



Source : vegpro et pixel.com

PROJET RADEAU

RÉSULTATS DES BILANS HYDRIQUES RÉGIONAUX

Rapport régional
Lanaudière
Septembre 2019



Le projet de recherche participative d'Alternatives 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 du projet dresse un portrait des disponibilités et des besoins actuels en eau de surface et souterraine des différents usagers (secteurs agricole, résidentiel, de même qu'institutionnel, commercial et industriel (ICI) pour la région de Lanaudière. L'étude projette également ce bilan en climat futur suivant différents scénarios possibles d'évolution du climat, de l'occupation du territoire et de stratégies d'adaptation.

Cette présentation porte sur la région de Lanaudière. 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



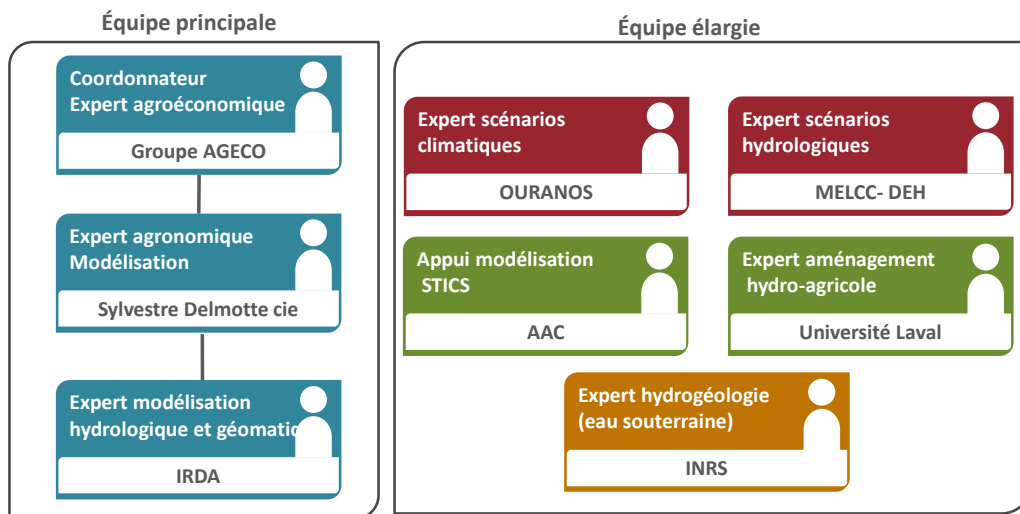
2. Bilans hydriques actuels et conflits recensés

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 d'un point de vue quantitatif. Le mandat implique de dresser un portrait des besoins hydriques à l'échelle régionale des différents 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

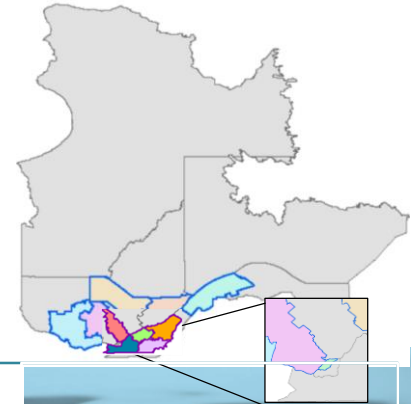
- 1) Développer une méthode harmonisée de comptabilisation des besoins en eau des différents usagers et des ressources disponibles
 - Agricole, résidentiel et industriel/commercial
 - Échelle régionale – 5 régions (RADEAU 1) et 6 régions (RADEAU 2)
 - Bilans hydriques actuel et futur (2050)
 - Eau de surface/eau souterraine

Régions administratives

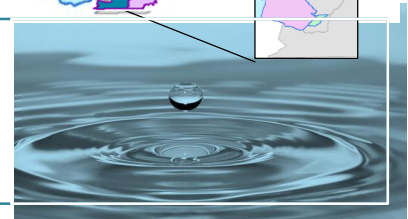
- Lanaudière
- Montérégie
- Centre-du-Québec
- Estrie
- Chaudière-Appalaches
- Zone d'étude RADEAU 1

Régions administratives

- Outaouais
- Laurentides
- Laval
- Mauricie
- Capitale-Nationale
- Bas-Saint-Laurent
- Zone d'étude RADEAU 2

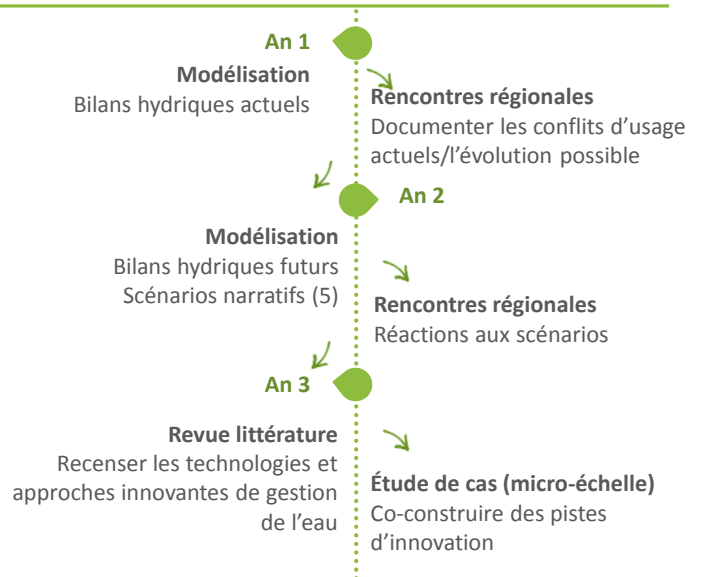


- 2) Documenter les conflits d'usage de l'eau, actuels et potentiels
- 3) Recenser les pistes de solution



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



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 de l'eau passés, existants ou potentiels, puis de projeter l'évolution possible de leurs secteurs d'activités dans le futur.

Lors d'une deuxième rencontre régionale, la présentation des 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 d'usage 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.

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)



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	Récréotouristique	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).

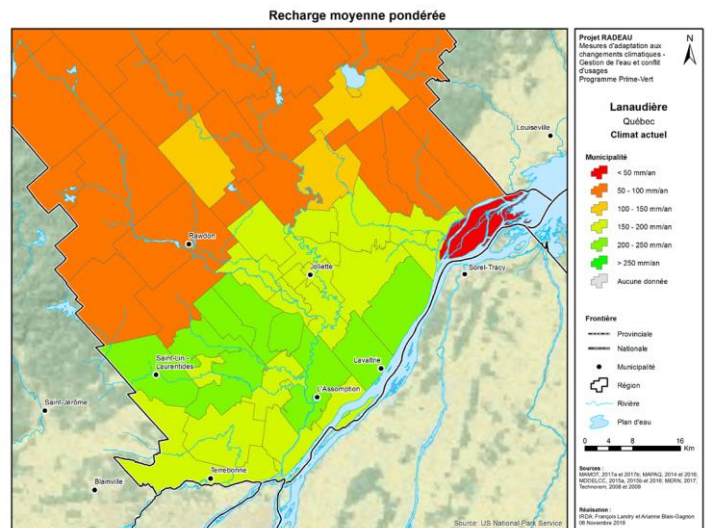
RESSOURCES ACTUELLES

• Eau de surface

- Par bassin versant – Atlas hydroclimatique méridional 2018 – DEH
 - Coordonnées des exutoires
 - Étiages estival et hivernal (m³/sem)

• Eau souterraine

- Par pixel de 250m * 250 m – Etudes de Technorem
 - Recharge (mm/an)
 - Moyenne par municipalité



12

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

- L'indicateur retenu pour la disponibilité de l'eau de surface est le débit minimum du cours d'eau cumulé sur sept jours consécutifs pour une période de récurrence de deux ans ($Q_{2,7}$). Ces débits d'étiage hebdomadaires estival ou hivernal sont extraits de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional 2018 (DEH-MELCC, 2018) pour chacun des sous-bassins versants documentés dans l'atlas. Pour les sous-bassins non documentés, les débits d'étiage ont été estimés sur la base de leurs superficies respectives, en mettant à profit les relations 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 d'études hydrogéologiques, notamment les études réalisées dans le cadre du Programme d'Acquisition des Connaissances sur les Eaux Souterraines (PACES) et rapportée à la résolution de 250 m. Pour Lanauadière, les études Technorem de la MRC de Joliette et d'Autray (TechnoRem, 2009) et celle de la MRC de Montcalm (TechnoRem, 2008) ont été mises à profit, mais quantifient la recharge de l'aquifère granulaire et non la recharge au roc.



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'étéage (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).

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 qualité des eaux de surfaces
 - enjeux de puits : les municipalités de Lanoraie, Lavaltrie, Notre-Dame-de-Lourde, Saint-Paul et Saint-Thomas (portion sud) pourraient être à risque vs recours à l'aquifère granulaire superficiel pour leurs besoins
 - Eau de surface
 - approvisionnement eau potable
 - débit réservé (ex. Rivière Mascouche)
- Plusieurs enjeux de qualité
 - Contaminants émergents (antibiotiques, hormones, cyano-toxines)
 - Puits artésiens contaminés
- Certains enjeux de gestion des débits de pointe
- Certains enjeux de gestion des sécheresses ponctuelles

15

Les problèmes de quantités d'eau affectent ponctuellement certains producteurs agricoles sur différents cours d'eau de la région. Les rencontres des intervenants régionaux dans le cadre du projet RADEAU ont mis en relief les problématiques de prélèvement d'eau potable en conflit avec des prélèvements d'eau pour les fins d'irrigation des cultures maraîchères. Les prélèvements d'eau souterraine présenteraient un enjeu pour le secteur municipal dans le bassin versant de la rivière Chaloupe. La gestion des barrages serait par ailleurs préoccupante sur le plan de l'approvisionnement en eau de surface dans la MRC D'Autray-Rivière Saint-Joseph. Dans la rivière Mascouche, la compétition pour l'eau de surface s'exerce plutôt entre les secteurs résidentiel et ICI. La principale problématique de déficit hydrique en milieu agricole de la région de Lanaudière demeure cependant associée à la production maraîchère, principalement la pomme de terre, dans le secteur de la Tourbière de Lanoraie, soit les municipalités de Lanoraie, Lavaltrie, Saint-Paul et la portion Sud de Saint-Thomas. Les volumes d'eau de surface disponible à l'étiage dans les ruisseaux du secteur (Point du Jour, rivière Saint-Antoine, rivière Saint-Joseph, rivière Saint-Jean) sont marginaux par rapport aux besoins en irrigation des cultures. Ces derniers sont plutôt comblés par les réserves d'eau stockées dans des étangs d'irrigation. La mauvaise qualité de l'aquifère au roc (eau salée) ne permet pas son utilisation pour les fins agricoles. Aussi, le remplissage des étangs est essentiellement tributaire des écoulements dans l'aquifère granulaire sableux depuis la tourbière, qui se tarit graduellement en cours de saison estivale. Ces prélèvements d'eau souterraine pour les fins d'irrigation entrent en conflit avec les secteurs résidentiel, industriel, commercial et institutionnel de la municipalité de Lanoraie. Cette problématique d'usage de l'eau du secteur de Tourbière Lanoraie 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, et de façon plus spécifique la problématique de la tourbière de Lanoraie.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL CLIMAT ACTUEL – PRINCIPAUX CONSTATS

- **Consommation totale : 77,2 Mm³/an (97,7 Mm³/an prélevés)**

	Part relative	% d'eau de surface	% d'eau souterraine
TOTAL		58	42
Résidentiel	49 %	57	43
CI	29 %	63	37
Industriel	5 %	50	50
Agricole	17 %	53	47

- **Eau de surface**

- MRC D'Autray, L'Assomption, Joliette et des Moulins
 - Végétal dans D'Autray, Joliette et L'Assomption
 - ICI dans Joliette
 - Résidentiel dans MRC des Moulins

- **Eau souterraine**

- MRC des Moulins
- Résidentiel et ICI principalement

16

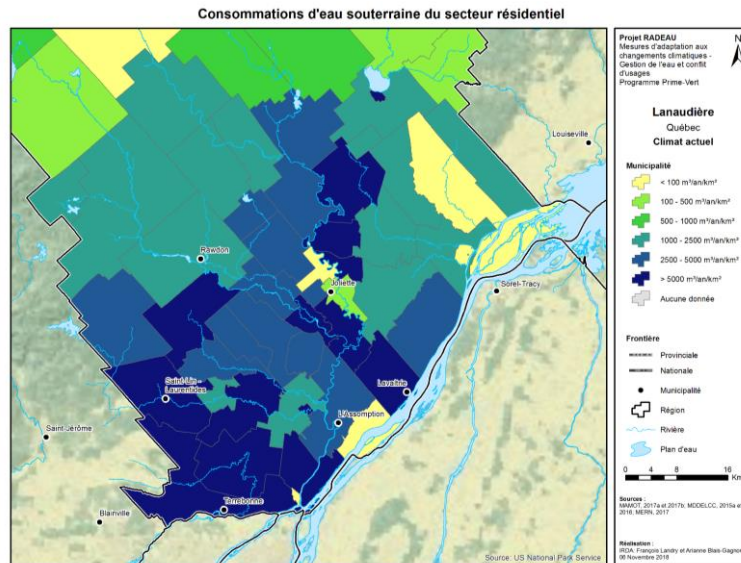
Avec une population totalisant près d'un demi-million d'habitants, Lanaudière arrive en deuxième place pour la quantité d'eau consommée annuellement (77 M m³) parmi les cinq régions à l'étude. En part relative, le secteur résidentiel de Lanaudière est celui consommant le plus d'eau, avec 49 % des prélèvements totaux.

