



Source : vegpro et pixel.com

PROJET RADEAU

RÉSULTATS DES BILANS HYDRIQUES RÉGIONAUX

Rapport régional

Mauricie

Mai 2020



Agriculture and
Agri-Food Canada
Agriculture et
Agroalimentaire Canada

www.groupeageco.ca



GROUPE
AGÉCO

Le projet de recherche participative d'Alternative durables pour la gestion de l'eau en milieu agricole dans un contexte de changement climatique (RADEAU) est un projet mandaté par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Le présent livrable brosse un portrait des disponibilités et des besoins actuels en eau de surface et souterraine des différentes usagers (secteurs agricole, résidentiel, de même qu'institutionnel, commercial et industriel (ICI). L'étude projette également ce bilan en climat futur suivant différents scénarios possibles d'évolution du climat, d'occupation du territoire et de stratégies d'adaptation.

Cette présentation porte sur la région de la Mauricie. Elle aborde en premier lieu la méthodologie utilisée dans la projection de la disponibilité et des besoins en eau et présente les résultats sous la forme de cartes interprétatives à l'échelle de la région.

Les informations reproduites dans cette présentation sont disponibles de façon plus détaillée dans **L'Atlas électronique des bilans régionaux de la consommation et de la disponibilité des eaux de surface et souterraine en climat actuel et futur** produit sous la forme d'un système d'information géographique (SIG). En format GDB, le SIG à accès libre comprend toutes les données de disponibilité et de prélèvements/consommations d'eau de surface et souterraine en climat actuel et futur rapportés aux polygones de municipalité ou des bassins versants.

TABLE DES MATIÈRES



1. Contexte, mandat et approche méthodologique



2. Bilans hydriques actuels et conflits recensés

3. Bilans hydriques futurs - évolution des ressources et usages de l'eau



Conclusion

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Équipe principale

Coordonnateur
Expert agroéconomique

Groupe AGECO

Expert agronomique
Modélisation

Sylvestre Delmotte cie

Modélisation
hydrologique

IRDA

Expert hydrogéologie
(eau souterraine)

INRS

Équipe élargie

Expert scénarios
climatiques

OURANOS

Expert scénarios
hydrologiques

MELCC- DEH

Appui modélisation
STICS

AAC

Expert aménagement
hydro-agricole

Université Laval

3

Sous la coordination du Groupe AGÉCO, l'étude a été réalisée par une équipe scientifique regroupant l'expertise d'intervenants de l'Institut de Recherche et Développement en Agroenvironnement (IRDA), de Sylvestre Delmotte – consultant, de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), du consortium OURANOS, du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et de l'Université Laval.

Équipe principale :

Groupe AGÉCO - Isabelle Charron, Sandrine Ducruc

Sylvestre Delmotte, consultant en agro-environnement, modélisation et démarches participatives

IRDA - Aubert Michaud, Arianne Blais-Gagnon, Carl Boivin, François Landry, David Dugré

INRS - René Lefebvre, Mélanie Raynauld, Jean-Sébastien Gosselin

Équipe élargie:

Ouranos - Marco Braun

Direction de l'Expertise hydrique (DEH/MELCC) - Simon Ricard

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) - Guillaume Jégo et René Morissette

Université Laval - Robert Lagacé (prof.) et Antoine Beauchemin (étudiant)

PROJET RÉALISÉ EN VERTU DU SOUS-VOLET 3.2 DU PROGRAMME PRIME-VERT 2013-2018



AVEC UNE AIDE FINANCIÈRE DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE
L'ALIMENTATION (MAPAQ) ET DU FONDS VERT

*Agriculture, Pêches
et Alimentation*

Québec 

 Fonds vert

Le projet a été réalisé en vertu du sous-projet 3.2 du programme Prime-Vert 2013-2018 avec une aide financière du Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et Fonds Vert.

Obtenir un état de la situation harmonisé, à l'échelle régionale, sur les besoins et la disponibilité en eau :

- Agricole, industriel, résidentiel**
- Actuel et en 2050**

S'outiller pour aider à prévenir/atténuer les conflits quantitatifs d'usage de l'eau en milieu agricole, dans un contexte de changement climatique



5

Soucieux de participer à l'adaptation des entreprises agricoles dans un contexte de changement climatique, le MAPAQ a confié la réalisation d'une étude pour mieux cerner les défis actuels et futurs de la gestion de l'eau (quantitatif). Le mandat implique de dresser un portrait des besoins hydriques à l'échelle régionale des différentes usagers (secteurs agricole, résidentiel, de même que institutionnel, commercial et industriel (ICI)) pour comprendre quels usages et usagers de l'eau pourraient être les plus affectés dans le futur par les changements climatiques.

Le projet vise également à identifier des innovations qui permettraient d'atténuer les conflits d'usage de l'eau quant à l'aspect quantitatif dans un contexte de changement climatique.

GRANDES ÉTAPES

- 1 Développer une méthode harmonisée de comptabilisation des besoins en eau des différents usagers et des ressources disponibles

- Agricole, résidentiel et industriel/commercial
- Échelle régionale – 5 régions (RADEAU 1) et 6 régions (RADEAU 2)
- Bilans hydriques actuel et futur (2050)
- Eau de surface/eau souterraine

- 2 Documenter les conflits d'usage de l'eau, actuels et potentiels

- 3 Recenser les pistes de solution

Régions administratives

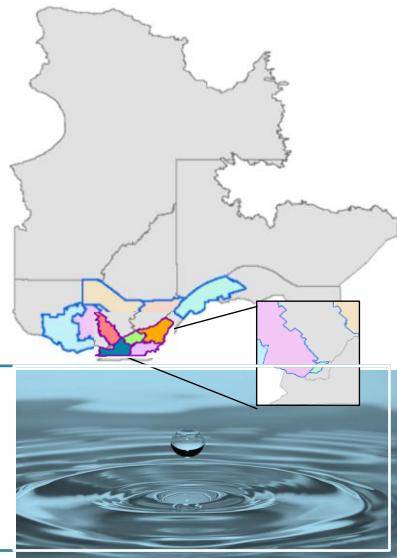
- Lanaudière
- Montérégie
- Centre-du-Québec
- Estrie
- Chaudière-Appalaches

Zone d'étude RADEAU 1

Régions administratives

- Outaouais
- Laurentides
- Laval
- Mauricie
- Capitale-Nationale
- Bas-Saint-Laurent

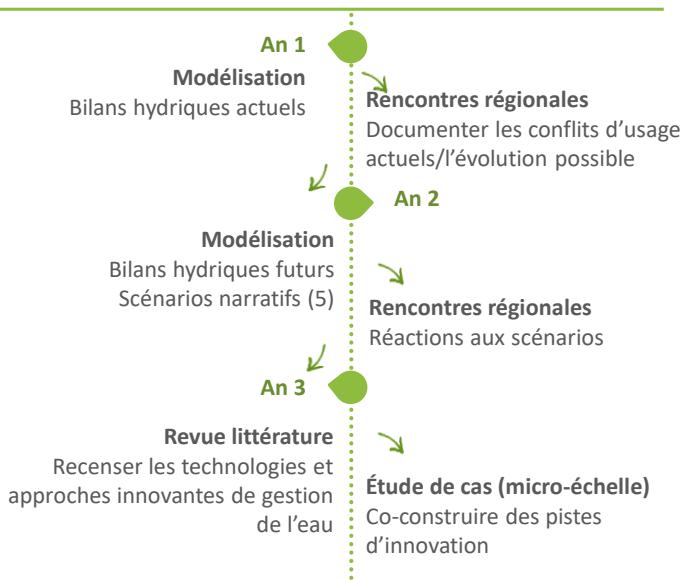
Zone d'étude RADEAU 2



6

Une première phase (RADEAU 1), débutée en 2016, couvre les régions de la Montérégie, Estrie, Chaudière-Appalaches, Lanaudière, Centre-du-Québec. Une deuxième phase (RADEAU 2) s'est amorcée en 2017 pour six autres régions : Mauricie, Laval, Bas-Saint-Laurent, Capitale-Nationale, Laurentides et Outaouais.

PROJETS SUR 3 ANS ET UNE APPROCHE PARTICIPATIVE FORTE



Le projet, ayant débuté en 2017, a été réalisé sur une période de 3 ans, suivant une alternance d'exercices de modélisation et d'interactions avec les acteurs régionaux.

La présentation d'un premier bilan régional en climat actuel auprès d'intervenants locaux des principaux secteurs d'activités a permis de documenter les conflits d'usages passés, actuels ou potentiels de l'eau puis de projeter l'évolution possible de leurs secteurs d'activités dans le futur.

En deuxième rencontre régionale, la présentation de bilans d'usages de l'eau en climat futur a permis aux mêmes intervenants de réagir aux différents scénarios d'évolution du climat, des secteurs d'activités et de stratégies d'adaptation présentés.

Les réactions et commentaires aux bilans de gestion de l'eau ont aligné le recensement de technologies et approches innovantes et la co-construction de pistes de solutions dans le cadre de deux études de cas à micro-échelle (Capitale-Nationale et Laurentides).



APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE – BILANS HYDRIQUES ACTUELS

Cette section présente brièvement la méthodologie utilisée pour obtenir les bilans hydriques régionaux :

- Méthode d'évaluation des prélèvements selon les différents secteurs d'activité.
- Méthode d'évaluation de la ressource disponible.
- Analyse spatiale des prélèvements par rapport à la ressource.

La méthodologie détaillée se retrouve dans le rapport final du projet.

PRÉLÈVEMENTS ACTUELS

- Résidentiel et Industriel, Commercial et Institutionnel (ICI réseau)

À l'échelle municipale

- Démographie actuelle (MAMH)
- Nombre de personnes reliées au réseau et origine de l'eau du réseau (MELCC)
- Hypothèse résidentiel : Hors réseau = approvisionnement par puits privés – eau souterraine
- Calcul résidentiel : Population * facteurs de consommation par habitant
- Calcul CI : Volume distribué – Pertes (aqueduc) – Volume résidentiel



Consommation résidentielle retenue (L/j/p)

216 (L/j/p)

Source: Estimation à partir de la base de données sur l'usage de l'eau potable en 2015 du MAMH.

9

Les prélèvements en eau des secteurs résidentiel et ICI réseau sont cumulés à l'échelle de la municipalité, distinguant l'approvisionnement par réseau ou par puits privés.

PRÉLÈVEMENTS ACTUELS

- Industriel, Commercial et Institutionnel (ICI hors réseau)

Par géolocalisation

- Base de données des grands préleveurs
- Précision sur l'origine de l'eau
- L/nb de jours/mois



- Agricole (végétal, animal, piscicole)

Par géolocalisation

- Base de données du MAPAQ
- Calcul: Superficies **ou** nombre de têtes * facteurs de consommation
- Précision sur l'origine de l'eau dans les Plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA)

10

Les déclarations de Gestion des Prélèvements d'Eau (GPE) des entreprises qui prélèvent plus de 75 m³/jour ont été obtenues du MELCC et ont été utilisées pour évaluer et localiser les prélèvements en eau des secteurs ICI hors réseau et piscicole.

Les données géolocalisées de superficies cultivées et de composition des cheptels des entreprises agricoles ont été obtenues du MAPAQ. Des chartes de consommation pour l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail ont été établies pour les principales cultures et espèces animales.

Les sources d'eau des entreprises agricoles ont par la suite été définies sur la base des informations colligées par le MAPAQ dans le cadre des Plan d'Accompagnement Agroenvironnementale (PAA) de 2013 à 2016.

COEFFICIENT DE CONSOMMATION : CE QUI EST PRÉLEVÉ N'EST PAS TOUJOURS 100% CONSOMMÉ

- Résidentiel et ICI réseau:
 - Prélèvement = Consommation

- Agricole :
 - Production végétale:
90 % de l'eau sert aux plantes
 - Production animale:
80 % de l'eau est utilisé par l'animal
 - Production piscicole :
5 % de l'eau est utilisé par le poisson

- ICI hors réseau : variable selon les secteurs

| Code SCIAN | Secteurs | Coefficient de consommation (%) |
|------------|---|---------------------------------|
| 212 | Extraction minière et exploitation en carrière (sauf l'extraction de pétrole et de gaz) | 10 |
| 311 | Fabrication d'aliments | 20 |
| 312 | Fabrication de boissons | 100 |
| 313 | Usines textiles | 100 |
| 321 | Fabrication de produits en bois | 25 |
| 322 | Fabrication du papier | 10 |
| 324 | Fabrication de produits du pétrole et du charbon | 12 |
| 325 | Fabrication de produits chimiques | 28 |
| 326 | Fabrication de produits en plastique et caoutchouc | 8,6 |
| 327 | Fabrication de produits minéraux non métalliques | 19 |
| 331 | Première transformation de métaux | 15 |
| 332 | Fabrication de produits métalliques | 6 |
| 713 | Récrétouristique | 100 |
| - | Autres (221, 334, 417, 486, 721, 913, 919) | 100 |

11

Des coefficients de consommation ont été déterminés afin de rendre compte de la portion des prélèvements effectués dans les eaux de surface qui retourne au cours d'eau. Pour les secteurs résidentiel et ICI réseau les volumes prélevés ont été directement estimés sur la base de la consommation. Pour les élevages et les productions végétales sous irrigation du secteur agricole, de même que pour les piscicultures et les ICI hors réseau, des coefficients de consommation ont été appliqués aux volumes prélevés:

- Pour les productions végétales, un coefficient de 0.9 a été utilisé, signifiant que 90 % de l'eau utilisée pour l'irrigation sert effectivement aux plantes, 10 % de cette eau retournant au cours d'eau (Pebbles, 2003);
- Pour les productions animales, un coefficient de 0.8 a été utilisé, signifiant que 80 % de l'eau utilisée pour l'abreuvement des animaux est perdue (transpiration des animaux, lait, évaporation dans les fosses), alors que 20 % de l'eau prélevée retourne au cours d'eau (Pebbles, 2003);
- Pour les productions piscicoles, un coefficient de 0.05 a été utilisé, signifiant que 95 % de l'eau prélevé retourne au cours d'eau (INRS, 2009; Shaffer, 2009);
- Pour le secteur ICI hors réseau, le coefficient dépend du secteur d'activité de l'entreprise (code SCIAN) tiré des études de l'INRS (2009) et de Shaffer (2009).

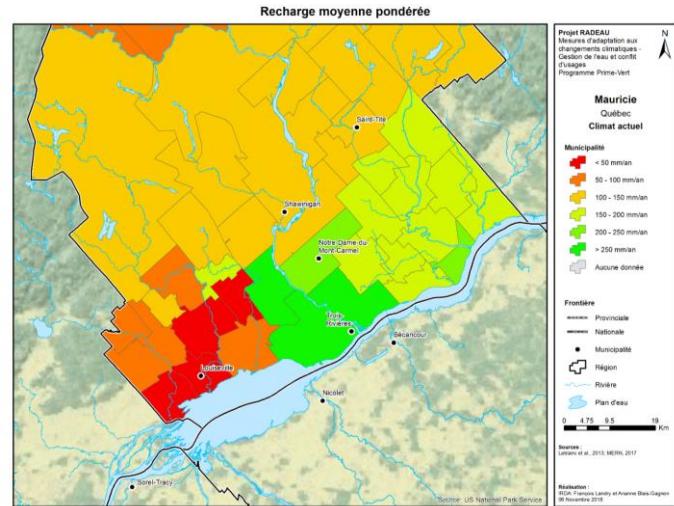
RESSOURCES ACTUELLES

- Eau de surface

- Par bassin versant – Atlas hydroclimatique mériddional 2018 (DEH)
 - Coordonnées des exutoires
 - Étiage estival et hivernal (m^3/sem)

- Eau souterraine

- Par pixel de 250 m * 250 m – PACES du Québec
 - Recharge (mm/an)
 - Moyenne par municipalité



12

La disponibilité des eaux de surface et souterraine est projetée de façon distincte:

- L'indicateur retenu pour la disponibilité de l'eau de surface est le débit minimum du cours d'eau cumulé sur sept jours consécutifs pour une période de récurrence de deux ans ($Q_{2,7}$). Ces débits d'étiage hebdomadaires estival ou hivernal sont extraits de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional 2018 (DEH-MELCC, 2018) pour chacun des sous-bassins versants documentés dans l'Atlas. Pour les sous-bassins non documentés, les débits d'étiage ont été estimés sur la base de leurs superficies respectives, en mettant à profit les relations débit : superficie établies pour un ensemble de données hydrométriques colligées par l'IRDA et la DEH-MELCC.
- L'indicateur retenu pour la disponibilité de l'eau souterraine est la recharge au roc documentée dans le cadre des études du Programme d'Acquisition des Connaissances sur les Eaux Souterraines (PACES) pour l'Outaouais (Comeau et al., 2013), du nord-est du Bas-Saint-Laurent (Buffin-Bélanger et al., 2015), du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc et al., 2013), de la Communauté métropolitaine de Québec (Talbot et al., 2015), de Charlevoix, de Charlevoix-Est, de la Haute-Côte-Nord (Rouleau et al., 2013), ainsi que l'étude de l'estimation de la recharge de Laval et des Laurentides réalisée dans le cadre du projet RADEAU 2 (Raynauld et al., 2018)



BILAN DE LA SITUATION ACTUELLE

UN CONFLIT C'EST....

- Utilisations **concurrentielles** entre plusieurs usagers
- Quantité vs qualité
- Actuel et potentiel
- Eau de **surface** vs **souterraine**
- Eau disponible et période d'étiage (débit réservé...)



14

Dans le cadre de la présente étude et sur la base de la littérature consultée, il est établi qu'un conflit d'usage :

- Survient lorsqu'il y a utilisations **concurrentielles** entre plusieurs usagers ou usages;
- Concerne autant les aspects **quantitatifs** que **qualitatifs**, dans la mesure où un enjeu de qualité peut limiter l'usage de la ressource et entraîner le recours, par exemple, à d'autres sources (souterraines). Par ailleurs, il semble que l'aspect quantitatif seul soit rarement une source de conflit. À ce sujet, c'est précisément l'aspect quantitatif qui est le point de mire du projet confié par le MAPAQ; les aspects qualitatifs sont pris en compte que s'ils ont un impact sur les aspects quantitatifs (ex. changement de source d'approvisionnement en eau).
- Concerne autant les eaux de **surface** que les eaux **souterraines**;
- Est **actuel** ou **latent**, c'est-à-dire qu'un conflit peut se déclarer si une situation aujourd'hui soutenable se détériore (notamment en contexte de changement climatique).

