

INRS – CAFÉ DE L'EAU, MANOIR D'YOUVILLE – CHÂTEAUGUAY, 29 OCTOBRE 2024

# ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE CAS DE LA MONTÉRÉGIE OUEST (QUÉBEC)

**CAFÉ DE L'EAU 2024**  
CONNAISSANCES, ENJEUX & SOLUTIONS

**FRANÇOIS HUCHET**  
PROFESSIONNEL DE RECHERCHE EN HYDROGÉOLOGIE  
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (INRS)



Institut national  
de la recherche  
scientifique

# CONTEXTE DE MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX

- CONTEXTE PRÉLIMINAIRE DE RÉALISATION DES TRAVAUX
- OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE L'ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE



Institut national  
de la recherche  
scientifique

## ■ Anciennes lagunes de Mercier

Eaux souterraines contaminées - **Zone d'exclusion de pompage**  
Usine de traitement des eaux souterraines (UTES) - **Confinement**

**Mandat initial** : options de **remplacement et d'optimisation du piège hydraulique actuel** par le MELCCFP

**Modélisation** doit permettre au Ministre de considérer l'effet de l'UTES sur « *la disponibilité et la répartition des ressources en eau, dans le but de satisfaire ou de concilier les besoins actuels ou futurs des différents usagers de l'eau* » (LQE, chap. 2, art. 31.76)

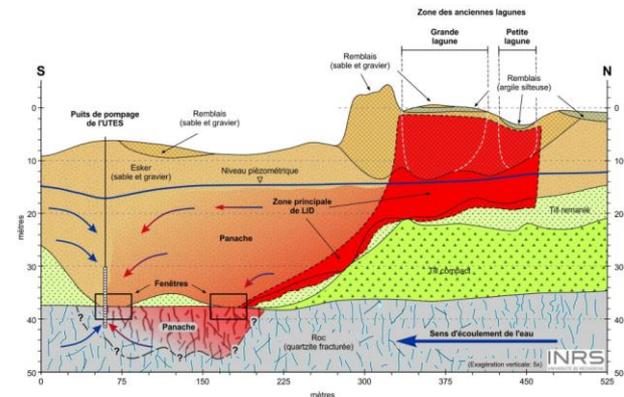
## ■ Besoins pour la modélisation

Nécessite une meilleure connaissance des éléments suivants :

- Comportement du système aquifère régional (**roc fracturé**)
- Effets des **usages actuel et futur** sur les niveaux de nappe
- Effets des **changements climatiques** (CC) sur la recharge
- Effets des scénarii d'exploitation future de l'UTES



François Roy, La Presse, 31 juillet 2024



INRS, Martel et al. (2018)

- **Constats préalables (contexte actuel)**

Aquifère régional - Roc fracturé

Étendue régionale mais **productivité et stockage limités**

**Usages variés** - Industriels, municipaux, agricoles & résidentiels

Pression élevée et en hausse dans certaines zones (**conflits pot.**)

- **Changements à venir (projections futures)**

**Recharge (disponibilité en eau)**

Dynamique annuelle de la recharge & Tendances (effets des CC)

**Usage (demande en eau)**

Développement économique, aménagement du territoire, hausse démographique, etc.

- **Objectifs des travaux**

Évaluer si les **usages actuels** de l'eau souterraine et leur **évolution future** sont durables (**soutenables**) dans un contexte (1) d'agriculture intensive (**maraîchage** - irrigation), (2) de **population croissante** et (3) d'activités industrielles importantes (**carrières** - dénoyage) ; tout en considérant l'effet des **changements climatiques** sur la disponibilité en eau souterraine (**recharge**).



*Benoît Livernoche, Radio-Canada, 2 avril 2022*



# CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉGION D'ÉTUDE

- IMPORTANCE DU MARAÎCHAGE EN MONTÉRÉGIE OUEST
- PARTICULARITÉS DE LA RÉGION SUR L'ALIMENTATION EN EAU
- NIVEAU DE NAPPE & ÉTIAGE SÉVÈRE DE L'ANNÉE 2021



Institut national  
de la recherche  
scientifique

# IMPORTANCE DU MARAÎCHAGE EN MONTÉRÉGIE OUEST

## ■ Territoire

950 km<sup>2</sup> (limites naturelles)  
24 municipalités (204 000 habitants)

## ■ Utilisation du sol

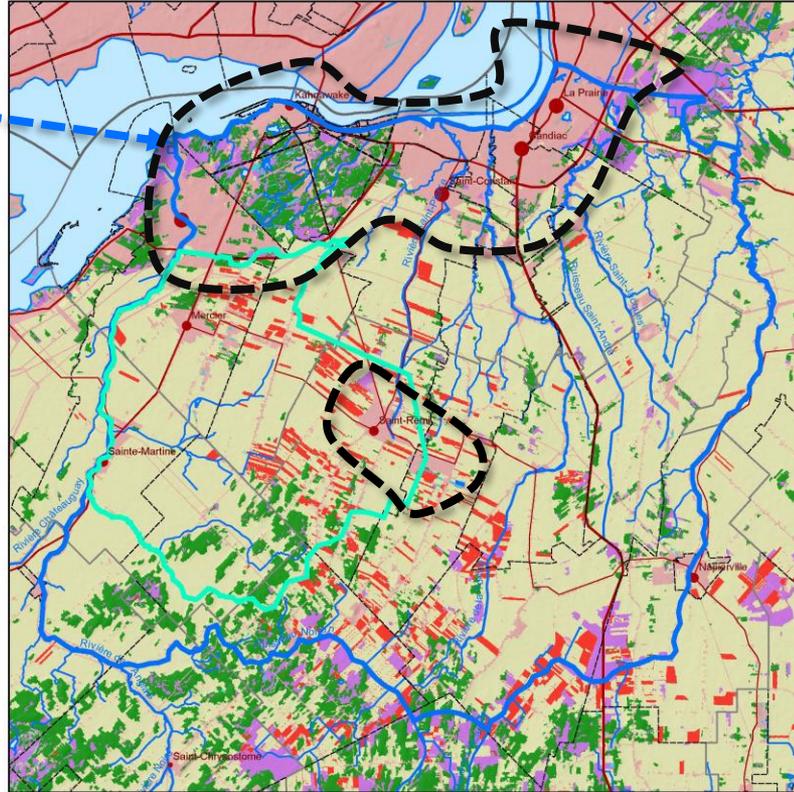
Secteurs urbanisés (Grand MTL)  
Développement important (St-Rémi)