Les besoins agricoles comptent pour 17 % de la consommation totale, principalement pour les besoins d'irrigation des cultures. Les consommations en eau de surface et souterraine des principaux secteurs de production animale se chiffrent comme suit:

	%besoins agricoles	%eau surface	%eau souterraine
Piscicole	5	100	0
Végétal	78	59	41
Animal	17	11	89

Malgré l'important bassin maraîcher dans Lanaudière, la part relative de la consommation agricole demeure loin derrière celle des usages résidentiels compte tenu de l'importance de la population. Au global, les différents secteurs d'activité de la région s'approvisionnent par ailleurs plus en eau de surface (58 %) qu'en eau souterraine (42 %).

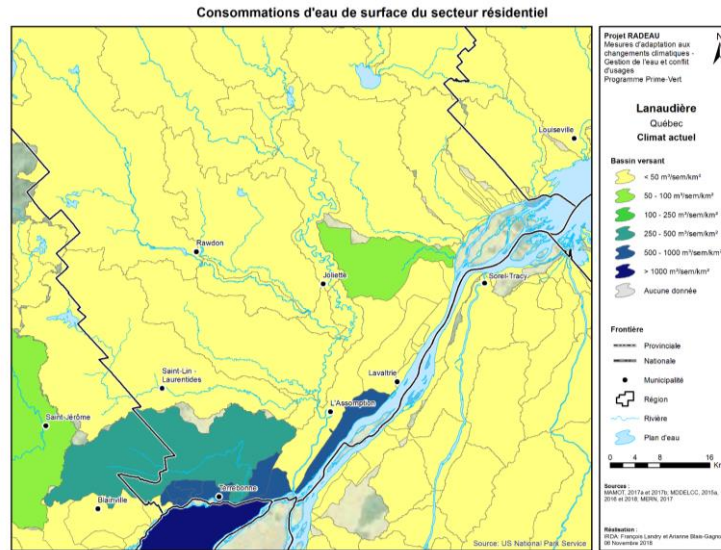
PRÉLÈVEMENTS POUR LE RÉSIDENTIEL



17

Les consommations en eau souterraine du secteur résidentiel reflètent les gradients démographiques de la région. La couronne Nord de Montréal (Sud-Ouest de la région de Lanaudière) affiche ainsi les taux spécifiques les plus élevés de consommation en eau souterraine ($> 5,000 \text{ m}^3/\text{an}\cdot\text{km}^2$).

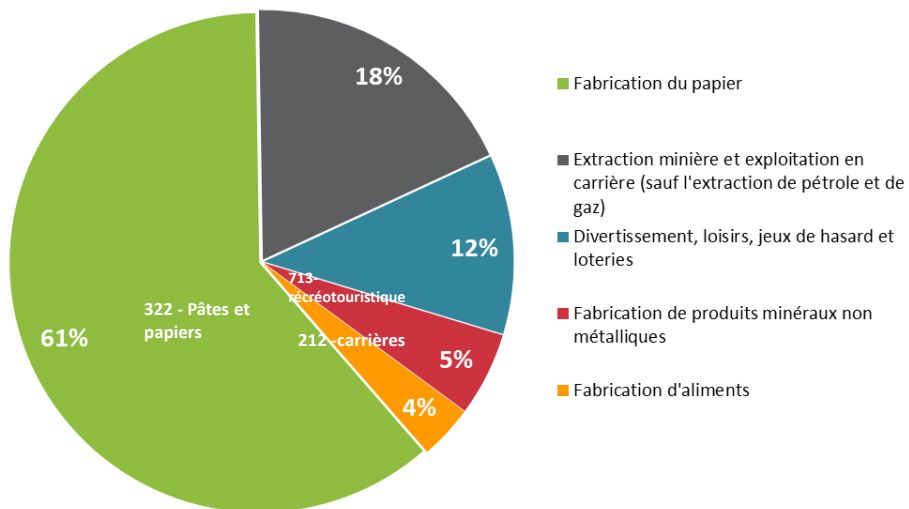
PRÉLÈVEMENTS POUR LE RÉSIDENTIEL



18

Les consommations du secteur résidentiel en eau de surface dans Lanaudière sont relativement plus importantes dans la couronne urbaine au Sud-Ouest de la région nord, notamment dans le bassin de la rivière Mascouche. En ce qui concerne les plus petits bassins des ruisseaux Pinière, Saint-Charles et Grand Ruisseau, le taux rapporté sur la carte est un artefact lié au mode de représentation des données, les prélèvements en eau de surface pour l'usage résidentiel de ces secteurs étant réalisés dans la rivière Mascouche pour la plupart.

PRINCIPAUX PRÉLEVEURS INDUSTRIELS D'EAU HORS RÉSEAU- 2015

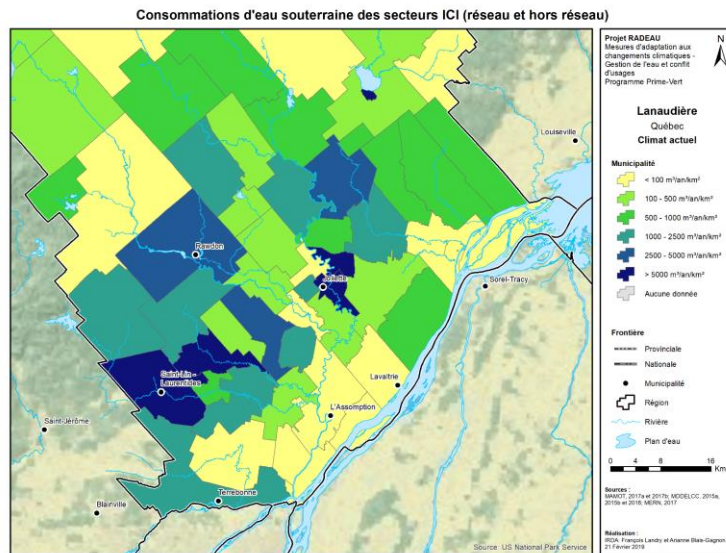


Source: MELCC à partir de la base de donnée des grands préleveurs d'eau de 2015

19

Les principaux prélèvements d'eau (surface) hors-réseau pour usages industriels dans la région sont exercés par le secteur des Pâtes et papiers. Les carrières constituent le 2^e préleveur, suivant l'importance des volumes prélevés hors-réseau.

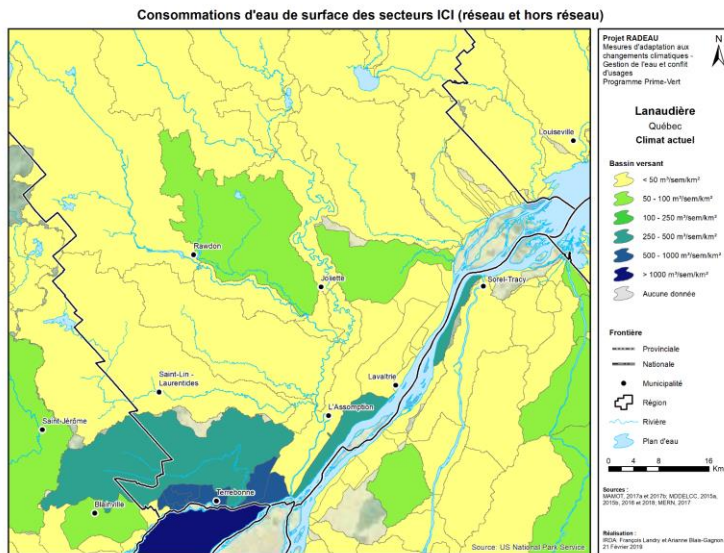
PRÉLÈVEMENTS POUR LES INDUSTRIES, COMMERCE ET INSTITUTIONS



20

Les consommations des secteurs ICI en eau souterraine ($> 5,000 \text{ m}^3/\text{an}\cdot\text{km}^2$) sont relativement plus importantes dans les municipalités de Joliette, Notre-Dame-des-Prairies (MRC de Joliette) et Saint-Lin-des-Laurentides (MRC de Montcalm).

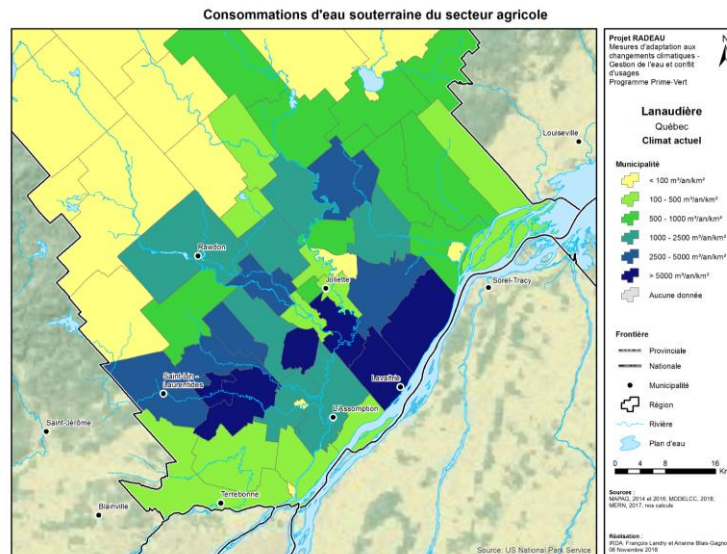
PRÉLÈVEMENTS POUR LES INDUSTRIES, COMMERCE ET INSTITUTIONS



21

Les consommations des secteurs ICI sur l'eau de surface dans Lanaudière reflètent la distribution des consommations résidentielles, qui se concentrent dans la couronne urbaine au Sud-Ouest de la région.

PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES



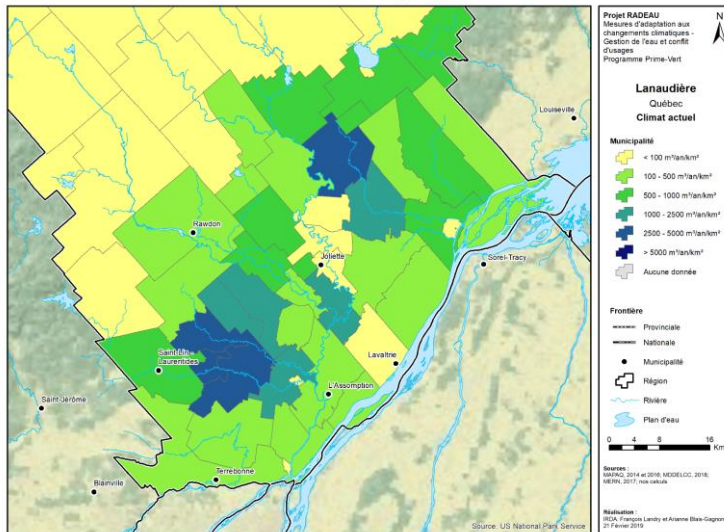
22

Le secteur de la production maraîchère des MRC D'Autray, dont principalement les municipalités de Lanoraie et Lavaltrie, prélève les plus importants volumes d'eau souterraine de la région de Lanaudière ($> 5,000 \text{ m}^3/\text{an}\cdot\text{km}^2$), en bonne partie dans l'aquifère de surface (granulaire) de la Tourbière de Lanoraie. En se déplaçant plus à l'Ouest, les entreprises agricoles des municipalités de Saint-Paul, Sainte-Marie-Salomé et Saint-Roch-de-l'Achigan prélèvent des volumes équivalents par unité de surface, mais sont moins exposées à la problématique de prélèvement dans l'aquifère profond (au roc).