LES CONFLITS IDENTIFIÉS – PRINCIPAUX CONSTATS

- Quelques problèmes au plan qualitatif (contamination bactériologique, nitrates, uranium, acidité des lacs)
- Évolution démographique en décalage avec entretien du réseau d'aqueduc
 - Débit d'étiage plus à risque (ex. rivière Maskinongé)
- Problème localisé d'eau souterraine (principale source d'approvisionnement régionale)
 - Enjeux de puits (ex. implantation à St-Isidore et contrainte dans l'usage des terres agricoles)
 - Limite dans l'usage de certains puits (ex. Trois-Rivières)
 - Potentiel abaissement de la nappe phréatique causé par l'exploitation des carrières et des sablières
 - Boom immobilier dans certaines MRC (ex. des Collines) et pression par le développement résidentiel hors-réseau
 - Enjeux de qualité : nouveau projet de suivi (prise d'échantillon dans des puits)

15

En Mauricie, les problématiques associées à l'eau sont plutôt d'ordres qualitatifs, relevant des paramètres esthétiques— : elles sont surtout reliées à des concentrations élevées en manganèse, en fer et en chlorure dans certains puits (PACES Mauricie, 2013). Le secteur industriel serait néanmoins limité dans certaines localités par un débit d'eau limité (Consultation publique, 2018). Aussi, avec le développement démographique récent, le réseau d'aqueduc pourrait ne plus suffire en ce qui concerne le débit par rapport aux besoins. Déjà dans le secteur sud de la Maskinongé, la Régie d'aqueduc du Grand Pré doit s'assurer que la capacité des ressources actuelles répond adéquatement à la demande de Yamachiche (Le Nouvelliste, 2016).

Sur le plan qualitatif, la contamination de l'eau a été soulevée dans les rivières Saint-Maurice, Shawinigan, des Envies, du Loup et Maskinongé (BPR, 2003). Les cours d'eau seraient fortement pollués en raison des activités industrielles (dragage des voies maritimes du Lac Saint-Pierre, pollution agricole et industrielle des rivières Saint-Maurice, Shawinigan, des Envies, du Loup et Maskinongé) (BPR Groupe-conseil, 2003; Parent et Anctil, 2012). De plus, l'aquifère serait fortement pollué par l'agriculture (Parent et Anctil, 2012), notamment par des nitrates sur le territoire des agglomérations de Shawinigan-sud, Notre-Dame-de-Montauban et de Pointe-du-Lac (BPR Groupe-conseil, 2003). Selon la plus récente étude des PACES, près de 40 % des puits résidentiels échantillonnés dépassaient au moins une des normes bactériologiques (PACES Mauricie, 2013). La contamination des eaux souterraines par les nitrates dans les MRC Les Chênaux, Mékinac et Maskinongé a aussi été rapportée (MELCC, 2000).

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL CLIMAT ACTUEL – PRINCIPAUX CONSTATS

- **Consommation totale : 61,2 Mm³/an (79,3 Mm³/an prélevés)**

– Résidentiel: 41 % ICI Réseau: 40 % ICI Hors Réseau: 6 % Agricole: 13 %

| | % d'eau de surface | % d'eau souterraine |
|-----------------|--------------------|---------------------|
| TOTAL | 54 | 46 |
| Résidentiel | 59 | 41 |
| ICI Réseau | 59 | 41 |
| ICI Hors Réseau | 80 | 20 |
| Agricole | 11 | 89 |

16

La région de la Mauricie consomme au total 61,2 millions de m³ d'eau par année. 41 % de l'eau consommée dans la région est dédié au secteur résidentiel. Les ICI liées aux réseaux d'aqueducs consomment 40 %, les industries hors réseau 6 % et le secteur agricole 13 %. La région s'approvisionne autant à partir d'eau de surface que d'eau souterraine. Les ICI s'alimentent surtout à partir d'eau de surface, contrairement au secteur agricole qui tire son eau à 89 % des nappes souterraines de la région. La répartition des consommations du secteur agricole se présente comme suit:

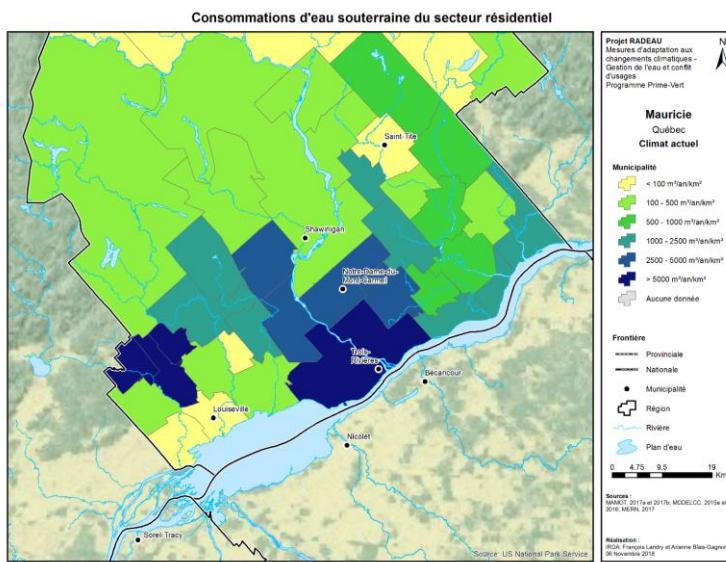
| | Besoins agricoles (%) |
|-----------|-----------------------|
| Piscicole | 57 |
| Végétal | 28 |
| Animal | 15 |

RÉPARTITION DE L'UTILISATION DE L'EAU PAR LES PRINCIPALES PRODUCTIONS ANIMALES ET VÉGÉTALES

- Les pommes de terres pour le marché frais représentent le tiers de l'eau consommée en production végétale
- Les bovins laitiers l'eau comptent pour près de 50% de la consommation d'eau en production animale

| | m³/an | % |
|-------------------------------|-------------------------|----------|
| Végétal | | |
| Pommes de terre marché frais | 720725 | 33,4 |
| Conifères conteneur | 433650 | 20,1 |
| Pommes de terre prépelage | 305760 | 14,2 |
| Autres horticulture conteneur | 188300 | 8,7 |
| Canneberges | 154440 | 7,2 |
| Animal | | |
| Bovins laitiers | 626133 | 49,2 |
| Porcs | 236644 | 18,6 |
| Bovins de boucherie | 234689 | 18,4 |
| Volailles poulets et dindons | 78677 | 6,2 |
| Ovins | 62933 | 4,9 |

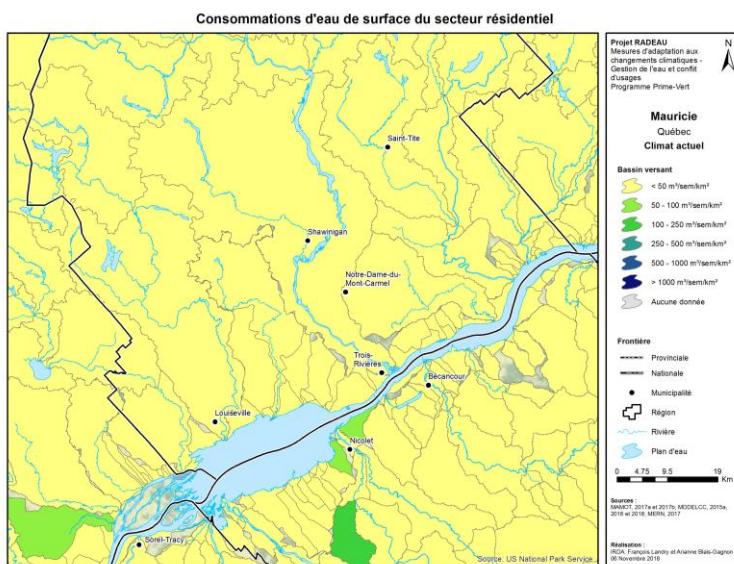
PRÉLÈVEMENTS POUR LE RÉSIDENTIEL



18

Pour le secteur résidentiel en Mauricie, les consommations d'eau souterraine les plus élevées sont observées dans les municipalités de Sainte-Ursule (6 658 m³/an·km²), Saint-Édouard-de-Maskinongé (7 585m³/an·km²), Sainte-Angèle-de-Prémont (10 459 m³/an·km²) et Trois-Rivières (18 294 m³/an·km²). Ces taux reflètent les effets des gradients démographiques, dans le cas de Trois-Rivières et ses environs, et la concentration des prélèvements par la Régie de Grand-Pré à l'ouest de la région, dans le cas des trois municipalités mentionnées.

PRÉLÈVEMENTS POUR LE RÉSIDENTIEL



19

La pression du secteur résidentiel sur l'eau de surface demeure faible sur l'ensemble du territoire de la Mauricie (à moins de 50 m³/sem·km²).

PRINCIPAUX PRÉLEVEURS INDUSTRIELS D'EAU HORS RÉSEAU- 2015

- Prélèvements totaux : 19,5 Mm³/an
- Consommation : 3,6 Mm³/an

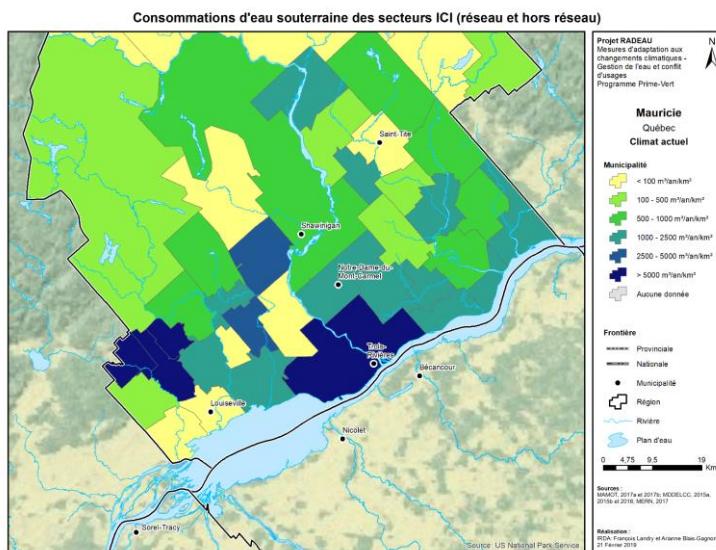
- **94 % des prélèvements** : fabrication du papier

Source: MELCC à partir de la base de donnée des grands préleveurs d'eau de 2015

20

Presque la totalité des prélèvements d'eau (94 %) qui ne sont pas reliés à un réseau d'aqueduc pour des usages industriels sont exercés, dans la région, par le secteur de la fabrication du papier.

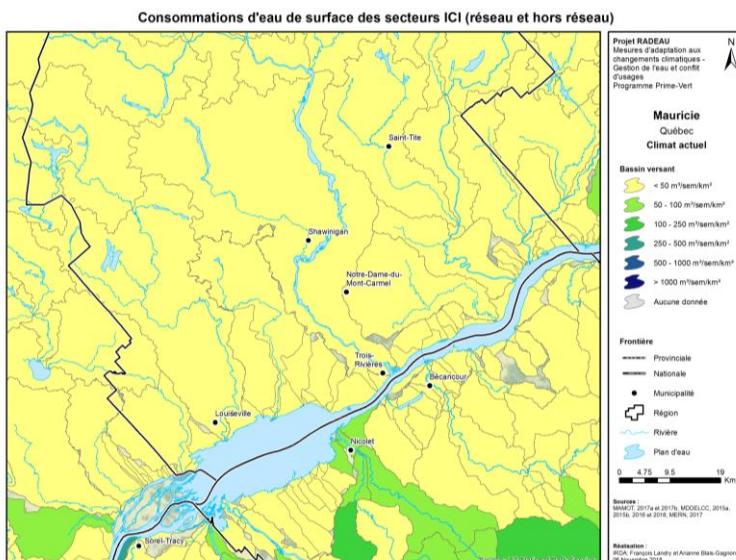
PRÉLÈVEMENTS POUR LES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



21

Le portrait des prélèvements des ICI est semblable à celui du résidentiel, avec des prélèvements plus nombreux dans les municipalités desservies par la régie de Grand-Pré (à l'ouest de la région) et à Trois-Rivières et ses environs.

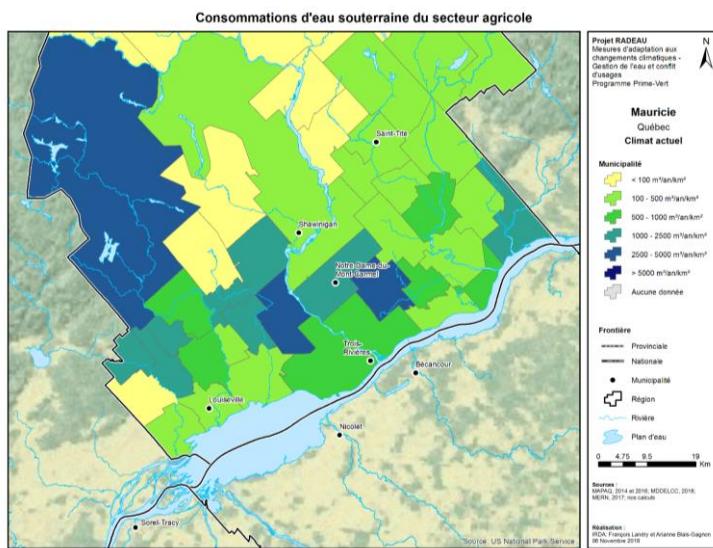
PRÉLÈVEMENTS POUR LES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



22

Le portrait de la consommation d'eau de surface des secteurs ICI s'apparente à celui du secteur résidentiel, avec des prélèvements faibles (< 50 m³/sem-km²) sur l'ensemble de la région.

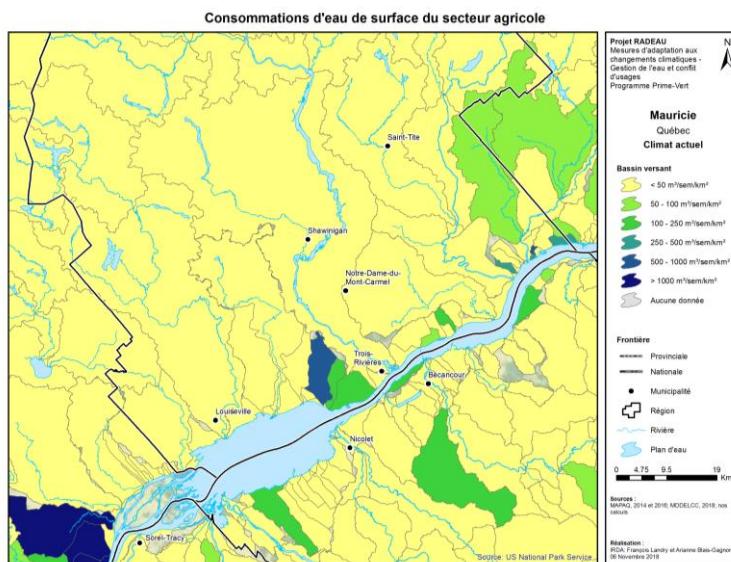
PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES



23

L'eau souterraine constitue la principale source d'approvisionnement pour les productions animale et végétale dans les MRC de Maskinongé et des Chenaux. En terme de volume, les prélevements dédiés à la production piscicole sont très importants, notamment à Saint-Alexis-des-Monts.

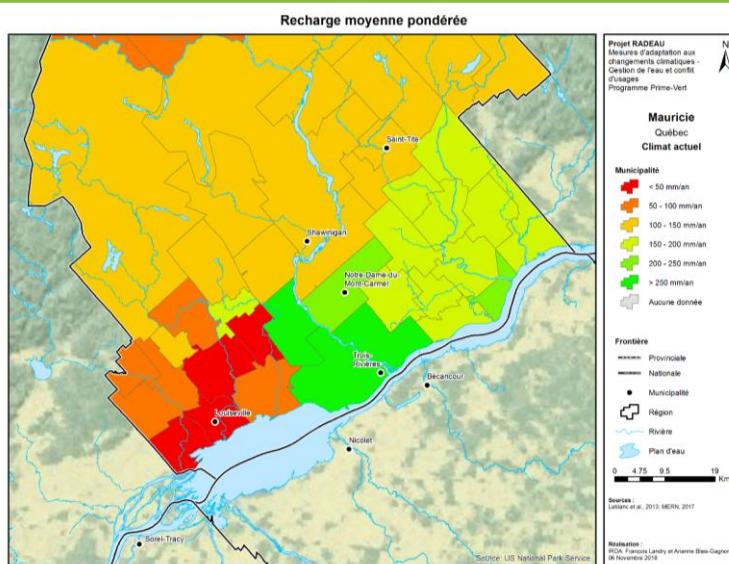
PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES



24

Les prélèvements d'eau de surface en milieu agricole sont faibles dans l'ensemble. Ils sont plus élevés dans le bassin de la rivière Charest (qui chevauche la région voisine Capitale-Nationale), dans ceux du ruisseau Saint-Charles et de la rivière aux Sables (tout juste à l'ouest de Trois-Rivières) et de d'autres petits bassins orphelins en bordure du fleuve.

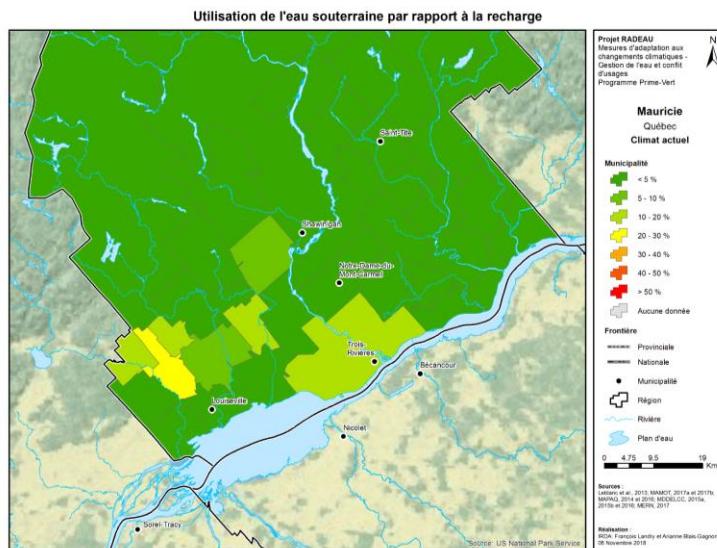
LES BILANS HYDRIQUES ACTUELS – LES RESSOURCES EN EAU: RECHARGE SOUTERRAINE



25

L'indicateur de disponibilité de l'eau souterraine est la recharge annuelle totale estimée de l'aquifère profond (au roc). Les données sont basées sur l'étude du PACES Mauricie (Leblanc et al., 2013). Les estimations de la recharge moyenne de l'aquifère montrent une disponibilité plus faible dans l'ouest de la région (<50 mm/an) et très bonne autour de Trois-Rivières (>250 mm/an).

