>Sous-total - Végétalisé :</i>	<i>386</i>	<i>89</i>	<i>642</i>	<i>1 117</i>	<i>9 840</i>	<i>10 958</i>
<i>Sous-total - Non végétalisé :</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>21</i>	<i>25</i>	<i>8 464</i>	<i>8 489</i>
<b>Total :</b>	<b>388</b>	<b>91</b>	<b>664</b>	<b>1 142</b>	<b>18 304</b>	<b>19 447</b>

Note : L'addition des chiffres présentés dans le tableau peut différer légèrement du total en raison de l'arrondissement des valeurs à l'unité.

**Q-145 L'initiateur doit évaluer l'ensemble des gains et des pertes de superficie dans l'habitat du poisson en considérant la ligne naturelle des hautes eaux actuelle, soit en utilisant le débit de récurrence 2 ans en condition actuelle pour délimiter la limite de l'habitat du poisson plutôt que les débits de pointe en condition de climat futur (récurrence 2 à 100 ans), tel qu'utilisé pour la conception des ouvrages. L'évaluation doit également inclure les superficies affectées dans le nouveau secteur touché par les travaux et la reconstruction du pont de L'Accueil.**

Réponse :

Comme convenu avec le MPO, le MDDELCC et le MFFP lors d'une rencontre tenue le 12 janvier 2017, le bilan de l'habitat du poisson a été mis à jour en utilisant une ligne 0-2 ans pour un débit de 14 m<sup>3</sup>/s. Cette limite est considérée plus représentative de l'habitat du poisson. Le bilan, qui est présenté en détail aux tableaux de l'annexe 7, inclut également les aménagements projetés entre l'autoroute Henri-IV et la rivière Saint-Charles.

L'empreinte du projet s'étend ainsi sur une superficie de 4 033 m<sup>2</sup> à l'intérieur de l'habitat du poisson, incluant 3 565 m<sup>2</sup> en amont de l'autoroute et 469 m<sup>2</sup> en aval en incluant les travaux au pont de l'Accueil. À titre de comparaison, la superficie d'empiètement initiale présentée dans l'étude d'impact pour la portion amont uniquement et pour une ligne correspondant à un débit de 37 m<sup>3</sup>/s s'élevait à 4 500 m<sup>2</sup> (WSP, 2016b). En ce qui concerne l'étendue de l'habitat du poisson dans la zone d'étude (ligne de 14 m<sup>3</sup>/s), celui-ci passerait de 65 673 m<sup>2</sup> à l'état initial à 73 348 m<sup>2</sup> après la réalisation du projet, pour un gain de 7 675 m<sup>2</sup>. Ce gain est réparti comme suit de part et d'autre de l'autoroute : 7 538 m<sup>2</sup> en amont et 138 m<sup>2</sup> en aval.

# 3 RÉFÉRENCES

- GENIVAR. 2013a. *Remodelage des rives de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid Hamel, villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette. Étude d'impact sur l'environnement déposée au Ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs – Rapport principal – Tome 1 de 2.* Rapport final de GENIVAR inc. à la Ville de Québec. 207 p. et annexes.
- GENIVAR. 2013b. *Remodelage des rives de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid Hamel, villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette. Étude d'impact sur l'environnement déposée au Ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs – Rapport d'étude préparatoire d'ingénierie – Tome 2 de 2.* Rapport final de GENIVAR inc. à la Ville de Québec. 123 p. et annexes.
- WSP. 2016a. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Ville de Québec et Ville de L'Ancienne-Lorette - Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 - Tome 1 de 2 : Rapport d'étude préparatoire d'ingénierie.* Rapport de WSP Canada Inc. à la Ville de Québec. 112 p. et annexes.
- WSP. 2016b. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette – Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 – Tome 2 de 2 : Étude d'impact sur l'environnement.* Rapport produit pour la Ville de Québec. 289 pages et annexes.
- WSP. 2016c. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid Hamel, Villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette – Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 – Réponses à la deuxième série de questions et commentaires du MDDELCC.* Document de WSP Canada Inc. au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 71 p. et annexes.
- WSP. 2017. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid Hamel, Villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette – Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 – Réponses à la troisième série de questions et commentaires du MDDELCC.* Document de WSP Canada Inc. au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 53 p. et annexes.

# Annexe 1

**QUATRIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES  
DU MDDELCC (QC-135 À QC-145)**



Le 13 mars 2017

Monsieur Daniel Lessard  
Ville de Québec  
Service de l'ingénierie  
2000, boulevard Lebourgneuf, 2<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G2K 0B8

**Objet : Précisions concernant le projet de mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette (Dossier 3211-02-272)**

Monsieur,

La Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a effectué l'analyse, en collaboration avec d'autres ministères concernés, de l'addenda déposé le 15 février 2017 concernant le projet mentionné en objet. Étant donné les nouvelles informations présentées dans cet addenda tels que l'implantation de murs anti-crue dans le secteur de la rue Verlaine et la nécessité de reconstruire le pont de L'Accueil, des précisions sont nécessaires.

Tel que discuté à l'occasion de la rencontre qui s'est tenue le 9 mars 2017, ces travaux font partie intégrante du présent projet puisqu'ils visent le même objectif soit d'augmenter la capacité hydraulique de la rivière Lorette. Ainsi, le nouveau secteur visé et les travaux supplémentaires qui en découlent doivent être considérés dans le cadre de la présente étude d'impact afin d'être conforme à la directive du Ministre de juillet 2010.

Les précisions et engagements nécessaires afin de compléter la recevabilité de l'étude d'impact sont les suivants :

### **QC-135**

L'initiateur doit s'engager à prolonger la zone d'étude locale vers l'aval jusqu'à la confluence avec la rivière Saint-Charles et à inclure les travaux de construction des murs anti-crues pour ce tronçon, ainsi que la reconstruction du pont de L'Accueil au projet actuel. De plus, l'initiateur doit s'engager à appliquer l'ensemble des mesures

...2

d'atténuation et des engagements pris jusqu'à présent dans l'étude d'impact et dans les trois addenda déposés à ce jour à ce secteur supplémentaire.

#### **QC-136**

L'initiateur doit décrire sommairement la chronologie des différentes phases de travaux qu'il compte utiliser pour la réalisation du projet et justifier son choix. Considérant les impacts des travaux sur le tronçon aval de la rivière, il doit privilégier, en autant que possible, une approche de l'aval vers l'amont. Dans ce contexte, la reconstruction du pont de L'Accueil doit être considérée dans l'horizon le plus court possible. Les contraintes à la reconstruction du pont de L'Accueil dans les premières phases des travaux, le cas échéant, doivent être expliquées.

#### **QC-137**

L'addenda de février 2017 démontre que dans l'intervalle où la reconstruction du pont de L'Accueil n'aurait pas été effectuée, des murs anti-crue seraient également nécessaires dans le secteur entre le boulevard Wilfrid-Hamel et le boulevard Masson, en raison des travaux réalisés en amont. L'initiateur doit décrire les mesures temporaires de protection qu'il compte mettre en place pour immuniser ce secteur au passage de la crue centennale durant cet intervalle. Le secteur sous protection temporaire devrait alors présenter une zone inondable identique, ou réduite, en comparaison avec celle retrouvée en condition initiale.

#### **QC-138**

L'initiateur doit confirmer que les travaux de consolidation du pont de L'Accueil ne seront pas requis en raison de la reconstruction prévue de ce même pont dans un horizon de 5 ans. Dans le cas contraire, l'initiateur doit s'engager à considérer l'impact de ces travaux de consolidation sur la capacité hydraulique de la rivière dans l'élaboration de son projet.

#### **QC-139**

L'initiateur doit produire une analyse du risque résiduel pour le nouveau secteur qui sera pourvu de murs anti-crue. Par ailleurs, l'initiateur doit s'engager à considérer le risque résiduel dans l'aménagement du territoire.

#### **QC-140**

Considérant les travaux nécessaires dans le secteur entre l'autoroute Henri IV et le boulevard Masson, l'initiateur doit produire une actualisation des zones à risque d'érosion pour ce secteur.

**QC-141**

Étant donné que des travaux sont nécessaires sur le tronçon aval de la rivière Lorette et considérant que le pont du boulevard Hamel Est coule en charge lors d'une crue centennale (figure 3, Annexe 4, Addenda de juillet 2016, tome 1), l'initiateur doit actualiser sa réponse à la question QC-76 au sujet des interventions requises à ce pont à court ou moyen terme (ex : reconstruction).

**QC-142**

En réponse aux questions et commentaires QC-21 et QC-31 à la section 6.3.2.1 du tome 2 de l'addenda de juillet 2016, l'initiateur présente sa stratégie de revégétalisation des rives sur les terrains privés. Ainsi, lorsque le sol n'aura pas été remanié, les propriétaires seront encouragés à laisser pousser la végétation naturellement. Lorsque le sol sera mis à nu par les travaux, l'ensemencement hydraulique sera utilisé en première intervention et une plantation pourra être effectuée par la suite. En secteur résidentiel, les propriétaires seront invités à se procurer des plants offerts gratuitement par l'initiateur pour procéder eux-mêmes à la plantation ou avec l'aide d'un organisme sans but lucratif mandaté par l'initiateur à cette fin. Dans le secteur commercial, l'initiateur demandera aux propriétaires l'autorisation de procéder à un ensemencement hydraulique et à la plantation d'espèces indigènes. Cette explication est reprise en réponse aux questions QC-67 et QC-91.

À la question QC-132, l'initiateur n'expose pas les raisons pour lesquelles la stratégie de revégétalisation utilisée est différente en secteur résidentiel et commercial. Considérant que certains propriétaires peuvent être davantage enclin à revégétaliser la rive si aucune action n'est requise de leur part, et considérant que la présence du mur rendra l'accès à la rive plus difficile pour y réaliser des travaux de revégétalisation, l'initiateur doit expliquer pour quelles raisons, sous réserve de l'autorisation du propriétaire, il ne peut s'engager à réaliser, dans le cadre des travaux, la revégétalisation des terrains privés résidentiels, alors qu'il s'engage à le faire sur les terrains privés commerciaux. L'initiateur doit expliquer les différences entre les propriétés privées résidentielles et les propriétés privées commerciales justifiant une approche différente.

**QC-143**

L'initiateur doit reproduire intégralement (incluant l'annexe) le document de questions et commentaires daté du 10 janvier 2017 dans son addenda. Rappelons que ces commentaires et engagements doivent être considérés par l'initiateur à l'étape de l'analyse environnementale du projet. Cependant, l'initiateur est invité à confirmer les engagements énumérés sur cette annexe (ci-jointe) qu'il est prêt à prendre dès maintenant.

**QC-144**

L'initiateur doit considérer les impacts de la reconstruction du pont de L'Accueil dans son projet. Ainsi, il doit évaluer les superficies de bandes riveraines qui seront perdues en raison de la reconstruction de ce pont et l'inclure à son bilan global. De plus, les superficies affectées par l'ajout de murs anti-crue présentées dans l'addenda de février 2017 doivent être intégrées dans un bilan global couvrant l'ensemble du projet.

**QC-145**

L'initiateur doit évaluer l'ensemble des gains et des pertes de superficie dans l'habitat du poisson en considérant la ligne naturelle des hautes eaux actuelle, soit en utilisant le débit de récurrence 2 ans en condition actuelle pour délimiter la limite de l'habitat du poisson plutôt que les débits de pointe en condition de climat futur (récurrence 2 à 100 ans), tel qu'utilisé pour la conception des ouvrages. L'évaluation doit également inclure les superficies affectées dans le nouveau secteur touché par les travaux et la reconstruction du pont de L'Accueil.

Tel que vous vous y êtes engagé, le dépôt des précisions demandées ci-haut est attendu au plus tard avant la tenue de la première partie de l'audience publique. Ces renseignements seront rendus publics tout comme le reste du dossier afin d'informer adéquatement la population sur le projet en cours. À ce jour, le MDDELCC a émis un avis de recevabilité avec certaines réserves. L'étude d'impact sera jugée complète et recevable sans réserve à la réception de réponses adéquates aux précisions qui vous sont adressées dans la présente lettre.

Pour toute information additionnelle, vous pouvez joindre M<sup>me</sup> Annie Ouellet, de notre direction, au numéro de téléphone 418 521-3933, poste 4674, ou par courriel à : [annie.ouellet@mddelcc.gouv.qc.ca](mailto:annie.ouellet@mddelcc.gouv.qc.ca).

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le directeur,

Hervé Chatagnier

p.j.

## ANNEXE

La présente annexe vise à informer l'initiateur de certains engagements, outre ceux déjà pris dans les documents précédents, qui pourront éventuellement être pris pour favoriser l'acceptabilité environnementale du projet. On y fait également état de certaines recommandations dont il devra tenir compte lors de la réalisation des travaux.

### **A) Risque résiduel et aménagement du territoire**

1. L'initiateur devra s'engager à faire une présentation publique du risque résiduel tel que défini à l'étape de l'ingénierie détaillée.
2. L'initiateur devra s'engager à diffuser sur son site Internet et sa carte interactive, les cartes du risque résiduel et les explications qui les accompagnent à l'étape de l'ingénierie détaillée, ainsi que les versions mises à jour avec les données du projet tel que construit. Ceci permettra aux personnes emménageant dans le secteur d'avoir accès à l'information.
3. L'initiateur devra s'engager à prendre en compte l'évaluation du risque résiduel dans l'aménagement du territoire.
4. L'initiateur devra s'engager à fournir au MDDELCC, sur demande, les documents afférents au programme d'entretien et d'inspection du mur anti-crue et non pas seulement au programme d'inspection.

### **B) Milieu naturel et habitat du poisson**

5. Une entente de compensation devra être établie ultérieurement. Le Ministère est d'avis que l'artificialisation de l'habitat et l'empiètement sur le littoral par des enrochements constituent des pertes qui devraient être compensées.
6. L'intégration hétérogène d'une strate arborescente devrait être privilégiée le plus possible dans les aménagements. À ce sujet, le Ministère souhaite informer l'initiateur que la végétalisation prévue sur les terrains appartenant à la Ville, ne peut compenser pour des pertes de végétation arborescente dans les premiers mètres de la rive. De plus, le Ministère ne considère pas que les enrochements végétalisés contribuent à améliorer l'indice de la qualité de la bande riveraine surtout si de la végétation naturelle a été retirée pour mettre en place l'enrochement.
7. Un protocole de suivi de l'efficacité des bras de décharge et des fosses de dissipation d'énergie sera nécessaire afin de s'assurer que ces installations ne causent pas de mortalité de poissons.
8. L'initiateur propose de remettre en état le lit du cours d'eau après les travaux par l'utilisation d'un substrat contenant du sable. Il est plutôt recommandé d'utiliser un substrat dépourvu de sable afin d'éviter qu'il soit transporté plus en aval. Un substrat fin a plutôt un effet négatif sur l'habitat du poisson.
9. L'initiateur devra fournir la superficie et la durée de l'assèchement prévu du lit de la rivière lors de l'utilisation de batardeaux, le cas échéant.

