

# Analyse de la Vulnérabilité des Infrastructures Face aux CC – le Protocole CVIIP d'Ingénieurs Canada

Guy Félio, PhD P.Eng. FCSCE  
Présenté à Infra 2015



Montréal 

## Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques du réseau de drainage unitaire

### SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Rémi Haf  
Conseiller en planification  
Division de la gestion durable de l'eau  
Service de l'eau

INFRA 2015 - 2 décembre 2015



# Analyse de la Vulnérabilité des Infrastructures Face aux CC – le Protocole CVIIP d'Ingénieurs Canada

Guy Félio, PhD P.Eng. FCSCE  
Présenté à Infra 2015



# Postulats de Base

- Le climat change: incertitude et évènements violents
- Les changements climatiques menacent la capacité des ingénieurs à concevoir des infrastructures fiables et sécuritaires qui rencontrent les besoins des citoyens
- Questionnement concernant les méthodes et normes de conception actuelles
- Besoin d'adapter les pratiques de planification, conception, de gestion, d'opérations et d'entretien
- L'évaluation des vulnérabilités face aux changements climatiques est un des outils du processus d'adaptation



# Vulnérabilité

“Ce qu’il manque à l’infrastructure afin de pouvoir absorber les effets négatifs ou de bénéficier des effets positifs des changements aux conditions climatiques utilisées dans la conception ou l’exploitation de l’infrastructure.”

- La vulnérabilité est une fonction:
  - Du type, l’amplitude et la vitesse du changement des conditions climatiques auxquels l’infrastructure est soumise;
  - De la sensibilité de l’infrastructure aux changements en termes de conséquences positives ou négatives des effets dus aux changements climatiques; et
  - De la capacité de l’infrastructure d’absorber les effets négatifs nets prévus par des conditions climatiques qui changent.

L’évaluation de la vulnérabilité nécessite donc l’évaluation de ces trois éléments.



# Atténuer les vulnérabilités par l'adaptation

7	Catastrophic 0.800	0	7	14	21	28	35	42	49	
6	Hazardous 0.400	0	5	12	18	24	30	37	42	
5	Serious 0.200	0	5	10	15	20	25	30	35	
4	Major 0.100	0	4	8	12	16	20	24	28	
3	Moderate 0.050	0	3	6	9	12	15	18	21	
2	Minor 0.025	0	2	4	6	8	10	12	14	
1	Measurable 0.0125	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	No Effect	0	0	0	0	0	0	0	0	
		negligible or not applicable	improbable 1:1 000 000	remote 1:100 000	occasional 1:10 000	moderate 1:1 000	probable 1:100	frequent 1:10	continuous 1:1	
		PROBABILITY								
		0	1	2	3	4	5	6	7	

**Annotations:**

- Inondation** (starburst): Located on the left side of the table, spanning rows 5, 6, and 7.
- Changements climatiques** (arrow): A horizontal arrow pointing from left to right across the top of the table.
- Inondation** (starburst): Located on the right side of the table, spanning rows 5, 6, and 7.
- Adaptation** (arrow): A vertical arrow pointing downwards from the right side of the table.
- Inondation** (starburst): Located at the bottom right of the table, near the 'frequent' and 'continuous' probability levels.

