

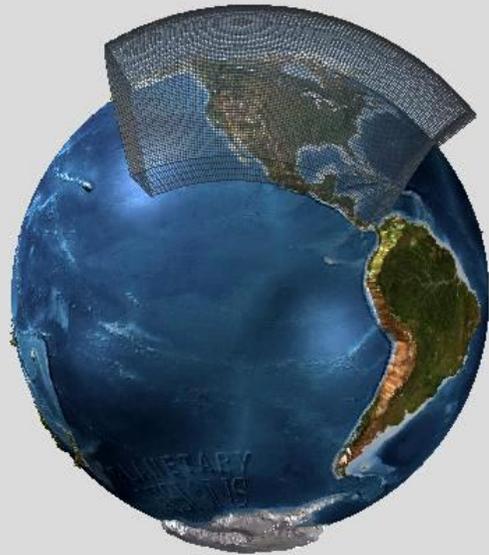


Science des changements climatiques et prise de décision en adaptation



Alain Bourque
Directeur général
www.ouranos.ca
Bourque.alain@ouranos.ca
14 juillet 2016



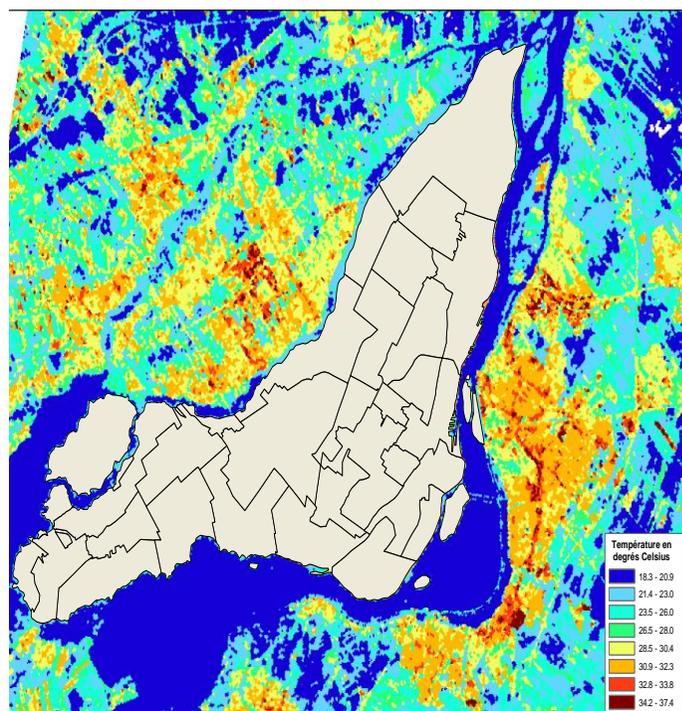


- Basé à Montréal, créé par les membres en 2002
- Masse critique d'experts pour assurer le développement et la coordination de R&D interdisciplinaire, appliquée et orientée vers les usagers de l'adaptation
- Innovation par une recherche collaborative connectée avec praticiens/décideurs (opérations, politique, planif, stratégique)

1. Un programme en Science du climat dédié à la production de scénarios climatiques et à la modélisation climatique aux échelles régionales (300km/45km/10km)

2. Un programme multidisciplinaire et multi-institutionnel en Vulnérabilités, Impacts et Adaptation

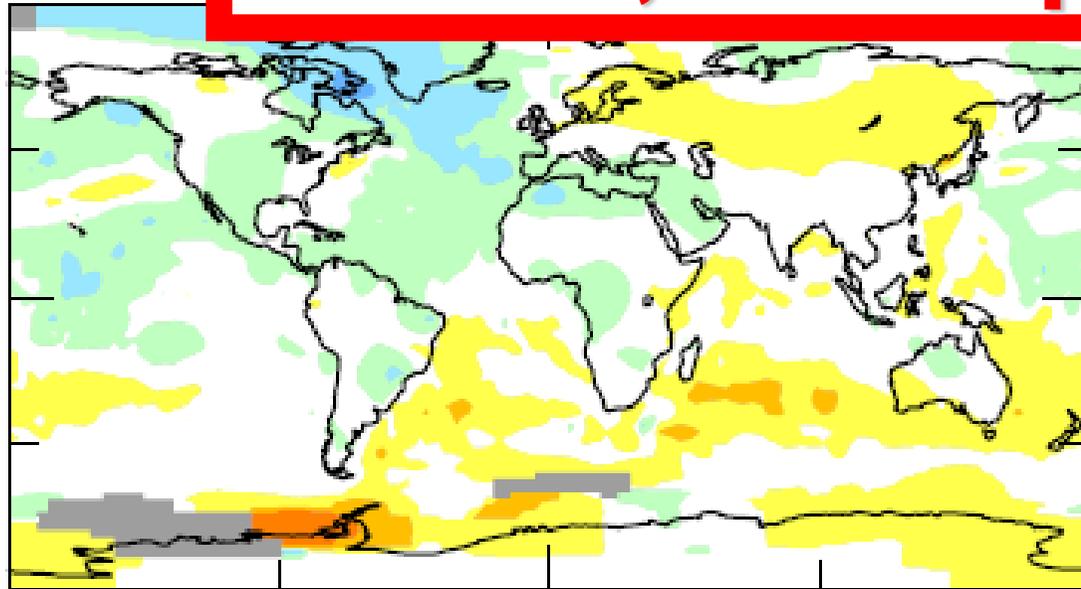
- Gestion de l'eau
- Environnement bâti
- Environnement maritime
- Environnement nordique
- Écosystèmes et biodiversité
- Ressources forestières
- Agriculture, Pêches et Aquaculture
- Énergie
- Santé
- Tourisme
- Économie



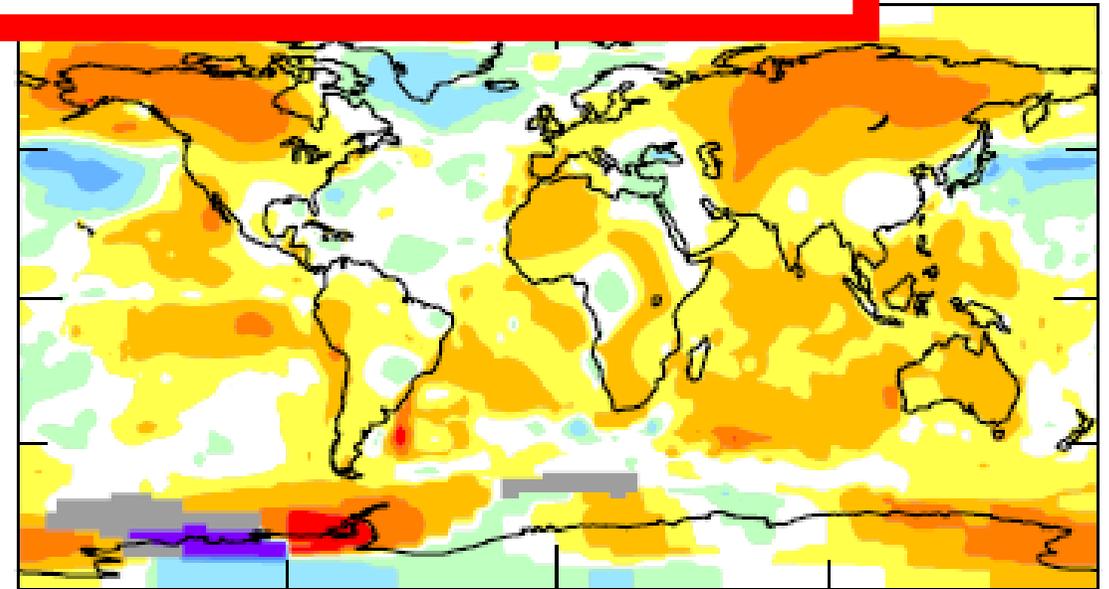
**Tendance Mondiale, GIEC 2013:
+0,85C depuis 100 ans**

s . c a

1970s

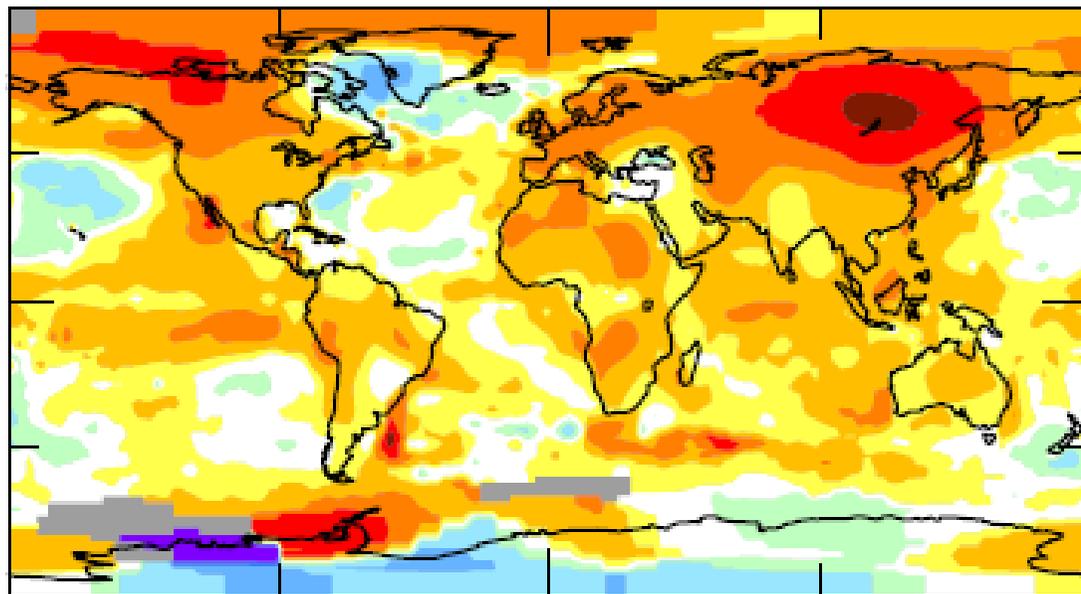


0.18



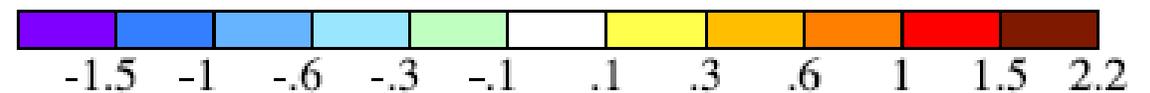
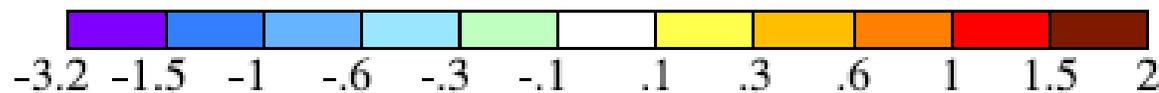
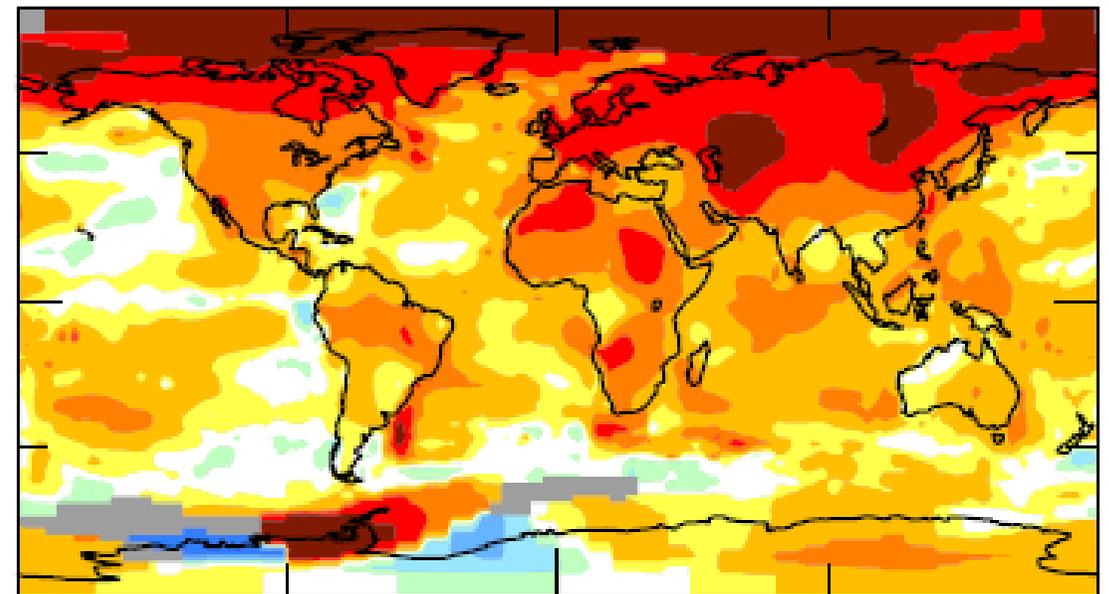
1990s

0.31



2000s

0.51



Premier rapport d'évaluation (1990)

- Il se passera probablement **au moins** 10 ans avant que des observations nous permettent d'établir de façon certaine qu'il y a eu renforcement de l'effet de serre.

Deuxième rapport d'évaluation (1995)

- Notre capacité à mesurer l'influence de l'homme sur le climat global reste limitée car le signal est encore difficile à distinguer du bruit de fond lié à la variabilité naturelle... cependant, le **faisceau d'éléments disponibles** suggère qu'il y a une influence perceptible de l'homme sur le climat global.