### **C) Gestion des sols et des sédiments**

10. L'initiateur devra s'engager à caractériser, avant le début des travaux, les sols des secteurs visés par l'implantation du mur anti-crue. La caractérisation en pile des sols excavés par tronçon, n'est pas conforme au Guide de caractérisation des terrains du MDDELCC. L'échantillonnage en pile ne doit être effectué uniquement lorsque l'échantillonnage en place n'a pu être réalisé. À ce sujet, l'initiateur pourra consulter la fiche technique présentant la caractérisation de bandes linéaires de terrain élaborée par le Ministère et qui sera publiée sur son site Internet sous peu.
11. L'initiateur doit s'assurer de la qualité des matériaux excavés qu'il prévoit réutiliser sur les lieux des travaux et vérifier que la gestion des sols excavés respecte le Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés, les règlements, ou tout autre document (lignes directrices, documents d'orientations, guides, etc.). L'initiateur doit également s'assurer que l'endroit où il souhaite réutiliser les sols correspond bien à la définition du terrain d'origine. À cet effet, il peut consulter le Guide d'intervention à la section 6.2.1 où le terrain d'origine est défini et précisé dans le cas des bandes linéaires.
12. L'initiateur devrait considérer la contamination possible des sols et des sédiments sous-jacents au mur anti-crue par les matériaux utilisés dans l'analyse effectuée pour faire son choix de matériaux.
13. Les sols contaminés >A entreposés temporairement doivent être recouverts afin d'éviter toute percolation dans l'environnement.

# Annexe 2

MISE À JOUR DES ENGAGEMENTS DE LA VILLE DE QUÉBEC

**Tableau A2.1 Mise à jour des engagements de la Ville de Québec.**

RÉFÉRENCE <sup>1</sup>	ENGAGEMENTS DE LA VILLE DE QUÉBEC	M.A. <sup>2</sup>
2.5.2	L'agglomération prendra la responsabilité des ouvrages et de leur entretien, ce qui assurera leur pérennité.	--
6.3.1.1 et QC-109	Les sols contaminés devant être excavés lors du projet devront être gérés selon leur plage de contamination, conformément à la grille de gestion des sols excavés du Guide d'intervention - Protection des sols contaminés et réhabilitation des terrains contaminés. Si nécessaire, ils devront être acheminés vers un centre de traitement autorisé pour être décontaminés ou dans un lieu d'enfouissement sécuritaire autorisé à recevoir ces sols. Les sédiments excavés et ramenés sur la terre ferme sont considérés comme des sols et seront donc également gérés en conformité avec la grille de gestion des sols excavés, selon leur niveau de contamination, le cas échéant.	E14 <sup>3</sup>
6.3.1.1	Les recommandations concernant les 37 éléments considérés comme à risque qui sont identifiés dans l'ÉES – phase I de 2012 (risques 1 à 33; GENIVAR, 2012) et dans la mise à jour de cette étude (risques 34 à 37; WSP, 2016e) seront appliquées lorsque ces éléments sont touchés par le projet. À la lumière des nouvelles informations disponibles, il n'apparaît cependant plus nécessaire de caractériser les sols visés par le risque 15 (lot 2 544 438). Soulignons également qu'une partie des recommandations ont déjà été mises de l'avant dans le contexte des interventions d'urgence de 2013 (risques 3, 7, 8 et 9).	P2
6.3.1.1 et QC-59	Dans tous les secteurs visés par des travaux d'excavation sauf ceux relatifs à la mise en place du mur anti-crue, les sols seront caractérisés préalablement à la réalisation des travaux en fonction des risques identifiés dans l'ÉES phase 1 et dans sa mise à jour. Un échantillonnage à tous les 20 m sera fait dans les zones dont la contamination est considérée diffuse et où les sols sont hétérogènes (p. ex. : secteurs constitués de remblais), alors qu'un sondage sera réalisé à tous les 50 à 100 m dans les zones sans risque de contamination connu.	P3 <sup>3</sup>
6.3.2.1	<p>La stratégie qui sera mise de l'avant par l'agglomération de Québec pour gérer les EEE vise la mise en œuvre d'un programme de contrôle intégré des EEE notamment les colonies de renouée du Japon et de roseau commun (phragmite). La stratégie préconisée par la Ville de Québec est celle d'une intervention préventive avant le début des travaux de construction du mur anti-crue et des aménagements de plaines de débordement et bras de décharge :</p> <p><i>Avant les travaux</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Le programme de contrôle sera mis en place avant le début des travaux de construction du mur anti-crue, des plaines de débordement et des bras de décharge et autres aménagements en rives. Les interventions sur les espèces envahissantes seront réalisées peu de temps avant le début des travaux de construction et d'aménagement de manière à éviter que les espaces soient colonisés à nouveau dans l'intervalle de temps qui sépare la fin du contrôle des EEE et le début des travaux. Les moyens disponibles : bâche, fauchage, arrachage et autres moyens appropriés en fonction de l'évolution des connaissances et des meilleures pratiques seront utilisés le tout conformément à la technique la plus susceptible de réduire la colonie.</li> </ul>	P6 <sup>4</sup>



<p>6.3.2.1 (suite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les objectifs du programme de contrôle intégré sont les suivants :             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ intervenir en amont des travaux;</li> <li>▪ réduire les colonies;</li> <li>▪ éviter l'expansion et la dispersion;</li> <li>▪ minimiser tout déplacement de terre contaminée par les EEE;</li> <li>▪ suivre l'évolution des connaissances.</li> </ul> </li> <li>■ Dans le cadre de la mise en œuvre de ce programme, la Ville de Québec s'assurera de suivre l'évolution des connaissances dans le domaine du contrôle intégré des EEE.</li> </ul> <p><i>Pendant les travaux</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sur l'ensemble des propriétés visées par une intervention de contrôle des inondations, une inspection sera réalisée avant le début des travaux de manière à s'assurer qu'il n'y a pas de plantes envahissantes sur le site des travaux. Si une EEE est observée, un périmètre de protection sera installé et l'entrepreneur sera avisé. Une intervention de nettoyage sera effectuée en utilisant le protocole du programme de contrôle intégré.</li> <li>■ Dans le cas de la servitude d'entretien du côté de la rivière, une bande de propreté de 1,75 m adjacente au mur sera implantée. Du gazon en plaque sera implanté pour favoriser la reprise rapide. Une tonte hebdomadaire de cette zone sera effectuée sur l'ensemble (environ 3 km), ce qui permettra le contrôle des plantes envahissantes dans cette bande réservée à l'inspection du mur anti-crue.</li> <li>■ Advenant le cas où des racines et rhizomes de renouée japonaise seraient découverts lors des travaux d'excavation, une gestion appropriée des sols et systèmes racinaires excavés sera réalisée. Ces résidus seront acheminés dans le site le plus approprié pour ce type de résidus. La machinerie sera lavée à haute pression pour éviter toute dispersion et propagation.</li> </ul> <p><i>Suivi des travaux</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Un suivi des zones remaniées sera réalisé par l'agglomération afin de contrôler l'envahissement.</li> </ul>	<p>P6 (suite)</p>
<p>6.3.2.1</p>	<p>Afin d'augmenter le pourcentage de couverture le long de la rivière, les stratégies d'intervention présentées ci-dessous et issues du document Place aux arbres, Vision de l'arbre 2015-2025 de la Ville de Québec seront appliquées à chaque fois que cela est possible, notamment pour toutes les superficies municipalisées, pour les bras de décharge et pour les plaines de débordements :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Protection : effort supplémentaire de préservation des arbres existants;</li> <li>■ Déminéralisation : déminéralisation des sites pour augmenter le potentiel de plantation et conversion d'espaces municipaux en îlots de fraîcheur;</li> <li>■ Plantation : effort supplémentaire de plantation sur les propriétés municipales (potentiel en nombre d'arbres) et privées.</li> </ul>	<p>P13</p>
<p>6.3.3.5</p>	<p>Si, au cours des travaux, des vestiges d'intérêt historique ou archéologique sont découverts, en aviser immédiatement le responsable de chantier et contacter sans délai le ministère de la Culture et des Communications (MCC) afin de respecter les dispositions de l'article 74 de la Loi sur le patrimoine culturel. En vertu de la Loi sur les biens culturels, il est interdit d'enlever quoi que ce soit et de déplacer les objets et les vestiges. Suspendre les travaux dans la zone jusqu'à ce que le ministère de la Culture et des Communications (MCC) ait donné l'autorisation de les poursuivre.</p>	<p>PA1</p>
<p>6.3.3.5</p>	<p>Advenant la découverte de vestiges historique ou archéologique pendant les travaux, les dispositions de l'article 6.4.3 du Cahier des charges des clauses administratives générales (CCAG) de la Ville de Québec (édition 2015) devront être respectées.</p>	<p>PA2</p>

RÉFÉRENCE <sup>1</sup>	ENGAGEMENTS DE LA VILLE DE QUÉBEC	M.A. <sup>2</sup>
9.2	Les stations permanentes de suivi en continu du niveau d'eau de la rivière Lorette et de ses affluents feront partie du système de contrôle en temps réel (CTR) du bassin versant de la rivière Lorette et permettront d'assurer un suivi à long terme des niveaux d'eau et des débits dans la rivière. Les résultats pourront être communiqués au MDDELCC.	--
10.1	Coordination entre les villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette afin de tenir compte du projet dans l'aménagement futur de territoire et mise à jour du Plan des mesures d'urgence (PMU) et du Plan particulier d'intervention (PPI).	--
QC-57	L'initiateur s'engage à indiquer la vulnérabilité des bâtiments sur ces terrains au plan d'intervention intermunicipal de la rivière Lorette (PIIRL).	--
QC-59	L'initiateur s'engage à déposer au MDDELCC un programme de caractérisation des sols avant d'entreprendre les activités de caractérisation. Ce programme sera déposé à l'étape de la demande de CA en vertu de l'article 22 de la LQE.	--
QC-61	L'initiateur s'engage à respecter les dispositions du Règlement sur le stockage et les centres de transfert des sols contaminés et celles du Guide d'intervention - Protection des sols contaminés et réhabilitation des terrains contaminés.	--
QC-65	L'initiateur s'engage à fournir les ententes de servitude au MDDELCC à l'étape de la demande de CA en vertu de l'article 22 de la LQE.	--
QC-104	L'initiateur s'engage à produire un rapport de comportement de la rivière Lorette à différents débits de crue, dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, en utilisant un modèle hydrodynamique basé sur la configuration finale du projet à la fin de l'étape de l'ingénierie détaillée.	--
QC-105	L'initiateur s'engage à réaliser les études requises pour mettre à jour le <i>plan d'intervention intermunicipal de la rivière Lorette (PIIRL)</i> afin de tenir compte de la présence du mur anti-crue, mais aussi d'une défaillance de ce mur. L'initiateur s'engage à détailler les zones et la séquence des débordements ainsi que la répartition et l'évolution du risque aux personnes, aux services de secours et aux biens. Pour ce faire, à l'étape de l'ingénierie détaillée, l'initiateur produira des cartes et des explications qu'il déposera sous forme d'une cartographie officielle des zones d'exposition aux risques résiduels. L'initiateur s'engage à mettre à jour les résultats obtenus lors de l'ingénierie détaillée (et la cartographie officielle) avec les données du projet tel que construit en considérant notamment les phénomènes d'écoulement et d'épuisement de l'eau présente derrière les murs.	--
QC-107	Dans le cadre des études qui seront réalisées pour respecter les engagements en lien avec la question QC-105, l'initiateur s'engage à analyser les impacts relatifs à une rupture pouvant survenir selon les conclusions de l'étude hydrogéomorphologique.	--
QC-108	L'initiateur s'engage à réaliser lors de l'ingénierie détaillée les études nécessaires pour mettre à jour le plan d'intervention intermunicipal de la rivière Lorette (PIIRL) pour tenir compte de la présence des murs anti-crue.	--
QC-109	L'initiateur s'engage à utiliser les critères de gestion des sols en vigueur au moment de réaliser les travaux et à gérer les sols selon la version à jour de la grille de gestion des sols excavés.	--
QC-112	L'initiateur s'engage végétaliser les terrains municipaux dans le contexte du projet comme montré sur les cartes QC-67a et QC-67b (trois strates lorsque possible).	--
QC-115	L'initiateur s'engage à nettoyer la machinerie excavatrice avant son arrivée sur les sites des travaux et à nouveau à sa sortie si elle est utilisée dans des colonies d'EEE.	P22

RÉFÉRENCE <sup>1</sup>	ENGAGEMENTS DE LA VILLE DE QUÉBEC	M.A. <sup>2</sup>
QC-119 et QC-129	L'initiateur s'engage à fournir au MDDELCC, sur demande, le programme d'inspection du mur anti-crue afin de garantir un suivi régulier de l'état du mur et son entretien adéquat. Ce programme d'inspection sera aussi intégré au plan d'intervention intermunicipal de la rivière Lorette et sera produit lors de l'ingénierie détaillée.	--
QC-124	Sur les terrains municipaux, l'initiateur s'engage à assurer un suivi de la revégétalisation sur une période minimale de cinq ans. Un taux de survie des végétaux de 80 % sera visé.	--
QC-125	L'initiateur mettra en place un programme de sensibilisation qui favorisera la densification du couvert végétal sur les terrains privés longeant la rivière, notamment entre la servitude d'entretien longeant le mur anti-crue et la rivière Lorette. Cet engagement fait l'objet des mesures d'atténuation P11 (terrains commerciaux) et P12 (terrains résidentiels) décrites dans l'étude d'impact.	--
QC-128	Des aménagements supplémentaires sont prévus entre l'autoroute Henri-IV et la rivière Saint-Charles, afin que les rehaussements de niveaux d'eau associés aux aménagements prévus à l'amont du pont Henri-IV ne se traduisent pas par une augmentation du risque d'inondation dans ce secteur.	--
QC-135	L'initiateur s'engage à inclure dans le projet les travaux de construction des murs anti-crue en aval de l'autoroute Henri-IV, de même que la reconstruction du pont de l'Accueil.	--
QC-135	L'initiateur s'engage à appliquer l'ensemble des mesures d'atténuation et des engagements pris jusqu'à présent dans l'étude d'impact et dans les trois addenda déposés à ce jour à ce secteur supplémentaire lorsqu'applicable.	--
QC-135	L'initiateur s'engage à réaliser une évaluation environnementale de site (EES) – Phase I (et au besoin une EES – Phase II) avant le début des travaux entre l'autoroute Henri-IV et la confluence avec la rivière Saint-Charles.	--
QC-139	La Ville de Québec s'engage ainsi à considérer les résultats de l'analyse de risques résiduels fournie à l'annexe 4 du présent document dans l'aménagement du territoire.	--
QC-142	L'agglomération de Québec mettra en place un programme de subvention à la naturalisation des rives pour les propriétés touchées par les travaux de murs anti-crue dans les secteurs commercial et résidentiel. Les propriétaires seront sollicités à s'inscrire au programme de naturalisation lors de la rencontre d'information portant sur la présentation des travaux et leur ordonnancement afin de permettre à l'Agglomération de réaliser la planification à même l'ordonnancement des travaux. L'Agglomération mandatera un organisme sans but lucratif pour rencontrer les propriétaires riverains et leur présenter le programme. L'Agglomération fournira les plantations et la terre végétale. Les travaux de plantation seront réalisés soit par le propriétaire lui-même ou par l'organisme sans but lucratif mandaté par l'Agglomération dans les cas où aucune machinerie ne serait requise. Dans les situations où une surface de pavage ou une forte pente nécessiterait l'utilisation de machinerie, les travaux seront réalisés par un entrepreneur mandaté par l'Agglomération. Le programme de naturalisation utilisera des moyens adaptés à la situation du terrain, mais le programme sera le même pour les propriétés commerciales et résidentielles.	P11-P12 <sup>5</sup>
QC-143 (annexe, n° 1)	La Ville de Québec s'engage à faire une présentation publique du risque résiduel lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée.	--