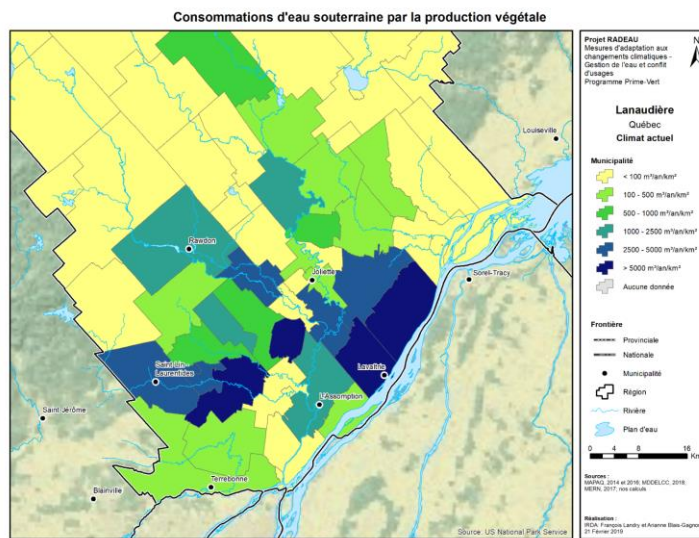
Les illustrations suivantes répartissent ces consommations en eau souterraine selon les secteurs de production végétale et animale.

PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - ANIMAL

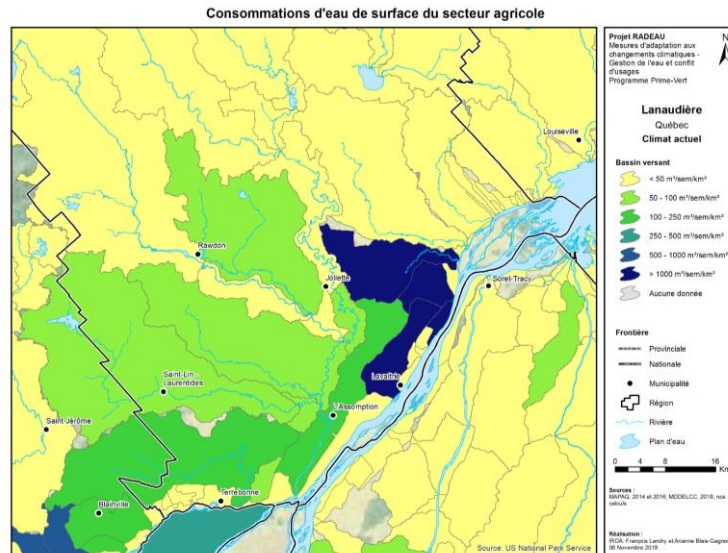
Consommations d'eau souterraine par la production animale



PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - VÉGÉTAL



PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES



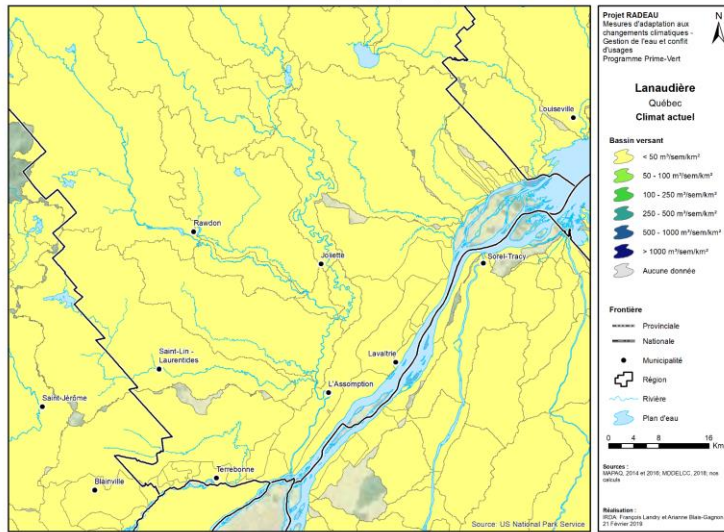
25

Les prélèvements d'eau de surface en milieu agricole dans Lanaudière se concentrent dans les petits bassins versants des rivières Chaloupe, Point-du-Jour, rivière Saint-Antoine, rivière Saint-Joseph et rivière Saint-Jean, principalement pour les fins de l'irrigation des cultures maraîchères.

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

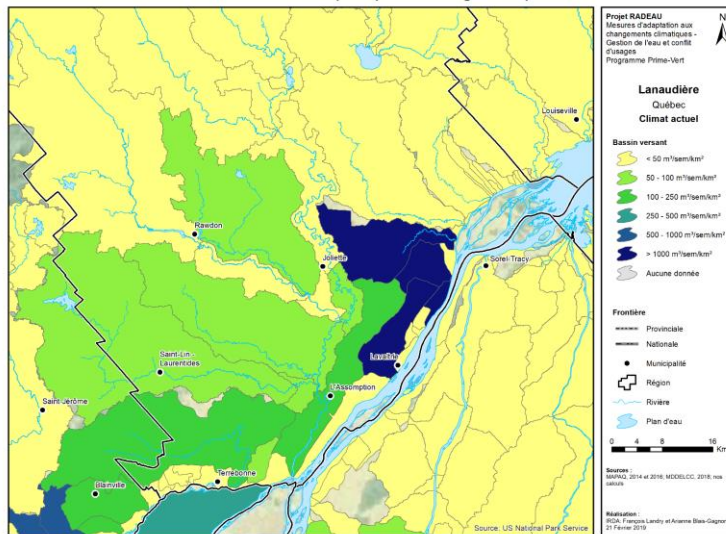
PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - ANIMAL

Consommations d'eau de surface par la production animale

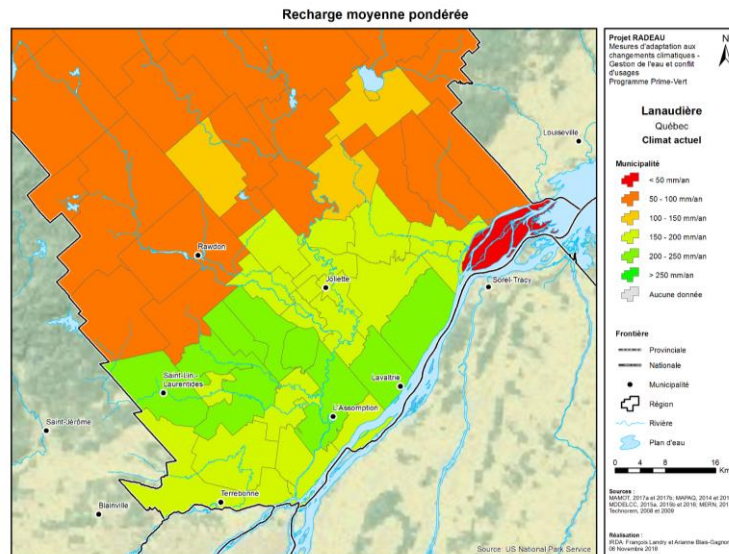


PRÉLÈVEMENTS AGRICOLES - VÉGÉTAL

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



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



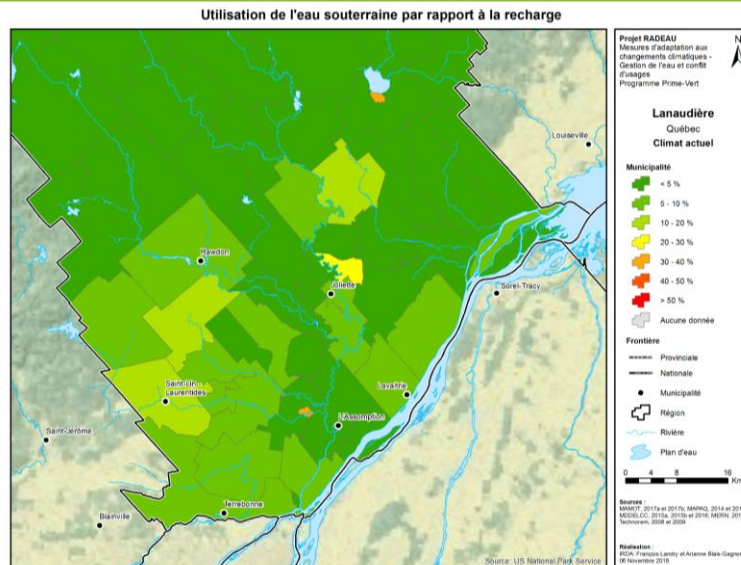
28

L'indicateur de disponibilité de l'eau souterraine est la recharge annuelle totale estimée de l'aquifère profond (au roc). Rappelons que les cartes de recharge de l'aquifère (mm/an) développées dans le cadre de études Technorem de la MRC de Joliette et d'Autray (TechnoRem, 2009) et celle de la MRC de Montcalm (TechnoRem, 2008) ont été mises à profit pour la caractérisation de la recharge dans la région de Lanaudière. Ces études ont privilégié une démarche par bilan hydrologique simple où:

$$\text{Recharge} = \text{Précipitation} - \text{Ruissellement} - \text{Évapotranspiration} - \text{Changement dans la réserve utile.}$$

Dans Lanaudière, les estimations de la recharge moyenne de l'aquifère varient ainsi de 50 mm par an, dans le paysage Laurentien, à plus de 200 mm par an, dans la plaine au Nord du Saint-Laurent.

BILANS – UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE ET RECHARGE



29

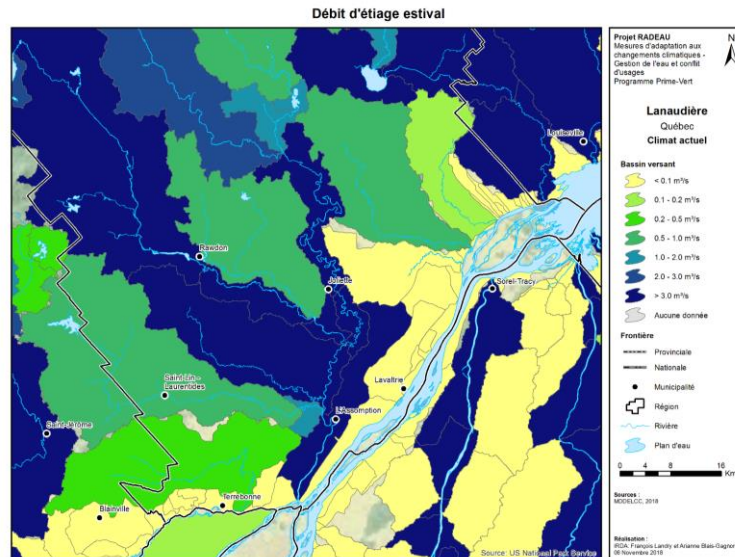
Les indices de pression sur l'eau souterraine ont été estimés à l'échelle de chacune des municipalités suivant le ratio suivant :

$$\frac{\sum \text{prélèvements d'eau souterraine de la municipalité (résidentiel, agricole et ICI)}}{\text{Recharge}}$$

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 dans Lanaudière demeurent en deçà de la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), soit sous le niveau de 20 %. La municipalité de Notre-Dame-des-Prairies fait exception en raison des projections de la consommation résidentielle.

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



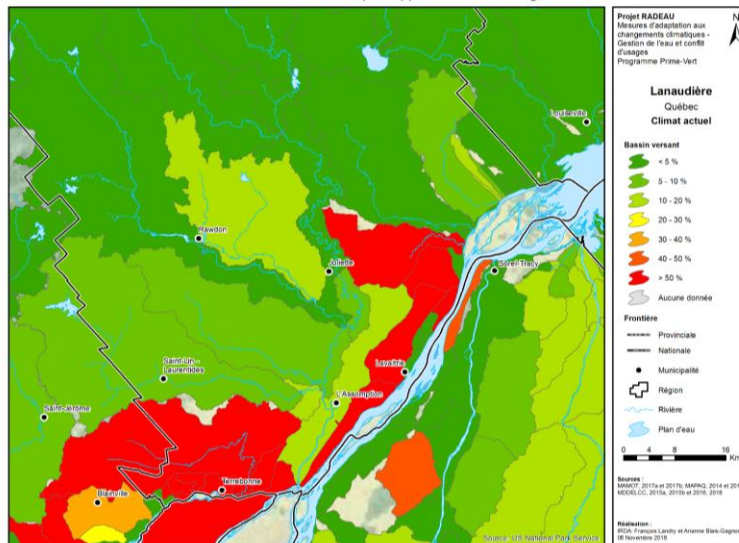
30

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 Lanaudière reflètent essentiellement les superficies de leurs bassins versants respectifs, avec des $Q_{2,7}$ de l'ordre inférieur à 0,1 m³/s, à plus de 3 m³/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 m³/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

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



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 Lanaudière, 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 résidentiel sont en cause dans le secteur Sud-ouest de la région, dans la couronne Nord de Montréal. Dans l'Est, le dépassement du seuil critique de prélèvement de l'eau de surface est plutôt tributaire des usages agricoles, principalement l'irrigation des cultures maraîchères, dans les petits bassins des rivières Chaloupe, Saint-Jean, Saint-Joseph et Point-du-jour prenant en tout ou en partie leur source dans la Tourbière de Lanoraie.