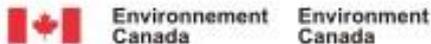
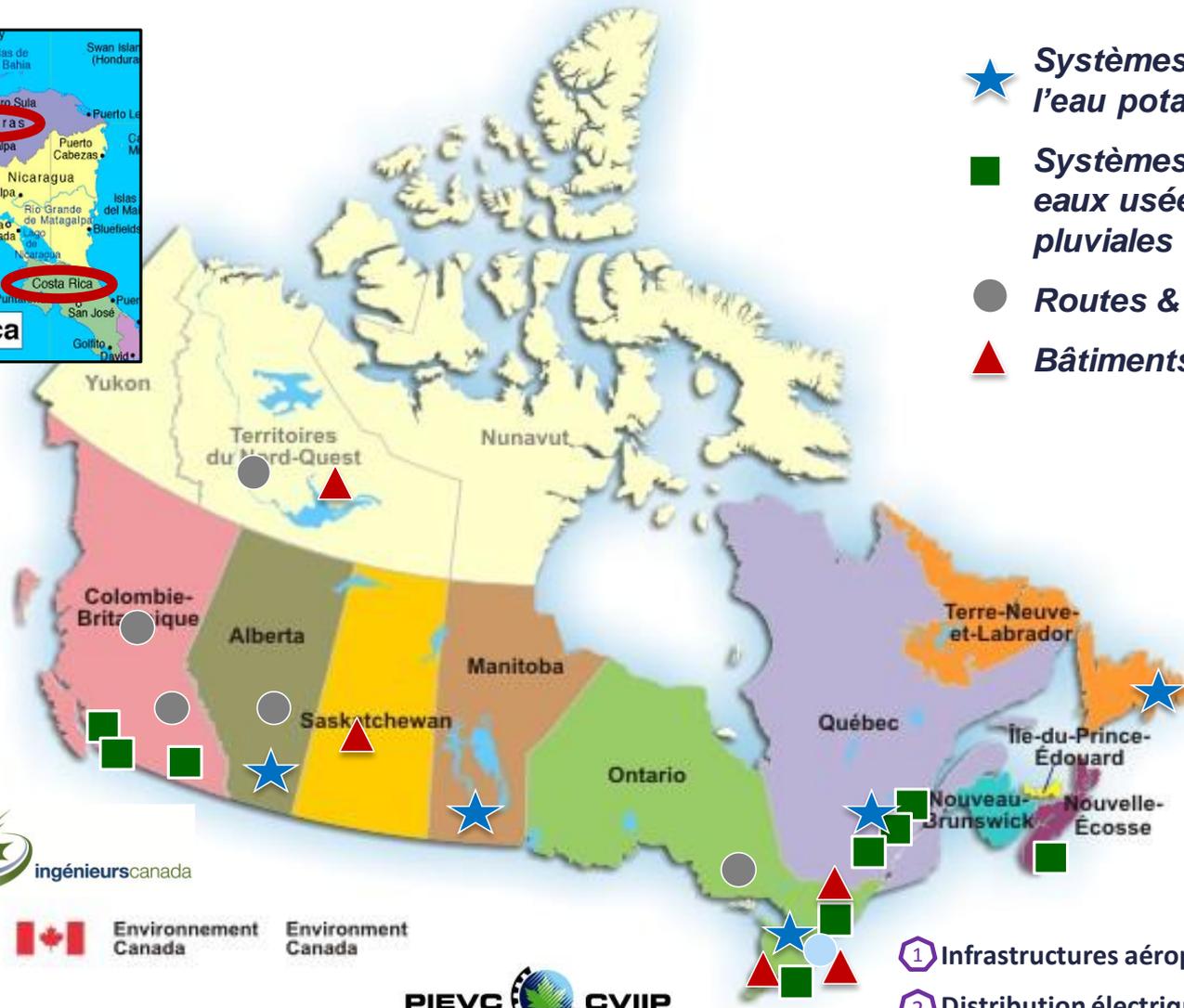
# Protocole d'ingénierie CVIIP

- Processus d'évaluation en cinq étapes
- Un outil dérivé de méthodes standard de gestion des risques adaptées à la vulnérabilité face aux changements climatiques
- La qualité et disponibilité des données évaluées tout au long du processus
- Appliqué à multiples types d'infrastructures à travers le Canada – plus de 45 études de cas complétées et plus en cours + 2 études internationales: Costa Rica et Honduras
- À l'intention d'ingénieurs professionnels qualifiés **MAIS** exige une contribution pluridisciplinaire, notamment: climat, risques, opérations, gestion, connaissances locales, etc.