Troisième rapport d'évaluation (2001)

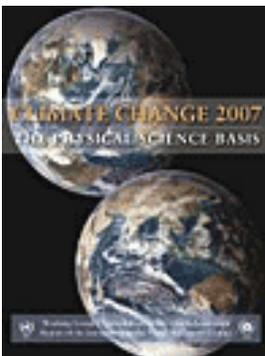
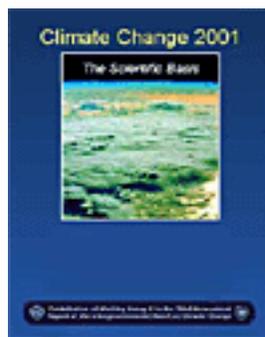
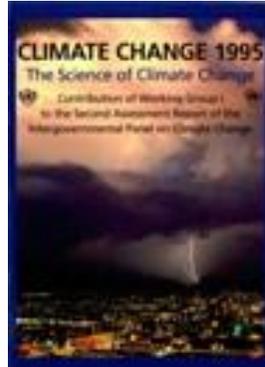
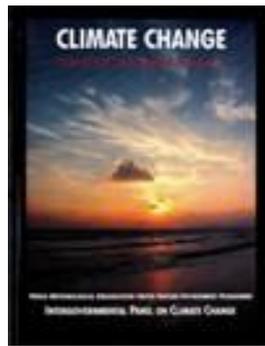
- L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale depuis 50 ans est **probablement** dû à l'augmentation observée des concentrations des gaz à effet de serre

Quatrième rapport d'évaluation (2007)

- L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale depuis le milieu du XXe siècle est **très probablement** dû à l'augmentation observée des concentrations des gaz à effet de serre anthropiques

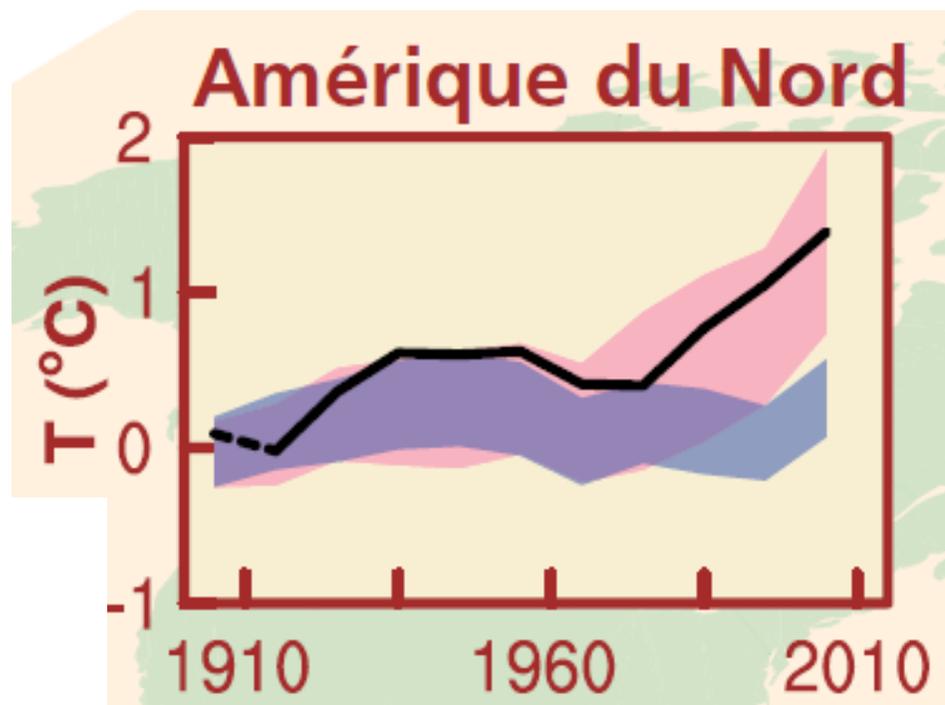
Cinquième rapport d'évaluation (2013)

- Il est **extrêmement probable** que l'influence de l'homme est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XXe siècle.



Le Canada est devenu plus chaud (1948-2013):

- Augmentation température moyenne de 1.6° C (2X global)
- Arctique, augmentation température moyenne 2.2° C (3X global)