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 ?

Les sections suivantes présentent la méthodologique 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 Lanaudière. 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.

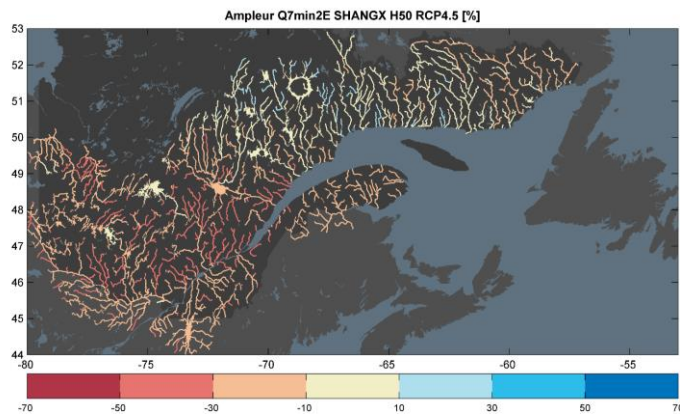
Les prélèvements d'eau de surface en période de pointe sont comparés, à l'échelle de chacun des bassins versants, à la disponibilité projetée des eaux de surface en période d'étiage à l'horizon 2050. Cette comparaison repose sur l'indicateur de débit d'étiage $Q_{2,7}$, soit la valeur minimum du débit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



Source : DEH MELCC, 2018.

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 ressource, 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 qui est appréhendée en période critique d'étiage en climat futur.

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



	L'ASSOMPTION
PRÉCIPITATIONS DE JUIN À AOÛT (CLIMAT HISTORIQUE - OURANOS)	274 mm
ETP MOYENNES JUIN A AOUT (CLIMAT HISTORIQUE)	408 mm
MOYENNE DE P – ETP (MM) (CLIMAT HISTORIQUE)	-134 mm
VARIATION SUPÉRIEURE DU DÉFICIT HYDRIQUE EN CLIMAT FUTUR	-72 mm
VARIATION INFÉRIEURE DU DÉFICIT HYDRIQUE EN CLIMAT FUTUR	+17 mm

- Simulations pommes de terre dans Lanaudière
 - Scénarios forts : + 40 à + 50 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 simulée pour les cinq scénarios climatiques retenus est de l'ordre de 2.8 °C à L'Assomption 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 **12 jours** en période de référence à **23 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 468 DJ (base 10°C) pour une estimation de 1131 en climat actuel.

À partir de l'ensemble des variables précédentes, l'évapotranspiration potentielle (ETP) en climat de référence et futur a été projetée à partir de la méthode de la FAO Penman-Monteith.

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 l'Assomption (104 mm en moyenne), représentant une hausse moyenne de 10 %.

Enfin, les précipitations totales cumulées sur la saison de croissance passent, en moyenne, de **600 mm à 740 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.

Des simulations pour certaines cultures types ont permis d'évaluer, pour chacun de nos scénarios climatiques, comment la hausse des températures se traduisait en évapotranspiration, de même qu'en besoins en eau d'abreuvement supplémentaires ou destinés au refroidissement des bâtiments.

IMAGINER LES BESOINS EN EAU FUTURS



Prélèvements résidentiels

- Scénarios de croissance démographique (ISQ) + densification/dévitilisation
- 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

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 perspectives 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 ainsi 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 dévitilisation ont été développées, lorsqu'elles étaient pertinentes, 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 détaillées 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 L'Assomption)	Futur 2041-2070
Déficit hydrique estival potentiel (P - ETP)	- 99 mm	- 80 à - 157 mm
Volume supplémentaire d'eau d'irrigation (pommes de terre)		6 à 51 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:

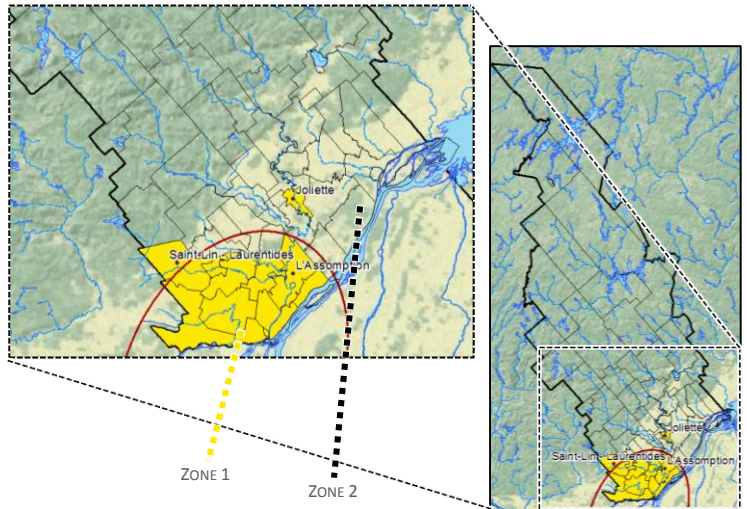
- Les superficies en cultures qui nécessitent de l'irrigation basées sur des tendances historiques. Les dynamiques actuelles de marché ont été alimentées par la littérature consultée, par des entrevues auprès de conseillers et intervenants, et, finalement, elles ont été corroborées ou corrigées lors des rencontres régionales tenues avec les acteurs locaux.
- La part de ces superficies, par type de culture, qui seraient effectivement irriguées dans Lanaudière, variant de **+20 à +100 %** selon les productions végétales documentées (fruits et petits fruits, production maraîchère, production en serre). Ces hypothèses ont été réalisées sur la base des renseignements obtenus auprès de différents conseillers avec lesquels nous avons communiqué pour l'établissement des valeurs de référence, et d'une rencontre de travail avec plusieurs conseillers du MAPAQ et d'un chercheur de l'IRDA spécialisés en irrigation.,
- La hausse éventuelle des besoins en eau de chaque culture, touchant la régie de l'irrigation. Les besoins en eau futurs pour l'irrigation des cultures ont été projetés sur la base de l'incidence des changements climatiques sur l'évapotranspiration des cultures, telle que modélisée avec le support du modèle STICS en mettant à profit les scénarios climatiques fournis par Ouranos. Une description détaillée de la méthode, des hypothèses et des sources de données utilisées dans les projections des utilisations de l'eau par les différentes 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 6.3 du rapport de projet.

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







- Étalement urbain vers MRC Les Moulins et L'Assomption



Des zones de densification de la population et des activités économiques ont été établies. Dans Lanaudière, la couronne de densification de la population définie avec l'appui des acteurs locaux englobe les municipalités de Charlemagne, Joliette, L'Assomption, L'Épiphanie, Mascouche, Repentigny, Saint-Lin-Laurentides, Saint-Roch-de-l'Achigan, Saint-Roch-Ouest, Saint-Sulpice et Terrebonne.

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

	Scénario 1 Statu quo	Scénario 2 Chaleur et soif	Scénario 3 Chaleur et interdits	Scénario 4 Tempéré et dense	Scénario 5 Tempéré et urbain
Évolution des débits d'étiage	Réduction moyenne du fait du changement climatique	Forte diminution du fait du changement climatique	Diminution moyenne du fait du changement climatique	Diminution faible du fait du changement climatique	Diminution moyenne du fait du changement climatique
	Croissance moyenne	Forte croissance	Faible croissance	Forte croissance	Faible croissance, exode rural
	Pas de changement	Facturée au volume : forte diminution	Diminution modérée	Compteurs d'eau: diminution modéré	Forte diminution
	Poursuite des tendances	Secteur en forte croissance sauf pâtes et papier Réduction modérée des prélèvements	Croissance modérée Facturée au volume : Réduction élevée des prélèvements	Forte croissance Réduction d'eau modérée	Croissance modéré Réduction faible pour industriel
Récréotourisme	Poursuite des tendances	Forte croissance	Faible croissance	Croissance modérée	Forte croissance
	Poursuite des tendances Hausse des superficies cultivées	Hausse importante des superficies cultivées irriguées Hausse importante 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..... Lanaudière en 2050, déclin de l'industrie récréotouristique, 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 prélèvements. Puis, nous avons déterminé les répercussions de ces évolutions sur les prélèvements. 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 prélèvements 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.

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

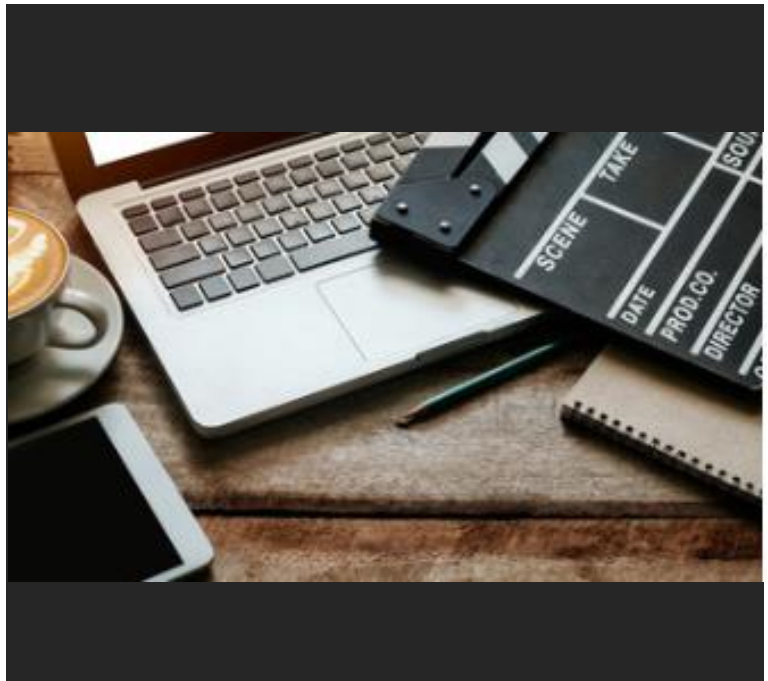


BILANS HYDRIQUES DES SCÉNARIOS FUTURS

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 : - 30 %



31 %



Pas d'effort de réduction
Consommation/habitant stable



Croissance
variable selon
secteur

Industriel

Pas d'effort de réduction



Ha cultivées et
cheptel suivent la
tendance

Agricole

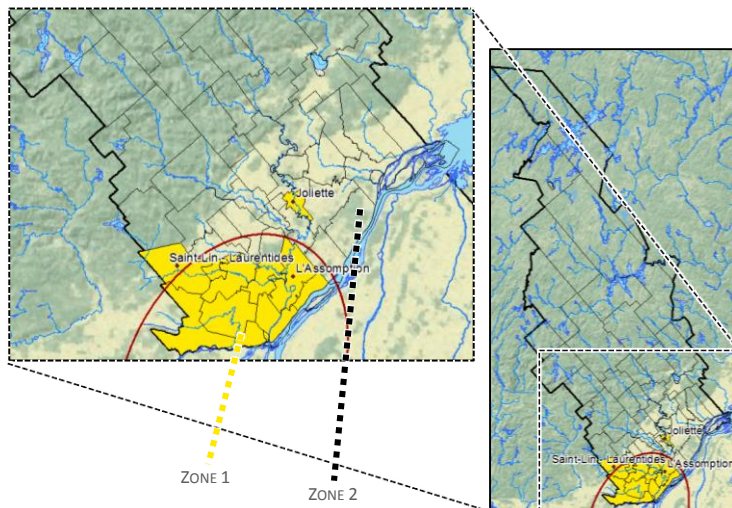
Mêmes pratiques d'irrigation

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

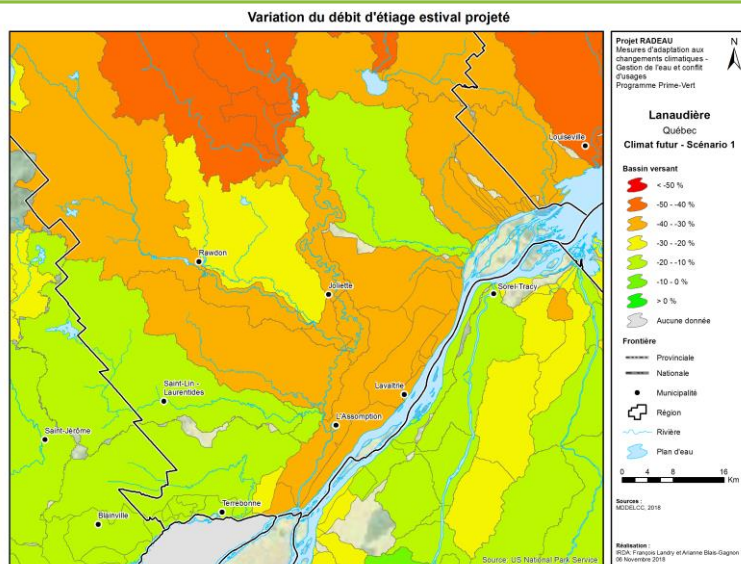
- Étalement urbain vers les MRC Les Moulins et L'Assomption

Scénario	Évolution de la population (%)	
	Zone 1	Zone 2
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 35	+ 23



Selon les tendances actuelles, la croissance démographique affecte principalement les MRC de L'Assomption et des Moulins dans Lanaudière.

VARIATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE ESTIVAUX – MOYENNE DES 4 SCÉNARIOS



44

Suivant la moyenne des 4 projections de l'Atlas hydro-climatique du Québec utilisées dans le cadre de ce projet (MELCC, 2018), les débits d'étiage ($Q_{2,7}$) seraient appelés à diminuer de l'ordre de 30 à 40% dans le bassin versant de la rivière L'Assomption et la plupart des plus petits bassins versants de la portion méridionale de la région à proximité du fleuve. Le secteur ouest de la région, incluant le bassin de la rivière Achigan et les plus petits affluents au fleuve, sont relativement moins affectés (0-10%). Il en est de même pour le bassin versant de la rivière Bayonne à l'Est de la région.

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

- **Consommation TOTALE en hausse vs climat actuel pour atteindre : 100,1 Mm³/an (Prélèvements: 122,4 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	58 % (58 %) ¹	42 % (42 %)	+ 23 %

- **Changement dans la répartition entre les usagers en climat futur:**

	Actuel	Statu Quo	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	49 %	50 %	50 (38) ¹	↗
CI	29 %	29 %	29 (22)	↗
Industriel	5 %	5 %	5 (4)	↗
Agricole	17 %	16 %	16 (13)	↗

¹ (Climat actuel)

45

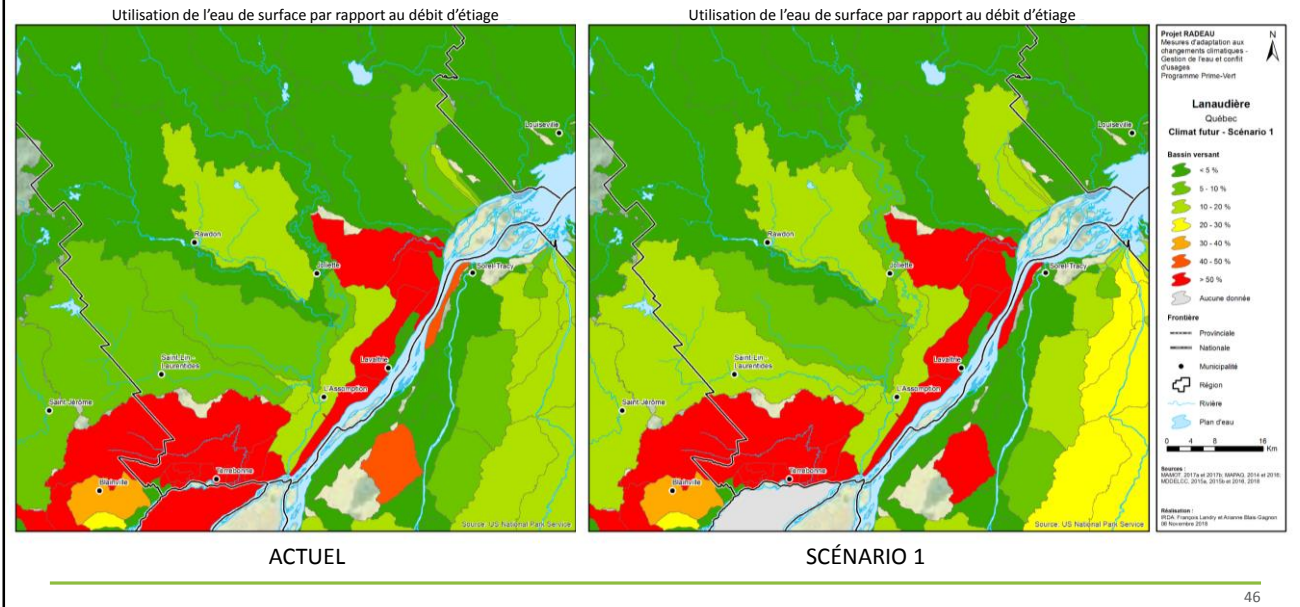
Suivant le scénario du *Statu quo*, la consommation globale en eau augmenterait de 23 % en climat futur. Le secteur résidentiel dans Lanaudière représente la plus forte hausse de consommation en climat futur (50 %).

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 (%)	Statu Quo (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	78,3	80,3	13,0 (10,4) ¹	↗
Production animale	17,1	15,9	2,6 (2,3)	↗
Production piscicole	4,6	3,8	0,6 (0,6)	→

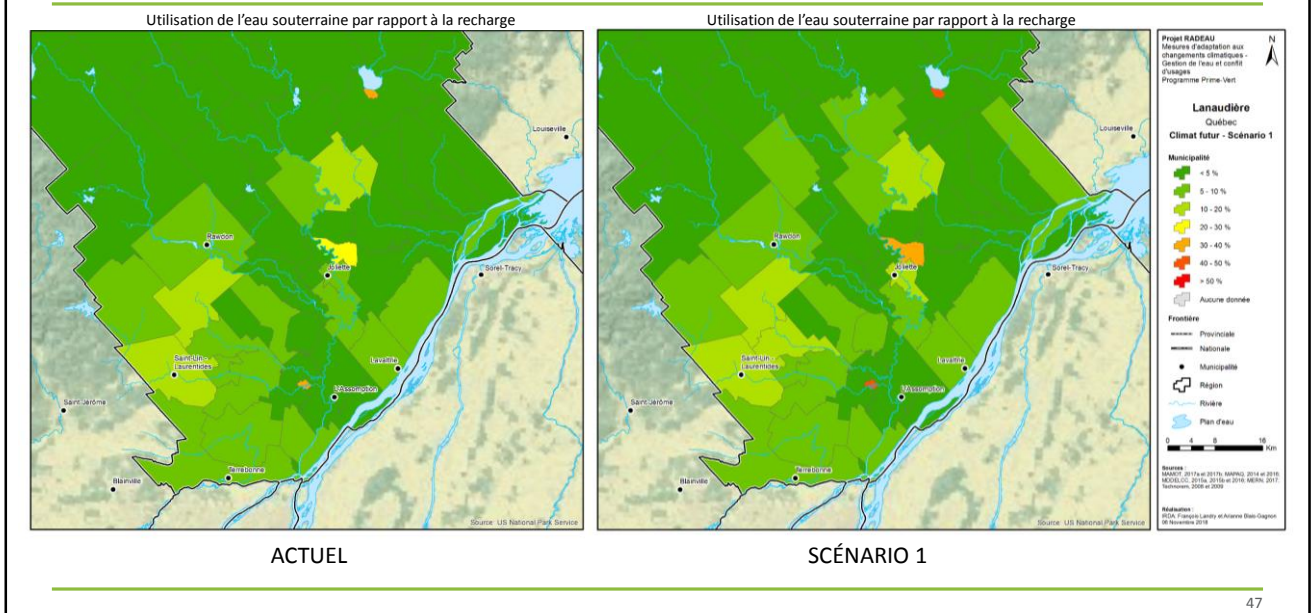
¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

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



Suivant le scénario du Statu quo, l'utilisation de l'eau de surface demeurerait supérieure à 50 % du débit d'étiage dans les bassins versants à forte consommation dans la portion méridionale de la région de Lanaudière.

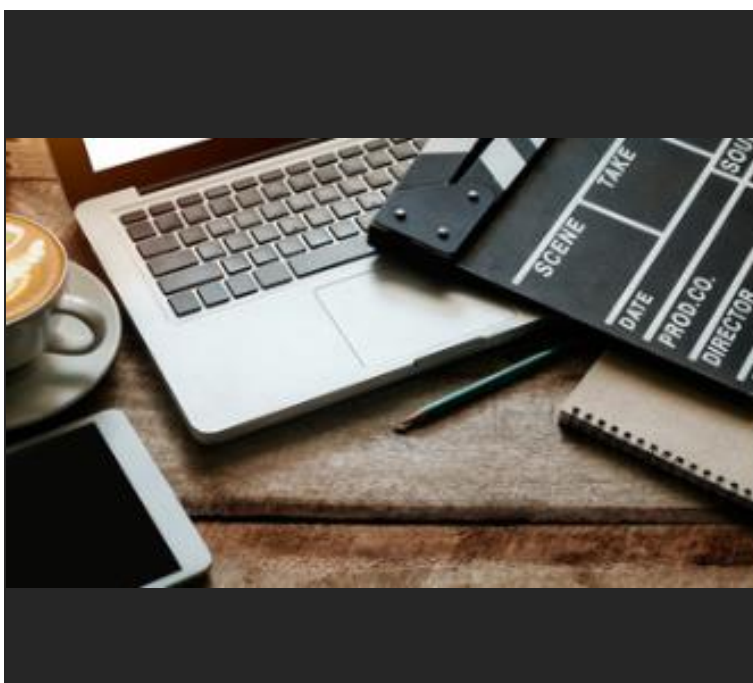
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE



Suivant le scénario du Statu quo, l'utilisation de l'eau souterraine demeurerait relativement stable. Les indices de pression sur l'eau souterraine, dans l'ensemble, demeureraient en deçà de la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), soit sous le niveau de 20 %. L'indice augmenterait cependant dans la municipalité de Notre-Dame-des-Prairies en raison des projections de la consommation résidentielle.

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 récréotourisme 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.



Diminution élevée des débits d'étiages : - 51%



↑ 46 %



↓ 30%

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



↑ Forte
croissance
économique



↑ Ha cultivées irriguées
Augmentation des besoins
en eau pour l'irrigation

Industriel Effort modéré de réduction

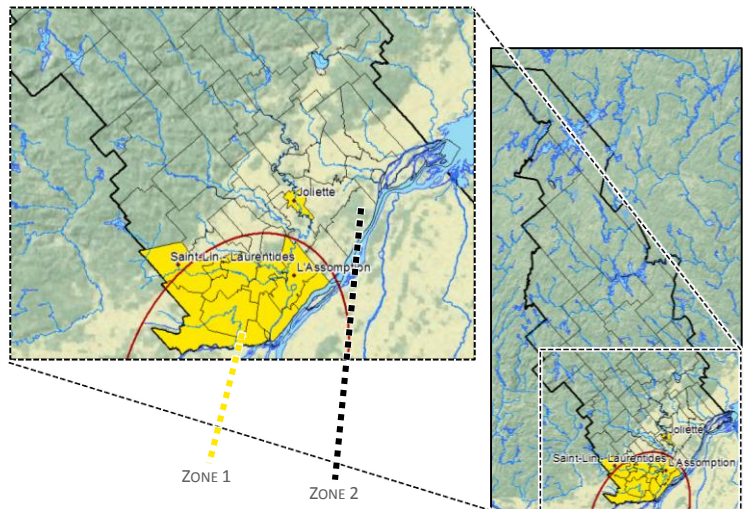
Agricole

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 urbain vers les MRC des Moulins et L'Assomption

Scénario	Évolution de la population (%)	
	Zone 1	Zone 2
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 35	+ 23
Scénario 2 – ISQ fort	+ 52	+ 34



Le scénario « Chaleur et soif » (no.2) implique une forte croissance démographique, qui se manifeste particulièrement dans les MRC de L'Assomption et des Moulins.