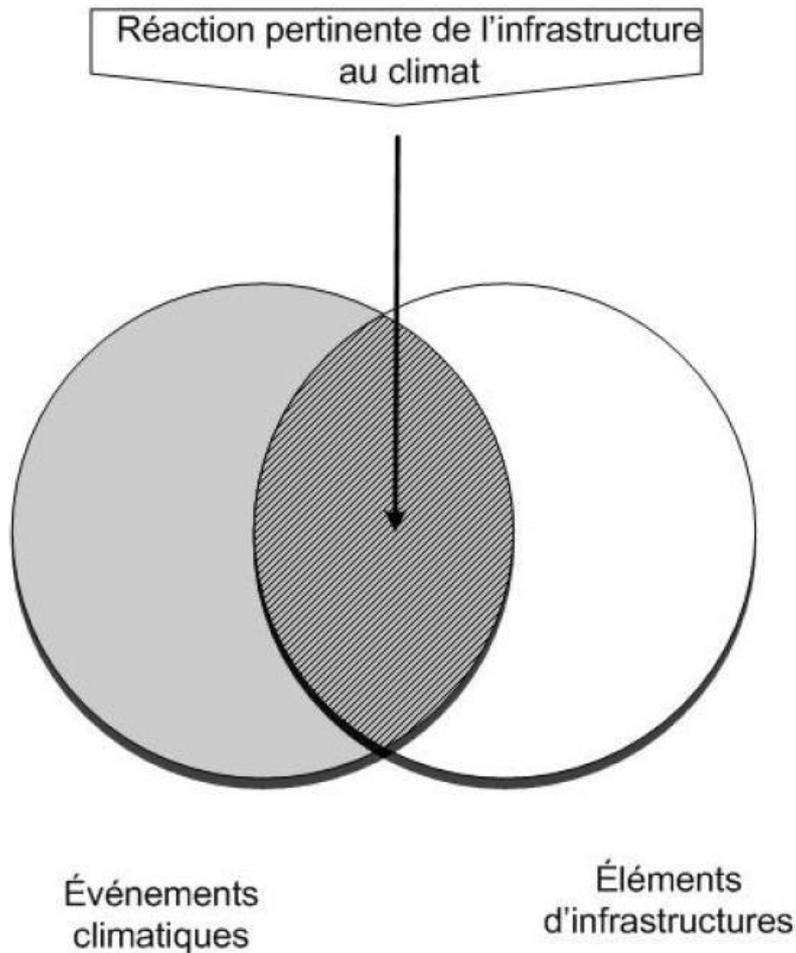


- ★ *Systèmes de gestion de l'eau potable*
- *Systèmes de gestion des eaux usées et des eaux pluviales*
- *Routes & ponts*
- ▲ *Bâtiments*



- ① *Infrastructures aéroportuaires (Toronto)*
- ② *Distribution électrique (Toronto)*





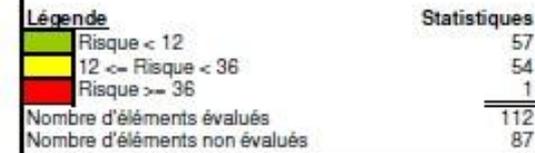
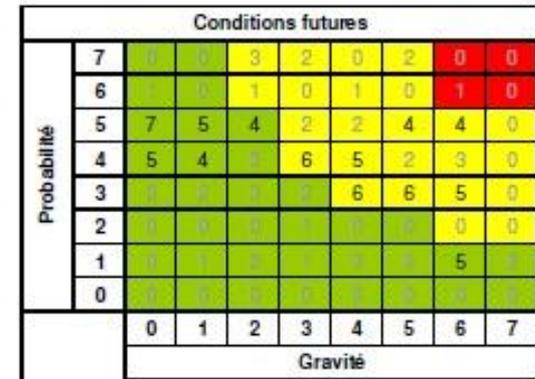
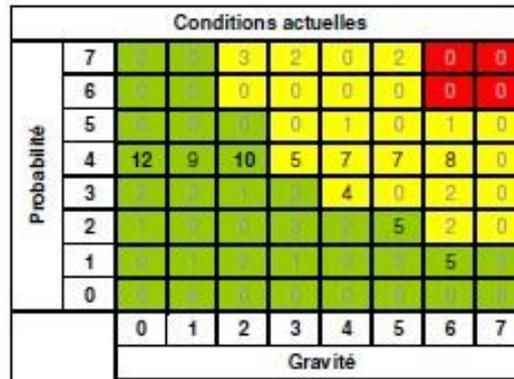
- Permet de réaliser un examen systématique des données climatiques historiques et de projeter la nature, la gravité et la probabilité d'événements et de changements climatiques futurs.
- Facilite l'évaluation de la capacité d'adaptation d'éléments d'infrastructure individuels en fonction de leur conception, exploitation et entretien