BILANS – UTILISATION DE L’EAU SOUTERRAINE ET RECHARGE



26

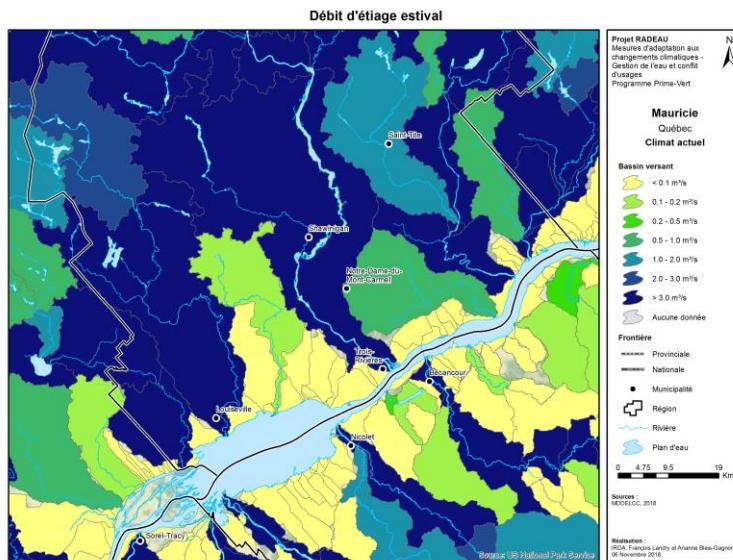
Les indices de pression sur l'eau souterraine ont été estimés à l'échelle de chacune des municipalités suivant le ratio suivant :

Σ prélèvements d'eau souterraine de la municipalité (résidentiel, agricole et ICI)
Recharge

L'estimation de la recharge est présumée indépendante du taux de prélèvement. En effet, les taux documentés de recharge sont plutôt déterminés par des facteurs liés au climat, la topographie, la géologie, la végétation et les propriétés physiques des sols. Le seuil critique de l'indice de pression sur l'eau souterraine (ratio prélèvements : recharge) a été établi à 20 % (René Lefebvre, INRS, communication personnelle).

Les prélèvements sont principalement dédiés au secteur résidentiel et ICI réseau, et en général à l'équilibre avec la capacité de la recharge. L'eau souterraine est utilisée partout dans la région sauf dans la MRC La Tuque. Un usage important est localisé autour de Trois-Rivières, Notre-Dame-du Mont-Carmel et dans la MRC de Maskinongé (Saint-Ursule, Saint-Édouard-de-Maskinongé, Saint-Justin). Les ICI hors réseau sont situés dans la ville de Shawinigan et autour de Trois-Rivières.

LES BILANS HYDRIQUES ACTUELS – LES RESSOURCES EN EAU: DÉBITS D’ÉTIAGE

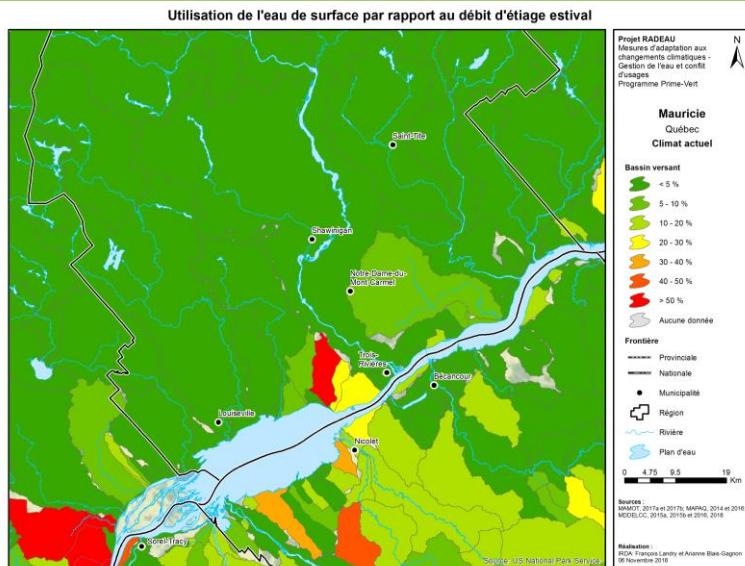


27

Le débit d'étiage estival (indicateur $Q_{2,7}$: débit minimum sur sept jours consécutifs du cours d'eau pour une période de récurrence de deux ans) a été retenu comme indicateur de disponibilité de l'eau de surface en période estivale ou hivernale. Les indicateurs $Q_{2,7}$ sont tirés de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional 2018 (DEH-MELCC, 2018), ci-après nommé Atlas 2018.

Les débits d'étiage projetés pour les cours d'eau de la région de la Mauricie reflètent essentiellement les superficies de leurs bassins versants respectifs, avec des $Q_{2,7}$ variant de moins de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ à plus de $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Les débits d'étiage des plus petits bassins versants, non documentés dans l'Atlas, ont été générés sur la base de relations statistiques établies entre les superficies de petits bassins méridionaux jaugés au Québec et leurs débits d'étiage respectifs (IRDA et DEH/MELCC). Ces petits bassins versants sont généralement associés à des débits d'étiage inférieurs à $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. La méthodologie et les données mises à contribution dans l'évaluation des débits d'étiage sont présentées en section 5.1 du rapport de projet.

BILANS – UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE ET DÉBIT D'ÉTIAGE



28

L'indice de pression sur l'eau de surface est exprimé à l'échelle des sous-bassins hydrographiques par le ratio des prélèvements par rapport au débit d'étiage ($Q_{2,7}$). Puisque les débits d'étiage sont influencés par les prélèvements effectués, ces derniers ont été ajoutés au débit d'étiage dans le calcul des indices de pression suivant le ratio suivant :

$$\frac{\sum \text{prélèvements d'eau de surface du bassin (résidentiel, agricole et ICI)}}{Q_{2,7} + \sum \text{prélèvements d'eau de surface du bassin (résidentiel, agricole et ICI)}}$$

La projection cartographique des indices de pression met en relief la vulnérabilité plus locale de cours d'eau mineurs (ruisseau Saint-Charles et rivière aux Sables). L'eau de surface demeure généralement peu utilisée dans la région, à l'exception de celle des lacs (Shawinigan, La Tuque), à Trois-Rivières et de quelques cours d'eau mineurs (agriculture).

PROJECTIONS 2050



Disponibilité en eau

- Hypothèse d'une recharge stable des nappes souterraines à l'horizon 2050
- Évolution des débits d'étiage estivaux et hivernaux : atlas hydroclimatique 2018



Choix de 5 scénarios climatiques



Comment pourraient évoluer les prélèvements ?



Et les conflits d'usage ?

29

Les sections suivantes présentent la méthodologie et les résultats projetés de consommation et de disponibilité des eaux de surface et souterraine en climat futur pour les différents usages (agricole, résidentiel et ICI) dans la région de la Mauricie. S'arrimant à la méthode appliquée aux bilans en période actuelle, la démarche repose sur des évaluations distinctes des portraits de l'utilisation et de la disponibilité des eaux de surface et souterraines en climat futur.

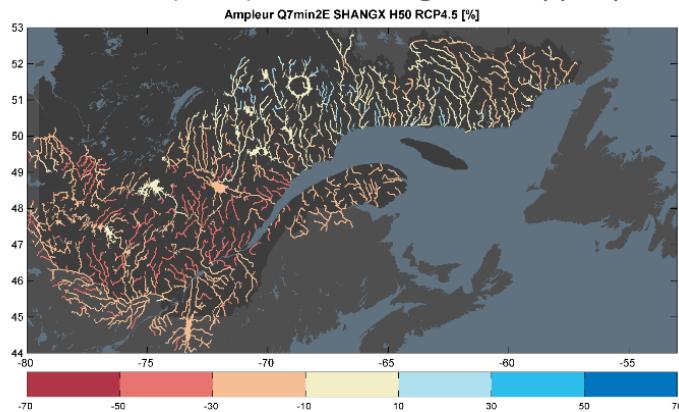
Les prélèvements d'eau de surface en période de pointe sont comparés, à l'échelle de chacun des bassins versants, à la disponibilité projetée des eaux de surface en période d'étiage à l'horizon 2050. Cette comparaison repose sur l'indicateur de débit d'étiage $Q_{2,7}$, soit la valeur minimum du débit moyen du cours d'eau sur une période de 7 jours, pour une période de récurrence de deux ans.

Les prélèvements d'eau souterraine sur une base annuelle sont comparés à la recharge annuelle de la nappe, à l'échelle des municipalités.

La projection des prélèvements en climat futur pour les secteurs résidentiel, industriel et agricole, sont basés sur cinq scénarios d'évolution du climat, de la démographie et des différentes secteurs d'activités économiques.

QUE SAIT-ON DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES EN EAU?

- Diminution des débits d'étiages
 - Selon les scénarios choisis avec Ouranos, de -17% à -50%
 - À l'échelle du Québec, pour les cours d'eau majeurs
- Pas d'évolution à court terme (2050) de la recharge des nappes phréatiques



Sur le plan de la gestion de l'eau, les impacts des changements climatiques s'inscrivent en double. D'une part, il y a un impact sur l'utilisation de la ressources, alors que l'augmentation des températures et de l'évapotranspiration motive une utilisation plus importante d'eau souterraine ou de surface. D'autre part, il y a aussi une diminution de la disponibilité de l'eau de surface appréhendée en période critique d'étiage en climat futur.

Pour les fins de la présente étude, les projections des débits d'étiage en climat futur ($Q_{2,7}$) à l'horizon 2050 de l'atlas hydro-climatique du Québec (MELCC, 2018) ont été retenus comme balises dans l'évaluation des conflits potentiels d'usage des eaux de surface en climat futur. Dans l'ensemble, les diminutions appréhendées des débits d'étiages des cours d'eau majeurs sont de l'ordre de 17 à 50 % du débit actuel.

En ce qui a trait à la disponibilité de l'eau souterraine en climat futur, il est postulé que les changements climatiques n'auront pas d'impacts significatifs sur la recharge de l'aquifère profond à l'horizon 2050, reflétant l'état des connaissances exprimé par les collaborateurs au projet du domaine de l'hydrogéologie.

QUE SAIT-ON DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU?

- Pas d'impact sur les besoins résidentiels
- Pas d'impact sur les besoins industriels
- Augmentation des besoins pour les activités récrétouristiques (golfs, stations de ski)
 - Accentuation des conditions douces et pluvieuses qui raccourciront la saison de ski, mais augmentation de la fabrication de neige
 - Prolongation de 2 à 3 semaines de la saison de golf, essentiellement en début de saison
- Et surtout, hausses des besoins en eau pour l'agriculture
 - Besoin en eau d'irrigation plus important car déficit hydrique plus sévère

31

Pour les fins de la présente étude, les changements dans les prélèvements d'eau inhérents aux scénarios narratifs d'évolution en climat futur ont été projetés sur la base de cinq scénarios climatiques. Ces scénarios climatiques ont été développés par le Consortium de recherche Ouranos, à partir de variables climatiques choisies comme indicateurs, incluant la variation en matière de précipitations cumulées sur la période de juin à août, la température moyenne d'avril à octobre, et enfin le nombre de jours avec des températures supérieures à 32 °C (Braun, 2017). Les scénarios retenus représentent 72 % de la variabilité qui est simulée dans les scénarios climatiques de l'ensemble CMIP5 utilisés par Ouranos. Une projection des besoins en eau en fonction du climat futur a été réalisée pour chacune des régions à l'étude, sur la base des données propres à sa station météorologique de référence. Pour la Mauricie, il s'agit de la station de Nicolet.

Dans l'ensemble, il est reconnu que les changements climatiques ont peu d'effet sur les besoins en eau résidentiels et industriels. Mais les besoins en eau peuvent néanmoins évoluer dans le temps selon la croissance de la population ou le dynamisme des activités économiques. Le principal secteur affecté par le climat est sans contredit le secteur agricole.

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU EN AGRICULTURE

| | NICOLET |
|---|---------|
| PRÉCIPITATIONS DE JUIN À AOÛT (CLIMAT HISTORIQUE - OURANOS) | 279 mm |
| ETP MOYENNES JUIN A AOUT (CLIMAT HISTORIQUE) | 355 mm |
| MOYENNE DE P – ETP (MM) (CLIMAT HISTORIQUE) | -76 mm |
| VARIATION SUPÉRIEURE DU DÉFICIT HYDRIQUE EN CLIMAT FUTUR | -78 mm |
| VARIATION INFÉRIEURE DU DÉFICIT HYDRIQUE EN CLIMAT FUTUR | -14 mm |

- Ex. simulations pommes de terres en sol loam / loam sableux : 126 mm
 - Scénarios forts : +18 à +45 mm par saison | scénarios faibles : stables (+17 à +21mm)
- Besoin en eau pour abreuvement des animaux et refroidissement des bâtiments
 - Ex. vache laitière : +1.2L /jr /°C en plus.
 - Consommation moyenne actuelle : ~110L par jour. 3°C en plus = 3.6L.
 - Refroidissement : 15L/jr/vache pour la brumisation.

L'augmentation moyenne projetée des températures pour les cinq scénarios climatiques retenus est de l'ordre de 3.0 °C à Nicolet (station météorologique d'Environnement Canada la plus proche de la Mauricie pour lesquelles les données pour la période historique de 1981 à 2010 sont complètes) sur la période d'avril à octobre pour 2041-2070, comparativement à 1981-2010.

Le nombre moyen de jours au-dessus de 30 °C passerait de **9 jours** en période de référence à **32 jours** en climat futur, alors que la durée de la saison de croissance augmenterait de **196 à 219 jours**. Cette évolution des températures et de durée de cycle se traduirait par une augmentation importante du nombre de degrés-jours (DJ) estimés pour la saison de croissance, qui s'accroîtrait de **505 DJ** (base 10°C) depuis une estimation de **1073 DJ** en climat actuel à Nicolet.

À partir de l'ensemble des variables précédentes, l'évapotranspiration potentielle (ETP) en climat de référence et futur a été projetée. Les scénarios climatiques retenus pour les fins de l'étude donnent tous lieu à une augmentation significative de l'ETP à la station de Nicolet (38 mm en moyenne), représentant une hausse moyenne de 11 %.

Enfin, les précipitations totales cumulées sur la saison de croissance passeraient, en moyenne, de **616 mm à 661 mm** en climat futur, suivant les cinq scénarios climatiques à l'étude. Les épisodes projetés d'absence de précipitations en climat futur (5 jours minimum sans précipitation) ne seraient cependant pas différents, en nombre comme en durée, du climat actuel.

Du fait de l'augmentation de l'évapotranspiration, principalement durant les mois de juin, juillet et août, et de la stabilité des précipitations attendue pour cette période, le déficit hydrique (P – ETP) devrait **augmenter**. Ce déficit était déjà historiquement de **- 76 mm**, et en climat futur, il devrait, pour la période de juin à août, **augmenter de 14 mm** (scénario optimiste) à **78 mm**, le portant à **-154 mm** sur la période.

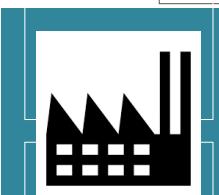
En conséquences, les besoins en eau des cultures devraient augmenter. Les simulations réalisées avec le modèle STICS dans le cadre du projet RADEAU en utilisant comme culture modèle la pomme de terre montrent une augmentation des besoins en eau d'irrigation de **+ 17 mm à + 45 mm** par saison en climat futur.

IMAGINER LES BESOINS EN EAU FUTURS



Prélèvements résidentiels

- Scénarios de croissance démographique (ISQ) + densification/dévitalisation
- Scénarios de comportement de consommation et d'évolution technologique
- Commentaires et anticipations partagés par les acteurs régionaux



Prélèvements industriels

- Scénarios d'évolution du tissu industriel
- Scénarios de comportement de consommation et d'évolution technologique
- Commentaires et anticipations partagés par les acteurs régionaux

33

Pour évaluer les besoins en eau futur, nous avons aussi combiné les informations partagées par les acteurs régionaux quant à l'évolution possible de leur territoire, à différentes données historiques et de prospectives disponibles (évolution démographique, industrielle, agricole). Des hypothèses ont aussi été posées sur le comportement des acteurs (effort de réduction de consommation d'eau).

En ce qui a trait aux prélèvements résidentiels, la moyenne de 216 litres/personne/jour utilisée en période de référence a été modulée en climat futur dans les différents scénarios. Sur la base de la littérature disponible et de renseignements empiriques (québécois ou européens), nous avons documenté les effets du recours à des équipements moins consommateur d'eau (toilette, laveuse). En combinant l'ensemble des mesures de réduction possibles, il a été projeté que la consommation résidentielle moyenne pourrait diminuer jusqu'à 30 %. Les projections démographiques de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) à l'horizon 2036 pour chacune des régions à l'étude ont été utilisées pour faire varier les hypothèses d'évolution de la population (faible, moyenne, élevée). Des hypothèses de densification ou de dévitalisation ont été développées avec les acteurs locaux lors des rencontres régionales. La section 6.2 du rapport de projet présente plus en détails la méthode.

L'évolution des prélèvements en eau des secteurs industriel, commercial et institutionnel dans les scénarios narratifs a été projetée en climat futur suivant plusieurs variables, incluant les volumes d'eau prélevés actuellement, les projections économiques à long terme, basées notamment sur les tendances de croissance économique historiques, et enfin sur un niveau de réduction de la consommation d'eau, lié aux possibles efforts de réduction et à l'intégration de procédés industriels plus efficaces. Une description détaillée de la méthode est présentée 6.4 du rapport final de projet.