Région agricole (intérêt économique)  
**Maraîchage** (sol organique fertile)

Activités industrielles (**carrières**)  
**Zones forestières** limitées

« *La zone agricole couvre environ 86% du territoire de la Montérégie.*

*Près de 60% de cette superficie est cultivée. [...] Souvent qualifiée de « grenier du Québec » [...] par ses champs de grandes cultures, ses productions maraîchères et animales [...]. » (MAPAQ, 2014)*



Utilisation du sol pour l'année 2017



# PARTICULARITÉS DE LA RÉGION SUR L'ALIMENTATION EN EAU

## ■ Contrôle géologique

Recharge contrôlée par dépôts de surface (till glaciaire, argile marine)

Dôme piézométrique (partie centrale, proche de St-Rémi, haut topo. ~ 70 m)

## ■ Approvisionnement en eau

Roc fracturé (ressource principale, aquifère régional, **production limitée**)  
Aucune étendue d'eau de surface (!)

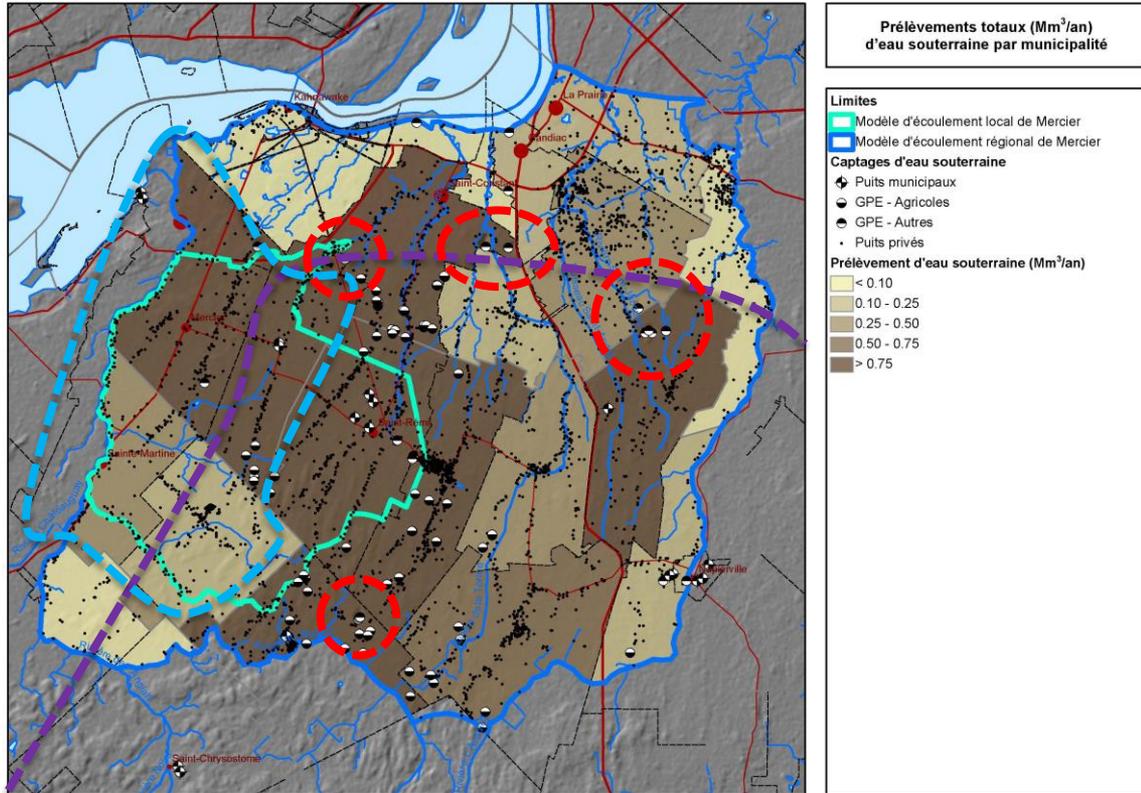
### Eau de surface

Résidents (mun. proches du fleuve)  
Mercier (régie depuis Châteauguay)

### Eau souterraine

Résidents (puits mun. e/o privés), prod. agricoles (puits artésiens), industriels (**carrières/dénoyage**)

Approx.



