



Source : vegpro et pixel.com

PROJET RADEAU

RÉSULTATS DES BILANS HYDRIQUES RÉGIONAUX

Rapport régional

Montérégie

Septembre 2019



Agriculture and
Agri-Food Canada
Agriculture et
Agroalimentaire Canada

www.groupeageco.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL



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 Montérégie. 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 prélèvement/consommation 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



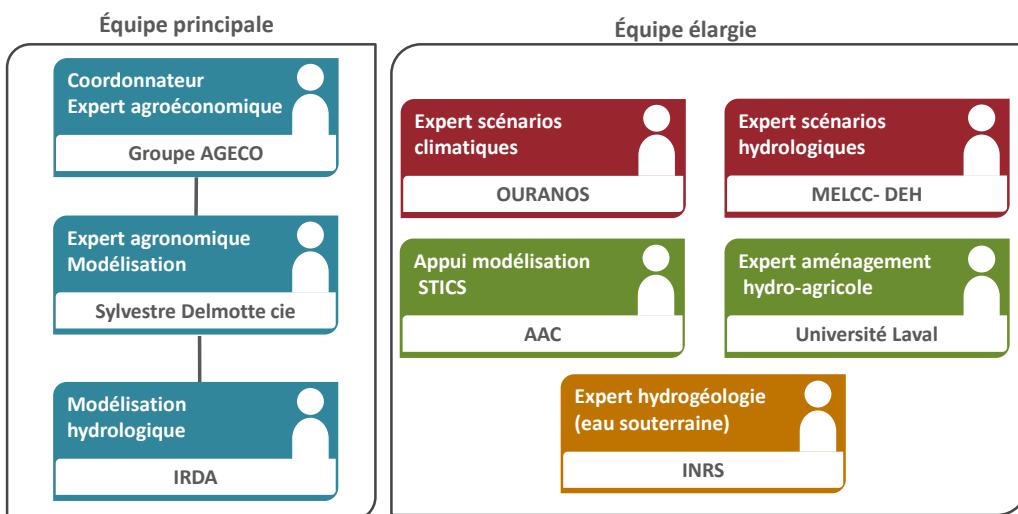
2. Bilans hydriques actuels et conflits recensés

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



Conclusion

ÉQUIPE DE RÉALISATION



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), Sylvestre Delmotte, consultant, le consortium OURANOS, l'Université Laval et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Équipe principale :

Groupe AGÉCO - Isabelle Charron, Rosalie-Maude St-Arnaud, Sandrine Ducruc
Sylvestre Delmotte

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

Équipe élargie:

INRS-ÉTÉ- René Lefebvre, Mélanie Raynauld et Jean-Sébastien Gosselin (RADEAU 2)

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)

Expertise en drainage, irrigation, aménagements hydro-agricoles et des cours d'eau
Revue de littérature sur les innovations

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



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

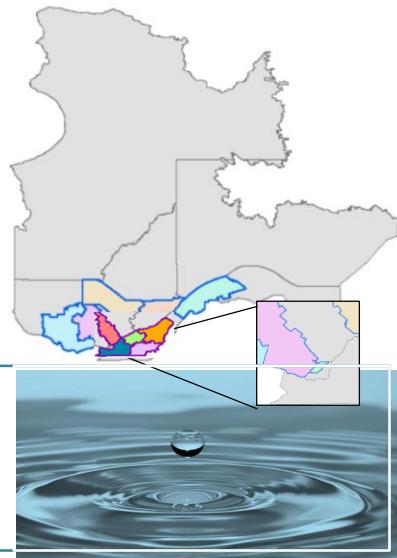
- Lanaudière
- Montérégie
- Centre-du-Québec
- Estrie
- Chaudière-Appalaches

Zone d'étude RADEAU 1

Régions administratives

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

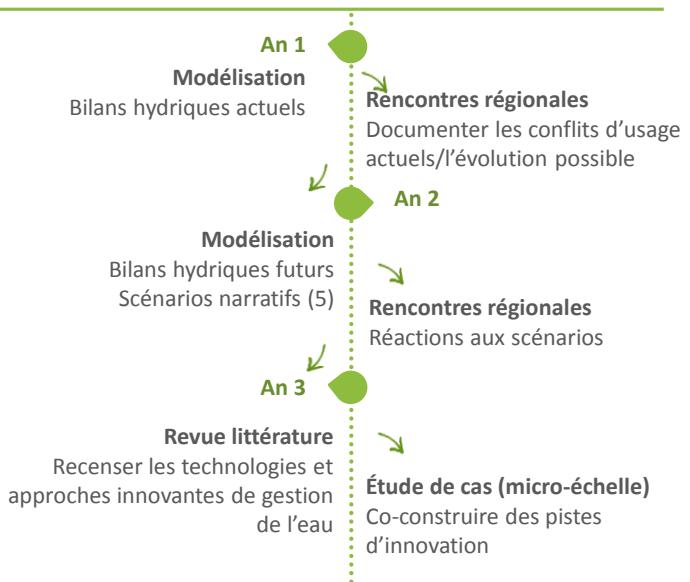
Zone d'étude RADEAU 2



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-St-Laurent, Capitale-Nationale, Laurentides et Outaouais.

PROJETS SUR 3 ANS ET UNE APPROCHE PARTICIPATIVE FORTE



7

Le projet, débuté en 2016, 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'usage 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 (Lanaudière et en Montérégie).



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, Commercial et Institutionnel (CI)

À l'échelle municipale

- Démographie actuelle (MAMOT)
- Nombre de personnes reliées au réseau et origine de l'eau du réseau (MDDELCC)
- 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 MAMOT.

9

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

PRÉLÈVEMENTS ACTUELS

- Industriel

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 Prélèvement 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 industriel 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 :

- 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

- Industriel : 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, commercial et institutionnel, 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 l'industrie, 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 industriel, le coefficient dépend du secteur d'activité de l'entreprise (code SCIAN) tiré des études de l'INRS (2009) et de Shaffer (2009).

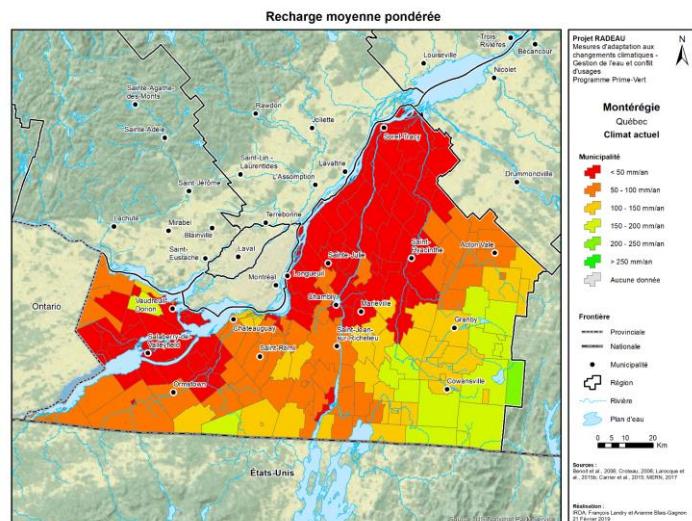
RESSOURCES ACTUELLES

- **Eau de surface**

- Par bassin versant – Atlas hydroclimatique mérisional 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 mérisional 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 débits: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) et rapportée à la résolution de 250 m pour le secteur Est de la Montérégie par l'équipe de l'INRS-ÉTÉ (Carrier et al., 2013), de même que par l'étude PACES de Vaudreuil-Soulanges par l'équipe de l'UQAM (Larocque et al., 2015a), et enfin l'Atlas de la rivière Chateauguay réalisé par la Commission géologique du Canada (Benoit et al., 2006).



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

- Surtout entre usagers **résidentiel vs ICI**, et **résidentiel vs agricole**, pour un usage **d'eau potable**
 - Eau souterraine
 - source alternative vs règlement de captage et vs qualité des eaux de surfaces
 - source alternative à l'approvisionnement au fleuve (pour villes en bordure)
 - enjeux de puits (ex. Rougemont : eau par camion citerne, MRC Brome-Missisquoi : puits difficiles à trouver)
 - Eau de surface
 - approvisionnement eau potable (ex. Granby)
 - débit réservé
- Plusieurs enjeux de qualité
 - Pollution (algues) et contaminants émergents (antibiotiques, hormones, cyano-toxines)
 - Puits artésiens contaminés
- Certains enjeux de gestion des surplus/coup d'eau
- Certains enjeux de gestion des sécheresses ponctuelles (ex. Vaudreuil-Dorion (baie))

15

La Montérégie, en particulier l'Ouest de la Montérégie (rivières Châteauguay et l'Acadie), est au prise avec des enjeux d'accès à l'eau du mois de juin jusqu'à la fin du mois d'août. Ce manque d'eau représenterait un frein à la croissance de certaines productions agricoles, notamment celles nécessitant de forts besoins d'irrigation (BPR Groupe-conseil, 2003). La régie de l'eau en terres noires est particulièrement problématique alors que le sol organique s'affaisse et s'épuise (oxydation et décomposition de la matière organique) lorsque les eaux souterraines s'assèchent. À l'inverse, les terres noires sont inondées à la fonte des neiges ou lors de précipitations intenses en raison des modifications apportées au réseau hydrique, notamment dans le bassin de la rivière l'Acadie et du ruisseau Norton (BPR Groupe-conseil, 2003). Ces problèmes sont associés à la concurrence que doivent se livrer plusieurs industries dans l'usage de l'eau : agriculture, transformation agroalimentaire, municipalités, embouteillage (Parent et Anctil, 2012). Des problèmes de qualité de l'eau sont aussi fortement présents en Montérégie. Parent et Anctil (2012) rapportent que les eaux de surface et les eaux souterraines sont fortement contaminées par les pesticides. Des problèmes localisés en lien avec la contamination microbienne et la salinité à La Présentation est rapportée par BPR Groupe-conseil (2003). La présence de métaux lourds tels que le plomb, le mercure et le cadmium dans la rivière Yamaska affectant les municipalités de Bromont, Cowansville, Granby et St-Hyacinthe est également relevée par l'Organisme de bassin versant de la Yamaska. La rivière Yamaska, en particulier, fait face à des enjeux majeurs de qualité de l'eau (turbidité, pesticides, eutrophisation) en raison de la surfertilisation, de l'importante érosion des sols, de la mauvaise utilisation

des pesticides, de la pression urbaine et du débordement de stations d'épuration (Organisme de bassin versant de la Yamaska, [s.d.]).

Les rencontres régionales ont fait valoir que plusieurs municipalités de la Montérégie Est se sont tournées vers les eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau en lien avec la règlementation sur le captage des eaux et la détérioration des eaux de surface au cours des 30 dernières années. Dans la MRC Brome-Missisquoi, la problématique de trouver des puits pour répondre aux besoins en approvisionnement des secteurs résidentiels-ICI a été soulevée. L'approvisionnement en eau potable pour le secteur résidentiel-ICI est également préoccupant pour la Ville de Granby. A Saint-Hyacinthe, l'assèchement et la contamination par les algues de la prise d'eau complique l'approvisionnement de la municipalité. À Vaudreuil-Dorion, l'assèchement en période estivale de la baie complique les manœuvres de pompage. La Ville de Rougemont a dû par le passé compter sur l'approvisionnement par camion citerne pour subvenir aux besoin de ses résidents.

Depuis quelques années, la municipalité de Saint-Rémi fait aussi face à une problématique d'assèchement de ses puits pour usage résidentiel. Cela s'est fait sentir de manière sévère en 2017. Cette situation particulière a soulevé des inquiétudes liées à la capacité des puits municipaux à combler adéquatement les besoins de l'ensemble des usagers sur le territoire. La municipalité de Saint-Rémi compte un important bassin de producteurs maraîchers en terre minérale et en terre noire. Les variétés de légumes cultivés nécessitent un grand volume d'eau durant la saison de croissance. La majorité des cultures sont irriguées par des systèmes d'aspersion ou de goutte-à-goutte. En plus des activités agricoles, plusieurs industries grandes consommatrices d'eau sont présentes sur le territoire (ex. : bétonnière, transformation alimentaire, biomédical). Pour tous les usagers, l'eau provient en grande majorité des eaux souterraines. Aussi, cette problématique d'approvisionnement en eau souterraine de la municipalité de Saint-Rémi a fait l'objet d'une étude de cas dans le cadre du projet RADEAU.

Les chapitres 2 et 9, de même que l'annexe 3 du rapport de projet présentent une description plus complète des conflits potentiels d'usage de l'eau dans la région de la Montérégie, et de façon plus spécifique la problématique de la municipalité de Saint-Rémi.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL CLIMAT ACTUEL – PRINCIPAUX CONSTATS

- Consommation totale : 198,8 Mm³/an (207,2 Mm³/an prélevés)

	Part relative	% d'eau de surface	% d'eau souterraine
TOTAL		50	50
Résidentiel	35 %	54	46
CI	15 %	60	40
Industriel	39 %	36	64
Agricole	11 %	25	75

- Eau de surface

- Principale source pour l'usage agricole en Montérégie Ouest
- Surtout pour usage résidentiel dans le centre de la région

- Eau souterraine

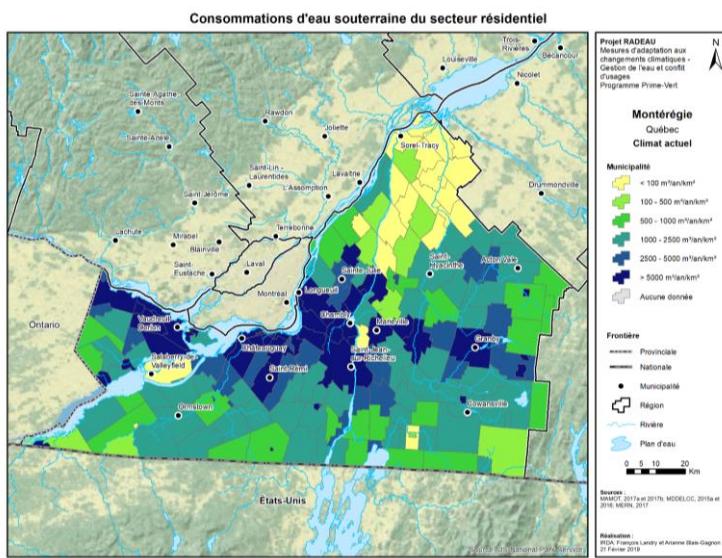
- Plusieurs territoires où usage problématique (>20 %)?
- Beauharnois-Salaberry, Roussillon, Marguerite D'Youville, Maskoutains

16

La Montérégie est la région à l'étude qui consomme de loin la plus grande quantité d'eau par année, parmi les cinq régions RADEAU à l'étude, soit près de 200 M m³ d'eau. Ceci s'explique en partie par son poids démographique (1,5 M habitants). Lorsque réparti selon le type d'usage, le secteur résidentiel y représente 35 % de l'eau totale consommée. Ce sont les usages ICI qui dominent en Montérégie, avec plus de la moitié de la consommation (54 %). Enfin, l'eau consommée pour des fins agricoles occupe la plus petite part de la consommation totale, soit 11 %. Dans l'ensemble, La région s'alimenterait, selon nos estimations, à part égale entre eau de surface et souterraine. En revanche, le secteur agricole a largement recours à l'eau souterraine pour combler ses besoins. La répartition des consommations du secteur agricole se présente comme suit:

	%besoins agricoles	%eau surface	%eau souterraine
Piscicole	1	<1	100
Végétal	48	34	66
Animal	52	17	83

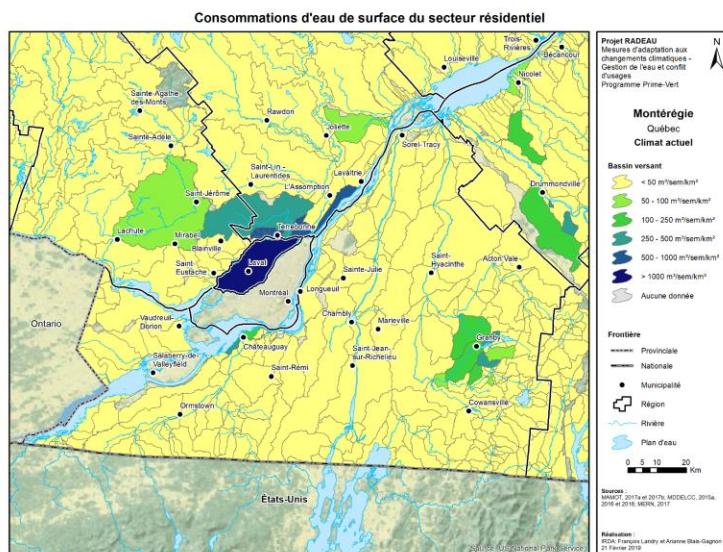
PRÉLÈVEMENTS POUR LE RÉSIDENTIEL



17

Les consommations en eau souterraine du secteur résidentiel reflètent les gradients démographiques de la région. Plusieurs municipalités des MRC de Vaudreuil-Soulanges, Rouville, Roussillon et de la Vallée du Richelieu, de même que les Villes de Granby, Saint-Jean-sur-Richelieu et l'agglomération de Longueuil affichent les taux spécifiques les plus élevés de consommation en eau souterraine ($> 5,000 \text{ m}^3/\text{an-km}^2$). À noter que les taux relativement faibles de prélèvements d'eau souterraine au Nord de Saint-Hyacinthe ne sont pas tributaires de la densité de la population, mais bien de la qualité de l'eau souterraine impropre à la consommation en raison de sa salinité.

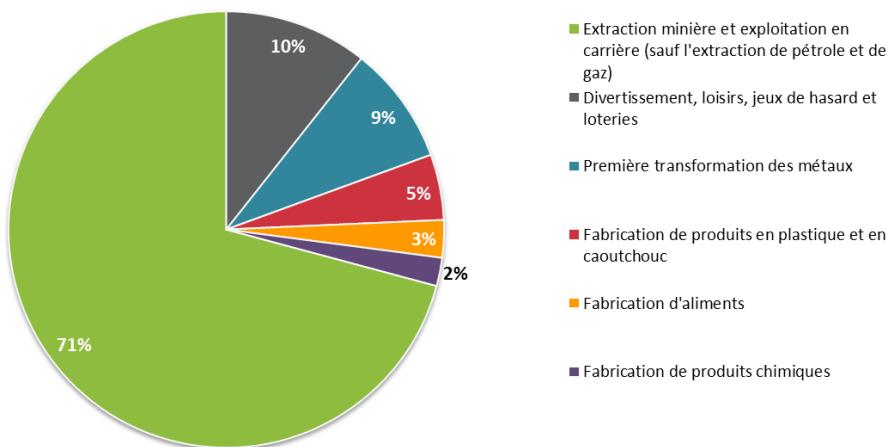
PRÉLÈVEMENTS POUR LE RÉSIDENTIEL



18

La pression du secteur résidentiel sur l'eau de surface demeure relativement faible sur l'ensemble du territoire de la région de la Montérégie (à moins de 250 m³/an-km²), à l'exception de la Ville de Richelieu (500-1,000 m³/an-km²). La majorité de l'eau de surface est prélevée dans la rivière Yamaska (municipalité de Granby notamment) et dans la Rivière Richelieu, notamment pour toutes les municipalités situées au nord du territoire de la Montérégie où l'eau souterraine est salée.

