



Analyse des infrastructures de drainage en tenant compte du risque et des changements climatiques

CONGRÈS
INFRA
2011

| G. Rivard, D. Brisson, B.-G. Salou

PRÉSENTATION

- CONTEXTE GÉNÉRAL
- CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN – NOTION DE RISQUE
- DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES ACTUALISÉES
- IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉS – ÉTUDES DE CAS
- IMPLICATIONS POUR CONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT
- CONCLUSIONS

CONTEXTE GÉNÉRAL



Juillet 2004

CONTEXTE GÉNÉRAL

Climate change information for adaptation

Climate trends and projected values for Canada from 2010 to 2050

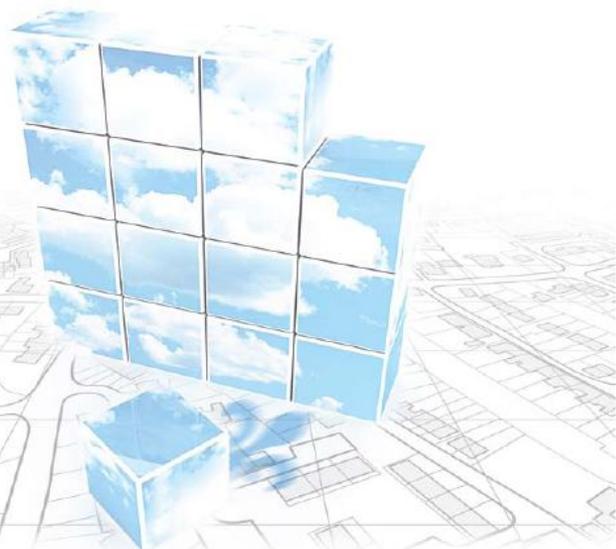
By James P. Bruce
March 1, 2011

REGION: EASTERN ONTARIO, OTTAWA VALLEY and MONTREAL

OBSERVED TRENDS		BY 2050 (from 2010)
<u>Precipitation (1950-2007)</u> %		%
Annual	5 to 15%	5 to 15
Winter	-5 to 15	10 to 15
Spring	5 to 15	15 to 20
Summer	0 to 10	0 to 10
Autumn	0 to 15	0 to 10
<u>Ratio of Snow to Total Precipitation (1950-2007)</u> %		%
Annual	0 to -10%	-10 to -20%
Winter	0 to -5	-15
Spring	0 to -10	-15
Autumn	0 to 5	-5 to -10
<u>Intense Precipitation (1981-2000)</u> P ₂₀ : 50 to 75 mm (average) Greatest 1 day rainfall 1950-2007 trend 15mm SE to -10mm NW Number of days with rainfall ≥ 95 th percentile 6SE, -3NW (1950 to 2007)		P ₂₀ : amount 5 to 10% P ₂₀ →P _{10 to 15} (frequency)

CONTEXTE GÉNÉRAL

Élaborer
un plan d'adaptation
aux changements
climatiques



Changements de précipitations (SUD)

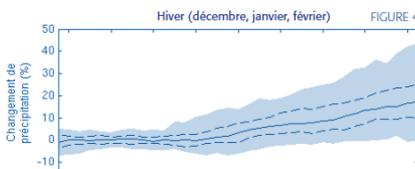
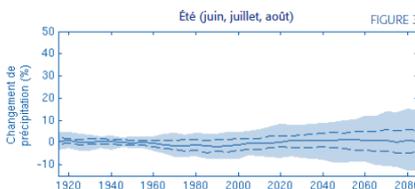


Tableau 1

Changements de température et de précipitation pour la région sud du Québec (25^e et 75^e percentiles de l'ensemble)

Saison		Moyenne 1971-2000 (°C ou mm)	Changement d'ici 2025 (°C ou %)	Changement d'ici 2055 (°C ou %)	Changement d'ici 2085 (°C ou %)
Hiver	température	-16,0 à -2,6	1,0 à 1,9	2,1 à 3,4	3,0 à 5,1
	précipitation	152 à 333	3,0 à 9,8	7,6 à 15,7	9,0 à 24,1
Printemps	température	-1,8 à 7,3	0,8 à 1,5	1,7 à 2,6	2,5 à 4,0
	précipitation	179 à 308	0,9 à 7,3	3,7 à 12,4	7,6 à 18,6
Été	température	12,9 à 20,6	0,9 à 1,4	1,8 à 2,6	2,3 à 4,1
	précipitation	198 à 402	-0,9 à 5,3	-0,3 à 5,9	-2,3 à 6,8
Automne	température	0,9 à 10,8	1,0 à 1,6	1,8 à 2,8	2,4 à 4,1
	précipitation	215 à 370	-2,3 à 4,5	-0,1 à 8,2	0,4 à 12,2

(Source des tableaux 1 et 2: Équipe Scénario Ouranos)

www.ouranos.ca

Guide destiné au milieu municipal québécois

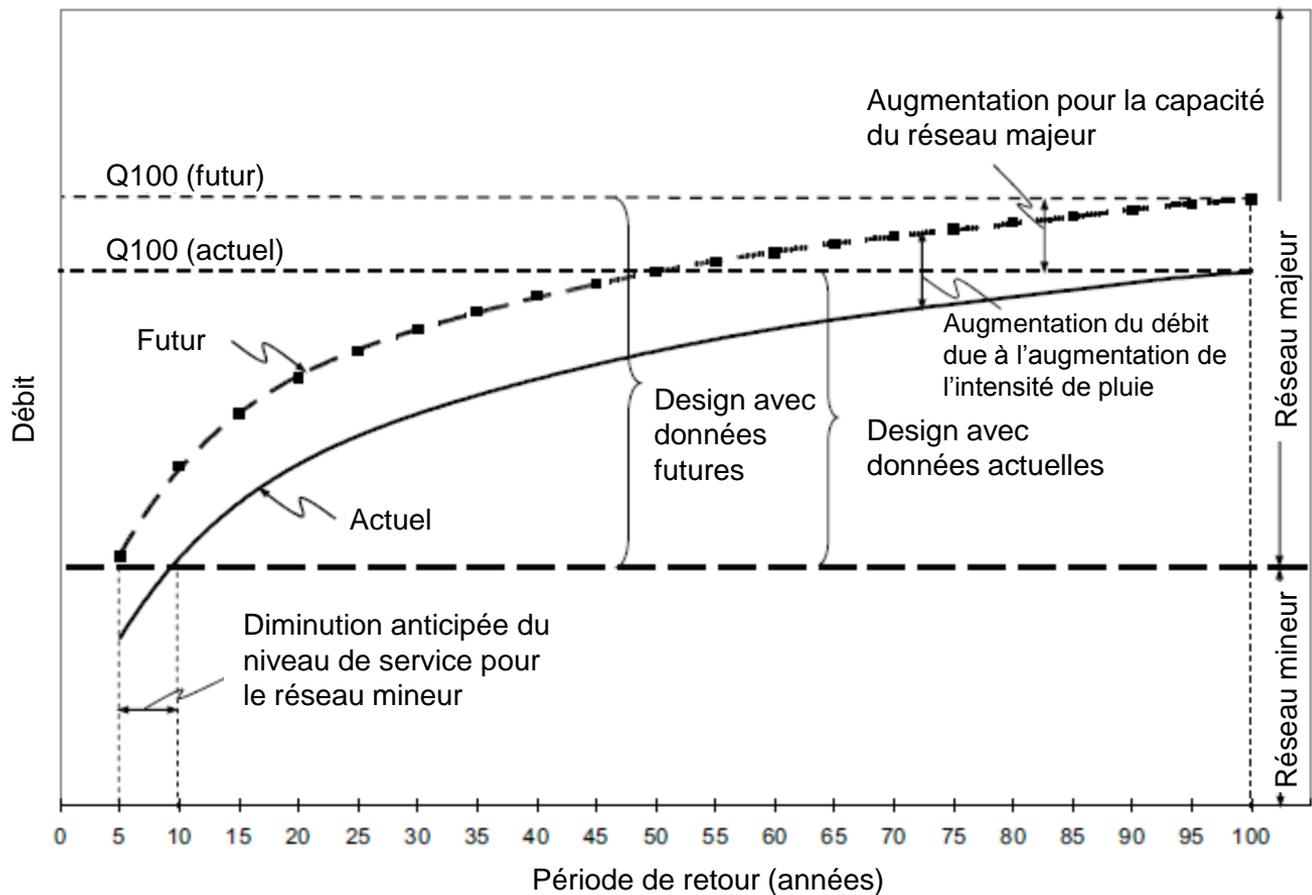
janvier 2010



Avec la participation de :
• Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
• Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire

CONTEXTE GÉNÉRAL

Impacts appréhendés des changements climatiques pour le drainage urbain



Adapté de Arisz et Burrell, 2006

CONTEXTE GÉNÉRAL

IMPACTS ET ADAPTATIONS LIÉS AUX CHANGEMENTS

CLIMATIQUES (CC) EN MATIÈRE DE DRAINAGE URBAIN AU

QUÉBEC

Rapport R-874 – Janvier 2007
Mailhot et al.