# NIVEAU DE NAPPE & ÉTIAGE SÉVÈRE DE L'ANNÉE 2021

## Localisation

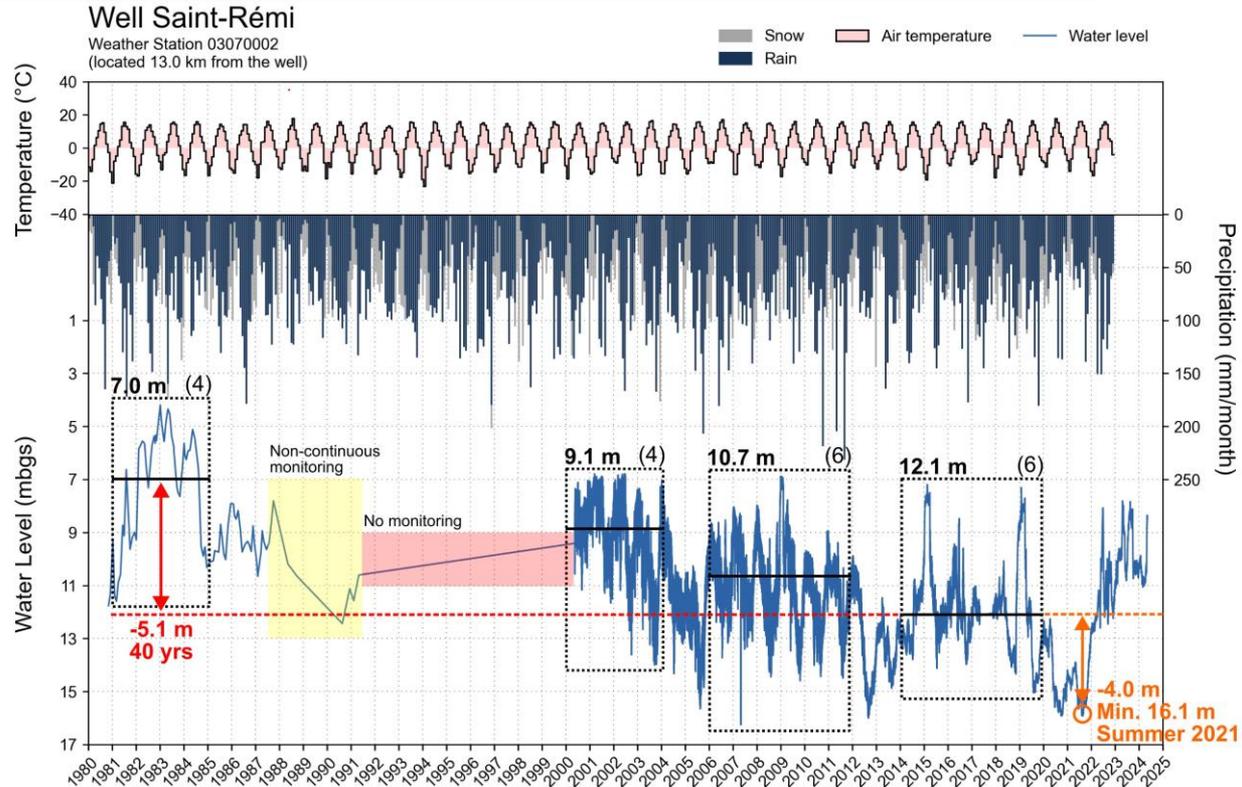
Haut topographique (proche de Saint-Rémi, zone agricole)  
Puits sous influence (pompages estivaux, irrigation, maraîchage)

## Niveau de nappe

-5.1 m (40 ans, nouvel équilibre)  
-4.0 m (été 2021, étiage sévère)

## Conséquences

Assèchement de puits agricoles  
Pertes potentielles de récolte (\$)



« Si on a une mauvaise séquence en raison du peu de recharge à l'automne, peu de neige en hiver, pas de recharge au printemps, un long été, on se retrouve comme en 2021 avec une problématique de niveau de la nappe qui est basse. » (René Lefebvre, Prof. INRS, Radio-Canada, 2023)

# RECHARGE HISTORIQUE ET EN CLIMAT FUTUR

- REPRÉSENTATION DU PROCESSUS DE RECHARGE
- CLIMAT FUTUR PROJETÉ EN MONTÉRÉGIE
- RECHARGE EN CLIMAT FUTUR EN MONTÉRÉGIE OUEST



Institut national  
de la recherche  
scientifique

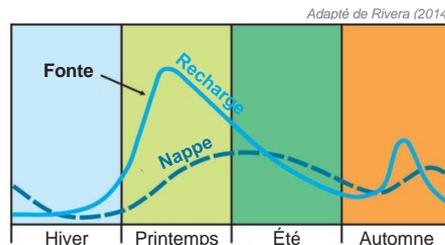
## ■ Définition de la recharge

Part des précipitations qui s'infiltrer et atteint la partie saturée (nappe) de l'aquifère (ex. roc fracturé)  
**Taux de renouvellement annuel** (exprimé en mm/an) en eau souterraine pour un aquifère donné