PRINCIPAUX PRÉLEVEURS INDUSTRIELS D'EAU HORS RÉSEAU- 2015

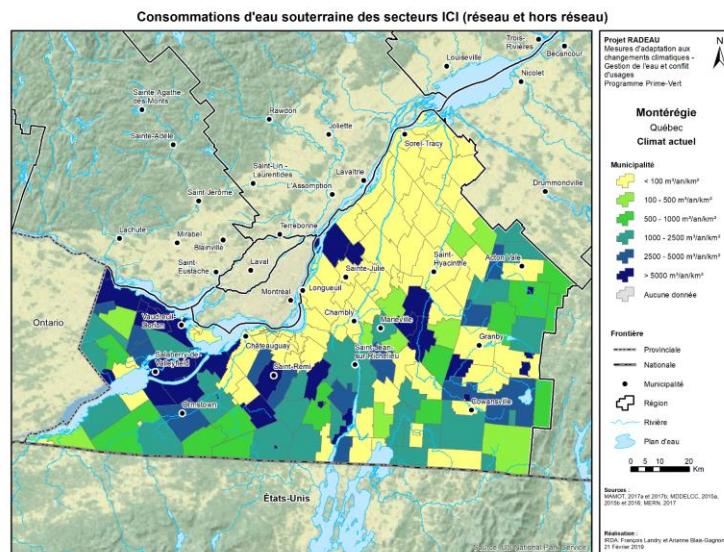


Source: MDDELCC à partir de la base de donnée des grands préleveurs d'eau de 2015

19

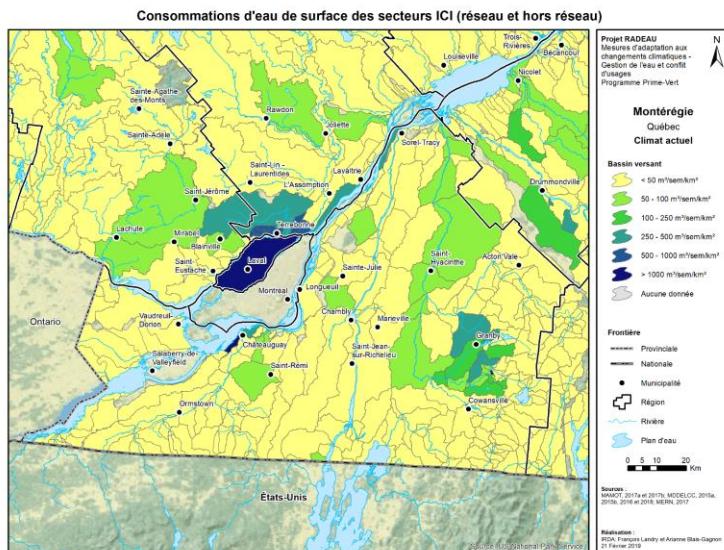
Les principaux prélèvements d'eau (surface) hors-réseau pour usages industriels dans la région sont exercés par le secteur de l'extraction minière et l'exploitation des carrières.

PRÉLÈVEMENTS POUR LES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



La pression des secteurs ICI sur l'eau souterraine ($> 5,000 \text{ m}^3/\text{an}\cdot\text{km}^2$) s'exerce dans plusieurs municipalités de la région de la Montérégie.

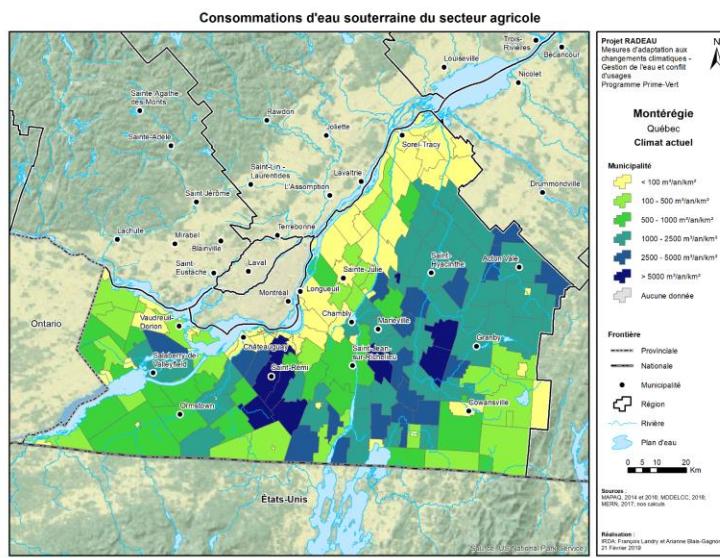
PRÉLÈVEMENTS POUR LES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



21

La consommation relativement faible d'eau de surface des secteurs ICI en Montérégie s'explique essentiellement par la piètre qualité de cette dernière.

PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES

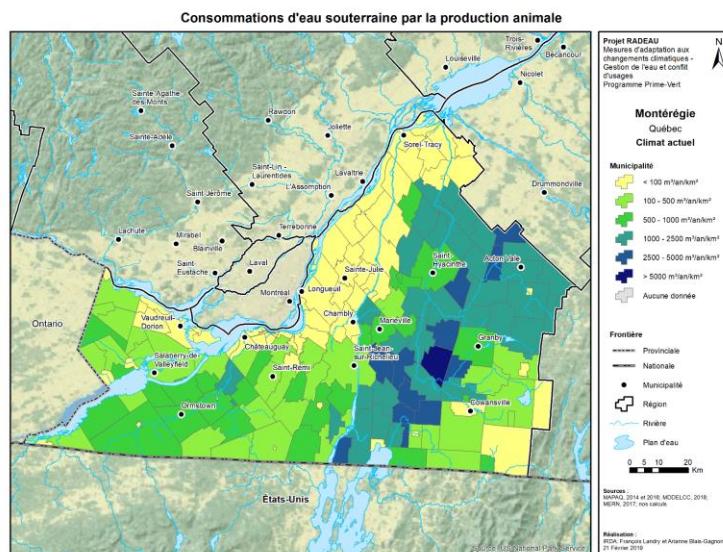


22

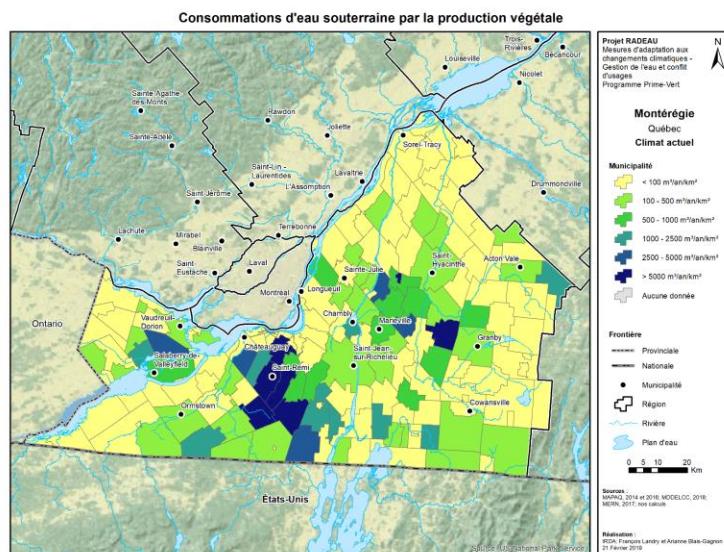
Le secteur de la production maraîchère des MRC de Roussillon et des Jardins-de-Napierville prélève les plus importants volumes d'eau souterraine de la région de la Montérégie ($> 5,000 \text{ m}^3/\text{an-km}^2$). La consommation du secteur agricole des municipalités de l'Ange-Gardien et de Mont-Saint-Grégoire dépasse également les $5,000 \text{ m}^3/\text{an-km}^2$.

Les illustrations suivantes répartissent ces consommations en eau souterraine selon les secteurs de production végétale et animale.

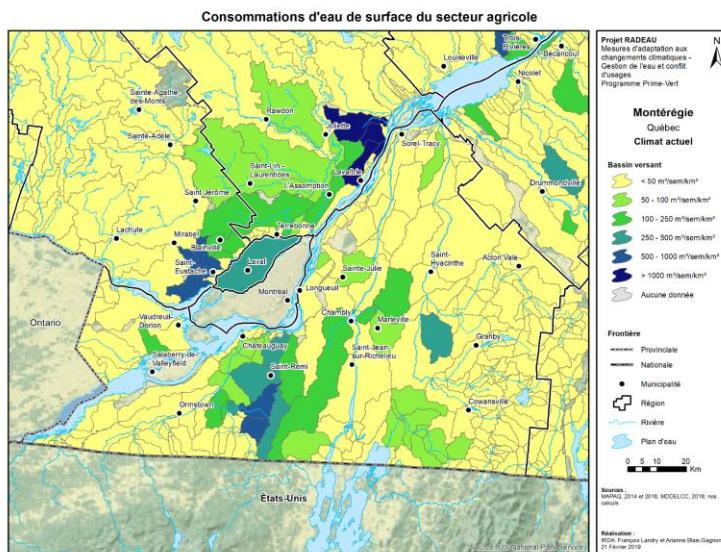
PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - ANIMAL



PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - VÉGÉTAL



PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES

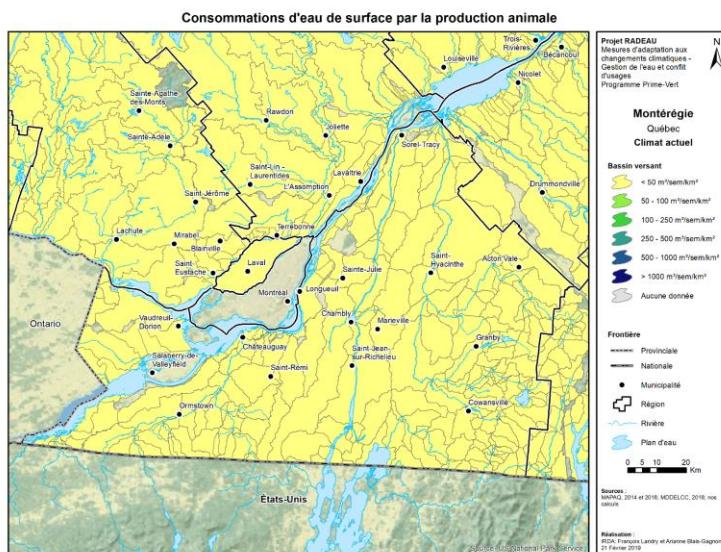


25

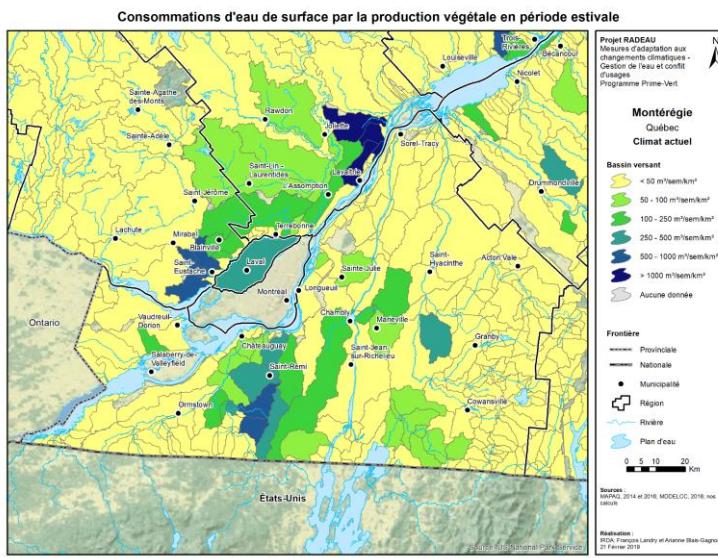
Les prélèvements d'eau de surface en milieu agricole en Montérégie sont modestes, compte tenu de sa mauvaise qualité, qui limite son utilisation en irrigation des cultures. Ils demeurent dans l'ensemble sous la barre des $250 \text{ m}^3/\text{an}\cdot\text{km}^2$, à l'exception des bassins de la Rivière des Anglais et la tête de la Rivière aux Outardes, tous deux affluents de la rivière Châteauguay.

Les illustrations suivantes répartissent ces consommations en eau de surface selon les secteurs de production végétale et animale.

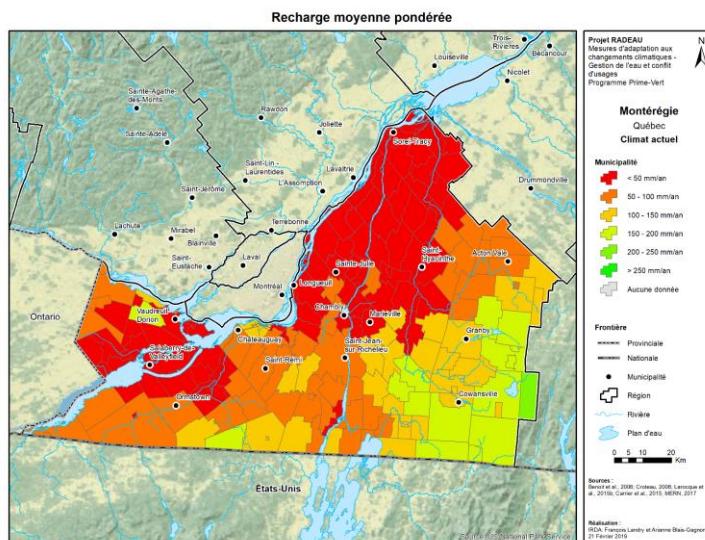
PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES – ANIMAL



PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - VÉGÉTAL



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



28

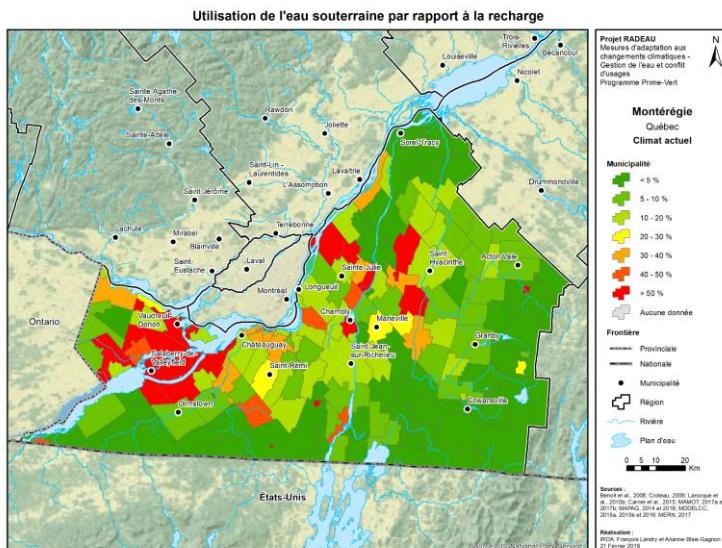
L'indicateur de disponibilité de l'eau souterraine est la recharge annuelle totale estimée de l'aquifère profond (au roc). Rappelons que les études PACES de la Montérégie par l'équipe de l'INRS-ÉTÉ (Carrier et al., 2013) et de Vaudreuil-Soulanges par l'équipe de l'UQAM (Larocque et al., 2015a), de même que l'Atlas de la rivière Chateauguay réalisé par la Commission géologique du Canada (Benoit et al., 2006) ont été mis à profit pour la caractérisation de la recharge dans la région de la Montérégie. L'équipe de l'INRS-ÉTÉ et de la Commission géologique du Canada ont privilégié l'utilisation du modèle HELP (*Hydrologic Evaluation of Landfill Performance*). Le modèle HELP considère les données du climat, de la végétation, de l'occupation du territoire et des propriétés des sols, des dépôts de surface et du roc, afin d'estimer les différents paramètres hydrologiques. Le calcul de la recharge se base sur l'équation:

$$\text{Recharge} = \text{Précipitation} - \text{Ruisseaulement} - \text{Évapotranspiration} \pm \text{Emmagasinement.}$$

Pour Vaudreuil-Soulanges, l'équipe de l'UQAM a privilégié le modèle HydroBilan qui travaille aussi sur la base de bilans hydriques journaliers et spatialisés (mailles 500 m X 500 m). À partir des valeurs d'apports verticaux, le modèle calcule le ruissellement, l'évapotranspiration et l'infiltration (recharge) selon les données géologiques et météorologiques sur 20 ans.

En Montérégie, les estimations de la recharge moyenne de l'aquifère varient ainsi de moins de 50 mm par an, dans la plaine du Saint-Laurent en raison de la nature peu perméable du sous-sol argileux à plus de 250 mm par an, dans le paysage montagneux de Rigaud.

BILANS – UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE ET RECHARGE



29

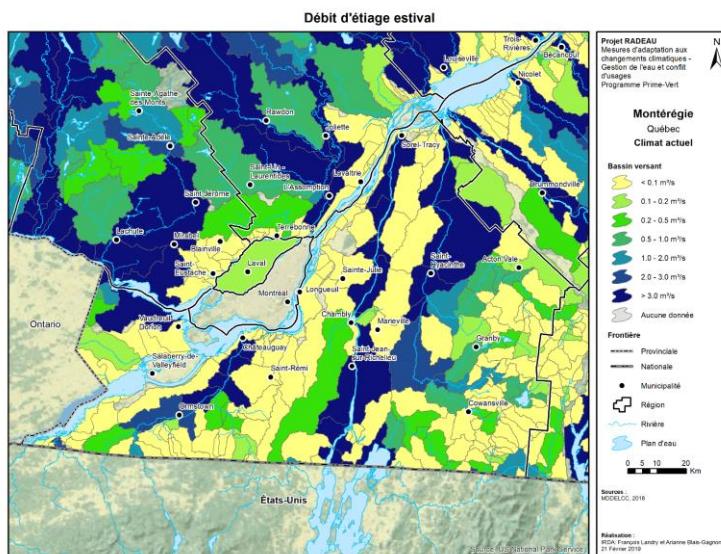
Les indices de pression sur l'eau souterraine ont été estimés à l'échelle de chacune des municipalités suivant le ratio suivant :

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).

Dans l'ensemble, les utilisations de l'eau souterraine de la région de la Montérégie sont préoccupantes dans plusieurs municipalités de la plaine du Saint-Laurent où le taux de prélèvement supérieure à 50 % de la recharge annuelle dépasse largement la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), établie au niveau de 20 %. Les consommations résidentielles et ICI sont principalement interpellées, notamment pour les municipalités de La Présentation, Saint-Damase, Saint-Stanislas-de-Kostka, Salaberry-de-Valleyfield, Saint-Louis-de-Gonzague, Sainte-Clotilde, Beauharnois, La Prairie, Chambly, Brossard, Saint-Lambert et Longueuil. La faible recharge du secteur Nord de la région contribue par ailleurs à la vulnérabilité de ces municipalités.

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

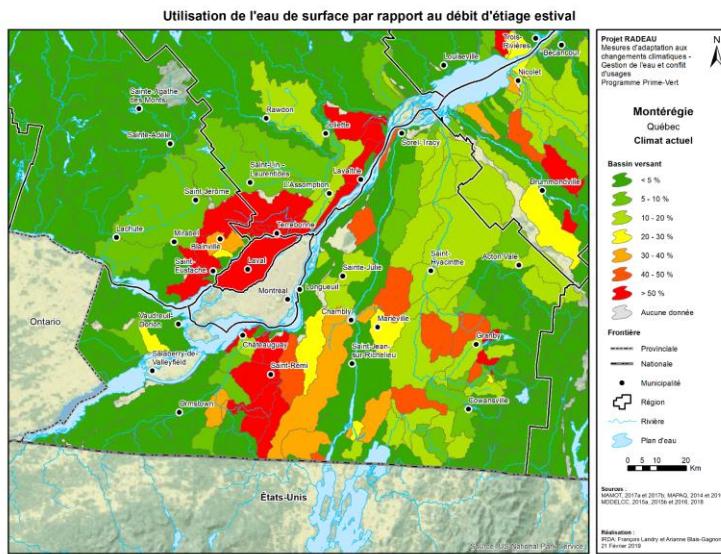


30

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 Montérégie reflètent essentiellement les superficies de leurs bassins versants respectifs, avec des $Q_{2,7}$ de l'ordre inférieur à $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 5.1.2 du rapport de projet RADEAU.

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



31

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 dépendants des prélèvements effectués, les prélèvements 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 mettent en relief la vulnérabilité de deux secteurs de la région de la Montérégie, où les prélèvements hebdomadaires demeurent au-delà de 50 % du $Q_{2,7}$, alors que le seuil critique, indicateur d'un possible conflit d'usage, se situe plutôt à 15 %. Les prélèvements du secteur agricole sont en cause dans le secteur Sud-ouest de la région, alors que le dépassement du seuil critique dans le secteur Nord est plutôt tributaire des prélèvements résidentiels et ICI.

