

Courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) en climat historique et futur

Alain Mailhot - INRS-ETE

Guillaume Talbot - INRS-ETE

Daniel Caya - Ouranos

Sébastien Biner – Ouranos

INFRA 2011 - 7-9 novembre 2011, Québec, Québec

Précipitations, conception, gestion hydrique et gestion du risque

- **Importance données observées de précipitation**
- **Définition d'un niveau de service et de risque « acceptable »**
- **Limitations:**
 - **Faible densité des réseaux**
 - **Courts historiques**
 - **Données ponctuelles**

Courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF)

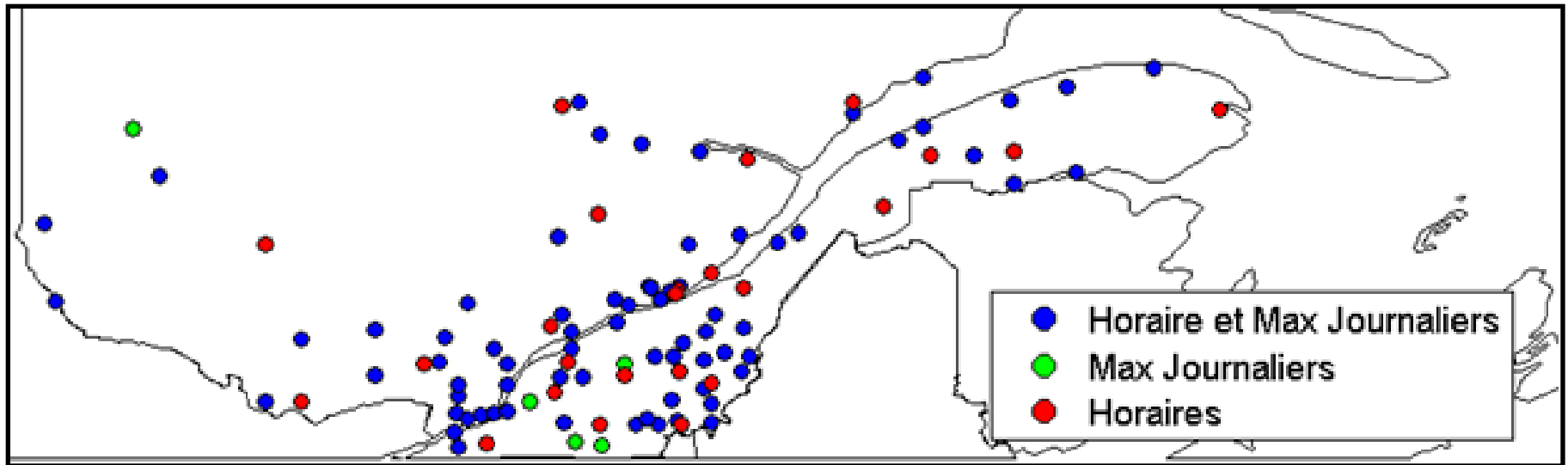
- Outils de conception et de gestion du risque
- Simple et (relativement) efficace
- Hypothèse fondamentale : futur = passé

Courbes IDF – Environnement Canada (Jarrett 2010)

- Dernière mise à jour – 2009 (données jusqu'en 2007)
- 135 stations – 21 années en moy. – plus long : 51 ans
- Distribution Gumbel
- Neuf durées (5, 10, 15, 30, 60 min., 2, 6, 12 et 24 h.) et six périodes de retour (2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans)

Mise à jour courbes IDF (Équipe Mailhot)

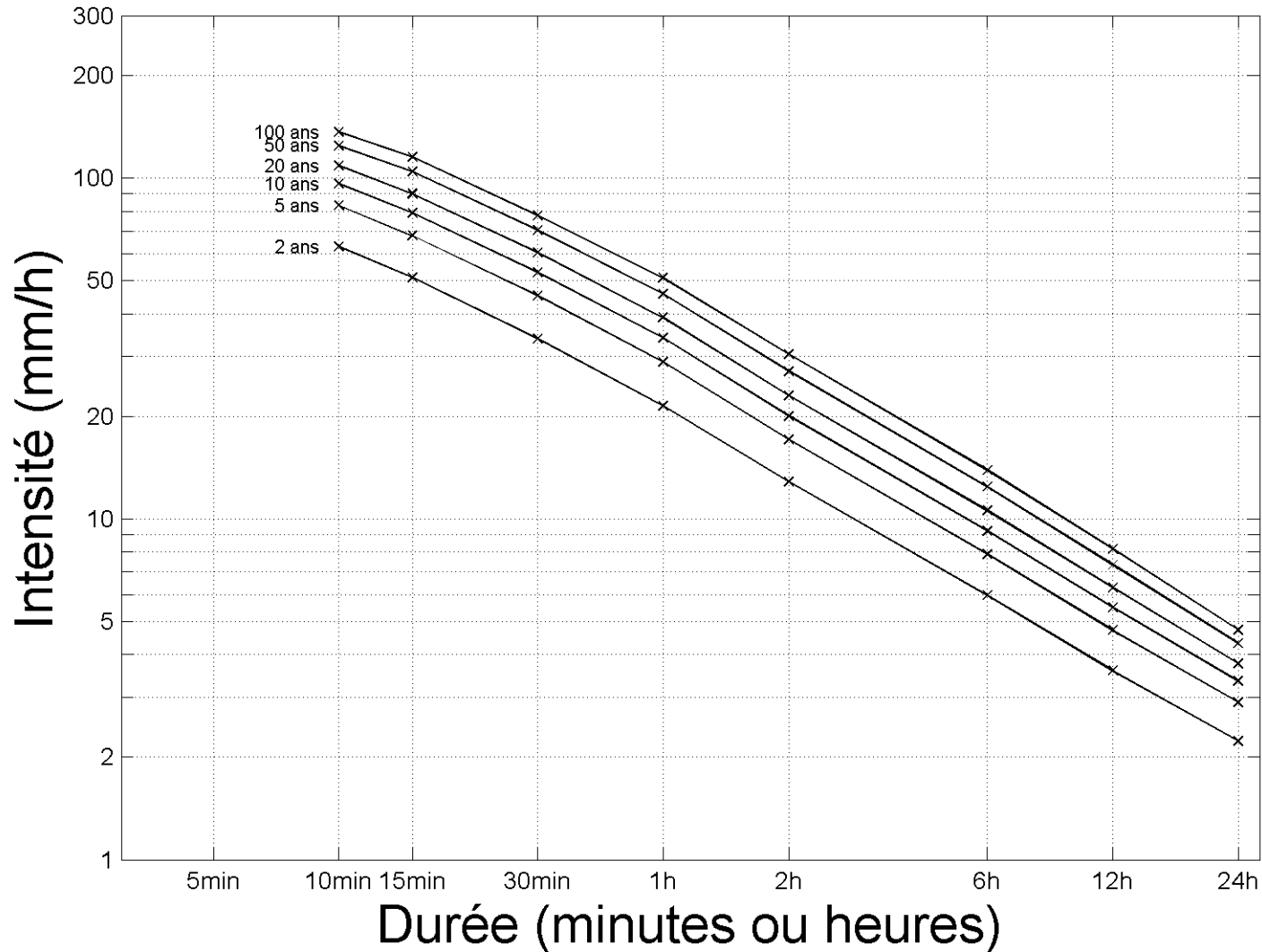
Stations MDDEP + EC - 99 stations (séries horaires et maxima journaliers avec plus de 15 années)



Mise à jour équipe Mailhot - nouvelles procédures

- **Analyse Fréquentielle Régionale (ARF)**
- **Distribution GEV**
- **Mêmes durées (sauf 5 min.) et périodes de retour qu'Environnement Canada**

Station 7016294 - QUEBEC/JEAN LESAGE INTL A



Numéro de la station : 7016294 Nombre d'années disponibles : 29

Nom de la station : QUEBEC/JEAN LESAGE INTL A

Quantité de pluie par période de retour (mm) avec intervalle de confiance de 95% (entre crochets)

Durée	Temps de retour					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
10 minutes	10.5	13.9	16.0	18.1	20.8	22.8
	[9.3,11.9]	[12.3,15.7]	[14.2,18.2]	[16.0,20.5]	[18.2,23.6]	[19.8,25.9]
15 minutes	12.8	16.8	19.8	22.5	26.1	28.9
	[11.3,14.5]	[14.9,19.2]	[17.4,22.4]	[19.7,25.5]	[22.7,29.6]	[24.9,32.7]
30 minutes	16.9	22.6	26.5	30.2	35.1	38.9
	[14.8,19.3]	[19.8,25.7]	[23.1,30.1]	[26.3,34.3]	[30.3,39.9]	[33.3,44.2]
1 heure	21.5	28.9	34.0	39.0	45.7	50.9
	[18.8,24.6]	[25.3,33.0]	[29.6,38.8]	[33.8,44.5]	[39.4,52.1]	[43.6,57.9]
2 heures	25.8	34.2	40.1	46.1	54.3	60.8
	[22.8,29.4]	[30.1,39.0]	[35.2,45.7]	[40.3,52.4]	[46.9,61.7]	[52.1,69.1]
6 heures	35.9	47.3	55.4	63.5	74.6	83.4
	[31.8,41.0]	[41.8,54.2]	[48.7,63.4]	[55.5,72.6]	[64.5,85.1]	[71.4,95.0]
12 heures	43.0	56.5	65.9	75.3	87.9	97.8
	[38.2,48.8]	[50.0,64.0]	[58.0,74.6]	[65.8,85.1]	[76.1,99.1]	[83.8,110.3]
24 heures	53.4	69.6	80.2	90.4	103.6	113.4
	[47.6,60.1]	[61.9,78.4]	[71.1,90.4]	[79.8,102.0]	[90.6,116.9]	[98.5,128.4]