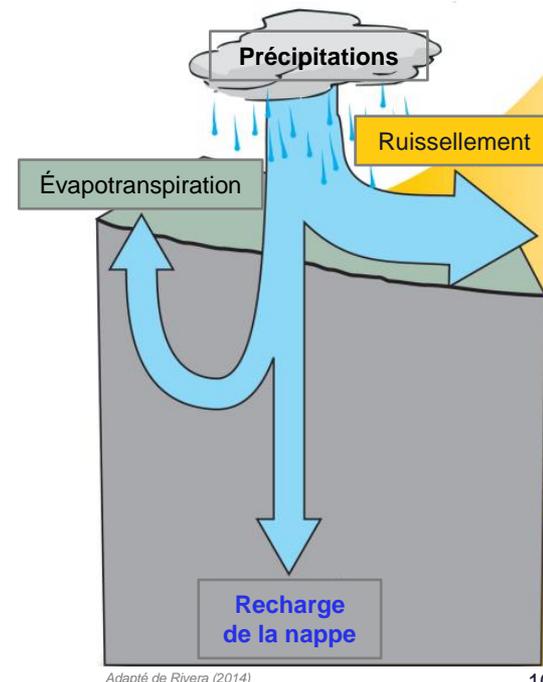
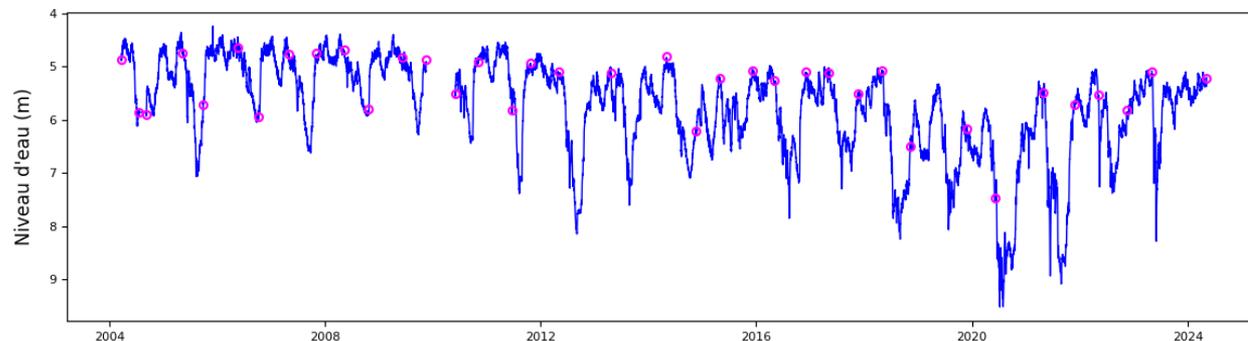
## ■ Influence sur le niveau de nappe

**Remonte lors des périodes de recharge :**  
fonte **printanière** (+++), **automne** (+)

**Baisse lors des périodes sans recharge :**  
récession **estivale** (vidange de l'aquifère)



Variabilité du niveau de nappe dans l'année et d'une année sur l'autre



## Évolution des composantes climatiques (P, T)

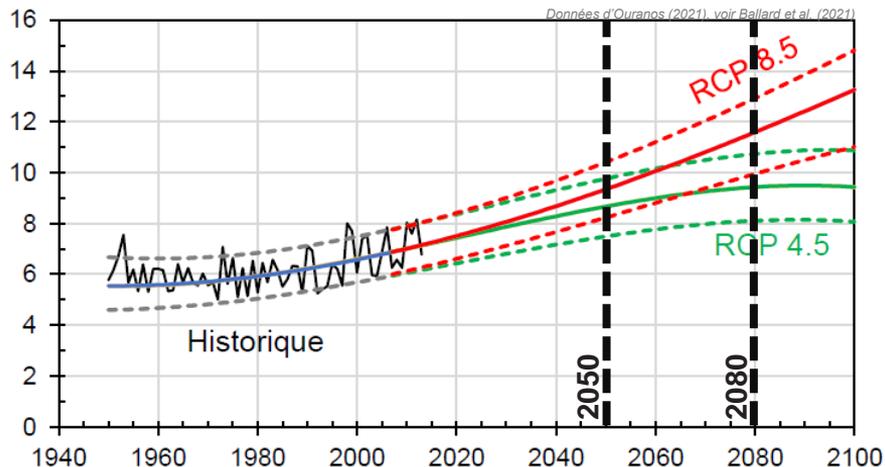
Scénario modéré (RCP 4.5) ou élevé (RCP 8.5)

Période de référence - Normales climatiques (1981-2010)

### Températures (°C)

Futur proche (2050) : **+2.8°C** [+2.5 ; +3.2]

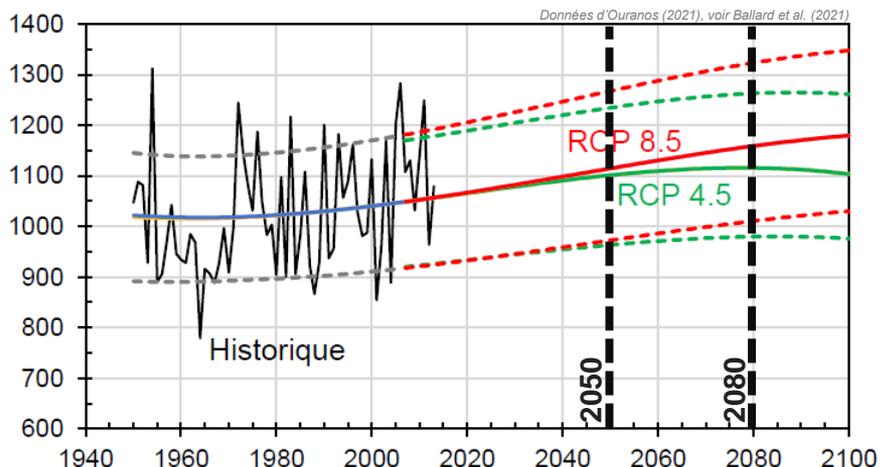
Futur lointain (2080) : **+3.8°C** [+3.2 ; +5.8]