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 ?

32

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 Montérégie. 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.

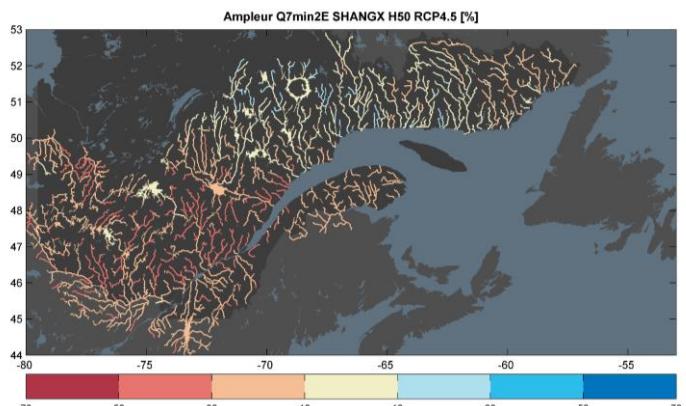
Les prélèvements d'eau de surface en période de pointe sont comparés, à l'échelle de chacun des bassins versants, à la disponibilité projetée des eaux de surface en période d'étiage à l'horizon 2050. Cette comparaison repose sur l'indicateur de débit d'étiage $Q_{2,7}$, soit la valeur minimum du débit 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 - 14 % à - 52 %
 - 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 ($Q_{0,7}$) 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 14 à 52 % 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?

- Peu d'impact sur les besoins résidentiels
 - Mais accentue la pression causée par la hausse démographique
 - Et la pression sur les infrastructures vétustes (déficit d'entretien)
- Peu d'impact sur les besoins industriels
- Augmentation des besoins pour les activités récréotouristiques (golfs, stations de ski)
- Et surtout, hausses des besoins en eau pour l'agriculture
 - Besoin en eau d'irrigation plus important car déficit hydrique plus sévère



34

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 moyenne de 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. Il s'agit de Saint-Hubert pour la région de la Montérégie, pour laquelle des données historiques complètes sur la période de référence (1981-2010) étaient disponibles.

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



	ST-HUBERT
PRÉCIPITATIONS DE JUIN À AOÛT (CLIMAT HISTORIQUE - OURANOS)	286 mm
ETP MOYENNES JUIN A AOUT (CLIMAT HISTORIQUE)	429 mm
MOYENNE DE P – ETP (MM) (CLIMAT HISTORIQUE)	-143 mm
VARIATION SUPÉRIEURE DU DÉFICIT HYDRIQUE EN CLIMAT FUTUR	-72 mm
VARIATION INFÉRIEURE DU DÉFICIT HYDRIQUE EN CLIMAT FUTUR	+17 mm

- Ex. simulations laitues en terres noires
 - Scénarios forts : +14 à +17 mm par saison | scénarios faibles : stables
- Ex. simulations pommes de terres en sol minéraux
 - Scénarios forts : +39 à +62 mm par saison | scénarios faibles : stables
- 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, 150L/jour/vache pour l'aspersion.

L'augmentation moyenne projetée des températures pour les cinq scénarios climatiques retenus est de l'ordre de 2.8 °C à Saint-Hubert sur la période d'avril à octobre pour 2041-2070, comparativement à 1981-2010.

Le nombre moyen de jours au-dessus de 30 °C passe de **11 jours** en période de référence à **24 jours** en climat futur, alors que la durée de la saison de croissance augmente, soit de **201 à 226 jours**. Cette évolution des températures et de durée de cycle se traduit en augmentation importante du nombre de degrés-jours (DJ) estimés pour la saison de croissance, qui s'accroît de 475 DJ (base 10°C) depuis une estimation de 1167 en climat actuel à Saint-Hubert.

À partir de l'ensemble des variables précédentes, l'évapotranspiration potentielle (ETP) en climat de référence et futur a été projetée.

Les cinq scénarios climatiques retenus pour les fins de l'étude donnent tous lieu à une augmentation significative de l'ETP à la station de à Saint-Hubert (109 mm en moyenne), représentant une hausse moyenne de 10 %. Si l'on réalise une analogie spatiale, dans le scénario prévoyant la hausse, de température la plus faible, le climat de Beauceville deviendra plus chaud que le climat actuel de la Montérégie.

Enfin, les précipitations totales cumulées sur la saison de croissance passent, en moyenne, de **595 mm à 731 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.

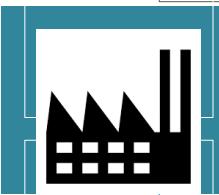
Dans l'ensemble, il est projeté que les besoins en eau pour l'agriculture vont évoluer dans le futur du fait des changements simultanés de multiples variables.

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

36

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.)

	Actuel (Station St-Hubert)	Futur 2041-2070
Déficit hydrique estival potentiel (P - ETP)	- 114 mm	- 95 à - 182 mm
Volume supplémentaire d'eau d'irrigation (plante modèle)		26 à 62 mm selon les modélisations

37

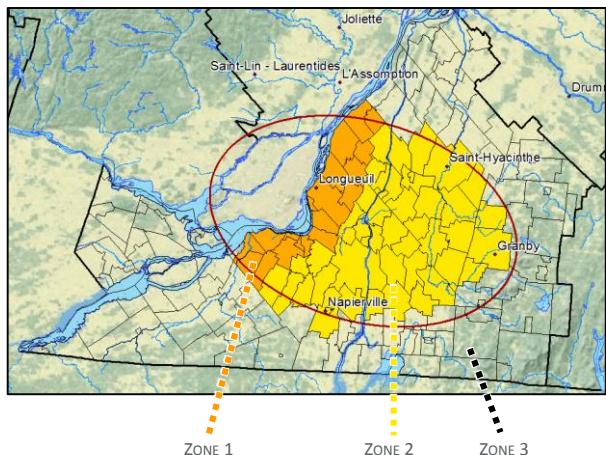
Pour le secteur agricole, l'évolution des besoins en eau a été projetée sur la base de l'évolution de plusieurs variable, dont:

- 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 en Montérégie, variant de **+20 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 détaillées 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



- Étalement des couronnes de Montréal jusqu'à Granby et Napierville



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 couronnes, leur délimitation s'appuie notamment sur les commentaires des acteurs régionaux quant à leur vision de l'évolution de leur territoire. En Montérégie, trois couronnes (dites zones) ont été définies:

La **première** est la couronne de Montréal/Longueuil. C'est celle qui se densifie le plus et englobe les municipalités suivantes:

Boucherville, Brossard, Calixa-Lavallée, Candiac, Châteauguay, Delson, Kahnawake, La Prairie, Longueuil, Mercier, Saint-Amable, Saint-Bruno-de-Montarville, Saint-Constant, Sainte-Catherine, Sainte-Julie, Saint-Isidore, Saint-Lambert, Varennes et Verchères.

La **deuxième** couronne inclut le territoire s'étalant jusqu'à Granby et Napierville, avec une augmentation de la démographie intermédiaire. Elle inclue les municipalités suivantes: Ange-Gardien, Beloeil, Carignan, Carignan, Champlain, Farnham, Granby, La Présentation, Marieville, McMasterville, Mont-Saint-Grégoire, Mont-Saint-Hilaire, Napierville, Otterburn Park, Richelieu, Rougemont, Saint-Alexandre, Saint-Alphonse-de-Granby, Saint-Basile-le-Grand, Saint-Blaise-sur-Richelieu, Saint-Césaire, Saint-Charles-sur-Richelieu, Saint-Cyprien-de-Napierville, Saint-Damase, Saint-Dominique, Sainte-Angèle-de-Monnoir, Sainte-Anne-de-Sabrevois, Sainte-Brigide-d'Iberville, Sainte-Cécile-de-Milton, Saint-Édouard, Sainte-Madeleine, Sainte-Marie-Madeleine, Sainte-Sabine, Saint-Hyacinthe, Saint-Jacques-le-Mineur, Saint-Jean-Baptiste, Saint-Jean-sur-Richelieu, Saint-Marc-sur-Richelieu, Saint-Mathias-sur-Richelieu, Saint-Mathieu, Saint-Mathieu-de-Beloeil, Saint-Michel, Saint-Paul-d'Abbotsford, Saint-Philippe, Saint-Pie et Saint-Rémi.

La **troisième** couronne inclut toutes les autres municipalités rurales de la Montérégie et correspond aux augmentations projetées de population les plus faibles. Une hypothèse d'exode

rurale est d'ailleurs considérée pour un des scénarios démographiques en climat futur.

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'étage	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 prélevés	Croissance modérée Facturée au volume : Réduction élevée des prélevés	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 Hauteur des superficies cultivées irriguées Hauteur des besoins en eau/ha	Hausse importante des superficies cultivées irriguées Faible hausse des besoins en eau/ha	Faible hausse des superficies cultivées irriguées Faible hausse des besoins en eau/ha	Faible hausse des superficies cultivées irriguées Hausse importante 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 Montérégie en 2050, déclin de l'industrie récrétouristique, facturation de l'eau pour tous les usagers, développement marqué des serres, etc....

39

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-orangé-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.

En Montérégie, deux éléments importants et incertains influenceront la consommation en eau dans le futur, soit les changements climatiques et la démographie.

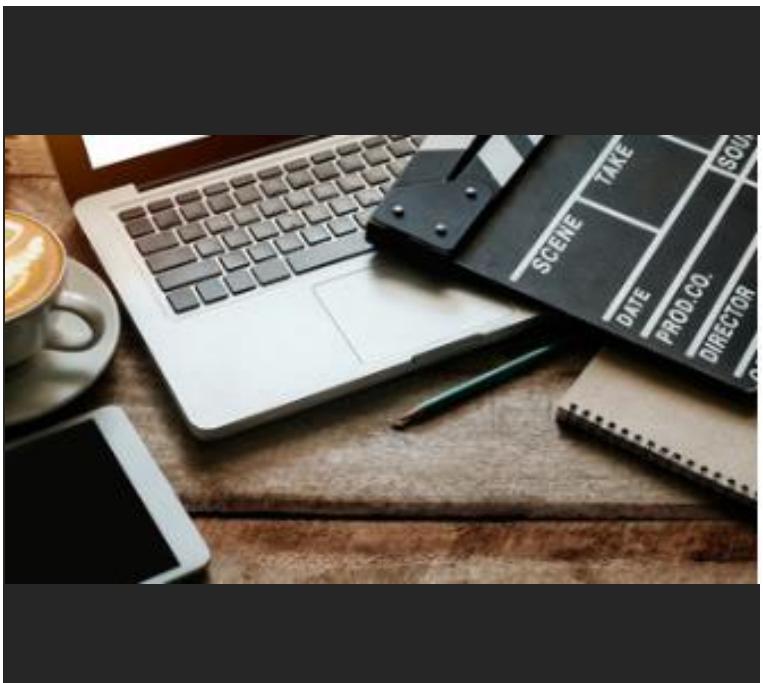


BILANS HYDRIQUES DES SCÉNARIOS FUTURS

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



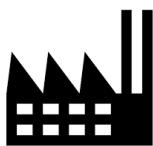
Diminution élevée des débits d'étiages : - 24%



↑ 21 %



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

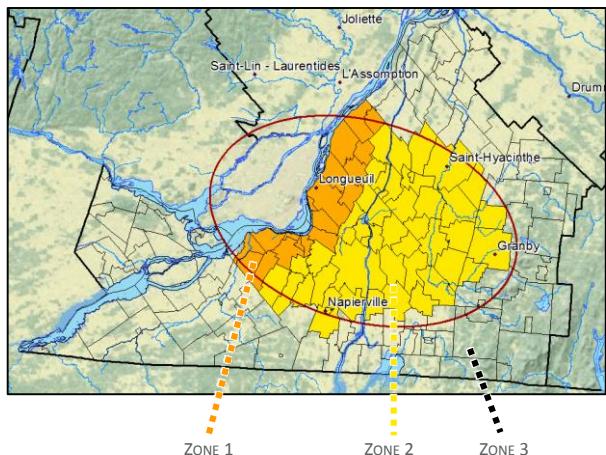
42

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

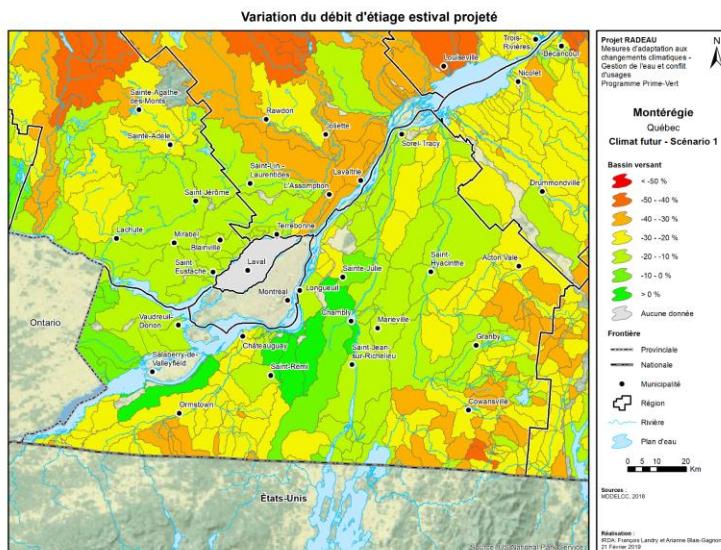
- Étalement des couronnes de Montréal jusqu'à Granby et Napierville

	Évolution de la population (%)		
Scénario	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 27	+ 18	+ 16



Selon les tendances actuelles, la croissance démographique affecte distinctement les trois couronnes considérées dans les projections démographiques en Montérégie.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVALS



44

Suivant la moyenne des quatre projections de l'Atlas hydroclimatique du Québec utilisées dans le cadre de ce projet (MELCC, 2018), les débits d'étiage ($Q_{2,7}$) sont appelés à diminuer de façon variable dans les différents sous-bassins versants de la région. Les sous-bassins amont des rivières Chateauguay, de la Baie Missisquoi et de la Yamaska Nord présentent les plus fortes baisses des débits d'étiage (-30 à -40%).

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

- Consommation TOTALE en hausse vs climat actuel pour atteindre : 235,2 Mm³/an
(Prélèvements: 245,6 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	50 % (50 %) ¹	50 % (50 %)	+ 16 %

- Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Statu Quo	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	35 %	35 %	83 (70) ¹	↗
CI	39 %	39 %	91 (77)	↗
Industriel	15 %	14 %	34 (29)	↗
Agricole	11 %	12 %	27 (23)	↗

¹ (Climat actuel)

45

Suivant le scénario du *Statu quo*, la consommation globale en eau augmenterait de 16 % en climat futur. Les secteurs résidentiel et ICI (industriel, commercial et institutionnel) en Montérégie représenterait la plus forte hausse de consommation en climat futur.

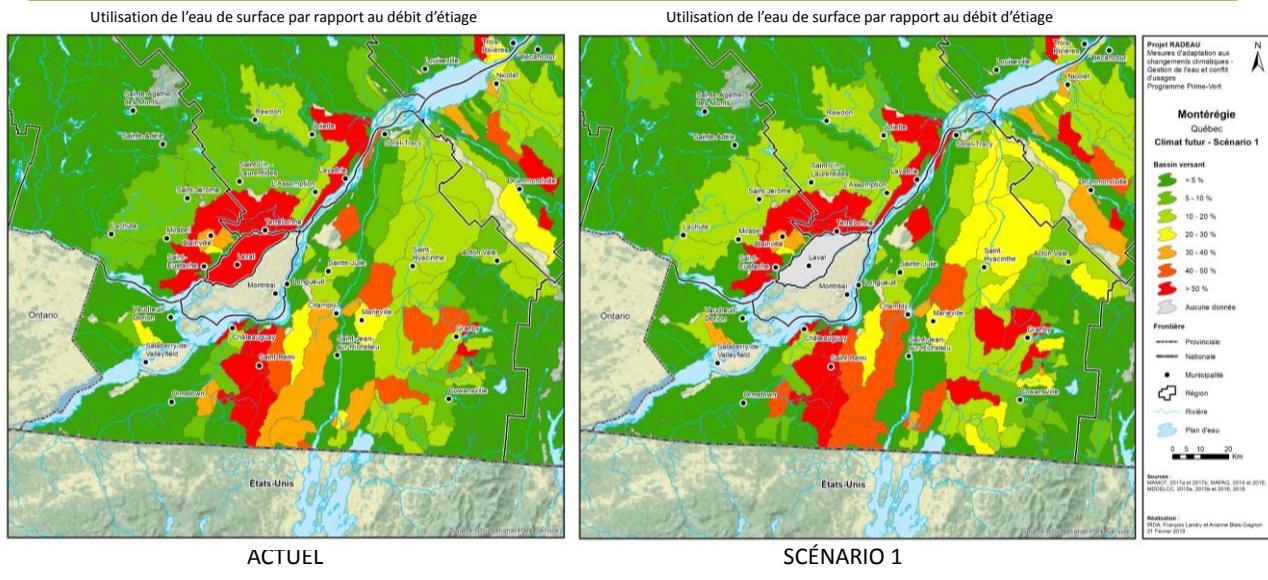
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

	Actuel (%)	Scénario 1 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	47,5	52,9	14,3 (10,7) ¹	↗
Production animale	51,8	46,5	12,6 (11,7)	↗
Production piscicole	0,7	0,6	0,2 (0,2)	→

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

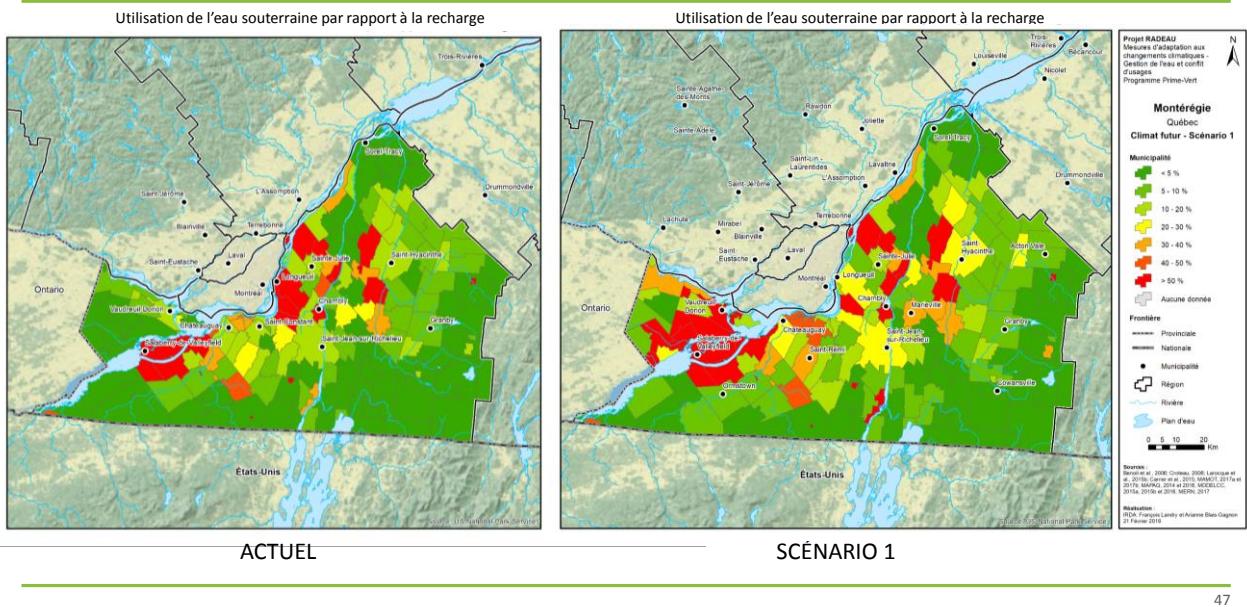
Les illustrations suivantes comparent les projections d'eau de surface en climat futur des secteurs résidentiels et ICI par rapport aux consommations établies en climat actuel.

