

Eau potable et changements climatiques à la Ville de Québec

François Proulx, PhD, chimiste¹

Manuel J. Rodriguez, PhD²

Ianis Delpla, PhD²

1-Division de la qualité de l'eau, Ville de Québec

2-Chaire de recherche en gestion et surveillance de l'eau potable



Introduction

- Effets anticipés des changements climatiques
 - Augmentation durée /fréquence des évènements pluviométriques extrêmes
 - Augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse
 - Augmentation de la fréquence et de la durée des étiages sévères
 - Augmentation des fréquences d'inondation
 - Augmentation des évènements de température extrêmes
 - Augmentation de la fréquence des feux de forêt



Introduction

- Évolution du climat au Québec
 - Augmentation de la température de l'air
 - Diminution des précipitations solides et du nombre de jours de gel
 - Épisodes de froids et de chaleurs extrêmes
 - Hausse du volume des précipitations annuelles et du nombre de jours gel/dégel
 - Impact sur les formes d'utilisation du sol (agriculture)
 - Apparition d'insectes ravageurs exotiques, espèces envahissantes



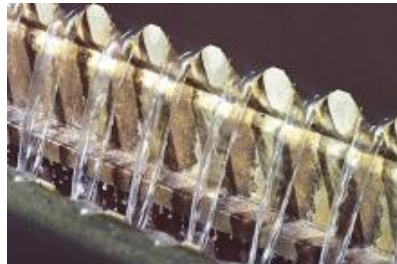
Impacts du climat sur la qualité de l'eau potable

Source



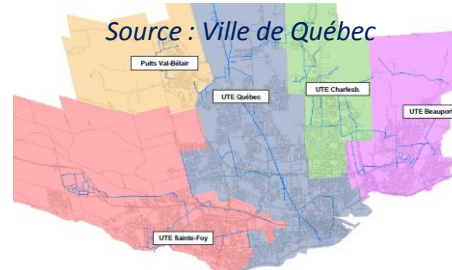
*Température
Traitabilité*

Traitement



↗ *Températures & pluies intenses, Cycles gel/dégel*
Augmentation du niveau de la mer
↗ *Période de sécheresse*
↗ *Feux de forêts*

Source : Ville de Québec



Distribution

*Température,
cycles gel/dégel
Sol/nappes
phréatiques*

*Température
Précipitations*

Demande



Delpla et al. 2014

Impacts du climat sur la qualité de l'eau potable

SOURCE

- Augmentation de la température de l'eau
- Diminution de la disponibilité (recharge de l'eau souterraine et diminution des débits des cours d'eau)
- Changements dans la qualité de l'eau
 - Montée éventuelle du front salin dans le fleuve Saint-Laurent
 - Augmentation de la matière organique dissoute
 - Augmentation de la teneur en sels inorganiques
 - Renforcement du lessivage des sols et du transfert de polluants.
 - Apparition de floraisons de cyanobactéries