# La matrice d'évaluation

Type de réaction

Paramètres climatiques

Conditions existantes	Réaction sur le plan de la performance ( / si oui)										Température maximale (°C)			Température minimale (°C)		
	Conception initiale	Adaptée au territoire	Conception adaptée au territoire	Exploitation, entretien et performance des matériaux	Intervention en cas d'urgence	Conception idéale aux paramètres	Efficacité	Effets environnementaux	O/N	P	S	R	O/N	P	S	R
<b>Administration/Opération</b>																
<b>Puits souterrains et réservoirs</b>																
<b>Captage de surface</b>																
<b>Usine de filtration</b>																
<b>Réseau de distribution</b>																
<b>Systèmes mécaniques</b>																
<b>Système d'alimentation électrique</b>																
<b>Système de contrôle et de supervision</b>																
<b>Système de télécommunication</b>																
<b>Système de sécurité</b>																



Composantes de l'infrastructure



**Merci**

[GFelio@RVAnderson.ca](mailto:GFelio@RVAnderson.ca)



# Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques du réseau de drainage unitaire

## SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Rémi Haf

Conseiller en planification

Division de la gestion durable de l'eau

Service de l'eau

INFRA 2015 - 2 décembre 2015

## **Pourquoi le protocole CVIIP d'Ingénieurs Canada ?**

- Méthodologie éprouvée
- Adaptable à l'échelle micro ou macro
- Peut être utilisé avec les ressources internes
- Soutien actif d'Ingénieurs Canada (Guy Felio)
- Opportunité d'amélioration des connaissances et de partage de l'information
- Positionnement du Service de l'eau
  - Enjeu financier (poursuites)
  - Orienter les engagements de la Ville à venir en matière d'adaptation

## Feuille de route de la démarche

### 1. Concept

Infrastructure :  
réseau unitaire de  
drainage

Horizon temporel :  
2050

### 2. Détermination de la portée

Signature du contrat  
de licence :  
juillet 2014

Gestionnaire de  
projet: Division de la  
gestion durable de  
l'eau

Énoncé de projet :  
septembre 2014

Approbation par la  
direction du Service  
de l'eau :  
septembre 2014

### 3. Équipe

Équipe interne :  
2 professionnels

Équipe externe :  
consultant  
Ingénieurs Canada  
+ comité de suivi

Échéance :  
Printemps 2015

Plan de réalisation

### 4. Réalisation

Inventaire de  
l'infrastructure

Données climatiques  
validées avec  
OURANOS

Analyse de risque :  
Ateliers du 10  
décembre 2014 et 15  
janvier 2015

### 5. Rapport

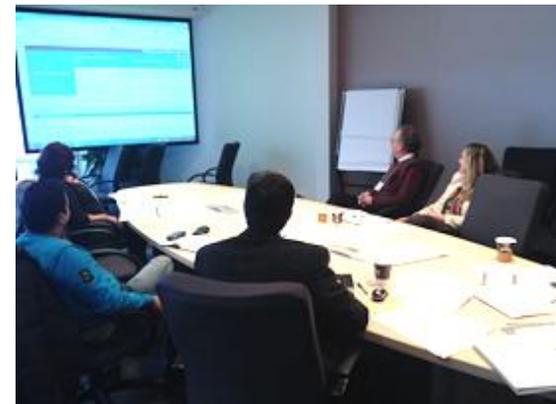
Corrections  
Validation :  
Février-mai 2015