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 à plus de 50% du débit d'étiage dans les bassins versants à forte consommation dans la portion méridionale de la région de la Montérégie. Aussi, plusieurs sous-bassins de la Montérégie voient leurs indices de pression de l'utilisation de l'eau de surface s'accroître sensiblement en climat futur. C'est le cas principalement de sous-bassins amont du Richelieu, de la Yamaska, la Yamaska Nord et de la Baie Missisquoi.

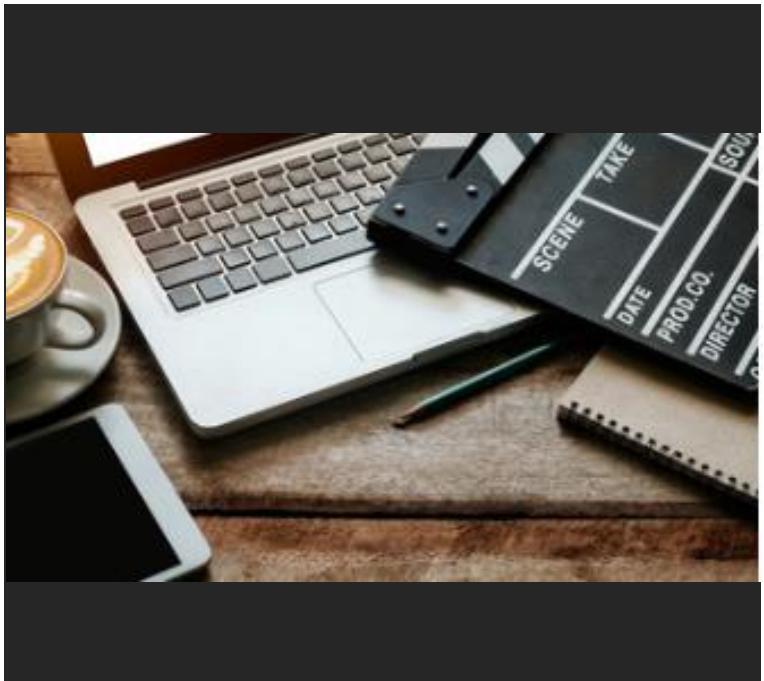
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE



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 élevés d'utilisation de l'eau souterraine en climat actuel, le demeurent en climat futur. Dans plusieurs municipalités des couronnes de Montréal et Granby/Napierville, les indices augmenteraient en climat futur, dépassant largement la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), soit au-dessus de 20%.

Scénario 2

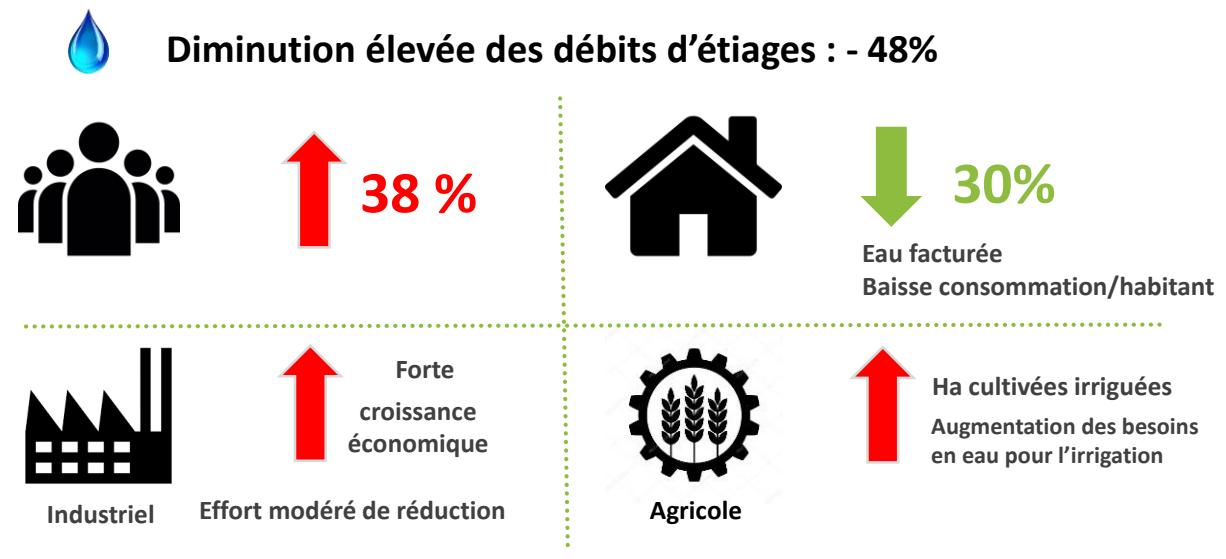
CHALEUR ET SOIF



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



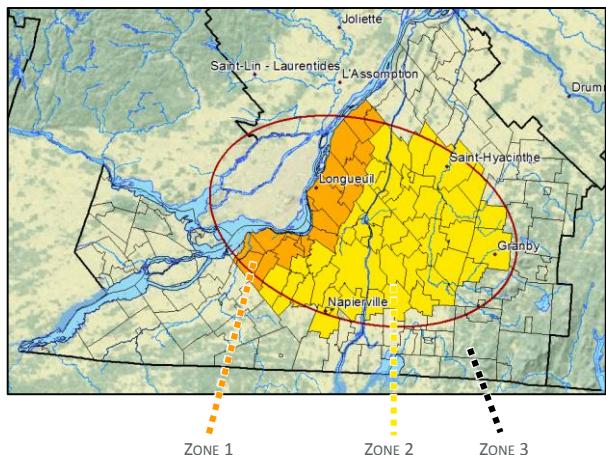
49

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

- Étalement des couronnes de Montréal jusqu'à Granby et Napierville

Scénario	Évolution de la population (%)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 27	+ 18	+ 16
Scénario 2 – ISQ fort	+ 48	+ 32	+ 28



Le scénario « Chaleur et soif » (no.2) implique une forte croissance démographique, qui se manifeste en taux croissant depuis la couronne de Montréal aux milieux ruraux de la Montérégie.

SCÉNARIO 2 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique historique
 - Extrapolation de la tendance historique 1991-2015 (annualisée) par secteur + 3 % en 2050
- Efficacité dans la consommation d'eau
 - Effort de réduction modéré

Principaux secteurs industriels	Évolution du volume (%)
Première transformation des métaux	+ 150-200
Exploitation en carrières	+ 50-75
Fabrication de produits chimiques	+ 75-100
Fabrication d'aliments	+ 125-150
Fabrication de produits en plastique et caoutchouc	+ ≥ 200
Fabrication du papier	+ 75-100
Récrétouristiques	+ 50-75

51

Le scénario « Chaleur et soif » (no.2) reflète une forte croissance du secteur industriel.

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

- Irrigation pour certains végétaux :
 - Laitue + 14 mm (63 mm)
 - Pommes de terre + 62 mm (142 mm)
- Pas d'évolution pour la protection contre le gel.

	Évolution des volumes (mm)
P	+ 14
ETP	+ 62
P – ETP	- 48

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	100 %	(100 %)
Fraises	25 %	(100 %)
Bleuets	50 %	100 % (90 %)
Pommiers nains	75 %	(100 %)
Plantes en conteneurs	50 %	(100 %)
Brocolis	10 %	75 % (50 %)
Choux	50 %	75 % (50 %)
Tomates	↓ 15 %	(100 %)
Oignons	10 %	75 % (50 %)
Zuchinisis	50 %	75 % (50 %)
Laitues	50 %	(100 %)
Carottes	10 %	10 % (5 %)
Maïs sucré	↓ 15 %	6 % (3 %)
Haricots	↓ 15 %	6 % (3 %)
Pois	10 %	2 % (1 %)

52

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 de 48 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 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.

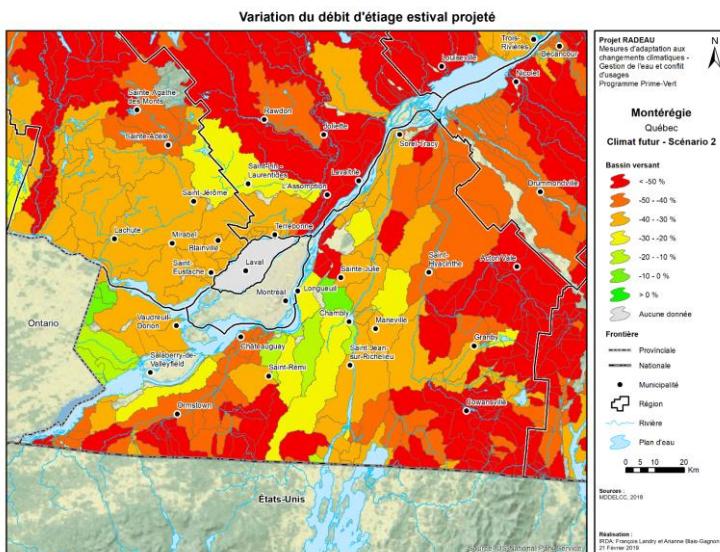
SCÉNARIO 2 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel:
 - Bovin lait : stable
 - Bovins boucherie : - 20 %
 - Ovin : + 30 %
 - 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

53

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



54

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 48% à l'échelle de la région de la Montérégie.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 2

- Consommation TOTALE en hausse vs climat actuel : 218,0 Mm³/an
(Prélèvements: 230,3 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	47 % (50 %) ¹	53 % (50 %)	+ 9 %

- Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 2	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	35 %	30 %	65 (70) ¹	↘
CI	39 %	33 %	71 (77)	↘
Industriel	15 %	18 %	39 (29)	↗
Agricole	11 %	19 %	42 (23)	↗

¹ (Climat actuel)

55

Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), la consommation globale augmenterait de 9 % en climat futur. Si le secteur résidentiel en Montérégie parvient efficacement à contenir sa consommation par rapport à la situation actuelle, la sévérité du changement climatique entraîne une augmentation importante des besoins en irrigation des cultures, reflétée aussi par l'évolution des superficies cultivées et les 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:

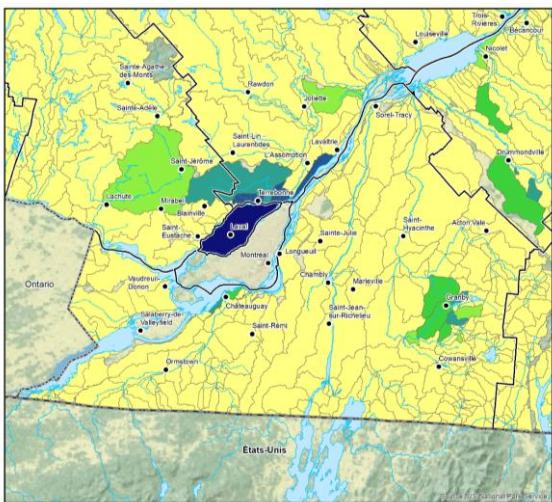
	Actuel (%)	Scénario 2 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	47,5	66,3	27,8 (10,7) ¹	↗
Production animale	51,8	33,3	14,0 (11,7)	↗
Production piscicole	0,7	0,4	0,2 (0,2)	→

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.

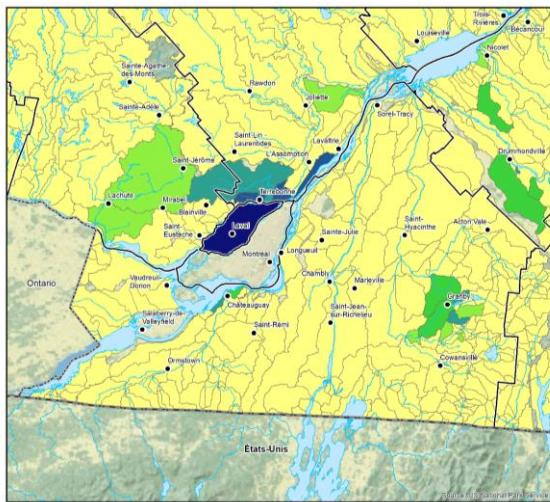
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL

Consommations d'eau de surface du secteur résidentiel



ACTUEL

Consommations d'eau de surface du secteur résidentiel



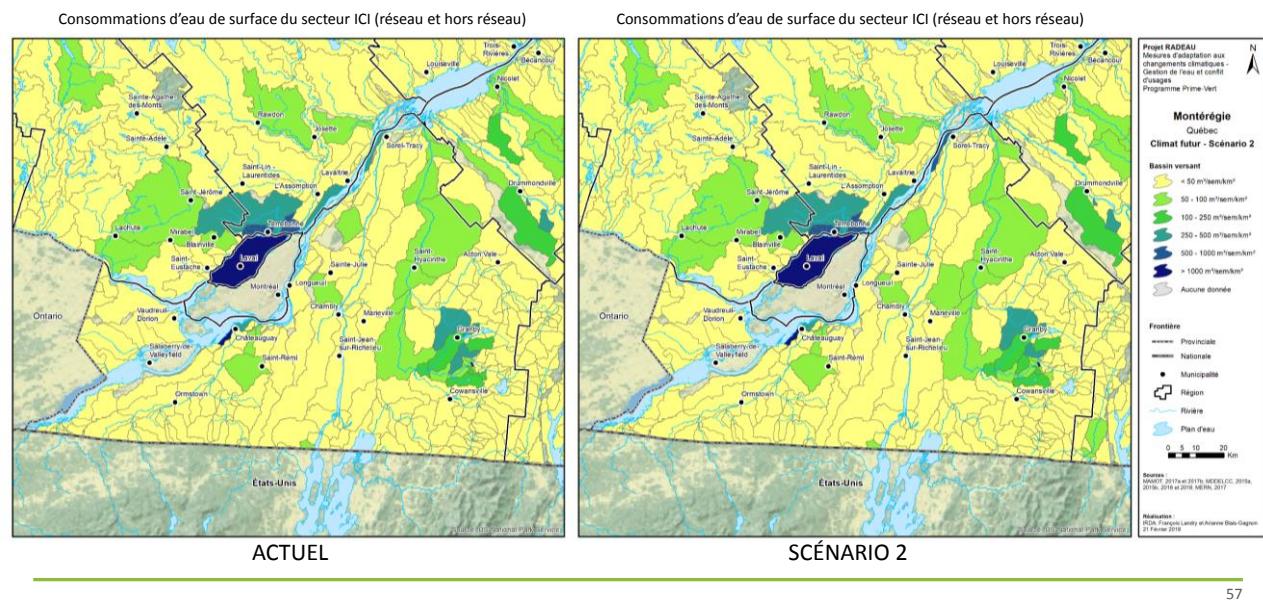
SCÉNARIO 2



56

Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur résidentiel demeurent relativement stables malgré la hausse de la population (+ 46 %) en raison des réductions de consommation par individu.

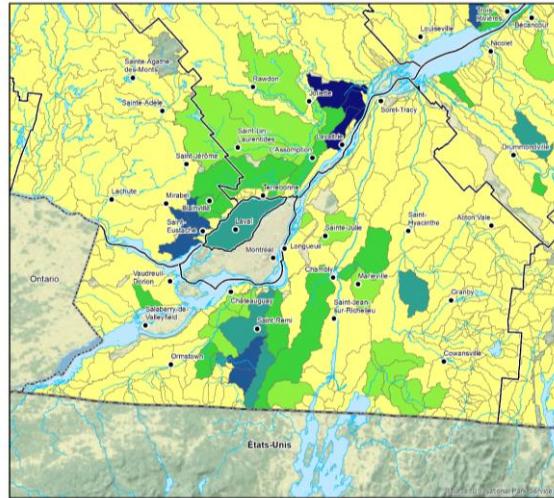
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de réduction des prélèvements d'eau de surface en climat futur des secteurs ICI permettent de stabiliser les besoins du secteur en forte croissance.

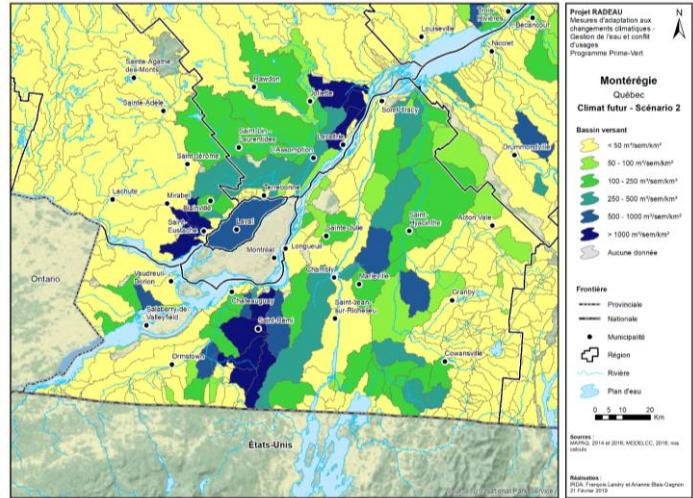
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE

Consommations d'eau de surface en production végétale pendant la période estivale



ACTUEL

Consommations d'eau de surface en production végétale pendant la période estivale

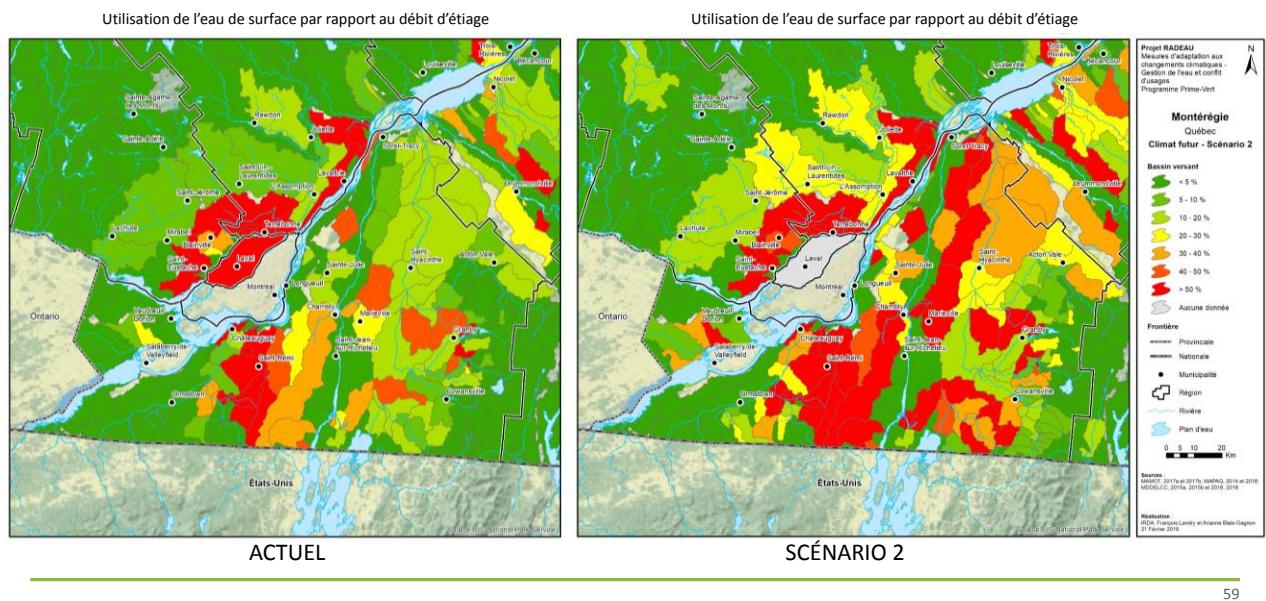


SCÉNARIO 2

58

Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole augmentent considérablement dans bon nombre de sous-bassins versants de la Montérégie, et particulièrement dans les secteurs de production horticole du Sud-Ouest de la région.