Hauteurs

Intervalles à 95 %

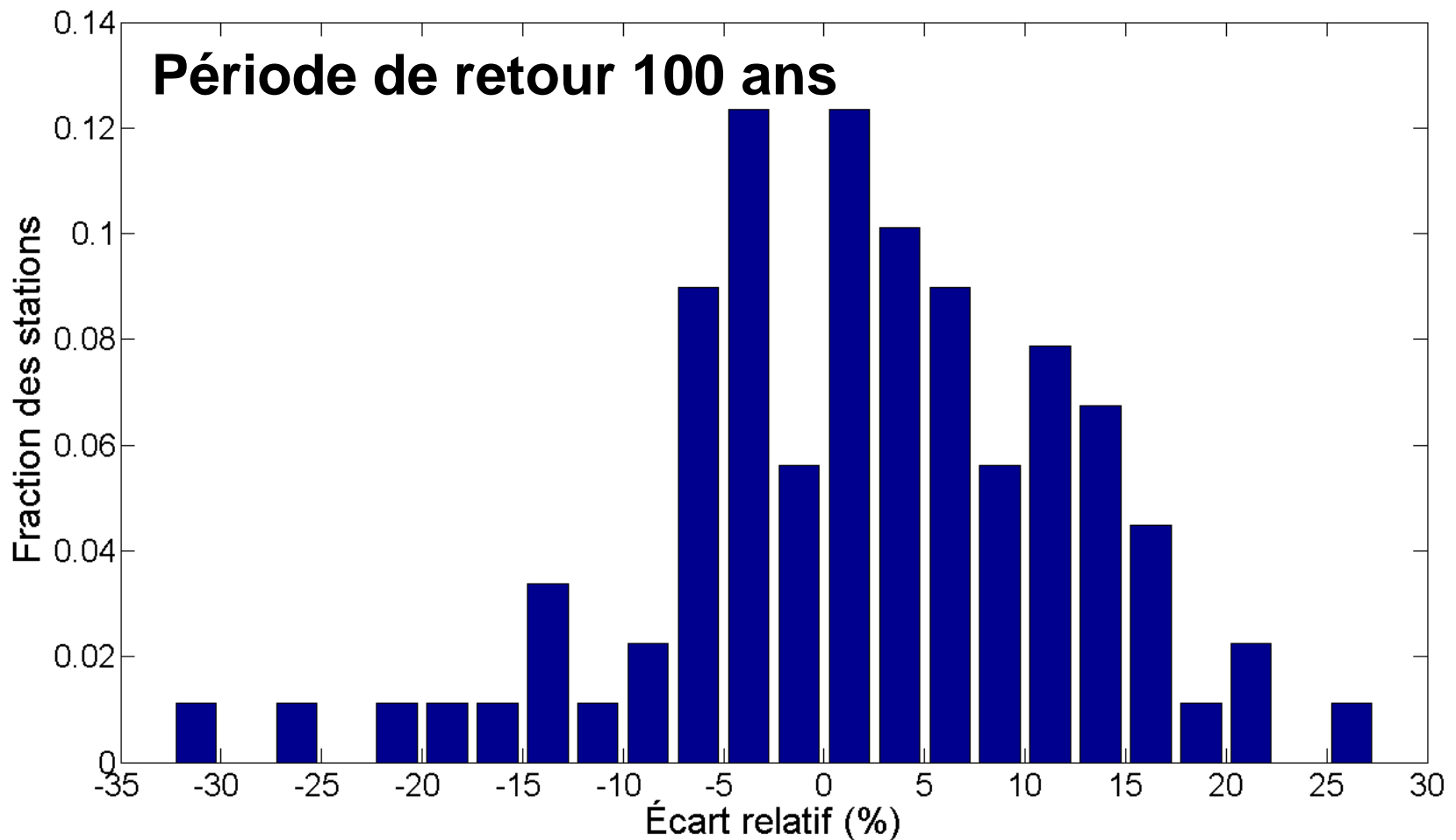
Intensité de pluie par période de retour (mm/heure) avec intervalle de confiance de 95% (entre crochets)

Durée	Temps de retour					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
10 minutes	63.0	83.1	96.3	108.8	124.7	136.6
	[55.9,71.5]	[73.8,94.2]	[85.2,109.0]	[95.8,123.3]	[109.1,141.7]	[118.6,155.5]
15 minutes	51.1	67.8	79.1	90.1	104.6	115.6
	[45.1,58.1]	[59.8,77.0]	[69.5,89.7]	[78.8,102.1]	[90.8,118.3]	[99.7,130.9]
30 minutes	33.8	45.2	52.9	60.4	70.3	77.8
	[29.7,38.6]	[39.6,51.5]	[46.2,60.2]	[52.5,68.7]	[60.6,79.8]	[66.6,88.4]
1 heure	21.5	28.9	34.0	39.0	45.7	50.9
	[18.8,24.6]	[25.3,33.0]	[29.6,38.8]	[33.8,44.5]	[39.4,52.1]	[43.6,57.9]
2 heures	12.9	17.1	20.1	23.0	27.2	30.4
	[11.4,14.7]	[15.1,19.5]	[17.6,22.8]	[20.1,26.2]	[23.5,30.9]	[26.1,34.5]
6 heures	6.0	7.9	9.2	10.6	12.4	13.9
	[5.3,6.8]	[7.0,9.0]	[8.1,10.6]	[9.3,12.1]	[10.7,14.2]	[11.9,15.8]
12 heures	3.6	4.7	5.5	6.3	7.3	8.2
	[3.2,4.1]	[4.2,5.3]	[4.8,6.2]	[5.5,7.1]	[6.3,8.3]	[7.0,9.2]
24 heures	2.2	2.9	3.3	3.8	4.3	4.7
	[2.0,2.5]	[2.6,3.3]	[3.0,3.8]	[3.3,4.2]	[3.8,4.9]	[4.1,5.3]

Intensités

Note : -99.9 indique que les séries de données pour cette durée ne rencontrent pas les standards

Comparaison EC – Équipe Mailhot [(EM-EC)/EM]



Précipitations et changements climatiques

- **Atmosphère plus chaude → plus grande capacité de contenir de l'humidité**

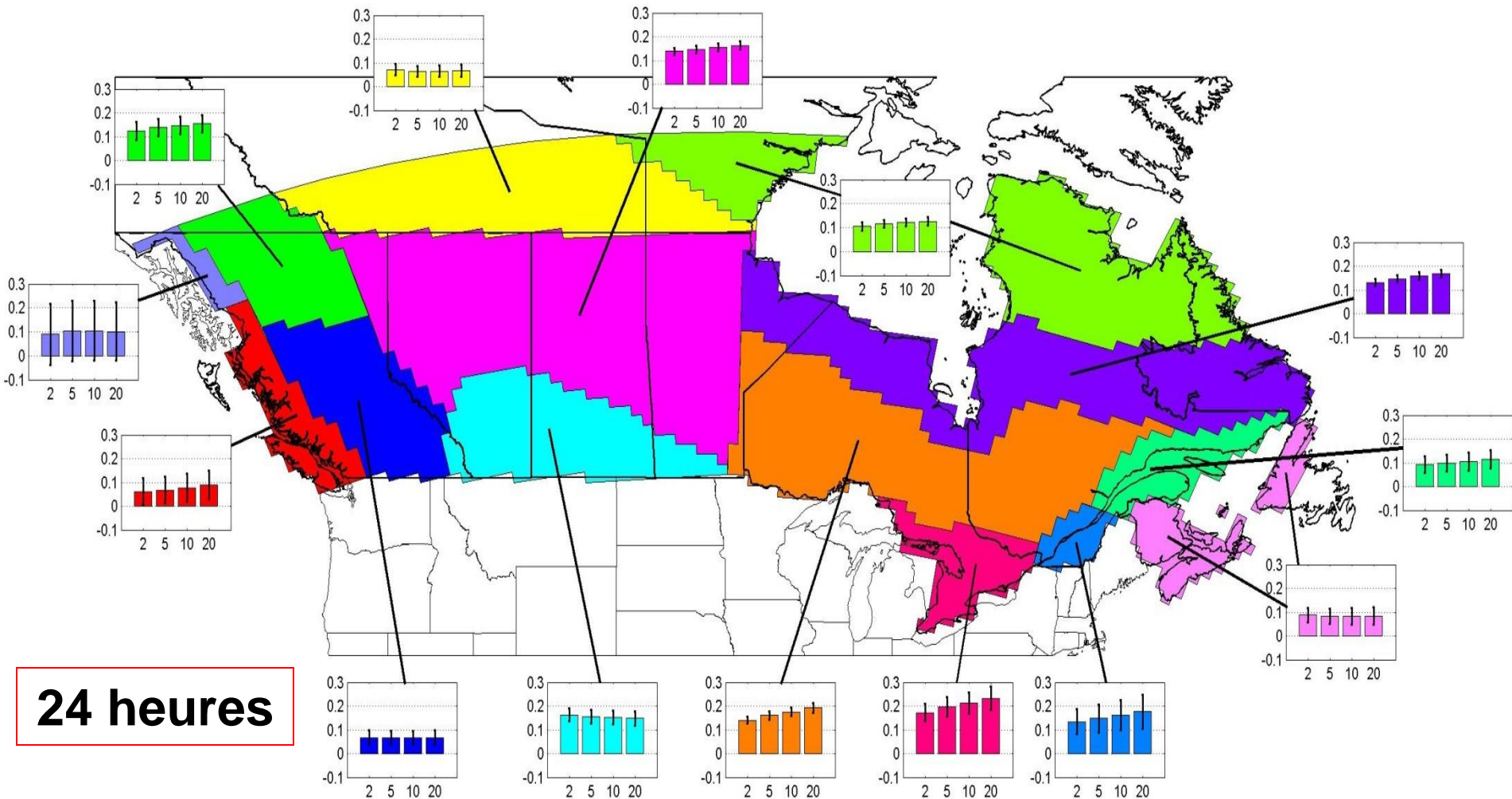
FUTUR ≠ PASSÉ

- **Impacts majeurs en matière de gestion hydriques, de conception et de gestion du risque**