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

	Évolution du volume (%)
Fabrication du papier	+ 86
Fabrication des produits minéraux non métalliques	+ 200
Fabrication d'aliments	+ 133
Exploitation en carrières	+ 91
Récréotouristiques	+ 65

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

SCÉNARIO 2 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

- Irrigation pour certains végétaux;
- Pas d'évolution pour la protection contre le gel;
- Pas d'évolution pour le lavage des légumes.

	Évolution des volumes (mm)
P	+ 11
ETP	+ 57
P – ETP	- 46

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	100 %	100 %
Fraises	25 %	100 %
Bleuets	50 %	100 %
Gazon	25 %	20 % (10 %) ¹
Plantes en conteneurs	50 %	100 %
Pomme de terre	10 %	100 % (75 %)
Choux	50 %	75 % (50 %)
Carottes	10 %	30 % (15 %)
Haricots	↓ 15 %	30 % (15 %)
Zucchini	50 %	75 % (50 %)
Maïs sucré	↓ 15 %	30 % (15 %)

¹ (Climat actuel)

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 46 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.

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

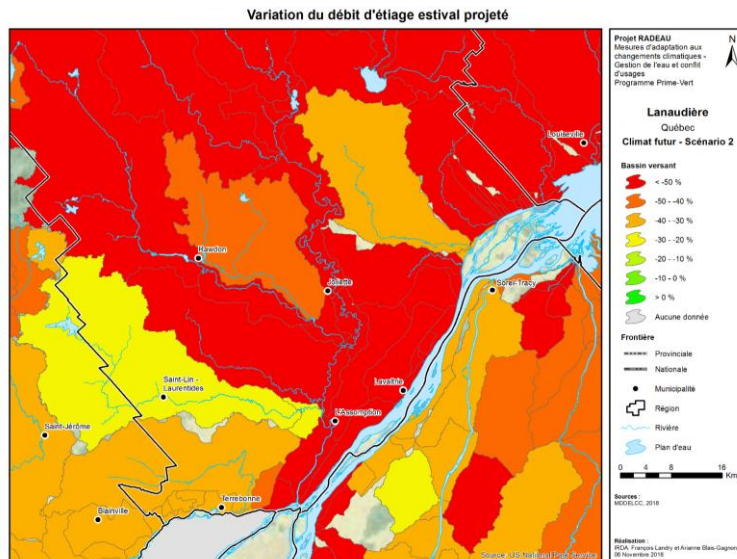
SCÉNARIO 2 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- 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'ÉTIAGES ESTIVAUX



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 51% à l'échelle de la région de Lanaudière.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 2

- **Consommations TOTALES en hausse vs climat actuel : 91,6 Mm³/an (Prélèvements : 112,5 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	58 % (58 %) ¹	42 % (42%)	+ 16%

- **Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 2	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	49 %	42 %	39 (38) ¹	↗
CI	29 %	25 %	23 (22)	↗
Industriel	5 %	5 %	5 (4)	↗
Agricole	17 %	27 %	25 (13)	↗

¹ (Climat actuel)

55

Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), la consommation globale augmente de 16% en climat futur. Si le secteur résidentiel dans Lanaudière 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, impactée 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	78,3	86,1	21,6 (10,4) ¹	↗
Production animale	17,1	11,5	2,9 (2,3)	↗
Production piscicole	4,6	2,4	0,6 (0,6)	→

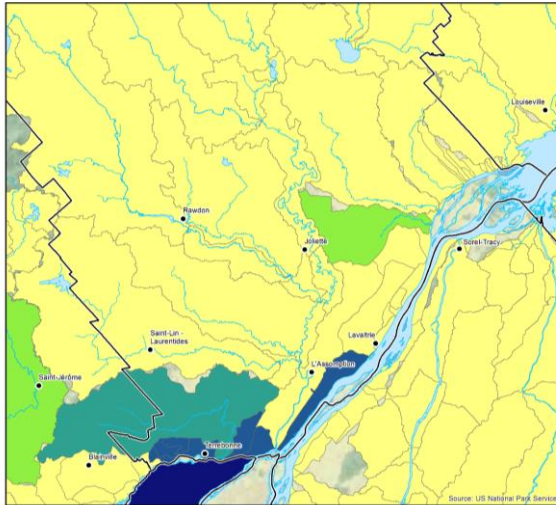
¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

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.

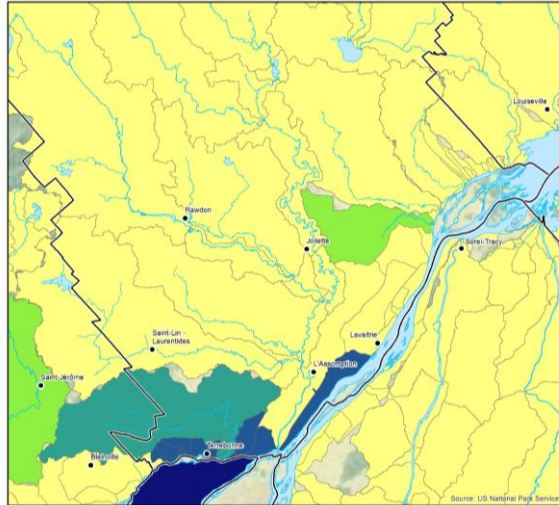
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL

Consommations d'eau de surface du secteur résidentiel

Consommations d'eau de surface du secteur résidentiel



ACTUEL



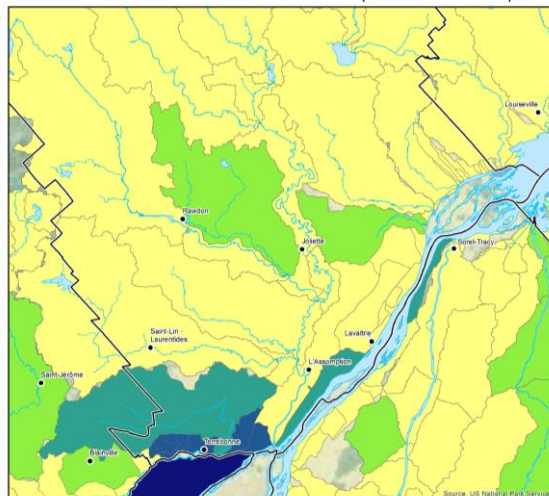
SCÉNARIO 2



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.

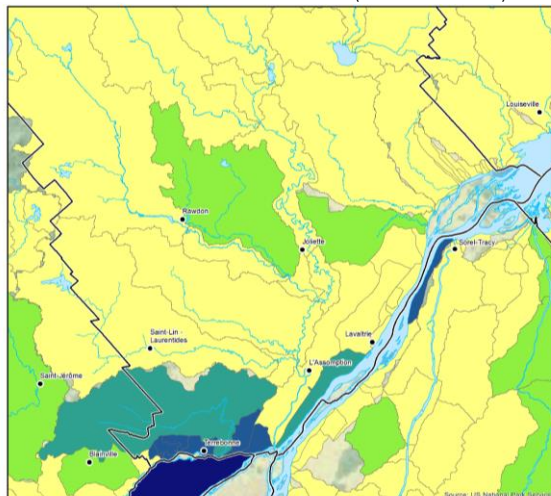
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DES INDUSTRIES, COMMERCE ET INSTITUTIONS

Consommations d'eau de surface du secteur ICI (réseau et hors réseau)

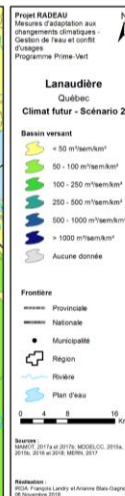


ACTUEL

Consommations d'eau de surface du secteur ICI (réseau et hors réseau)



SCÉNARIO 2

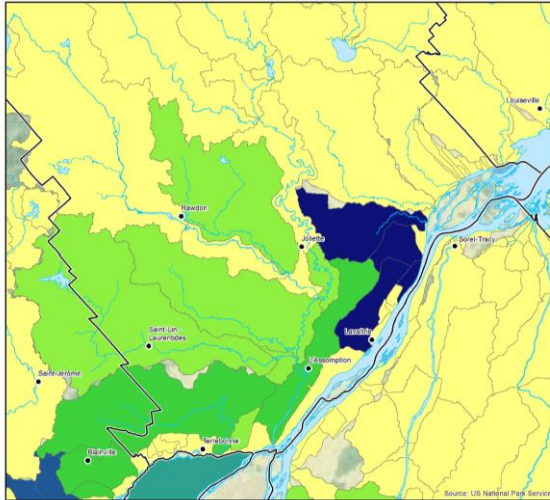


Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de réduction des prélèvements d'eau de surface en climat futur des secteurs ICI permettent de stabiliser les besoins du secteur en forte croissance.

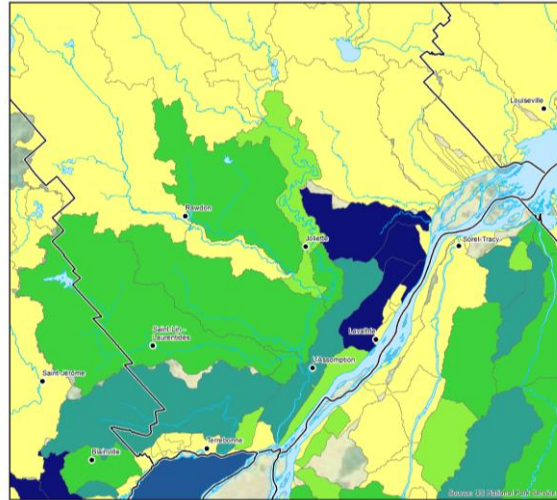
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE

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

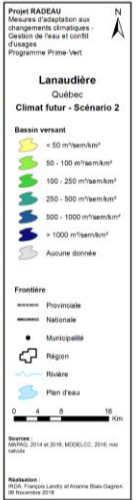
Consommations d'eau de surface en production végétale pendant la période estivale



ACTUEL



SCÉNARIO 2

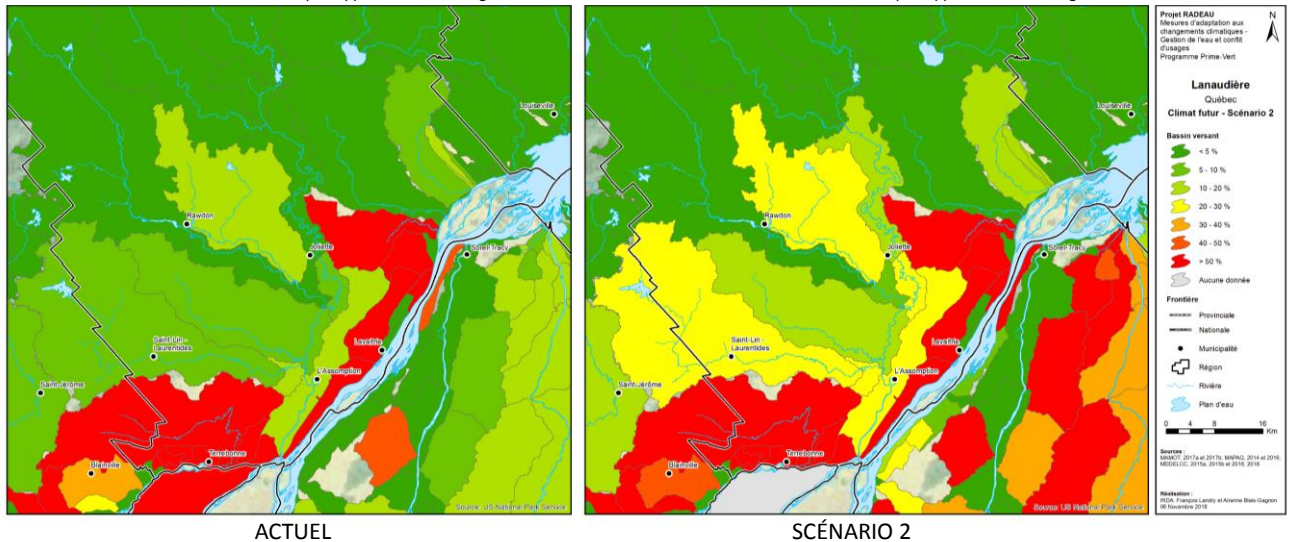


Suivant le scénario « Chaleur et soif » (no.2), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole augmentent considérablement dans l'ensemble de la portion méridionale de la région en lien avec l'augmentation des besoins pour l'irrigation des cultures.