Source: IPCC



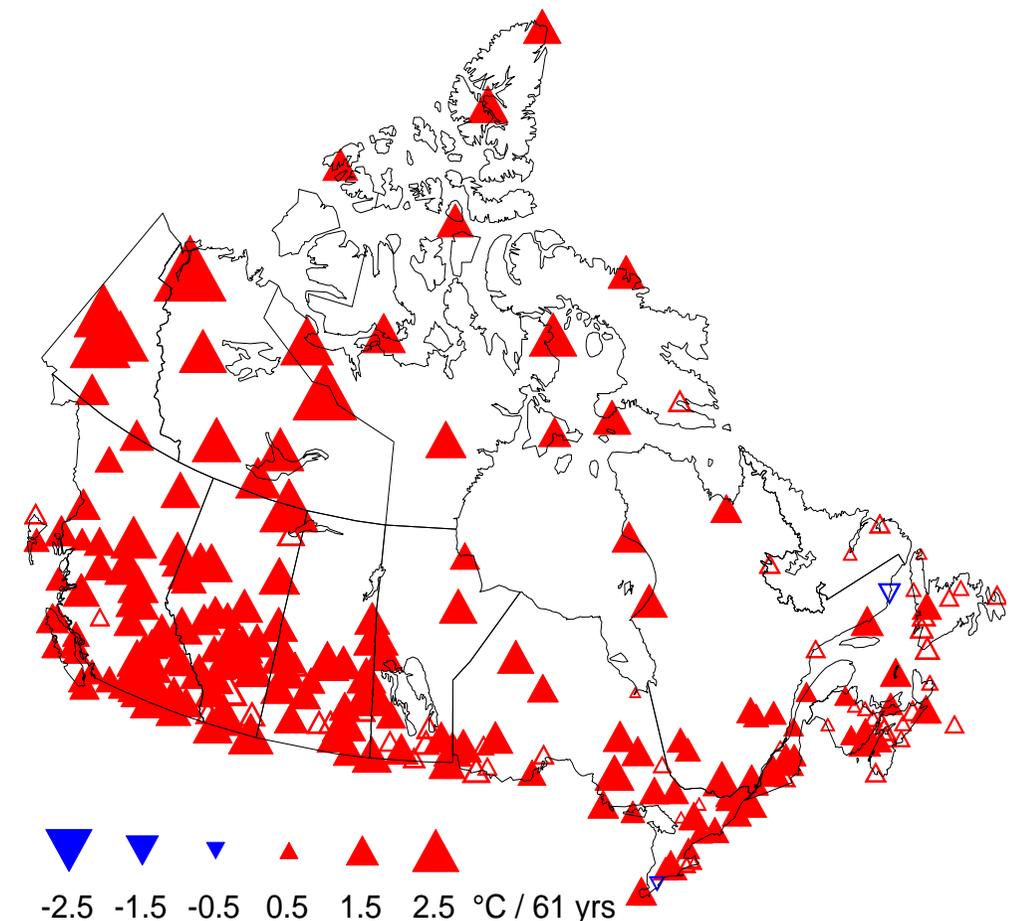
Observations



Modèles n'utilisant que les forçages naturels

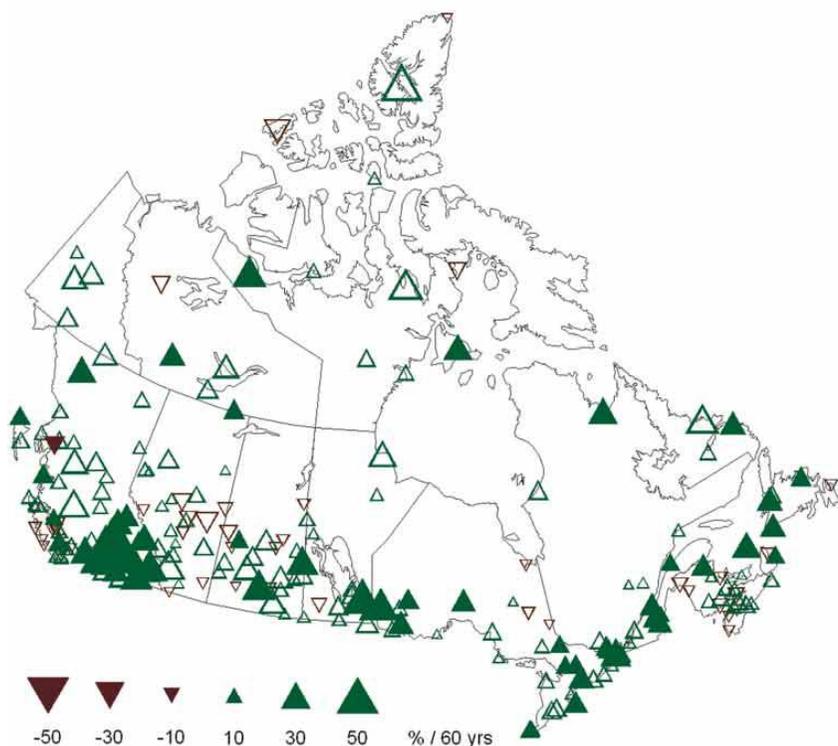


Modèles utilisant les forçages naturels et anthropiques

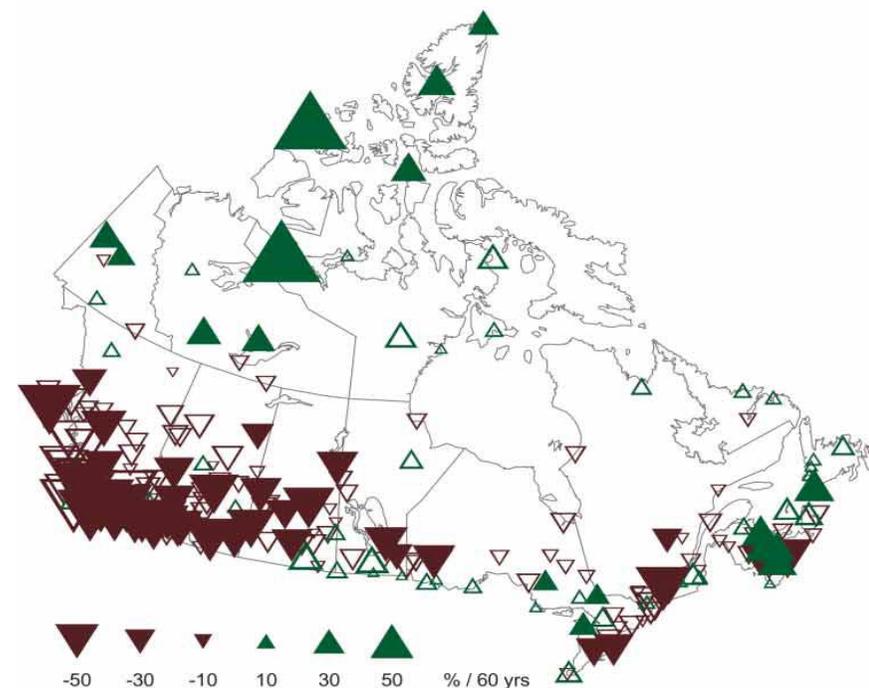


Tendances des températures annuelles moyennes

Environnement Canada

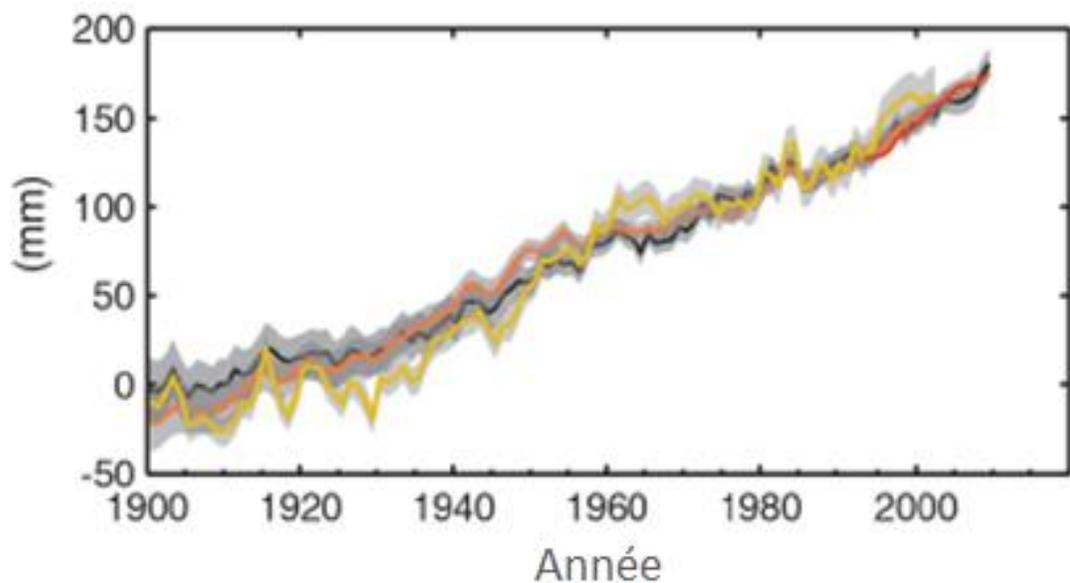


Précipitations annuelles moyennes



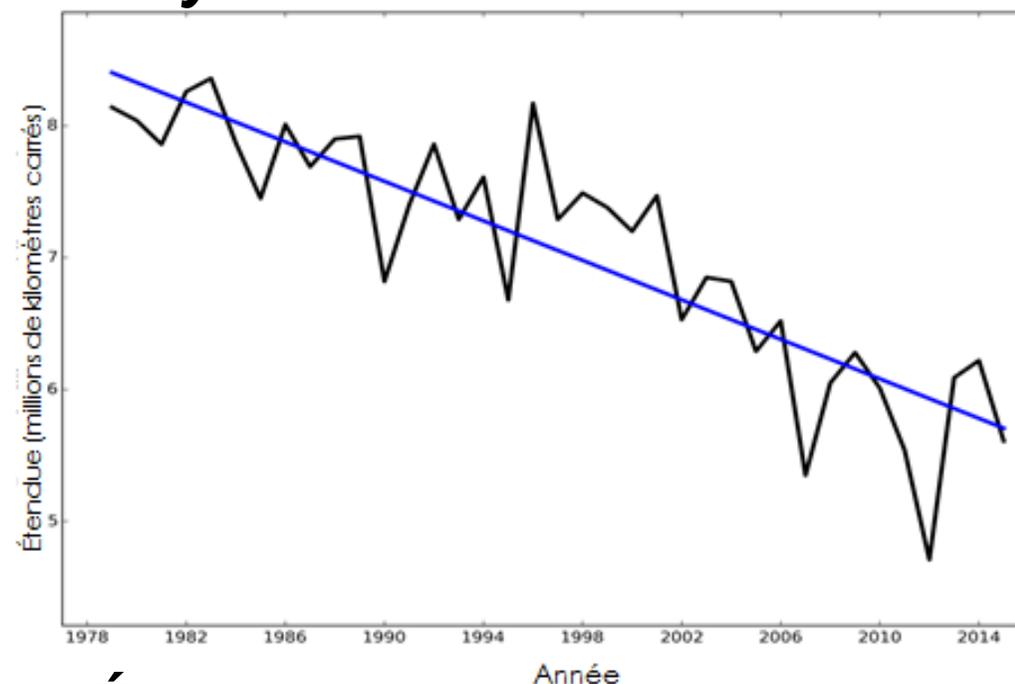
Chutes de neige annuelles moyennes

Vincent & Mekis 2006, 2011



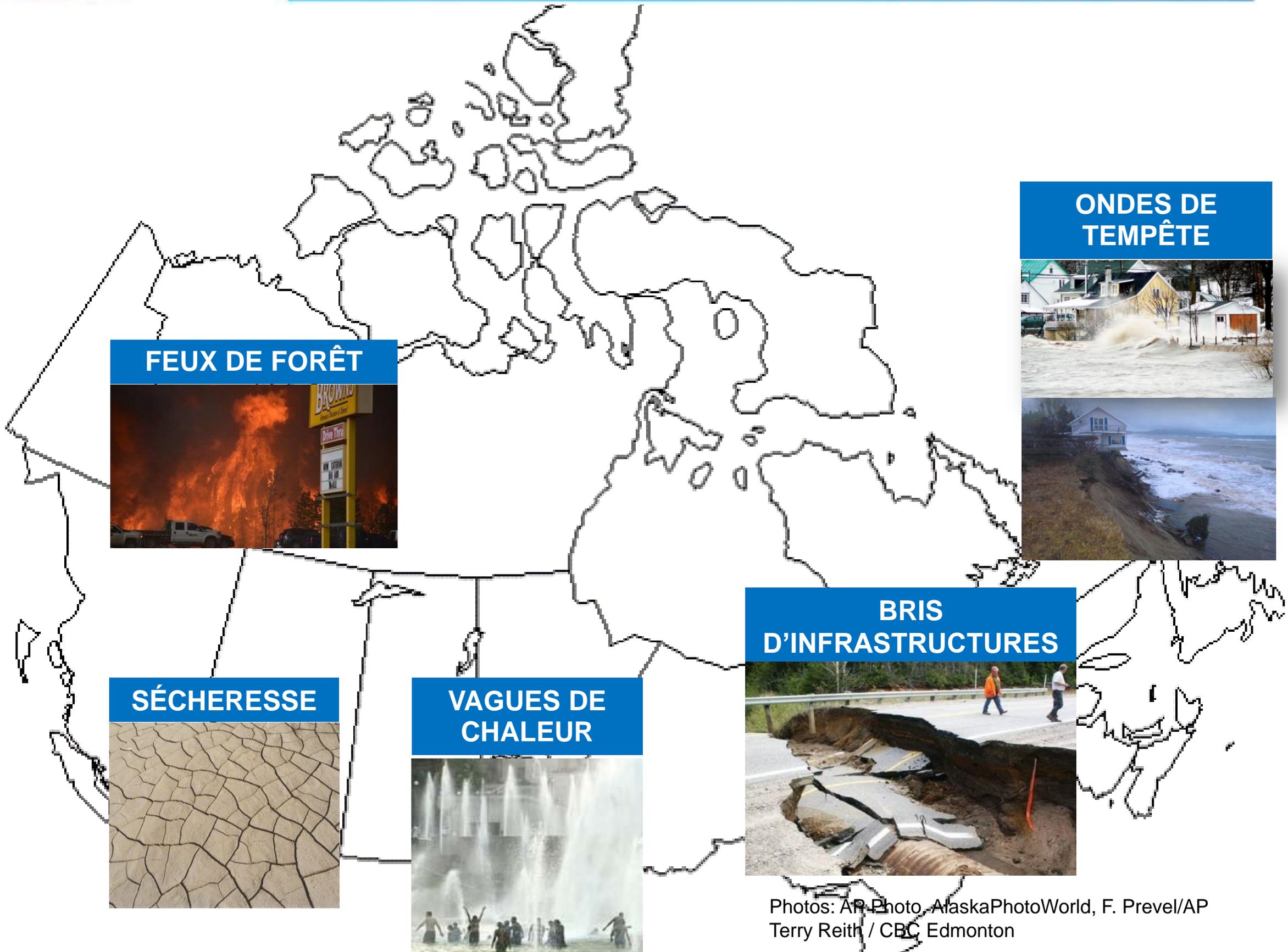
Niveau moyen de la mer (1900-...)

AR5 du GIEC, Résumé à l'intention des décideurs (GTI), Fig. SPM.3



Étendue de glace de mer arctique (août) (1979-2015)

National Snow and Ice Data Centre



FEUX DE FORÊT



SÉCHERESSE



VAGUES DE CHALEUR



BRIS D'INFRASTRUCTURES



ONDES DE TEMPÊTE



ÉCOSYSTÈMES



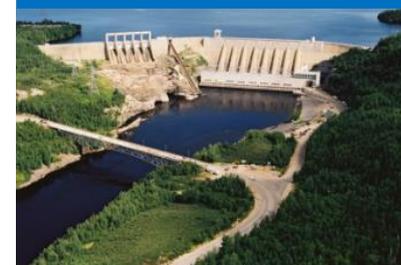
FORÊT



RESSOURCES AQUATIQUES



DISPONIBILITÉ DE L'EAU

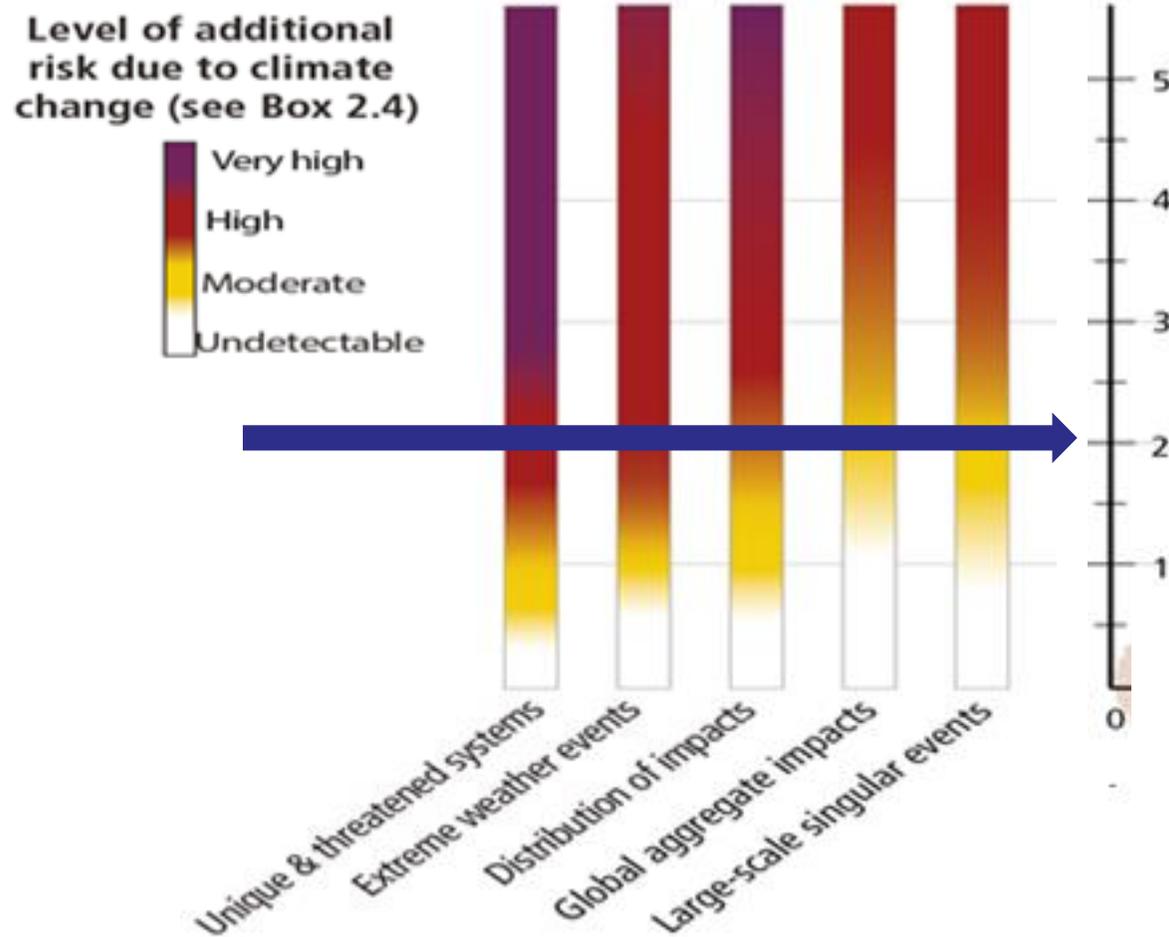


AGRICULTURE



QUALITÉ DE L'EAU

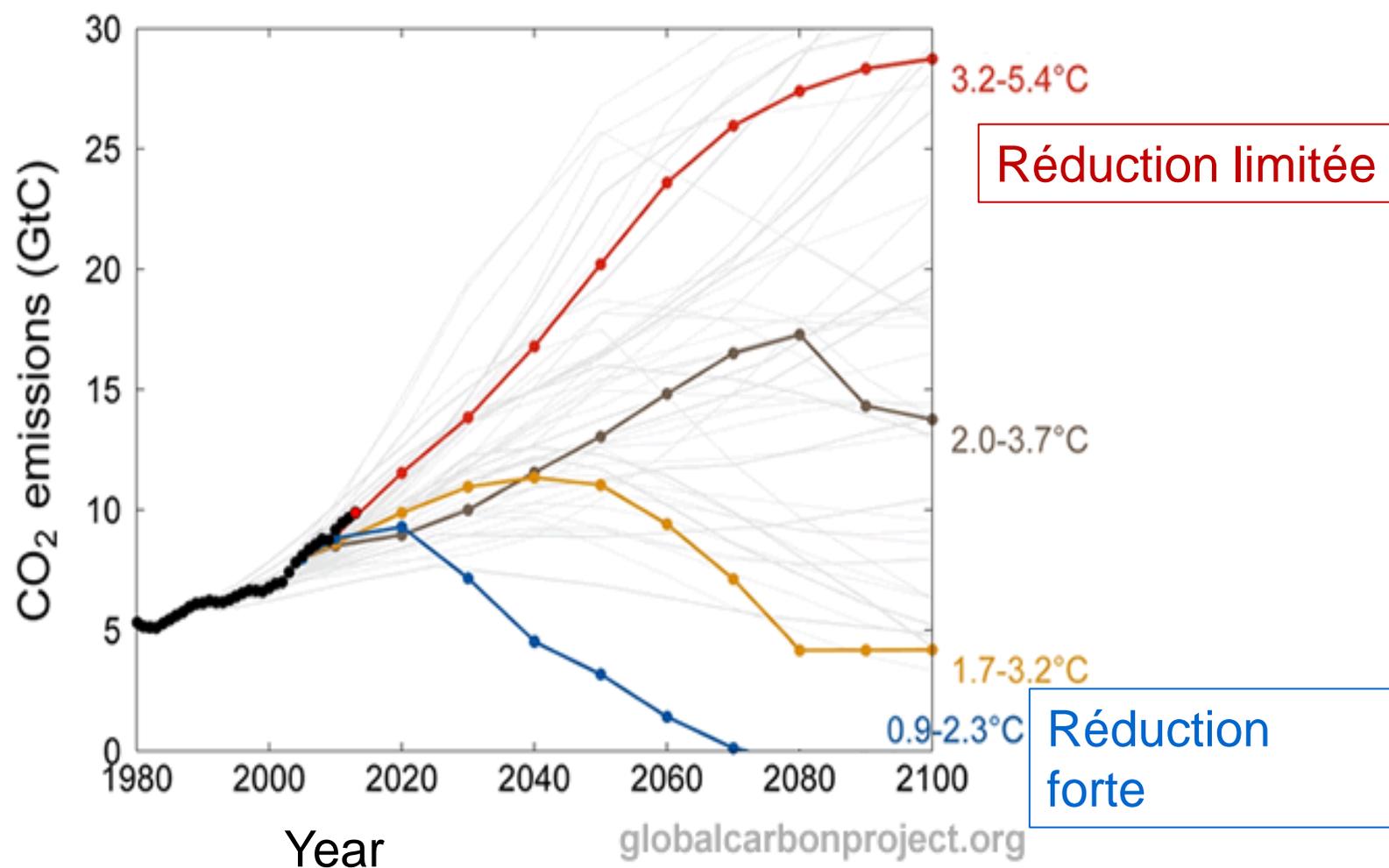




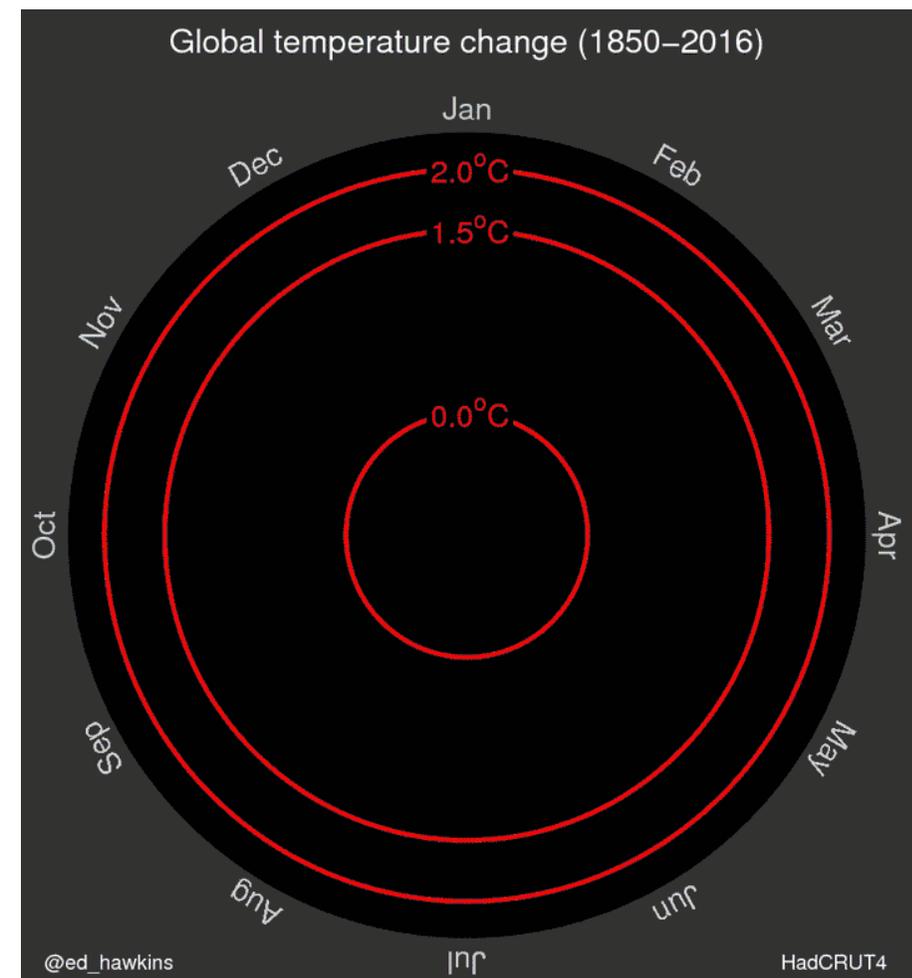
Au dessus de 2°C, cible de la CNUCC*, les risques d'impacts sévères, répandus et irréversibles augmentent.