### Précipitations totales (mm/an)

Futur proche (2050) : **+63 mm/an** [+40 ; +92]

Futur lointain (2080) : **+82 mm/an** [+73 ; +122]



# RECHARGE EN CLIMAT FUTUR EN MONTÉRÉGIE OUEST

## ■ Simulations climatiques

Données historiques (1981-2010)  
vs 12 simulations (2006-2095)

### Périodes

A : normales climatiques (1981-2010)

B : période actuelle (2011-2040)

C : futur proche (2041-2070)

D : futur lointain (2071-2095)

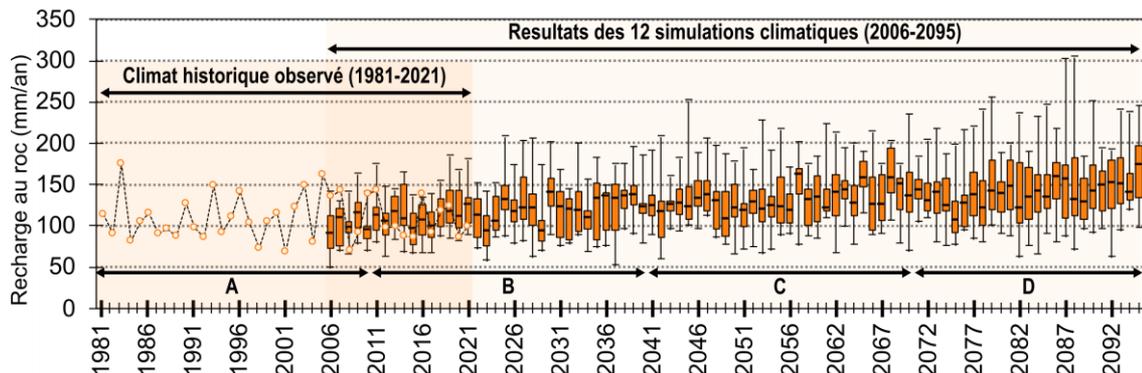
## ■ Évolution dans le futur

### Futur proche (2050)

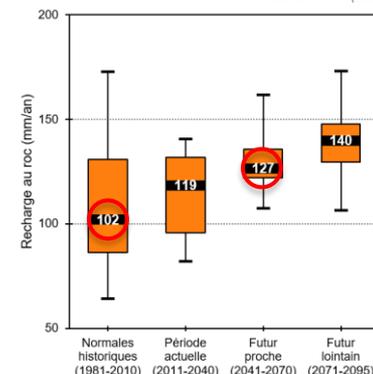
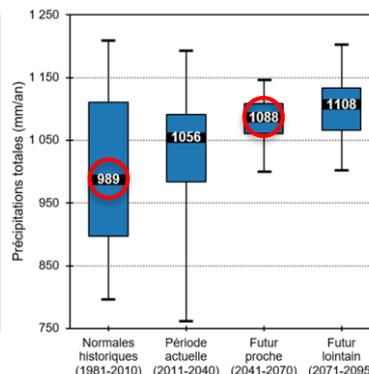
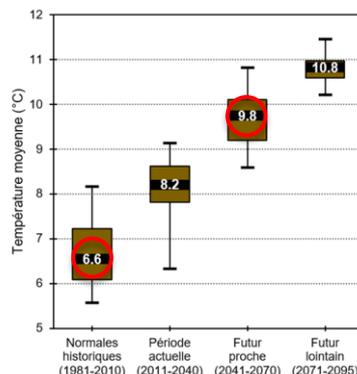
**Températures** : +3.2°C

**Précipitations** : +99 mm/an (+10%)

**Recharge** : +25 mm/an (+25%)



Ballard et al. (2023)



Distribution dans l'année différente par rapport à l'actuel : plus de recharge à l'hiver (redoux), moins de recharge au printemps (fonte), durée de récession (étiage) plus longue (étés plus secs)

**Évolution de la dynamique annuelle encore mal comprise (processus incertain)**



# USAGES ACTUELS DE L'EAU SOUTERRAINE

- USAGES DE L'EAU EN MONTÉRÉGIE OUEST
- RÉPARTITION DES USAGES ACTUELS DE L'EAU SOUTERRAINE



Institut national  
de la recherche  
scientifique

## Provenance de l'eau

Eau de surface : 27.4 Mm<sup>3</sup>/an (59%)

Eau souterraine : 18.8 Mm<sup>3</sup>/an (41%)

## Usage de l'eau souterraine

### Agricole

3.2 Mm<sup>3</sup>/an (17%)

Surtout irrigation des cultures maraîchères

### Résidentiel

6.0 Mm<sup>3</sup>/an (32%)

Puits privés + Aqueducs municipaux

### ICI (Industriel, Commercial, Institutionnel)

9.6 Mm<sup>3</sup>/an (51%)

Surtout dénoyage des carrières + UTES

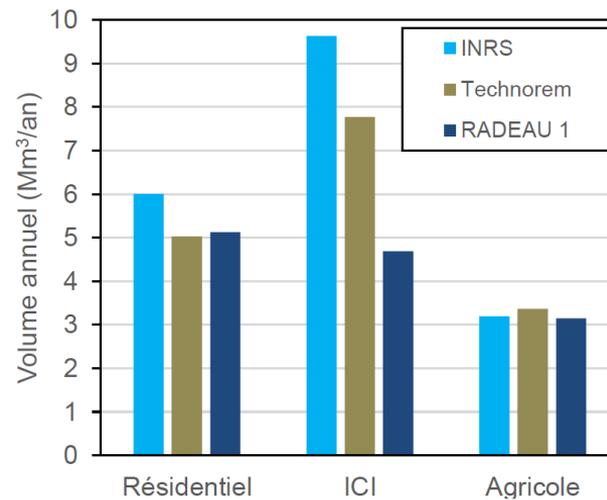
## Limitations

Variabilité des estimés selon les études ou projets

**Agricole vraisemblablement sous-estimé (-)**

Modification réglementaire récente du RDPE (+)