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

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

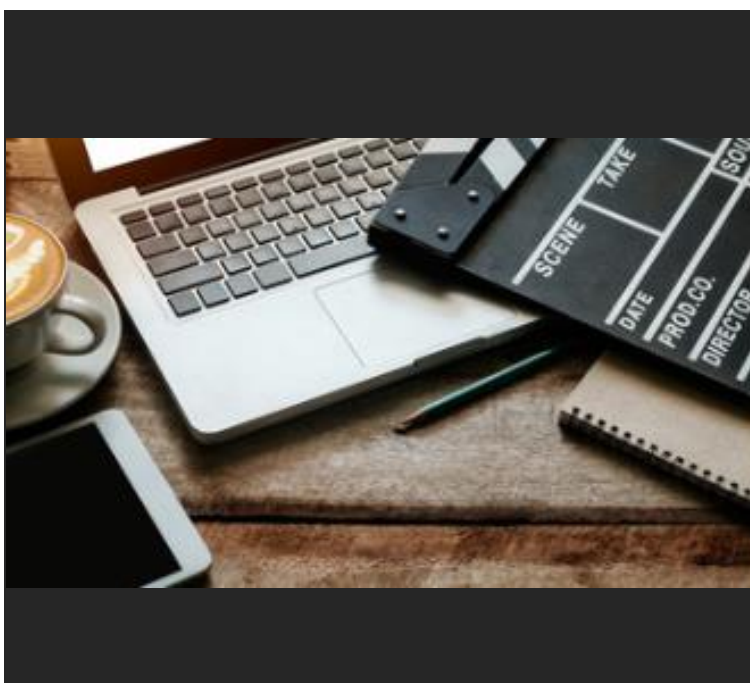
Utilisation de l'eau de surface par rapport au débit d'étiage



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. Plusieurs sous-bassins versants de la rivière L'Assomption voient cependant leurs ratios respectifs d'indice de pression de l'eau de surface (ratio prélèvement: débit d'étiage $Q_{2,7}$) augmenter sensiblement. C'est le cas notamment des sous-bassins des rivières Achigan (20-30%), Saint-Esprit (10-20%) et le secteur Sud-Est de la rivière Ouareau (20-30%).

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 mouvement 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.



Diminution élevée des débits d'étiages : - 27 %



16 %



15%

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance économique variable par secteur

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



Agricole



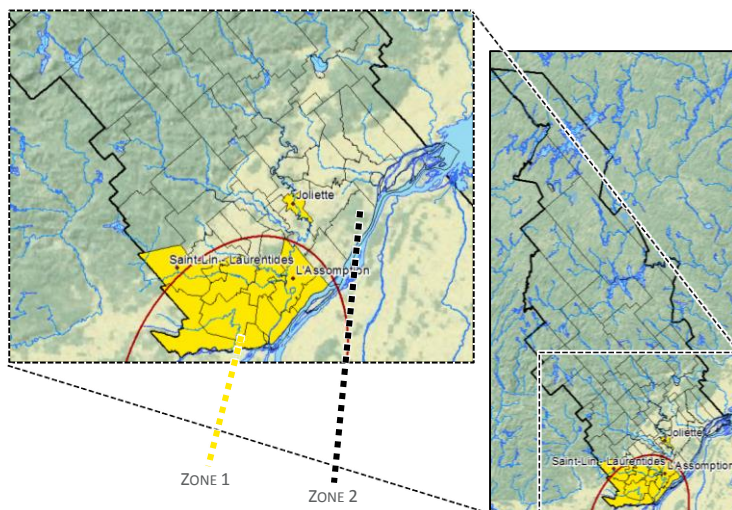
Faible hausse des cultivées irriguées
Faible hausse des besoins en eau pour l'irrigation

Le scénario « Chaleur et interdits » conjugue une baisse élevée des débits d'étiage du fait du changement climatique 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 de la hausse des besoins en eau des cultures.

SCÉNARIO 3 - RÉPARTITION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION

- Étalement urbain vers les MRC Les Moulins et L'Assomption

Scénario	Évolution de la population (%)	
	Zone 1	Zone 2
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 35	+ 23
Scénario 3 – ISQ faible	+ 35	+ 23



Le scénario « Chaleur et interdits » implique une croissance démographique reflétant les tendances actuelles et qui se manifestent principalement dans les MRC de L'Assomption et des Moulins.

SCÉNARIO 3 – HYPOTHÈSES 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 élevé

	Évolution du volume (%)
Fabrication du papier	+ 61
Fabrication des produits minéraux non métalliques	+ 164
Fabrication d'aliments	+ 32
Exploitation en carrières	+ 9
Récréotouristiques	+ 45

64

Le scénario « Chaleur et interdits » reflète une croissance modérée du secteur industriel.

SCÉNARIO 3 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

- Besoins stables

- hausse des précipitations l'été
- sauf pour les cultures sous paillis plastique (besoins en hausse de 25 mm)

	Évolution des volumes (mm)
P	+ 54
ETP	+ 37
P – ETP	+ 17

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	75 %	Stable
Fraises	10 %	Stable
Bleuets	25 %	Stable
Gazon	25 %	Stable
Plantes en conteneurs	50 %	Stable
Pomme de terre	0 %	Stable
Choux	25 %	Stable
Carottes	0 %	Stable
Haricots	↓ 15 %	Stable
Zucchinis	25 %	Stable
Maïs sucré	0 %	Stable

65

Pour le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les projections climatiques d'Ouranos retenues entraînent 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 de superficies qui seraient effectivement irriguées en 2050 : certaines superficies des cultures irriguées augmenteraient sous l'effet de la croissance démographique et de la croissance des marchés, mais la part relative sous irrigation resterait stable.

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

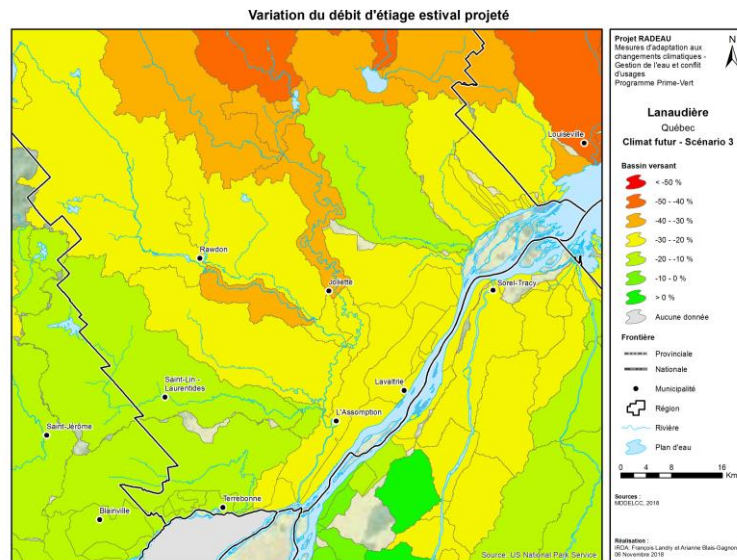
SCÉNARIO 3 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- 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

66

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 ESTIVAUX



67

Le scénario « Chaleur et interdits » (no.3) met à contribution une projection modérée dans la réduction du débit d'étiage ($Q_{2,7}$), soit de l'ordre de 28 %, en moyenne pour la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCENARIO 3

- **Consommation TOTALE en hausse vs climat actuel : 90,6 Mm³/an (Prélèvements: 113,8 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	58 % (58 %) ¹	42 % (42%)	+ 15 %

- **Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 3	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	49 %	47 %	42 (38) ¹	↗
CI	29 %	27 %	25 (22)	↗
Industriel	5 %	4 %	4 (4)	→
Agricole	17 %	22 %	19 (13)	↗

¹ (Climat actuel)

68

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), la consommation globale augmente de 15% en climat futur dans la région. Les secteurs résidentiels et ICI dans Lanaudière parviennent à limiter leurs consommations par rapport à la situation actuelle. La hausse des superficies irriguées commande 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	78,3	83,2	16,2 (10,4) ¹	↗
Production animale	17,1	12,8	2,5 (2,3)	↗
Production piscicole	4,6	4,1	0,8 (0,6)	↗

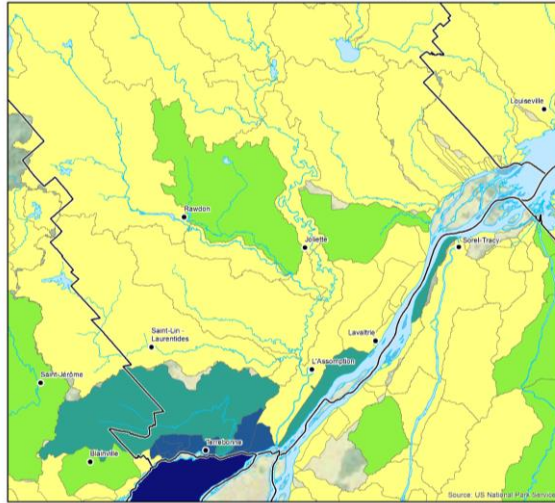
¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

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.

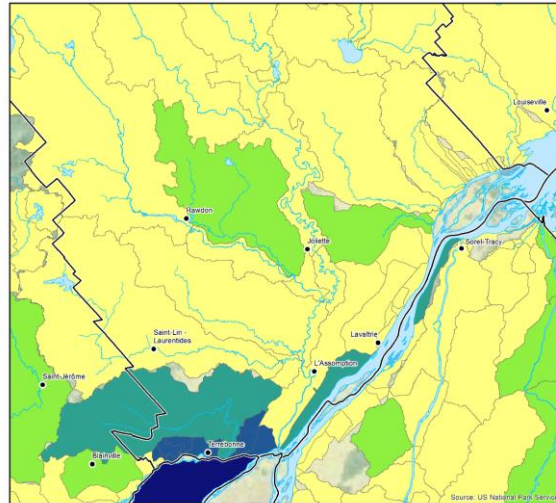
PROJECTION DES CONSOMMATIONS DES INDUSTRIES, COMMERCE ET INSTITUTIONS EN EAU DE SURFACE

Consommations d'eau de surface du secteur ICI (réseau et hors réseau)

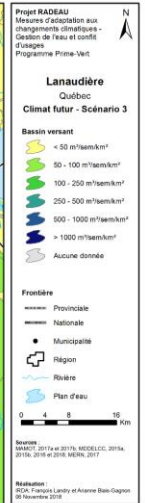
Consommations d'eau de surface du secteur ICI (réseau et hors réseau)



ACTUEL



SCÉNARIO 3

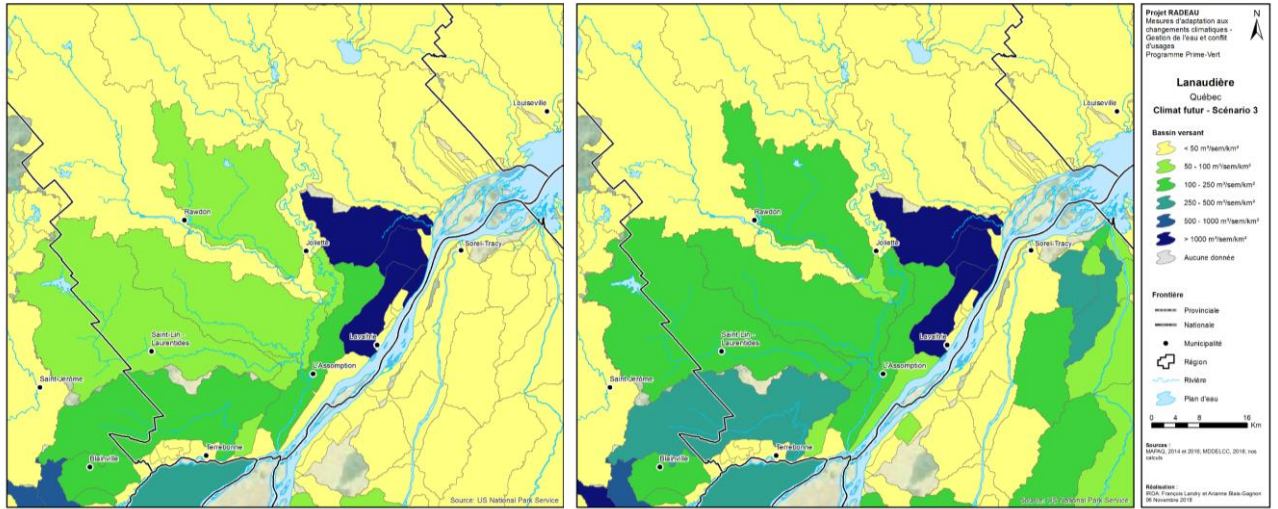


Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les réductions des prélèvements d'eau de surface des secteurs ICI et la faible croissance de la population se traduisent en des consommations relativement stables en climat futur.