Nous sommes déjà à 65% de la limite des émissions cumulatives consistantes avec la cible du 2°C.

Emissions observées et scénarios futurs

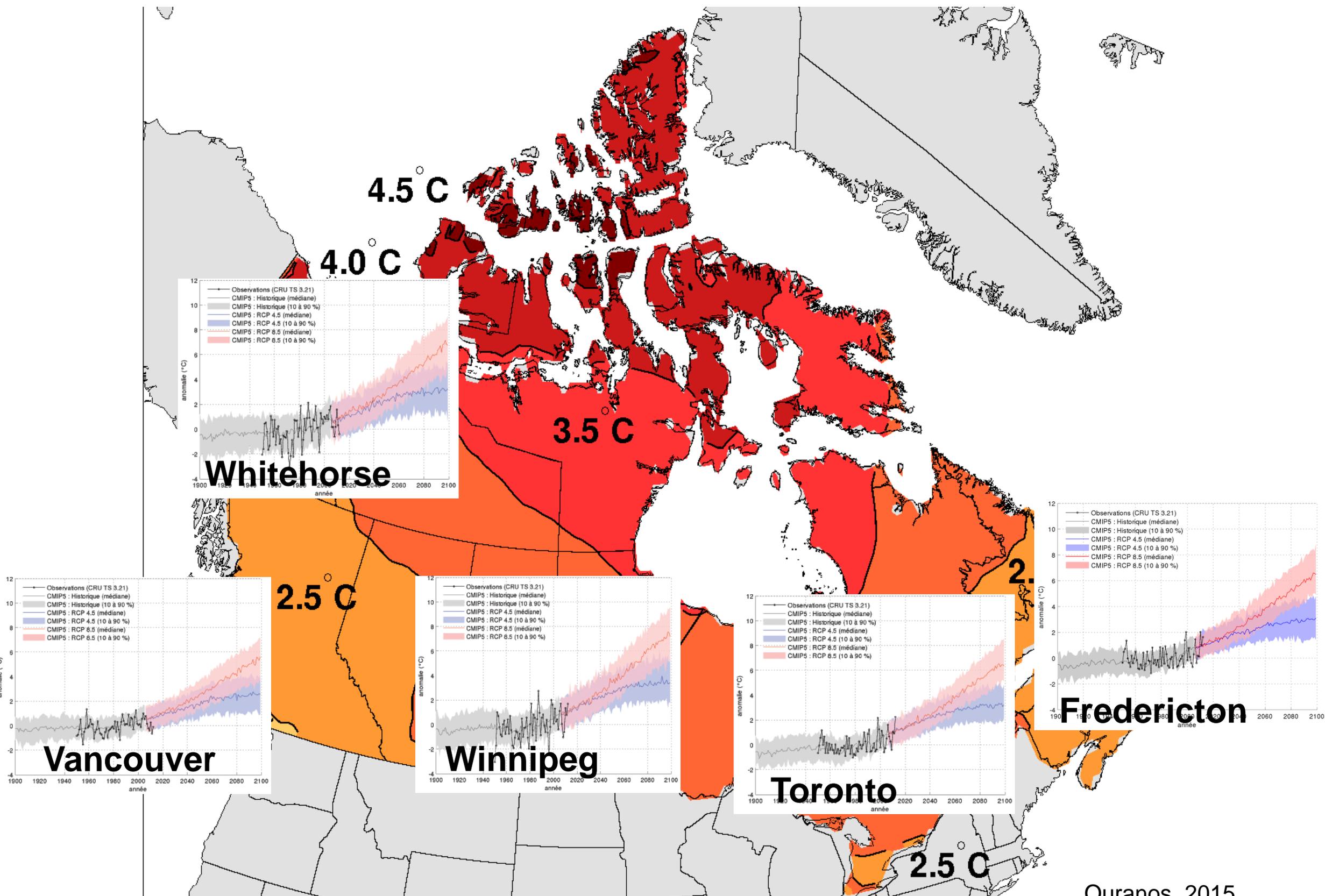


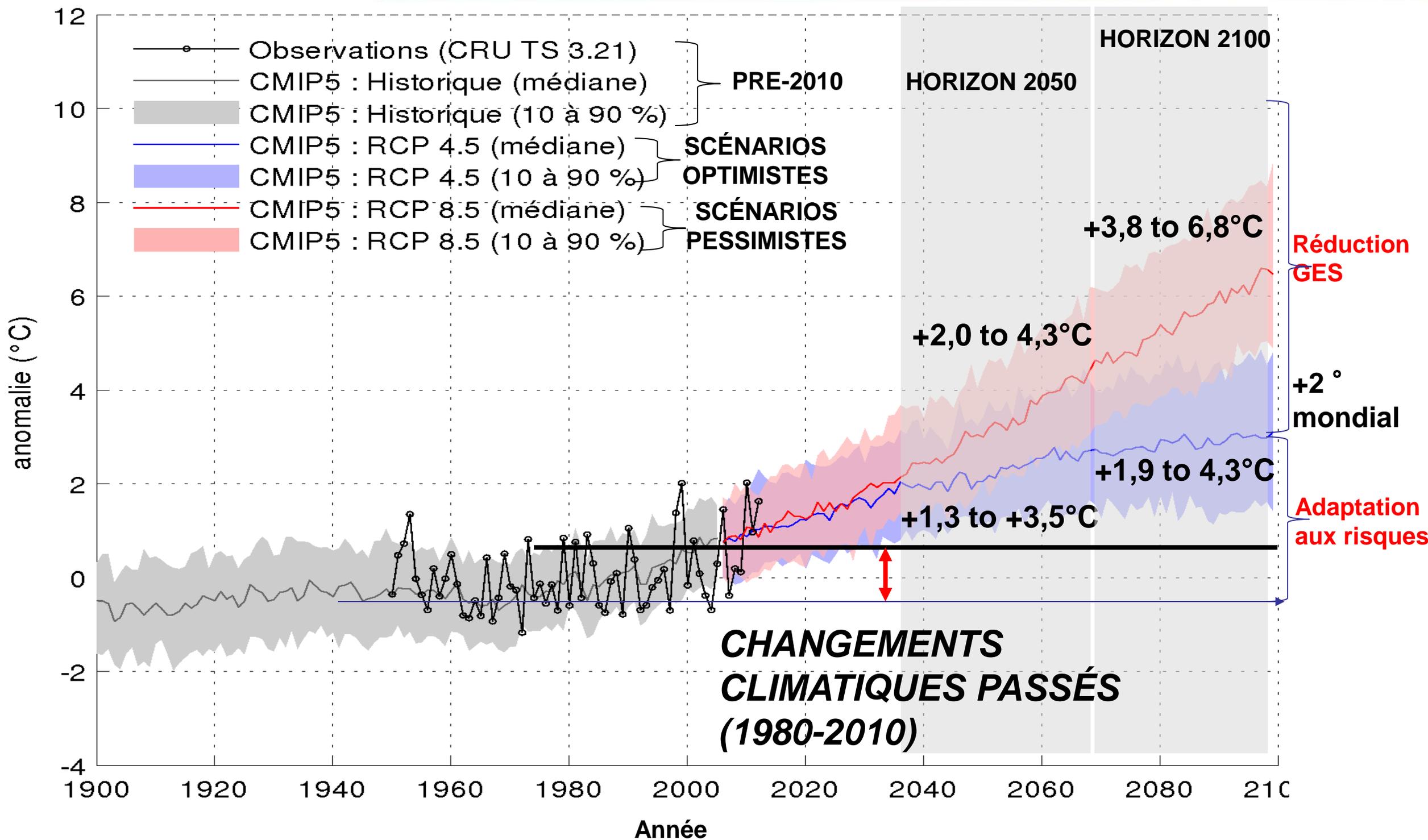
Global temperature change (1850–2016)



Le scénario de réduction forte est le seul qui permette de maintenir les changements de température sous les 2°C.

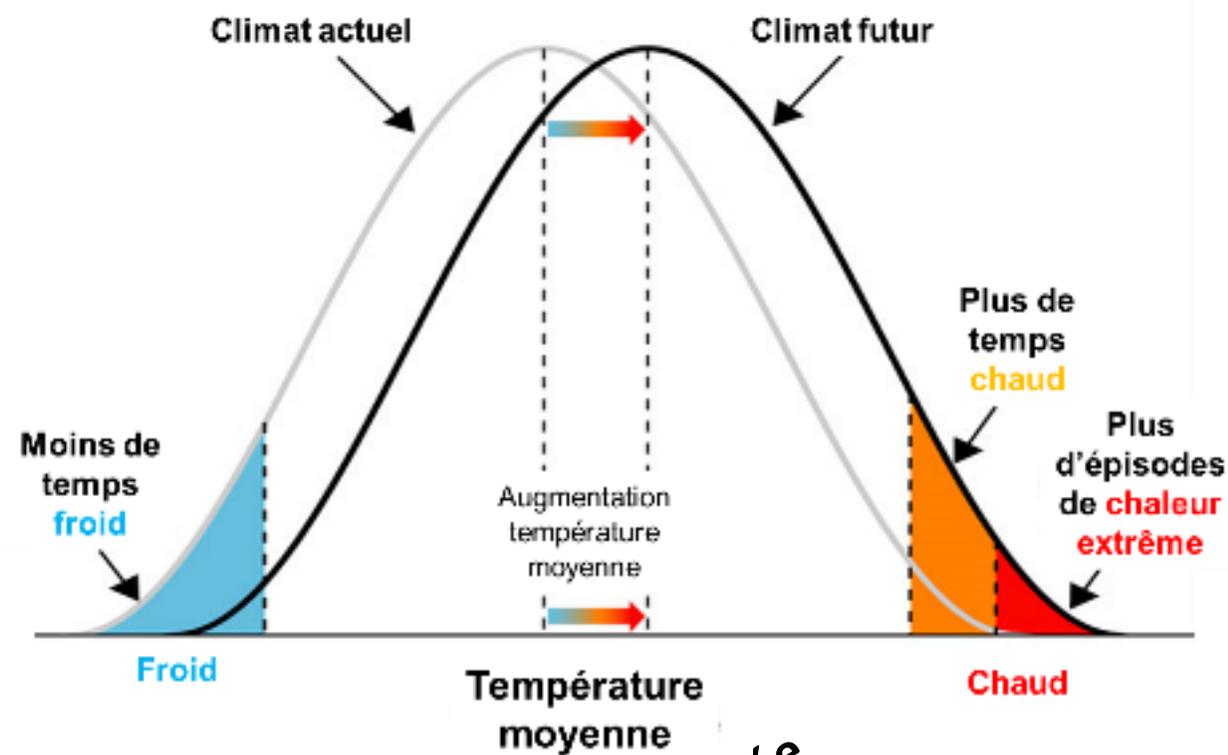
Il nécessite des émissions nettes à zéro, ou même négatives, avant la fin du siècle.



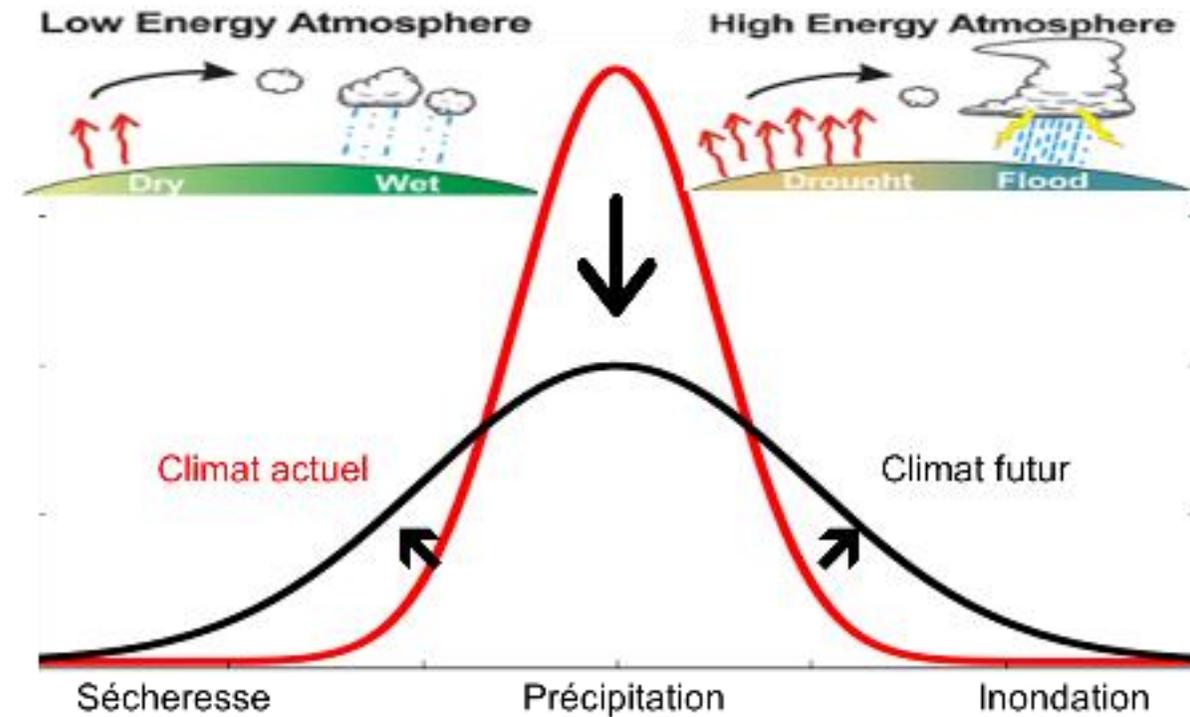


Tendances observées de températures annuelles moyennes pour Fredericton (1950-2012) et simulées (1900-2100) par rapport à la moyenne 1971-2000, pour le passé (gris) et le scénario optimiste RCP4.5 (bleu) et pessimiste RCP8.5 (rouge).