**RÉFÉRENCE<sup>1</sup>**
**ENGAGEMENTS DE LA VILLE DE QUÉBEC**
**M.A.<sup>2</sup>**

QC-143 (annexe, n° 2)	La Ville de Québec s'engage également à diffuser sur son site Internet et sur sa carte interactive, les cartes du risque résiduel lorsqu'elles auront été réalisées et les explications afférentes lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée. Les versions mises à jour ainsi que les données du projet une fois réalisées seront également mises en ligne afin de rendre ces informations accessibles aux citoyens. Il est à noter que la Ville de Québec diffuse déjà sur son site Internet de l'information par rapport au projet de réaménagement de la rivière Lorette. Son contenu permet déjà à ce jour de renseigner les citoyens par rapport aux différentes étapes du projet et d'en expliquer les objectifs et les finalités.	--
QC-143 (annexe, n° 3)	Tel que mentionné à la question QC-139, la Ville s'engage à considérer les résultats des évaluations du risque résiduel dans l'aménagement du territoire.	--
QC-143 (annexe, n° 4)	L'initiateur s'engage à fournir au MDDELCC, sur demande, les documents afférents au programme d'entretien et d'inspection du mur anti-crue lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée.	--
QC-143 (annexe, n° 7)	L'initiateur s'engage à produire un protocole de suivi de l'efficacité des bras de décharge et des fosses de dissipation d'énergie lorsque l'ingénierie détaillée du projet aura été réalisée.	--
QC-143 (annexe, n° 8)	L'initiateur s'engage à utiliser un substrat dépourvu de sable lors de la remise en état du lit du cours d'eau après les travaux.	--
QC-143 (annexe, n° 9)	L'initiateur s'engage à fournir la superficie et la durée de l'assèchement prévu du lit de la rivière lors de l'utilisation de batardeaux, le cas échéant.	--
QC-143 (annexe, n° 10)	L'initiateur s'engage à caractériser, avant le début des travaux, les sols des secteurs visés par l'implantation du mur anti-crue en conformité avec le Guide de caractérisation des terrains du MDDELCC.	--
QC-143 (annexe, n° 11)	L'initiateur s'assurera de la qualité des matériaux excavés qu'il prévoit réutiliser sur les lieux des travaux et s'assurera que la gestion des sols excavés respecte le <i>Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés</i> et la réglementation municipale en vigueur. L'initiateur s'assurera également que l'endroit où les sols seront réutilisés correspond à la définition du terrain d'origine.	--
QC-143 (annexe, n° 13)	L'initiateur s'engage à ce que les sols contaminés A-B entreposés temporairement soient recouverts afin d'éviter toute percolation dans l'environnement.	--

1 La colonne « Référence » réfère à la section correspondante de l'étude d'impact (WSP, 2016b) ou encore à la réponse correspondante des documents de réponse aux questions du MDDELCC (WSP, 2016c; WSP, 2017 ou présent document). Pour les engagements découlant de la question QC-143, les numéros correspondants de l'annexe du MDDELCC (voir annexe 1 du présent document) sont également précisés.

2 La colonne « M.A. » réfère aux numéros des mesures d'atténuation correspondantes lorsqu'applicable.

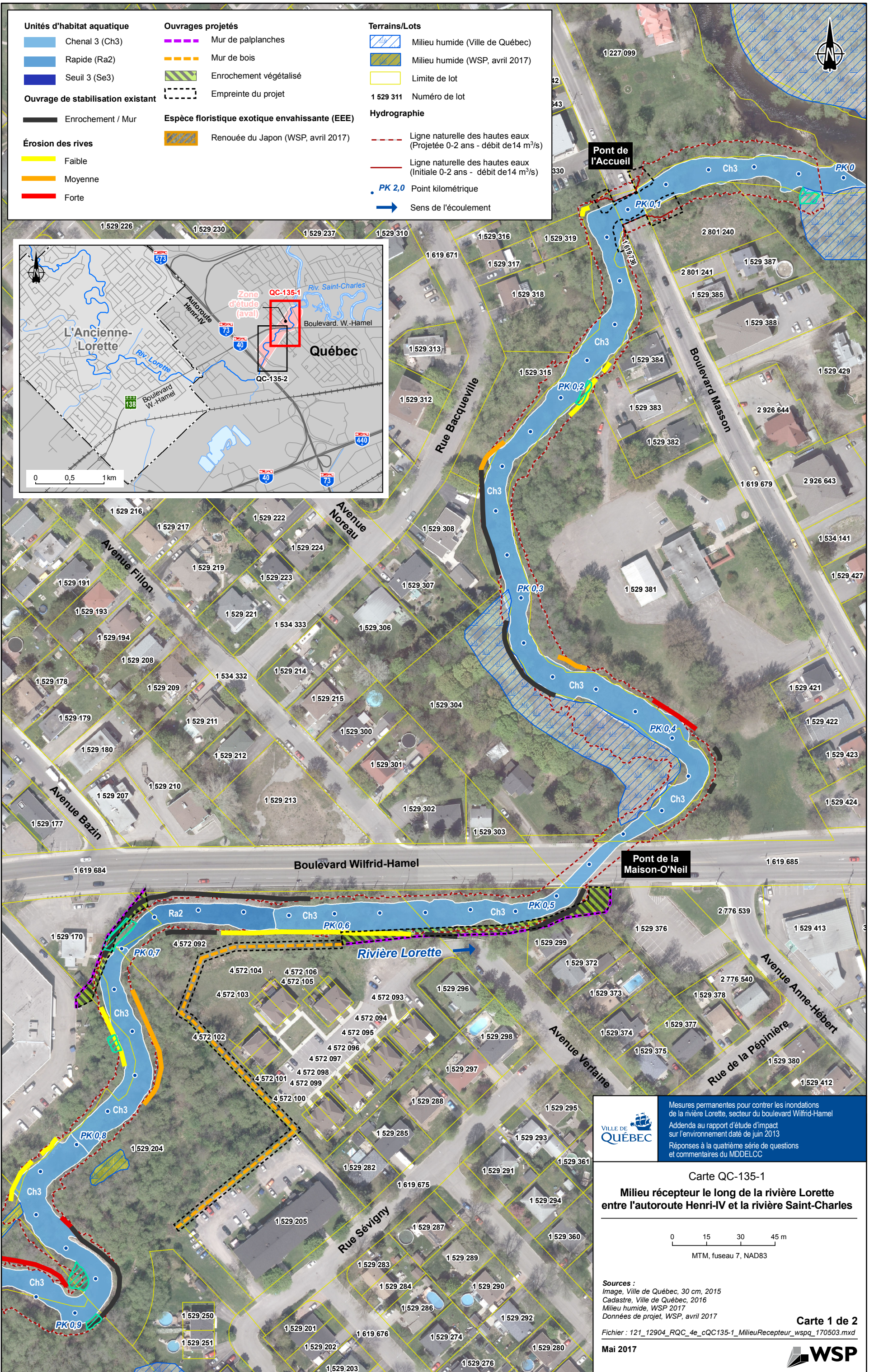
3 La formulation de ces engagements a été révisée pour tenir des modifications aux mesures E14 et P3 (WSP, 2016c).

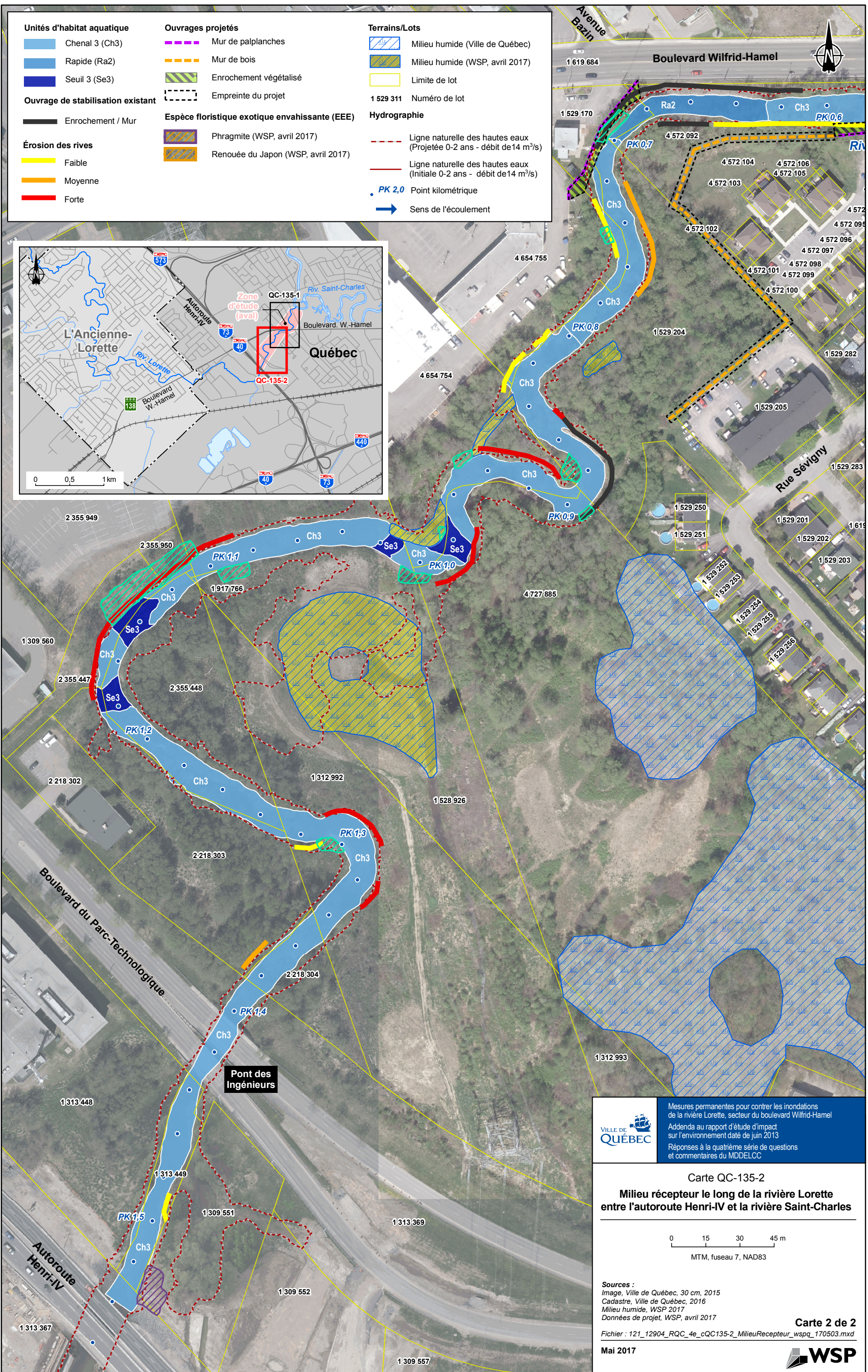
4 La formulation de cet engagement (et de la mesure d'atténuation P6) a été légèrement modifiée.

5 L'engagement découlant de la réponse à QC-142 précise et remplace les mesures d'atténuation P11 et P12 qui sont désormais regroupées.

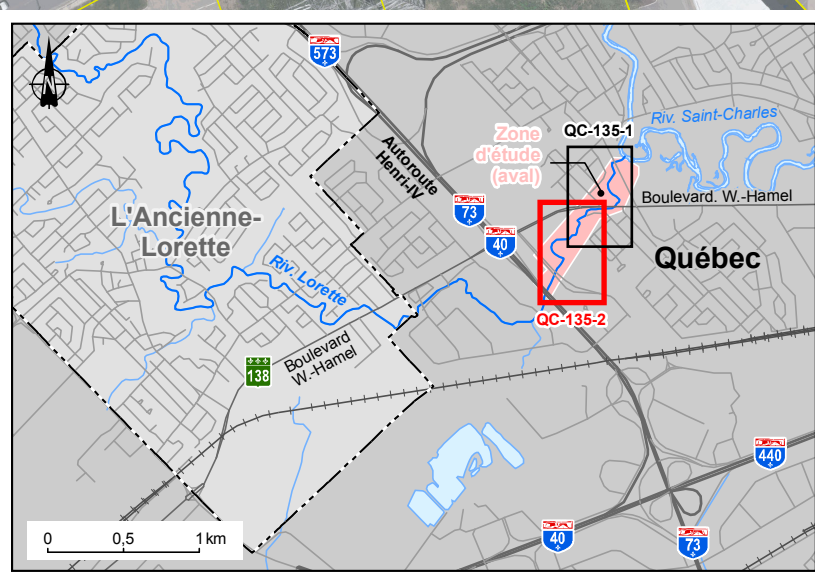
# Annexe 3


**CARTES DU MILIEU RÉCEPTEUR EN AVAL DE L'AUTOROUTE  
(CARTES CITÉES À QC-135)**



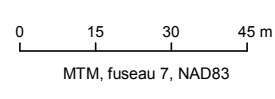


<b>Unités d'habitat aquatique</b>	<b>Ouvrages projetés</b>	<b>Terrains/Lots</b>
Chenal 3 (Ch3)	Mur de palplanches	Milieu humide (Ville de Québec)
Rapide (Ra2)	Mur de bois	Milieu humide (WSP, avril 2017)
Seuil 3 (Se3)	Enrochement végétalisé	Limite de lot
<b>Ouvrage de stabilisation existant</b>	Empreinte du projet	1 529 311 Numéro de lot
Enrochement / Mur	<b>Espèce floristique exotique envahissante (EEE)</b>	<b>Hydrographie</b>
<b>Érosion des rives</b>	Phragmite (WSP, avril 2017)	Ligne naturelle des hautes eaux (Projetée 0-2 ans - débit de 14 m³/s)
Faible	Renouée du Japon (WSP, avril 2017)	Ligne naturelle des hautes eaux (Initiale 0-2 ans - débit de 14 m³/s)
Moyenne		PK 2,0 Point kilométrique
Forte		Sens de l'écoulement




 Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel  
 Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013  
 Réponses à la quatrième série de questions et commentaires du MDDELCC

**Carte QC-135-2**  
**Milieu récepteur le long de la rivière Lorette entre l'autoroute Henri-IV et la rivière Saint-Charles**



**Sources :**  
 Image, Ville de Québec, 30 cm, 2015  
 Cadastre, Ville de Québec, 2016  
 Milieu humide, WSP 2017  
 Données de projet, WSP, avril 2017

# Annexe 4

**MISE À JOUR DE L'ÉTUDE DE RISQUES RÉSIDUELS  
(CITÉE À QC-139)**



MESURES PERMANENTES POUR  
CONTRER LES INONDATIONS DE  
LA RIVIÈRE LORETTE DANS LE  
SECTEUR DU BOULEVARD  
WILFRID-HAMEL,  
VILLES DE QUÉBEC ET DE  
L'ANCIENNE-LORETTE

ÉTUDE DES RISQUES RÉSIDUELS  
À LA SUITE DE LA  
CONSTRUCTION DES MURS  
ANTI-CRUE

MAI 2017

MESURES PERMANENTES POUR  
CONTRER LES INONDATIONS DE LA  
RIVIÈRE LORETTE DANS LE SECTEUR DU  
BOULEVARD WILFRID-HAMEL, VILLES DE  
QUÉBEC ET DE L'ANCIENNE-LORETTE

ÉTUDE DES RISQUES RÉSIDUELS À LA SUITE  
DE LA CONSTRUCTION DES MURS ANTI-CRUE

**Ville de Québec**

**Version finale révisée**

Projet WSP n° : 131-24822-00  
Projet Ville de Québec n° : PSP130468

Date : Mai 2017



—  
**WSP Canada Inc.**

1175, boulevard Lebourgneuf, bureau 300  
Québec (Québec) G2K 0B4

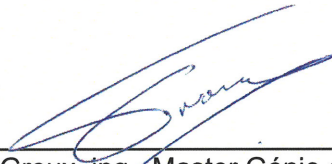
Téléphone : 418-780-0878  
Télécopieur : 418-780-4182  
**[www.wspgroup.com](http://www.wspgroup.com)**



---

# SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



---

François Groux, ing., Master Génie de l'Eau  
N° OIQ : 5037284




2017-05-08

---

Claudine Breton, ing., M. Sc. A.  
N° OIQ : 116294

RÉVISÉ PAR

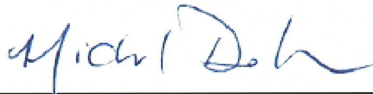


2017-05-08

---

Pierre Pelletier, ing., M. Sc., Directeur de projet  
N° OIQ : 104363

2017-05-08



---

Michel Dolbec, ing., MBA  
N° OIQ : 34184

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

RÉVISION N°	PRÉPARÉ POUR	DATE
Préliminaire	Ville de Québec	20 juin 2016
Préfinale	Ville de Québec	21 juillet 2016
Finale	Ville de Québec	27 juillet 2016
01	Ville de Québec	2 mai 2017

---

# ÉQUIPE DE RÉALISATION

## VILLE DE QUÉBEC

Directeur de projet	Guy Laliberté, ing.
Équipe de projet	Louise Babineau, B. A., M. Sc. Denis Brisson, ing.

## WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Pierre Pelletier, ing., M. Sc.
Équipe de projet	Claudine Breton, ing., M. Sc. A. François Groux, ing., Master Génie des Eaux Pierre Dupuis, ing., M. Sc. Michel Dolbec, ing., MBA Kevin Soucy, tech.
Cartographie	Maude Boulanger, tech.
Traitement de texte et édition	Nancy Paquet, adj. administrative

### Référence à citer :

---

WSP. 2017. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette - Étude des risques résiduels à la suite de la construction des murs anti-crue*. Rapport de WSP Canada Inc. à la Ville de Québec. 29 p. et annexe, révisée le 2 mai 2017.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1	CONTEXTE.....	1
1.2	CONCEPTION DU MUR ANTI-CRUE .....	1
1.3	DÉFINITION DES CRUES DE RÉFÉRENCE .....	4
1.3.1	CRUE CENTENNALE (1/100 ANS) .....	4
1.3.2	CRUE 1/250 ANS.....	4
1.4	OBJECTIF DU RAPPORT .....	5
<b>2</b>	<b>LA NOTION DE RISQUE D'INONDATION.....</b>	<b>7</b>
2.1	LES PROBABILITÉS D'OCCURRENCE DES CRUES .....	7
2.2	LES CONSÉQUENCES .....	8
<b>3</b>	<b>CARACTÉRISATION DU RISQUE D'INONDATION AVANT LA CONSTRUCTION DES MURS ANTI-CRUE : ÉTAT DE RÉFÉRENCE .....</b>	<b>9</b>
3.1	ÉTAT DES LIEUX .....	9
3.2	ZONE À RISQUE D'INONDATION POUR LA CRUE CENTENNALE ET CONSÉQUENCES .....	10
3.3	ZONE À RISQUE D'INONDATION POUR DES CRUES PLUS QUE CENTENNALES ET CONSÉQUENCES .....	13
<b>4</b>	<b>CARACTÉRISATION DES RISQUES RÉSIDUELS.....</b>	<b>17</b>
4.1	SURVENUE D'UNE CRUE SUPÉRIEURE À LA CRUE DE PROJET ...	17
4.1.1	ÉLÉVATION DE LA CRÊTE DU MUR ANTI-CRUE ET REVANCHE .....	17
4.1.2	SCÉNARIO ÉTUDIÉ.....	17
4.1.3	CONSÉQUENCES LIÉES AU RISQUE RÉSIDUEL .....	18
4.2	PASSAGE D'UNE CRUE DE L'AMPLITUDE DE LA CRUE RITA .....	22
4.3	CONSÉQUENCE D'UNE RUPTURE EN PÉRIODE DE CRUE .....	22

<b>5</b>	<b>MESURES DE MITIGATION DU RISQUE RÉSIDUEL .....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>SYNTHÈSE.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>29</b>

## TABLEAUX

TABLEAU 2-1	PROBABILITÉ D'APPARITION D'UNE CRUE CENTENNALE EN FONCTION DE LA PÉRIODE CONSIDÉRÉE. ....	7
TABLEAU 2-2	PROBABILITÉ D'APPARITION D'UNE CRUE 1/250 ANS EN FONCTION DE LA PÉRIODE CONSIDÉRÉE. ....	8
TABLEAU 3-1	CONSÉQUENCES D'UNE CRUE CENTENNALE, AVANT LA CONSTRUCTION DES MURS ANTI-CRUE.....	10
TABLEAU 3-2	CONSÉQUENCES D'UNE CRUE 1/250 ANS, AVANT LA CONSTRUCTION DES MURS ANTI-CRUE.....	13
TABLEAU 4-1	CONSÉQUENCES LIÉES AU RISQUE RÉSIDUEL D'UNE CRUE 1/250 ANS APRÈS LA CONSTRUCTION DES MURS ANTI-CRUE (ÉTAT PROJETÉ).....	22
TABLEAU 6-1	CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS DE CRUES ÉTUDIÉS. .	27

## FIGURES

FIGURE 1-1	COUPE TYPE DU MUR ANTI-CRUE EN BOIS.....	3
FIGURE 4-1	HYDROGRAMME DES CRUES DE RÉCURRENCE 100 ANS ET 250 ANS, BASÉ SUR LA CRUE DU 31 MAI 2013.....	18

## CARTES

CARTE 3-1	ZONE À RISQUE D'INONDATION DE LA RIVIÈRE LORETTE – SANS MUR ANTI-CRUE – CRUE DE PÉRIODE DE RETOUR DE 100 ANS, CLIMAT FUTUR. ....	11
CARTE 3-2	ZONE À RISQUE D'INONDATION DE LA RIVIÈRE LORETTE – SANS MUR ANTI-CRUE – CRUE DE PÉRIODE DE RETOUR DE 250 ANS, CLIMAT FUTUR. ....	15
CARTE 4-1	ZONE À RISQUE D'INONDATION DE LA RIVIÈRE LORETTE – AVEC MUR ANTI-CRUE – CRUE DE PÉRIODE DE RETOUR DE 250 ANS, CLIMAT FUTUR. ....	19

## ANNEXES

<b>ANNEXE A</b>	<b>ÉVALUATION DU DÉBIT DE CRUE 1/250 ANS</b>
-----------------	--

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 CONTEXTE

Des épisodes d'inondations par débordement de la rivière Lorette, et par refoulement des réseaux d'égouts sont survenus durant les dernières années, causant des dommages dans les zones affectées. Plus spécifiquement, les pluies des 25 et 26 septembre 2005, au passage de l'ouragan Rita, ainsi que la pluie orageuse du 31 mai 2013, ont provoqué des inondations majeures par débordement de la rivière. La zone alors inondée couvre une grande superficie de part et d'autre de la rivière, touchant des secteurs résidentiels et industriels.

Afin de rechercher des solutions globales à l'échelle du bassin versant et pour minimiser les risques de refoulement et d'inondation, la Ville de Québec a produit un *Plan de gestion des eaux pluviales du bassin versant de la rivière Lorette* qui identifie, en cinq phases, les grands travaux à réaliser pour augmenter le niveau de service de la rivière Lorette :

- phase 1 : Corrections des restrictions hydrauliques mineures;
- phase 2 : Équipements de protection (égout pluvial), secteur Carrefour du Commerce;
- phase 3 : Barrages de régulation des crues;
- phase 4 : Remodelage des rives de la rivière Lorette;
- phase 5 : Équipements de protection supplémentaires (égout pluvial), secteur Carrefour du Commerce.

La construction de murs anti-crue permanents le long de la rivière, dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, s'inscrit dans le contexte de la phase 4 de ce plan de gestion.

La première version de ce rapport a été émise dans WSP (2016b) qui constitue l'addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté du 2 juin 2013. Par la suite, étant donné l'engagement de la ville de Québec de poursuivre la construction d'un mur anti-crue au-delà de la zone d'étude locale, soit dans certains tronçons situés à l'est de l'autoroute Henri-IV, il a été demandé par ministère de la Sécurité publique (MSP) de poursuivre l'étude des risques résiduels jusqu'à la rivière Saint-Charles. En fait, cette demande constitue la question Q-139 de la quatrième série de questions du MDDELCC à la suite du dépôt de l'étude d'impact. C'est donc dans ce contexte qu'est produite cette mise à jour.

## 1.2 CONCEPTION DU MUR ANTI-CRUE

Les murs anti-crue sont conçus afin d'offrir une protection contre les fortes crues de la rivière Lorette tout en assurant la stabilité de ces ouvrages même en cas de débordement sur ceux-ci.

Les critères de conception généraux sont les suivants :

- une crue de projet, d'une récurrence de 100 ans, en climat futur et après aménagement de la rivière : il s'agit du débit qui sera contenu par les murs anti-crue;



- une crue de sécurité, d'une récurrence de 1 000 ans, en climat futur et après aménagement de la rivière : il s'agit du débit pour lequel l'intégrité structurale de l'ouvrage est assurée.

Les murs anti-crue seront en bois, en béton ou en palplanches. Les murs de bois seront privilégiés alors que les 2 autres types de murs seront utilisés où des contraintes particulières existent. Sur un linéaire de 3 639 m de mur prévu, 83 % est prévu être en bois. La figure 1-1 présente une coupe type pour le mur de bois.

La conception répond notamment aux demandes du ministère de la Sécurité publique (MSP), à savoir :

- les murs anti-crue seront constitués de matériaux non érodables;
- les murs seront protégés contre une érosion potentielle due à la surverse du côté des bâtiments à protéger;
- les murs sont positionnés en tenant compte d'une analyse géomorphologique de la rivière;
- la pérennité des murs est assurée en respectant une distance d'au moins 5 m entre le mur et le haut de la rive. Dans les cas où cette distance n'a pu être respectée, une protection en enrochement selon les règles de l'art est prévue.

La conception intègre également les critères suivants :

- la crue de projet, d'une récurrence de 100 ans en climat futur, est évaluée à 85 m<sup>3</sup>/s en amont du collecteur Sainte-Foy (dont l'exutoire dans la rivière Lorette est situé entre l'autoroute Henri-IV et le boulevard du Parc-Technologique), puis à 88 m<sup>3</sup>/s en aval du collecteur Sainte-Foy;
- la crête des murs anti-crue est placée minimalement au niveau d'eau atteint au passage de la crue de projet, auquel on ajoute une revanche de 30 cm. Cette revanche de 30 cm offre une protection supplémentaire permettant de compenser pour les incertitudes liées aux calculs hydrologiques et hydrauliques, aux relevés et à la construction. Cette revanche permet, en théorie, d'augmenter la protection à un débit de 93 m<sup>3</sup>/s;
- une hydrologie qui tient compte de l'effet tampon des deux barrages de régulation des crues construits en tête de bassin versant, tel que prévu dans la phase 3 du plan de gestion des eaux de la rivière Lorette;
- un ouvrage qui ne comprend aucune zone de déversement prioritaire;
- une crue de sécurité pour les critères de stabilité structurale, bien que l'ouvrage ne soit pas assujéti à la *Loi sur la sécurité des barrages* (LSB) : comme pour les barrages, les murs doivent résister à la charge hydrostatique et à une surverse provoquée par un débit d'une période de récurrence de 1 000 ans (climat futur).

Le rapport d'étude préparatoire d'ingénierie de WSP (2016a) et le rapport WSP (2017) pour le secteur à l'est de l'autoroute Henri-IV fournissent des informations plus détaillées sur la nature du projet de la mise en place de mesures permanentes pour contrer les inondations.

Après les travaux, les crues 20 et 100 ans seront contenues à l'intérieur des murs anti-crue construits. Cependant, un risque résiduel d'inondation demeure. Ce risque est associé à l'occurrence d'une crue d'amplitude supérieure à la crue de projet (1/100 ans en climat futur).

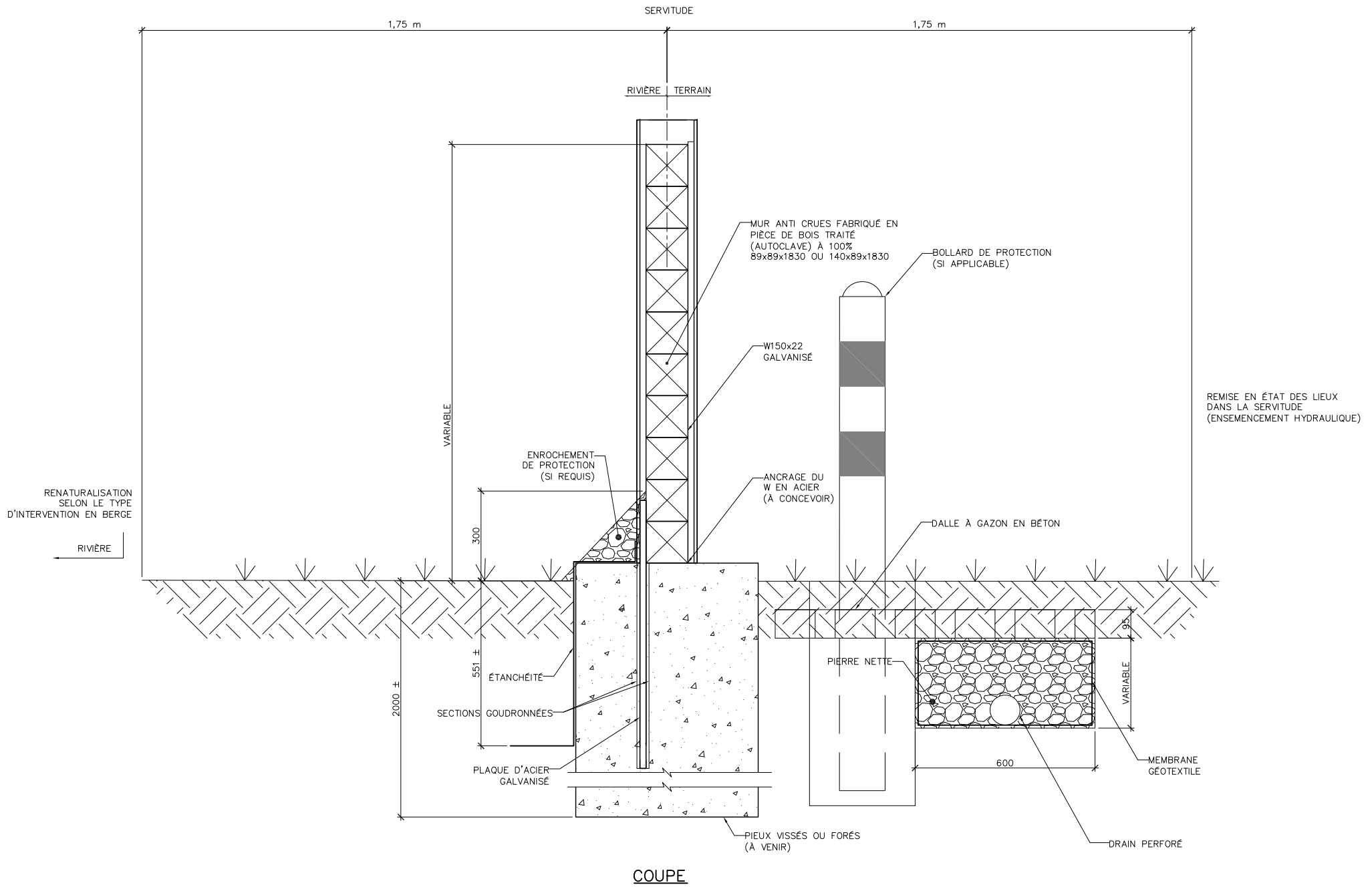


Figure 1-1 Coupe type du mur anti-crue en bois.