Précipitations et projections climatiques

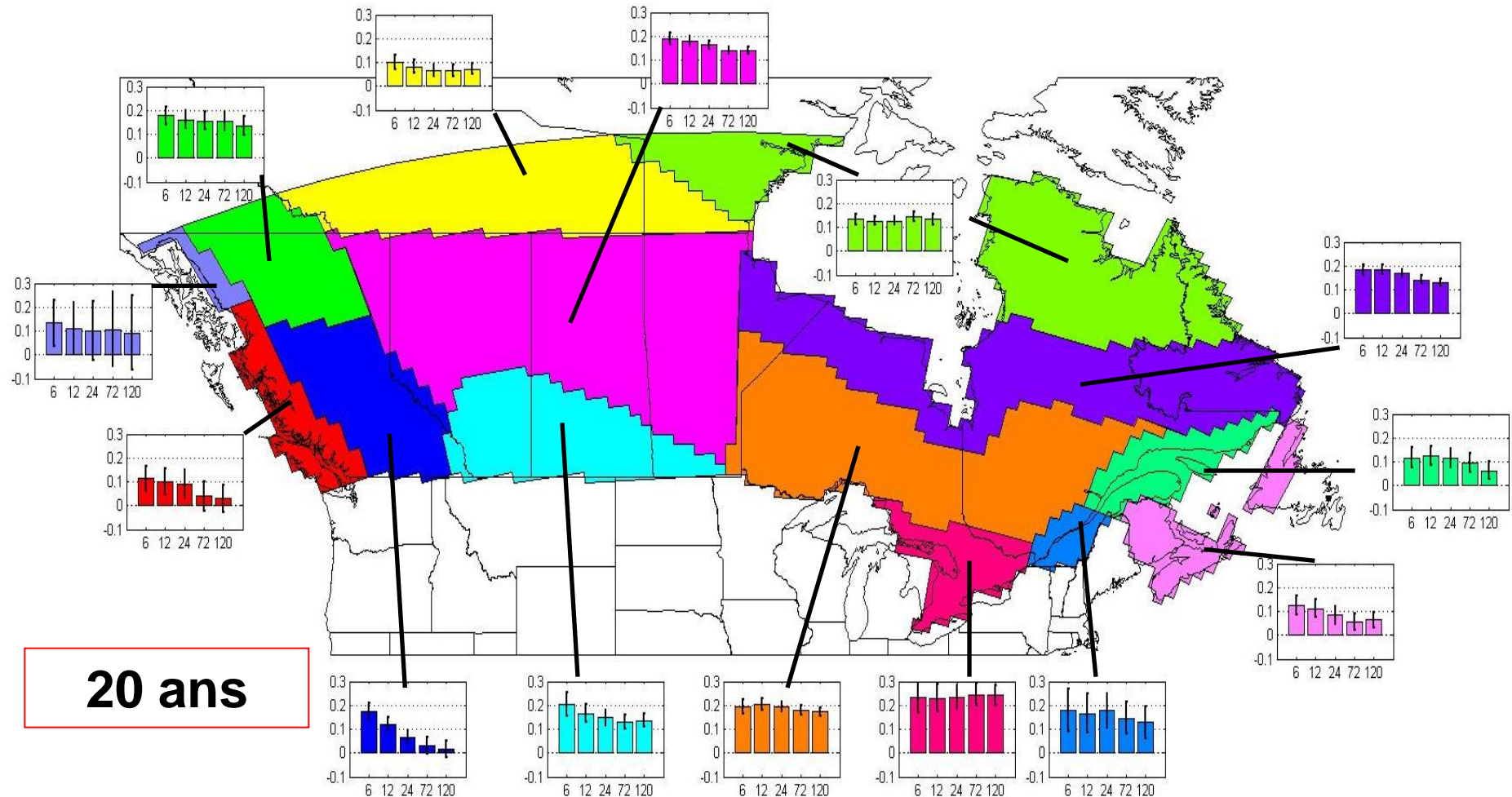
- **Modèles climatiques** : laboratoires virtuels d'investigation des conséquences des augmentations de GES
- Plusieurs modèles, plusieurs réponses
- Impératif de combiner les résultats de plusieurs modèles
- Analyse de 9 simulations climatiques : 4 en climat futur (2041-2070) et 5 en climat historique (1971-2000) – durées 6 à 120 heures; périodes de retour 2, 5, 10 et 20 ans

Changements relatifs régionaux – futur – historique



24 heures

Changements relatifs régionaux – futur – historique



Résumé (long)

- **Mise à jour des courbes IDF en climat historique**
- **Accroissement intensités/fréquences des pluies intenses**
- **PAS RECOMMANDER D'UTILISER LES IDF HISTORIQUES pour des ouvrages de durée de vie utile > 30 ans.**
- **Accroissement des maxima annuels de l'ordre de 10 à 20 % pour plusieurs régions à l'horizon 2040-2070**
- **Sud de l'Ontario le plus affecté (suivi par le Québec méridional, latitude moyenne est du Canada et les Prairies)**

Résumé (court)

Pour obtenir les courbes IDF

- **INRS-ETE**

- info-climat@mddep.gouv.qc.ca

- 418-521-3820 poste 4579

- **Environnement Canada**

- http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/prods_servs/index_f.html

Modifications intensités maxima annuels (2040-2070)

- ~ 15 % (Québec méridional et estuaire St-Laurent)
- ~ 20 % (latitude moyenne entre 48°N et 52°N)
- ~ 20 % (vers le sud de l'Ontario)

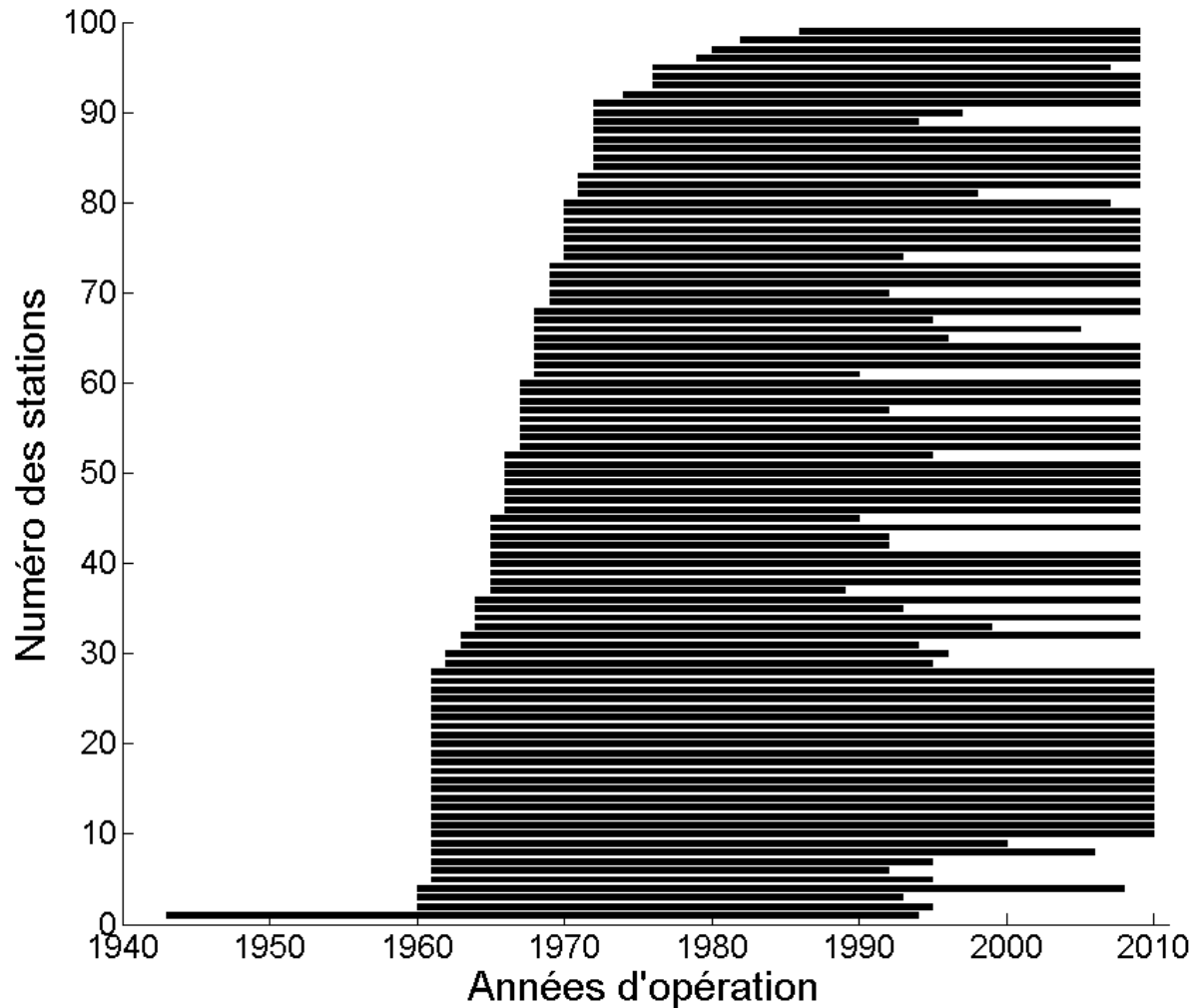
Pour plus de détails sur les projections en climat futur

Mailhot A., Beaugregard I., Talbot G., Caya D., Biner S. (2011).

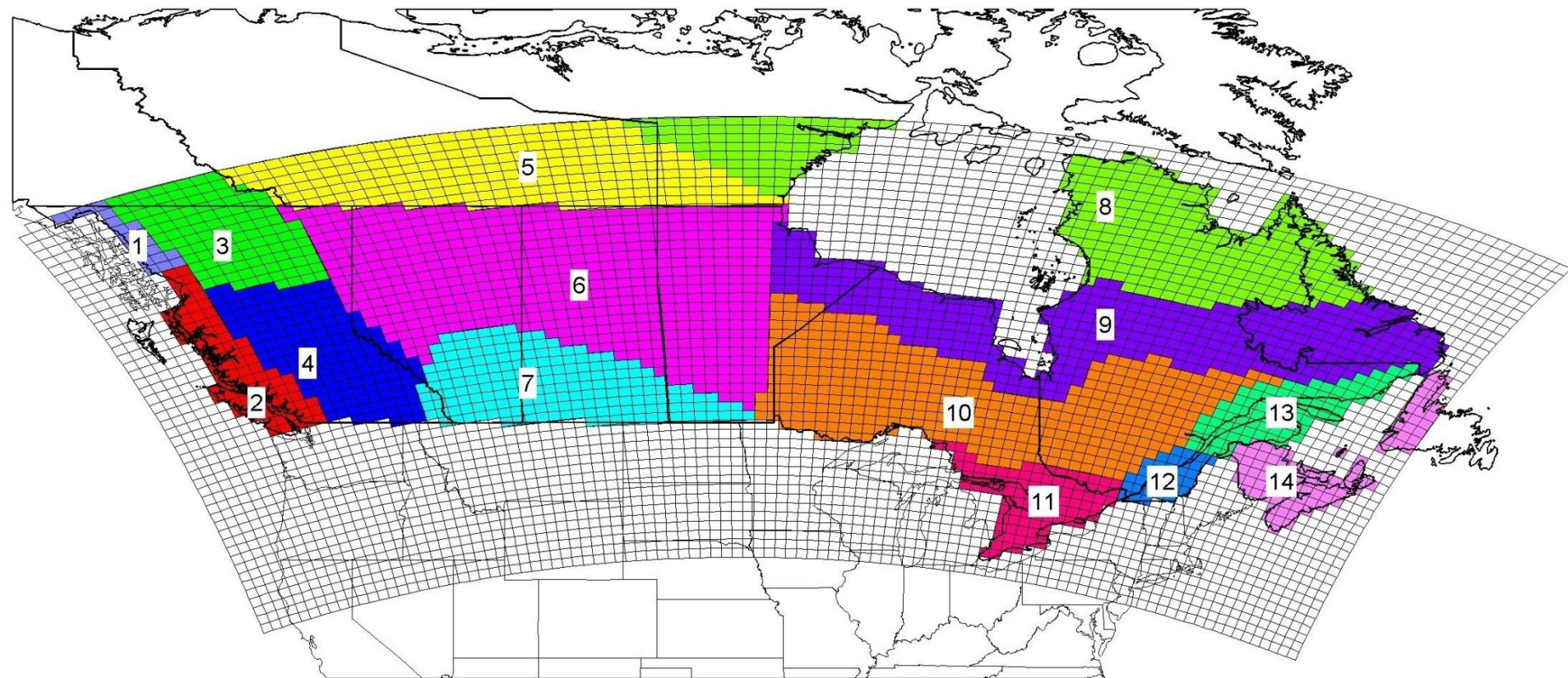
Future changes in intense precipitation over Canada assessed from multi-model NARCCAP ensemble simulations.