**Conception et planification des
interventions de renouvellement des
infrastructures de drainage urbain dans un
contexte d'adaptation aux changements
climatiques**

Rapport R-920 – Juin 2008
Mailhot et al.

www.ouranos.ca

Tableau 4.16 PME régionale moyenne (mm) en climat actuel (période 1961-1990) et futur (période 2041-2070) à l'échelle des stations (méthode ARF dépendant de l'intensité)

Durée (heures)	Période de retour (années)	Présent	Futur	Accroissement présent-futur (%)
2	2	26,0	31,4	20,6
	5	34,7	41,0	18,1
	10	41,0	47,45	15,8
	25	49,4	55,8	13,0
6	2	35,8	40,7	13,9
	5	47,1	53,9	14,5
	10	55,0	62,2	13,1
	25	65,5	72,1	10,1
12	2	41,2	45,8	11,0
	5	54,0	59,4	10,0
	10	62,8	67,9	8,2
	25	74,3	78,1	5,1
24	2	50,4	55,7	10,6
	5	64,3	70,0	8,8
	10	73,35	78,4	6,9
	25	84,7	87,95	3,9

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

GUIDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain



Québec 

Avec la participation de :
• Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
• Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire

La gestion durable des eaux de pluie

Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable



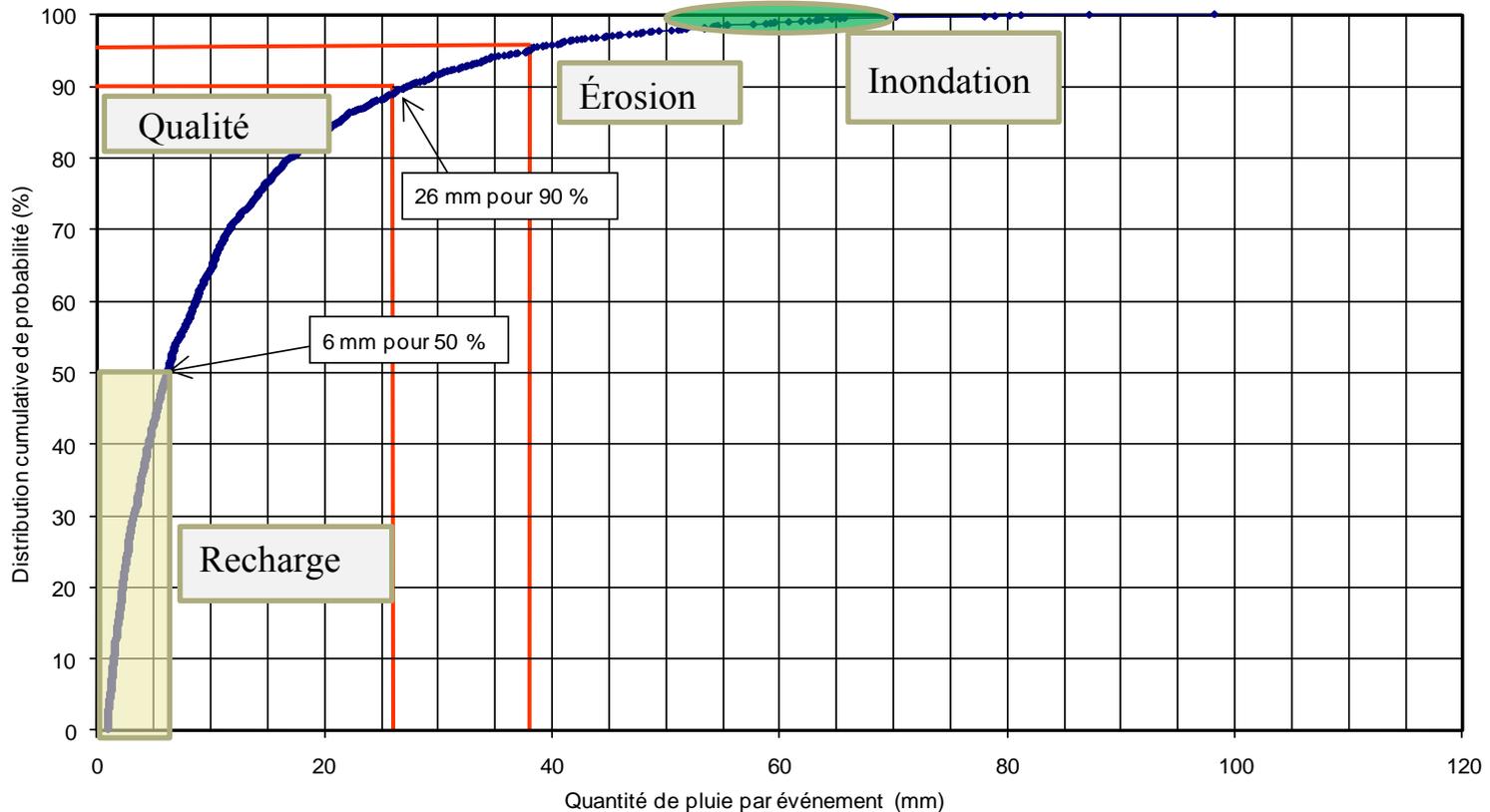
Québec 

GUIDES PROVINCIAUX

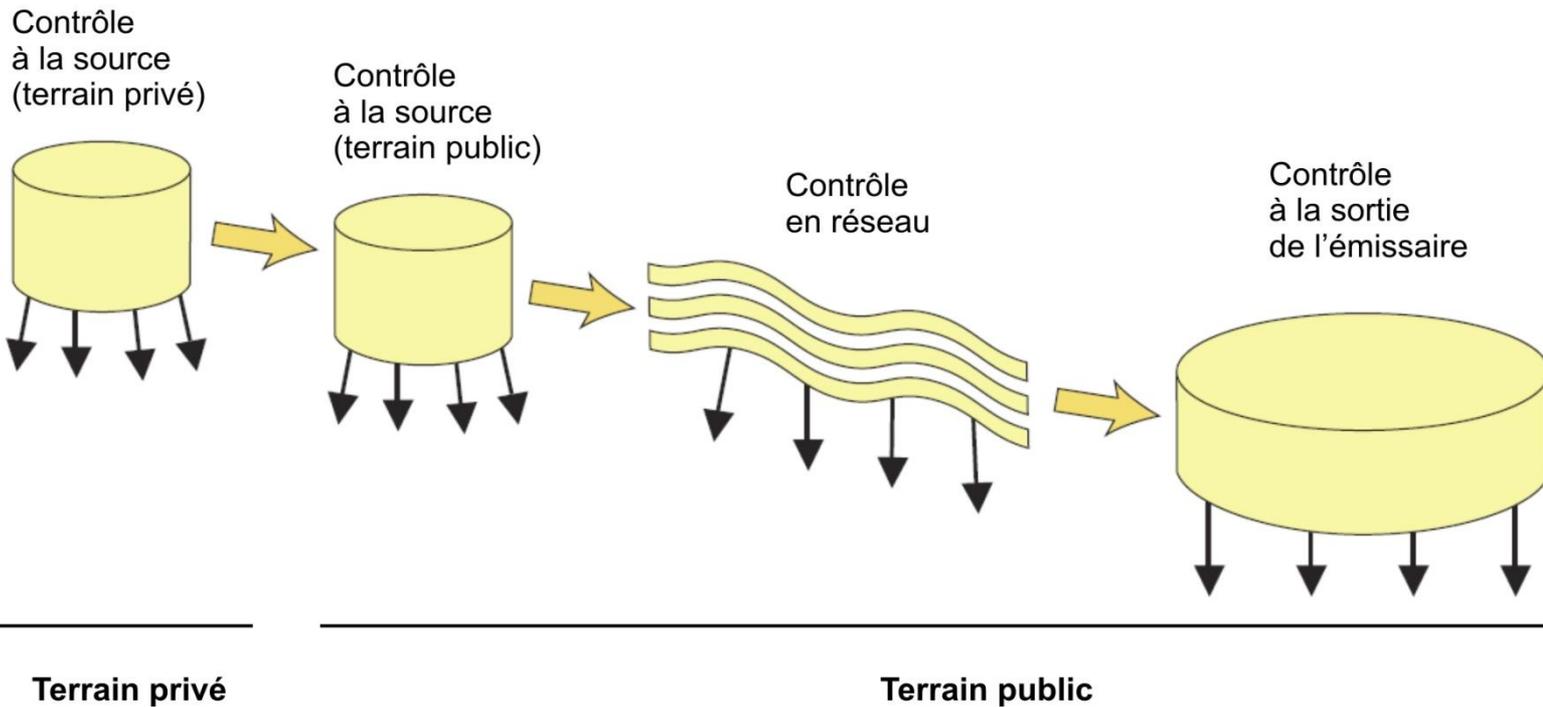
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

PLUVIOMÉTRIE

Station de l'aéroport Jean-Lesage (Québec)
Pluie de 1 mm et plus (1489 événements de 1961 à 1991 (mai à octobre))
Durée interévénements de 6 heures



CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN



GUIDE MDDEP (2011)

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES REQUISES POUR LA CONCEPTION

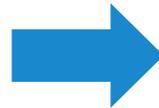
- Connaissance des extrêmes avec une fine résolution spatiale et temporelle (pas journalières ou annuelles)
- Représentation des processus en jeu
- Évaluation des variations anticipées pour la durée et la récurrence

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

DIFFÉRENTES APPROCHES POUR TENIR COMPTE DES CC

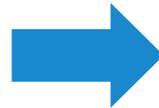
Questions pour experts en climatologie

Vulnérabilité évaluée avec
événements historiques



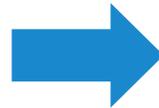
Combien de fois avec les
projections ?