Finalisation du  
rapport et  
recommandations :  
Juin 2015

Dépôt aux  
instances :  
Automne 2015

## L'atelier d'évaluation des risques : Une étape clé

- 23 représentants de la Ville provenant :
  - 2 arrondissements
  - Centre de sécurité civile du SIM
  - Service de la gestion et de la planification immobilière
  - Service de l'environnement
  - Service des grands parcs, du verdissement et du mont Royal
  - Service de la mise en valeur du territoire
  - Service des infrastructures, de la voirie et des transports
  - Division du développement durable de la Direction générale
  - Service de l'eau



## Plus de 30 éléments d'infrastructures à l'étude

- Le système d'interception
  - Ouvrages d'interception (ex. chambre de vannes)
  - Postes de pompage
  - Système de gestion automatisée des intercepteurs (CIDI)
- Le réseau de collecte
  - Conduites, chutes à neige
  - Regards, puisards, etc.
- Les opérations et l'entretien
- Le réseau majeur (éléments de surface)
  - Voirie / points bas
  - Domaine privé / espaces publics

## Les paramètres climatiques et les probabilités

Paramètres climatiques	Probabilité actuelle	Probabilité future (2050)
Pluies d'intensité maximum 60 min récurrence 2 ans	5	6
Pluies d'intensité maximum 60 min récurrence 10 ans	3	4
Pluies d'intensité maximum 60 min récurrence 50 ans	1	2
Nombre de journées avec précipitation $\geq 10$ mm	5	6
Plus fortes précipitations sur 5 jours (mm)	5	6
Pluie 24 heures récurrence 1 an	5	6
Pluie hivernale	5	6
Précipitations verglaçantes	4	5
Niveau de l'eau	4	5
Nombre de cycle gel/dégel	4	5
Température maximale extrême	5	7
Évènements climatiques extrêmes (ex. ouragan, tornade)	1	2

Échelle	Probabilité
1	Improbable
2	Vaguement possible
3	Possible/Occasionnel
4	Assez probable/Normal
5	Probable/Fréquent
6	Probable/Très fréquent
7	Très probable/Proche de la certitude

## Principaux constats de l'étude

- Meilleure compréhension du réseau de drainage
- L'intégrité structurelle n'est pas considérée à risque globalement
- Fonctionnalité compromise de certains éléments d'infrastructure
- Vulnérabilités liées aux événements hivernaux (gel/dégel, verglas)
- Dégradation des conduites d'égout en brique du fait des fuites des conduites d'aqueduc et par l'effet de pompe des surcharges hydrauliques
- Consensus sur la nécessité d'agir en amont du réseau de drainage
- Augmentation des besoins d'entretien pour les éléments de surface (ex. puisards, infrastructures vertes)

## Effet concret de l'étude

- **La crédibilité de la démarche donne du poids aux recommandations**

## Principales recommandations

Enjeu climatique	Nouvelles mesures	Activités en cours
Pluie intense Pluie fréquente	<b>Identifier les secteurs où des infrastructures vertes seraient les plus efficaces</b> pour gérer en amont les eaux pluviales	Arrimage Service de l'eau/ Direction des parcs pour une stratégie intégrée
Pluie intense	<b>Orientation privilégiant l'intégration d'infrastructures «inondables» (espace public , terrain de jeu, etc.)</b> comme mesure de rétention des eaux pluviales dans les projets urbains	En cours d'évaluation Visite du projet de «water square» à Rotterdam
Pluie intense	<b>Aménager le territoire en fonction de l'infrastructure de drainage existante et éviter les constructions à usage vulnérable dans les zones de cuvette</b> (points bas topographiques)	<i>Orientation dans le schéma d'aménagement</i> Cartographie des points bas en 2016 Engagement des arrondissements dans le Plan d'adaptation.
Pluie intense	<b>Réaliser un <i>Guide d'intervention et de coordination lors de pluies abondantes</i></b> dans chaque arrondissement	Relance auprès des arrondissements