***International Journal of Climatology.* Disponible en ligne.**

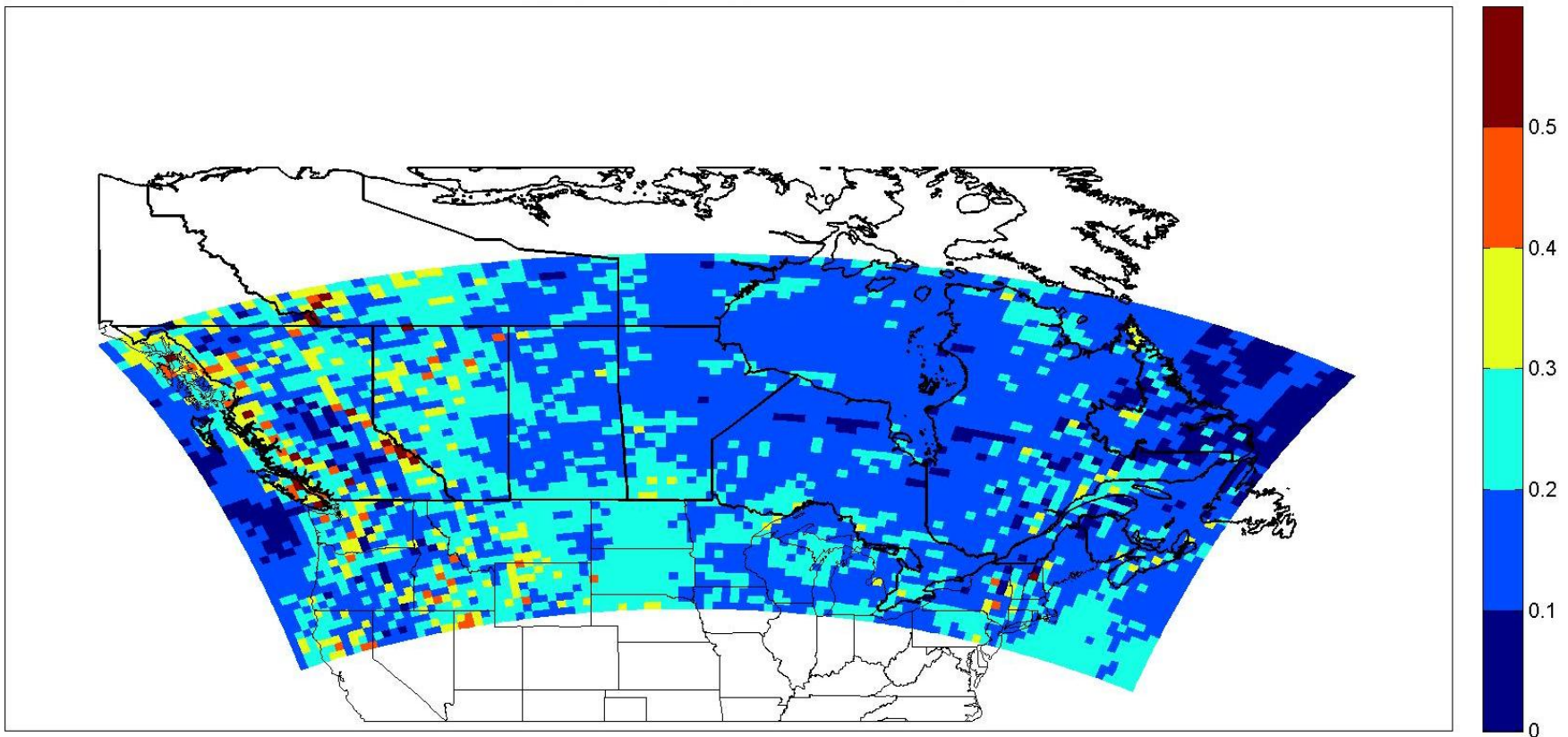
Stations – durées d'opération



Analyse régionale



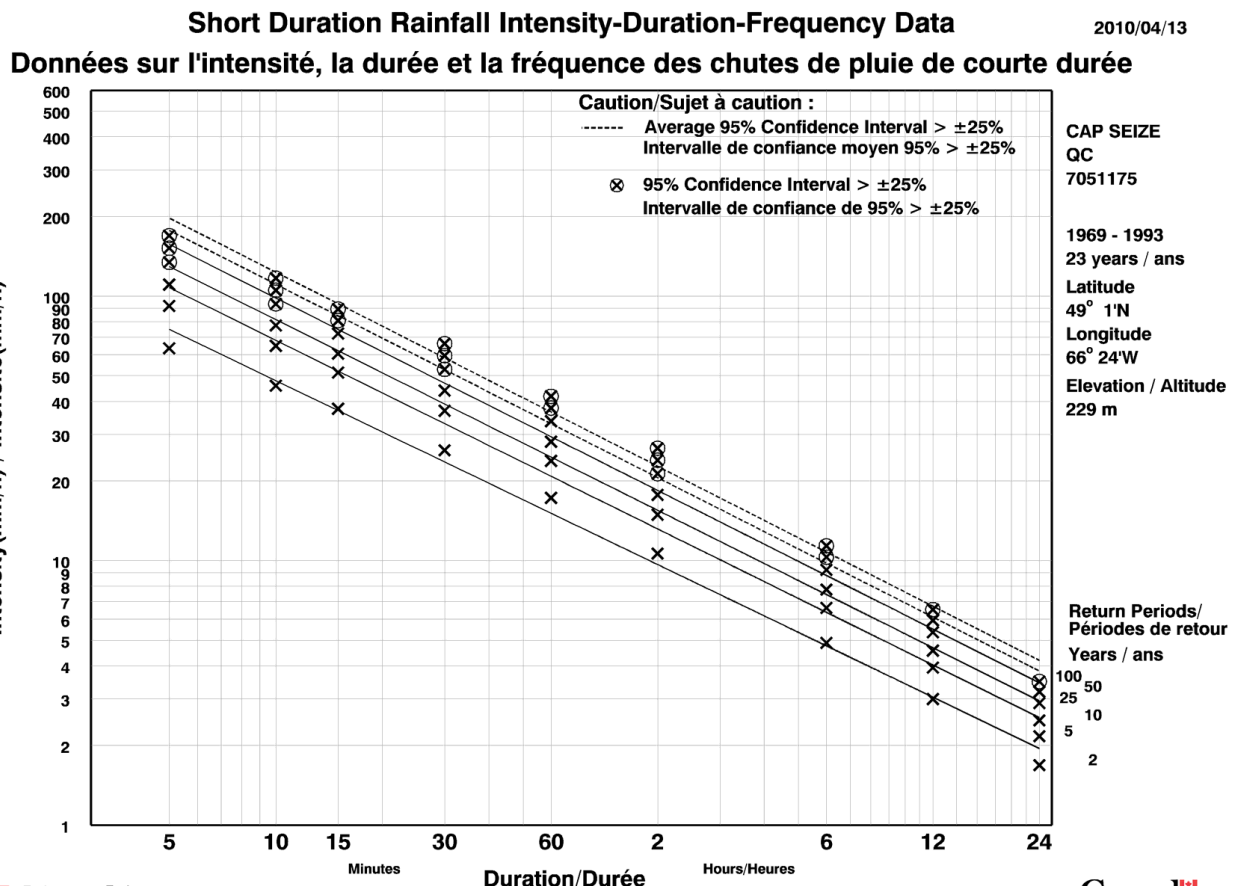
Analyse NARCCAP – variabilité intra-groupes



Groupe Présent/GCM

**Coefficients de variation – durée
24 heures – période retour 2 ans**

Exemple de courbes IDF – Environnement Canada



Number	RCM	Pilot	Period
1	ECPC	NCEP	1979-2005
2	HRM3	HadCM3	1968-2000
3	HRM3	HadCM3	2038-2070
4	HRM3	NCEP	1979-2004
5	MM5I	CCSM	1968-1999
6	MM5I	NCEP	1979-2004
7	RCM3	CGCM3	1968-2000
8	RCM3	CGCM3	2038-2070
9	RCM3	GFDL	1968-2000
10	RCM3	GFDL	2038-2070
11	RCM3	NCEP	1979-2004
12	WRFP	NCEP	1979-2004
13	CRCM	CGCM	1968-2000
14	CRCM	CGCM	2038-2070
15	CRCM	NCEP	1979-2003



Gr. 1: Historical/NCEP (6)

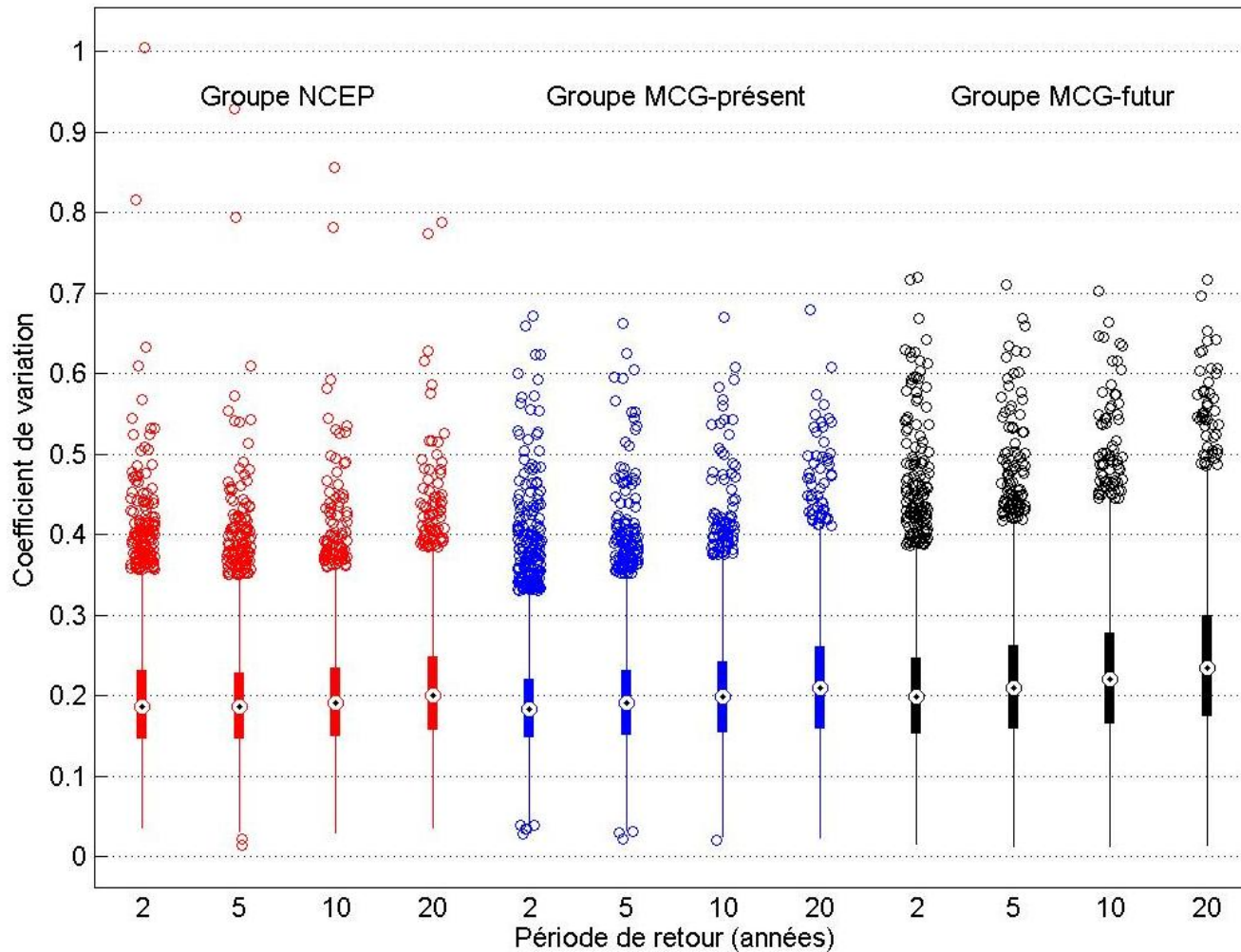


Gr. 2: Historical/GCM (5)