BD publique (2024), seuil abaissé (2025)



**Besoin de meilleures connaissances sur les usages actuels et futurs (échanges, données, etc.) !**

# RÉPARTITION DES USAGES ACTUELS DE L'EAU SOUTERRAINE

## Types d'usage

### Usage résidentiel distribué

Selon les puits privés (densité)

### Usage agricole distribué

Selon le type de cultures (parcelles)

GPE agricoles (à titre informatif)

### GPE (grands préleveurs d'eau)

ICI selon l'industrie, puits municipaux

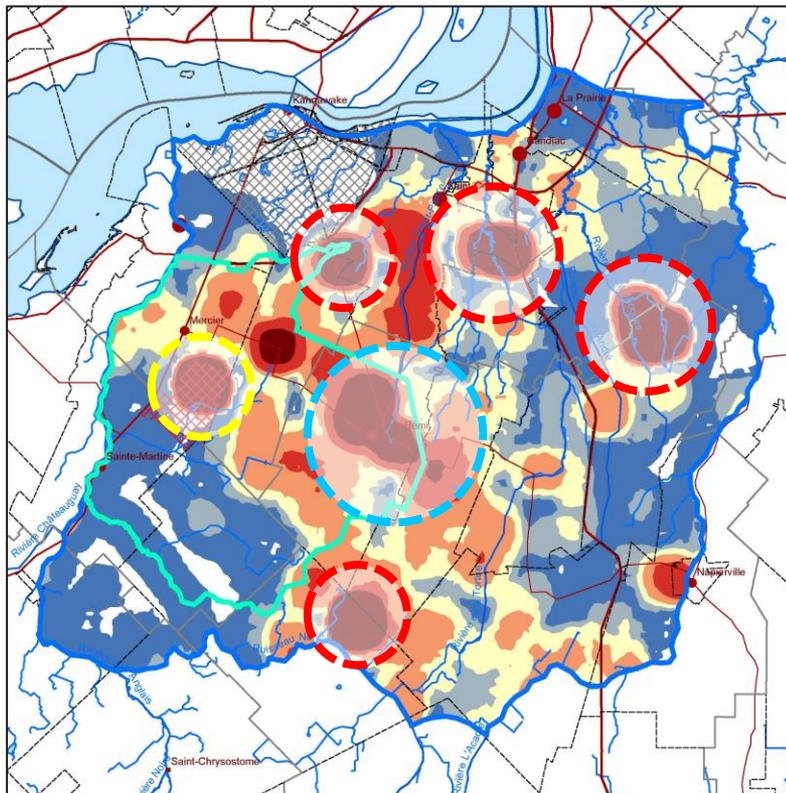
## Usage total

Somme des différents usages

Répartition hétérogène de l'usage

### Secteurs d'usage important

Carrières, UTES, St-Rémi (puits municipaux + industrie + développement résidentiel), etc.



Distribution spatiale de l'usage total actuel de l'eau souterraine

#### Limites

- Modèle d'écoulement local de Mercier
  - Modèle d'écoulement régional de Mercier
  - Zone d'exclusion de pompage
  - Territoire autochtone de Kahnawake
- Usage total de l'eau souterraine (m<sup>3</sup>/an/km<sup>2</sup>) - Scénario S0 (usage actuel)
- 500 - 2 500
  - 2 500 - 5 000
  - 5 000 - 10 000
  - 10 000 - 20 000
  - 20 000 - 50 000
  - > 50 000

# EFFETS DES PRESSIONS ACTUELLES ET FUTURES SUR L'EAU SOUTERRAINE

- SCÉNARII DE RECHARGE ET D'USAGE CONSIDÉRÉS
- STRESS ACTUEL ET FUTUR SUR L'EAU SOUTERRAINE
- BAISSSE DU NIVEAU DE NAPPE SELON LES SCENARII

**IN  
RS**

Institut national  
de la recherche  
scientifique

# SCÉNARII DE RECHARGE ET D'USAGE CONSIDÉRÉS

## But

Obtenir la vision la plus large possible des possibilités futures

## Recharge

### 3 scénarios retenus

- Actuel (référence)
- Futur proche (2041-2070)
- Pessimiste (projet pilote)

## Usages

### 2 scénarios retenus

- Actuel (cas de base)
- Futur pessimiste (2050)