Évaluation des paramètres
pour différents types de
pluies



Changements anticipés
pour courbes IDF

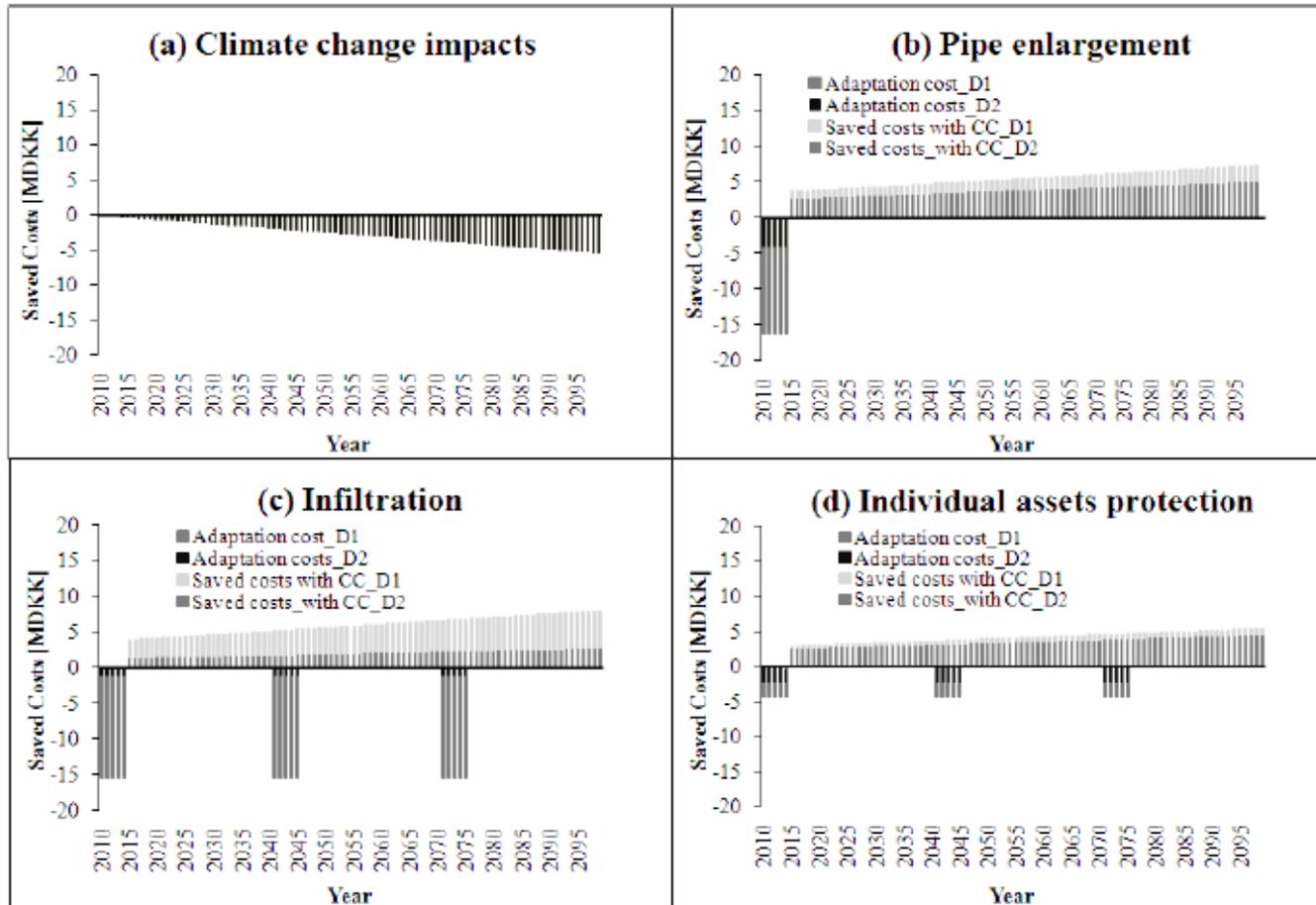
Évaluation avec les
modèles climatiques
(*downscaling*)



Quels sont les extrêmes
anticipés avec la plus fine
résolution ?

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

IMPORTANTANCE DES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES



Investissements
dans le temps

Coûts

Bénéfices
anticipés

Zhou et al., (2011)

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

IMPORTANCE DES ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Critère 1 – niveau de service uniforme partout

Critère 2 – adaptations aux sites où c'est le plus rentable globalement

Coûts d'entretien et environnementaux non inclus

Acceptabilité sociale non considérée

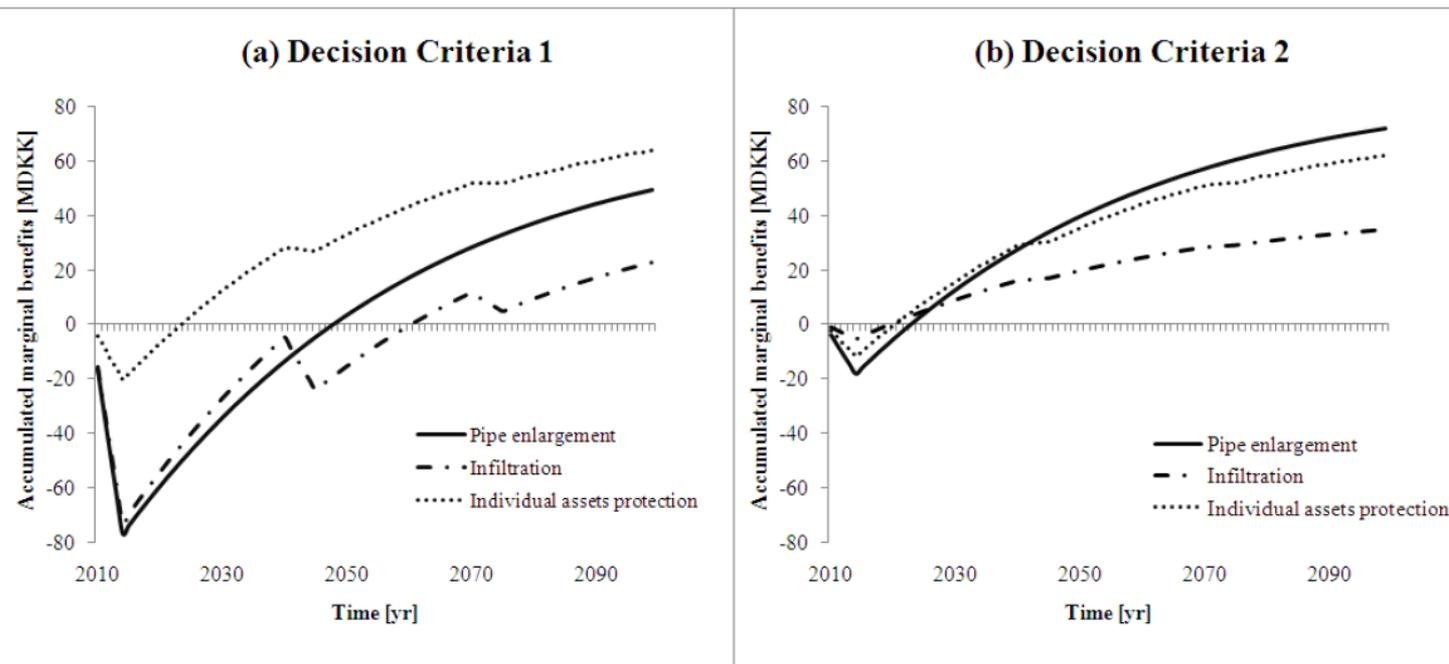


Figure 6. Accumulated marginal benefits of proposed three options under both decision criteria

Zhou et al., (2011)

NOTION DE RISQUE

Définitions du risque

Risque hydrologique

$$R = 1 - (1 - (1/T))^n$$

Risque qu'une pluie avec période de retour T soit dépassée durant une période de n années (donc autres paramètres ignorés)