Température



Cycle de l'eau



- Température nettement plus élevée
- Hausse marquée des précipitations
- Hausse des cycles gel-dégel/redoux

- Arrivée de plus en plus hâtive
- Fonte plus hâtive

- Risque de canicule majeure
- Température plus élevée
- Précip. de nature + «orageuse»

- Arrivée + tardive de la saison froide
- Sécheresses s'étirant jusqu'en septembre
- Plus d'ouragans forts

DJF

MAM

JJA

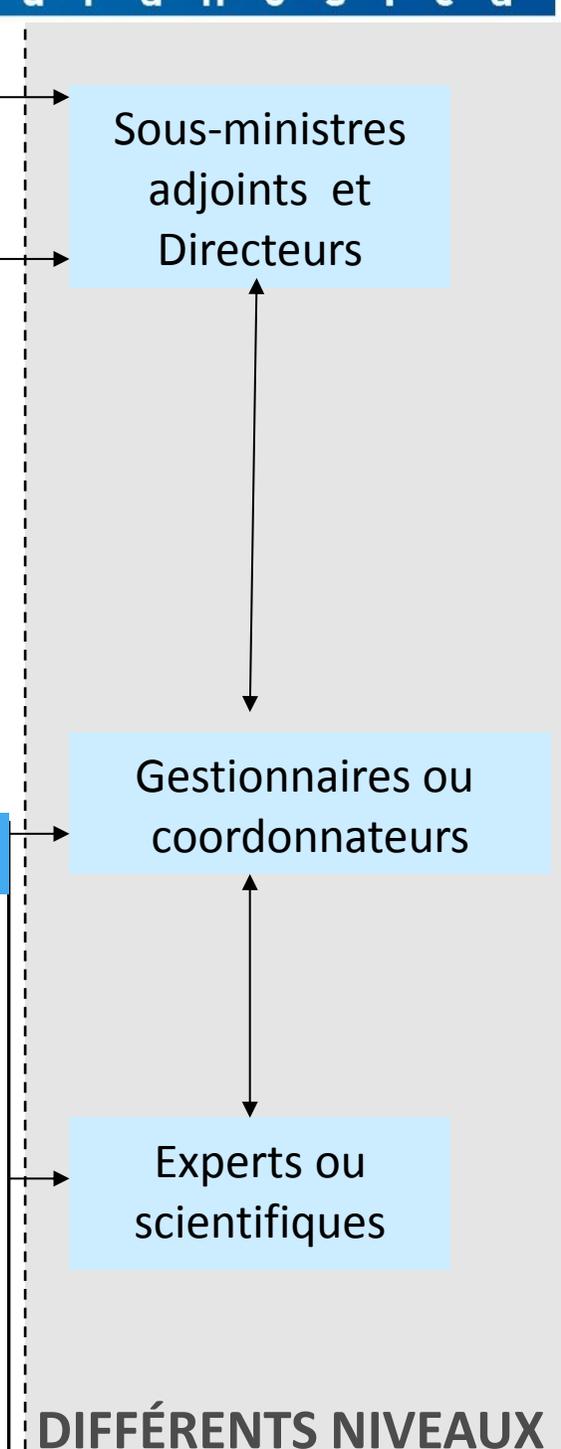
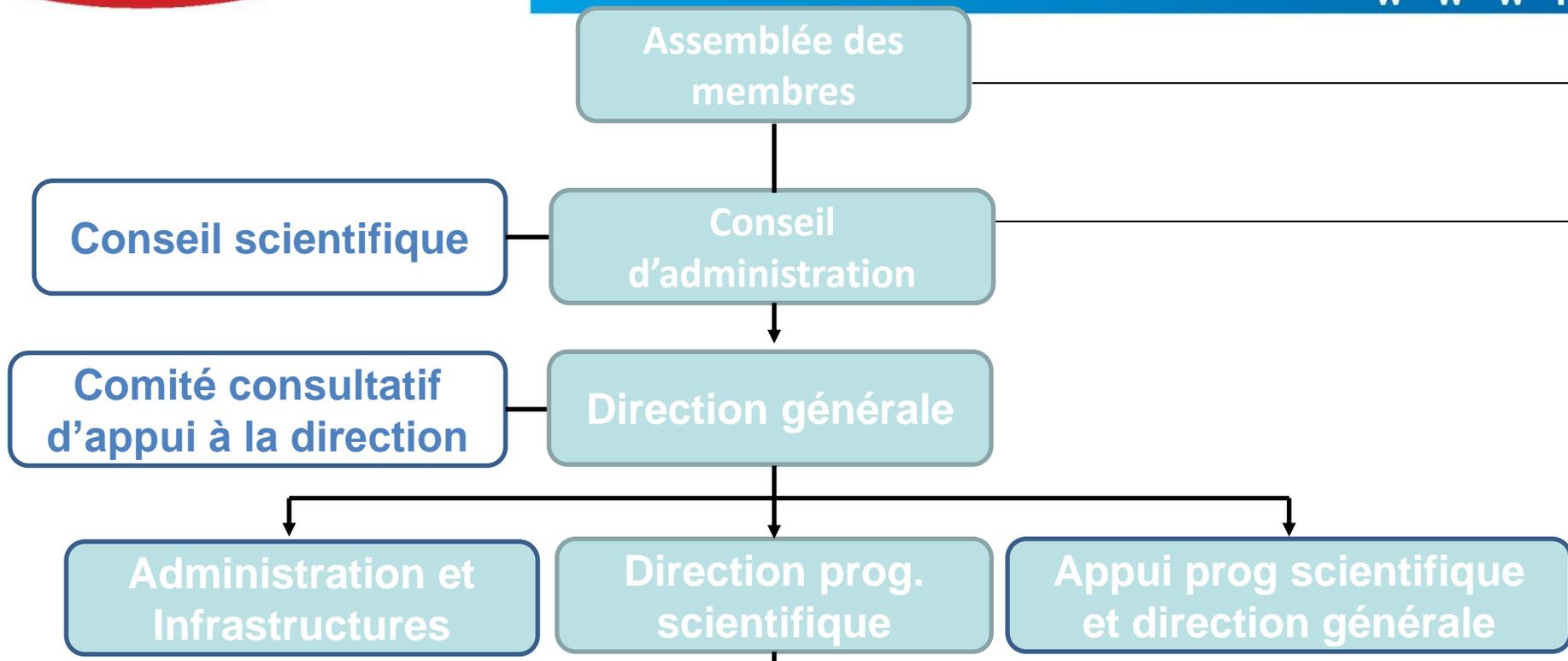
SON





Travaux régionaux d'Ouranos

W W W . O U R A N O S . C A

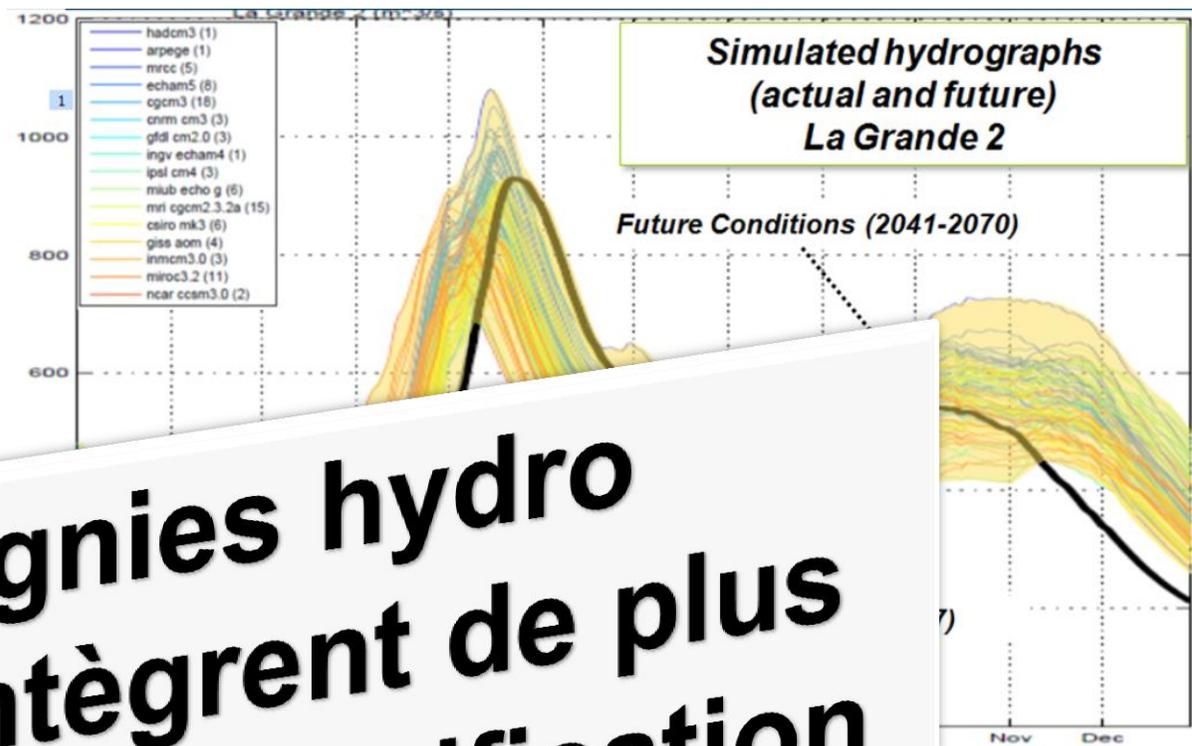
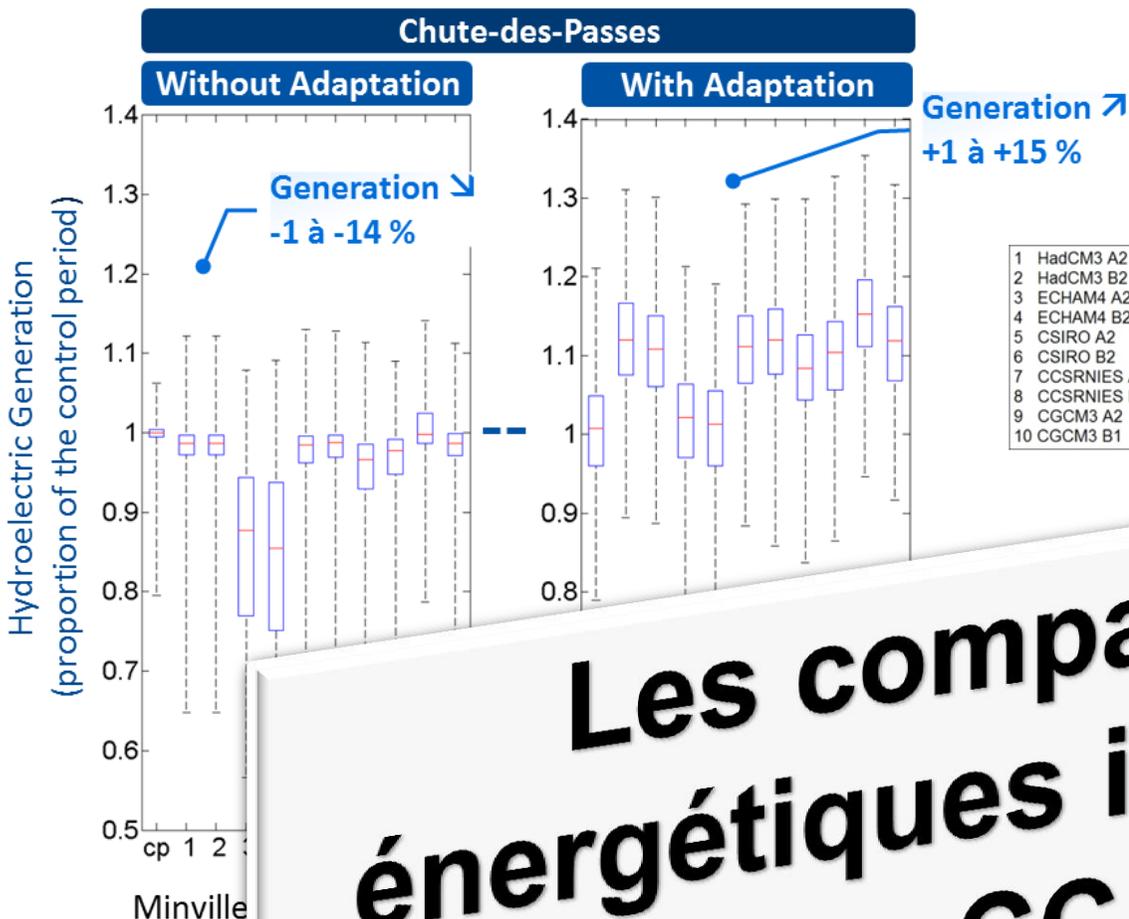


Une bonne capacité interne pour produire une science de qualité

Beaucoup de projets externes réalisés en réseau et encadrés scientifiquement et stratégiquement par une capacité interne

DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ENGAGEMENT DES MEMBRES EN CHARGE DU MAINSTREAMING DE L'ADAPTATION

Annual Hydroelectric Generation

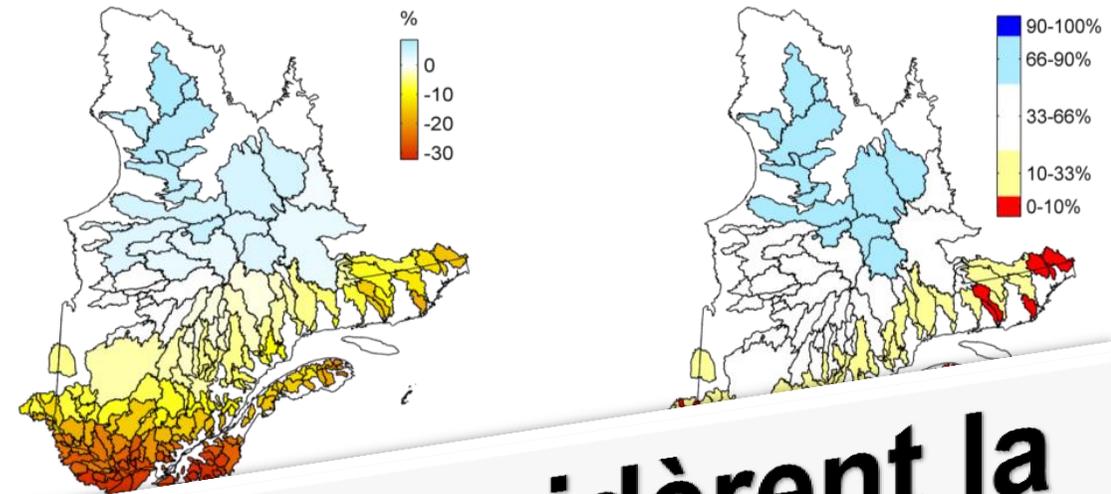


Les compagnies hydro énergétiques intègrent de plus en plus les CC à la planification