## 1.3 DÉFINITION DES CRUES DE RÉFÉRENCE

### 1.3.1 CRUE CENTENNALE (1/100 ANS)

Tel que mentionné précédemment, les murs anti-crue sont conçus pour contenir la crue d'une période de récurrence de 100 ans en climat futur, soit une crue de 85 m<sup>3</sup>/s dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel (en amont du collecteur Sainte-Foy et 88 m<sup>3</sup>/s en aval de ce dernier), avec une revanche de 30 cm. À titre de comparaison, la crue centennale est évaluée de la manière suivante pour le climat actuel et futur, avec et sans les barrages de régulation des crues :

- 100 ans climat actuel - sans barrages : 79 m<sup>3</sup>/s;
- 100 ans climat futur - sans barrages : 93 m<sup>3</sup>/s;
- 100 ans climat futur - avec barrages : 85 m<sup>3</sup>/s.

La crue de projet inclut donc les éléments suivants :

- le laminage de la crue par les barrages de régulation des crues construits en amont;
- le développement urbain actuel;
- l'évolution du climat vers des pluies de courte durée ayant une plus forte intensité et susceptibles d'occasionner des pointes de crues plus élevées.

### 1.3.2 CRUE 1/250 ANS

L'analyse du risque résiduel est basée sur la crue dont la période de récurrence est évaluée à 250 ans en climat futur. Cette crue correspond à une augmentation de 10 % par rapport à la crue 100 ans. Cet événement est sélectionné de manière à analyser un scénario dépassant significativement la crue de projet et générant une surverse, sans toutefois atteindre la crue de sécurité.

Le débit de pointe de la crue 1/250 ans est estimé par un ratio du débit de la crue 100 ans. Cette valeur est établie en posant l'hypothèse que le ratio entre ces débits est identique au ratio de la hauteur de pluie (24 h) pour les mêmes périodes de récurrence. La hauteur de pluie pour des récurrences de 100 ans et 250 a été établie par une analyse statistique (Loi de Gumbel) des données de pluie de l'aéroport de Québec (station 7016294), de 1944 à 1995. Le ratio de hauteur de pluie 250/100 ans est de 1,10. Le détail de l'analyse effectuée sur les données de pluie de l'aéroport de Québec est présenté à l'annexe A.

Les barrages de régulation des crues n'ont pas d'effet de laminage significatif sur les crues dont l'amplitude dépasse celle pour laquelle ils ont été conçus, soit 100 ans. La crue 1/250 ans est déterminée sur la base de la crue 1/100 ans sans effet de laminage par ces ouvrages, soit 93 m<sup>3</sup>/s. Le débit de 93 m<sup>3</sup>/s est également celui estimé pour la tempête Rita survenue en septembre 2005.

La crue 1/250 s'élève à 102 m<sup>3</sup>/s (soit 93 m<sup>3</sup>/s + 10 %). Elle est supérieure à la crue pouvant être contenue par les murs anti-crue, même en considérant la revanche de 30 cm.

## 1.4 OBJECTIF DU RAPPORT

La présente étude vise à caractériser les risques résiduels pour la population située en arrière des murs anti-crue, en particulier pour une crue 1/250 ans. À cet effet, une analyse a porté sur les points suivants :

- la définition du risque d'inondation;
- l'établissement d'un état de référence pour la zone à risque d'inondation par différentes crues :
  - crue 1/100 ans (climat futur) sans les mesures de protection projetées;
  - crue 1/250 ans (climat futur) sans les mesures de protection projetées.
- l'estimation des conséquences liées au risque résiduel pour une crue dépassant la crue de projet :
  - crue 1/250 ans (climat futur) avec les mesures de protection projetées;
  - pluies de l'ouragan Rita (2005) avec les mesures de protection projetées.
- l'identification des mesures de mitigation disponibles ou à mettre en place.

## 2 LA NOTION DE RISQUE D'INONDATION

Le risque est la combinaison d'un aléa (ici, la crue associée à une certaine probabilité d'occurrence) et d'un enjeu (ici, les dommages potentiels dus aux inondations, c'est-à-dire les conséquences).

Le risque résiduel : ce même risque après la mise en place des mesures d'atténuation. L'aléa (la crue) reste inchangé, mais les conséquences sont limitées par la mise en place des mesures d'atténuation.

### 2.1 LES PROBABILITÉS D'OCCURRENCE DES CRUES

La période de retour d'un événement, telle une crue, caractérise le temps statistique (moyen à long terme) entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée. La crue centennale est la crue qui a une chance sur 100 de se produire chaque année.

Cette probabilité annuelle peut aussi se traduire par une probabilité d'apparition au cours d'une période de plusieurs années.

La probabilité d'apparition d'une crue de période de retour T au cours d'une période de X ans se calcule comme suit :

$$PXans (\%) = 100 - \left[ 100 * \left( 1 - \frac{1}{T} \right)^X \right]$$

Selon cette équation, la probabilité d'apparition d'une crue centennale est de 22,2 % sur une période de 25 ans et de 63,4 % sur une période de 100 ans, tel que présenté au tableau 2-1.

**Tableau 2-1 Probabilité d'apparition d'une crue centennale en fonction de la période considérée.**

PÉRIODE CONSIDÉRÉE (ANNÉES)	PROBABILITÉ D'APPARITION (%)
1	1
25	22,2
50	39,5
75	52,9
100	63,4

La probabilité d'apparition d'une crue 1/250 ans est plus faible que celle de la crue centennale, tel que présenté au tableau 2-2. Cette probabilité s'élève à 33 % pour une période de 100 ans, soit environ la moitié de la probabilité d'occurrence d'une crue centennale sur la même période de 100 ans.

**Tableau 2-2 Probabilité d'apparition d'une crue 1/250 ans en fonction de la période considérée.**

PÉRIODE CONSIDÉRÉE (ANNÉES)	PROBABILITÉ D'APPARITION (%)
1	0,4
25	9,5
50	18,2
75	26,0
100	33,0
250	63,3

## 2.2 LES CONSÉQUENCES

Les conséquences se définissent comme étant les dommages causés par les crues. Il peut s'agir de dommages matériels, de pertes de vie humaine, de dommages sur l'environnement, etc.

Dans le cas présent, les conséquences sont évaluées uniquement en fonction du nombre de bâtiments impactés par les débordements (résidences, commerces, etc.). Le coût des dommages n'est donc pas analysé dans le cadre de la présente étude qui se base sur la conception préliminaire. Le nombre de bâtiments impactés est jugé comme étant un bon indicateur du niveau des conséquences à cette étape-ci du projet.

# 3 CARACTÉRISATION DU RISQUE D'INONDATION AVANT LA CONSTRUCTION DES MURS ANTI-CRUE : ÉTAT DE RÉFÉRENCE

## 3.1 ÉTAT DES LIEUX

Pour les besoins de l'étude de risques résiduels d'inondation, l'état de référence choisi est celui de 2014. À l'automne précédent, en 2013, des travaux temporaires d'urgence de protection contre les crues ont été faits sur la rivière et ses berges afin d'augmenter le débit auquel des débordements peuvent survenir, dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel. Ces travaux d'urgence étaient les suivants (GENIVAR, 2013) :

- enlèvement des sédiments;
- enlèvement de restrictions hydrauliques et stabilisation des rives;
- démolition du pont des Méandres;
- rehaussement des rives (par l'installation d'un mur temporaire en sacs de sable, de digues et rehaussement de bordures).

Ces travaux d'urgence visaient à augmenter la capacité de la rivière à 60 m<sup>3</sup>/s, alors qu'avant ces interventions, les premiers débordements s'observaient à un débit voisin de 40 m<sup>3</sup>/s. Le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel est donc protégé pour une crue dont la période de récurrence est d'un peu moins de 10 ans en climat futur, ou un peu plus de 20 ans en climat actuel.

Les limites des zones à risque d'inondation par les crues d'une période de récurrence de 2 ans, 20 ans et 100 ans ont été calculées en 2014 à la suite des travaux d'urgence, puisque ceux-ci venaient modifier ces limites. La modélisation effectuée dans ce contexte constitue notre état de référence et par conséquent intègre les travaux de 2013. Les crues simulées tiennent compte du développement actuel et du climat futur, puis des nouveaux barrages de régulation des crues. Une crue, dont la période de retour est évaluée à 250 ans, a également été simulée pour l'état de 2014 afin d'obtenir un état de référence pour une crue dépassant le débit de conception des mesures de protection permanentes. Ces crues sont simulées en régime transitoire. Le débit atteint lors des crues de période de retour de 100 ans et de 250 ans est supérieur à la capacité de la rivière (60 m<sup>3</sup>/s en 2014). Lors de ces crues, le niveau d'eau dépasse la cote des ouvrages rehaussant les rives et occasionne des débordements.

### 3.2 ZONE À RISQUE D'INONDATION POUR LA CRUE CENTENNALE ET CONSÉQUENCES

La zone à risque d'inondation a été délimitée, en 2014, pour la portion de la rivière localisée en aval du pont de la rue Saint-Paul, soit sur les derniers 4 km de la rivière avant son embouchure sur la rivière Saint-Charles. Les principaux secteurs inondés, délimités sur la carte présentée au rapport (WSP, 2014) et reportés sur la carte 3-1, sont sommairement les suivants :

En rive droite :

- le secteur des motels du boulevard Wilfrid-Hamel « Ouest »;
- la zone commerciale et industrielle (le Carrefour du Commerce) entre le boulevard Wilfrid-Hamel « Ouest », la voie ferrée au sud et l'autoroute Henri-IV;
- le secteur industriel et la gare de triage de Sainte-Foy, au sud de la voie ferrée, à l'ouest de l'autoroute Henri-IV;
- le secteur résidentiel situé près du pont du boulevard Wilfrid-Hamel « Est » et de l'intersection avec le boulevard Masson.

En rive gauche :

- un secteur résidentiel de L'Ancienne-Lorette, entre le boulevard Wilfrid-Hamel Ouest et la rue Saint-Paul;
- la zone industrielle le long de l'avenue Saint-Jean-Baptiste;
- la zone industrielle du boulevard du Parc-Technologique près du boulevard Wilfrid-Hamel près de l'intersection avec la rue Saint-Henri et la rue Saint-Paul.

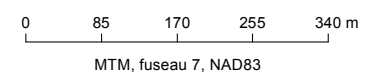
La carte 3-1 illustre la zone à risque d'inondation par débordement de la rivière Lorette, sans les murs anti-crue et autres mesures permanentes projetées (plaines de débordement, bras de décharge et corrections à certaines courbes), pour une crue de période de retour de 100 ans. Un inventaire des bâtiments affectés par cette crue est présenté au tableau 3-1. Cet inventaire a été fait en identifiant les bâtiments manuellement, à partir de la photo aérienne en date de 2015. Dans l'ensemble, ce sont 139 bâtiments résidentiels et 75 bâtiments industriels et commerciaux qui se retrouvent dans la zone inondée.

**Tableau 3-1 Conséquences d'une crue centennale, avant la construction des murs anti-crue.**

TYPE DE BÂTIMENT AFFECTÉ	NOMBRE DE BÂTIMENTS AFFECTÉS
Résidence	139
Commerce - Industrie	75
<b>Total :</b>	<b>214</b>

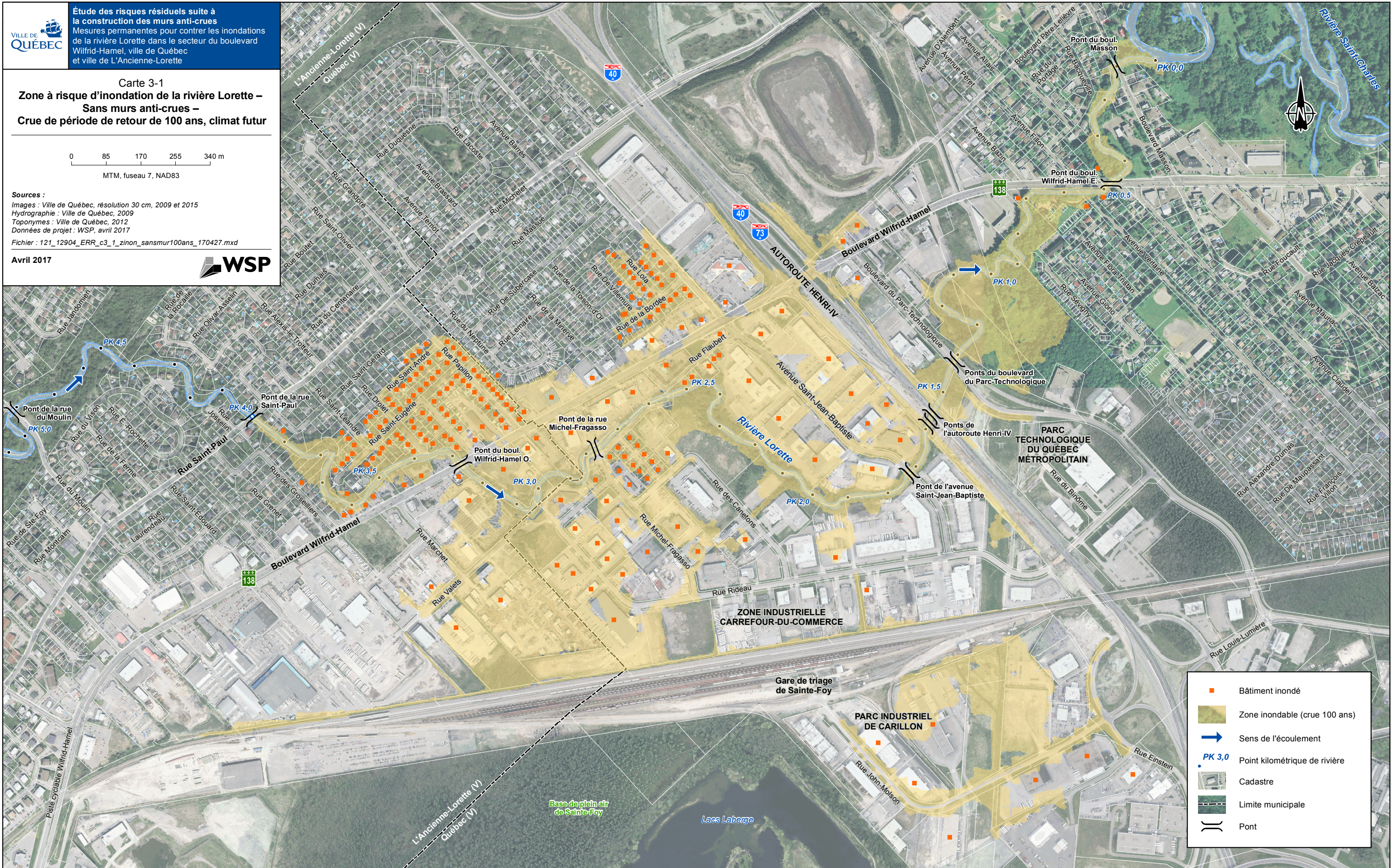


**Carte 3-1**  
**Zone à risque d'inondation de la rivière Lorette – Sans murs anti-crues – Crue de période de retour de 100 ans, climat futur**



Sources :  
Images : Ville de Québec, résolution 30 cm, 2009 et 2015  
Hydrographie : Ville de Québec, 2009  
Toponymes : Ville de Québec, 2012  
Données de projet : WSP, avril 2017  
Fichier : 121\_12904\_ERR\_c3\_1\_zinon\_sansmur100ans\_170427.mxd

Avril 2017



- Bâtiment inondé
- Zone inondable (crue 100 ans)
- Sens de l'écoulement
- Point kilométrique de rivière
- Cadastre
- Limite municipale
- Pont

### 3.3 ZONE À RISQUE D'INONDATION POUR DES CRUES PLUS QUE CENTENNALES ET CONSÉQUENCES

Une crue, dont la période de récurrence est évaluée à 250 ans, a été simulée en régime transitoire afin d'obtenir un état de référence pour un événement dont l'amplitude dépasse la crue de projet des murs anti-crue, mais sans la présence de ces murs et des autres mesures permanentes projetées. Cette simulation est également basée sur le modèle de l'état de la rivière en 2014, après les travaux d'urgence. Le débit de pointe de cette crue est de 102 m<sup>3</sup>/s en amont du collecteur Sainte-Foy, et de 105 m<sup>3</sup>/s en aval du collecteur.