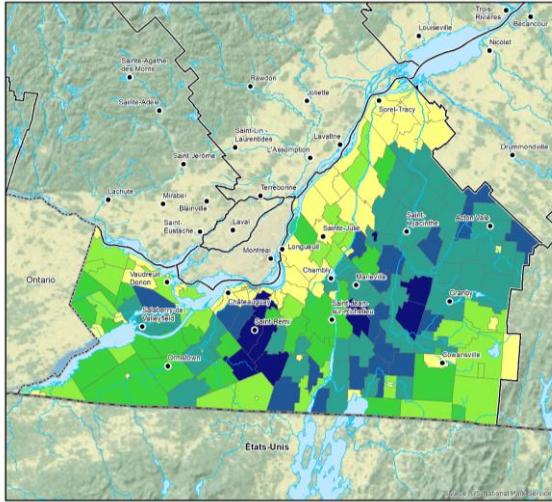
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE



Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), l'utilisation de l'eau de surface demeure à plus de 50% du débit d'étiage dans les bassins versants à forte consommation en climat actuel, tel que rapporté antérieurement. Quelques sous-bassins versants du Richelieu, de la Yamaska et de la Châteauguay voient cependant leurs ratios respectifs d'indice de pression de l'eau de surface (ratio prélèvement: débit d'étiage Q_{2,7}) augmenter sensiblement.

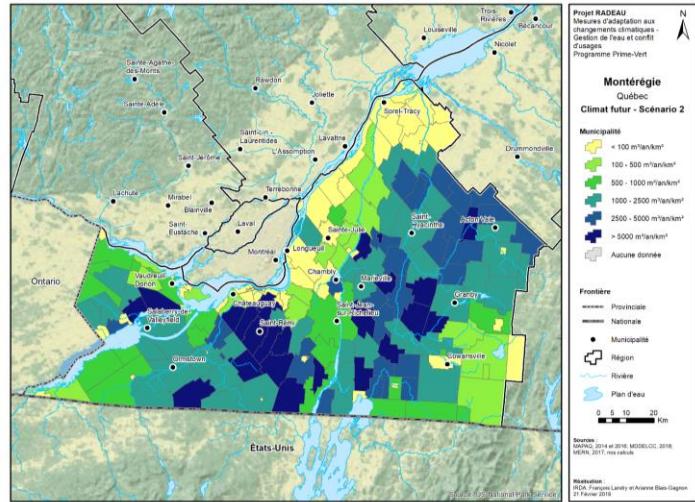
PROJECTION DES CONSOMMATIONS AGRICOLES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Consommations d'eau souterraine par le secteur agricole



ACTUEL

Consommations d'eau souterraine par le secteur agricole



SCÉNARIO 2

Project MADEAU
Québec
Climat futur - Scénario 2

Municipalité

- < 100 m³/km²
- 100 - 500 m³/km²
- 500 - 1000 m³/km²
- 1000 - 2500 m³/km²
- 2500 - 5000 m³/km²
- > 5000 m³/km²
- Autre donnée

Frontière

- Provinciale
- Nationale
- Municipalité
- Région
- Rivière
- Plan d'eau

Source :
MAPAQ, 2014 et 2016; MODELC, 2016;
MFRS, 2017; mes calculs.

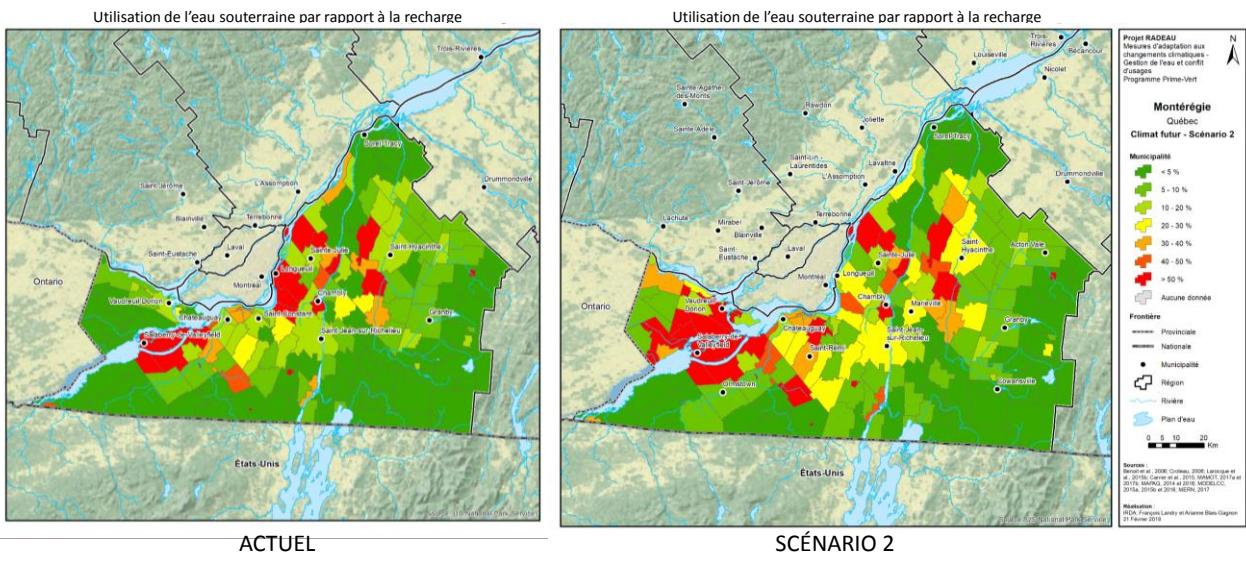
Méthodologie :
IRDA, François Landry et Alainne Blais-Gagnon

21 Février 2018

60

Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), l'utilisation de l'eau souterraine augmente sensiblement dans plusieurs municipalités de la Montérégie, reflétant la forte croissance des secteurs industriels et la hausse des besoins en irrigation des cultures. Rappelons que l'eau souterraine demeure la source d'eau privilégiée dans la région pour l'irrigation, en raison de la mauvaise qualité des eaux de surface.

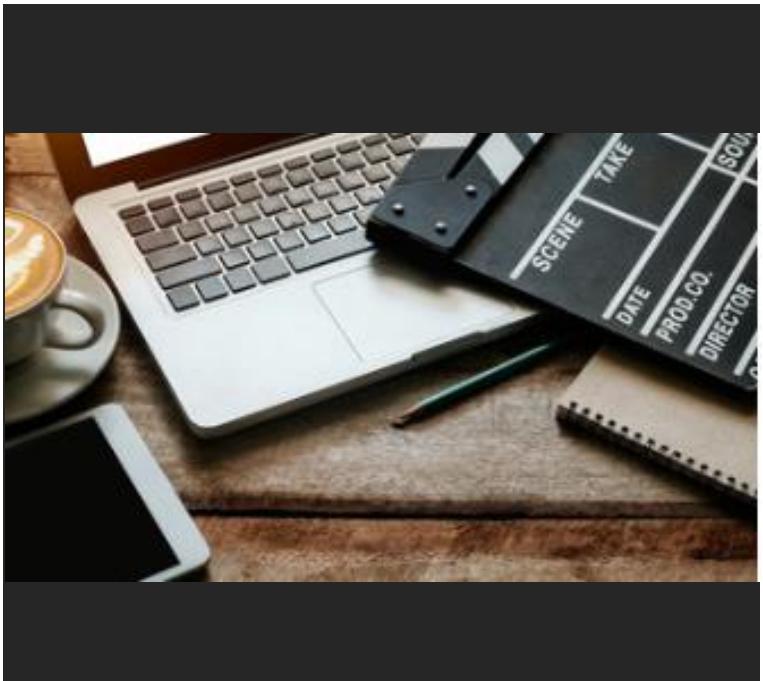
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE



Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les indices de pression sur l'eau souterraine de plusieurs municipalités s'élèvent au-dessus de la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), soit à plus de 20% en raison principalement des augmentations de prélèvements des secteurs agricoles et industriels.

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'étiages : - 20 %



6 %



15%

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance
économique
variable par secteur

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



Agricole



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

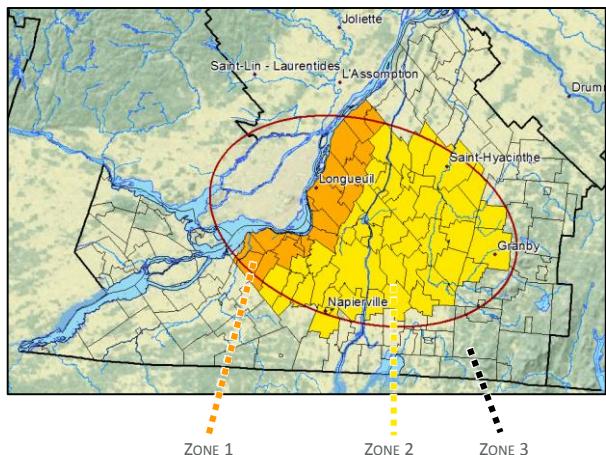
63

Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) conjugue une baisse modérée des débits d'étiage (-20%) 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 demeure faible, à l'instar des besoins en eau des cultures.

SCÉNARIO 3 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

- Étalement des couronnes de Montréal jusqu'à Granby et Napierville

Scénario	Évolution de la population (%)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 27	+ 18	+ 16
Scénario 3 – ISQ faible	+ 27	+ 18	+ 16



Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) implique une croissance de la population pour les trois zones démographiques de la Montérégie, à l'image des tendances des dernières années (ISQ).

SCÉNARIO 3 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique historique
 - Extraposition de la tendance historique 1991-2015 (annualisée) par secteur
- Efficacité dans la consommation d'eau
 - Effort de réduction élevé

Principaux secteurs industriels	Évolution du volume(%)
Première transformation des métaux	125-150
Exploitation en carrières	≤ 0
Fabrication de produits chimiques	0-25
Fabrication d'aliments	25-30
Fabrication de produits plastique et caoutchouc	≥ 200
Fabrication du papier	75-100
Récréotouristiques	50-75

65

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

- Besoins stables
 - Laitue + 8 mm (63 mm)
 - Pommes de terre + 26 mm (142 mm)

	Évolution des volumes (mm)
P	+ 57
ETP	+ 40
P – ETP	+ 17

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	75 %	stable
Fraises	10 %	stable
Bleuets	25 %	stable
Pommiers nains	25%	stable
Plantes en conteneurs	50 %	stable
Brocolis	stable	stable
Choux	25 %	stable
Tomates	stable	stable
Oignons	stable	stable
Zuchinisi	25 %	stable
Laitues	25 %	stable
Carottes	stable	stable
Maïs sucré	stable	stable
Haricots	stable	stable
Pois	stable	stable

66

Pour le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les projections climatiques d'Ouranos entraîneraient une diminution des besoins en eau par rapport au climat actuel. Cette baisse est liée à une hausse des précipitations durant l'été, qui contrebalance l'augmentation de l'ETP, et résultant en une légère amélioration du déficit hydrique estival de l'ordre de 17 mm, par rapport au climat actuel. En conséquence, nous avons considéré les besoins en eau futurs comme stables. Nous avons également réalisé des hypothèses quant aux évolutions des superficies cultivées et des parts 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, mais la part relative sous irrigation resterait stable.

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

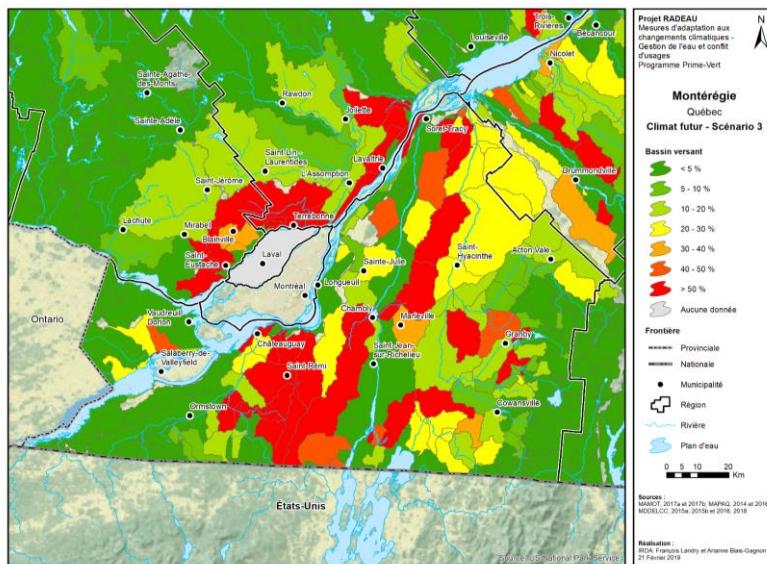
SCÉNARIO 3 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel:
 - Bovin lait : - 40 %
 - Bovins boucherie : - 30 %
 - Ovin : + 50%
 - Avicole : stable
 - Porcin : + 30%
 - 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

67

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



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 20 %, en moyenne pour la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 3

- Consommation TOTALE en légère hausse vs climat actuel : 209,4 Mm³/an
(Prélèvements: 218,1 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	50 % (50 %) ¹	50 % (50 %)	+ 5 %

- Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 3	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	35 %	34 %	71 (70) ¹	↗
CI	39 %	37 %	77 (77)	→
Industriel	15 %	14 %	28 (29)	↘
Agricole	11 %	16 %	33 (23)	↗

¹ (Climat actuel)

69

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), la consommation globale augmenterait de 5 % en climat futur dans la région. Les secteurs résidentiels et ICI en Montérégie parviennent à limiter leurs consommations par rapport à la situation actuelle. La hausse des superficies irriguées entraînerait une augmentation limitée des besoins en irrigation des cultures, en raison d'un changement climatique qui demeure modéré.

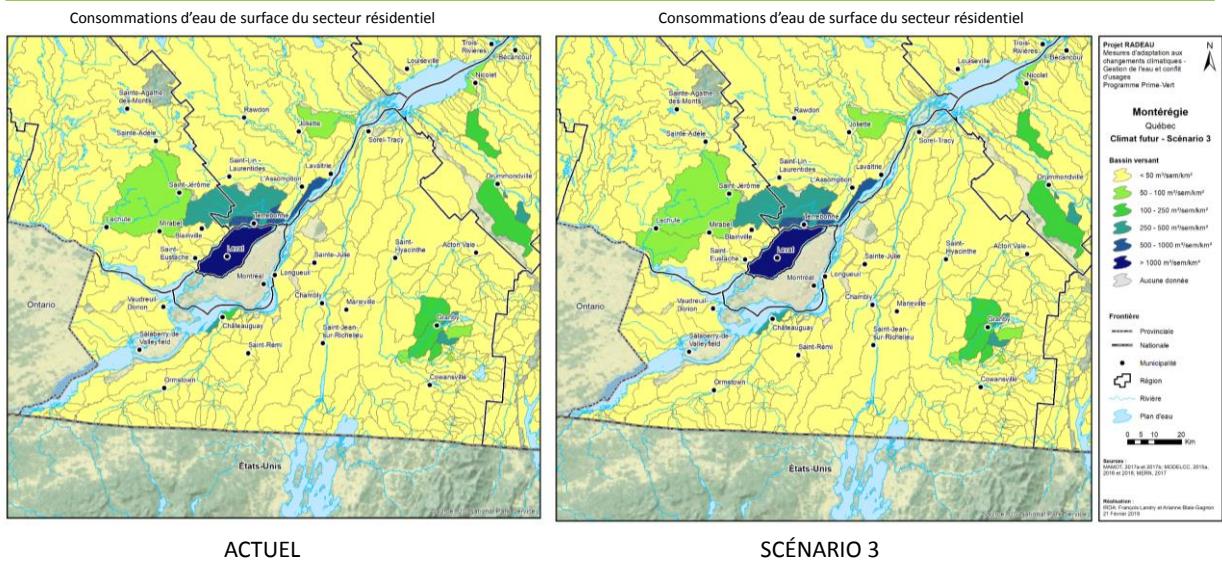
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

	Actuel (%)	Scénario 3 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	47,5	61,5	20,4 (10,7) ¹	↗
Production animale	51,8	37,9	12,6 (11,7)	↗
Production piscicole	0,7	0,6	0,2 (0,2)	→

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

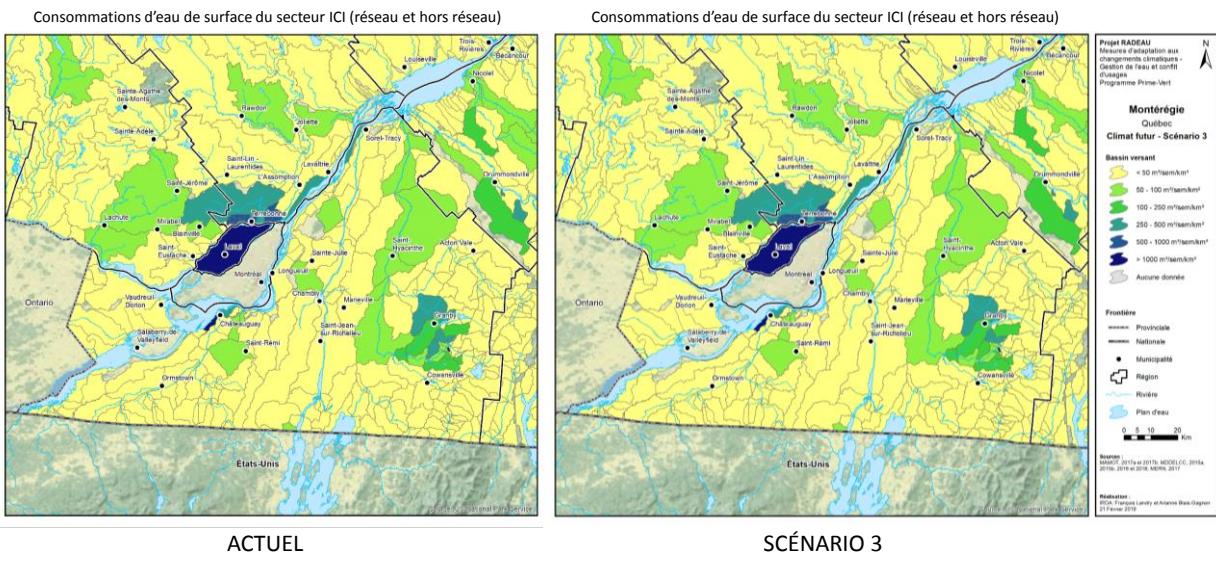
Les illustrations suivantes comparent les projections d'eau de surface en climat futur des différents secteurs d'activité par rapport aux consommations établies en climat actuel.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL



Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur résidentiel demeurent relativement stable, reflétant la faible hausse de la population (+ 6 %) et la réduction de la consommation par individu (- 15 %).

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS

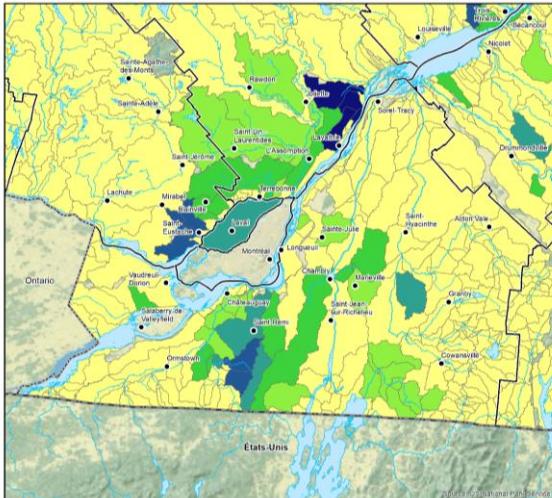


71

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les réductions des prélèvements d'eau de surface des secteurs ICI et la faible croissance de la population se traduisent par des consommations relativement stables en climat futur.