## Hypothèses

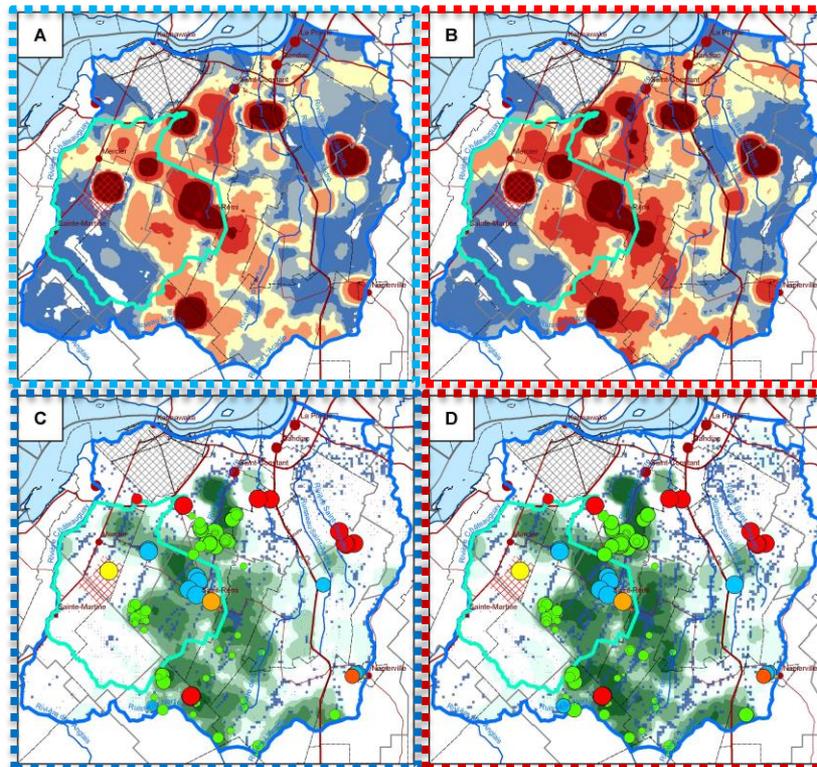
Agricole (+49%)

Résidentiel et municipal (+56%)

ICI (*statu quo*)

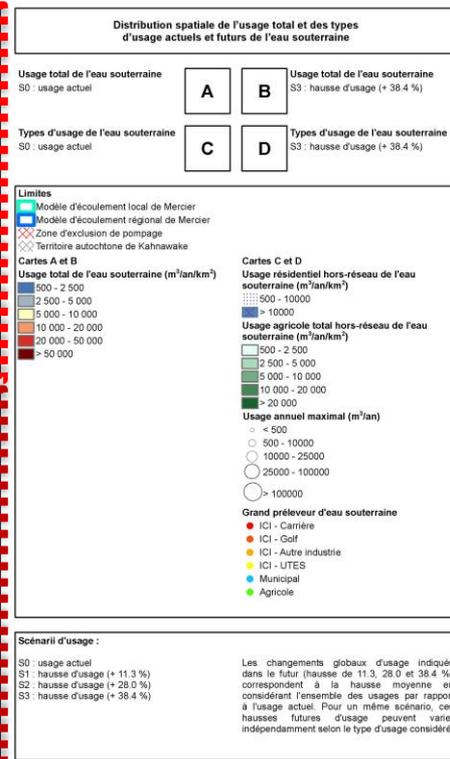
Actuel (cas de base)  
15 mm/an

Futur pessimiste (2050)  
19 mm/an (+28%)



Actuel (cas de base)  
15 mm/an

Futur pessimiste (2050)  
19 mm/an (+28%)



## Indicateurs

Ratio « *usage / recharge* » (exprimé en %)

Concept de recharge effective : « *recharge – usage* » (exprimée en mm/an)

## Combinaison des scénarios retenus

### Actuel (cas de base)

- Usage actuel (cas de base) = 15 mm/an
- Recharge actuelle = 90 mm/an
- **17% de la recharge utilisée (75 mm/an)**

### Futur (intermédiaire)

- Usage futur pessimiste (2050) = 19 mm/an
- Recharge future (2041-2070) = 115 mm/an
- **17% de la recharge utilisée**
- **+28% de recharge effective (96 mm/an)** 😊

### Futur (optimiste)

- Usage actuel (cas de base) = 15 mm/an
- Recharge future (2041-2070) = 115 mm/an
- **13% de la recharge utilisée**
- **+34% de recharge effective (100 mm/an)** 😊

### Futur (pessimiste)

- Usage futur pessimiste (2050) = 19 mm/an
- Recharge pessimiste (projet pilote) = 73 mm/an
- **26% de la recharge utilisée**
- **-29% de recharge effective (53 mm/an)** 😞