IMAGINER LES BESOINS EN EAU FUTURS



Prélèvements agricoles

- Scénarios d'évolution des superficies et cheptels
- Scénarios de comportement de consommation et d'évolution technologique
- Inclusion des impacts climatiques (évapotranspiration, températures extrêmes, etc.)

| Station Nicolet | Actuel | Futur 2041-2070 |
|--|---------|------------------------------------|
| Déficit hydrique estival potentiel (P - ETP) | - 76 mm | - 90 à -154 mm |
| Volume supplémentaire d'eau d'irrigation (plante modèle) | | 18 à 44 mm selon les modélisations |

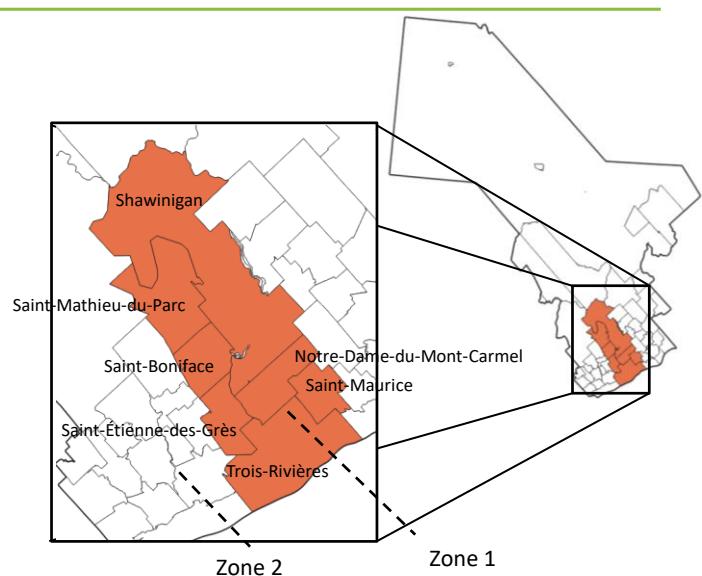
34

Pour le secteur agricole, l'évolution des besoins en eau a été projetée sur la base de l'évolution de plusieurs variables, dont:

- Les superficies en cultures qui nécessitent de l'irrigation, basées sur des tendances historiques et les dynamiques actuelles et potentielles de marché.
- La part de ces superficies, par type de culture, qui seraient effectivement irriguées, variant de **+0 à +100 %** selon les productions végétales documentées (fruits et petits fruits, production maraîchère et en serre). Ces hypothèses sont basées sur les renseignements obtenus de différents conseillers du MAPAQ et d'un chercheur de l'IRDA spécialisé en irrigation.
- La hausse éventuelle des besoins en eau de chaque culture, touchant la régie de l'irrigation : projetée sur la base de l'incidence des changements climatiques sur l'évapotranspiration des cultures, telle que modélisée avec le support du modèle STICS en mettant à profit les scénarios climatiques fournis par Ouranos. Une description détaillée de la méthode, des hypothèses et des sources de données utilisées dans les projections des utilisations de l'eau par les différents cultures est présentée 6.3 du rapport de projet.
- Le nombre d'animaux à abreuver. Les tendances d'évolution du cheptel calculées pour la période 1996-2016 démontrent que la plupart des cheptels de bovins, qu'ils soient laitiers ou de boucherie sont en diminution notables, sauf les veaux qui sont presque stables. Les cheptels de porc et de moutons sont en forte augmentation, tout comme les chèvres, les poules et les poulets. Pour nos cinq scénarios, nous avons réalisé des hypothèses d'évolution cohérentes avec les scénarios narratifs communs à toutes les régions.
- Les répercussions du CC sur les besoins en eau des animaux, pour l'abreuvement de même que pour le refroidissement des bâtiments, en raison par exemple des systèmes de brumisation, des écrans humides ou des systèmes d'aspersion.

Une description détaillée de la méthode, des hypothèses et des sources de données est présentée dans la section 6.4 du rapport de projet.

EN PLUS DE LA CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE, HYPOTHÈSES DE DENSIFICATION/DÉVITALISATION



Des zones de densification de la population et des activités économiques ont été établies pour les fins de l'étude. Esquissée sous la forme de zones, leur délimitation s'appuie notamment sur les commentaires des acteurs régionaux quant à leur vision de l'évolution de leur territoire. En Mauricie, deux zones ont été définies:

La **première** est celle qui se densifie le plus et qui englobe les municipalités suivantes: Shawinigan, Saint-Mathieu-du-Parc, Saint-Boniface, Saint-Étienne-des-Grès, Notre-Dame-du-Mont-Carmel, Saint-Maurice et Trois-Rivières.

La **deuxième** inclut toutes les autres municipalités rurales de la région et correspond aux augmentations projetées de population les plus faibles. Une hypothèse d'exode rural est d'ailleurs considérée pour un des scénarios démographiques en climat futur (scénario 5).

AU FINAL : CINQ SCÉNARIOS POSSIBLES SELON DES HYPOTHÈSES ET FACTEURS DE CHANGEMENT

| | Scénario 1 Statu quo | Scénario 2 Chaleur et soif | Scénario 3 Chaleur et interdits | Scénario 4 Tempéré et dense | Scénario 5 Tempéré et urbain |
|---|--|--|---|--|---|
| Évolution des débits d'étiage | Réduction moyenne du fait du changement climatique | Forte diminution du fait du changement climatique | Diminution moyenne du fait du changement climatique | Diminution faible du fait du changement climatique | Diminution moyenne du fait du changement climatique |
|  | Croissance moyenne | Forte croissance | Faible croissance | Forte croissance | Faible croissance, exode rural |
|  | Pas de changement | Facturée au volume : forte diminution | Diminution modérée | Compteurs d'eau: diminution modérée | Forte diminution |
|  | Poursuite des tendances | Secteur en forte croissance sauf pâtes et papier Réduction modérée des prélevements | Croissance modérée Facturée au volume : Réduction élevée des prélevements | Forte croissance Réduction d'eau modérée | Croissance modérée Réduction faible pour industriel |
| Récrétourisme | Poursuite des tendances | Forte croissance | Faible croissance | Croissance modérée | Forte croissance |
|  | Poursuite des tendances Housse des superficies cultivées | Hausse importante des superficies cultivées irriguées Hausse importante des besoins en eau/ha | Faible hausse des superficies cultivées irriguées Forte hausse des besoins en eau/ha | Faible hausse des superficies cultivées irriguées Faible hausse des besoins en eau/ha | Hausse moyenne des superficies cultivées irriguées Faible hausse des besoins en eau /ha et eau souterraine à 100% |

- 5 scénarios narratifs
 - Logique interne
 - Plausibles
 - Originaux (en dehors des lieux communs)
 - Contrastés

Il était une fois..... La Mauricie en 2050, déclin de l'industrie récrétouristique, facturation de l'eau pour tous les usagers, développement marqué des serres, etc....

36

Une approche par scénarios narratifs a été retenue pour la présente étude compte-tenu du contexte d'incertitude quant à l'évolution future des différents secteurs d'activité. L'approche consiste à littéralement raconter une histoire, c'est-à-dire à mettre en récit des futurs possibles, en retenant des critères dans l'élaboration des scénarios (respecter une logique interne, plausibles, originaux, contrastés).

Les facteurs de changements identifiés sont notamment la réglementation, les développements industriel et agricole ainsi que la croissance démographique. Pour l'élaboration des scénarios, nous avons retenu les deux facteurs les plus incertains et se traduisant par des répercussions sur les prélevements. Puis, nous avons déterminé les répercussions de ces évolutions sur les prélevements. Les changements climatiques et l'évolution démographique sont le fil conducteur des changements. Les scénarios climatiques d'Ouranos ont donc été combinés à nos scénarios narratifs.

Au final, cinq scénarios narratifs ont été développés, basés sur des scénarios climatiques et différentes évolutions possibles des besoins des usagers. Un premier scénario est représentatif d'un statu quo dans les tendances de l'évolution démographique et de l'activité économique. Les quatre autres scénarios sont contrastés en termes de prélevements et de ressources en eau, mais aussi probables les uns que les autres. En se référant au tableau synthèse illustré ci-haut, les couleurs jaune-orange-rouge indiquent une évolution qui met une pression sur la ressource eau, alors que le vert indique plutôt une évolution favorable à la ressource, par exemple une faible croissance démographique.

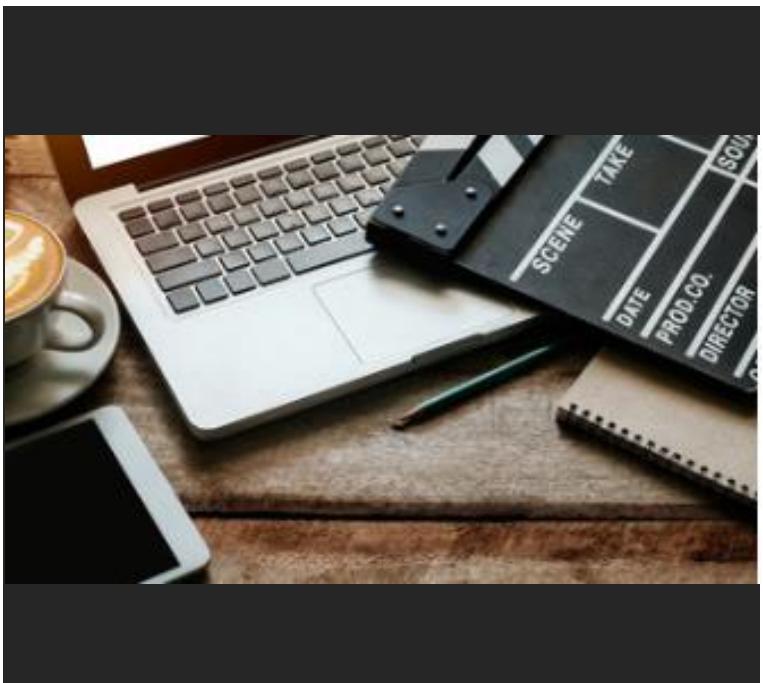


BILANS HYDRIQUES DES SCÉNARIOS FUTURS

La prochaine section présente les résultats projetés de prélèvements et de disponibilité de l'eau surface et souterraine pour chaque scénario narratif. Pour chacun des scénarios, un récit décrivant l'évolution des tendances futures dans la démographie, les différents secteurs d'activités économiques et l'évolution du climat est présentée. Le bilan des utilisations de l'eau et des conflits potentiels en climat futur sont par la suite projetés à l'aide de cartes interprétatives.

Scénario 1

STATU QUO



SCÉNARIO 1 – STATU QUO



Diminution moyenne des débits d'étiage : - 31 %



↑ 4 %



Pas d'effort de réduction
Consommation/habitant stable



Industriel



Croissance
variable selon
secteur

Pas d'effort de réduction



Agricole



Ha cultivées et
cheptel suivent la
tendance

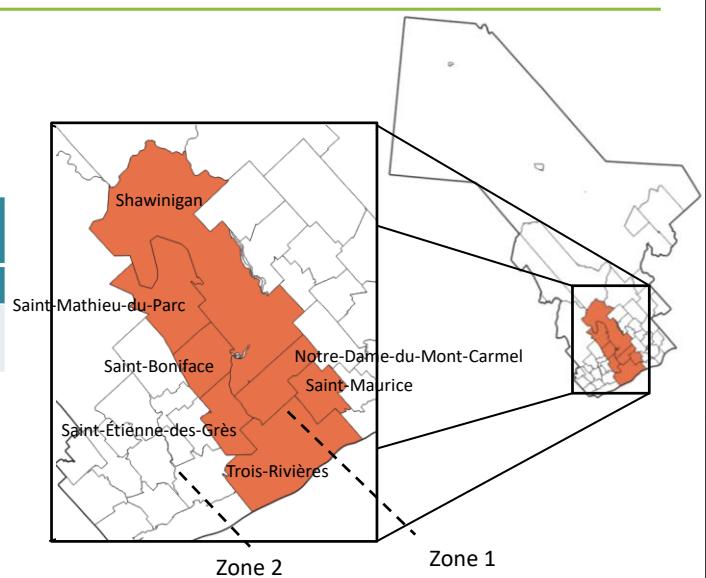
Mêmes pratiques d'irrigation

39

Ce scénario présente un cas où il n'y a aucune proactivité en matière d'adoption de bonnes pratiques ou de révision réglementaire favorisant une gestion plus durable de l'eau. Les prélèvements en eau de tous les secteurs suivent les tendances observées depuis les 20 dernières années.

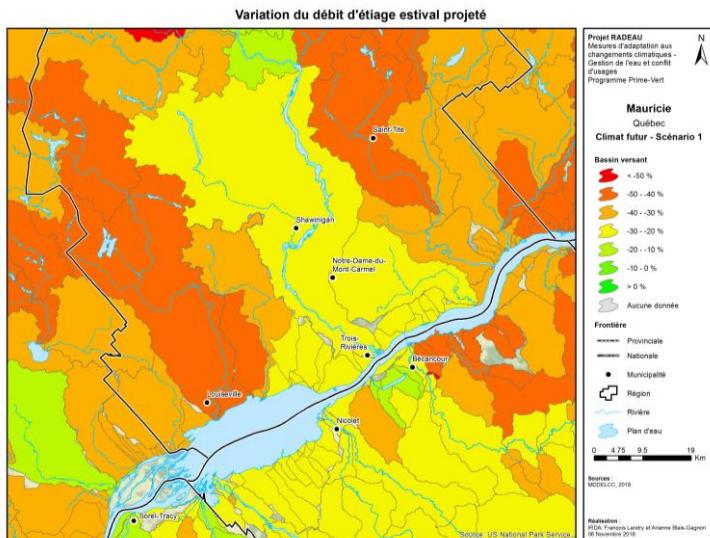
SCÉNARIO 1 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

| | Évolution de la population (%) | |
|----------------------------|--------------------------------|--------|
| Scénario | Zone 1 | Zone 2 |
| Scénario 1 – Référence ISQ | + 4,1 | + 2,5 |



Selon les tendances actuelles, la croissance démographique du scénario 1 affecte distinctement deux zones. La zone 1, en rosé sur la carte, connaît une croissance démographique plus importante que le reste de la région (zone 2, en blanc). La croissance est basée sur l'évolution du scénario de référence de l'Institut de la statistique du Québec.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVAU



41

Suivant la moyenne des projections de l'Atlas hydroclimatique du Québec (MELCC, 2018) utilisées dans le cadre de ce projet, les débits d'étiage ($Q_{2,7}$) sont appelés à diminuer de façon variable dans les différents sous-bassins versants de la région, et notamment de -20 à -52 % dans les bassins amonts de la rivière Saint-Maurice.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 1 – STATU QUO

- Consommation totale en baisse vs climat actuel : 60,3 Mm³/an (80,9 Mm³/an prélevés)**

| | % d'eau de surface | % d'eau souterraine | Δ vs actuel |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|
| Consommation TOTALE | 48 % (46 %) ¹ | 52 % (54 %) | - 1 % |

- Changement dans la répartition entre les usagers**

| | Actuel | Statu Quo | Volume (Mm ³) | Δ vs actuel |
|------------------------|--------|-----------|---------------------------|-------------|
| Résidentiel | 41 % | 36 % | 22 (25) ¹ | - |
| ICI Réseau | 40 % | 42 % | 25 (25) | + |
| Industriel Hors Réseau | 6 % | 6 % | 4 (4) | + |
| Agricole | 13 % | 16 % | 10 (8) | + |

¹ (Climat actuel)

42

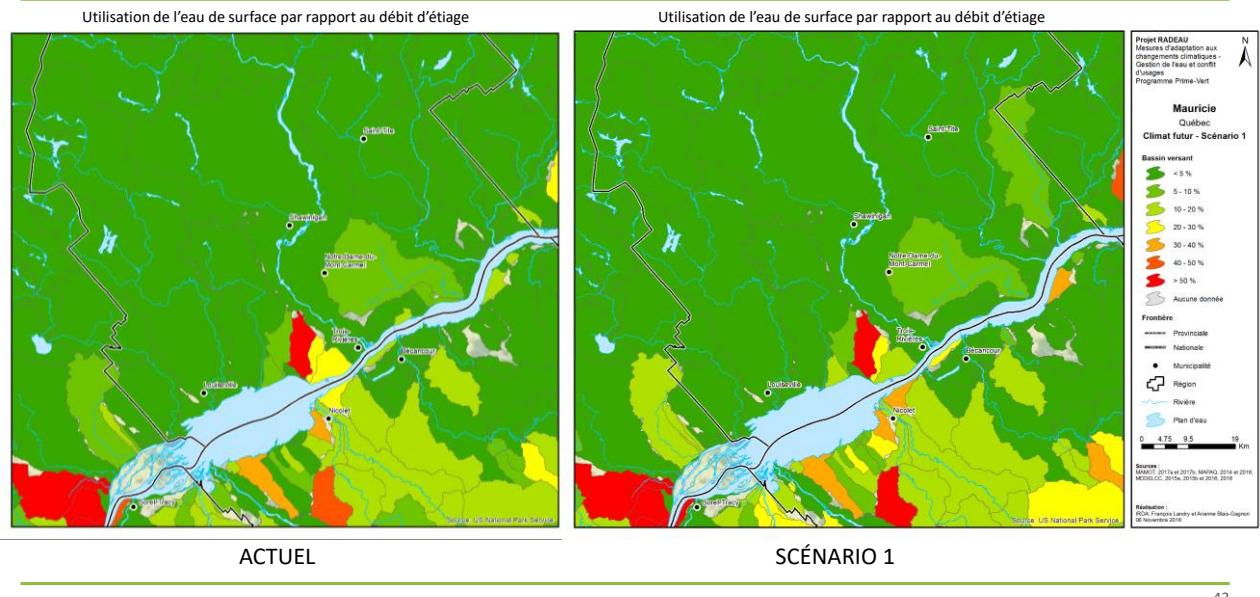
Suivant le scénario du *Statu quo*, la consommation globale en eau diminuerait légèrement de **1 %** en climat futur.

Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

| | Actuel (%) | Scénario 1 (%) | Volume (Mm ³ /an) |
|----------------------|------------|----------------|------------------------------|
| Production végétale | 47.6 | 60.4 | 3.7 (2.7) ¹ |
| Production animale | 28.7 | 18.0 | 1.1 (1.6) |
| Production piscicole | 26.6 | 21.6 | 1.3 (1.3) |

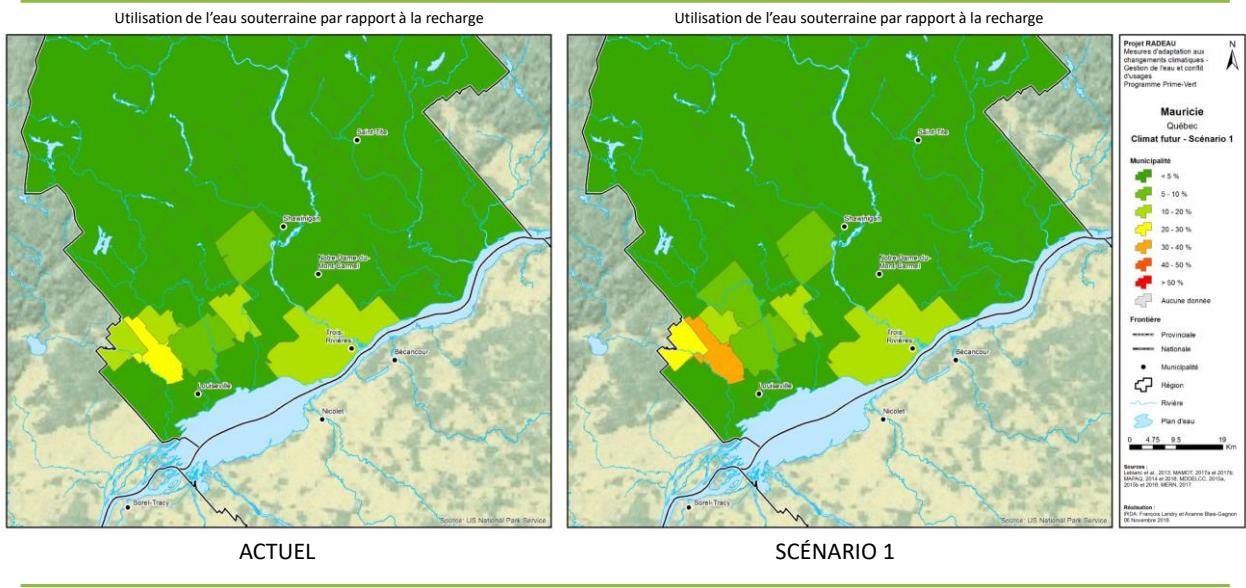
¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE



Suivant le scénario Statu quo, l'utilisation de l'eau de surface demeure stable par rapport à la situation actuelle.