Définition classique

Risque = Probabilité * Effet (ou conséquence)

INDICATEURS DE RISQUE

Utilisation de substituts pour quantifier le risque

Réseau de drainage

Conséquences d'une surcharge trop importante:
Bris d'infrastructure,
dommages pour sous-sols inondés, perte de courant, perte de productivité, pertes financières pendant et après l'événement

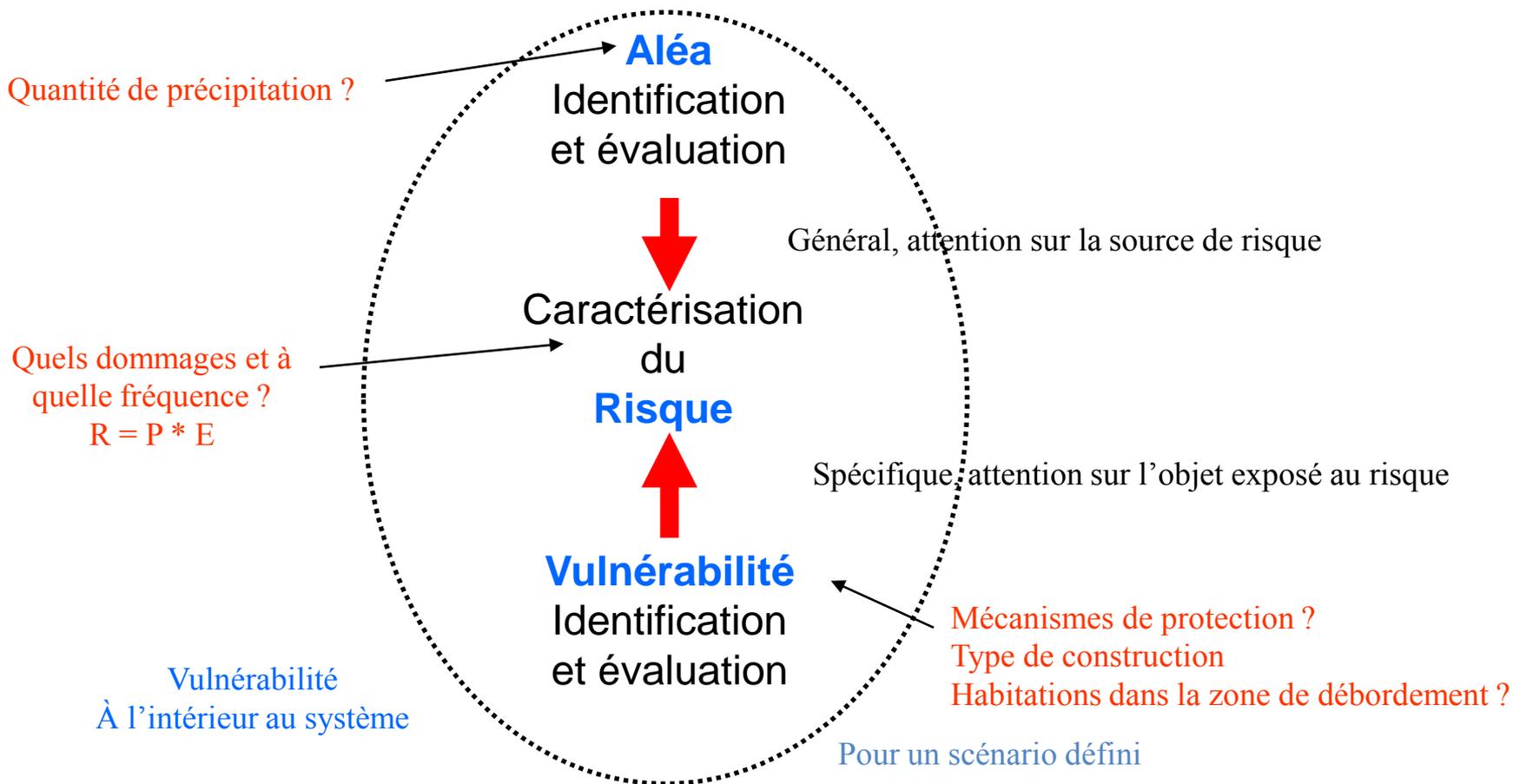


Indicateur de risque:
Niveau de la ligne piézométrique

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DRAINAGE URBAIN

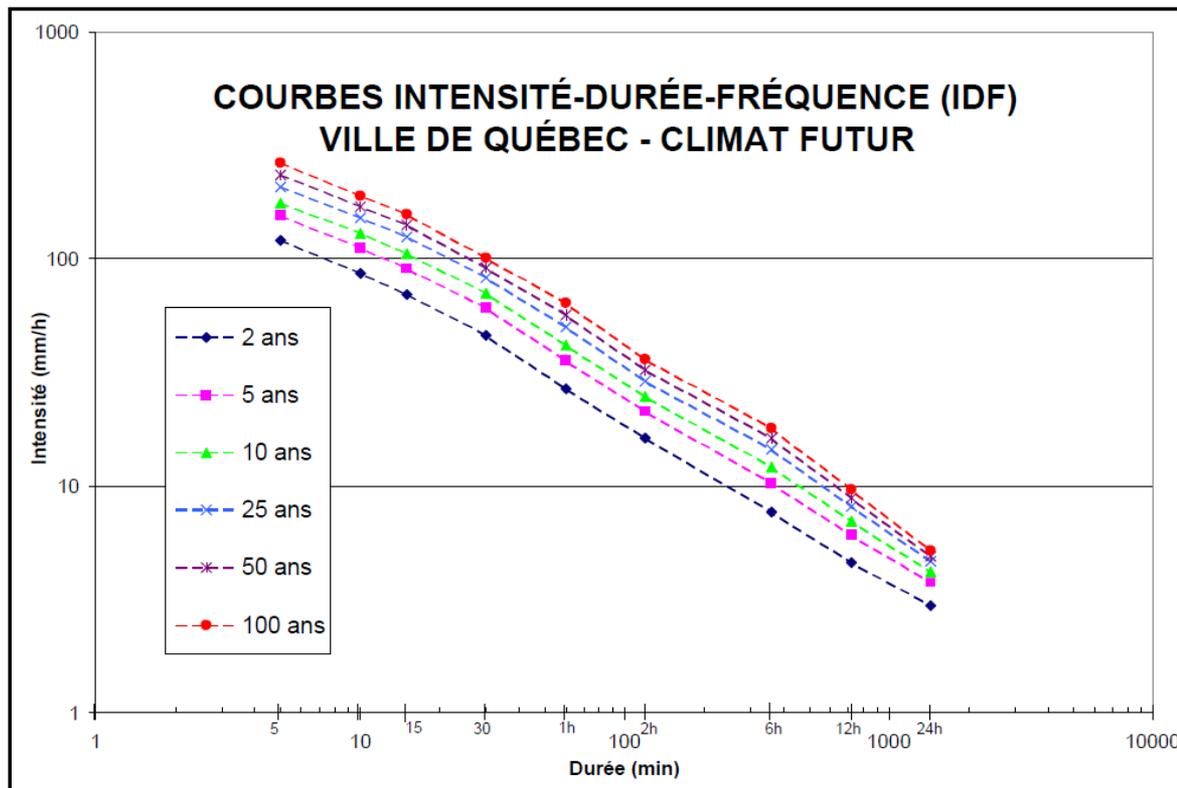
GESTION DU RISQUE (DayWater, 2005)

Aléa – extérieur au système



DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES ACTUALISÉES - QUÉBEC

COURBES IDF CLIMAT FUTUR (INRS, 2007)