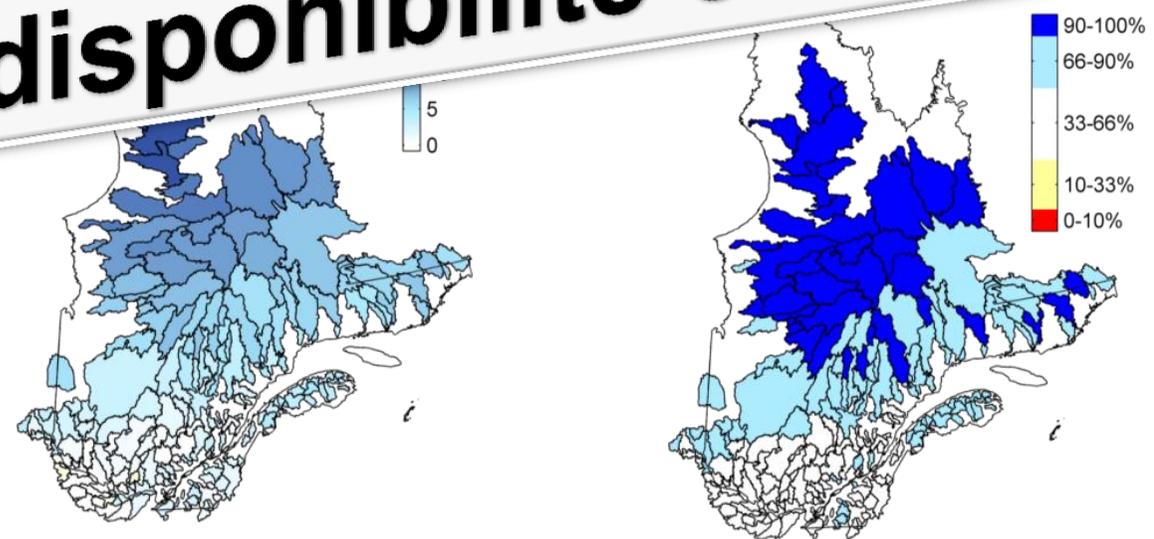
	Chauffage		Climatisation		Total électrique	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Commercial	-3,6	-5,3	1,7	2,9	-1,9	-2,4
Résidentiel	-8,9	-13,2	2,9	4,1	-6,0	-9,1

Lafrance et al, 2015

Change in maximum snow accumulation



Les usagers de l'eau considèrent la question de la disponibilité en eau



LES TENDANCES PASSÉES (15 ANS) SONT COHÉRENTES AVEC LES RISQUES ANTICIPÉS





OLIVIER CROTEAU



2005.9.1



Bureau de normalisation
du Québec

**DOCUMENT
SYNTHÈSE**

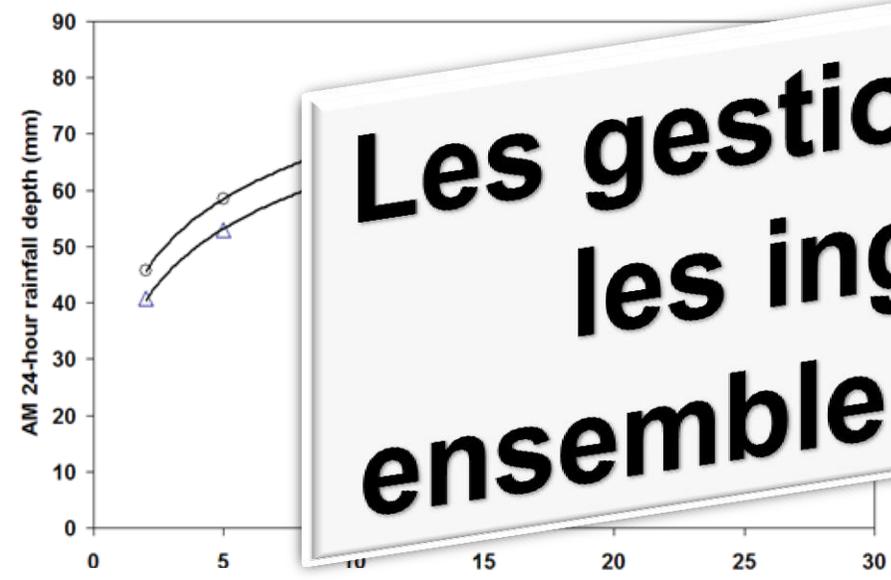
LUTTE AUX ÎLOTS DE
CHALEUR URBAINS

AMÉNAGEMENT DES
AIRES DE STATIONNEMENT

NORME BNC 3019-190



Les gestionnaires du territoire et les ingénieurs travaillent ensemble pour gérer les risques



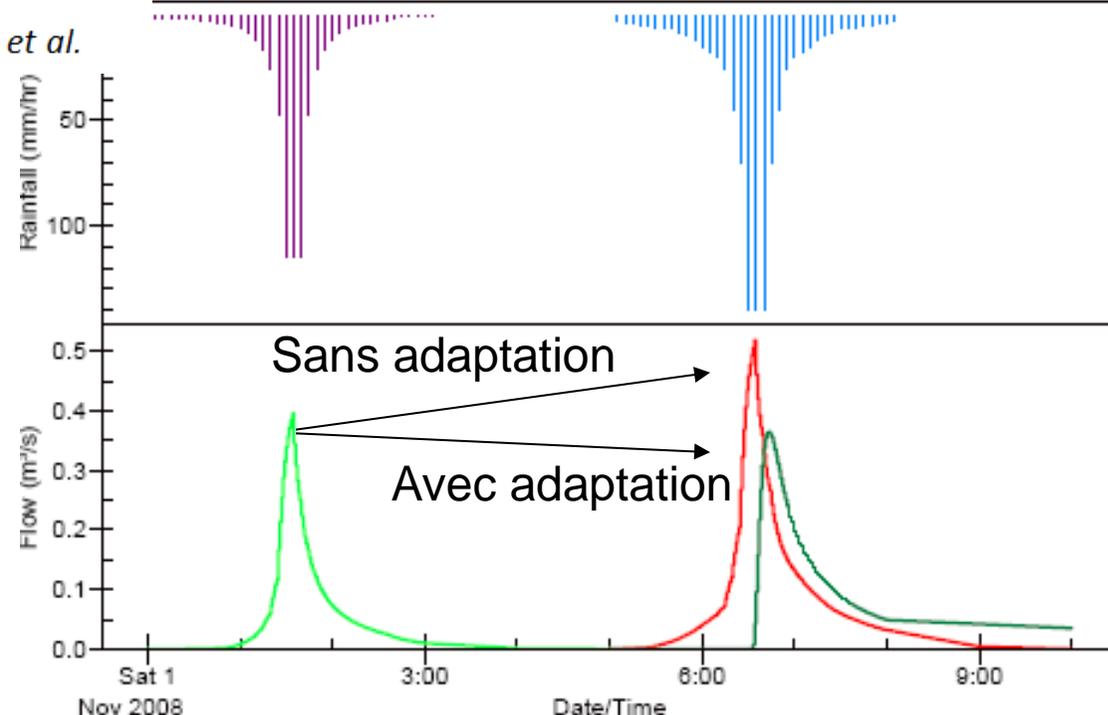
Mailhot et al. (INRS)

Mailhot et al.

**OPTIMISATION DES
OPTIONS D'ADAPTATION**



Pluie actuelle Pluie future Débit actuel Débit futur Mise à niveau



DRAINAGE ET ÎLOTS DE CHALEUR



Novatech



Tempête d'octobre 2015

PROJET TERMINÉ

EVALUATION ÉCONOMIQUE DES RÉPERCUSSIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ANALYSES COÛTS-AVANTAGES D'OPTIONS D'ADAPTATION EN ZONE CÔTIÈRE AU QUÉBEC



VULNÉRABILITÉ, IMPACTS ET ADAPTATION PROGRAMME - ENVIRONNEMENT MARITIME

DÉBUT ET FIN DU PROJET
DÉCEMBRE 2013 - MARS 2015

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES
Claude Desjarlais et Manon Ciré, Ouranos

AUTRES PARTICIPANTS
Municipalités locales, Université du Québec à Rimouski (UQAR), Gouvernement du Québec

FINANCIEMENT
Fonds vert Québec

CONTEXTE
Le littoral québécois s'étend sur plus de 6 000 km, s'étirant de l'estuaire du Saint-Laurent jusqu'aux îles-de-la-Madeleine. Un très grand nombre de collectivités y sont établies et plusieurs localités côtières sont également des lieux de vie importants pour les pêcheurs et les pêcheuses. Les collectivités et les pêcheurs sont donc très vulnérables aux impacts des CC. Alors que les impacts des CC sont étudiés depuis une décennie au Québec, l'analyse de la vulnérabilité des communautés à ces impacts, le calcul des coûts des impacts et l'identification des solutions d'adaptation les plus appropriées ne font que commencer.

OBJECTIFS
Évaluer les répercussions économiques des CC sur l'ensemble du Québec Maritime; Évaluer les coûts et les avantages de différentes solutions d'adaptation à l'érosion et à la submersion côtières en identifiant la solution la plus efficace économiquement du point de vue des collectivités; Intégrer les répercussions économiques des CC dans les plans d'adaptation des collectivités.

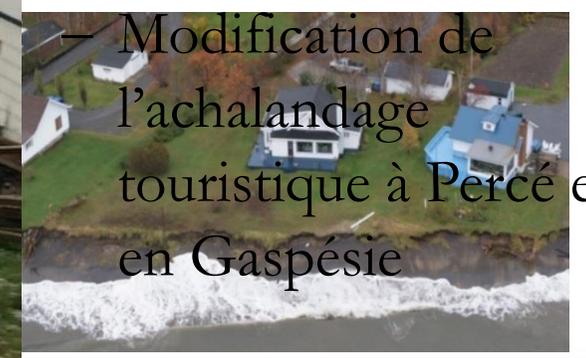
DÉMARCHE
Élaboration de scénarios d'érosion et de submersion pour les municipalités ciblées par l'étude; Cartographie des zones à risque de submersion et d'érosion; Évaluation des coûts et des avantages de différentes solutions d'adaptation; Identification d'options d'adaptation réalisables et des impacts potentiels; Estimation des coûts et avantages directs des options d'adaptation; Quantification et estimation de leurs coûts et avantages indirects; Comparaison des coûts et avantages jusqu'à l'horizon 2065; Analyse de sensibilité des résultats; Évaluation globale des impacts économiques des options d'adaptation; Quantification de l'impact économique des options analysées.

RÉFÉRENCES
Boyer-Villeneuve, U., Ciré, M., De Silva, L., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016) Rapport synthèse de l'analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière au Québec et dans les provinces atlantiques. Ouranos, 36 p. + ann.

L'intégralité des différents livrables de ce projet incluant les rapports régionaux et synthèses sont disponibles en ligne : <https://www.ouranos.ca/programmes/evaluation-economique/>

CONSORTIUM SUR LA CLIMATOLOGIE RÉGIONALE ET L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Pertes de terrains, de bâtiments, résidentiels, commerciaux et patrimoniaux, et infrastructures publiques



1. Recharge de galets



2. Recharge de galets avec épis



3. Riprap



4. Enrochement



5. Mur de béton avec déflecteur

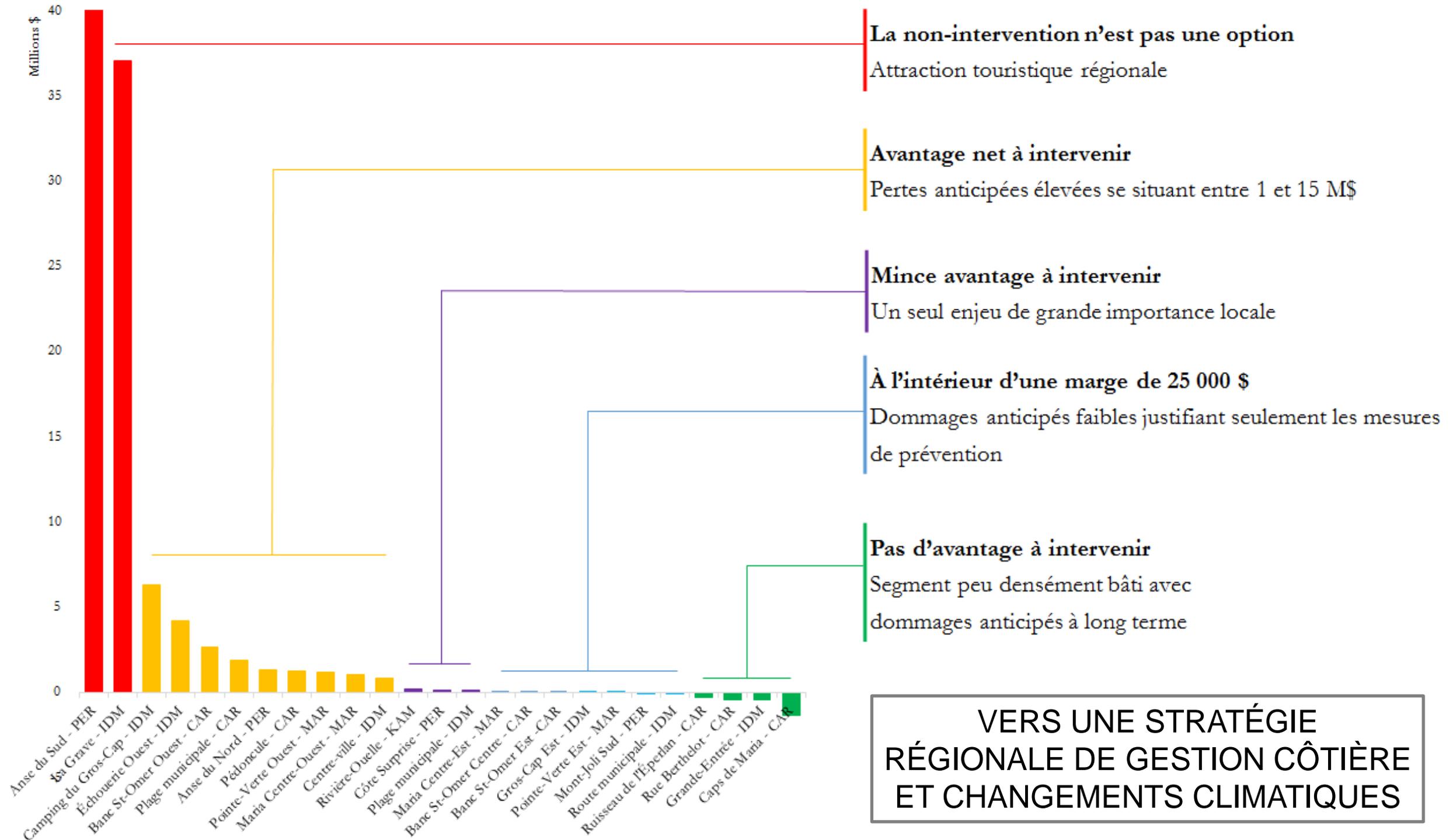


- 1\$ investi = 68\$ de bénéfice
- Retour vers une côte naturelle
- Protection contre les ondes de tempêtes et contre l'érosion
- Amélioration de l'accès à la mer pour les visiteurs
- Amélioration du paysage
- Augmentation de l'achalandage touristique en Gaspésie de 2 % (35 000 nuitées/an)