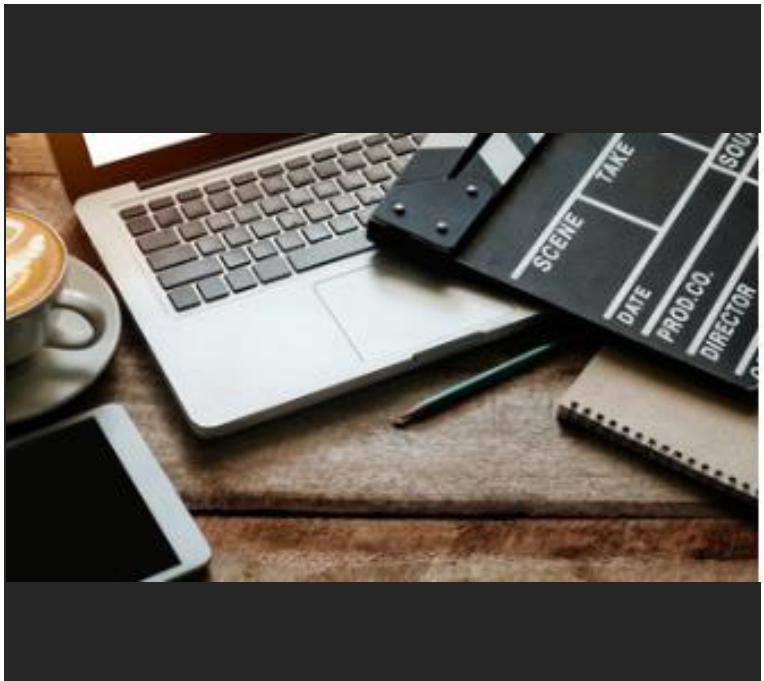
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE



Suivant le scénario Statu quo, l'utilisation de l'eau souterraine en climat futur reflète les gradients de croissance de la population. Dans l'ensemble, les indices de pression sont stables, à l'exception de Sainte-Ursule où le seuil de l'utilisation de la ressource dépasse 30 %.

Scénario 2

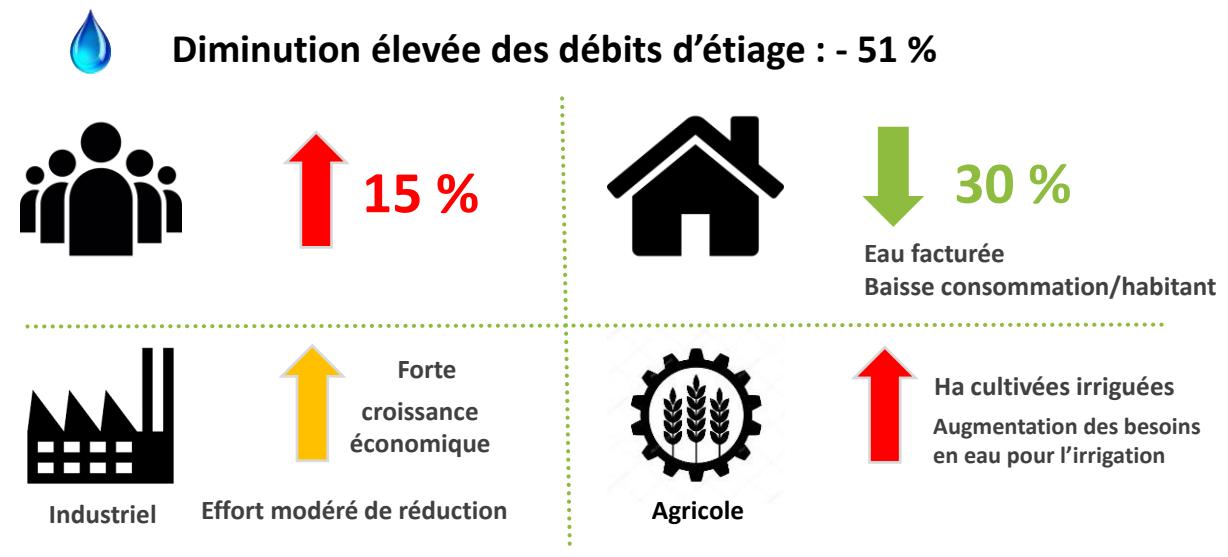
CHALEUR ET SOIF



Il était une fois le Québec en 2050 : depuis l'implantation de politiques très favorables à l'immigration, la population du Québec a augmenté de manière constante et importante, autour des pôles urbains principaux, mais aussi dans les territoires ruraux à proximité. Du fait de cette population croissante, des parcs à vocation commerciale et, d'une manière générale, le secteur de la construction et notamment les industries du sable et des graviers, ont connu de belles années. De même, le récrétourisme s'est développé, avec des activités comme les parcs aquatiques. Cependant, d'autres secteurs ont connu une évolution plus morose, par exemple le secteur des pâtes et papiers qui n'a pas réussi à se renouveler avec des productions à valeur ajoutée. L'industrie du ski s'est également consolidée, il y a eu plusieurs fermetures de centres et ceux qui restent ont augmenté l'usage de la neige artificielle.

De plus, notamment du fait du changement climatique, l'eau a eu tendance à se raréfier. Face à des consommations croissantes, il a été nécessaire de faire évoluer certaines pratiques. Premièrement, l'eau distribuée dans les aqueducs est dorénavant facturée au volume. Ce contrôle de la consommation résidentielle a permis de réduire de 30 % le volume prélevé par habitant par rapport aux consommations de 2015. En ce qui concerne l'agriculture, du fait des changements climatiques, la demande en eau est devenue plus importante : les cultures irriguées se sont fortement développées, principalement dans le secteur des fruits et légumes, du fait de la hausse de l'évapotranspiration, sous précipitations constantes. Les bâtiments d'élevage font aussi l'objet de nouvelles infrastructures de brumisation et d'aspersion, nécessaire pour rafraîchir l'atmosphère et garantir le bien-être des animaux d'élevage.

SCÉNARIO 2 – CHALEUR ET SOIF

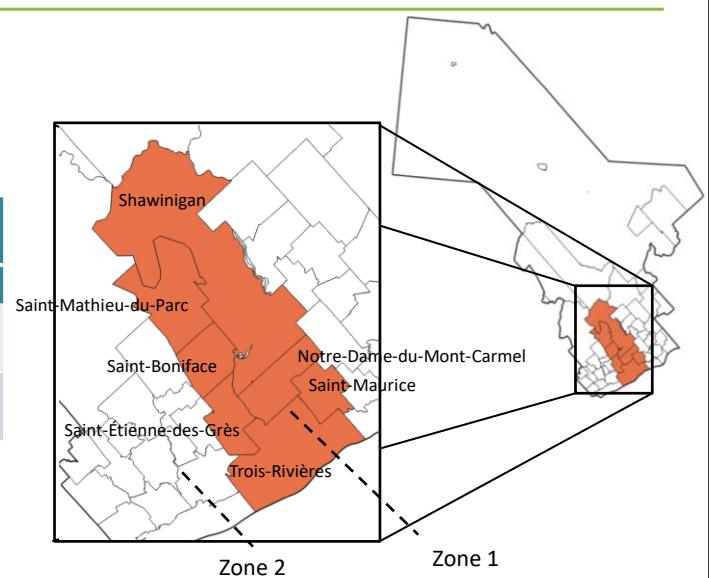


46

Le scénario « Chaleur et soif » (no.2) conjugue une baisse substantielle des débits d'étiage avec une forte croissance de la population et de l'économie, et un effort modéré de la réduction de l'eau en milieu industriel. Alors que la consommation *per capita* en milieu résidentiel est réduite, il y a une augmentation substantielle des besoins en irrigation en milieu agricole.

SCÉNARIO 2 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

| | Évolution de la population (%) | |
|----------------------------|--------------------------------|--------|
| Scénario | Zone 1 | Zone 2 |
| Scénario 1 – Référence ISQ | + 4,1 | + 2,5 |
| Scénario 2 – ISQ fort | + 17,2 | + 10,5 |



Selon les tendances actuelles, la croissance démographique du scénario 2 affecte distinctement deux zones en Mauricie. L'évolution de la population est basée sur le scénario de croissance dit fort de l'Institut de la statistique du Québec.

SCÉNARIO 2 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur une croissance économique annuelle de 1 % pour refléter un secteur des pâtes et papier plus morose, qui peine à se renouveler.
- Effort de réduction modéré dans la consommation d'eau
 - -20 % (vs un effort élevé qui va jusqu'à -30%) dans le secteur des pâtes et papier

| Principaux secteurs industriels | Évolution du volume (%) |
|---------------------------------|-------------------------|
| Fabrication de pâtes et papier | -23 |
| Carrières | 1 |

48

Le scénario « Chaleur et soif » (no.2) reflète une forte croissance du secteur industriel, sauf pour le secteur des pâtes et papier.

SCÉNARIO 2 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

| | Évolution des volumes (mm) |
|---------|----------------------------|
| P | -23 |
| ETP | +56 |
| P – ETP | -78 |

- Irrigation pour la pommes de terre
 - Pommes de terre + 45mm (126mm)

| | Var. superficies cultivées | % ha irriguées |
|--|----------------------------|----------------|
| Pommes de terre | 10 % | 50% (33%) |
| Conifères, vivaces, rosiers et feuillus en conteneur | 50 % | (100%) |
| Autres conteneur | 50 % | (100%) |
| Canneberge | 100 % | (100%) |
| Légumes marché frais | 50% | 50% (40%) |
| Tomate serre | 100 % | (100%) |
| Fraises | 10 % | 100 % (90%) |

49

Le scénario climatique d'Ouranos retenu pour le récit « Chaleur et soif » (no.2) entraîne une hausse significative des besoins en eau, du fait de l'aggravation du déficit hydrique (**-78 mm**), principalement sous l'effet de la hausse de l'évapotranspiration. En conséquence, nous avons ajusté les besoins en eau futurs sur la base de ce déficit hydrique plus important et avons également avancé des hypothèses quant aux évolutions des superficies cultivées et des pourcentages de ces superficies qui seraient effectivement irriguées en 2050.

À noter que les chiffres entre parenthèses correspondent à la situation actuelle et ceux présentés sans parenthèses correspondent à la période future. Le détail des hypothèses est présenté dans le chapitre 6 du rapport final du projet.

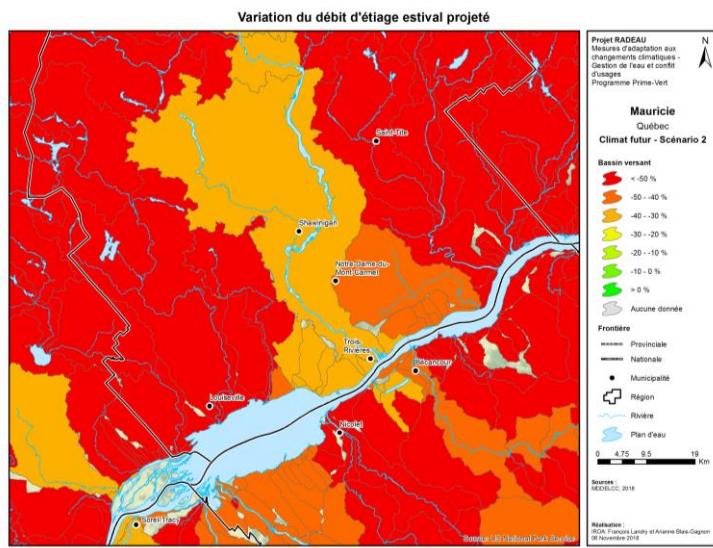
SCÉNARIO 2 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel :
 - Bovin lait : stable
 - Bovins boucherie : - 20 %
 - Ovin : + 50 %
 - Avicole : + 40 %
 - Porcin : + 20 %
 - Besoins en eau pour l'abreuvement : faibles hausses
 - Besoins en eau pour le refroidissement : 3 m³/vache/été, 15 L/porc/été
 - Lavage des bâtiments : stable

50

Les besoins en eau des animaux ont été projetés pour le scénario « Chaleur et soif » (no.2) suivant l'hypothèse que le cheptel laitier resterait stable, que le cheptel de bovins de boucherie diminuerait de 20%, alors que les cheptels ovins, avicole et porcin connaîtraient une hausse. Les besoins en eau pour chaque animal augmenteraient sous l'effet de la hausse de température, de manière marginale pour l'abreuvement et pour le refroidissement des bâtiments.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVALS



51

Le scénario « Chaleur et soif » (no.2) est associé à la projection de débit d'étiage ($Q_{2,7}$), la plus pessimiste de l'Atlas hydroclimatique du Québec (MELCC, 2018), avec une réduction moyenne de 51 % à l'échelle de la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 2

- Consommation totale en baisse vs climat actuel : 50,9 Mm³/an (65,5 Mm³/an prélevés)**

| | % d'eau de surface | % d'eau souterraine | Δ vs actuel |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|
| Consommation TOTALE | 46 % (46 %) ¹ | 54 % (54 %) | - 17 % |

- Changement dans la répartition entre les usagers**

| | Actuel | Scénario 3 | Volume (Mm ³) | Δ vs actuel |
|------------------------|--------|------------|---------------------------|-------------|
| Résidentiel | 41 % | 38 % | 19 (25) ¹ | - |
| ICI Réseau | 40 % | 32 % | 16 (25) | - |
| Industriel Hors Réseau | 6 % | 6 % | 3 (4) | - |
| Agricole | 13 % | 24 % | 11 (8) | + |

¹ (Climat actuel)

52

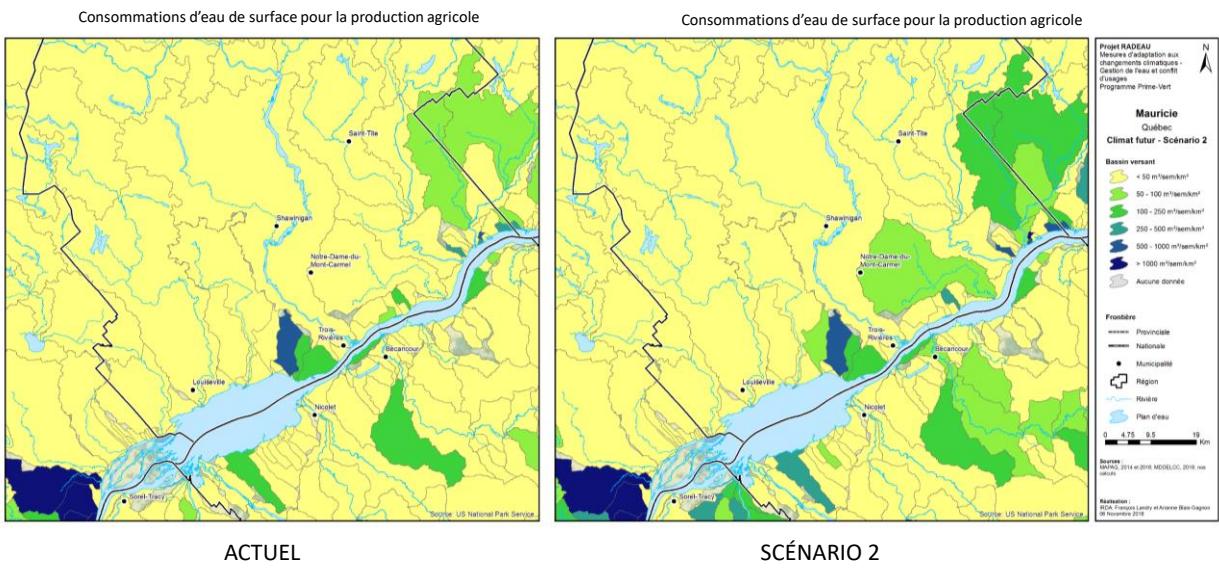
Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), la consommation globale diminuerait de **17 %** en climat futur. Si le secteur résidentiel parvient efficacement à contenir sa consommation par rapport à la situation actuelle, les prélèvements pour les industries hors réseaux augmenteraient. La sévérité du changement climatique entraînerait une augmentation importante des besoins en irrigation des cultures, due à l'évolution des superficies cultivées et aux pourcentages de ces superficies qui seraient effectivement irriguées en 2050.

Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

| | Actuel (%) | Scénario 2 (%) | Volume (Mm ³ /an) |
|----------------------|------------|----------------|------------------------------|
| Production végétale | 47.6 | 68.2 | 5.8 (2.7) ¹ |
| Production animale | 28.7 | 16.2 | 1.4 (1.6) |
| Production piscicole | 26.6 | 15.7 | 1.3 (1.3) |

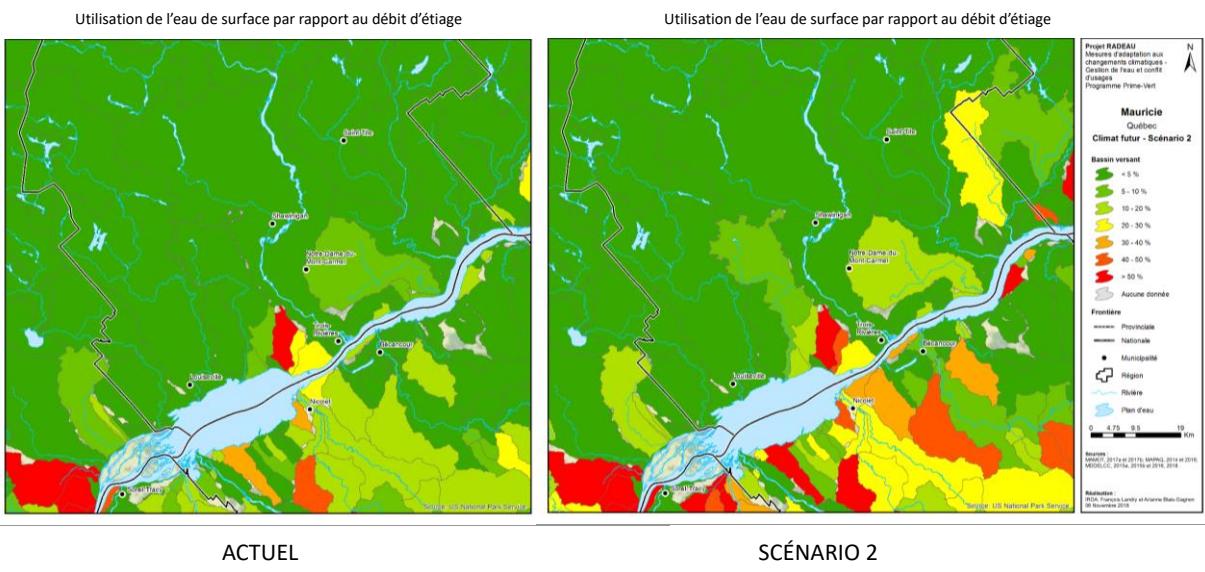
¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR AGRICOLE



Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole augmentent légèrement dans les bassins du ruisseau Saint-Charles, de la rivière Champlain, du ruisseau Arbre-à-la-Croix et dans quelques sous-bassins de la rivière Sainte-Anne (Charest, Niagarette).

PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE

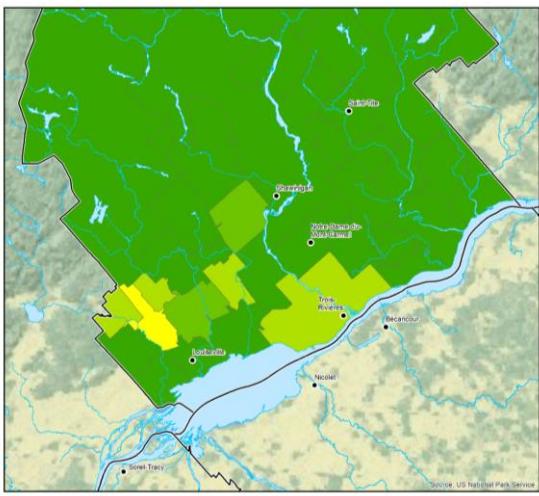


Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), l'utilisation de l'eau de surface évolue dans quelques sous-bassins, passant de

- 5-10 % à 10-20 % : les ruisseaux aux Glaises et Saint-Charles et la rivière Champlain;
 - 20-30 % à 40-50 % : la rivière aux Sables;
 - moins de 5 % à 5-10 % : la rivière Yamachiche;
 - moins de 5 % à 20-30 % : la rivière Charest.

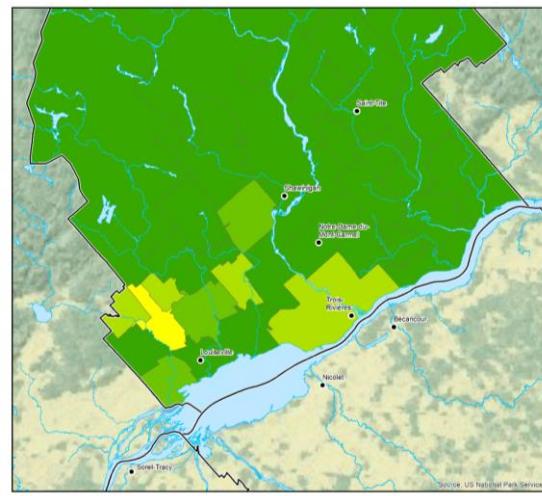
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



ACTUEL

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



SCENARIO 2

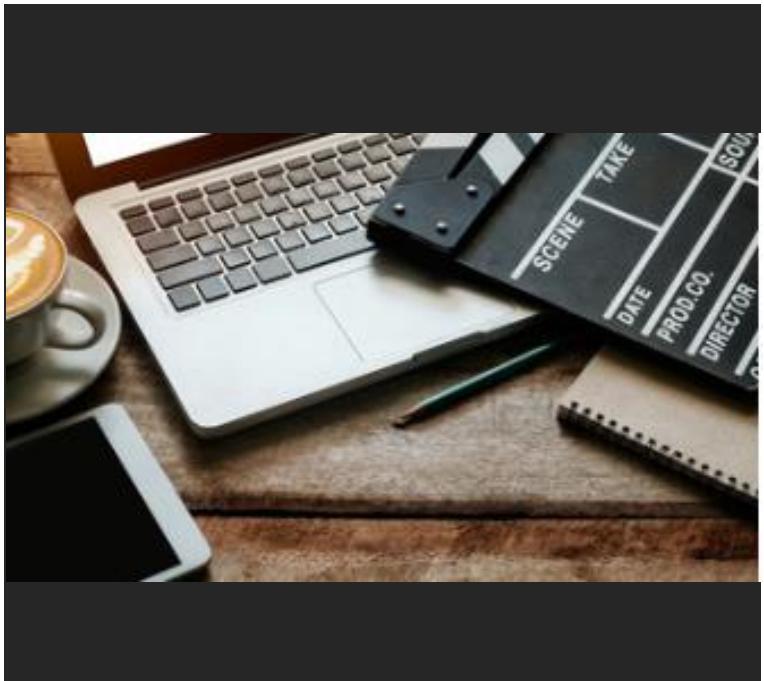


55

Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les indices de pression sur l'eau souterraine demeurent stables par rapport à la situation actuelle.

Scénario 3

CHALEUR ET INTERDITS



Il était une fois le Québec en 2050 : du fait du changement climatique, la disponibilité de l'eau de surface en période estivale a diminué. Une meilleure gestion de la ressource est donc devenue nécessaire. Parmi les mesures qui ont été prises à l'échelle provinciale, notons celle de la taxation de l'eau à un niveau supérieur et pour toutes les industries, commerces et institutions, incluant le secteur agricole. Cette mesure a entraîné une amélioration des procédés industriels consommant de l'eau, et ainsi une réduction de la consommation.

L'évolution de la population, somme toute raisonnable, a eu un effet limité sur la demande en eau. L'usage de l'eau a même diminué dans le secteur résidentiel, notamment par une permission plus restreinte de l'eau pour des usages tels le lavage des voitures, mais aussi du fait d'un changement de comportement des citoyens suite à de nombreuses campagnes de sensibilisation. La faible augmentation de la population et du tourisme international n'ont pas justifié l'essor de l'industrie récréotouristique.

Les cultures maraîchères et fruitières ont connu un développement modéré, de même que l'irrigation puisque le déficit hydrique ne s'est pas aggravé. Les élevages laitiers et avicoles se sont fortement consolidés suite à l'assouplissement des barrières tarifaires qui a dû être concédé sous la pression internationale. Le cheptel laitier a diminué de 40 %, alors que le cheptel avicole est resté stable en nombre d'animaux. Les sites d'élevage restant sont de plus grande taille et se traduisent par des densifications d'élevage dans certaines régions et zones. Les élevages porcins et ovins ont quant à eux connus une croissance, sous l'effet d'une demande mondiale en produits carnés de qualité. Pour toutes les productions animales en bâtiment, des procédés de refroidissement des bâtiments et des animaux (ex. : ventilation, brumisation) ont été adoptés.

Enfin, à la faveur de mouvements favorisant la consommation d'autres protéines que celles de sources animales, la consommation de poisson a augmenté. L'industrie piscicole québécoise a profité de ce marché plus dynamique pour se développer en circuit fermé.

SCÉNARIO 3 – CHALEUR ET INTERDITS



Diminution modérée des débits d'étiage : - 30 %



- 7 %



- 15 %

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance
économique
variable par secteur

Effort important de réduction
(↑taux facturé et à tout secteur)



Agricole



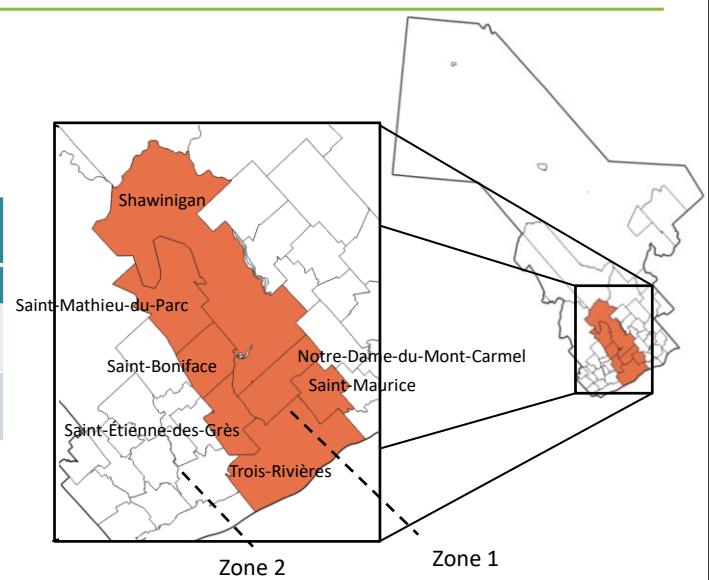
Hausse des ha
cultivées irriguées
Hausse des besoins
en eau pour l'irrigation

57

Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) conjugue une baisse modérée des débits d'étiage (-30 %) du fait du changement climatique relativement contenu, avec une faible croissance de la population et des besoins en eau de l'industrie, voire une réduction du secteur résidentiel en lien avec une facturation au volume. En production agricole, la hausse des superficies irriguées serait modérée, à l'instar des besoins en eau des cultures.

SCÉNARIO 3 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

| | Évolution de la population (%) | |
|----------------------------|--------------------------------|--------|
| Scénario | Zone 1 | Zone 2 |
| Scénario 1 – Référence ISQ | + 4,1 | + 2,5 |
| Scénario 3 – Référence ISQ | + 4,1 | + 2,5 |



Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) implique une croissance de la population identique à celle du scénario du Statu quo (scénario 1).

SCÉNARIO 3 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique historique
- Effort de réduction élevée dans la consommation d'eau

| Principaux secteurs industriels | Évolution du volume (%) |
|---------------------------------|-------------------------|
| Fabrication de pâtes et papier | -20 |
| Carrières | -30 |

59

Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) reflète la croissance historique du secteur industriel, pondérée par un effort de réduction élevé de l'utilisation de l'eau.

SCÉNARIO 3 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

| | Évolution des volumes (mm) |
|---------|----------------------------|
| P | -9 |
| ETP | +33 |
| P – ETP | -42 |

| | Var. superficies cultivées | % ha irriguées |
|--|----------------------------|----------------|
| Pommes de terre | Stable | 50% (33%) |
| Conifères, vivaces, rosiers et feuillus en conteneur | 25 % | (100%) |
| Autres conteneur | 25 % | (100%) |
| Canneberge | 50 % | (100%) |
| Légumes marché frais | 25 % | 50% (40%) |
| Tomate serre | 75 % | (100%) |
| Fraises | Stable | 100 % (90%) |

- Besoins stables
 - Pommes de terre + 18mm
(126mm)

60

Pour le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les projections climatiques d'Ouranos entraîneraient une augmentation des besoins en eau par rapport au climat actuel.

Cette hausse est liée à une augmentation de l'ETP et à une légère diminution des précipitations durant l'été. En conséquence, nous avons considéré une augmentation des besoins en eau futurs. Nous avons également réalisé des hypothèses quant aux évolutions des superficies cultivées et des parts de superficies qui seraient effectivement irriguées en 2050 : certaines superficies des cultures irriguées augmenteraient sous l'effet de la croissance démographique et de la croissance des marchés, et la proportion de superficie irriguée augmenterait également du fait de l'augmentation du déficit hydrique.

À noter que dans le tableau de droite, les chiffres entre parenthèses correspondent à la situation actuelle et ceux présentés sans parenthèses correspondent à la période future. Le détail des hypothèses est présenté dans le chapitre 6 du rapport final du projet.

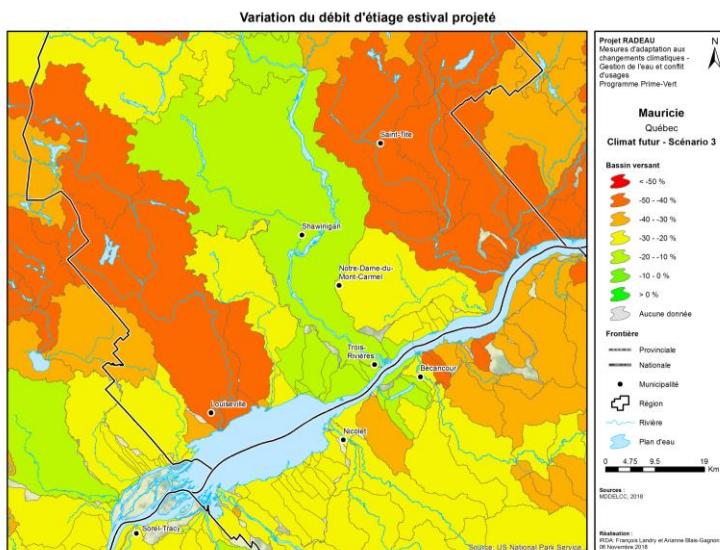
SCÉNARIO 3 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel:
 - Bovin lait : - 40 %
 - Bovins boucherie : - 40 %
 - Ovin : stable
 - Avicole : stable
 - Porcin : + 20%
 - Besoins en eau pour l'abreuvement : faibles hausses
 - Besoins en eau pour le refroidissement : 3 m³/vache/été, 15 L/porc/été
 - Lavage des bâtiments : stable

61

Les besoins en eau des animaux ont été projetés pour le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), suivant l'hypothèse que le cheptel laitier diminuerait sous l'effet de l'assouplissement des barrières tarifaires, que le cheptel de bovins de boucherie diminuerait de manière importante, alors que l'évolution des cheptels ovin, avicole et porcin serait stable. Les besoins en eau pour chaque animal augmenteraient légèrement sous l'effet de la hausse de température, à la fois pour l'abreuvement et pour le refroidissement des bâtiments.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVALS



62

Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) est associé à une projection modérée de la réduction du débit d'étiage ($Q_{2,7}$), soit de l'ordre de 30 %, en moyenne pour la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 3

- Consommation totale en baisse vs climat actuel : 48,9 Mm³/an (64,8 Mm³/an prélevés)**

| | % d'eau de surface | % d'eau souterraine | Δ vs actuel |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|
| Consommation TOTALE | 40 % (46 %) ¹ | 60 % (54 %) | - 20 % |

- Changement dans la répartition entre les usagers**

| | Actuel | Scénario 3 | Volume (Mm ³) | Δ vs actuel |
|------------------------|--------|------------|---------------------------|-------------|
| Résidentiel | 41 % | 38 % | 19 (25) ¹ | - |
| ICI Réseau | 40 % | 32 % | 16 (25) | - |
| Industriel Hors Réseau | 6 % | 6 % | 3 (4) | - |
| Agricole | 13 % | 24 % | 11 (8) | + |

¹ (Climat actuel)

63

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), la consommation globale diminuerait de **20 %** en climat futur dans la région. Les secteurs résidentiels et ICI parviennent à limiter la hausse de leurs consommations par rapport à la situation actuelle. La hausse des superficies irriguées entraînerait une augmentation importante des besoins en irrigation des cultures, cependant limitée en comparaison du scénario 2 du fait d'un changement climatique qui demeure modéré.

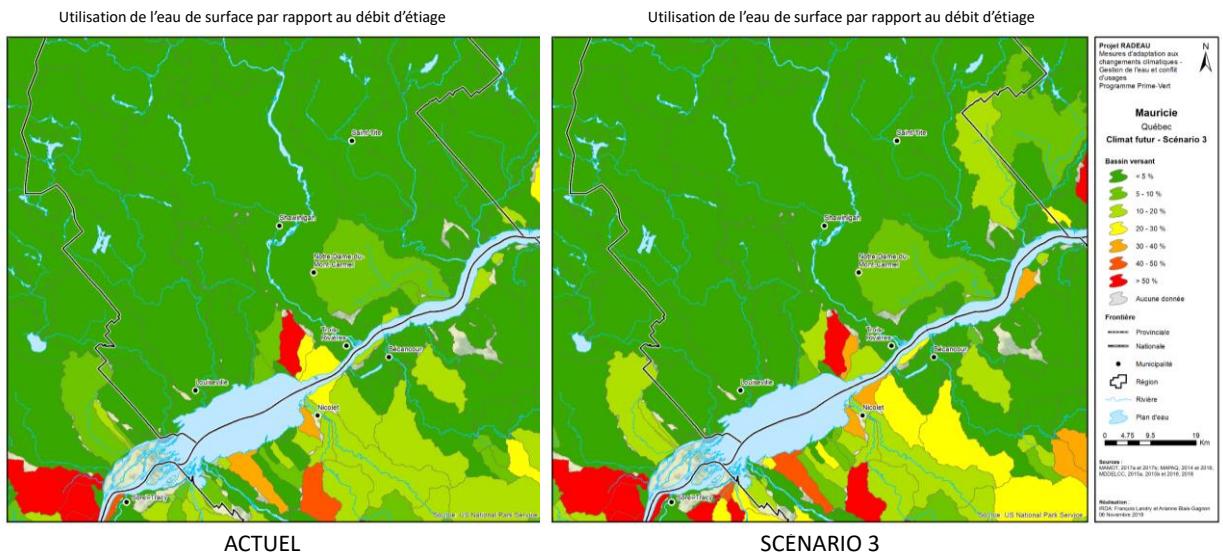
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

| | Actuel (%) | Scénario 3 (%) | Volume (Mm ³ /an) |
|----------------------|------------|----------------|------------------------------|
| Production végétale | 47.6 | 62.5 | 4.6 (2.7) ¹ |
| Production animale | 28.7 | 14.0 | 1.0 (1.6) |
| Production piscicole | 26.6 | 23.5 | 1.7 (1.3) |

¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

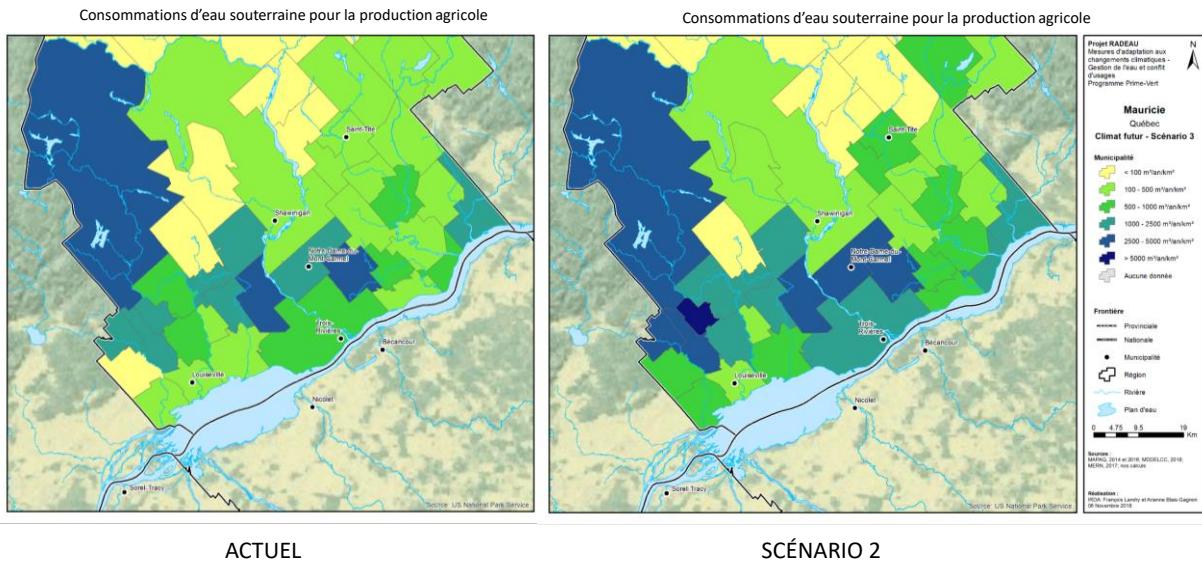
Les illustrations suivantes comparent les projections d'eau de surface en climat futur des différents secteurs d'activité par rapport aux consommations établies en climat actuel.