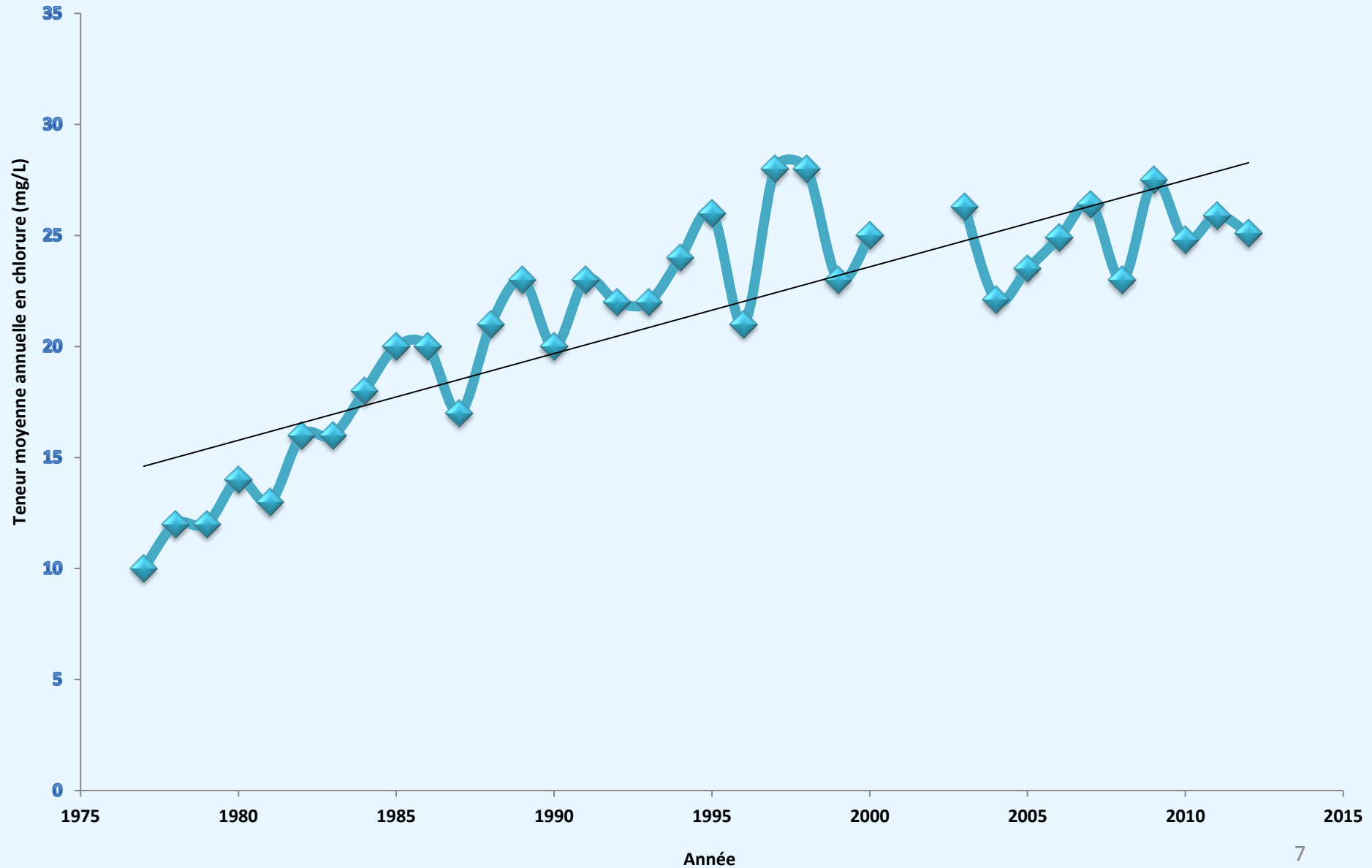
Impacts du climat sur la qualité de l'eau potable

SOURCE (suite)