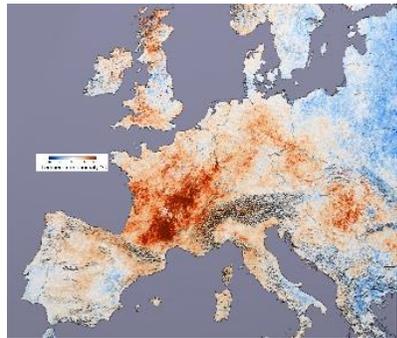


VERS UNE STRATÉGIE RÉGIONALE DE GESTION CÔTIÈRE ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES

www.ouranos.ca



VERS UNE STRATÉGIE RÉGIONALE DE GESTION CÔTIÈRE ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES



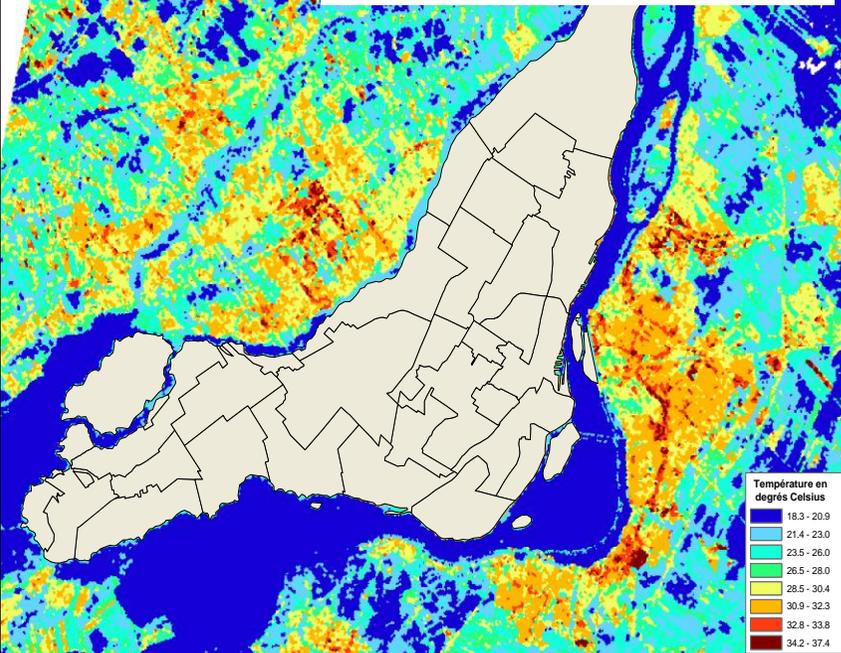
Canicule 2003: 70 000 décès en excès en Europe dont 20 000 en France

Les spécialistes de la santé et les gestionnaires du territoire tiennent compte des CC



Ngom et Smargiassi, 2014

ILOTS DE CHALEUR URBAIN
Baudouin et Kozatsky



Secteur	Coûts pour le gouv. (en M\$)	Informations additionnelles
Chaleur	246 à 515	Plus de 20 000 décès additionnels causés par l'augmentation de la température dans les 50 prochaines années.
Pollen	289 à 428	Sans changements climatiques, le coût cumulé et actualisé des soins de santé liés au pollen est d'environ 3,4 G\$ sur 50 ans. Larrivée et al. 2015

NICHES CLIMATIQUES DU CHENE BLANC



@Parcs Canada



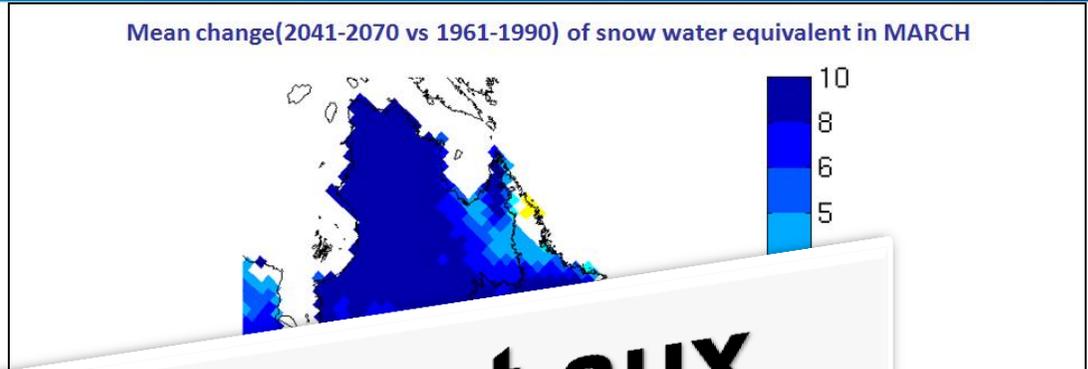
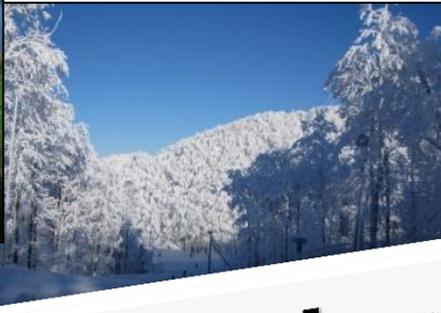
Larve de légionnaire uniponctué dans le verticille d'un plant de maïs

Les gestionnaires et décideurs discutent des stratégies optimales pour faciliter le déplacement de la biodiversité



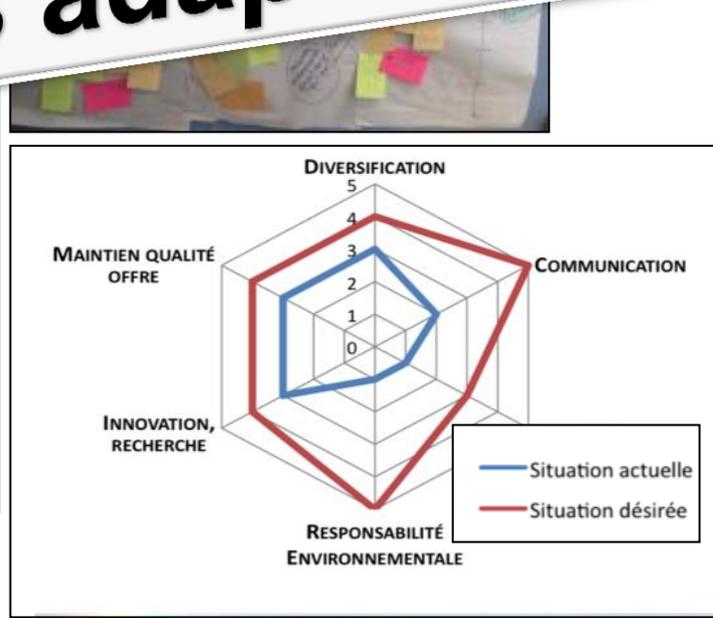
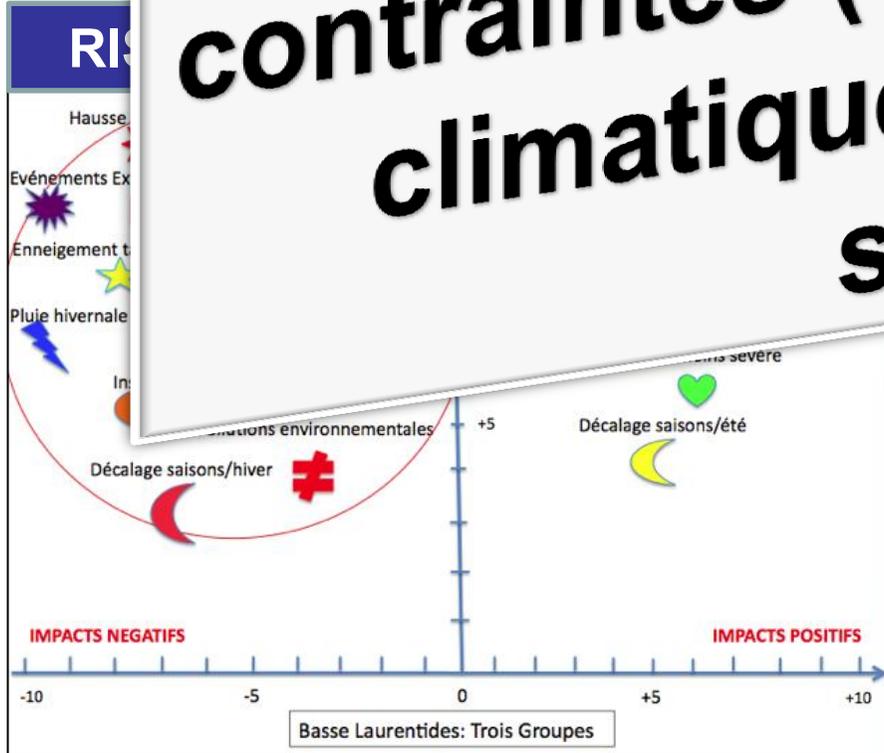
for écologique
nergie





Les industries réagissent aux contraintes (ou aux opportunités) climatiques et cherchent à s'adapter

E NEIGE



... socio-economic impacts and adaptation to climate change by Québec's tourism industry

Dr. Basiel L. Ismail¹, Dr. Christopher J. Lombard², Denis Kridhouf¹, and Matthew Melick¹

¹ - Corresponding Author, Canada Research Chair in Global Change and Tourism, Faculty of Environment, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, Tel.: c.j.lombard@uwaterloo.ca

² - Department of Geography and Environmental Management, Faculty of Environment, University of Waterloo

WATERLOO | ENVIRONNEMENT

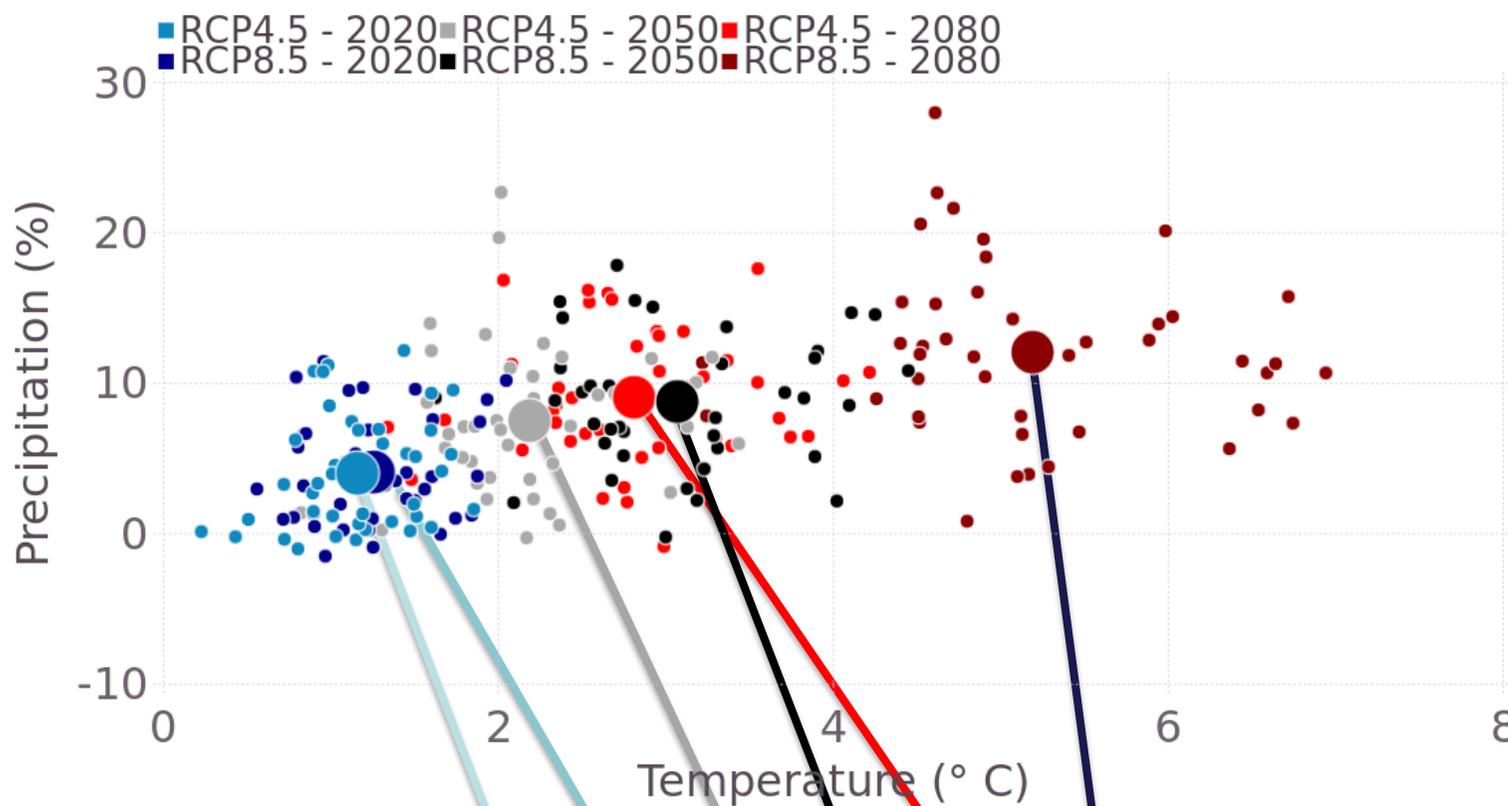
Interdisciplinary Centre on Climate Change