1. Régionalisation
2. Changements climatiques

DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES ACTUALISÉES - QUEBEC

COMPARAISON AVEC COURBES IDF ANTÉRIEURES

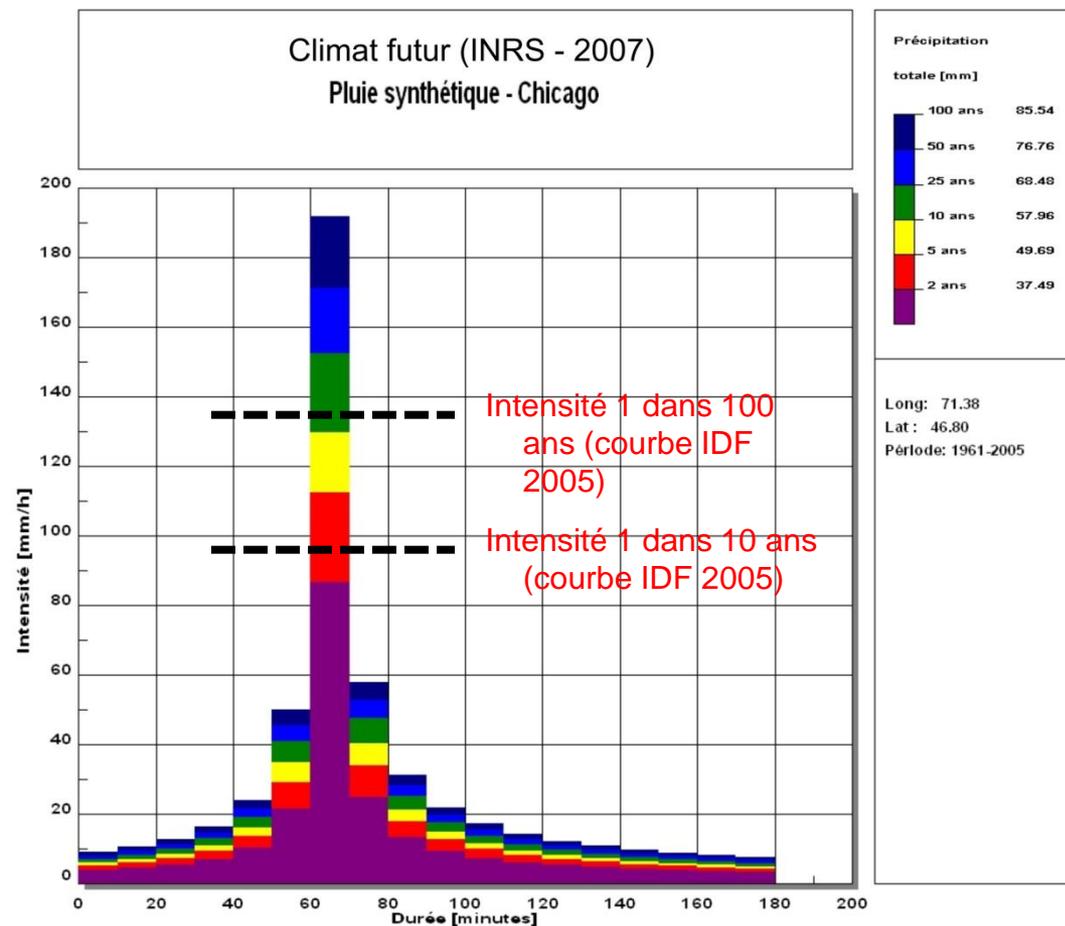
		ÉCART PRÉCIPITATION (%)																	
Durée (h:min)	Durée (min)	Récurrence T (ans)																	
		2			5			10			25			50			100		
		1990	2005	FUTUR	1990	2005	FUTUR	1990	2005	FUTUR	1990	2005	FUTUR	1990	2005	FUTUR	1990	2005	FUTUR
0:05	5	-2.6%	0%	32.7%	-3.0%	0%	30.3%	-4.3%	0%	27.9%	-4.5%	0%	29.0%	-4.7%	0%	31.0%	-4.9%	0%	35.4%
0:10	10	0.9%	0%	32.7%	-1.4%	0%	34.2%	-2.5%	0%	34.7%	-3.2%	0%	36.2%	-3.9%	0%	37.5%	-4.0%	0%	40.5%
0:15	15	1.6%	0%	34.9%	2.4%	0%	38.7%	2.7%	0%	41.2%	2.3%	0%	44.0%	2.5%	0%	47.5%	2.3%	0%	51.1%
0:30	30	3.0%	0%	37.4%	5.4%	0%	37.5%	6.6%	0%	37.7%	7.6%	0%	36.6%	8.0%	0%	36.1%	8.1%	0%	36.8%
1:00	60	4.8%	0%	28.4%	7.0%	0%	25.0%	7.8%	0%	24.5%	8.8%	0%	25.9%	9.0%	0%	27.4%	9.3%	0%	29.4%
2:00	120	1.9%	0%	25.1%	4.5%	0%	20.4%	5.8%	0%	18.8%	6.7%	0%	17.2%	7.1%	0%	17.2%	7.5%	0%	18.3%
6:00	360	3.5%	0%	25.1%	2.6%	0%	31.5%	2.0%	0%	34.7%	1.8%	0%	38.4%	1.4%	0%	40.6%	1.3%	0%	43.2%
12:00	720	5.0%	0%	25.1%	0.0%	0%	29.8%	-2.3%	0%	31.1%	-4.5%	0%	30.9%	-5.8%	0%	30.3%	-6.6%	0%	29.6%
24:00	1440	3.3%	0%	28.4%	-3.5%	0%	30.2%	-6.5%	0%	28.4%	-9.5%	0%	23.9%	-11.3%	0%	19.6%	-12.7%	0%	16.2%

Courbes 1990 et celles pour mise à jour 2005
(Environnement Canada)

Écarts varient avec durées et récurrences

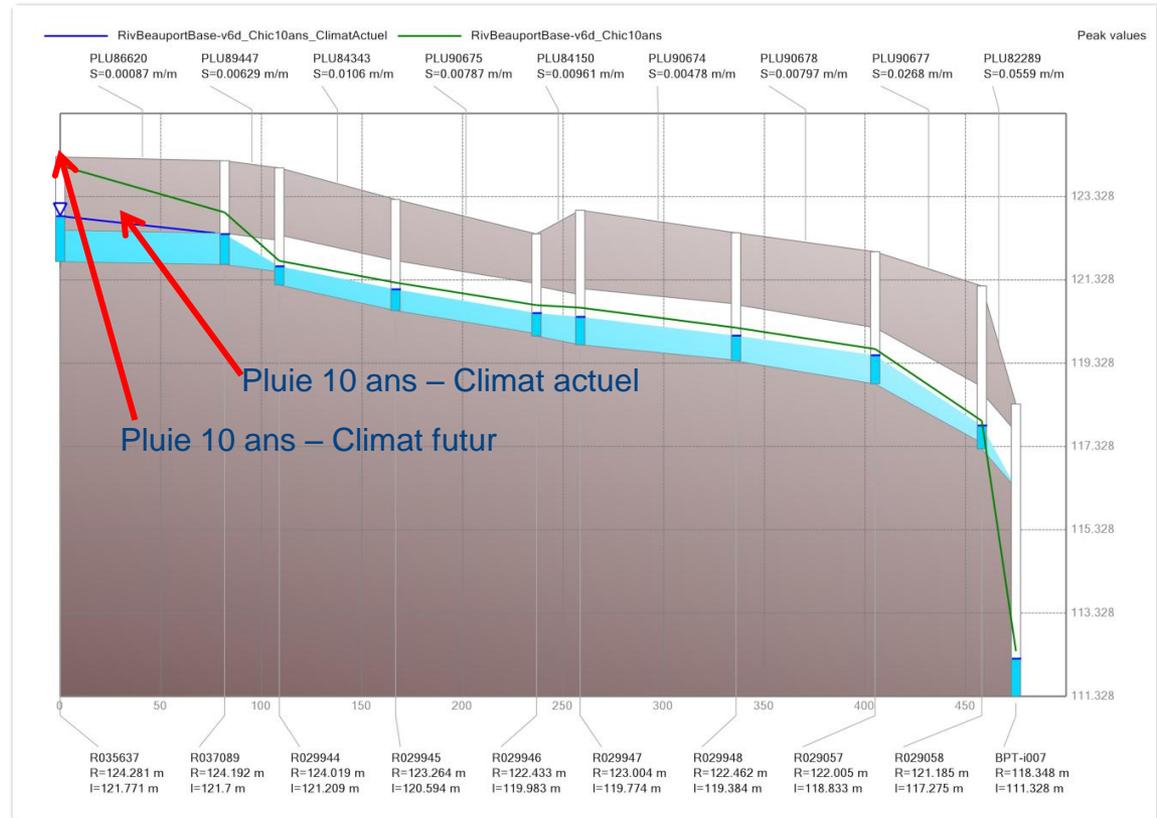
DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES ACTUALISÉES - QUEBEC