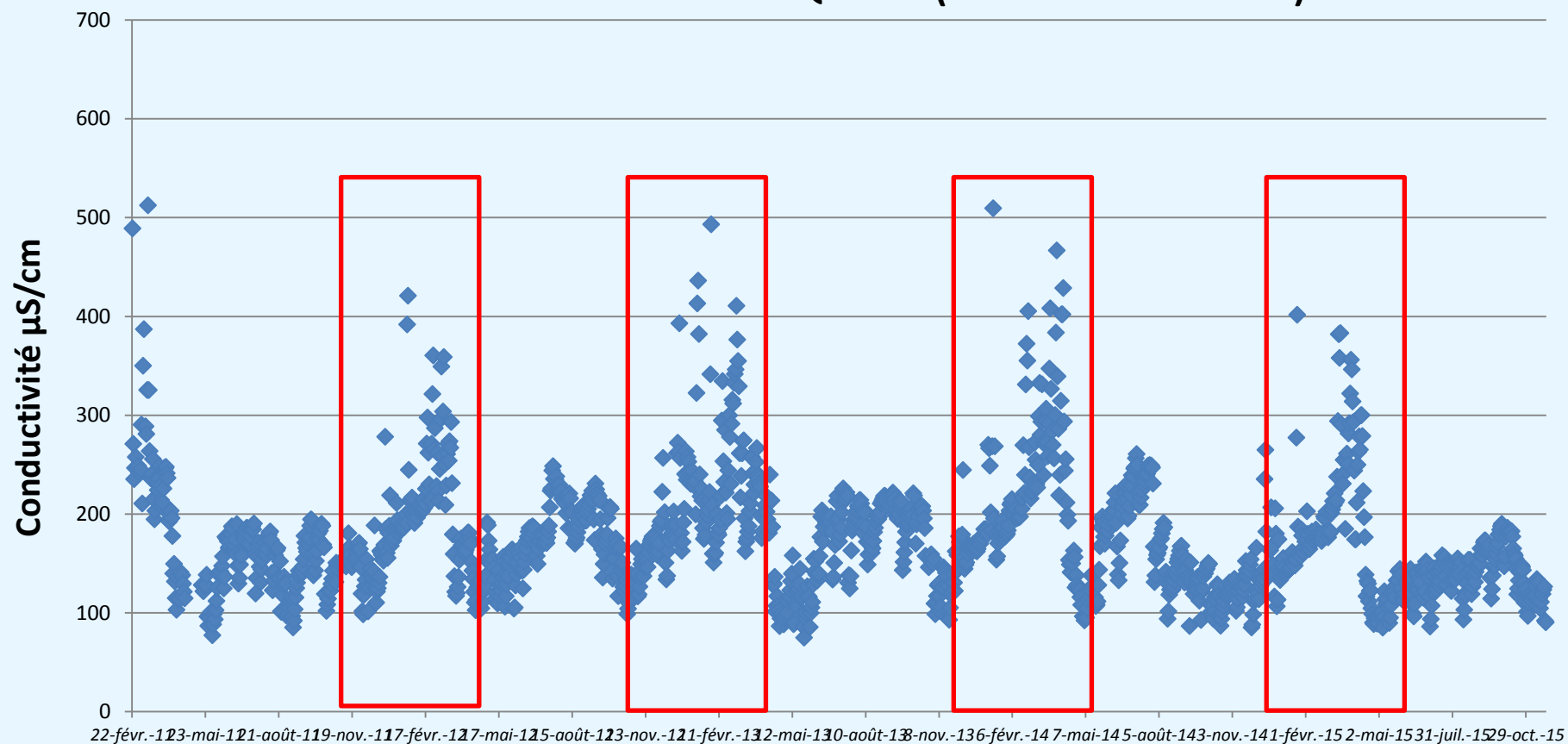
- Augmentation concentrations nutriments, métaux, eutrophisation
- Augmentation de la teneurs en pathogènes
- Augmentation du taux de surverses d'eaux usées dans les bassins versants de prises d'eau
 - Contamination microbiologique
 - Micropolluants (résidus de médicaments, etc.)