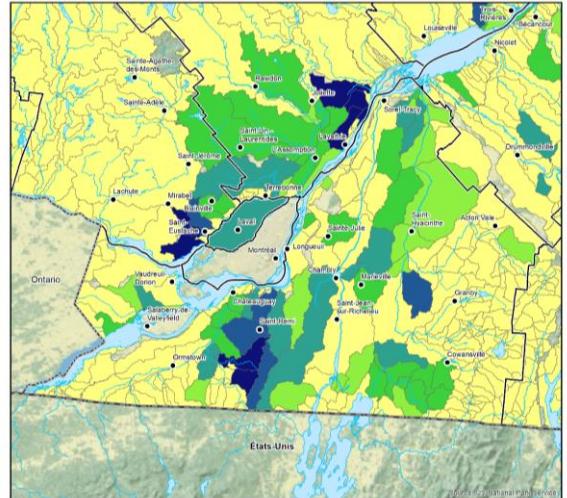
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE

Consommations d'eau de surface en production végétale pendant la période estivale



ACTUEL

Consommations d'eau de surface en production végétale pendant la période estivale



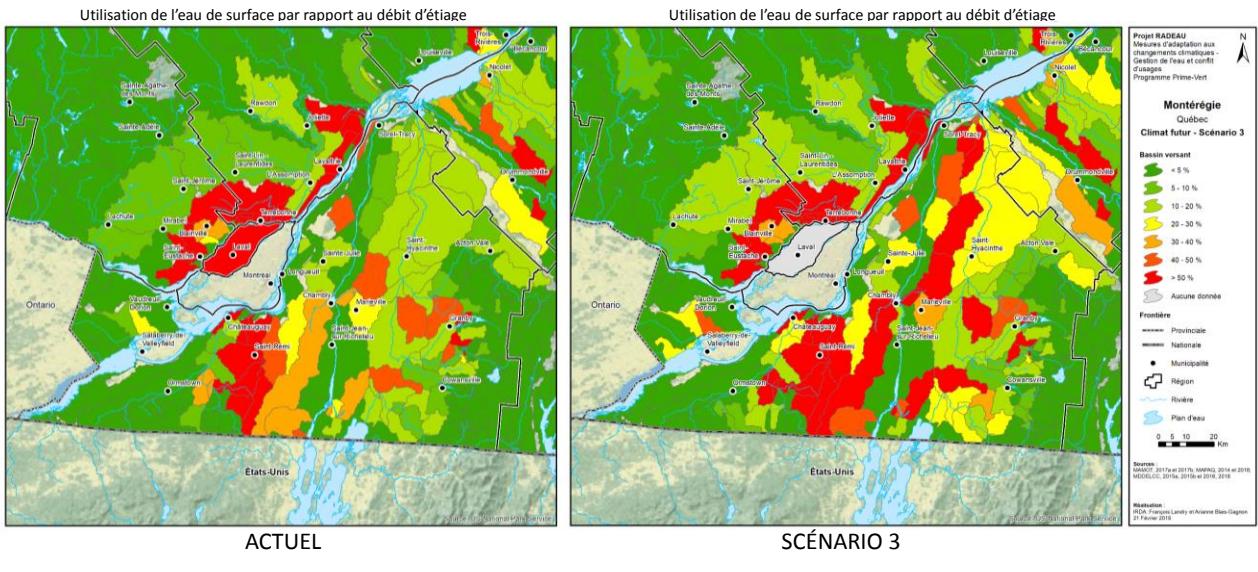
SCÉNARIO 3



72

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole seraient en augmentation. Les hausses reflètent l'augmentation projetée des superficies sous irrigation.

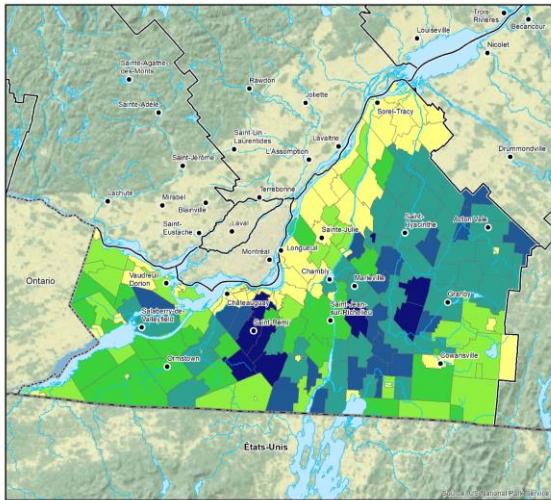
PROJECTION DE L'UTILISATION D'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE



Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), l'utilisation de l'eau de surface demeure à plus de 50% du débit d'étiage dans les bassins versants à forte consommation en climat actuel, tel que rapporté antérieurement. Plusieurs sous-bassins des rivières Yamaska, Richelieu et de la Baie Missisquoi verront leurs ratios respectifs d'indice de pression de l'eau de surface (ratio prélevement: débit d'étiage Q2,7) augmenter sensiblement.

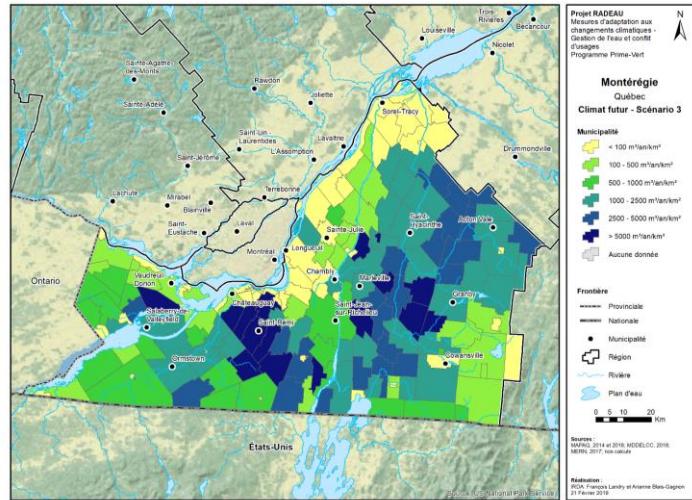
PROJECTION DES CONSOMMATIONS AGRICOLES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Consommations d'eau souterraine par le secteur agricole



ACTUEL

Consommations d'eau souterraine par le secteur agricole



SCÉNARIO 3

Projet RADEAU
Mesures d'adaptation aux
changements climatiques -
Gestion de l'eau et conflit
d'usages
Programme Prisme-VERT

Montérégie
Québec
Climat futur - Scénario 3

Municipalité

- < 100 m³/km²
- 100 - 500 m³/km²
- 500 - 1000 m³/km²
- 1000 - 2500 m³/km²
- 2500 - 5000 m³/km²
- > 5000 m³/km²
- Aucune donnée

Frontière

- Provinciale
- Nationale
- Municipale
- Région
- Rivière
- Plan d'eau

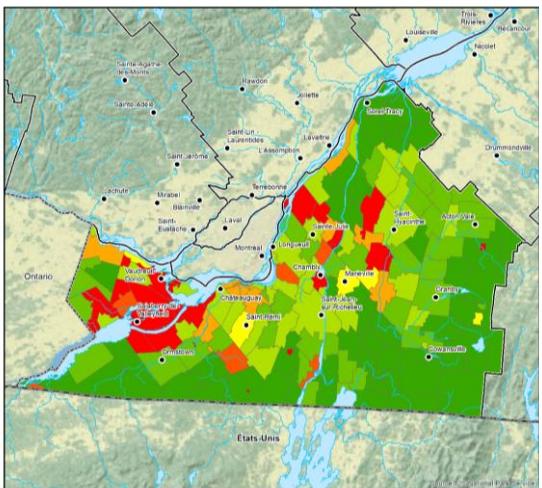
Source : MAFQO, 2014 et 2016. NIDELCC, 2016.
MBIE, 2017. Recalculé

Illustration : RGA, François Landry et Animate Bas-Saint-Laurent
21 Février 2018

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), l'utilisation de l'eau souterraine du secteur agricole augmenterait de façon modérée en lien essentiellement avec la projection d'augmentation des superficies en culture irriguée.

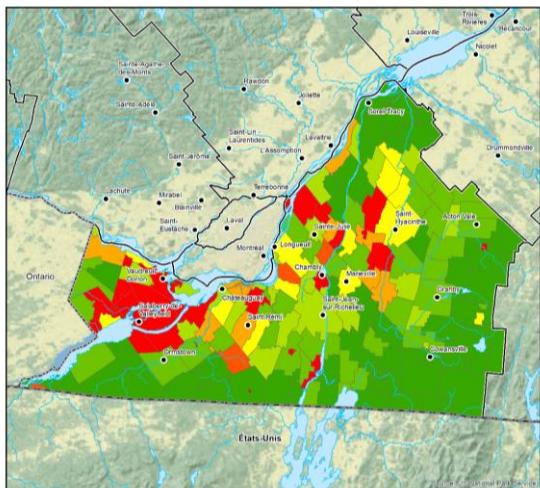
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge

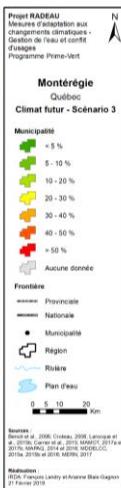


ACTUEL

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



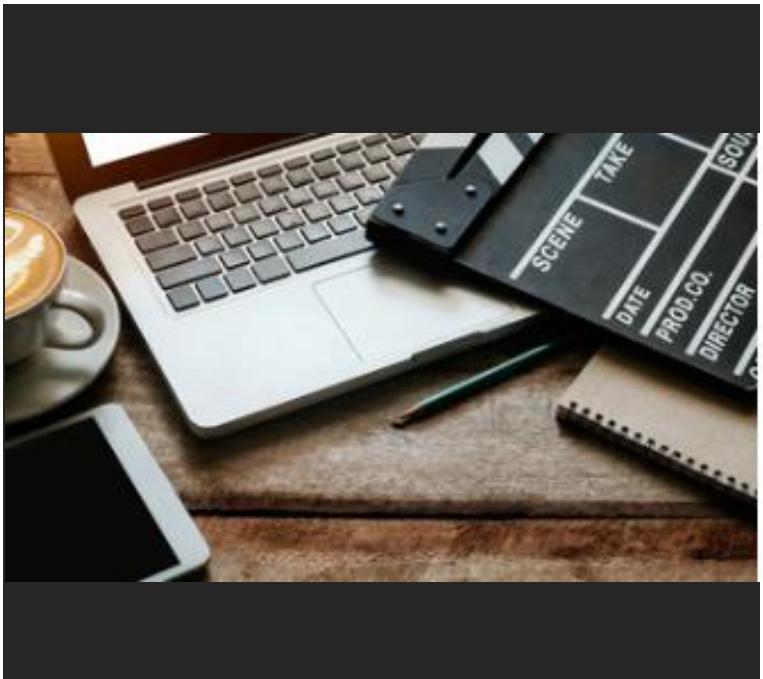
SCÉNARIO 3



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

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 modérée des débits d'étiages : - 11 %



38 %



21%

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance
économique
variable par secteur

Effort modéré de réduction



Agricole



Hausse des cultivées
irriguées

Forte hausse des besoins
en eau pour l'irrigation

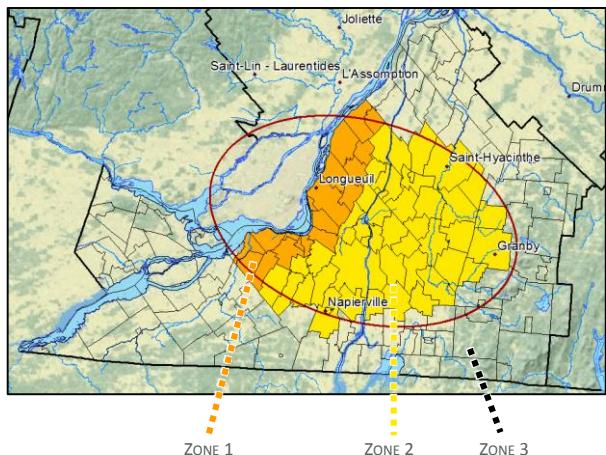
77

Le scénario « Tempéré et dense » (no. 4) conjugue une faible baisse des débits d'étiage 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

- Étalement des couronnes de Montréal jusqu'à Granby et Napierville

Scénario	Évolution de la population (%)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 27	+ 18	+ 16
Scénario 4 – ISQ fort	+ 48	+ 32	+ 28



Le scénario « Tempéré et dense » (no. 4) implique une forte croissance démographique, au-delà des tendances des dernières années, et qui se manifeste dans toute la région de la Montérégie.

SCÉNARIO 4 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique historique
 - Extrapolation de la tendance historique 1991-2015 (annualisée) par secteur
- Efficacité dans la consommation d'eau
 - Effort de réduction modéré

Principaux secteurs industriels	Évolution du volume (%)
Première transformation des métaux	≥ 200
Exploitation en carrières	50 -75
Fabrication de produits chimiques	75-100
Fabrication d'aliments	125-150
Fabrication de produits plastique et caoutchouc	≥ 200
Fabrication du papier	75-100
Récrétouristiques	50-75

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

- Besoins en augmentation
 - Laitue + 17 mm (63 mm)
 - Pommes de terre + 39 mm (142 mm)

	Évolution des volumes (mm)
P	- 50
ETP	+ 22
P – ETP	- 72

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	200 %	(100 %)
Fraises	20 %	(100 %)
Bleuets	35 %	100 % (90 %)
Pommiers nains	50 %	(100 %)
Plantes en conteneurs	30 %	(100 %)
Brocolis	5 %	75 % (50 %)
Choux	35 %	75 % (50 %)
Tomates	↓ 5 %	(100 %)
Oignons	5 %	75 % (50 %)
Zuchinisi	35 %	75 % (50 %)
Laitues	35 %	(100 %)
Carottes	5 %	10 % (5 %)
Maïs sucré	↓ 5 %	6 % (3 %)
Haricots	↓ 5 %	6 % (3 %)
Pois	5 %	2 % (1 %)

80

Pour le scénario « Tempéré et dense » (no.4), les projections climatiques d'Ouranos retenues entraînent une augmentation importante des besoins en eau par rapport au climat actuel. Cette hausse est liée à l'aggravation du déficit hydrique estival (-72 mm), principalement due à la diminution 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 seraient également à la hausse du fait de l'accroissement du déficit hydrique.

Pour le scénario 4, le scénario climatique d'Ouranos retenu entraîne une hausse importante des besoins en eau. Cette hausse est liée à l'aggravation du déficit hydrique estival (+72 mm de déficit), principalement due à la diminution des précipitations estivales. En conséquence, nous avons considéré les besoins en eau futur en hausse. Nous avons également réalisé des hypothèses quant aux évolutions des superficies cultivées qui seraient fortement à la hausse, notamment en ce qui concerne la production serricole. La part des superficies sous irrigation en 2050 seraient également à la hausse du fait de l'accroissement 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.

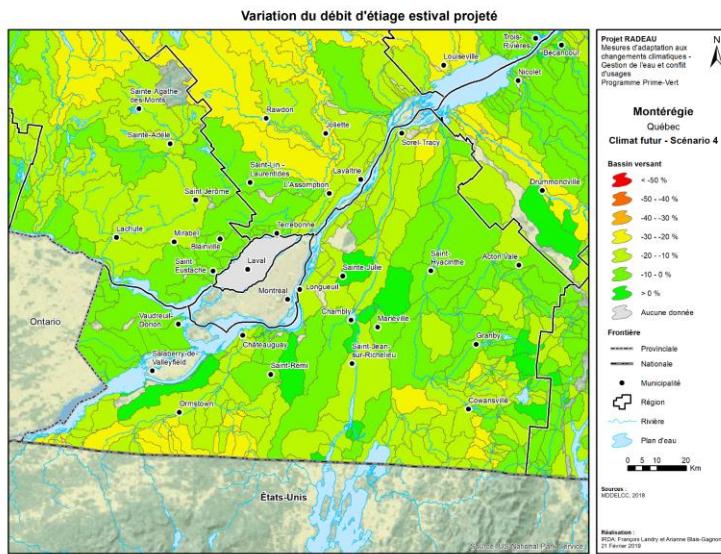
SCÉNARIO 4 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- 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 : pas de hausse puisque température estivale modérée
 - Lavage des bâtiments : stable

81

Les besoins en eau des animaux ont été projetés pour le scénario 4 suivant l'hypothèse que le cheptel laitier resterait stable, que le cheptel de bovins de boucherie diminuerait de 20 %, 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



82

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 11 %, en moyenne pour la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCENARIO 4

- Consommation TOTALE en hausse vs climat actuel : 221,2 Mm³/an
(Prélèvements: 232,9 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	49 % (50 %) ¹	51 % (50 %)	+ 10 %

- Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 4	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	35 %	33 %	74 (70) ¹	↗
CI	39 %	36 %	81 (77)	↗
Industriel	15 %	18 %	39 (29)	↗
Agricole	11 %	13 %	28 (23)	↗

¹ (Climat actuel)

83

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), la consommation globale augmenterait de 10.1% 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 sensible des besoins en irrigation des cultures, alors que le changement climatique demeurerait modéré.

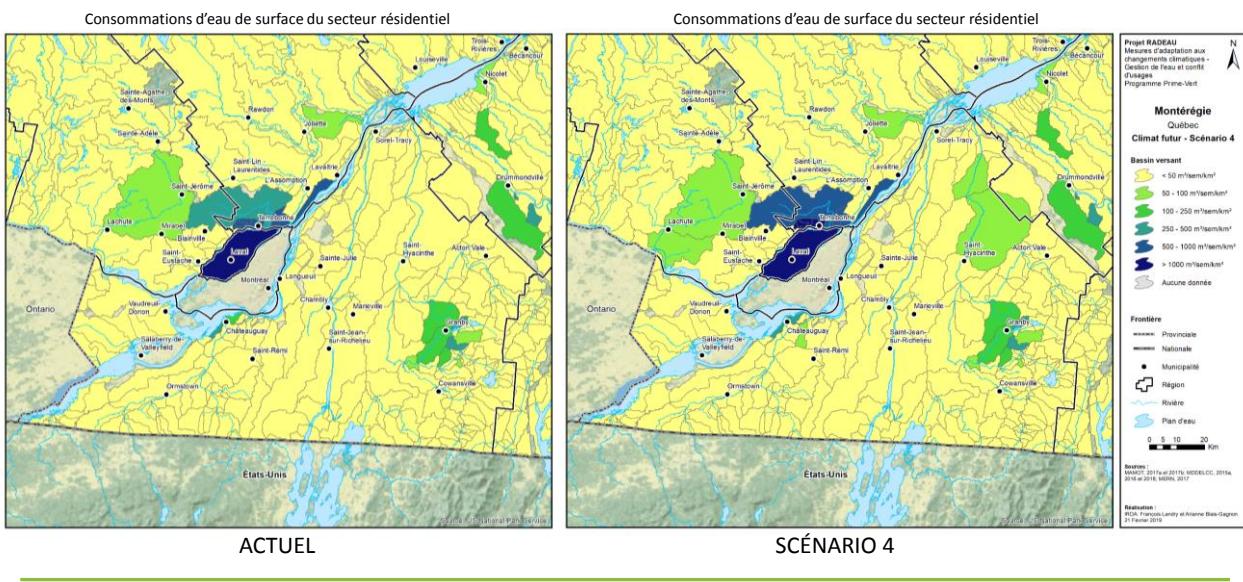
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

	Actuel (%)	Scénario 4 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	47,5	52,0	14,7 (10,7) ¹	↗
Production animale	51,8	47,4	13,4 (11,7)	↗
Production piscicole	0,7	0,6	0,2 (0,2)	→

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

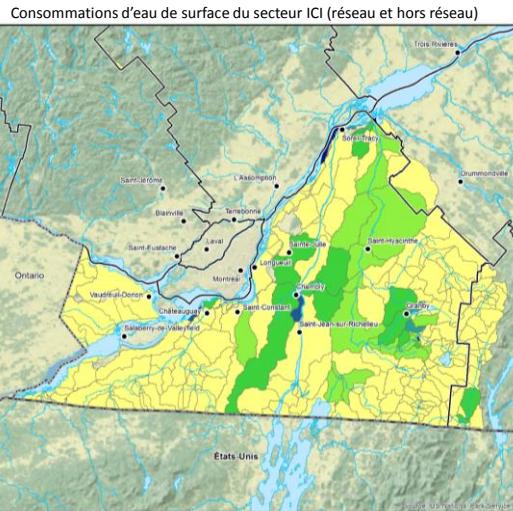
Les illustrations suivantes comparent les projections d'eau de surface en climat futur des différents secteurs d'activité par rapport aux consommations établies en climat actuel.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL

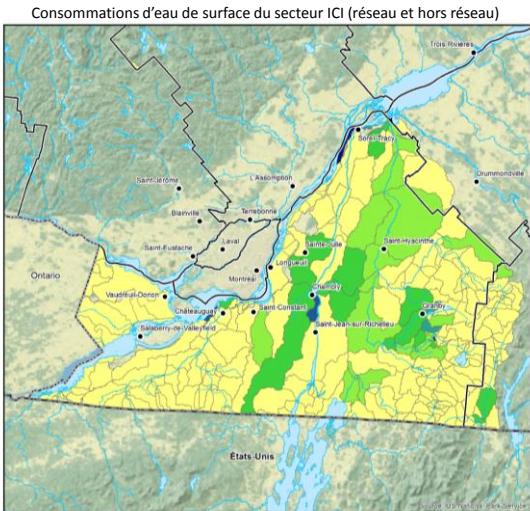


Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), la croissance de la population se traduirait par une augmentation modérée des consommations d'eau de surface dans le secteur aval de la rivière Yamaska. Dans l'ensemble la facturation au compteur se traduirait par une réduction de consommation (- 21 %) qui contrebancerait la croissance de la population (+ 38 %).