PROJECTION DE L'UTILISATION D'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE



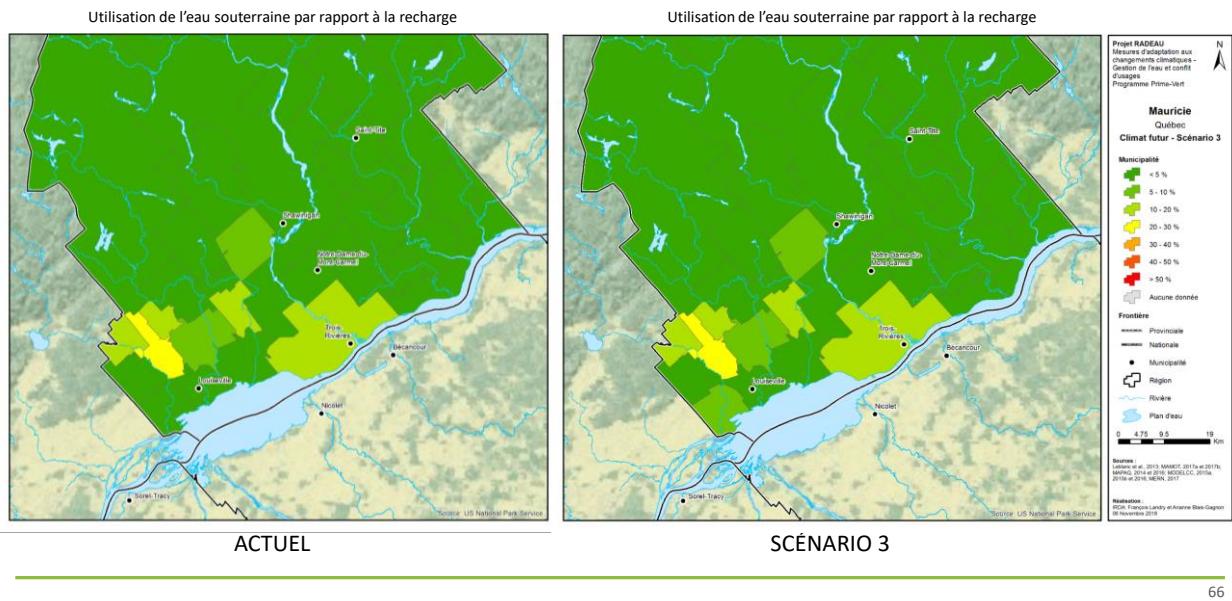
Peu de changements s'observent entre le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) et la situation actuelle.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU SOUTERRAINE DU SECTEUR AGRICOLE



Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de consommations d'eau souterraine en climat futur du secteur agricole augmentent dans plusieurs municipalités.

PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE



Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les indices de pression de l'utilisation de l'eau souterraine demeurent stables, reflétant l'augmentation marginale de la consommation en eau en climat futur dans la région. Les secteurs résidentiels et ICI parviennent en effet à limiter leurs consommations par rapport à la situation actuelle. La hausse des superficies irriguées entraîne une augmentation limitée des prélevements d'eau souterraine, impactant davantage, quoique légèrement, les prélevements de l'eau de surface.

Scénario 4

TEMPÉRÉ ET DENSE

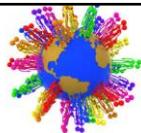


Il était une fois le Québec en 2050 : du fait d'un effort global, les changements climatiques ont pu être contenus et leurs impacts au Québec, bien que ressentis, sont inférieurs aux scénarios les plus pessimistes. Néanmoins, des changements importants sont survenus dans les dernières décennies, notamment du fait de la forte croissance de la population : un flux immigratoire important s'observe au Canada comme le pays est relativement épargné des impacts négatifs des changements climatiques. À cette forte augmentation de population s'est combinée une forte augmentation des industries manufacturières du fait de la disponibilité de main-d'œuvre, ainsi que le développement des parcs commerciaux et autres industries de la construction. L'industrie récrétouristique a subi une croissance économique modérée suivie d'une augmentation de son usage d'eau, notamment pour la neige artificielle pour les centres de ski.

Afin de limiter l'impact des besoins en eau pour le secteur résidentiel, en croissance du fait de l'augmentation de la population, des compteurs d'eau ont été installés dans chaque domicile afin de sensibiliser sur une base individuelle et encourager une limite de consommation.

Les cultures irriguées ont connu des augmentations importantes de superficie, notamment les produits maraîchers et légumes de transformation, afin d'approvisionner un marché en forte croissance ici et ailleurs. La viande blanche de volaille a pris une part plus importante dans le régime alimentaire des québécois, au détriment de la viande rouge particulièrement celle du bœuf et du veau. Les élevages avicoles se sont donc développés.

SCÉNARIO 4 – TEMPÉRÉ ET DENSE



Diminution faible des débits d'étiage : - 13 %



15 %



21 %

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance
économique
variable par secteur

Effort modéré de réduction



Agricole



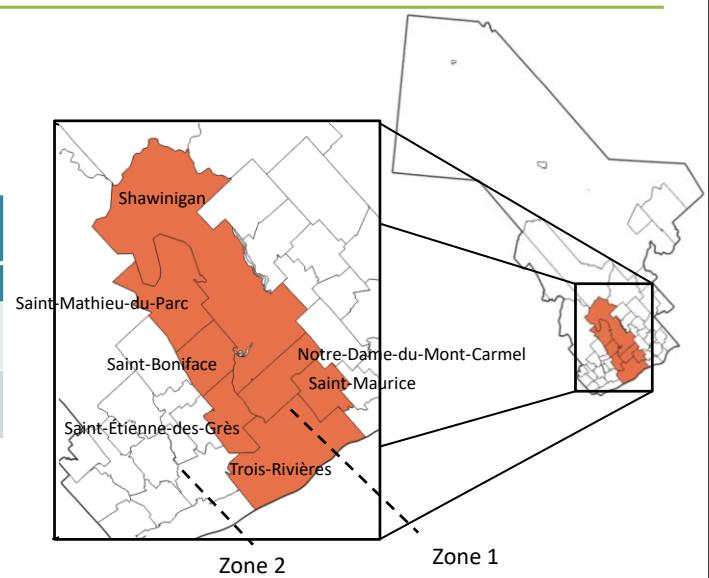
Faible hausse des ha
cultivées irriguées
Faible hausse des besoins
en eau pour l'irrigation

68

Le scénario « Tempéré et dense » (no. 4) conjugue une faible baisse des débits d'étiage (-13 %) avec une forte croissance de la population et de l'économie, et un effort modéré de réduction de consommation d'eau dans le secteur industriel. Alors que la consommation *per capita* en milieu résidentiel est réduite, il y a une augmentation substantielle des besoins en irrigation en milieu agricole.

SCÉNARIO 4 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

| | Évolution de la population (%) | |
|----------------------------|--------------------------------|--------|
| Scénario | Zone 1 | Zone 2 |
| Scénario 1 – Référence ISQ | + 4,1 | + 2,5 |
| Scénario 4 – ISQ fort | + 17,2 | + 10,5 |



Le scénario « Tempéré et dense » (no. 4) implique une forte croissance démographique, au-delà des tendances des dernières années.

SCÉNARIO 4 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique annuelle de 1% (papier)
- Effort de réduction modéré dans la consommation d'eau

| Principaux secteurs industriels | Évolution du volume (%) |
|---------------------------------|-------------------------|
| Fabrication de pâtes et papier | 15 |
| Carrières | 1 |

Le scénario « Tempéré et dense » (no. 4) reflète une forte croissance du secteur industriel et des efforts modérés dans la réduction de l'utilisation de l'eau.

SCÉNARIO 4 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

| | Évolution des volumes (mm) | Var. superficies cultivées | % ha irriguées |
|---------|----------------------------|--|----------------|
| P | +17 | Pommes de terre | 5% (33%) |
| ETP | +28 | Conifères, vivaces, rosiers et feuillus en conteneur | 30 % (100%) |
| P – ETP | -14 | Autres conteneur | 30 % (100%) |
| | | Canneberge | 75 % (100%) |
| | | Légumes marché frais | 35 % (40%) |
| | | Tomate serre | 100 % (100%) |
| | | Fraises | 5 % (90%) |

- Besoins en augmentation

- Pommes de terre + 22mm
(126mm)

71

Pour le scénario « Tempéré et dense » (no.4), les projections climatiques d'Ouranos retenues entraînent une faible augmentation des besoins en eau par rapport au climat actuel. Cette hausse est liée à la faible augmentation du déficit hydrique estival (- 14 mm), principalement due à une augmentation de l'évapotranspiration qui ne serait pas totalement compensée par la hausse estimée des précipitations estivales. Nous avons également émis des hypothèses favorisant l'augmentation des superficies cultivées sous irrigation, notamment la production serricole. La part des superficies sous irrigation en 2050 serait stable du fait de la faible hausse des besoins en eau.

Le détail des hypothèses est présenté dans le chapitre 6 du rapport final du projet.

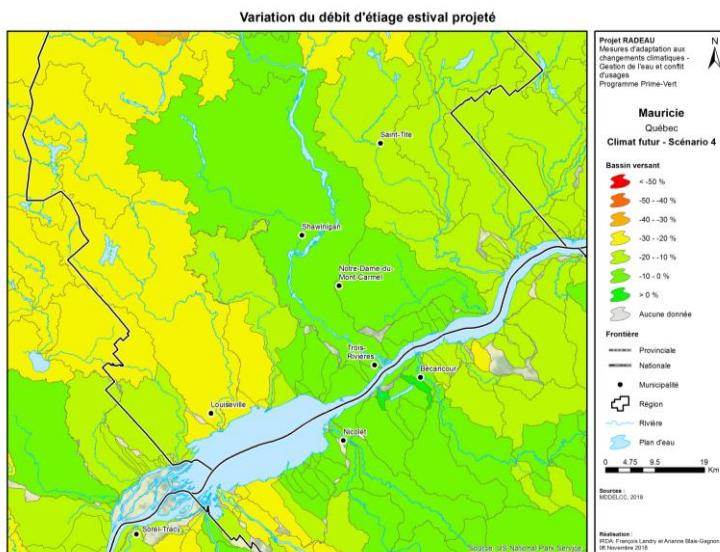
SCÉNARIO 4 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel:
 - Bovin lait : - 25 %
 - Bovins boucherie : - 30 %
 - Ovin : + 50 %
 - Avicole : + 40 %
 - Porcin : + 20 %
 - Besoins en eau pour l'abreuvement : faibles hausses
 - Besoins en eau pour le refroidissement : pas de hausse puisque température estivale modérée
 - Lavage des bâtiments : stable

72

Les besoins en eau des animaux ont été projetés pour le scénario 4 suivant l'hypothèse que le cheptel laitier suivrait la tendance actuelle (- 25 %), que le cheptel de bovins de boucherie diminuerait de 30 %, alors que les cheptels ovin et avicole connaîtraient des hausses importantes et que le secteur porcin subirait une hausse plus modérée. Les besoins en eau pour chaque animal resteraient stables puisque la hausse de température serait modérée dans ce quatrième scénario climatique.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVALS



73

Le scénario « Tempéré et dense » (no.4) est associé à une projection de réduction relativement faible du débit d'étiage, soit de l'ordre de 13 % en moyenne pour la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCENARIO 4

- Consommation totale en baisse vs climat actuel : 54,5 Mm³/an (75,1 Mm³/an prélevés)**

| | % d'eau de surface | % d'eau souterraine | Δ vs actuel |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|
| Consommation TOTALE | 47 % (46 %) ¹ | 53 % (54 %) | - 11 % |

- Changement dans la répartition entre les usagers**

| | Actuel | Scénario 4 | Volume (Mm ³) | Δ vs actuel |
|------------------------|--------|------------|---------------------------|-------------|
| Résidentiel | 41 % | 35 % | 19 (25) ¹ | - |
| ICI Réseau | 40 % | 40 % | 22 (25) | - |
| Industriel Hors Réseau | 6 % | 7 % | 4 (4) | + |
| Agricole | 13 % | 18 % | 10 (8) | + |

¹ (Climat actuel)

74

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), la consommation globale diminuerait de **11 %** en climat futur dans la région. La consommation des secteurs résidentiel et ICI seraient en croissance, contenue en partie par le recours aux compteurs d'eau. La hausse des superficies irriguées entraînerait une augmentation des besoins en irrigation des cultures, alors que le changement climatique demeurerait modéré.

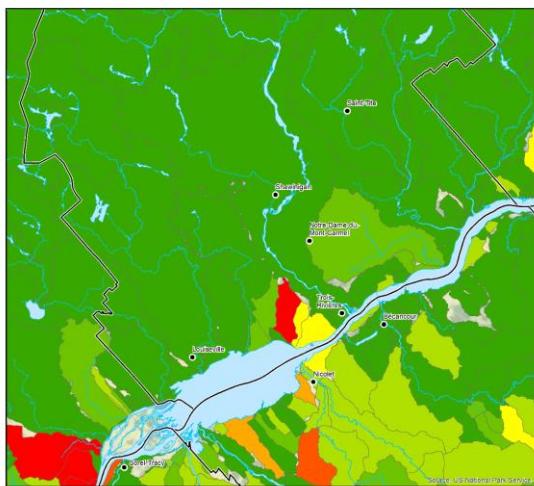
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

| | Actuel (%) | Scénario 4 (%) | Volume (Mm ³ /an) |
|----------------------|------------|----------------|------------------------------|
| Production végétale | 47.6 | 61.0 | 4.0 (2.7) ¹ |
| Production animale | 28.7 | 18.9 | 1.2 (1.6) |
| Production piscicole | 26.6 | 20.1 | 1.3 (1.3) |

¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

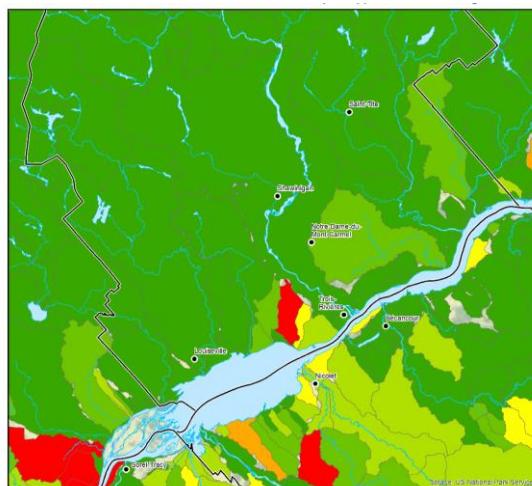
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE

Utilisation de l'eau de surface par rapport au débit d'étiage



ACTUEL

Utilisation de l'eau de surface par rapport au débit d'étiage



SCÉNARIO 4

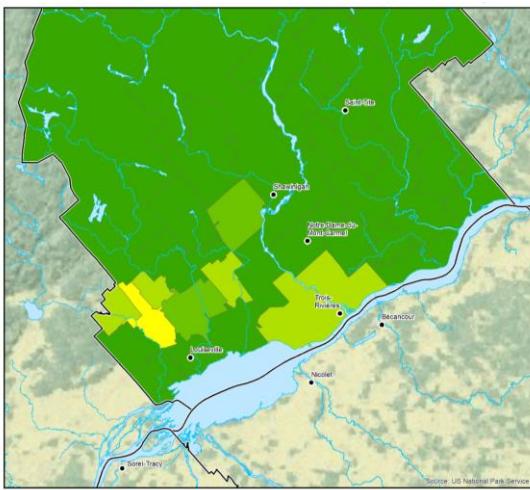


75

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), le portrait de l'utilisation de l'eau de surface demeure le même qu'en climat actuel.