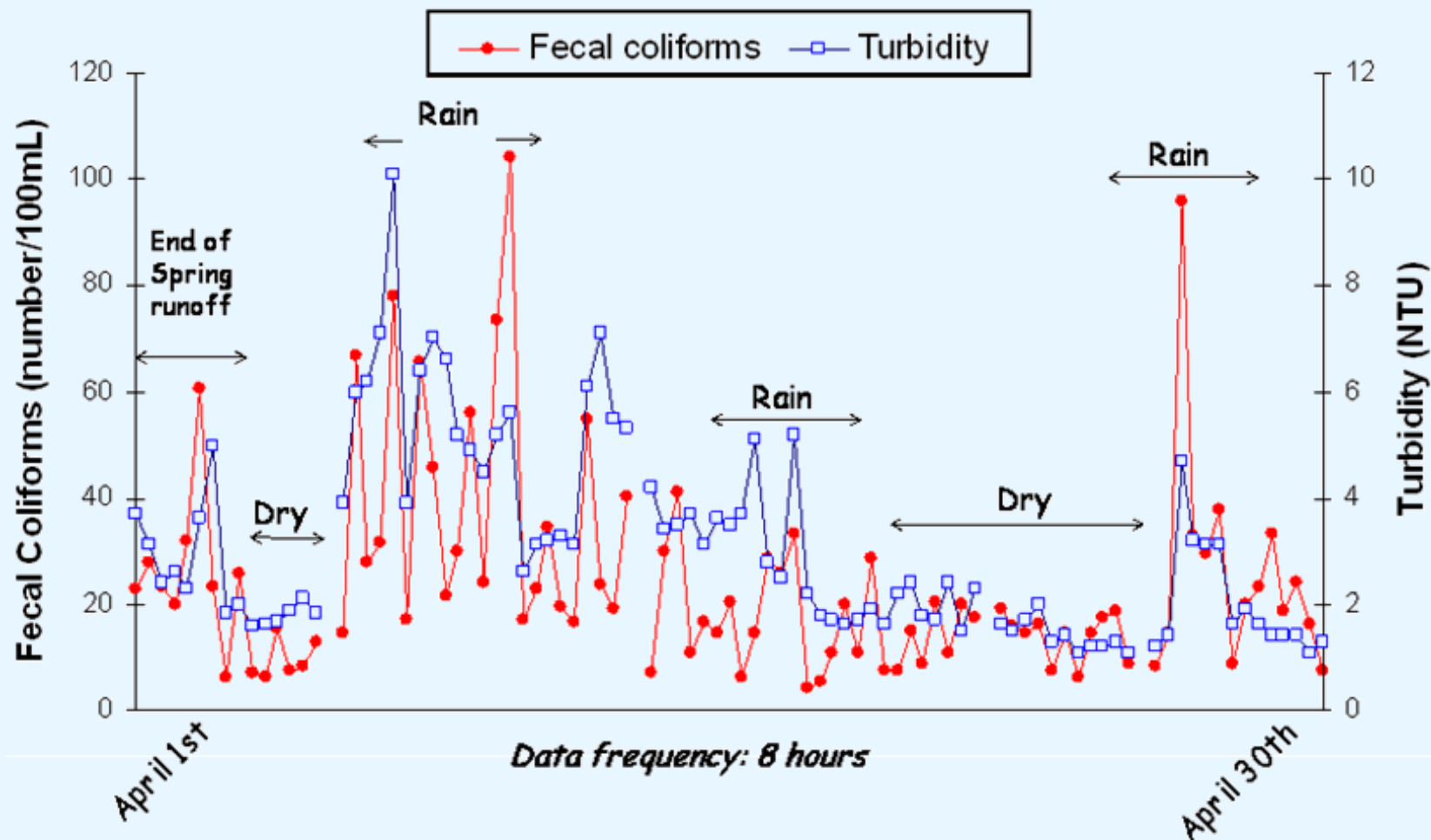
Évolution de la teneur moyenne annuelle en chlorure dans l'eau brute de la prise d'eau de la rivière Saint-Charles entre 1977 et 2012



Conductivité eau brute UTE Québec (rivière Saint-Charles)



Variabilité à court terme de la qualité de l'eau à la prise d'eau de la Ville de Québec-Rivière saint-Charles



Impacts du climat sur la qualité de l'eau potable

TRAITEMENT

Augmentation de la fréquence d'épisodes de frasil

- Modification de l'efficacité du traitement
 - Matière organique
 - Microorganismes pathogènes
 - Turbidité
- Diminution de la robustesse du traitement
- Variabilité du dosage de produits chimiques
 - Dose de désinfectant
 - Demande de désinfectant
 - Patrons de formation des sous-produits de désinfection (toxicité)
- Impacts sur les coûts de traitement
- Dysfonctionnement des équipements de traitement et de communication (lors des pannes électriques)



Impacts du climat sur la qualité de l'eau potable

DISTRIBUTION

- Qualité de l'eau
 - Patrons de désinfectants résiduels
 - Variabilité de la qualité microbiologique
 - Variabilité spatiale des SPD
 - Risque de post-floculation
 - Conformité aux normes
 - Plaintes de citoyens
- Impacts de la qualité de l'eau sur les infrastructures
 - Changement dans l'équilibre de la chimie de l'eau distribuée (corrosion, entartrage)