Gr. 3: Future (4)

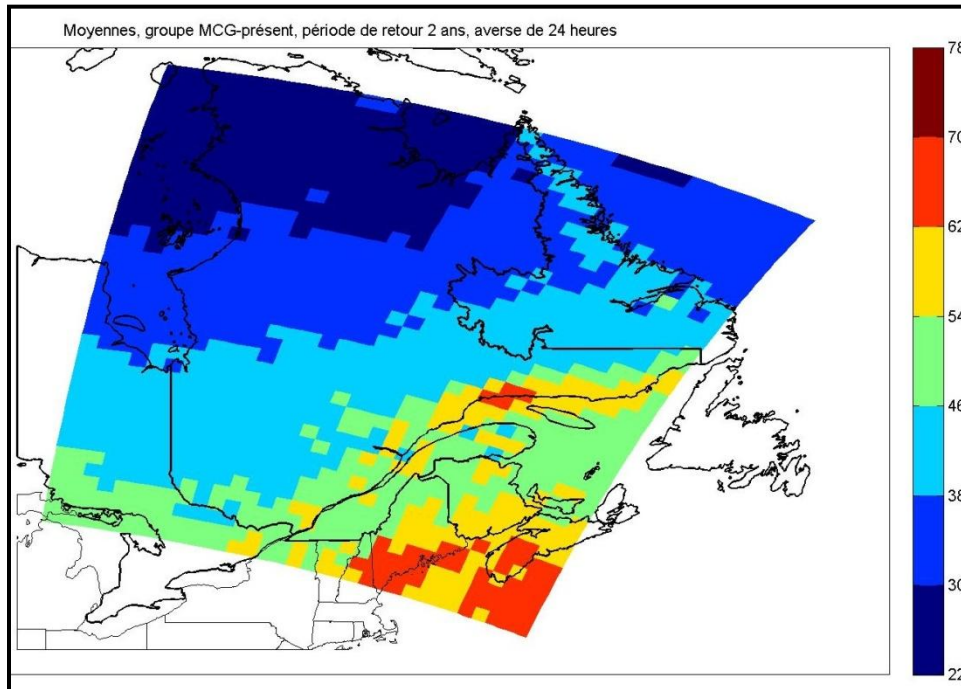
Analyse NARCCAP – variabilité intra-groupes



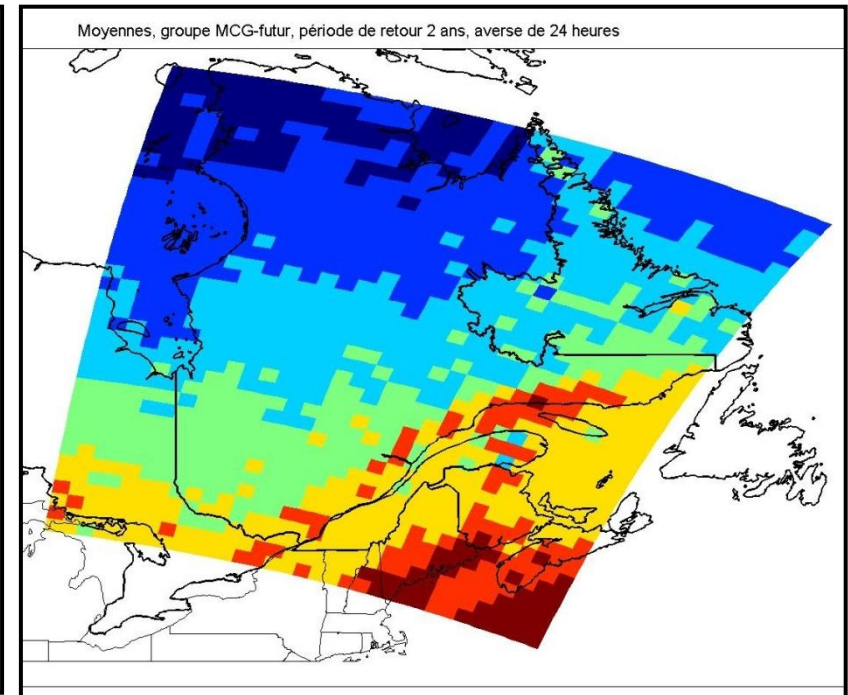
Durée 24 heures

Maxima annuel

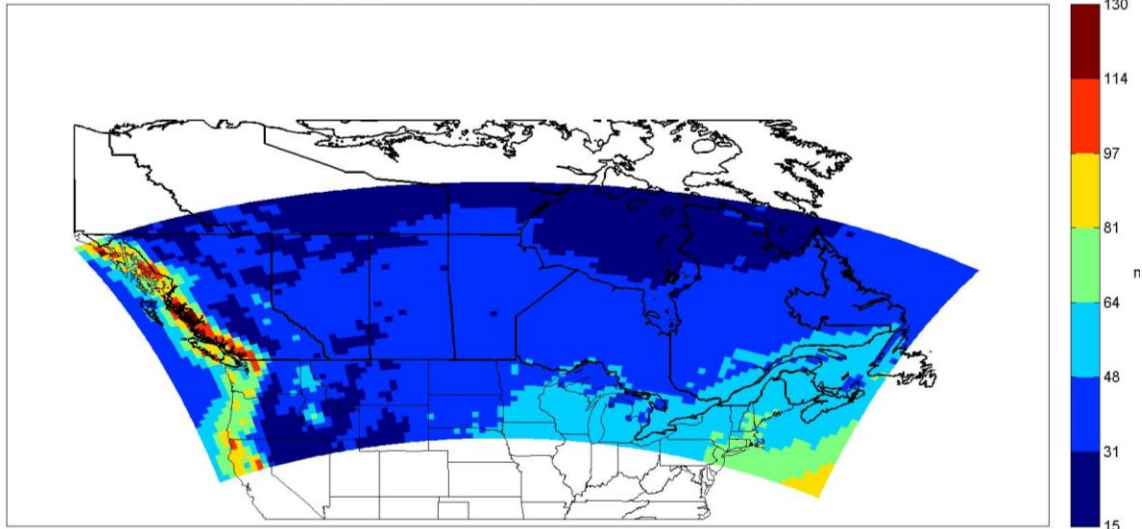
Durée 24 heures – période de retour 2 ans