La carte 3-2 illustre la zone à risque d'inondation par débordement de la rivière Lorette, sans les murs anti-crue et autres mesures permanentes projetées, pour une crue de période de retour de 250 ans. Un inventaire des bâtiments affectés par cette crue, réalisé de la même manière que pour la crue centennale, est présenté au tableau 3-2. Dans l'ensemble, ce sont 182 bâtiments résidentiels et 100 bâtiments industriels et commerciaux qui se retrouvent dans la zone inondée.

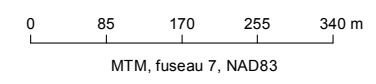
Globalement, le territoire inondé demeure similaire, mais s'étend davantage dans les secteurs où le terrain est plat. La différence entre les conséquences des 2 scénarios (crue 100 ans et crue 250 sans mur) est cependant limitée par 2 phénomènes :

- l'amplitude du débit des fortes crues augmente beaucoup plus lentement que pour les faibles crues, la différence entre ces 2 scénarios n'est que de 10 %;
- une fois que la rivière a commencé à déborder, la section d'écoulement devient beaucoup plus importante, l'eau est accumulée dans la plaine d'inondation, ce qui limite le rehaussement du niveau d'eau.

**Tableau 3-2 Conséquences d'une crue 1/250 ans, avant la construction des murs anti-crue.**

TYPE DE BÂTIMENT AFFECTÉ	NOMBRE DE BÂTIMENTS AFFECTÉS
Résidence	182
Commerce - Industrie	100
<b>Total :</b>	<b>282</b>


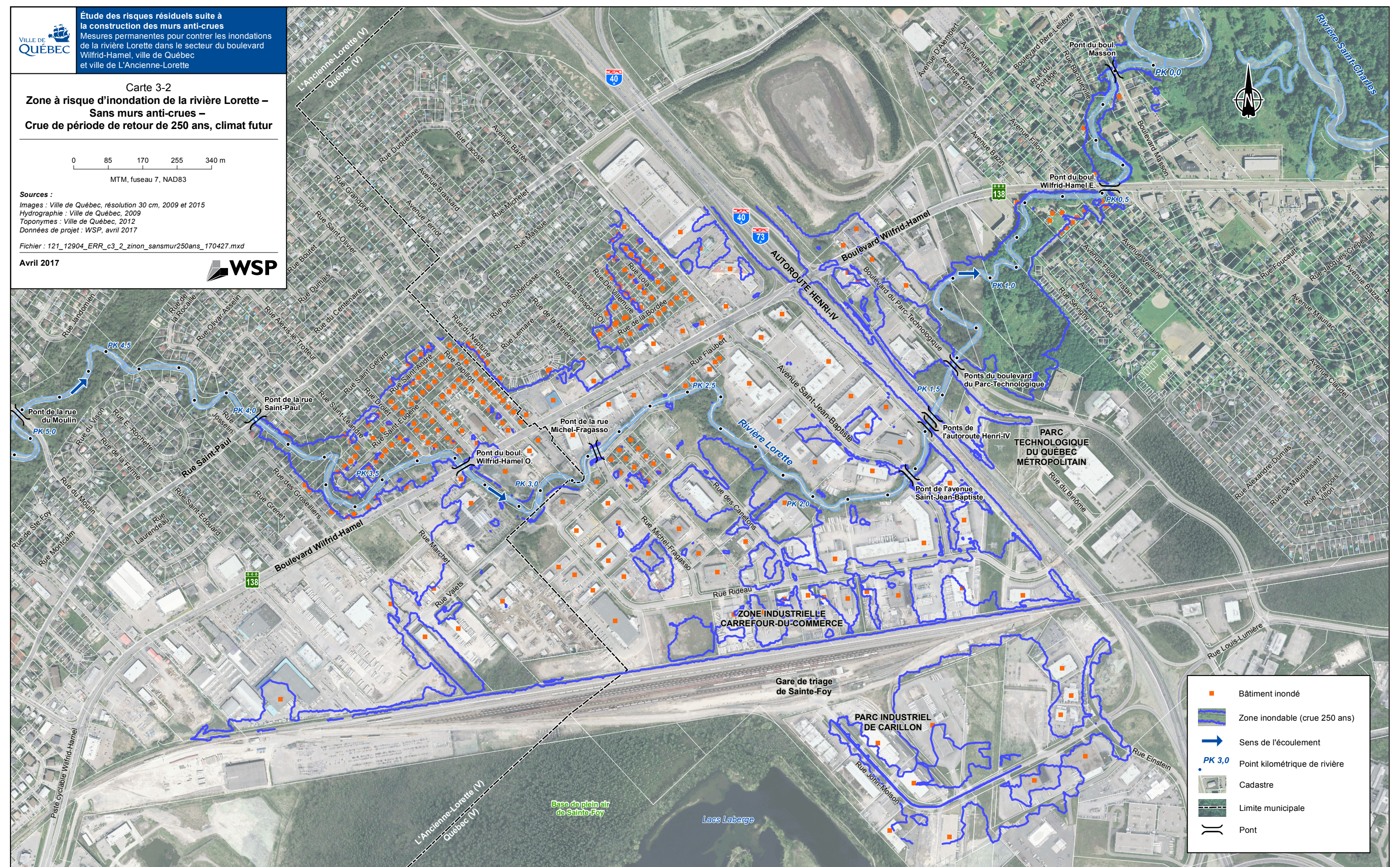
**Carte 3-2**  
**Zone à risque d'inondation de la rivière Lorette – Sans murs anti-crues –**  
**Crue de période de retour de 250 ans, climat futur**



**Sources :**  
 Images : Ville de Québec, résolution 30 cm, 2009 et 2015  
 Hydrographie : Ville de Québec, 2009  
 Toponymes : Ville de Québec, 2012  
 Données de projet : WSP, avril 2017

Fichier : 121\_12904\_ERR\_c3\_2\_zinon\_sansmur250ans\_170427.mxd

Avril 2017

# 4 CARACTÉRISATION DES RISQUES RÉSIDUELS

## 4.1 SURVENUE D'UNE CRUE SUPÉRIEURE À LA CRUE DE PROJET

### 4.1.1 ÉLÉVATION DE LA CRÊTE DU MUR ANTI-CRUE ET REVANCHE

Les murs anti-crue, illustrés sur la carte 4-1, sont intégrés au modèle hydraulique en considérant une cote de crête qui équivaut au niveau atteint en crue centennale, plus 30 cm, une fois que toutes les mesures permanentes de protection contre les inondations (bras de décharge, plaines d'inondation, enrochement de certaines rives, reprofilage du lit, élargissement des ponts, mise en place du mur) sont mises en œuvre. La revanche de 30 cm est fixée arbitrairement, en fonction des pratiques courantes en génie hydraulique, de manière à compenser les incertitudes sur la modélisation hydraulique, l'hydrologie et la construction du mur.

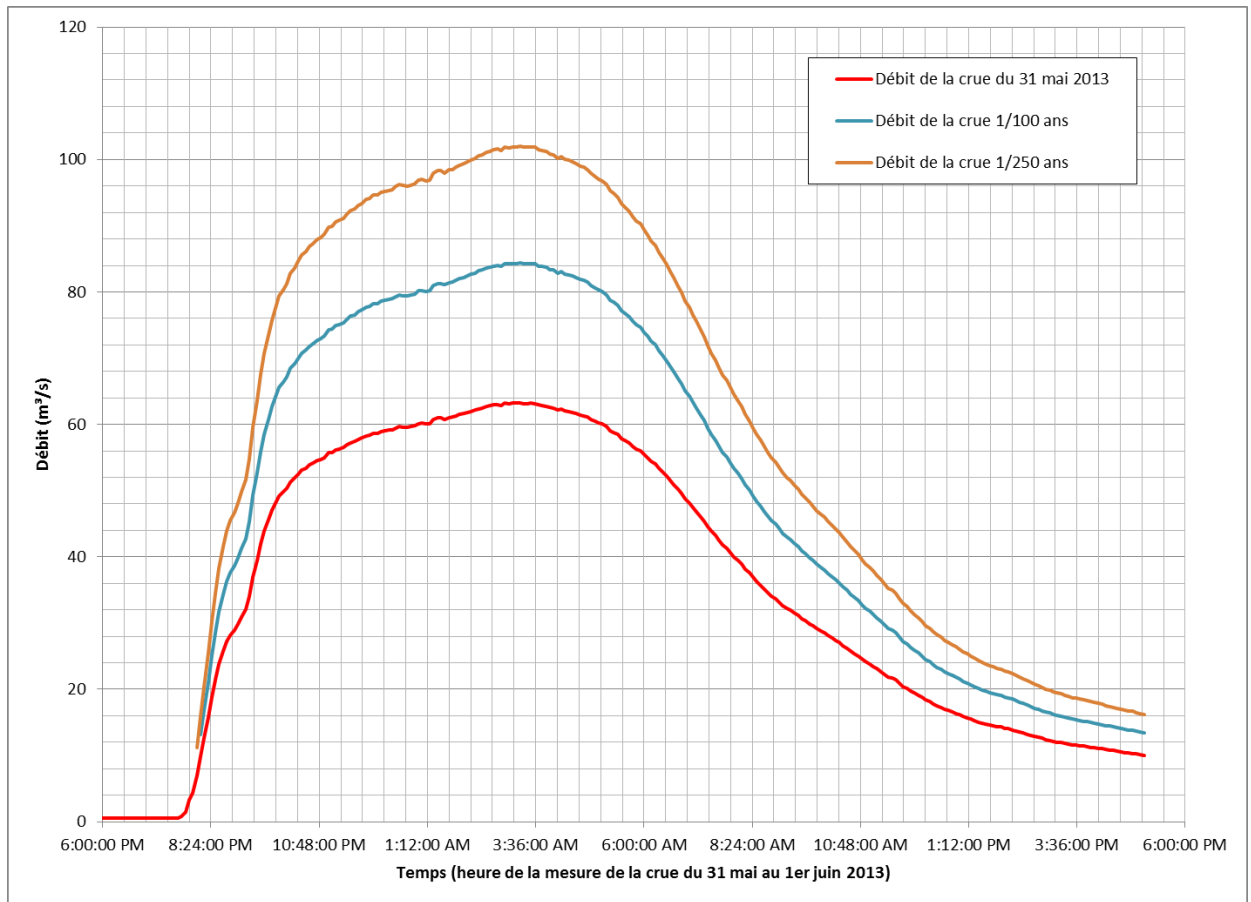
Concernant la représentation du mur dans le modèle hydraulique, il faut noter que la crête du mur est représentée avec une élévation dont la pente suit exactement celle de l'écoulement. En réalité, le mur ne sera probablement pas construit avec une crête dont l'élévation varie ainsi progressivement. Il est plus probable qu'il se présente avec une crête horizontale, dont le niveau descend en escalier. Ce détail n'est pas intégré au modèle à cette étape-ci du projet.

### 4.1.2 SCÉNARIO ÉTUDIÉ

Le cas étudié est une crue, dont la période de retour est évaluée à 250 ans (climat futur), survenant à la suite d'une forte pluie. Cette crue a un débit de pointe 10 % plus élevé que celui de la crue centennale. Selon l'équation présentée au chapitre 2, cet événement de crue (1/250 ans) a une probabilité d'apparition de 18,2 % sur une période de 50 ans, soit la durée de vie utile estimée pour l'ouvrage.

Le débit de pointe est de 102,3 m<sup>3</sup>/s. Cette crue est simulée en régime transitoire, considérant un hydrogramme dont la forme est similaire à celle de la crue du 31 mai 2013, illustré à la figure 4-1. La crue simulée débute avec un débit initial de 14 m<sup>3</sup>/s. La pointe est atteinte après une montée de 7 heures, puis elle redescend pendant 14 heures. Le niveau aval, à l'embouchure de la rivière Saint-Charles, est celui de la crue centennale, soit 11,91 m, et il est constant durant la crue de la Lorette. Le débit d'apport du collecteur Sainte-Foy est celui de la crue pointe de crue centennale, et il est maintenu constant. Il s'agit d'un scénario défavorable, puisque l'hypothèse d'une concomitance de crues des rivières Lorette et Saint-Charles est conservatrice.









Il n'y a aucune défaillance des ouvrages considérée dans ce scénario. Le mur anti-crue est conçu pour supporter une surverse. Il n'y a pas de tronçon de mur désigné pour être submergé en premier : le débordement pourrait être quasi uniforme sur l'ensemble du tronçon protégé par les murs.



**Figure 4-1 Hydrogramme des crues de récurrence 100 ans et 250 ans, basé sur la crue du 31 mai 2013.**

### 4.1.3 CONSÉQUENCES LIÉES AU RISQUE RÉSIDUEL

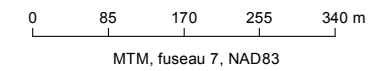
La carte 4-1 illustre la zone à risque d'inondation par débordement de la rivière Lorette, considérant la présence des murs anti-crue et autres mesures permanentes projetées, pour une crue de période de retour de 250 ans. Un inventaire des bâtiments affectés par cette crue, réalisé de la même manière que pour la crue centennale, est présenté au tableau 4-1. Dans l'ensemble, ce sont 108 résidences et 59 bâtiments industriels et commerciaux qui se retrouvent dans la zone inondée. En comparaison de l'état de référence, ce sont 115 bâtiments inondés en moins.