### Water Square

Terrain de basket  Bassin de surface



## Principales recommandations (suite)

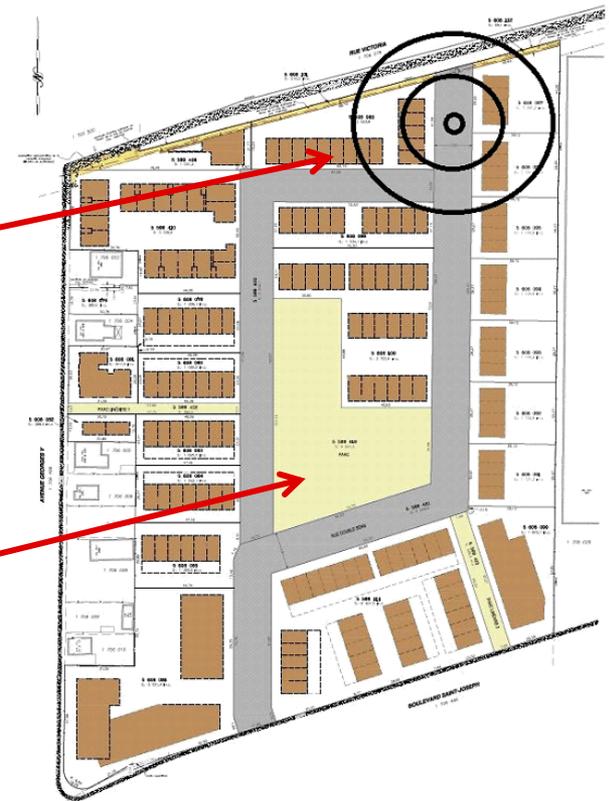
Enjeu climatique	Mesures déjà existantes	Suivi
Pluie intense Pluie fréquente	<b>Plan directeur de drainage et de collecte des eaux usées</b> devant établir les interventions à planifier sur les réseaux dans un horizon de 15 à 25 ans	Élaboration en cours (échéance 2019)
Pluie intense Pluie fréquente	Harmonisation de la <b>réglementation sur la rétention sur les lots privés</b>	Projet de règlement en cours
Pluie intense	<b>Renforcer l'application du Règlement 11-010</b> sur la protection des bâtiments contre les refoulements	Poursuite du programme d'inspection en place (4000 inspections depuis 2010)
Gel/dégel Verglas Évènements extrêmes	<b>Programme d'entretien des puisards et des infrastructures vertes</b> pour maintenir leur niveau de service	Programme d'entretien du réseau de drainage
Gel/dégel	<b>Augmenter la détection de fuites sur le réseau d'aqueduc</b>	Dépistage plus intensif depuis le déploiement de l'ARSO en 2014

## Exemple : Nécessité d'agir sur l'aménagement du territoire en cohérence avec l'infrastructure existante ou projetée

- **Systematiser le dialogue entre hydrauliciens aménagement / architectes**

### Projet de redéveloppement

- 1<sup>ère</sup> expérience d'identification du point de débordement du réseau futur (à construire par promoteur) au-delà d'une pluie de conception.
- Sollicitation de l'arrondissement pour adapter le bâti ou faire changer la conception du réseau pour débordement dans le parc.



Montréal 

MERCI

[remi.haf@ville.montreal.qc.ca](mailto:remi.haf@ville.montreal.qc.ca)