Historique
1960-1990

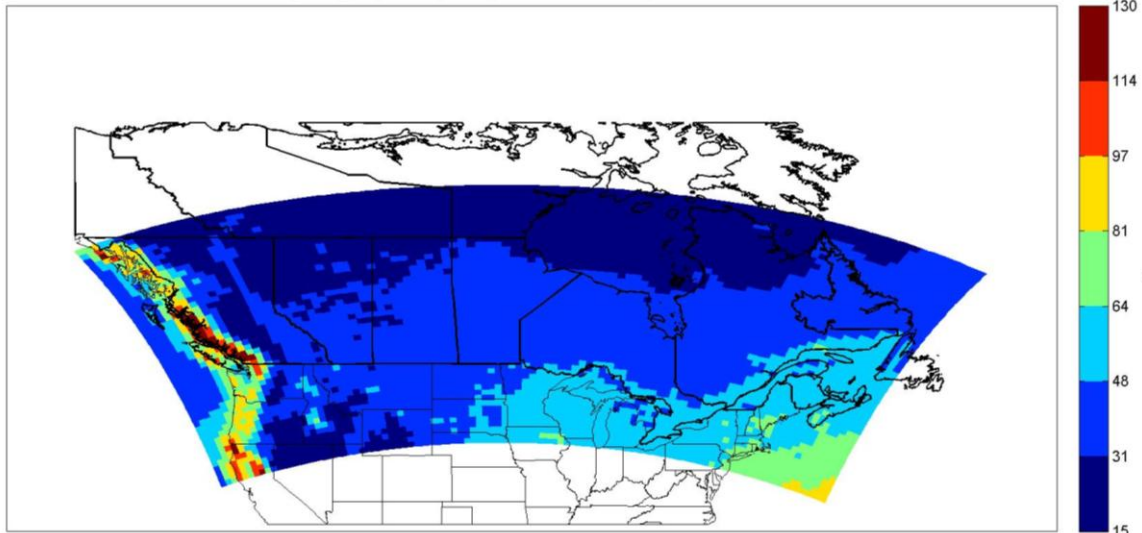


Futur
2040-2070



NCEP vs. piloté GCM

Gr. NCEP



Gr. Présent/GCM

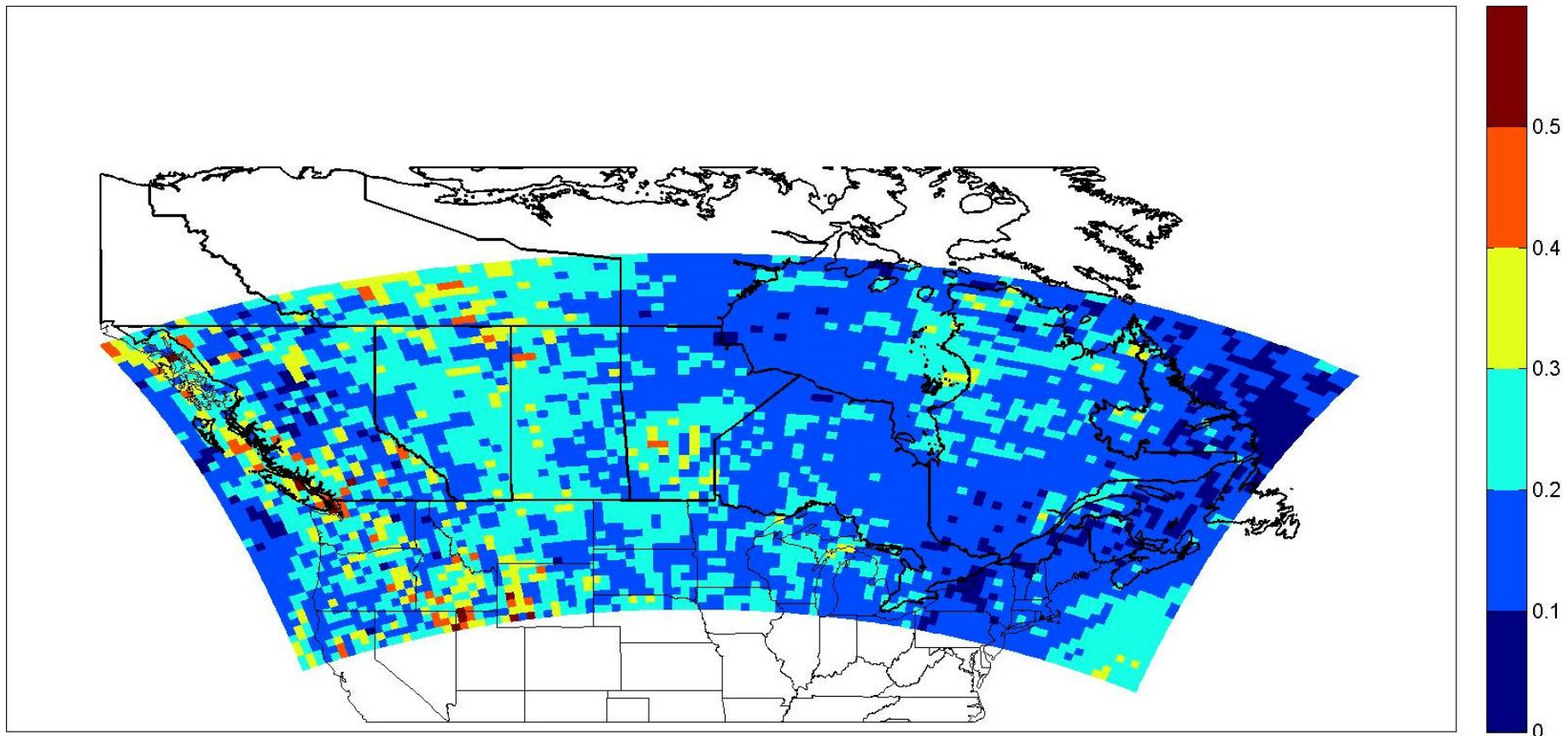
Durée 24 heures –
période retour 2 ans

North American Regional Climate Change Assessment Program – NARCCAP

- **Simulations à haute résolution (50 km x 50 km) couvrant l'Amérique du Nord**
- **Plusieurs modèles climatiques considérés**
- **Scénario d'émission SRES A2**
- **Historique : 1971-2000; Future : 2041-2070**

Coefficients of variation NCEP group

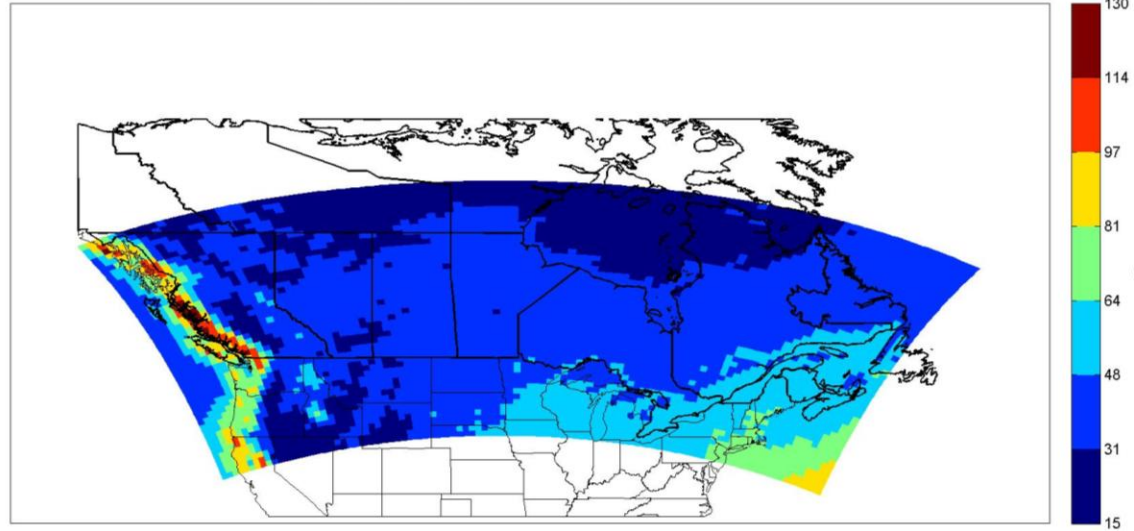
Coefficients de variation, groupe NCEP, période de retour 2 ans, averse de 24 heures



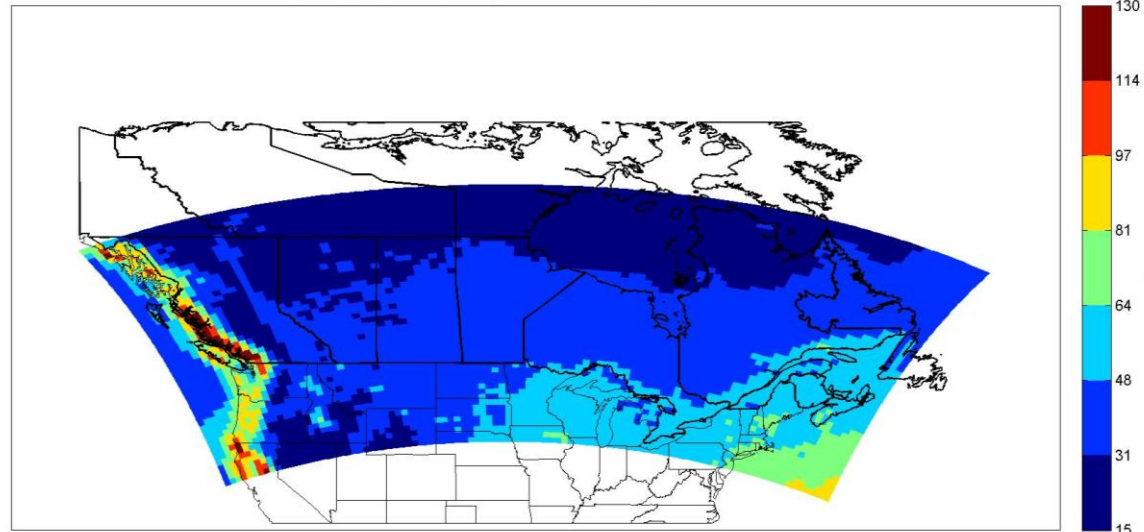
NCEP vs Historical/GCM

24-hour 2-year return period

Moyennes, groupe NCEP, période de retour 2 ans, averse de 24 heures



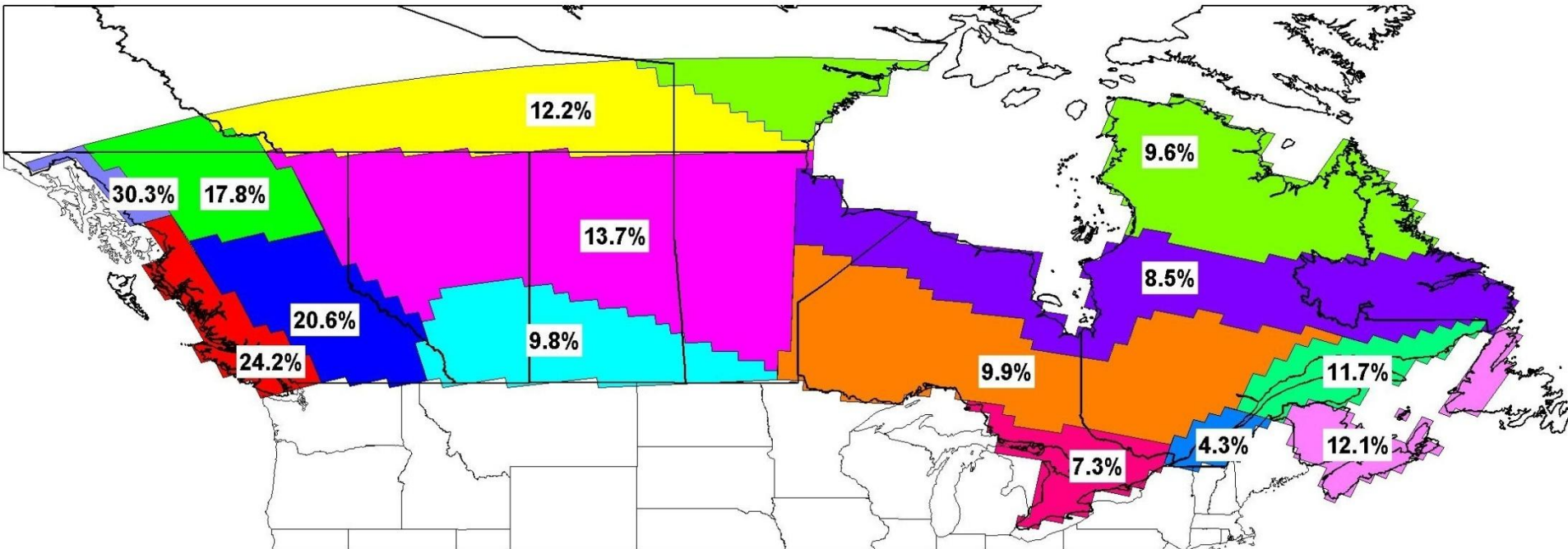
Moyennes, groupe MCG-présent, période de retour 2 ans, averse de 24 heures



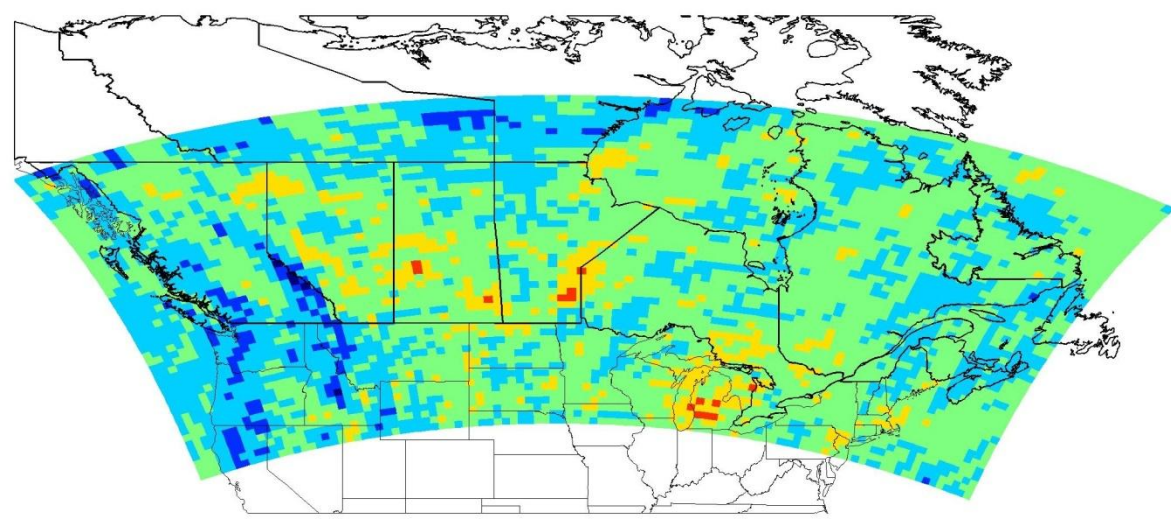
NARCCAP series analysis

- 1. Statistical analysis of grid box annual maxima series for 6- 12-, 24-, 72- and 120-h. durations**
- 2. Average rainfall intensities (given duration and return period) for each group**
- 3. Comparison of observed and simulated quantiles**
- 4. Regional analysis**