-  Mur anti-crues
-  Bâtiment inondé
-  Zone inondable (crue 250 ans)
-  Sens de l'écoulement
-  PK 3,0
-  Cadastre
-  Limite municipale
-  Pont



**Étude des risques résiduels suite à la construction des murs anti-crues**  
 Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, ville de Québec et ville de L'Ancienne-Lorette

**Carte 4-1**  
**Zone à risque d'inondation de la rivière Lorette – Avec murs anti-crues –**  
**Crue de période de retour de 250 ans, climat futur**



**Sources :**  
 Images : Ville de Québec, résolution 30 cm, 2009 et 2015  
 Hydrographie : Ville de Québec, 2009  
 Toponymes : Ville de Québec, 2012  
 Données de projet : WSP, avril 2017

Selon les simulations hydrauliques effectuées, les débordements se produisent dans la séquence suivante :

- d'abord, dans la courbe au PK 3+800, en rive droite, l'eau commence à déborder sur le mur sur un tronçon d'environ 80 m de long;
- ensuite, d'autres points de débordement apparaissent aux PK 3+600 (rive droite) et 3+100 (rive gauche), sur de courtes portions du mur;
- les points de débordement apparaissant ensuite se situent plus en aval sur le terrain naturel, à l'extrémité des murs projetés, aux PK 2+580 et 1+800, en rive droite, laissant l'eau entrer dans la zone industrielle;
- à l'approche de la pointe de la crue, un autre débordement est initié au PK 3+800, mais cette fois-ci en rive gauche, sur une longueur de mur d'environ 190 m (du PK 3+730 à 3+870). À partir de ce point, l'inondation se propage dans le quartier résidentiel à proximité;
- à la pointe de la crue, l'eau se déverse en un nombre limité de points de débordement, lesquels sont surtout concentrés autour des PK 3+700 à 3+880 et 2+580 à 2+770 et un grand tronçon entre les PK 1+800 et 2+400.

Malgré que l'élévation de la crête du mur ait été fixée avec une revanche uniforme sur le niveau de crue 100 ans, les débordements ne s'initient pas sur l'ensemble du mur simultanément. Ceci peut être dû à différents facteurs :

- la crue atteint d'abord le tronçon amont de la zone d'étude;
- le niveau d'eau n'est pas uniforme d'une rive à l'autre, notamment dans les courbes de la rivière;
- le déversement sur le mur en amont, où la crue arrive en premier, peut diminuer le débit s'écoulant dans le lit de la rivière et ainsi retarder la montée de la crue et les débordements plus en aval;
- toutes les imprécisions inhérentes à la modélisation.

Il est à noter que l'élévation de la crête du mur considérée dans les calculs est susceptible d'être quelque peu modifiée lors de l'ingénierie de détails afin d'en faciliter la construction. Ainsi, les points de débordement initial pourraient être déplacés.

En résumé, la présence des murs anti-crue aura pour effet de retarder le débordement, d'en limiter la durée et de limiter le volume d'eau inondant le territoire affecté. Il y aura cependant des dommages à prévoir en cas de crue dépassant la crue de projet, tel que répertorié au tableau 4-1.

**Tableau 4-1 Conséquences liées au risque résiduel d'une crue 1/250 ans après la construction des murs anti-crue (état projeté).**

TYPE DE BÂTIMENT AFFECTÉ	NOMBRE DE BÂTIMENTS AFFECTÉS AVANT LA CONSTRUCTION DES MURS	NOMBRE DE BÂTIMENTS AFFECTÉS APRÈS LA CONSTRUCTION DES MURS
Résidence	182	108
Commerce - Industrie	100	59
<b>Total :</b>	<b>282</b>	<b>167</b>

## 4.2 PASSAGE D'UNE CRUE DE L'AMPLITUDE DE LA CRUE RITA

Le débit de pointe associé à la crue de la tempête Rita, survenue en septembre 2005, est estimé à 93 m<sup>3</sup>/s. En considérant le climat actuel et futur, ce débit est supérieur à celui d'une période de récurrence de 100 ans. Pour ce débit, la réduction du débit de pointe par les barrages de régulation n'est pas significative.

La simulation du passage d'une crue de 93 m<sup>3</sup>/s après la mise en place des murs anti-crue a permis de constater, à toutes fins utiles, que les débits restent presque totalement contenus dans l'enceinte des murs. Si on ne considère plus les incertitudes mentionnées au paragraphe 1.2, la revanche appliquée dans la conception des murs permettrait donc d'assurer la protection contre la crue Rita, exception faite de trois points où un débordement est initié :

- dans la courbe au PK 3+800, en rive droite, un déversement débute sur le mur;
- au PK 2+580, en rive droite, un débordement est initié à l'extrémité est du mur, sur le terrain naturel;
- au PK 1+800, en rive droite, un débordement est initié à l'extrémité ouest du mur, sur le terrain naturel.

Ces débordements sont de courte durée (alors que la crue atteint sa pointe), et le volume d'eau déversé est faible et génère l'inondation d'un territoire restreint. Comme mentionné précédemment, il est possible que l'élévation de la crête du mur soit quelque peu modifiée à l'étape d'ingénierie de détail afin d'en faciliter la construction (par exemple, en imposant une élévation par paliers). Ces modifications pourraient modifier sensiblement les points de début de débordement.

## 4.3 CONSÉQUENCE D'UNE RUPTURE EN PÉRIODE DE CRUE

Les murs anti-crue seront conçus pour résister à la charge hydrostatique et à une surverse lors du passage d'une crue 1/1 000 ans (climat futur), soit la crue de sécurité. Il faut préciser ici que la conception structurale des murs sera faite selon les règles de l'art et comprendra des facteurs de sécurité usuels qui feront en sorte que la rupture ne surviendra pas exactement à la crue de sécurité. Cependant, pour le bénéfice de l'exercice, nous considérerons qu'au-delà de cette amplitude de crue, il existe un risque résiduel occasionné par la rupture potentielle d'un tronçon de mur.



Une telle rupture est susceptible de se produire n'importe où le long du mur, mais sur des tronçons de longueur limitée. Avant la rupture, le débit passant sur le mur aura déjà commencé à se propager derrière le mur. La formation d'une brèche aurait pour effet de créer une vague qui s'atténuerait rapidement, puis permettrait une entrée d'eau plus importante dans les secteurs derrière le mur. Il y aurait donc possiblement des dommages additionnels ou incrémentiels attribuables à la rupture, mais ils seraient tout de même très limités en raison :

- du faible débit additionnel dû à la restriction à l'écoulement occasionnée par le mur anti-crue toujours en place de part et d'autre de la brèche;
- par le simple fait que la surverse aura déjà occasionné beaucoup de dommages par inondation.

La probabilité d'occurrence d'une crue 1/1 000 sur la durée de vie estimée de l'ouvrage (50 ans) est de seulement 4,9 %. Cette faible probabilité d'occurrence associée à des dommages additionnels très limités suggère que l'enjeu ne devrait pas être le risque résiduel lié à une rupture en conditions de crue de sécurité.

# 5 MESURES DE MITIGATION DU RISQUE RÉSIDUEL

Certains paramètres de la conception contribuent à limiter les dommages associés à une crue dont l'amplitude serait supérieure à la crue de projet ou à la crue de sécurité, c'est-à-dire à limiter le risque résiduel :

- la revanche minimale de 30 cm prévue de la crête du mur sur l'élévation de la crue 1/100 ans;
- les murs ne sont généralement pas hauts (hauteur moyenne de 75 cm, hauteur maximale de 1,9 m), ce qui limite les débits pouvant s'écouler dans une brèche éventuelle;
- le mur de bois sera construit en sections de 6 pieds de longueur, ce qui facilitera le remplacement rapide de pièces défectueuses;
- des matériaux non érodables sont utilisés;
- le pied du mur est protégé contre l'érosion pouvant être causée par les déversements sur la crête;
- la hauteur de la lame d'eau sur le mur sera limitée par le fait que le débordement sera initié à peu près au même moment tout le long des murs, ralentissant la montée des eaux.

Pour réduire encore davantage le risque résiduel, un certain nombre de mesures pourront être mises en place, notamment :

- un programme de suivi et d'entretien des murs anti-crue;
- des inspections des murs et de la berge sur laquelle ils sont installés, à intervalles réguliers, visant à s'assurer de son intégrité;
- des inspections spéciales avant les crues majeures annoncées (en particulier les queues d'ouragan) et après les événements de forte crue ayant sollicité les murs;
- l'entreposage de matériel et la disponibilité de la main-d'œuvre pour réparer rapidement les murs si des dommages sont constatés;
- dans l'éventualité de travaux sur le mur anti-crue, des mesures seront prises afin de garantir la protection contre les inondations tout comme si le mur était en place;
- la mise à jour des plans particuliers d'interventions des municipalités concernées afin de prévoir des niveaux d'alerte et des évacuations à l'atteinte des niveaux d'eau critiques, dans le but de réduire les conséquences dans les zones touchées.

## 6 SYNTHÈSE

Le tableau 6-1 présente la synthèse des dommages causés par les crues 100 ans et 250 ans (climat futur), pour l'état de référence (2014) et l'état projeté, intégrant les murs anti-crue.

Même lorsque la crue de projet des murs anti-crue sera dépassée, ces murs auront pour effet de contenir une partie de la crue et de limiter la propagation de l'inondation. La probabilité d'occurrence associée à une crue d'une période de retour de 250 ans est de 18,2 % sur une période de 50 ans, soit la durée de vie utile estimée pour l'ouvrage. Un total de 167 bâtiments seraient inondés au passage de cette crue.

Ce constat met en évidence l'importance de mettre de l'avant des mesures de mitigation en cas de dépassement de la capacité des murs à retenir la crue.

**Tableau 6-1 Conséquences des scénarios de crues étudiés.**

TYPE DE BÂTIMENT AFFECTÉ	CRUE 100 ANS ÉTAT DE RÉFÉRENCE	CRUE 100 ANS ÉTAT PROJETÉ (AVEC MUR ANTI-CRUE)	CRUE 250 ANS ÉTAT DE RÉFÉRENCE	CRUE 250 ANS ÉTAT PROJETÉ (AVEC MUR ANTI-CRUE)
Résidence	139	0	182	108
Commerce - Industrie	75	0	100	59
<b>Total :</b>	<b>214</b>	<b>0</b>	<b>282</b>	<b>167</b>

# 7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GENIVAR. 2013. *Mesures temporaires d'urgence pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, ville de Québec et ville de L'Ancienne-Lorette - Demande de décret pour la soustraction d'un projet à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement*. Rapport présenté à la Ville de Québec. 64 pages.
- WSP. 2014. *Rivière Lorette (secteur aval), villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette - Révision des cotes de crues*. Rapport final de WSP Canada Inc. à la Ville de Québec. 29 pages.
- WSP. 2016a. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Ville de Québec et Ville de L'Ancienne-Lorette - Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 - Tome 1 de 2 : Rapport d'étude préparatoire d'ingénierie*. Rapport de WSP Canada Inc. à la Ville de Québec. 112 p. et annexes.
- WSP. 2016b. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Ville de Québec et Ville de L'Ancienne-Lorette - Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 - Tome 2 de 2 : Étude d'impact sur l'environnement*. Rapport de WSP Canada Inc. à la Ville de Québec. 289 p. et annexes.
- WSP. 2017. *Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, Villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette – Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013 – Réponses à la troisième série de questions et commentaires du MDDELCC*. Document de WSP Canada Inc. au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 53 p. et annexes.

# Annexe A

ÉVALUATION DU DÉBIT DE CRUE 1/250 ANS

## 1.1 APPROCHE

Le débit à associer à une crue d'une période de récurrence de 250 ans sur la rivière Lorette, dans le secteur du boulevard Wilfrid-Hamel, en considérant le climat futur, est estimé de la manière suivante :

- faire une analyse fréquentielle des hauteurs de pluie maximales annuelles (durée de 24 heures) à l'aéroport de Québec;
- établir le ratio de la hauteur de pluie 1/250 ans sur 1/100 ans;
- appliquer ce ratio au débit de crue 1/100 ans en climat futur, sans considérer de laminage par les barrages de régulation des crues (soit 93 m<sup>3</sup>/s).

## 1.2 ANALYSE FRÉQUENTIELLE DES HAUTEURS DE PLUIE

### 1.2.1 ÉCHANTILLON

Les hauteurs de pluie maximales annuelles, d'une durée de 24 heures, à l'aéroport de Québec, ont été tirées de 2 sources différentes afin d'augmenter la taille de l'échantillon :

- de 1944 à 1960 : données de la station 7016294 d'Environnement Canada;
- de 1961 à 1995 : courbe intensité-durée-fréquence (IDF) pour l'aéroport de Québec.

Le tableau 1 présente l'échantillon des hauteurs de pluie maximales annuelles constitué pour les analyses.

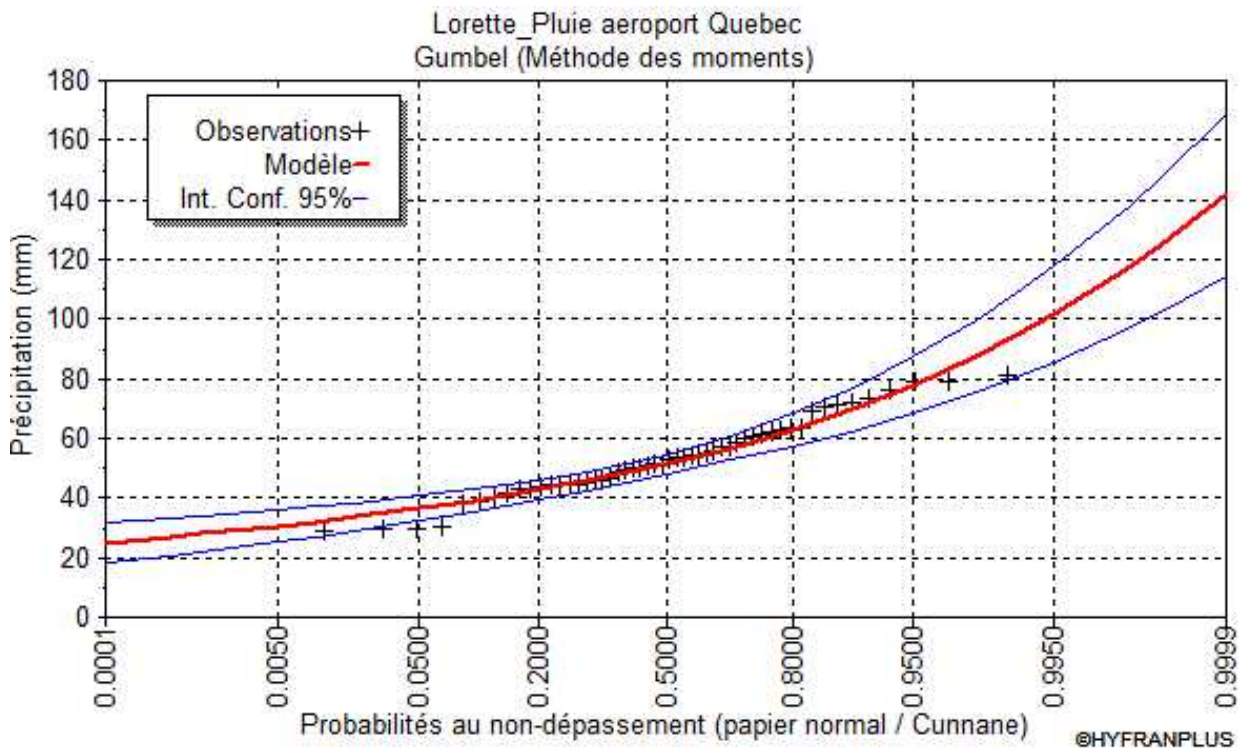
**Tableau 1 Échantillon des hauteurs de pluie (24 h) maximales annuelles à l'aéroport de Québec.**

ANNÉE	HAUTEUR DE PLUIE (mm)	ANNÉE	HAUTEUR DE PLUIE (mm)
1944	29,7	1970	48,5
1945	53,1	1971	60,5
1946	43,4	1972	69,3
1947	55,4	1973	63,5
1948	51,3	1974	63,2
1949	41,9	1975	50,8
1950	46	1976	44,4
1951	37,8	1977	54,6
1952	76,5	1978	78,9
1953	30,5	1979	81,2
1954	45,5	1980	58,8
1955	44,2	1981	79,0
1956	29,5	1982	44,7
1957	40,4	1983	50,0

ANNÉE	HAUTEUR DE PLUIE (mm)	ANNÉE	HAUTEUR DE PLUIE (mm)
1958	43,4	1984	61,9
1959	57,4	1985	62,6
1960	70,6	1986	72,2
1961	61,7	1987	73,3
1962	71,4	1988	45,6
1963	53,3	1989	53,4
1964	51,8	1990	54,4
1965	44,4	1991	29,2
1966	46,7	1992	57,0
1967	56,1	1993	50,2
1968	49,5	1994	38,8
1969	59,7	1995	44,0

### 1.2.2 AJUSTEMENT

La loi de Gumbel a été retenue afin d'ajuster une courbe à l'échantillon de hauteur d'eau, et les paramètres ont été calculés à partir de la méthode des moments, en utilisant le logiciel Hyfran Plus. La figure 1 présente cet ajustement. Le tableau 2 présente les résultats de l'analyse de fréquence.