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



ACTUEL



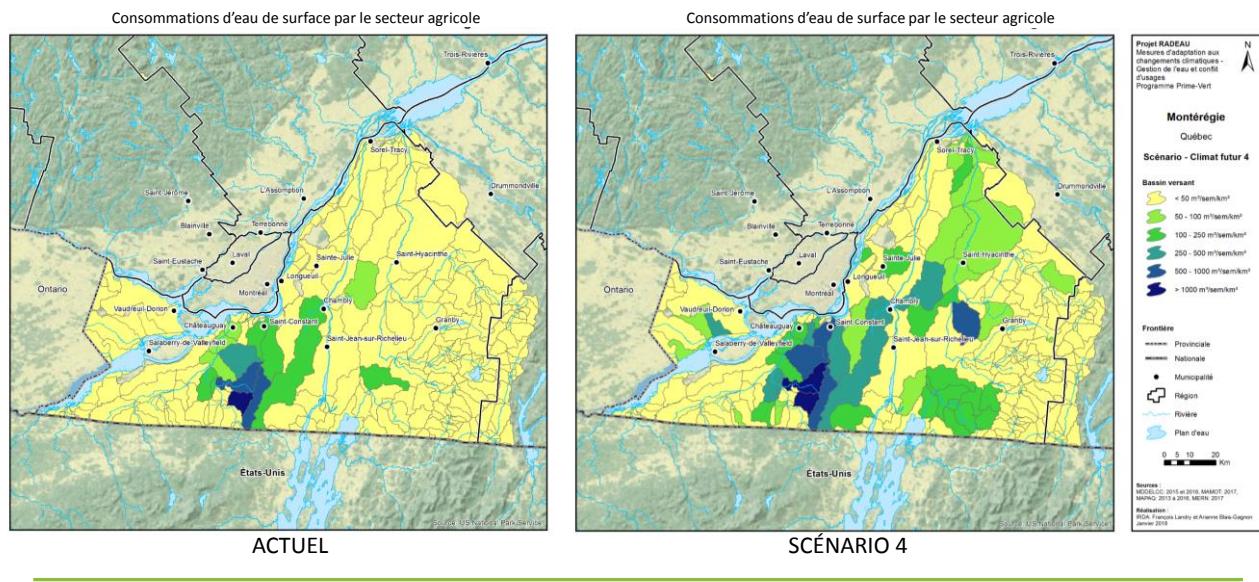
SCÉNARIO 4



85

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), la croissance de la population et des activités industrielles ne se traduirait pas en une augmentation significative des consommations d'eau de surface en raison des efforts de réduction du secteur industriel.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE PAR LE SECTEUR AGRICOLE

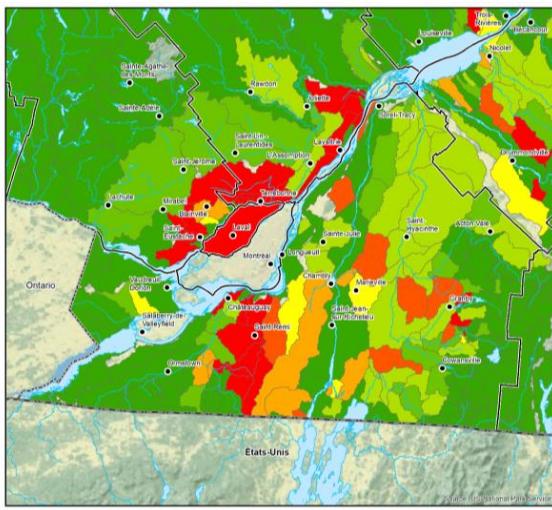


86

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole augmenteraient dans plusieurs sous-bassins de la région, reflétant la hausse significative des superficies irriguées, notamment dans certains sous-bassins des rivières Richelieu, Yamaska et de la Baie Missisquoi.

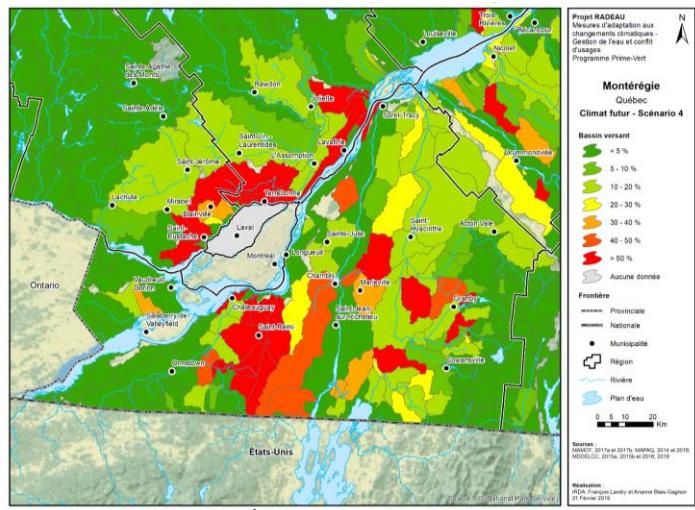
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE

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

Projet RADEAU
Mesures d'adaptation aux changements climatiques -
Gestion de l'eau et conflit d'usages
Programme Prisme-Verte

Montréal
Québec
Climat futur - Scénario 4

Bassin versant

- < 5 %
- 5 - 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 30 %
- 30 - 40 %
- 40 - 50 %
- > 50 %

Frontière

- Provinciale
- Nationale
- Municipale

Réseau

Plan d'eau

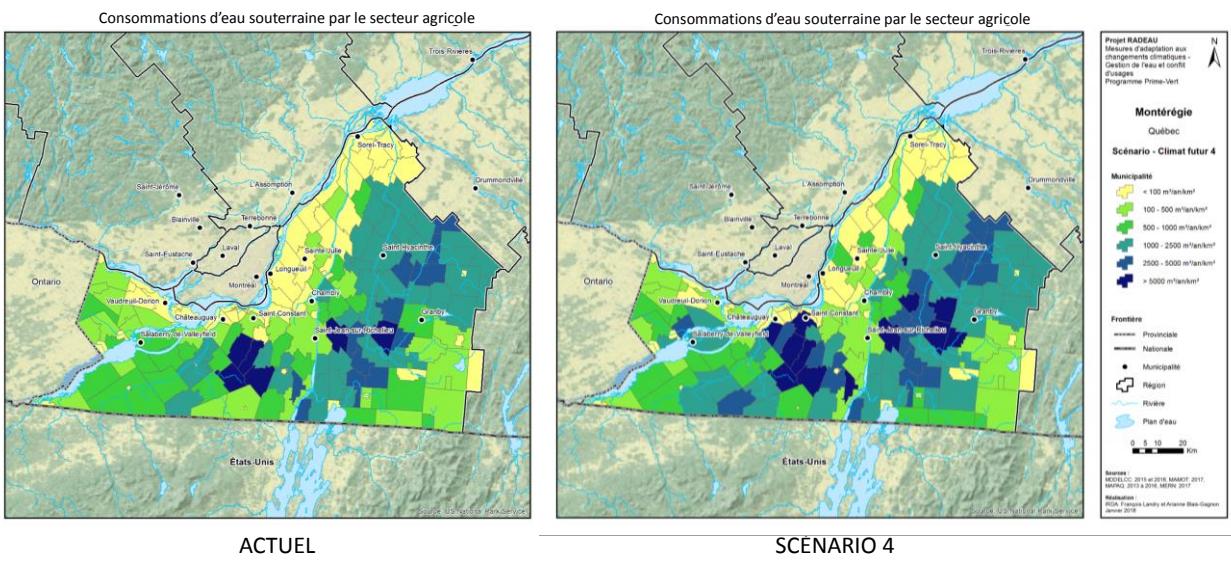
Échelle : 0 5 10 20 Km

Sources : Géoportail, 2012 et 2017b; MNR, 2014 et 2018; MDELCC, 2012 et 2015b et 2018 et 2019

Modélisation : Etienne Léveillé et Anneau Bleu-Gagnon
21 Février 2018

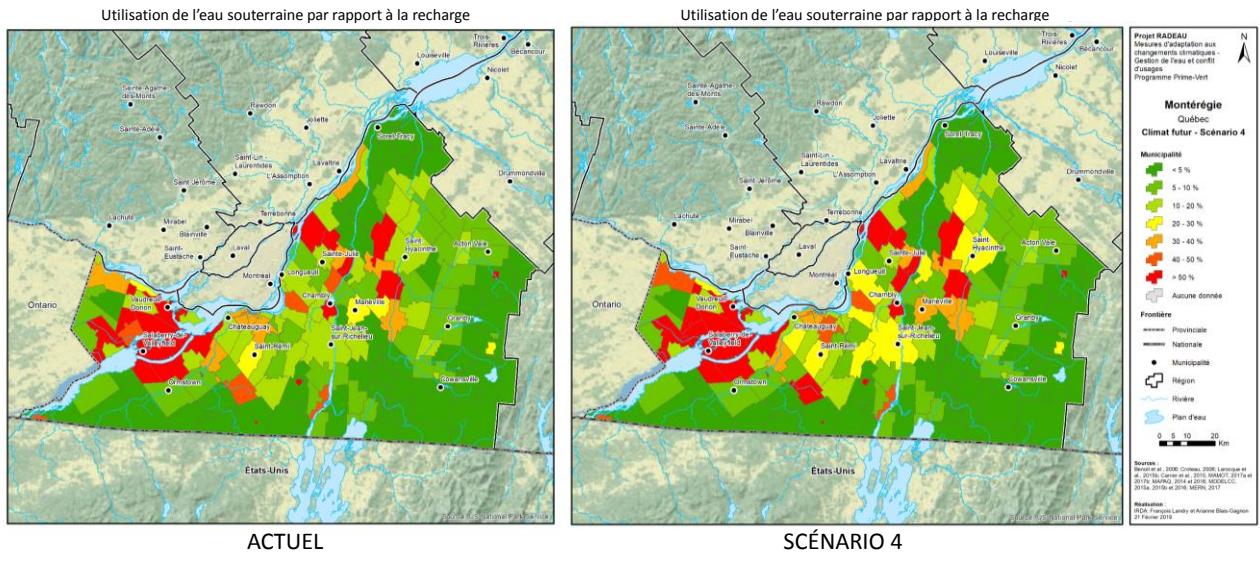
Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), l'utilisation de l'eau de surface demeurerait à plus de 50% du débit d'étiage dans les bassins versants à forte consommation en climat actuel, tel que rapporté antérieurement. Les indices de pression de l'eau de surface (ratio prélèvement: débit d'étiage Q2,7) de plusieurs sous-bassins versants de la région augmenteraient également, notamment dans certains sous-bassins des rivières Richelieu, Yamaska et de la Baie Missisquoi.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS AGRICOLES DANS LES EAUX SOUTERRAINES



Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), l'utilisation de l'eau souterraine demeurerait relativement stable en Montérégie en climat futur, à l'exception du secteur des productions horticoles du Sud-Ouest de la région, irriguées essentiellement par de l'eau souterraine.

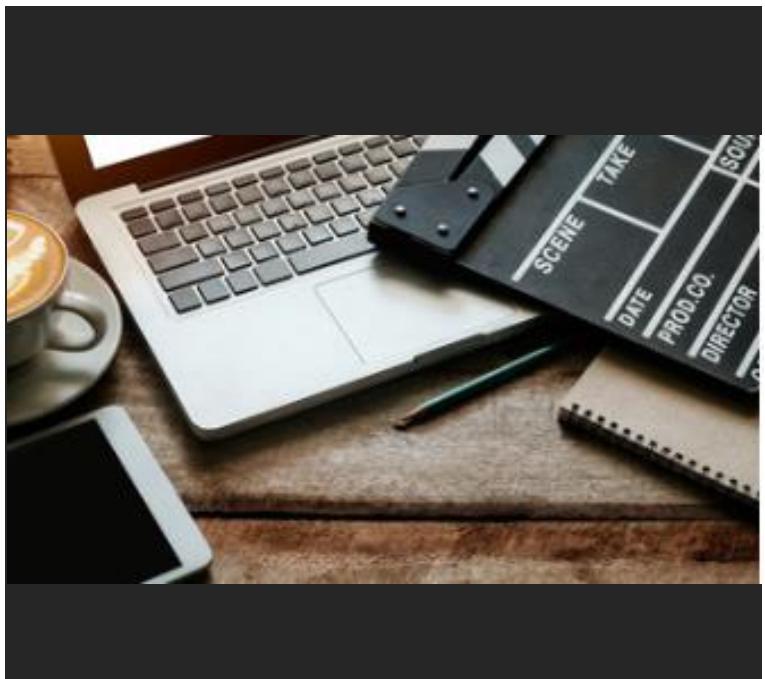
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE



Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), les indices de pression sur l'eau souterraine demeurerait élevés en climat futur dans plusieurs municipalités de la Montérégie. Il y a par ailleurs accroissement au-dessus du seuil de 20 % dans certaines municipalités de la Basse Yamaska, de la Yamaska Nord et la Basse Chateauguay.

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 élevée des débits d'étiages : - 16 %



6 %



32%

Baisse consommation/habitant



Croissance
économique
variable par secteur
Effort faible de réduction

Industriel



Agricole



Hausse des cultivées
irriguées

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

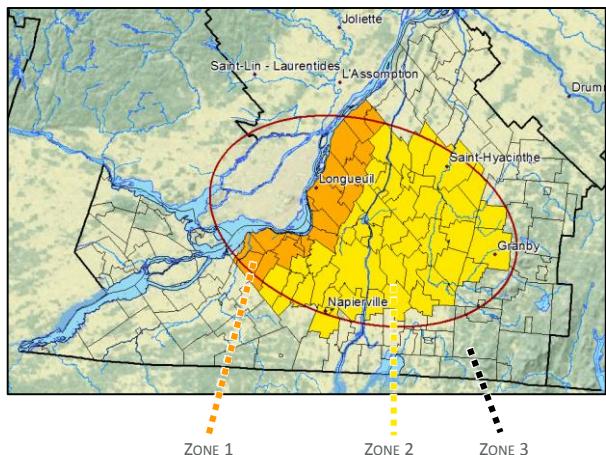
91

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) conjugue une baisse sensible des débits d'étiage (-16%) avec une faible croissance de la population et un faible effort 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, uniquement de source souterraine.

SCÉNARIO 5 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

- Étalement des couronnes de Montréal jusqu'à Granby et Napierville
- Exode rural dans le reste du territoire

Scénario	Évolution de la population (%)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 27	+ 18	+ 16
Scénario 5 – ISQ fort + exode rural	+ 35	+ 26	- 7



Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) implique un accroissement de la croissance démographique dans les deux couronnes urbanisées, alors que les autres secteurs ruraux de la Montérégie, dans l'ensemble, connaissent une baisse de leur population.

SCÉNARIO 5 – HYPOTHÈSE POUR LES PRÉLÈVEMENTS INDUSTRIELS

- Basé sur la croissance économique historique
 - Extraposition de la tendance historique 1991-2015 (annualisée) par secteur
- Efficacité dans la consommation d'eau
 - Effort de réduction faible

Principaux secteurs industriels	Évolution du volume (%)
Première transformation des métaux	≥ 200
Exploitation en carrières	0-25
Fabrication de produits chimiques	100-125
Fabrication d'aliments	175-200
Fabrication de produits en plastique et caoutchouc	≥ 200
Fabrication du papier	100-125
Récrétouristiques	50-75

93

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

- Besoins stables
 - Laitue + 1mm (63mm)
 - Pommes de terre + 29 mm (142 mm)

	Évolution des volumes (mm)
P	26
ETP	32
P – ETP	-6

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	200 %	stable
Fraises	20 %	stable
Bleuets	35 %	stable
Pommiers nains	50%	stable
Plantes en conteneurs	30 %	stable
Brocolis	5%	stable
Choux	35 %	stable
Tomates	↓ 5 %	stable
Oignons	5 %	stable
Zucchinis	35 %	stable
Laitues	35 %	stable
Carottes	5 %	stable
Maïs sucré	↓ 5 %	stable
Haricots	↓ 5 %	stable
Pois	5 %	stable

94

Pour le « Tempéré et urbain » (no.5) le scénario climatique tempéré retenu implique que la hausse des précipitations projetée est presque équivalente à la hausse modérée de l'évapotranspiration découlant de l'augmentation de la température. La légère hausse des besoins en eau des cultures est liée entre autres à une répartition inégale des précipitations durant l'été et se traduit par un déficit hydrique estival stable par rapport au climat actuel. En conséquence, nous avons considéré que les besoins en eau des cultures demeurait stable en climat futur. 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.

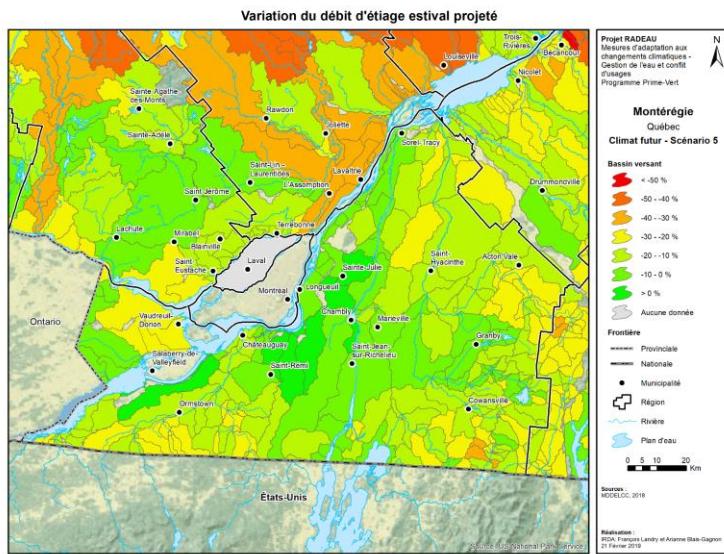
SCÉNARIO 5 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- Animaux (abreuvement, lavage des bâtiments, refroidissement) :
 - Évolution du cheptel:
 - Bovin lait : -10%
 - Bovins boucherie : -10%
 - Ovin : +50%
 - Avicole : + 50%
 - Porcin : +40%
 - Besoins en eau pour l'abreuvement : faibles hausses
 - Besoins en eau pour le refroidissement : pas de hausse puisque T° estivale plus modérée
 - Lavage des bâtiments : stable

95

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



96

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) est associé à une projection de réduction modérée du débit d'étiage de l'ordre de 16%, en moyenne pour la région d'étude. Les bassins versants de faible superficie sont relativement plus affectés.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 5

- Consommation TOTALE en baisse vs climat actuel : 187,5 Mm³/an
(Prélèvements: 199,6 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	46 % (50 %) ¹	54 % (50 %)	- 6 %

- Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 5	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	35 %	29 %	55 (70) ¹	↘
CI	39 %	32 %	60 (77)	↘
Industriel	15 %	22 %	41 (29)	↗
Agricole	11 %	16 %	31 (23)	↗

¹ (Climat actuel)

97

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, commercial et institutionnel. 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 la croissance des marchés.