Impacts du climat sur la qualité de l'eau potable

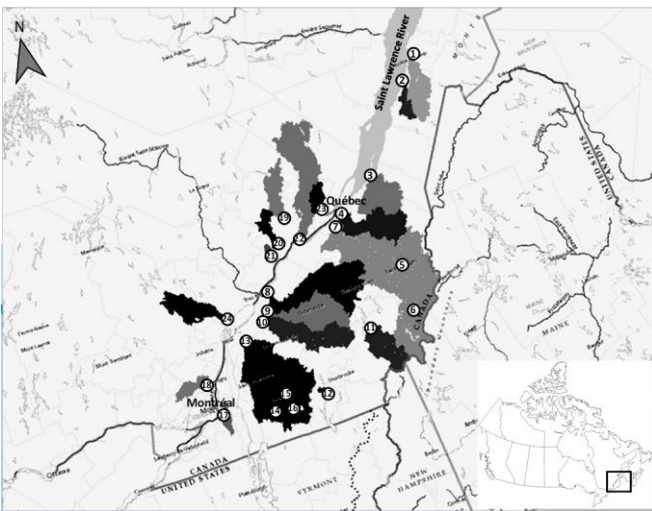
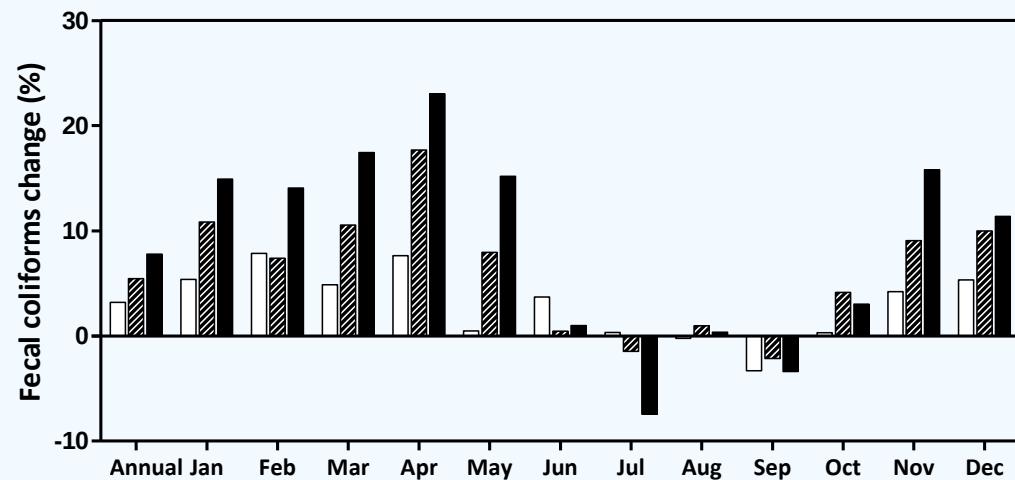
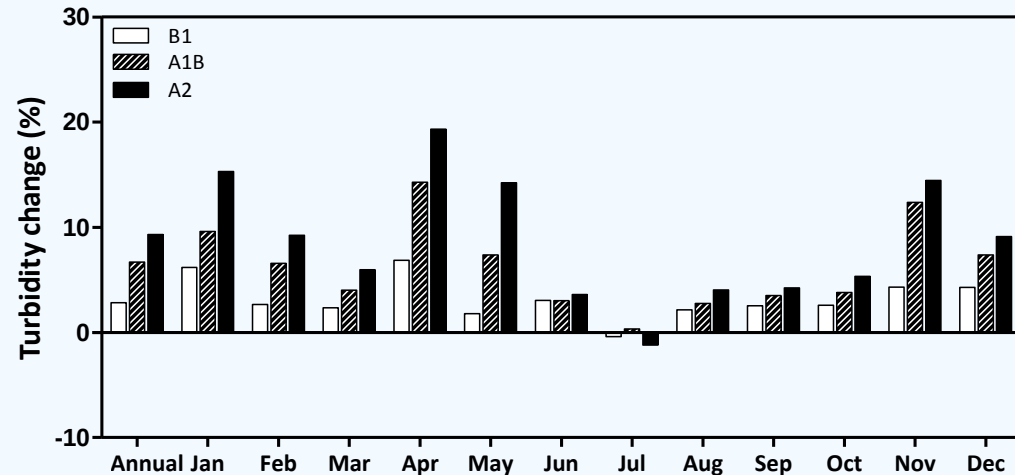
DISTRIBUTION (suite)

- Impacts du climat sur les infrastructures
 - Impacts sur les infrastructures souterraines (gel, inondation, sécheresse)
- Opérations hydrauliques des réseaux
- Dysfonctionnement des équipements de réseau