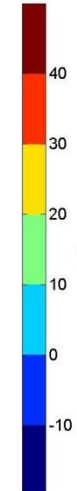
Homogénéité régionale – 24 heures – 20 ans Groupe GCM-historique



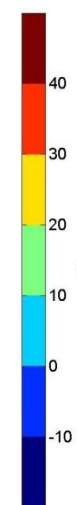
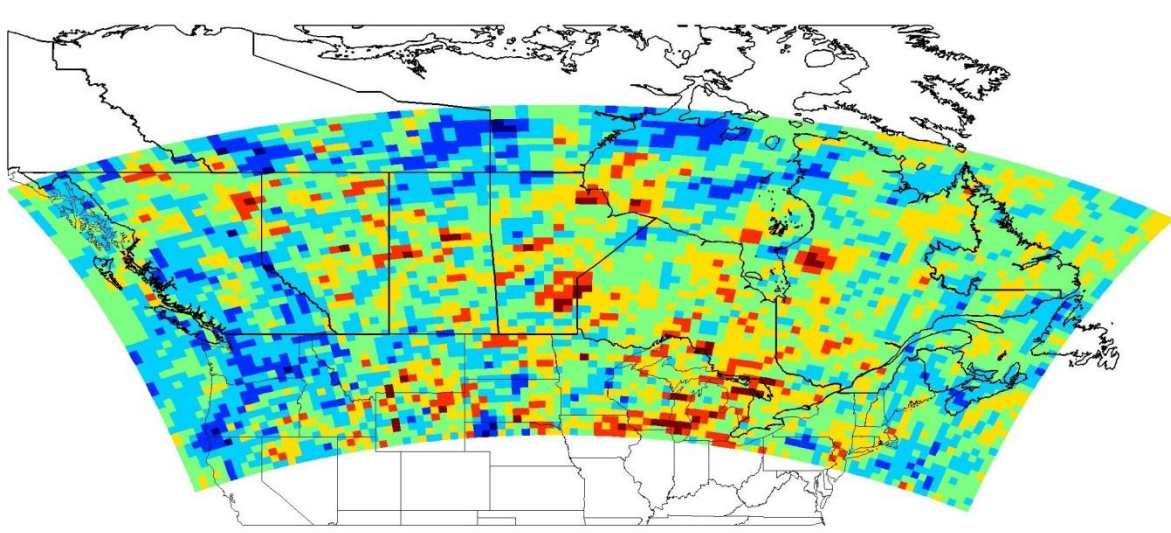
$[Cd^{2+}] = 10 \text{ nmol L}^{-1}$