**Figure 1** Ajustement de la loi Gumbel à l'échantillon des hauteurs de pluie.

**Tableau 2 Résultats de l'analyse de fréquence des hauteurs de pluie (24 h) à l'aéroport de Québec**

PÉRIODE DE RETOUR (ans)	PROBABILITÉ AU NON-DÉPASSEMENT	HAUTEUR DE PLUIE (mm)	ÉCART-TYPE	INTERVALLE DE CONFIANCE (95 %)	
10 000	0.9999	142	13.9	N/D	N/D
2 000	0.9995	125	11.5	N/D	N/D
1 000	0.999	118	10.5	122	170
500	0.998	111	9.47	109	149
250	0.996	104	8.46	104	139
200	0.995	102	8.13	90.6	118
100	0.99	94.5	7.12	84.9	109
50	0.98	87.4	6.11	79.2	99.2
20	0.95	77.9	4.78	71.5	86.9
10	0.9	70.6	3.79	65.4	77.5
5	0.8	62.9	2.8	59	67.8
3	0.6667	56.8	2.12	53.5	60.4
2	0.5	51.3	1.67	48.2	54.2

### 1.2.3 RATIO

Les résultats suivants ont été obtenus de l'analyse statistique :

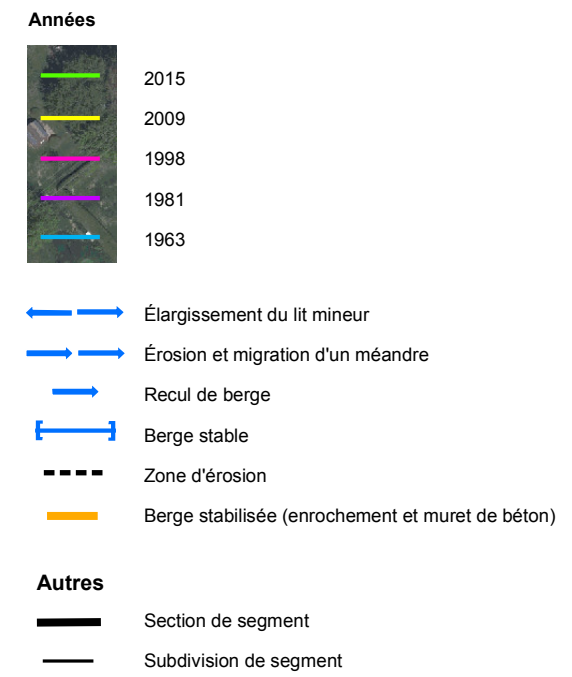
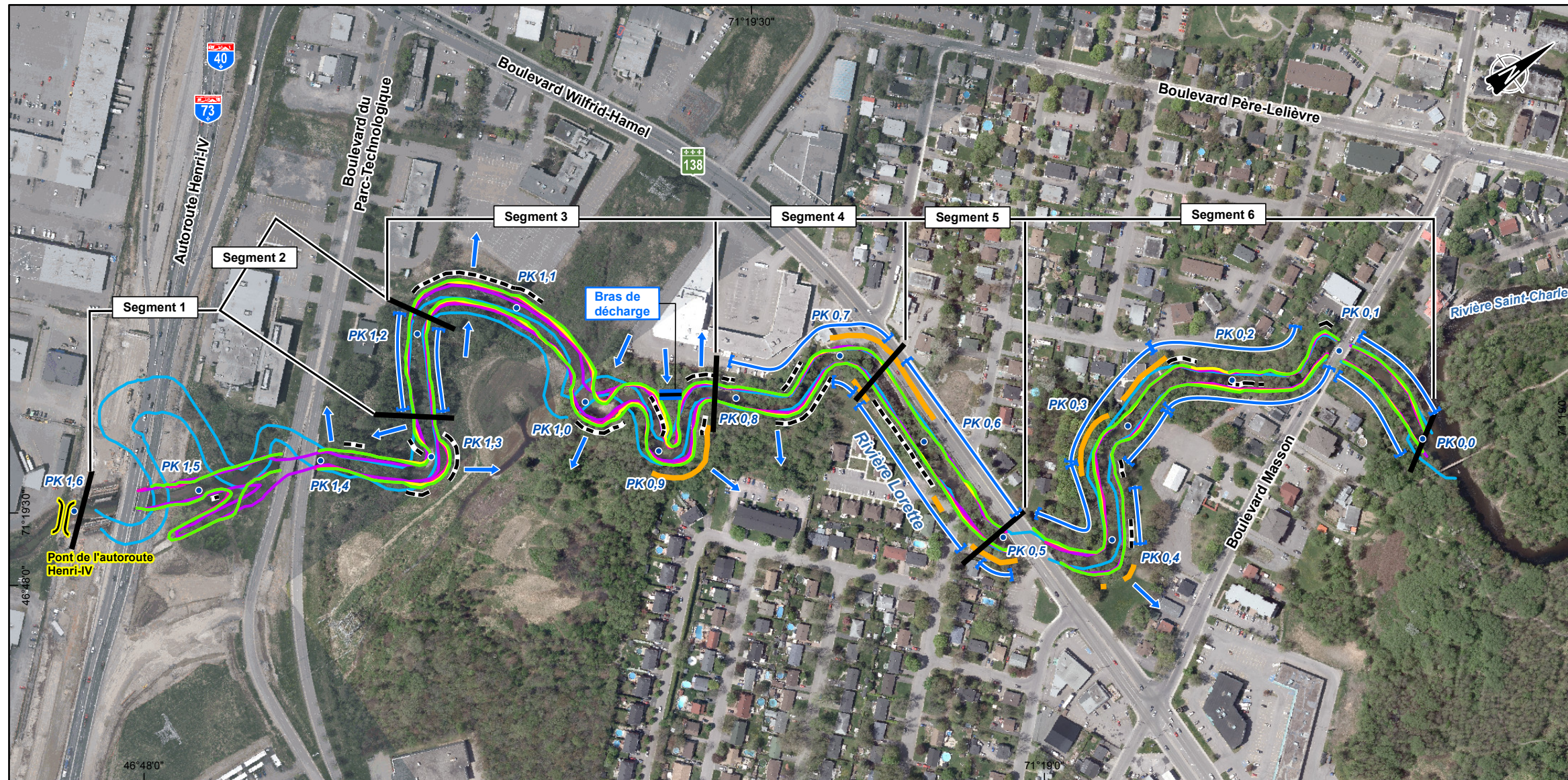
- hauteur de pluie 100 ans : 94,5 mm;
- hauteur de pluie 250 ans : 104 mm;
- ratio 250/100 ans : 1,10.

Ainsi, ce ratio appliqué au débit de crue 1/100 ans de 93 m<sup>3</sup>/s indique un débit de crue de 1/250 s'élevant à 102 m<sup>3</sup>/s.

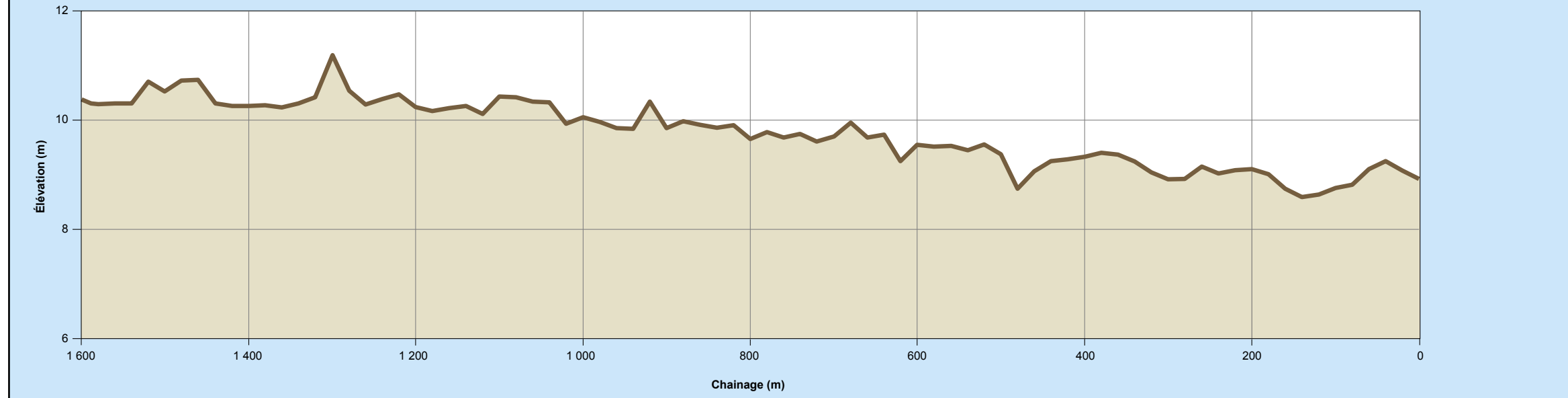


# Annexe 5

**ANALYSE MULTIDATE DU TRONÇON AVAL DE LA RIVIÈRE LORETTE  
ENTRE L'AUTOROUTE HENRI-IV ET LE BOULEVARD MASSON  
(CARTE CITÉE À QC-140)**

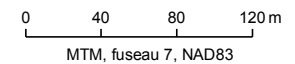


Profil en long de la zone d'étude



Mesures permanentes pour contrer les inondations de la rivière Lorette, secteur du boulevard Wilfrid-Hamel  
 Addenda au rapport d'étude d'impact sur l'environnement daté de juin 2013  
 Réponses à la quatrième série de questions et commentaires du MDELCC

Carte QC-140-1  
**Analyse multitempore du tronçon aval de la rivière Lorette entre l'autoroute Henri-IV et le boulevard Masson**



**Sources :**  
 Orthophotos, 1963 et 1979  
 Hauts-Monts, 29 avril 1998  
 Ville de Québec, 2009 et 2015

**Fichier :**  
 131\_24822\_RQC\_4e\_cQC140-1\_Global\_Geomor\_aval\_wspq\_170503.mxd

**Mai 2017**

# Annexe 6

RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE (CITÉ À QC-140)



Photo 1 – Zone d'érosion du méandre situé au km 1,3.



Photo 2 – Zone d'érosion importante située au méandre près du km 1,2.



Photo 3 – Déstabilisation de l'empierrement situé près du km 0,85.



Photo 4 – Zone d'érosion situé près du km 0,4.



Photo 5 – Stabilisation par murêts de béton.



Photo 6 – Stabilisation par des blocs de béton.

# Annexe 7

**TABLEAUX RÉVISÉS DES IMPACTS DU PROJET SUR L'HABITAT  
DU POISSON (CITÉS À QC-145, LIGNE DE 14 M<sup>3</sup>/S)**

**Tableau A7.1 Impact du projet sur l'habitat du poisson (ligne de 14 m<sup>3</sup>/s) à l'intérieur de l'empreinte du projet.**

UNITÉS D'HABITAT DU POISSON DANS L'EMPREINTE DU PROJET À L'ÉTAT INITIAL	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )		
	AMONT DE L'AUTOROUTE	AVAL DE L'AUTOROUTE	TOTAL
<i>Lit de la rivière</i>			
Chenal 1	0	0	0
Chenal 2	747	0	747
Chenal 3	276	157	432
Seuil 1	0	0	0
Seuil 2	108	0	108
Seuil 3	4	0	4
Rapide 1	0	0	0
Rapide 2	0	0	0
<i>Sous-total :</i>	<i>1 135</i>	<i>157</i>	<i>1 292</i>
<i>Zone inondée de façon occasionnelle</i>			
Végétalisé	1 732	293	2 025
Non vég.	697	19	717
<i>Sous-total :</i>	<i>2 429</i>	<i>312</i>	<i>2 742</i>
<b>Total :</b>	<b>3 565</b>	<b>469</b>	<b>4 033</b>

Note : L'addition des chiffres présentés dans le tableau peut différer légèrement du total en raison de l'arrondissement des valeurs à l'unité.

**Tableau A7.2 Bilan du projet sur l'habitat du poisson (ligne de 14 m<sup>3</sup>/s) dans la zone d'étude locale.**

UNITÉS D'HABITAT DU POISSON DANS LA ZONE D'ÉTUDE LOCALE	AMONT DE L'AUTOROUTE		AVAL DE L'AUTOROUTE		TOTAL	
	ÉTAT INITIAL (m <sup>2</sup> )	ÉTAT PROJETÉ (m <sup>2</sup> )	ÉTAT INITIAL (m <sup>2</sup> )	ÉTAT PROJETÉ (m <sup>2</sup> )	ÉTAT INITIAL (m <sup>2</sup> )	ÉTAT PROJETÉ (m <sup>2</sup> )
<i>Lit de la rivière</i>						
Chenal 1	1 068	1 068	0	0	1 068	1 068
Chenal 2	7 774	8 461	0	0	7 774	8 461
Chenal 3	10 689	12 038	15 142	15 142	25 831	27 180
Seuil 1	87	87	0	0	87	87
Seuil 2	2 944	2 937	0	0	2 944	2 937
Seuil 3	511	524	629	629	1 140	1 153
Rapide 1	1 174	1 259	0	0	1 174	1 259
Rapide 2	0	0	616	616	616	616
<i>Sous-total :</i>	<i>24 247</i>	<i>26 374</i>	<i>16 387</i>	<i>16 387</i>	<i>40 633</i>	<i>42 761</i>
<i>Zone inondée de façon occasionnelle</i>						
Végétalisé	7 282	13 131	14 989	15 044	22 271	28 175
Non vég.	2 075	1 635	694	776	2 769	2 412
<i>Sous-total :</i>	<i>9 357</i>	<i>14 767</i>	<i>15 683</i>	<i>15 820</i>	<i>25 040</i>	<i>30 587</i>
<b>Total :</b>	<b>33 603</b>	<b>41 141</b>	<b>32 069</b>	<b>32 207</b>	<b>65 673</b>	<b>73 348</b>

Note : L'addition des chiffres présentés dans le tableau peut différer légèrement du total en raison de l'arrondissement des valeurs à l'unité.