PLUIES DE CONCEPTION AVEC COURBES ACTUALISÉES



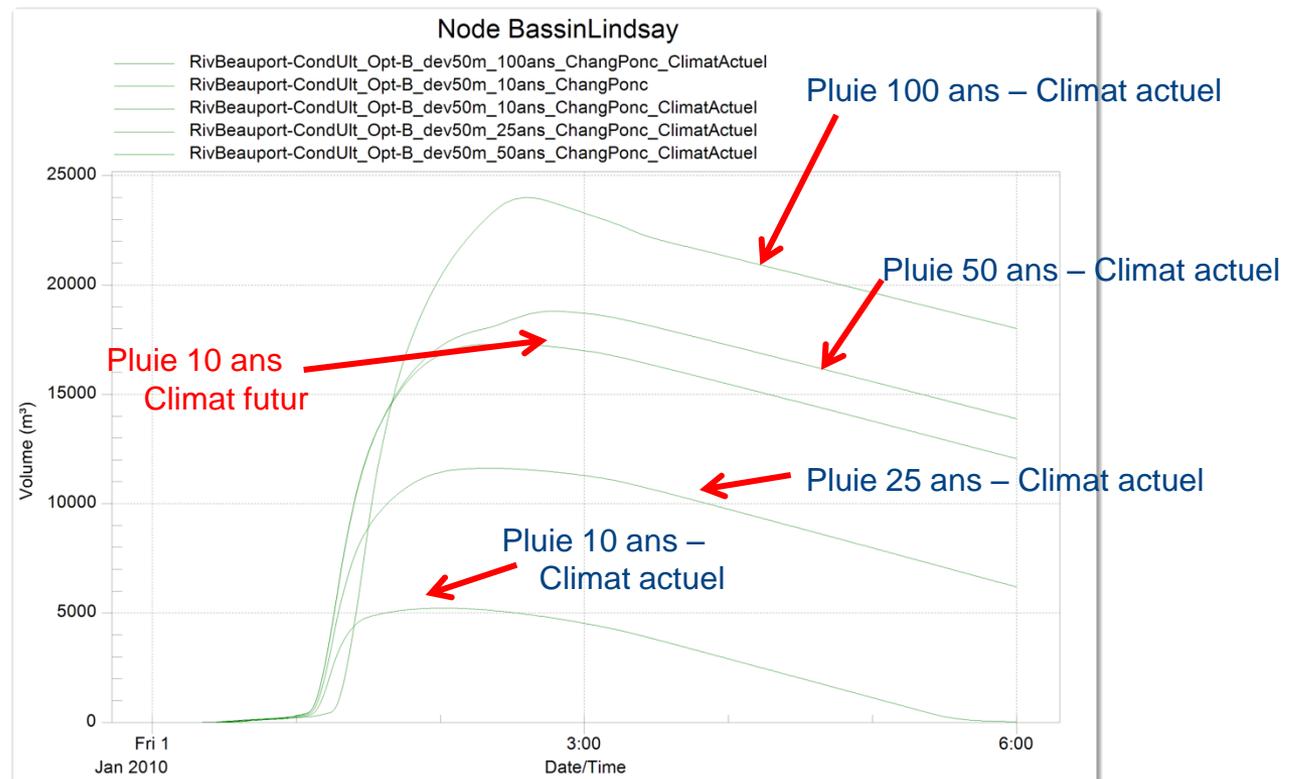
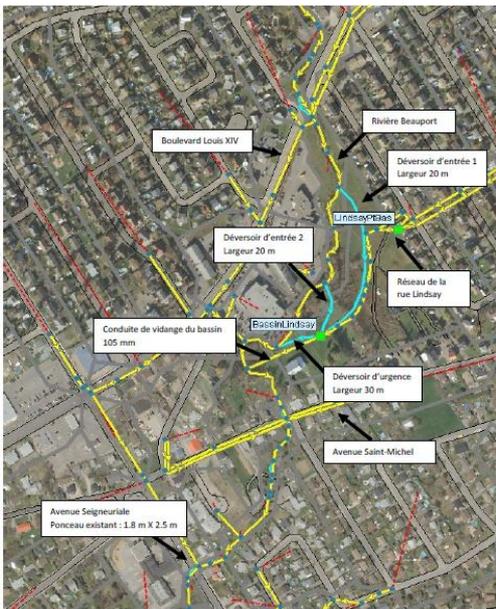
IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉES – ÉTUDES DE CAS

ÉVALUATION DE RÉSEAUX EXISTANTS



IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉES - ÉTUDES DE CAS

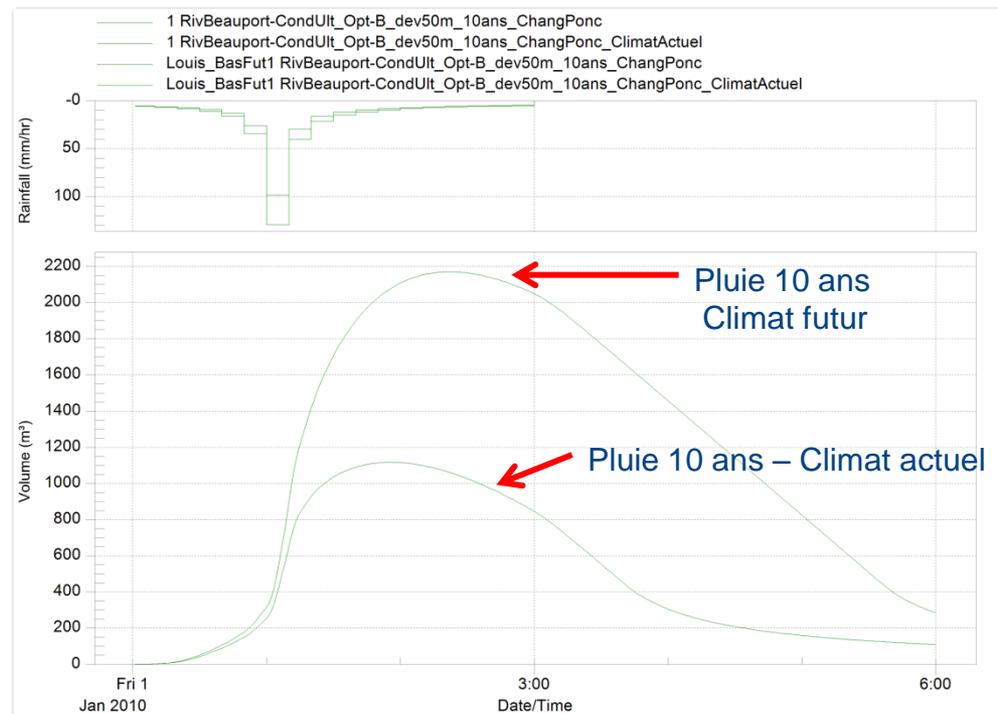
BASSIN DE RÉTENTION – Secteur de la rue Lindsay (bassin de la rivière Beauport)



IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉES - ÉTUDES DE CAS

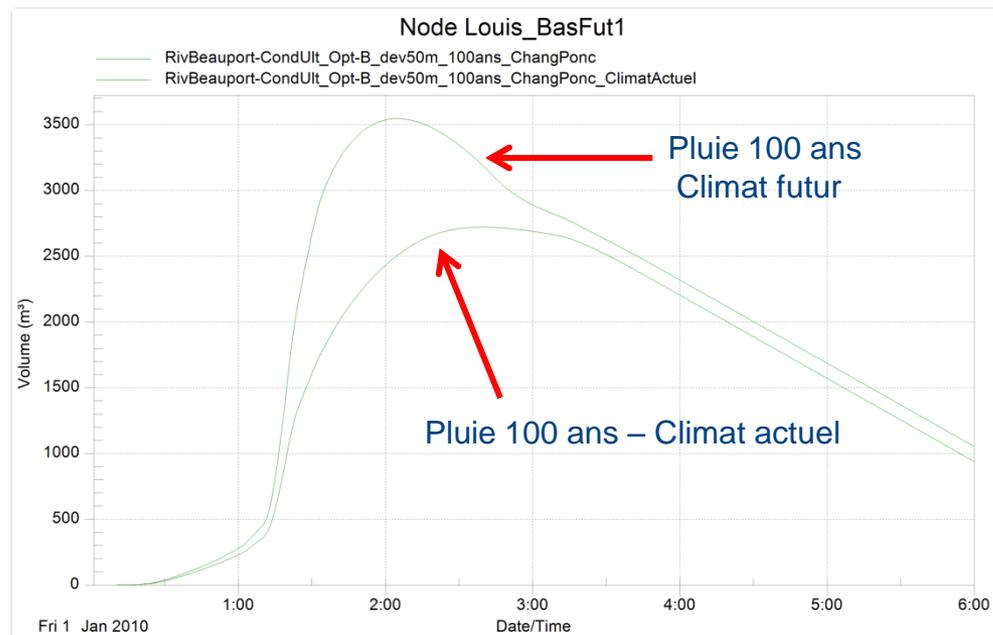
BASSIN DE RÉTENTION – Développement

Contrôles avec 15 L/s/ha (10 ans) et 50 L/s/ha (100 ans)