Canada

March 2021 (Révision par la Chaire de tourisme Transat, octobre 2021)

www.environment.uwaterloo.ca
www.tourismwaterloo.ca

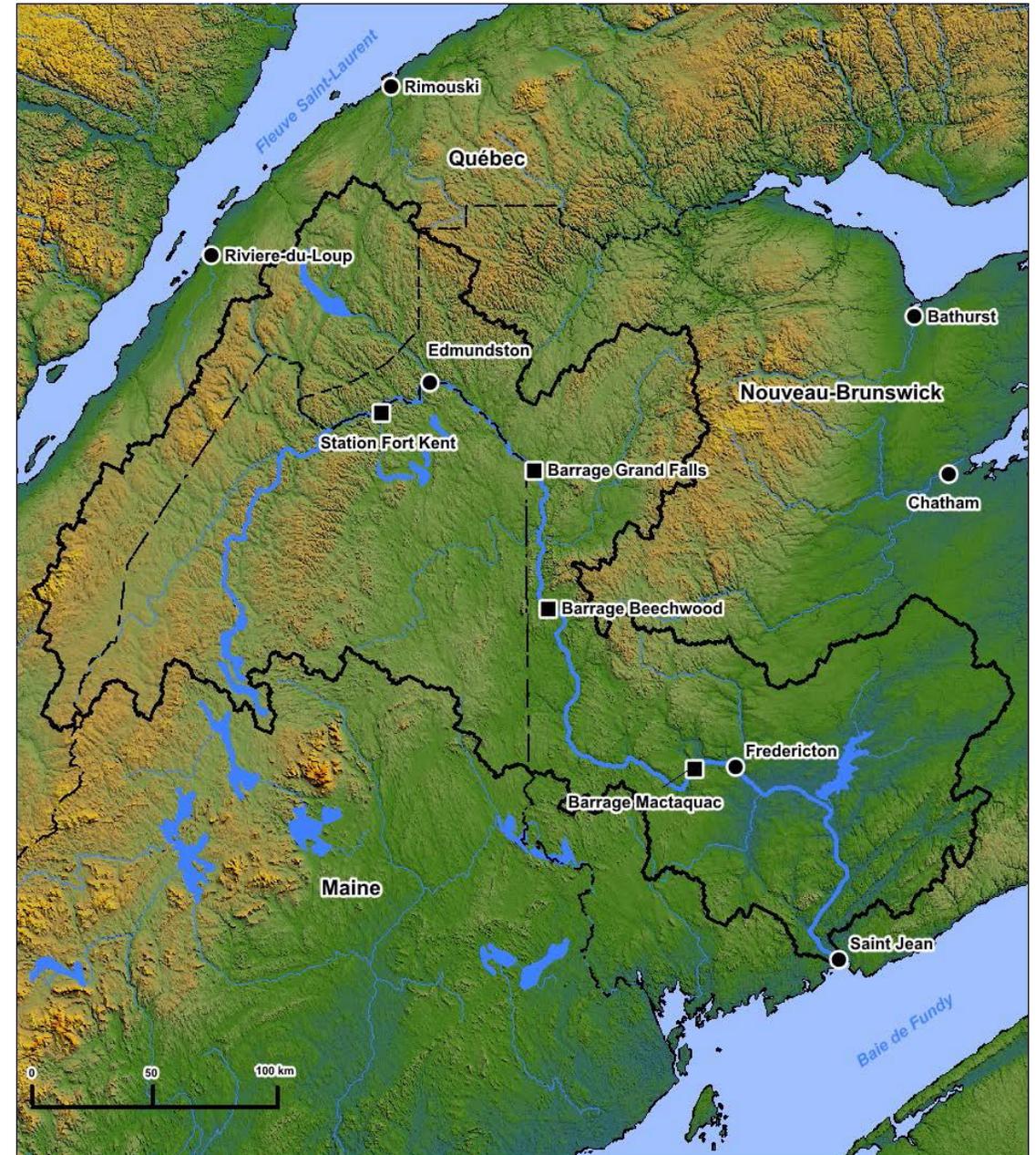
Climate change signal simulations dispersion for Saint John



Temperature	2020	2050	2080
RCP 4,5	+1,2°C	+2,2°C	+2,8°C
RCP 8,5	+1,3°C	+3,1°C	+5,2°C
Annual Precipitation			
RCP 4,5	+4%	+8%	+9%
RCP 8,5	+4%	+9%	+12%

Variables of interest	
1	Mean Temperature
2	Winter Mean Temperature
3	Spring Mean Temperature
4	Summer Mean Temperature
5	Autumn Mean Temperature
6	Annual Total Precipitation
7	Winter Total Precipitation
8	Spring Total Precipitation
9	Summer Total Precipitation
10	Autumn Total Precipitation
11	Annual Number of Days with Maximum Temperature >25°C
12	Annual Number of Days with Maximum Temperature >30°C
13	Annual Number of Days with Maximum Temperature >35°C
14	Annual Number of Days with Maximum Temperature <0°C
15	Annual Number of Days with Maximum Temperature <-10°C
16	Annual Number of Days with Maximum Temperature <-20°C
17	Annual Cooling Degree Days
18	Annual Heating Degree Days
19	Annual Corn Heat Units
20	Annual Freeze-Thaw Days
21	Spring Freeze-Thaw Days
22	Autumn Freeze-Thaw Days
23	Winter Freeze-Thaw Days
24	Growing Season Length
25	Annual Total Rain Days
26	Annual Total Snow Days
27	Freeze-Free days
28	Annual Growing Degree Days >10°C
29	Annual Growing Degree Days >5°C

1. Crue maximale probable du bassin de la rivière Saint John
2. Hydrologie du bassin de la rivière Saint John
3. Préviation de charge électrique du Nouveau Brunswick
4. Besoins généraux de NB Power
5. Besoins du gouvernement du NB
6. Étude sur les écosystèmes aquatiques du Canadian Rivers Institute Mactaquac



Bassin de la rivière Saint John

UNE APPROCHE COMPLÉMENTAIRE

ENGAGEMENTS INTERNATIONAUX

BESOINS NATIONAUX

DIMINUER
les émissions de gaz
à effets de serre

ÉVITER
3 - 4 X CO₂



S'ADAPTER
aux changements

SE PRÉPARER
2 X CO₂

Gérer les GES

Canada (2012)

Pétrole et gaz = 25%
Transport = 24%
Électricité = 12%
Immeubles = 11%
Agriculture = 10%

Gérer les impacts

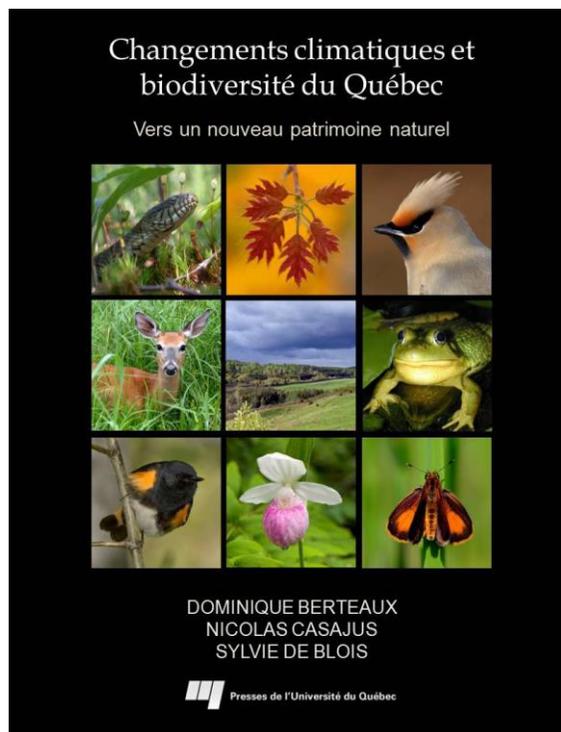
Environnement naturel
Environnement bâti
Santé et sécurité des pop
Activités socio économiques



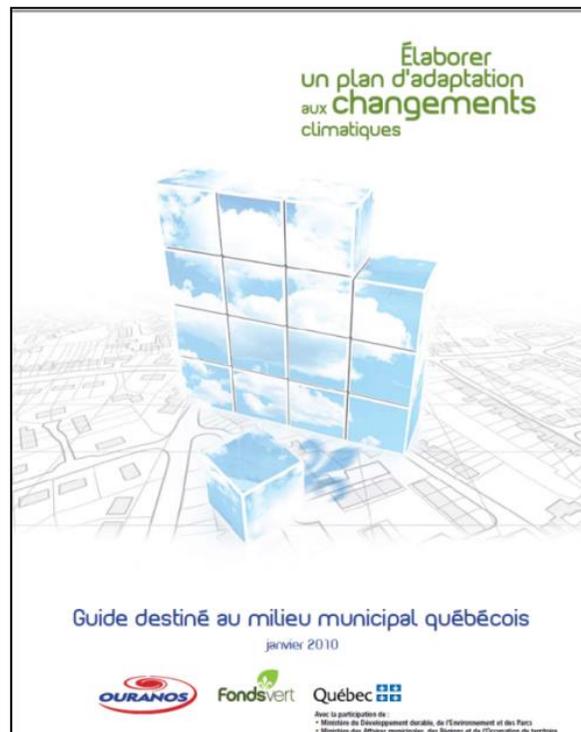
gouvernement renforce la résilience de la société québécoise au travers s
engagement et ses actions



ENJEU 1 Le bien-être de la population et des communautés	ENJEU 2 La poursuite des activités économiques	ENJEU 3 La pérennité et la sécurité des bâtiments et des infrastructures	ENJEU 4 Le maintien des services écologiques essentiels
ORIENTATION 1 Intégrer la préoccupation de l'adaptation aux changements climatiques à l'administration publique			
ORIENTATION 2 Développer les connaissances et les savoir-faire			
ORIENTATION 3 Sensibiliser et former			
ORIENTATION 4 Aménager le territoire et gérer les risques de façon à diminuer les vulnérabilités			
ORIENTATION 5 Maintenir la santé des individus et des communautés	ORIENTATION 6 Préserver la prospérité économique	ORIENTATION 7 Renforcer la pérennité et la sécurité des bâtiments et des infrastructures	ORIENTATION 8 Conserver la biodiversité et les bénéfices offerts par les écosystèmes



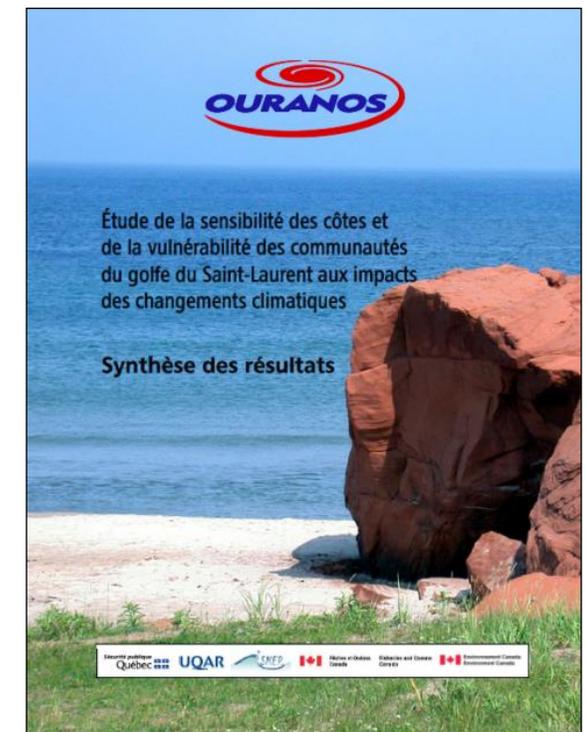
Livres



Guides

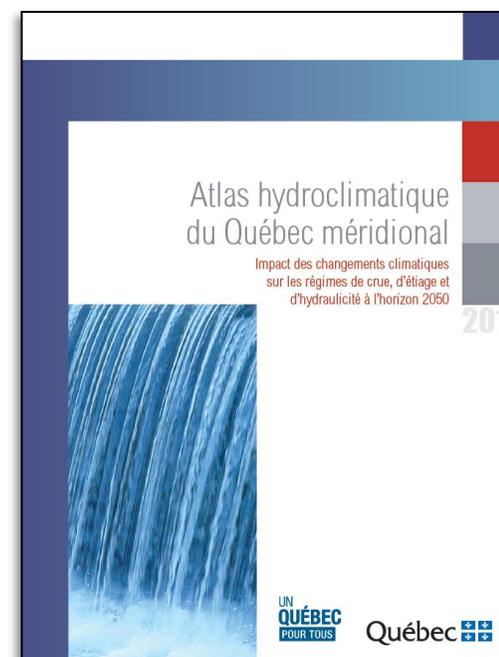


Fiches projets



Rapports scientifiques

- ❑ **Atlas hydroclimatique**
http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas_hydroclimatique.pdf
- ❑ **Atlas pour ingénieurs**
http://scenarios.ouranos.ca/fiches_infrastructures/
- ❑ **Atlas de la biodiversité nordique**
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/atlas/>
- ❑ **Atlas agroclimatique**
www.agrometeo.org
- ❑ **Atlas forêt**
http://www.ouranos.ca/media/publication/162_AtlasForet2011.pdf



Présentées au *Groupe de travail fédéral-provincial-territorial sur l'adaptation et la résilience climatique*

1

Il est urgent d'agir dès maintenant

Risques climatiques ↑
Investissements et interventions ↑ vulnérabilités

2

Intégrer l'adaptation dans la prise de décision à tous les paliers gouvernementaux

Priorité: processus EISE et investissements dans les infrastructures

3

Collaborer efficacement à tous les niveaux

Niveaux de gouvernement ↔ Secteurs ↔ disciplines R&D ↔ Individus avec rôles pratiques et prises de décisions

4

Prioriser la R&D pour innover en adaptation

Priorité: sciences naturelles et sciences sociales AVEC implication des usagers

5

Une stratégie d'adaptation nationale est incontournable

Actions à court-moyen termes s'insérant dans une vision long terme
Priorité: **Services climatiques forts pour des besoins nationaux, régionaux et locaux**

Document complet: www.ouranos.ca