Relative change (%)
(Future - Histo./GCM)/
Histo./GCM

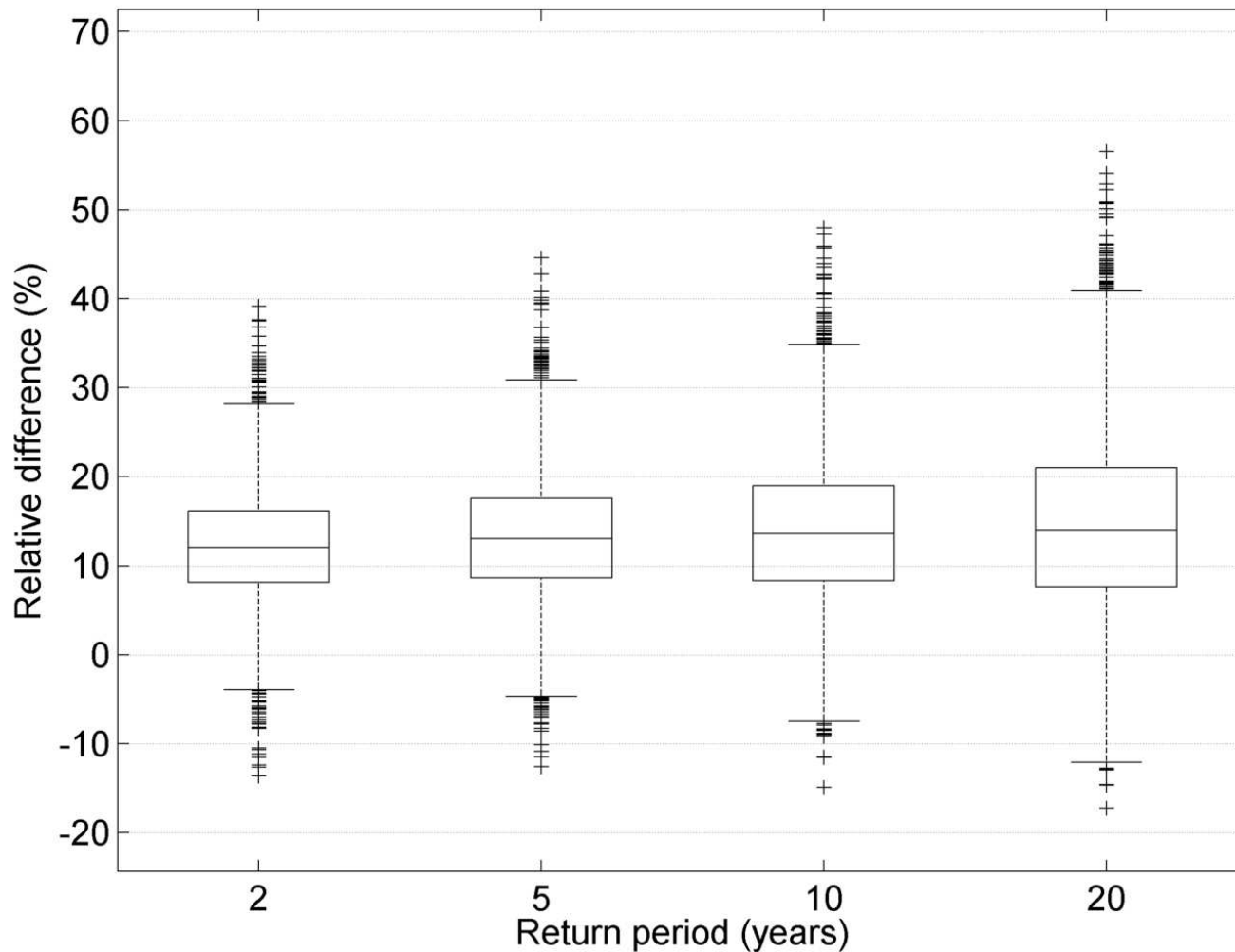


**24-hour –
2-year return period**



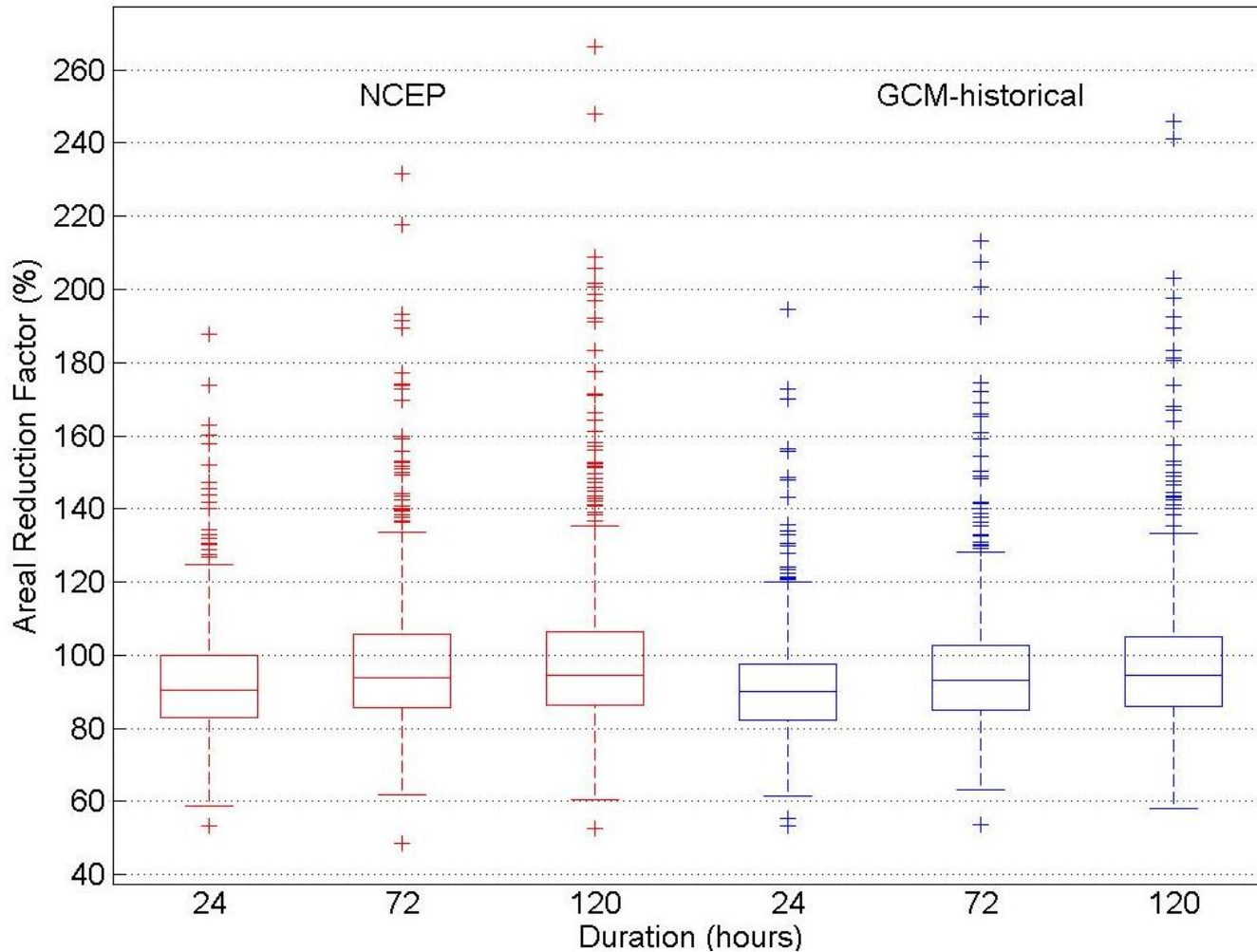
**24-hour –
20-year return period**

Box-plot des changements relatifs



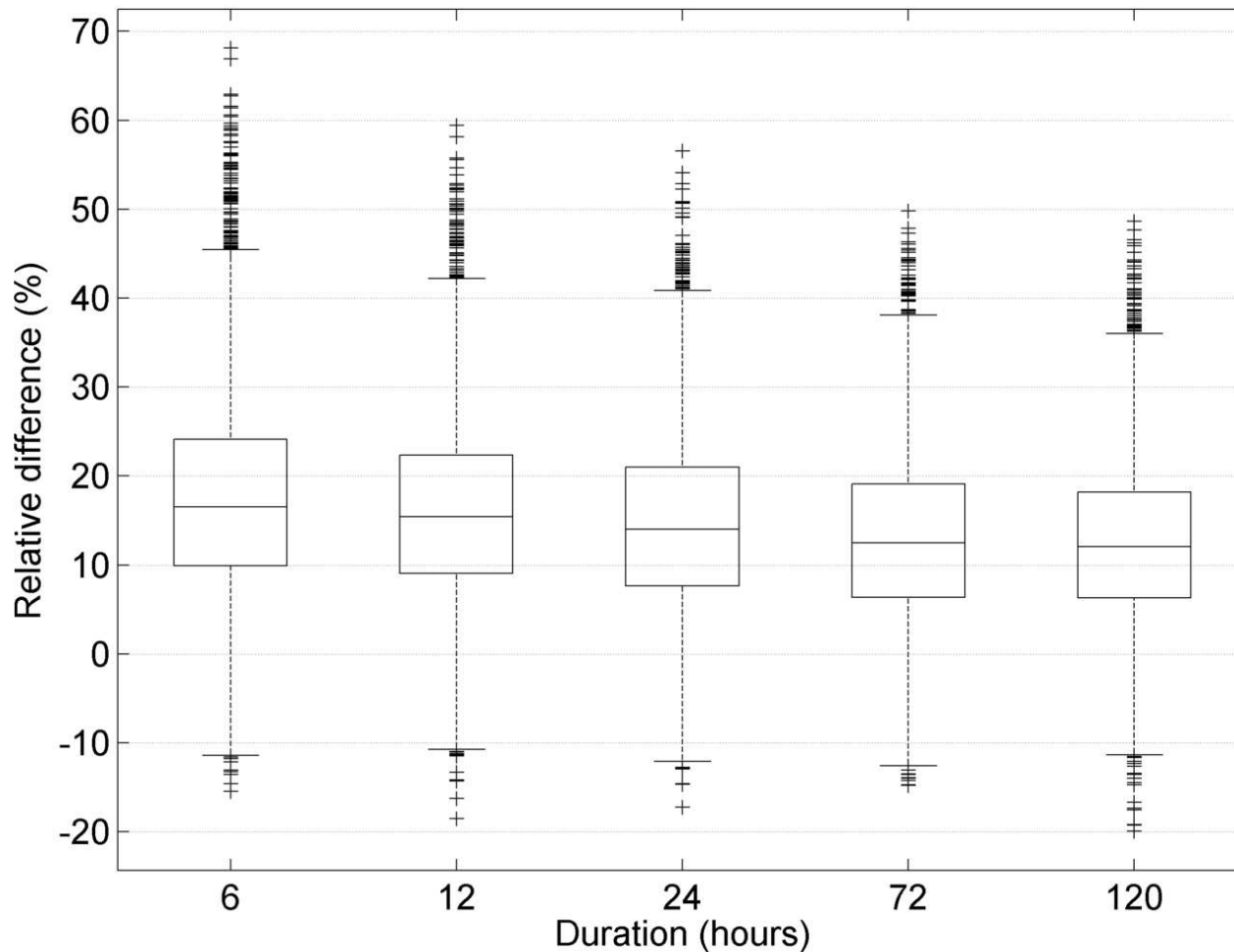
**24 heures
vs.
période
de retour**

Box-plot changements relatifs (vs. durée)



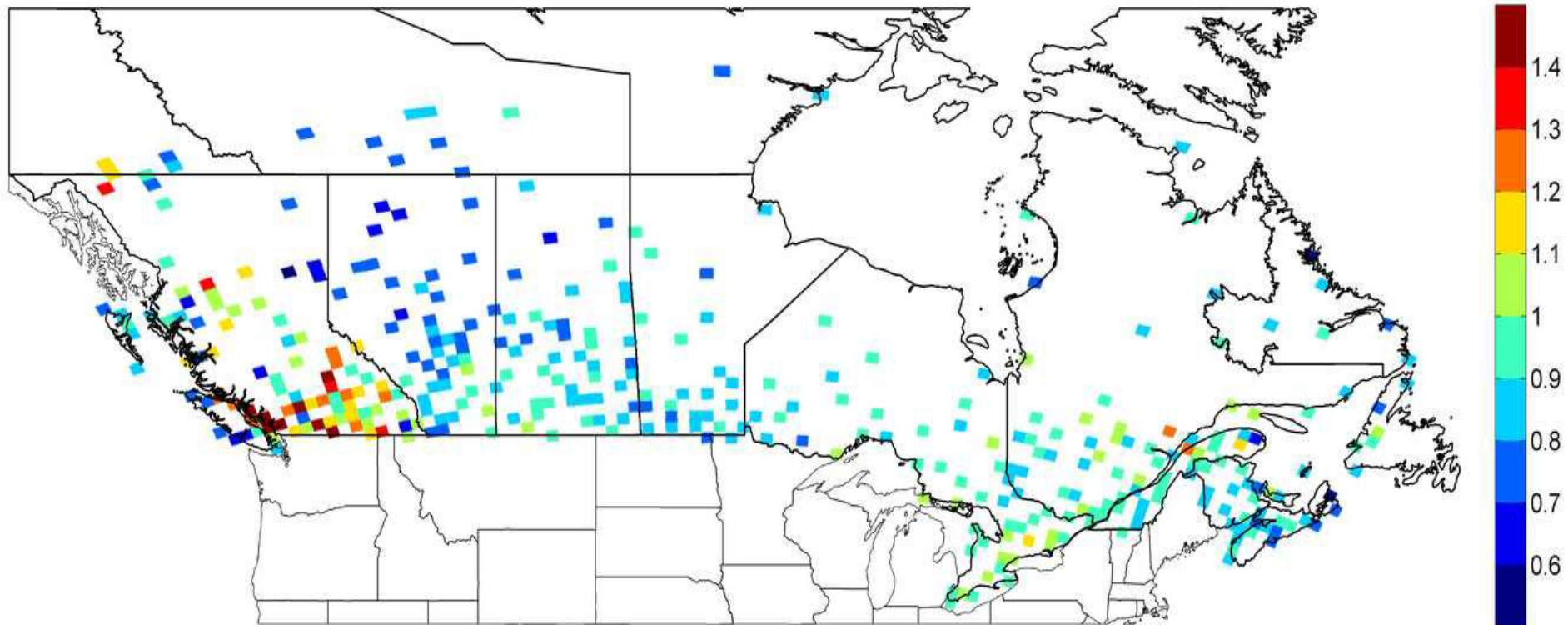
Période de retour 2 ans

Box-plot of relative changes at the grid-box scale



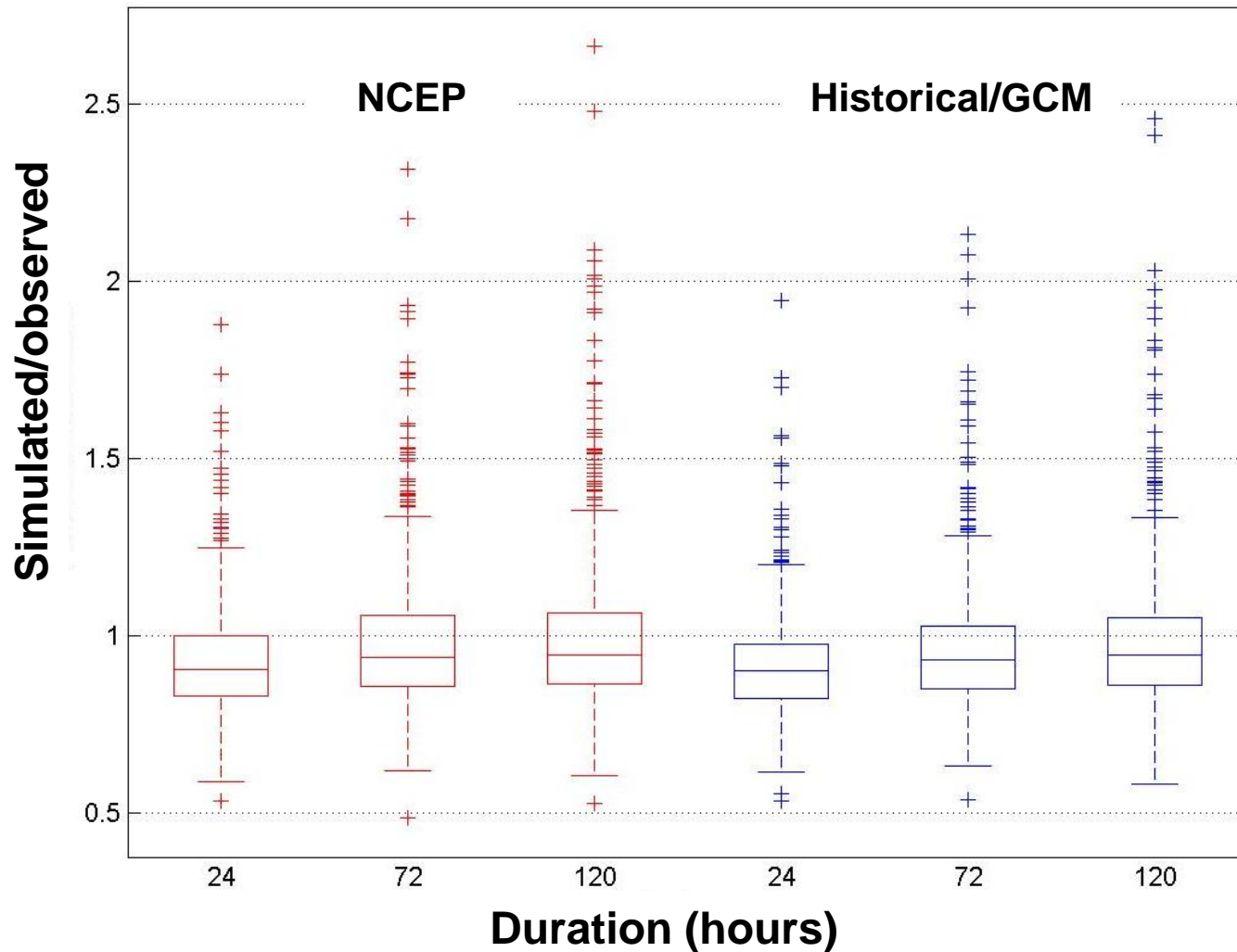
**20-year
return period
vs. duration**

Comparison simulated and observed (simulated/observed)



Daily annual maxima rainfall - 2-year return period

Box plot (simulated/observed)



Daily precipitation
2-year return
period