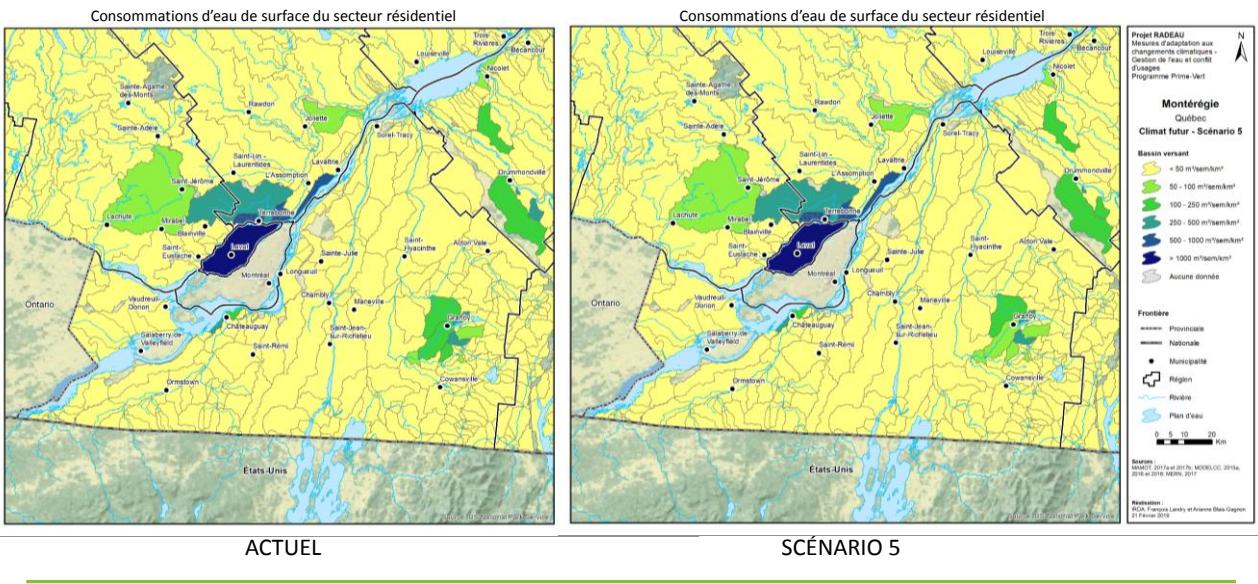
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

	Actuel (%)	Scénario 5 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	47,5	52,4	16,1 (10,7) ¹	↗
Production animale	51,8	47,1	14,5 (11,7)	↗
Production piscicole	0,7	0,5	0,2 (0,2)	→

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

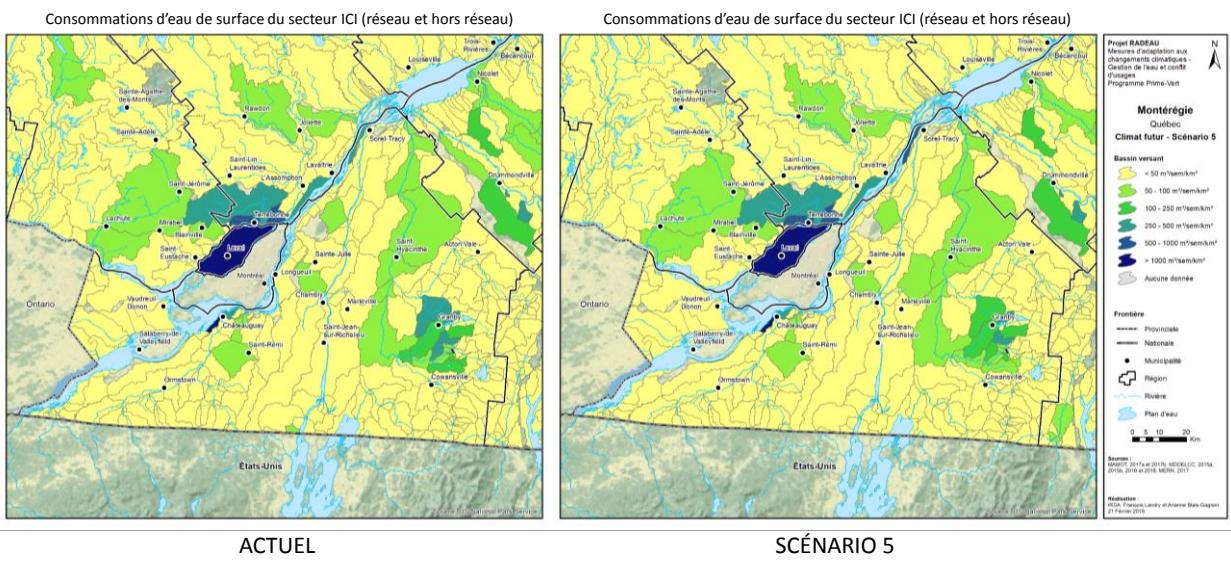
Les illustrations suivantes comparent les projections d'eau de surface en climat futur des différents secteurs d'activité par rapport aux consommations établies en climat actuel.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL



Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur résidentiel demeurent relativement stable malgré la hausse de la population, en raison des réductions de consommation par habitant (-32%).

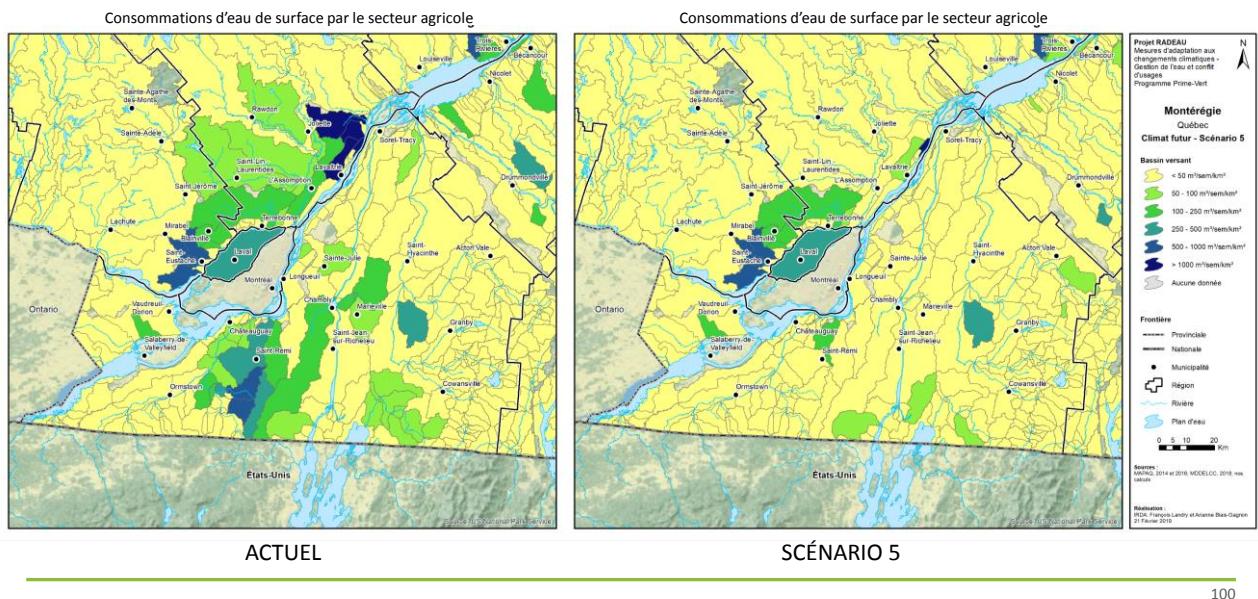
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DES INDUSTRIES, COMMERCES ET INSTITUTIONS



99

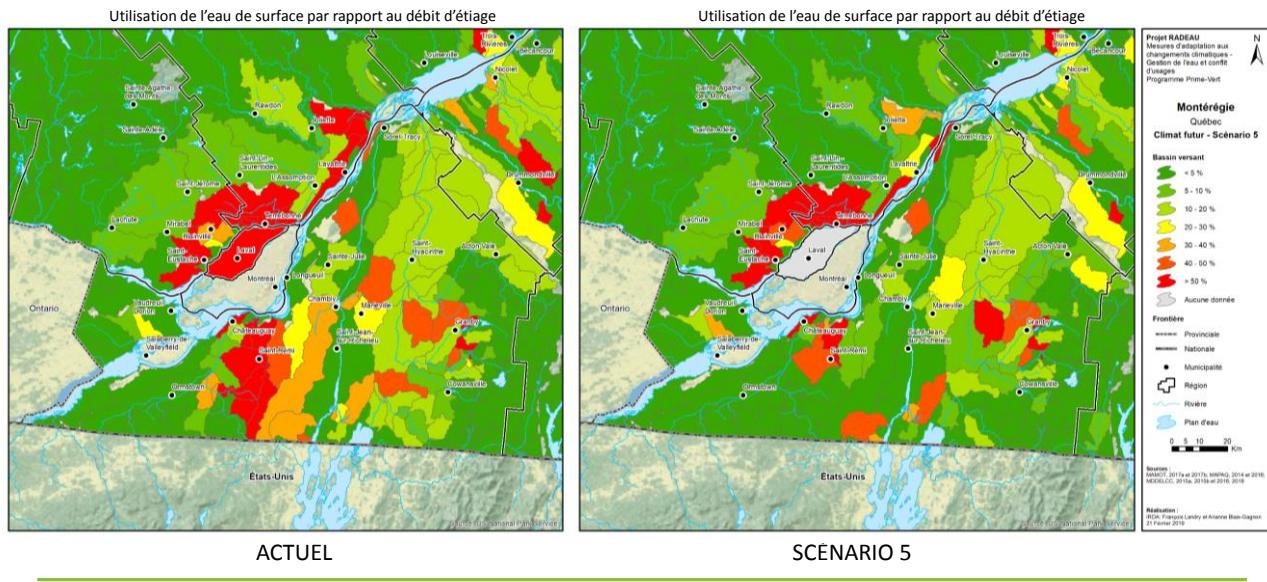
Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5), la croissance modérée des activités industrielles et la réduction des consommations institutionnelles et commerciales fait en sorte que la consommation globale d'eau de surface demeurerait relativement stable en climat futur dans la région.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE PAR LE SECTEUR AGRICOLE



Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole seraient réduites, compte tenu que seule l'eau souterraine serait utilisée pour l'irrigation des cultures.

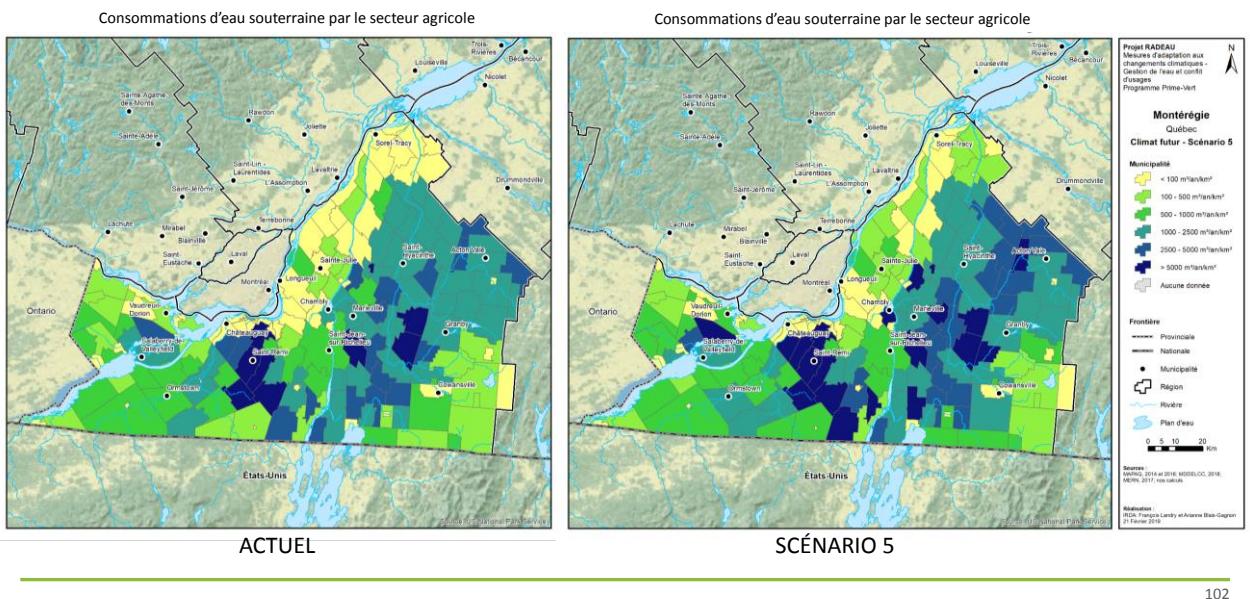
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU DE SURFACE PAR RAPPORT AU DÉBIT D'ÉTIAGE



101

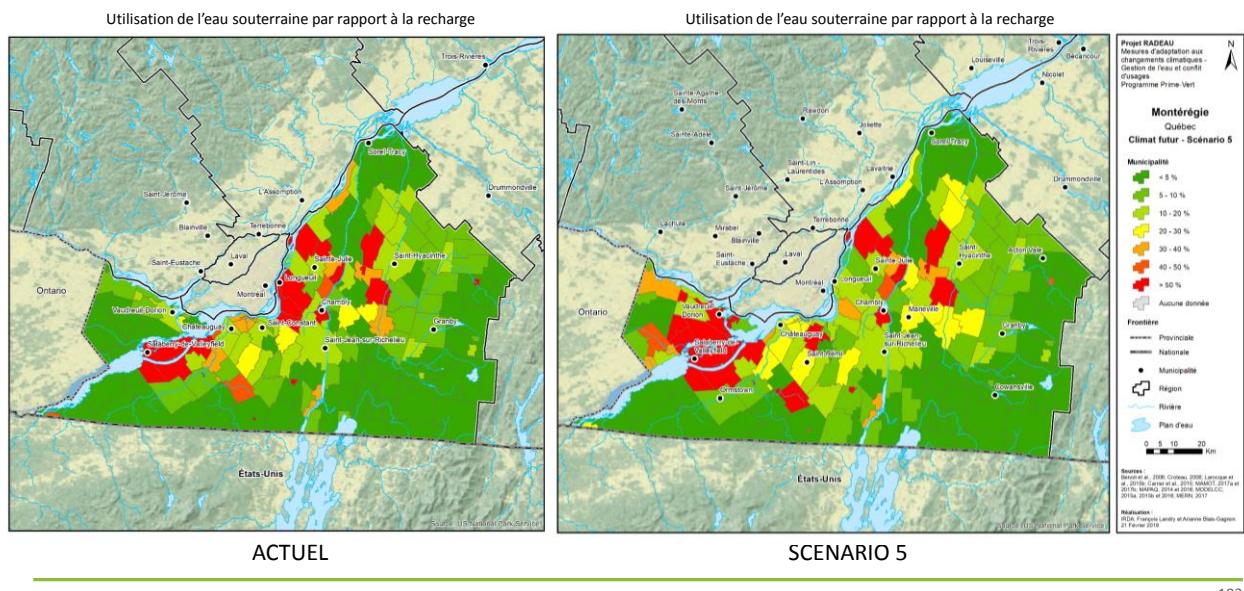
Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) est associé à une projection de réduction moyenne de débit d'étiage ($Q_{2,7}$) de l'ordre de 16 % pour la région. Compte tenu des évolutions contrastées dans la croissance des population entre les trois couronnes de population, les indices de pression de l'utilisation de l'eau de surface en climat futur varient d'un sous-bassin versant à l'autre. Le recours aux seules sources souterraines pour l'irrigation des cultures réduit la valeur des indices pour les bassins où se concentrent les productions agricoles, antérieurement irriguées en partie par l'eau de surface. Dans le secteur de production horticole du Sud-Ouest de la région, où les besoins en irrigation étaient déjà comblés par l'eau souterraine, il y a accroissement des indices de pression, reflétant l'accroissement de l'activité industrielle.

PROJECTION DES CONSOMMATIONS AGRICOLES DANS LES EAUX SOUTERRAINES



Suivant le scénario «Tempéré et urbain» (no.5), les projections de consommation d'eau souterraine en climat futur du secteur agricole augmenteraient dans plusieurs sous-bassins de la région, reflétant la hausse significative des superficies irriguées exclusivement avec de l'eau souterraine.

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



Suivant l'augmentation de l'utilisation de l'eau souterraine l'utilisation en réponse à l'accroissement des superficies en culture sous irrigation et des besoins de l'industrie, quelques municipalités versants des couronnes urbanisées voient leurs indices de pression s'accroître. 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. Les consommations dépassant 50% du taux de la recharge de la nappe demeurent particulièrement préoccupantes en Montérégie.

Une analyse plus détaillée des enjeux de gestion de l'eau de l'aquifère de la municipalité de Saint-Rémi, dans la MRC des Jardins-de-Napierville, est présentée en étude de cas en section 9.1 du rapport final du projet.

CONCLUSION

- La Montérégie est la région à l'étude qui consomme de loin la plus grande quantité d'eau par année, soit près de 200 Mm³ d'eau. Son poids démographique important (1,5 M habitants) n'explique qu'en partie cette importante consommation. En effet, le secteur résidentiel représente 35 % de l'eau totale consommée par les différents usagers, soit un taux moindre que la région de Lanaudière par exemple. Les usagers des secteurs industriel, commercial et institutionnel (ICI) demeurent les principaux consommateurs d'eau en Montérégie, avec plus de la moitié de la consommation globale de la région (54%). Enfin, l'eau consommée pour des fins agricoles occupe une part restreinte de la consommation globale en eau, soit 11%. Cette consommation se concentre cependant dans certaines zones de production horticole, notamment les bassins de terres noires du Sud-Ouest de la région. L'approvisionnement pour les usages agricoles se fait principalement en eau souterraine.
- Les éléments importants et incertains qui influenceront la consommation en eau dans le futur en Montérégie sont les changements climatiques, de même que la démographie et les activités industrielles. En effet, les scénarios futurs ont permis de constater que ce sont d'abord le taux de croissance de la population et de l'activité industrielle, et leurs efforts respectifs de réduction d'utilisation de l'eau, qui auront l'impact le plus important sur les prélèvements futurs en eau.
- En ce qui à trait aux eaux de surface, les scénarios les plus pessimistes de réduction des débits d'étiage en climat futur annoncent un enjeu important, alors que la consommation dépasse déjà le seuil de capacité de 20% du débit d'étiage dans plusieurs sous-bassins de la région. L'accroissement des consommations en lien avec l'essor économique et démographique est particulièrement préoccupant pour les secteurs situés en aval des bassins des rivières Yamaska et Richelieu, en Montérégie-Est, où l'eau de l'aquifère profond est impropre à la consommation. La problématique de disponibilité de la ressource s'ajoute alors à l'enjeu de la détérioration de la qualité des eaux de surface.

CONCLUSION

- En ce qui concerne les eaux souterraines, elles sont particulièrement exploitées par rapport à la ressource disponible en Montérégie-Ouest; les usagers résidentiels et industriels y sont importants et croissants, et côtoient un bassin de producteurs maraîchers dont les prélèvements pour l'irrigation des cultures sont signifiants.
- La pression actuelle très élevée sur l'utilisation de l'eau souterraine, qui approche les 50 % du taux de recharge de l'aquifère dans certaines municipalités de Montérégie-Ouest, et le recours restreint à l'eau de surface en raison de sa piètre qualité, constituent donc des enjeux majeurs. Considérant les scénarios futurs projetant une croissance de la population et de l'activité économique, des mesures de rationalisation de l'utilisation de l'eau souterraine s'annoncent incontournables.
- L'étude de cas de la municipalité de Saint-Rémi, réalisée dans le cadre du projet RADEAU, confirme une problématique à long terme quant à l'approvisionnement en eau souterraine de la municipalité, où les trois principaux usagers (résidentiel, ICI et agricole) contribuent tous à une part significative de l'utilisation de l'eau souterraine. La réalisation de l'étude de cas, présentée à la section 9.1 du rapport final du projet, aura contribué à fournir quelques balises vers un premier chantier du recyclage des eaux usées à des fins industrielles