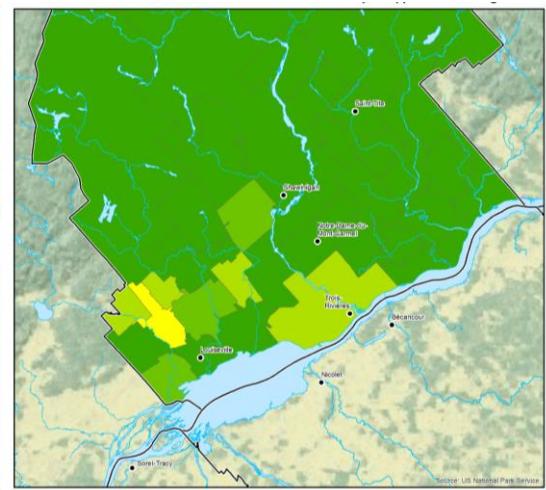
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



ACTUEL

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



SCÉNARIO 4

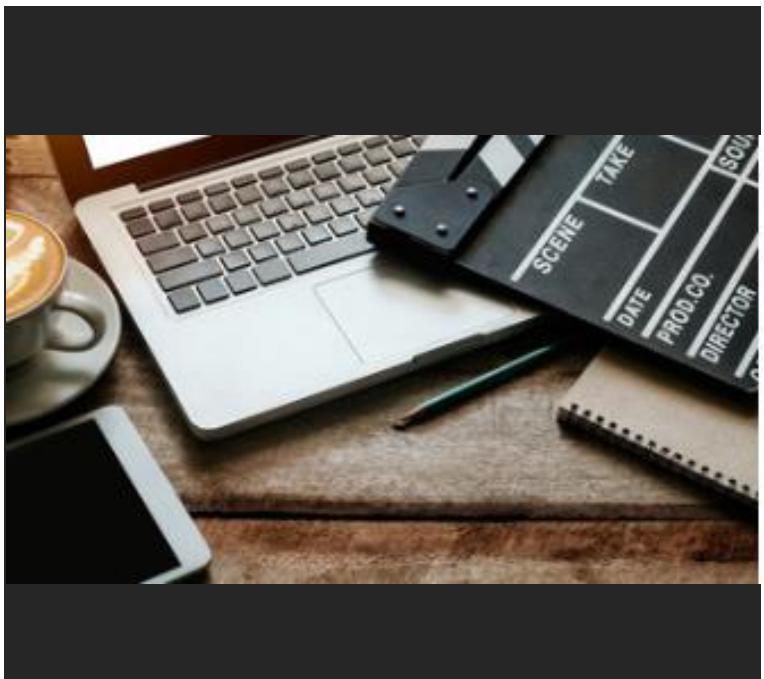


76

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), les indices de pression sur l'eau souterraine demeurerait sensiblement les mêmes en climat futur.

Scénario 5

TEMPÉRÉ ET URBAIN



Il était une fois le Québec en 2050 : la croissance démographique moyenne connue dans la province au cours de la dernière décennie n'a pas permis de contrebalancer l'effet de l'exode rural observé de manière un peu plus marquée depuis les années 2000. La dévitalisation des régions s'est poursuivie avec un recul démographique. La population se concentre maintenant de façon encore plus forte dans les principaux pôles urbains, posant des problèmes d'alimentation en eau. Cet enjeu a conscientisé les usagers résidentiels en zone urbaine sur la valeur de la ressource eau, les amenant à réduire leur consommation d'eau à la maison et à se munir d'équipements plus efficace (ex. pompe de douche à débit réduit). Les municipalités ont aussi limité des usages tels le remplissage estival des piscines.

Le territoire se divise donc clairement entre, d'une part, les régions où s'est imposée la production industrielle et d'autre part, les régions dominées par les activités récrétouristiques et fréquentées par les résidents des pôles urbains. L'industrie récrétouristique a donc augmenté son usage d'eau suite à une forte croissance des centres de villégiatures. Les hivers étant plus doux, les centres de ski ont augmenté l'usage de la neige artificielle.

En ce qui concerne l'agriculture, elle a subi des mutations importantes : l'élevage porcin, du fait de la mise en œuvre de pratiques de bien-être animal soutenues depuis le tournant des années 2020, a bénéficié d'une nouvelle acceptabilité sociale et a pu profiter de la forte demande du marché international pour se développer. La production de fruits et légumes, ainsi que la production serricole, se sont développées pour répondre à la demande des consommateurs urbains friands de produits frais, tant au Québec que sur la côte est américaine. En particulier, il y a eu une multiplication de serres de petites tailles et à l'autre extrême l'expansion de parcs serricoles d'envergure (50 ha et plus). Néanmoins, des normes sanitaires resserrées et la mauvaise qualité de l'eau de surface ont rendu obligatoire l'usage d'eau souterraine pour l'irrigation des fruits et légumes.

Enfin, la production horticole ornementale s'est également développée, stimulée par un recours plus important aux infrastructures vertes et aux espaces verts par les municipalités dans la gestion de leurs risques climatiques (contrôle des îlots de chaleur, qualité de l'air, etc.).

SCÉNARIO 5 – TEMPÉRÉ ET URBAIN



Diminution modérée des débits d'étiage : - 31 %



- 7 %



- 32 %

Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance
économique
variable par secteur

Effort modéré de réduction



Agricole



Hausse des ha
cultivées irriguées

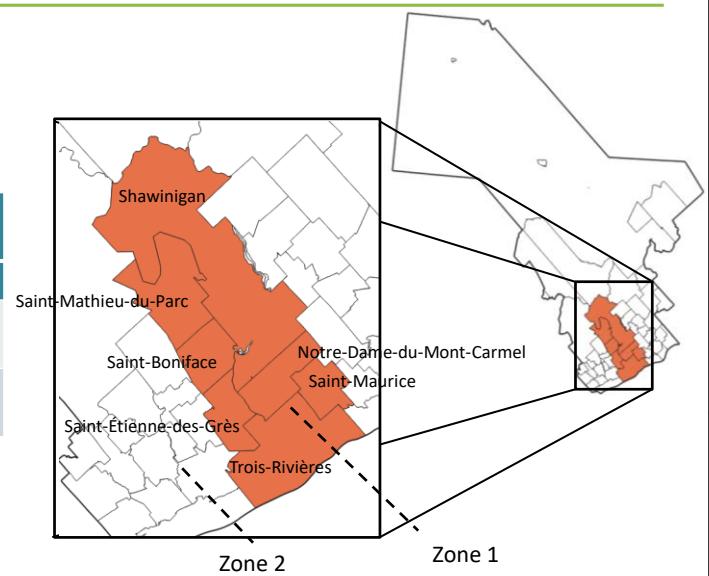
Faible augmentation des besoins en
eau pour l'irrigation
Eau souterraine seulement

78

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) conjugue une baisse sensible des débits d'étiage (-31 %) avec une faible croissance de la population et un faible effort de réduction des consommation d'eau en milieu industriel. Alors que la consommation *per capita* en milieu résidentiel est réduite, il y a une augmentation substantielle des besoins en irrigation en milieu agricole, uniquement de source souterraine.

SCÉNARIO 5 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

| | Évolution de la population (%) | |
|--|--------------------------------|--------|
| Scénario | Zone 1 | Zone 2 |
| Scénario 1 – Référence ISQ | + 4,1 | + 2,5 |
| Scénario 5 – Référence ISQ + exode rural | + 15,4 | - 18,0 |



Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) implique un accroissement de la croissance démographique dans la principale zone urbanisée (zone 1), alors que les autres secteurs ruraux de la région, dans l'ensemble, connaissent une baisse de leur population due à une hypothèse d'exode rural.

SCÉNARIO 5 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique historique modérée
- Effort de réduction faible dans la consommation d'eau

| Principaux secteurs industriels | Évolution du volume (%) |
|---------------------------------|-------------------------|
| Fabrication de pâtes et papier | 5 |
| Carrières | 10 |

80

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) reflète une croissance modérée du secteur industriel, et peu d'efforts dans la réduction de l'utilisation de l'eau.

SCÉNARIO 5 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

| | Évolution des volumes (mm) |
|---------|----------------------------|
| P | +3 |
| ETP | +33 |
| P – ETP | -30 |

- Besoins stables
 - Pommes de terre + 18mm (126mm)

| | Var. superficies cultivées | % ha irriguées |
|--|----------------------------|----------------|
| Pommes de terre | 5% | (33%) |
| Conifères, vivaces, rosiers et feuillus en conteneur | 75 % | (100%) |
| Autres conteneur | 30 % | (100%) |
| Canneberge | 75 % | (100%) |
| Légumes marché frais | 35 % | (40%) |
| Tomate serre | 100 % | (100%) |
| Fraises | 5 % | (90%) |

81

Pour le « Tempéré et urbain » (no.5), le scénario climatique retenu implique une hausse de l'évapotranspiration découlant de l'augmentation de la température et une stabilité des précipitations, ce qui se traduit par un déficit hydrique estival en augmentation de 30 mm par rapport au climat actuel. La plus légère hausse des besoins en eau d'irrigation des cultures est liée, entre autres, à une répartition inégale des précipitations durant l'été. Les hypothèses quant aux évolutions des superficies cultivées en 2050 impliquent que certaines superficies augmenteraient sous l'effet de la croissance démographique et de la croissance des marchés, mais le pourcentage de ces superficies sous irrigation resterait stable.

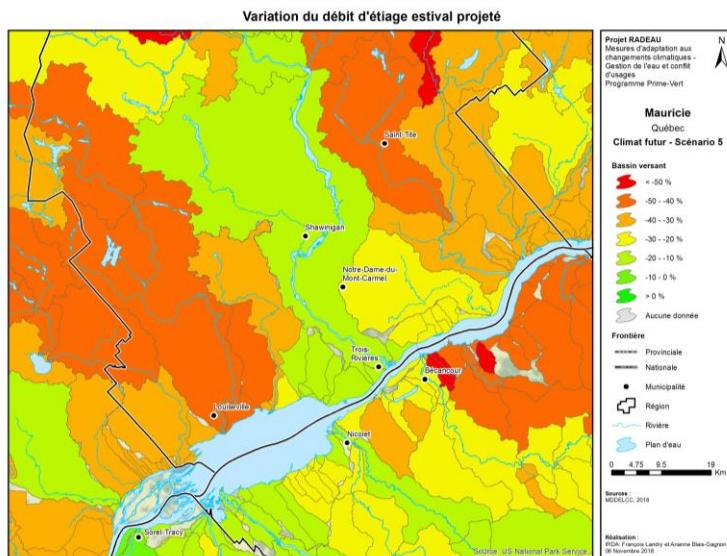
SCÉNARIO 5 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel:
 - Bovin lait : - 10 %
 - Bovins boucherie : - 20 %
 - Ovin : + 50 %
 - Avicole : + 50 %
 - Porcin : + 40 %
 - Besoins en eau pour l'abreuvement : faibles hausses
 - Besoins en eau pour le refroidissement : pas de hausse puisque température estivale plus modérée
 - Lavage des bâtiments : stable

82

Les besoins en eau des animaux ont été projetés pour le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) suivant l'hypothèse que le cheptel laitier diminuerait légèrement sous l'effet de la hausse de la productivité, que le cheptel de bovins de boucherie diminuerait aussi légèrement, alors que les cheptels ovin, avicole et porcin connaîtraient des hausses importantes, permises par une acceptabilité sociale retrouvée. Les besoins en eau pour chaque animal resteraient stables puisque la hausse de température serait modérée dans ce scénario climatique.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVALS



83

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) est associé à une projection de réduction modérée du débit d'étiage de l'ordre de 31 % en moyenne pour la région à l'étude.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 5

- Consommation totale en baisse vs climat actuel : 44,5 Mm³/an (63,4 Mm³/an prélevés)**

| | % d'eau de surface | % d'eau souterraine | Δ vs actuel |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|
| Consommation TOTALE | 44 % (46 %) ¹ | 56 % (54 %) | - 27 % |

- Changement dans la répartition entre les usagers**

| | Actuel | Scénario 5 | Volume (Mm ³) | Δ vs actuel |
|------------------------|--------|------------|---------------------------|-------------|
| Résidentiel | 41 % | 33 % | 15 (25) ¹ | - |
| ICI Réseau | 40 % | 35 % | 16 (25) | - |
| Industriel Hors Réseau | 6 % | 8 % | 4 (4) | + |
| Agricole | 13 % | 23 % | 10 (8) | + |

¹ (Climat actuel)

84

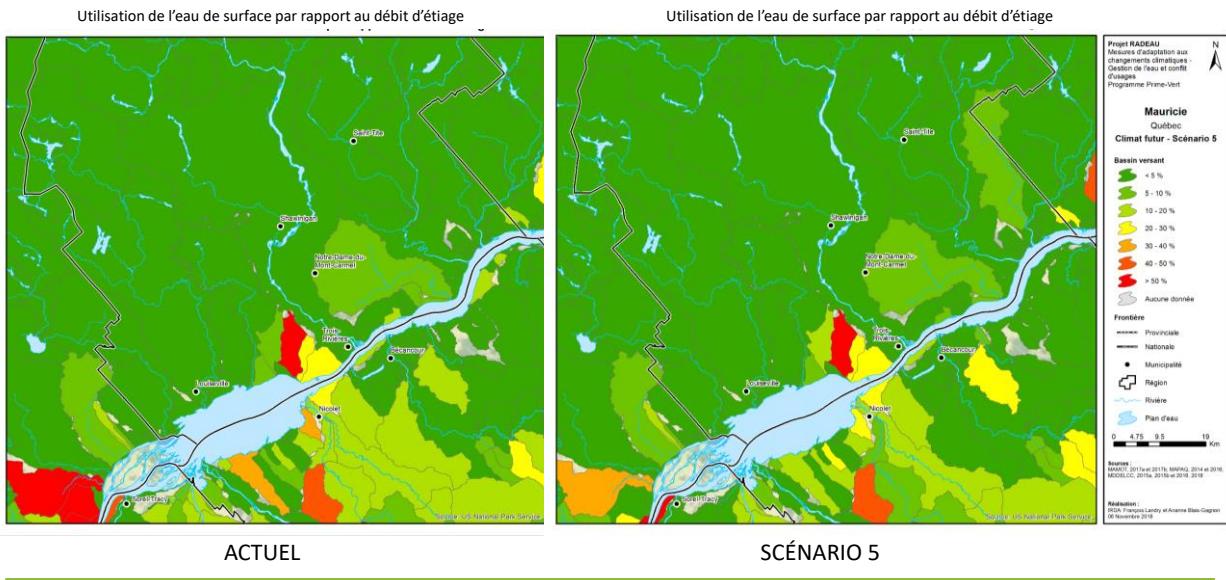
Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) la consommation globale en eau diminue en climat futur dans la région, compte tenu des projections de réduction dans la consommation des secteurs résidentiel et ICI réseau. Celles-ci sont contrebalancées par l'augmentation sensible des besoins en eau pour l'irrigation des cultures, en lien avec l'augmentation des superficies cultivées en 2050 sous l'effet de la croissance démographique dans la région et de la croissance des marchés.

Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

| | Actuel (%) | Scénario 5 (%) | Volume (Mm ³ /an) |
|----------------------|------------|----------------|------------------------------|
| Production végétale | 47.6 | 62.8 | 4.4 (2.7) ¹ |
| Production animale | 28.7 | 18.1 | 1.3 (1.6) |
| Production piscicole | 26.6 | 19.2 | 1.3 (1.3) |

¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

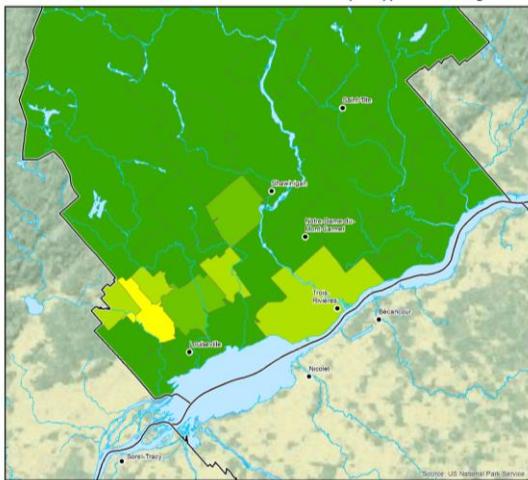
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE



Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) est associé à une projection de réduction moyenne de débit d'étiage ($Q_{2,7}$) de l'ordre de 31 % pour la région. Les indices de pression de l'utilisation de l'eau de surface en climat futur varient à peine du portrait brossé en climat actuel. Le recours aux seules sources souterraines pour l'irrigation des cultures limite l'augmentation de la valeur des indices pour les bassins où se concentrent les productions agricoles, antérieurement irriguées en partie par l'eau de surface.

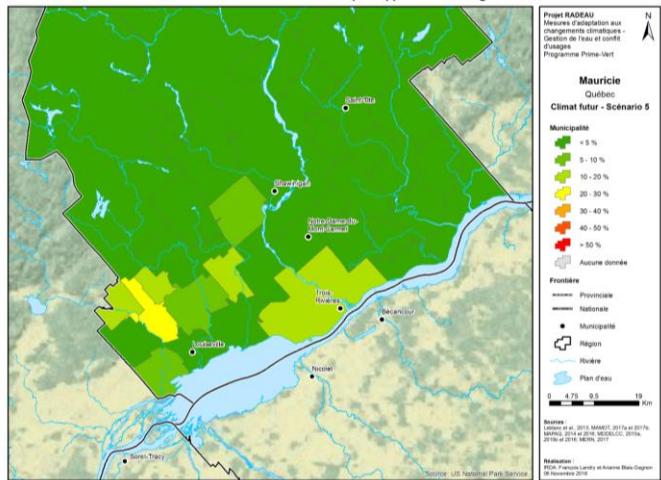
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



ACTUEL

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



SCÉNARIO 5

86

Malgré l'augmentation de l'utilisation de l'eau souterraine pour l'irrigation des cultures, les indices d'utilisation de l'eau souterraine varient peu dans les municipalités. La faible croissance de la population et la réduction substantielle de la consommation *per capita* modèrent la pression exercée sur la consommation de l'eau souterraine.

CONCLUSION

- L'approvisionnement en eau de la Mauricie repose presque à part égale sur l'eau de surface (54%) et l'eau souterraine (46%). Les secteurs des Industries, Commerces et Institutions (ICI) reliés aux réseaux et industriel hors réseau utilisent principalement de l'eau de surface contrairement au secteur agricole qui utilise plutôt les sources d'eau souterraine pour ses activités.
- Les usages résidentiels et ICI sont presque coude-à-coude (41% - 40%) dans leur part relative de la consommation régionale. La part agricole y compte tout de même pour 13%. Le secteur de la pisciculture tire vers le haut cette part de la consommation attribuable aux activités agricoles.
- Même dans les pires scénarios, incluant le no 5 qui simule un recours encore plus important à l'eau souterraine pour l'irrigation en agriculture, les indices de pression sur l'eau souterraine demeurent stables par rapport à la situation actuelle. La faible croissance de la population et la réduction substantielle de la consommation *per capita* modèrent la pression exercée sur la consommation de l'eau souterraine.
- Ceci témoigne en fait d'une situation globalement peu préoccupante pour la Mauricie. Pour l'ensemble des cinq scénarios narratifs, incluant le statu quo, la consommation totale d'eau serait inférieure à celle actuelle. Les bilans hydriques futurs, même avec des pressions relatives sur les débits d'étiage, demeurent donc globalement stables.
- Néanmoins, la projection cartographique des indices de pression met en relief la vulnérabilité plus locale de cours d'eau mineurs (ruisseau Saint-Charles et rivière aux Sables). Comme pour d'autres régions à l'étude, il ne faut donc pas perdre de vue qu'une situation globalement saine à l'échelle régionale peut toujours masquer, à plus petites échelles, des situations potentiellement et ponctuellement critiques.