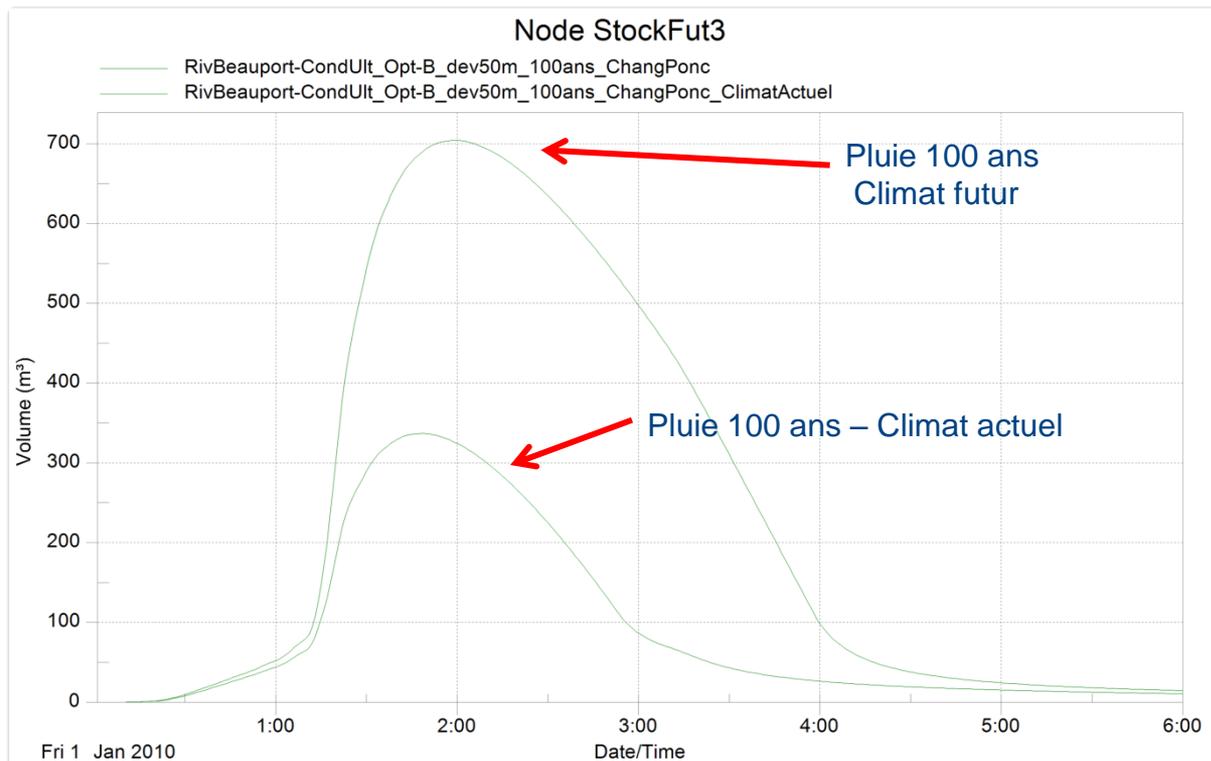
IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉES - ÉTUDES DE CAS

BASSIN DE RÉTENTION – Développement Contrôles avec 15 L/s/ha (10 ans) et 50 L/s/ha (100 ans)



IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉES – ÉTUDES DE CAS

Contrôle à la source – secteur commercial (50 L/s/ha)



IMPACTS DES CRITÈRES ACTUALISÉES – ÉTUDE DES CAS

- DIFFÉRENCES VARIENT SELON LA DURÉE CONSIDÉRÉE
- DIFFÉRENCES VARIENT SELON LA FRÉQUENCE
- DIFFÉRENCES VARIENT SELON LE PARAMÈTRE CONSIDÉRÉ (Débits pour conduites; Volumes pour bassins de rétention)
- DIFFÉRENCES VARIENT SELON L'OCCUPATION DU SOL (En friche; Résidentiel; Industriel/Commercial)

IMPACTS POUR CONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

- INTERVENTIONS DE CONSOLIDATION
 - Augmenter le niveau de service des infrastructures
 - Considérer les bénéfices à l'échelle du bassin versant
 - Tenir compte des conditions actuelles (en considérant les conditions à l'ultime)
- INTERVENTIONS ASSOCIÉES AU DÉVELOPPEMENT URBAIN
 - Prévoir des mécanismes de contrôle
 - Considérer le comportement hydrologique global pour le bassin versant

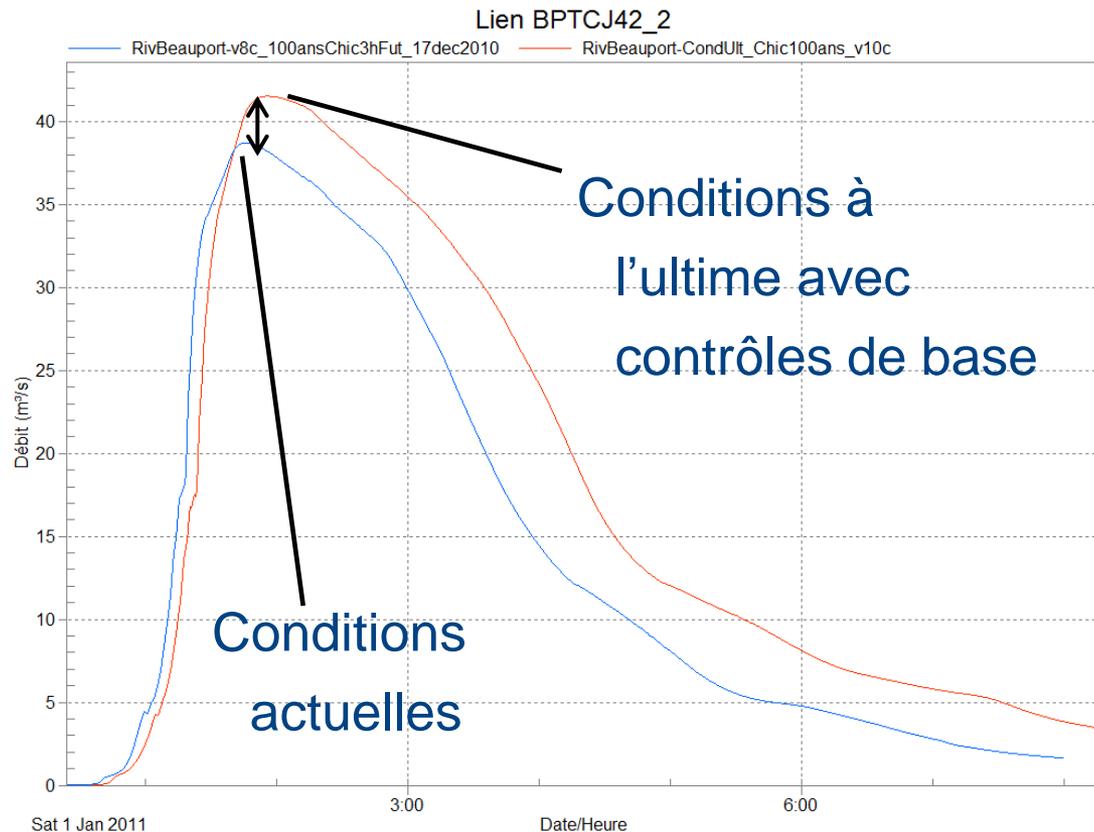
IMPACTS POUR CONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

Contrôles de base

15 L/s/ha (10 ans) et

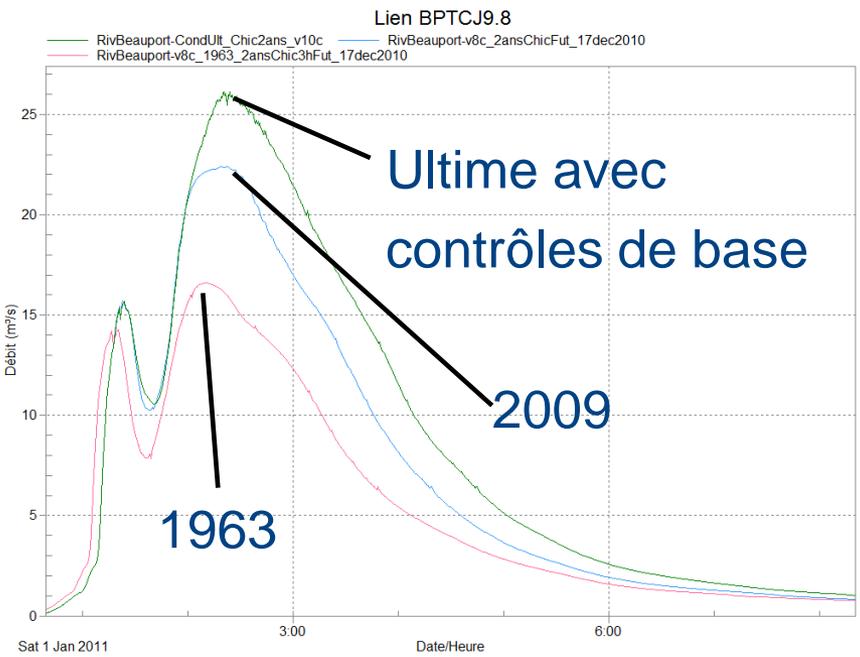
50 L/s/ha (100 ans)