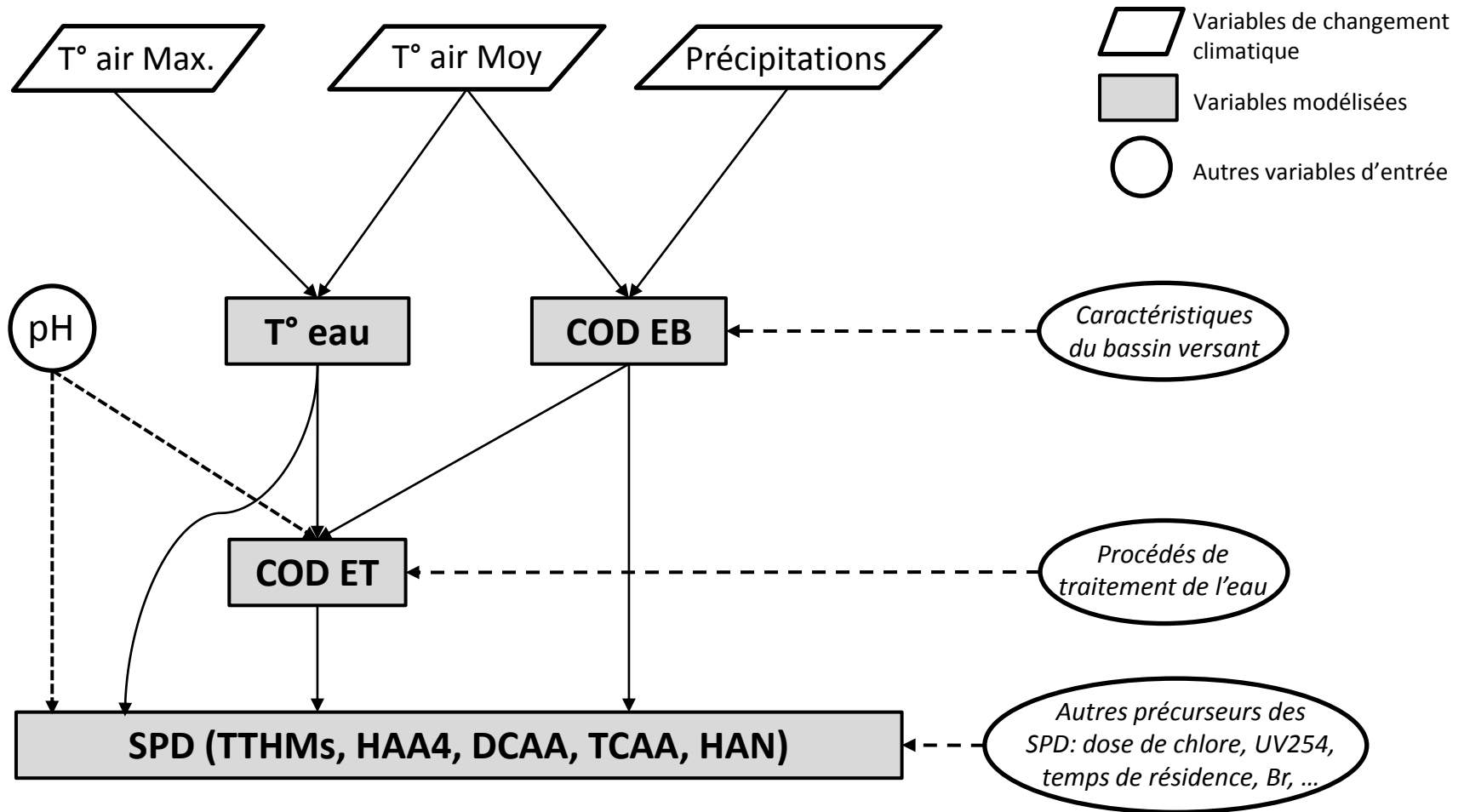
Impacts sur la qualité de l'eau brute

- Turbidité et coliformes fécaux
- 24 sources d'eau potable(Québec)
- Augmentation en avril
 - ↗ pluie et lessivage
 - Raccourcissement de la durée de la saison froide