**Pression sur la ressource en eau souterraine variable selon le secteur dans la région d'étude !**

**Usage non durable (> 20%) et ressource déjà surexploitée (> 40 %) dans certains secteurs**

# BAISSE DU NIVEAU DE NAPPE SELON LES SCENARII

## Impacts potentiels

### Perte de productivité (puits)

Partie supérieure de l'aquifère rocheux plus fracturée

### Diminution du débit de base

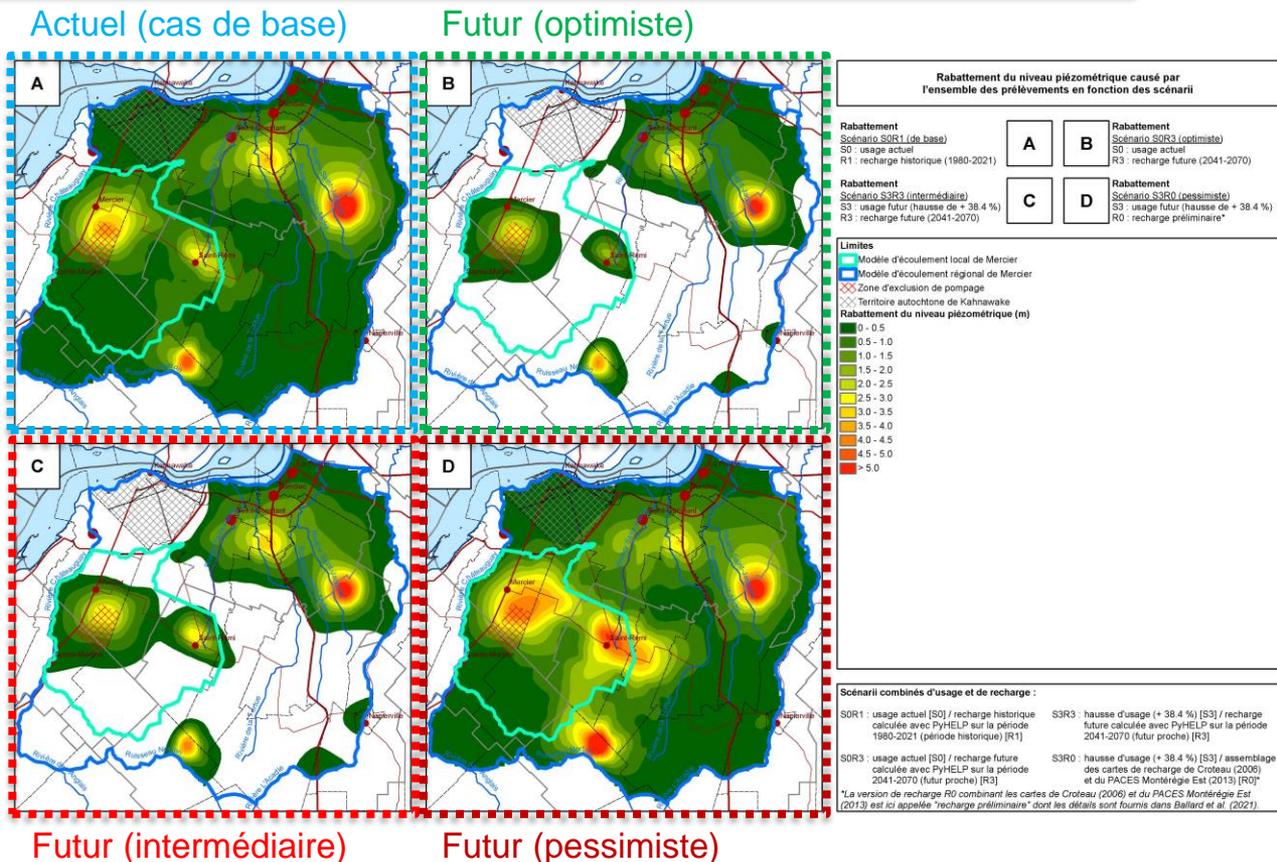
Eau souterraine (étiage, été)  
Maintien des écosystèmes

### Baisse de la qualité de l'eau

Eau profonde plus minéralisée  
Oxydation (battement nappe)

### Notion de « Manque d'eau »

Reliée à la baisse de capacité du puits, non à l'absence d'eau souterraine dans l'aquifère



# CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS



Institut national  
de la recherche  
scientifique

## ▪ Ressource en eau souterraine (exploitation durable et concept d'exploitabilité)

Une partie seulement de la recharge des nappes doit être prélevée afin de maintenir les débits de base des cours d'eau (étiage), de préserver les écosystèmes, et de concilier les divers usagers.

Les fluctuations du niveau de nappe peuvent affecter la capacité de production des puits qui dépend grandement de la nature de l'aquifère capté (décroissance de la fracturation en profondeur).

## ▪ Stress hydrique (variabilité et seuils)

Le niveau de stress sur la ressource en eau souterraine est très variable selon les secteurs du fait de l'hétérogénéité spatiale des usages et de la recharge dans la zone d'étude.

Le niveau de stress actuel est non durable (> 20%) dans certains secteurs en Montérégie Ouest et la nappe déjà surexploitée (> 40%) dans d'autres secteurs spécifiques.

## ▪ Changements climatiques et pratiques (incertitudes et besoins)

Des incertitudes persistent sur la dynamique de la recharge dans le futur de même sur les modifications des pratiques et des usages de l'eau ajoutant une incertitude sur les estimés futurs.

Des besoins sont nécessaires (suivi de nappe, meilleures connaissances, gestion concertée, etc.).



« *On n'est pas [encore] en train de vider les nappes phréatiques, mais localement il peut y avoir des problèmes, trop d'utilisation et pas assez de recharge.* » (Marie Larocque, Prof. UQAM, Le Soleil, 2024)<sup>21</sup>



**Merci pour votre écoute !**  
Avez-vous des questions ?



Au plaisir d'échanger avec vous sur les diverses thématiques du jour ainsi qu'à la table #2 : « **Assurer l'approvisionnement en eau pour les usages agricoles** ».



Accès gratuit aux publications traitant du site contaminé des anciennes lagunes de Mercier ; dont le rapport (et les cartes) sur les **ressources en eaux souterraines de la région de Mercier/St-Rémi**.



Récit numérique de Radio Canada du 2 avril 2022 sur le mythe de l'abondance de l'eau ; dont un entretien avec René Lefebvre (INRS) sur la **disponibilité en eaux souterraines en Montérégie Ouest**.



Contact: [francois.huchet@inrs.ca](mailto:francois.huchet@inrs.ca)