Augmentation quand même de 11 % du débit dans la rivière pour Q100 ans

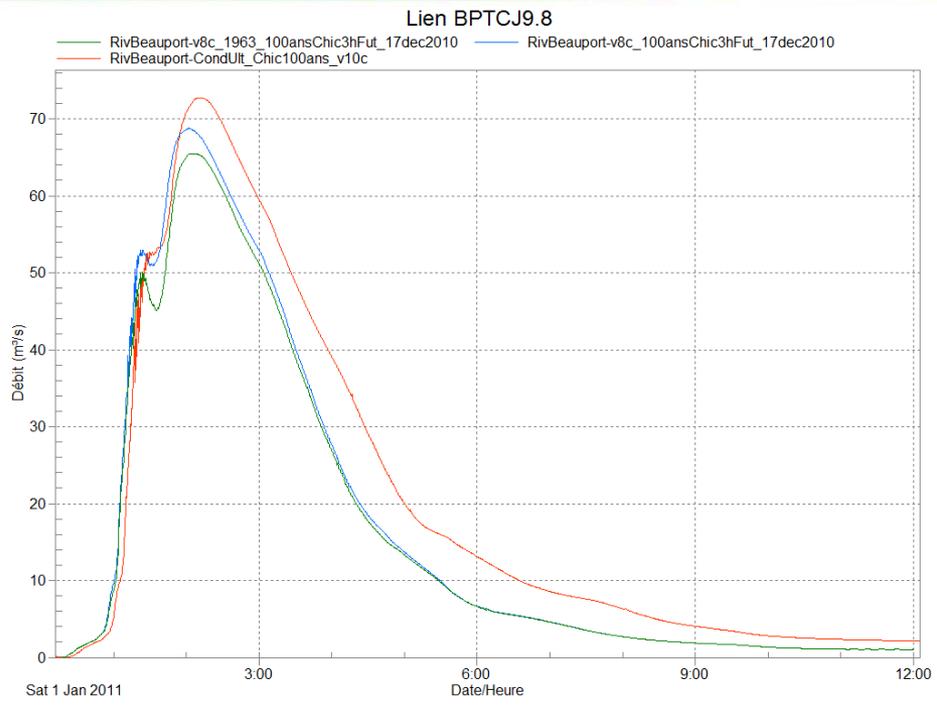


IMPACTS POUR CONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

Impacts différents à l'exutoire selon les récurrences



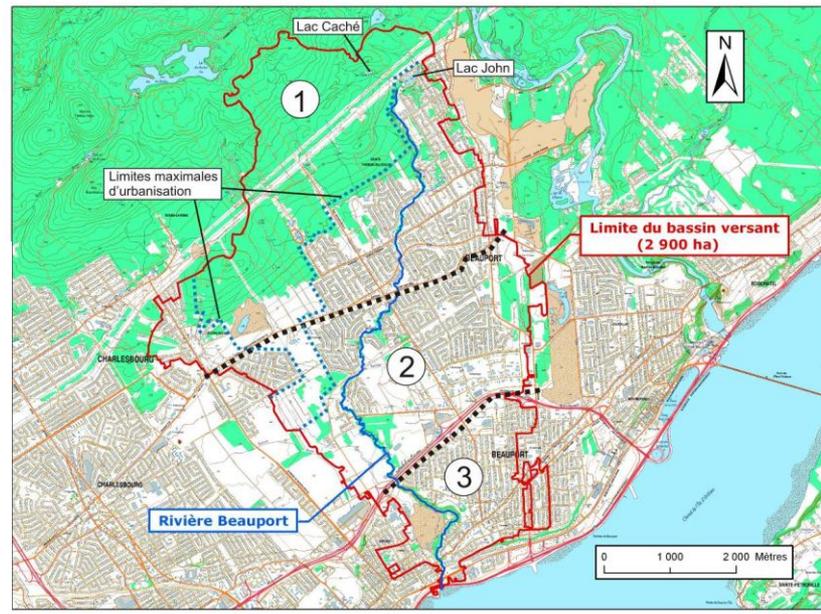
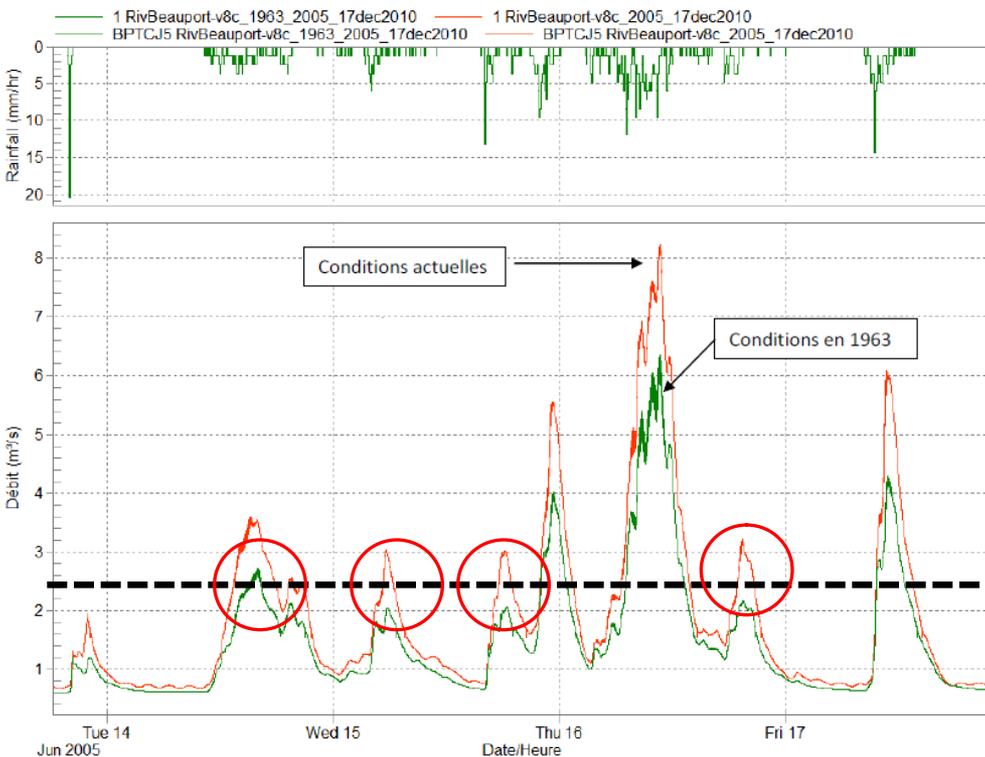
2 ans



100 ans

IMPACTS POUR CONTRÔLE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

Importance des petites pluies (qualité – érosion)



Critère de durée avec vitesses critiques (potentiel pour érosion augmenté)

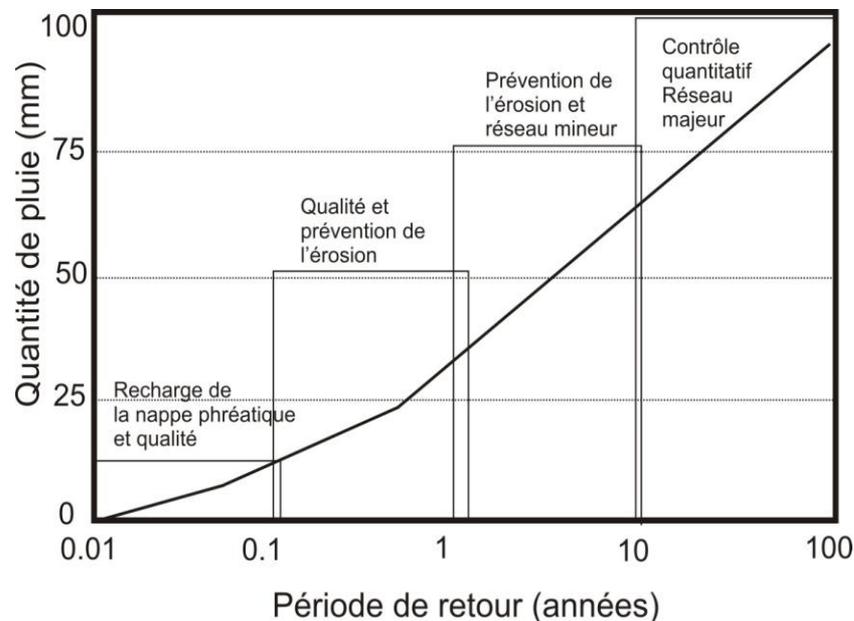
IMPLICATIONS POUR CONTRÔLES À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

2 CONCEPTS FONDAMENTAUX



Contrôle du volume

Gamme complète de pluie



GUIDE MDDEP (2011)

IMPLICATIONS POUR CONTRÔLES À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

4 OBJECTIFS DE CONTRÔLE



Diminution – débits d'étiage



Érosion



Qualité (MES, P)



Inondations

CONCLUSIONS

- Les changements climatiques doivent être considérés tant pour les analyses de consolidation que pour les nouveaux développements
- Les impacts sur les paramètres de conception varient selon le type d'occupation du sol, les paramètres (débits, volumes) et le type d'ouvrages (conduites/bassins de rétention)
- L'adaptation aux changements climatiques passe nécessairement par un contrôle à la source (réseaux actuels et projetés) et des analyses socio-économiques
- Les approches pour un contrôle à la source impliquent davantage la végétation et les mécanismes d'infiltration (re-définition des bases de conception et analyse adéquate des sources de risque)