Impacts potentiels sur la qualité de l'eau

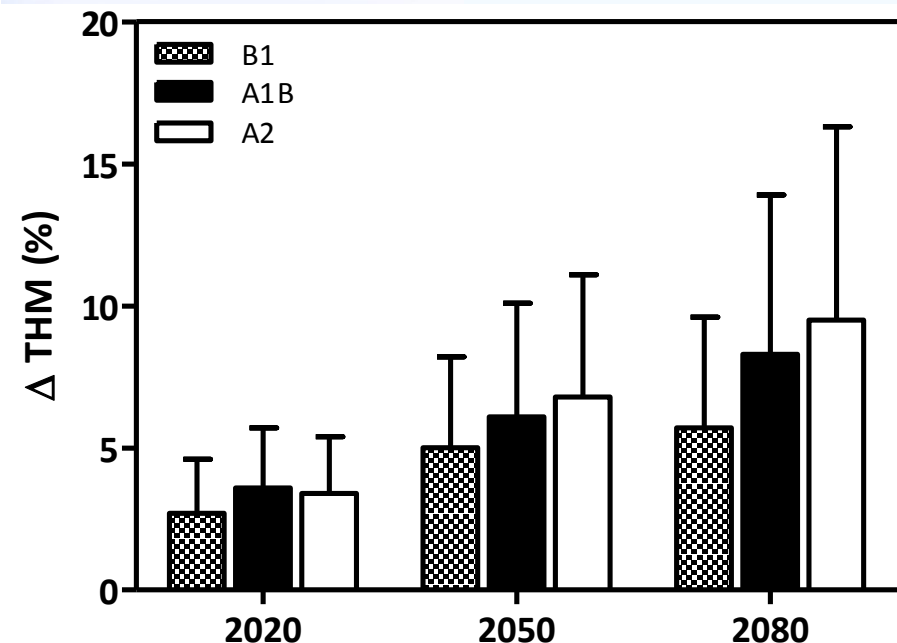
Étude de cas: sous-produits de la désinfection



Impacts potentiels sur la qualité de l'eau

Étude de cas: trihalométhanes totaux

- Sous-produits de la désinfection (impacts sanitaires, normes)
- 13 unités de traitement d'eau (Sud du Québec)
- 10 modèles de TTHM
- Variation annuelle



- Augmentation pour tous les scénarios et horizons (+10%: A2, 2080)
- Diminution de la durée de la saison froide et augmentation des pluies et de la température

Solutions

Approche multibarrières: un outil efficace pour l'adaptation aux changements climatiques

- Approche intégrée (de la source au robinet) de la gestion du risque
 - Connaître les risques externes (naturel/anthropique)
 - Connaître les menaces internes (traitement et réseau de distribution)
- Assurer la mise en place de barrières adéquates pour faire face aux impacts négatifs
 - Protection de la source
 - Traitement de l'eau efficace
 - Gestion de la qualité de l'eau en réseau



Solutions

Mesures d'adaptation (1)

- Dépend de la situation locale/problème (climat, source, ...)
- Protection des sources
 - Réduire l'érosion: stabilisation et naturalisation des rives
 - Réduction du lessivage en milieux urbains et agricole: toits verts pavés poreux, bassins de rétention,....
 - Utiliser des principes de développement urbains durables (*Low impact development, Smart growth,...*)



Solutions

Mesures d'adaptation (2)

- Développement de sources alternatives
 - Récolte des eaux pluviales
 - Recyclage des eaux grises
 - Stockage dans l'aquifère
 - Relocaliser les sources d'eau brutes
- Alerte précoce (« early warning »)
- Optimisation du traitement



Solutions

Mesures d'adaptation (3)

- Planification
 - Élaboration de plans d'adaptation aux changements climatiques
 - Budgets spécifiques dédiés à l'adaptation aux changements climatiques dans les nouveaux projets d'infrastructure
- Interventions en santé publique



Solutions

Recherche (1)

- Amélioration des outils de modélisation:
 - Prédiction des prédictions climatiques à l'échelle locale (municipalités)
 - Quantification locale des impacts sur la qualité de l'eau (précurseurs de SPD, pathogènes, micropolluants)
- Développement des outils pour la surveillance et la gestion de la qualité de l'eau
 - Analytique: tests rapides (pathogènes)
 - Suivi en continu d'indicateurs de la qualité de l'eau (e.g. turbidité, UV, COT)
 - Systèmes d'aide à la décision
 - Systèmes d'alerte précoce



Solutions

Recherche (2)

- Évaluation de l'exposition
 - Populations vulnérables
- Évaluation du risque:
 - Petits et grands réseaux
 - Résilience et vulnérabilité concernant les changements climatiques?
- Interdisciplinarité



Questions