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

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



ACTUEL

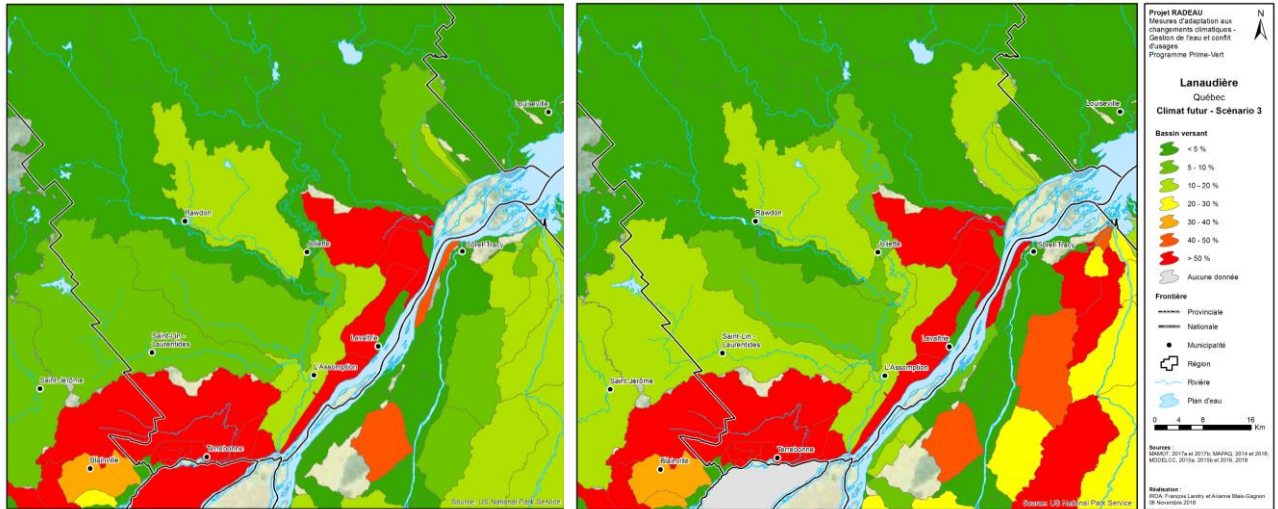
SCÉNARIO 3

Suivant le scénario « Chaleur et interdits » (no.3), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole sont 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

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

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



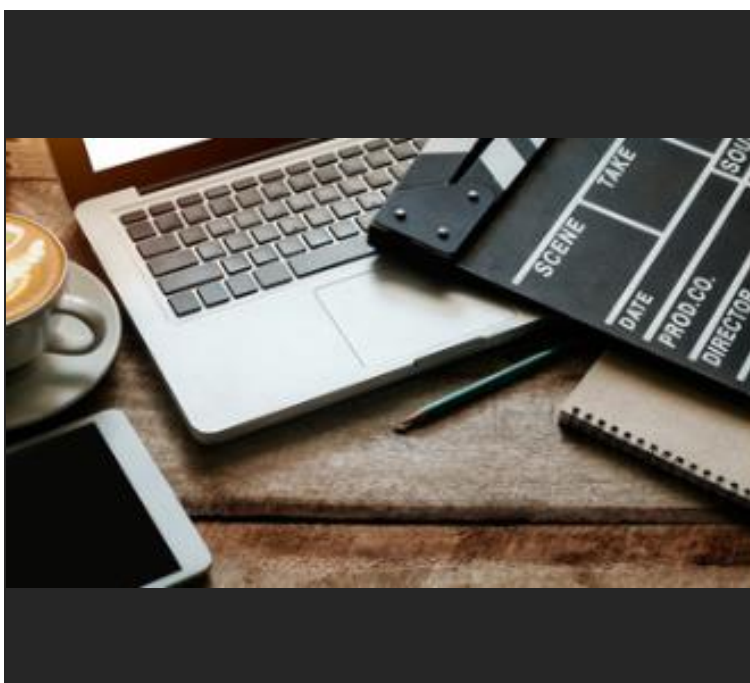
ACTUEL

SCÉNARIO 2

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. Les autres sous-bassins versants de la région voient leurs ratios respectifs d'indice de pression de l'eau de surface (ratio prélèvement: débit d'étiage Q2,7) augmenter marginalement. Une augmentation sensible est projetée cependant pour le sous-bassin de la rivière Achigan (10-20%).

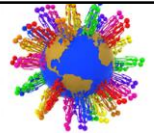
Scénario 4

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 récréotouristique a subi une croissance économique modérée suivi 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.



Diminution élevée des débits d'étiages : - 14 %



46 %



21%

Eau facturée
Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance économique
variable par secteur

Effort modéré de réduction



Agricole



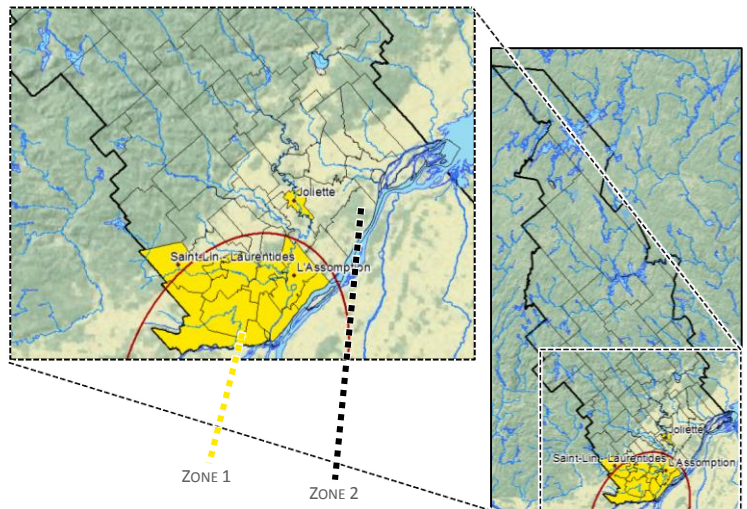
Hausse des cultivées
irriguées
Forte hausse des besoins
en eau pour l'irrigation

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 urbain vers les MRC Les Moulins et L'Assomption

Scénario	Évolution de la population (%)	
	Zone 1	Zone 2
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 35	+ 23
Scénario 4 – ISQ fort	+ 52	+ 34



Le scénario « Tempéré et dense » (no. 4) implique une forte croissance démographique, au-delà des tendances des dernières années, et qui se manifeste principalement dans les MRC de L'Assomption et des Moulins.

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

	Évolution du volume (%)
Fabrication du papier	+86
Fabrication des produits minéraux non métalliques	+197
Fabrication d'aliments	+133
Exploitation en carrières	+91
Récréotouristiques	+55

76

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

- Pommes de terre + 38 mm
- En général, + 30 à + 50 mm

	Évolution des volumes (mm)
P	- 45
ETP	+ 18
P – ETP	- 63

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	200 %	100 %
Fraises	20 %	100 %
Bleuets	35 %	100 %
Gazon	25 %	20 % (10 %) ¹
Plantes en conteneurs	75 %	100 %
Pomme de terre	5 %	100 % (75 %)
Choux	35 %	75 % (50 %)
Carottes	5 %	30 % (15 %)
Haricots	↓ 5 %	30 % (15 %)
Zucchinis	35 %	75 % (50 %)
Maïs sucré	↓ 5 %	30 % (15 %)

¹ (Climat actuel)

77

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 (+63 mm de déficit), 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 sericole. La part des superficies sous irrigation en 2050 seraient également à la hausse du fait de l'accroissement du déficit hydrique.

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

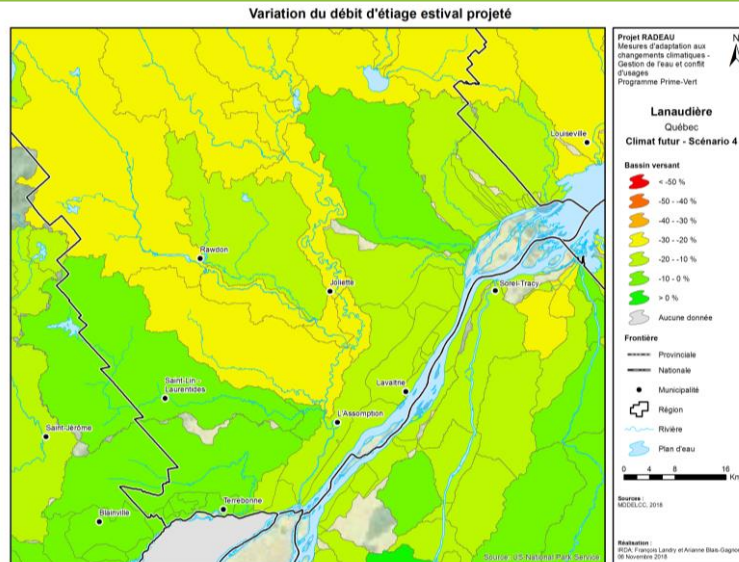
SCÉNARIO 4 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- 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
-

78

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 ESTIVAUX



79

Le scénario « Tempéré et dense » (no.4) met à contribution une projection de réduction relativement faible du débit d'étiage (Q_{2,7}), de l'ordre de 14% en moyenne pour la région.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 4

- **Consommations TOTALES en hausse vs climat actuel : 91,9 Mm³/an (Prélèvements : 114,8 Mm³/an)**

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	58 % (58 %) ¹	42 % (42%)	+ 16 %

- **Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 4	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	49 %	48 %	44 (38) ¹	↗
CI	29 %	28 %	26 (22)	↗
Industriel	5 %	6 %	5 (4)	↗
Agricole	17 %	19 %	17 (13)	↗

¹ (Climat actuel)

80

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), la consommation globale augmente de 16% en climat futur dans la région. Les consommations des secteurs résidentiel et ICI dans Lanaudière seraient en croissance, contenues en partie par le recours aux compteurs d'eau. La hausse des superficies irriguées entraînerait une augmentation sensible des besoins en irrigation des cultures, bien que l'effet du changement climatique 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 4 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	78,3	80,9	13,9 (10,4) ¹	↗
Production animale	17,1	15,6	2,7 (2,3)	↗
Production piscicole	4,6	3,5	0,6 (0,6)	→

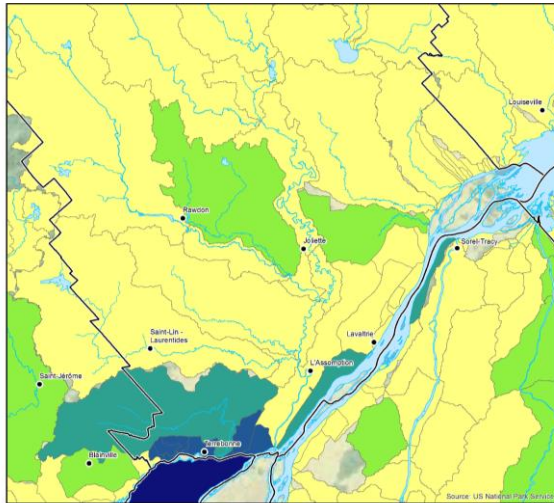
¹ Les chiffres entre parenthèses indiquent les consommations en climat actuel.

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.

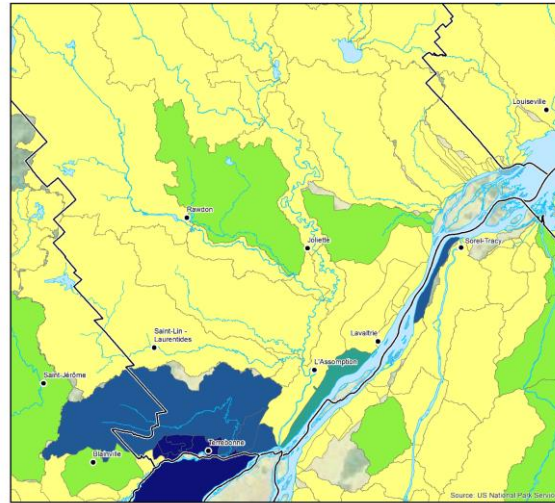
PROJECTION DES CONSOMMATIONS DES INDUSTRIES, COMMERCE ET INSTITUTIONS EN EAU DE SURFACE

Consommations d'eau de surface du secteur ICI (réseau et hors réseau)

Consommations d'eau de surface du secteur ICI (réseau et hors réseau)



ACTUEL



SCÉNARIO 4

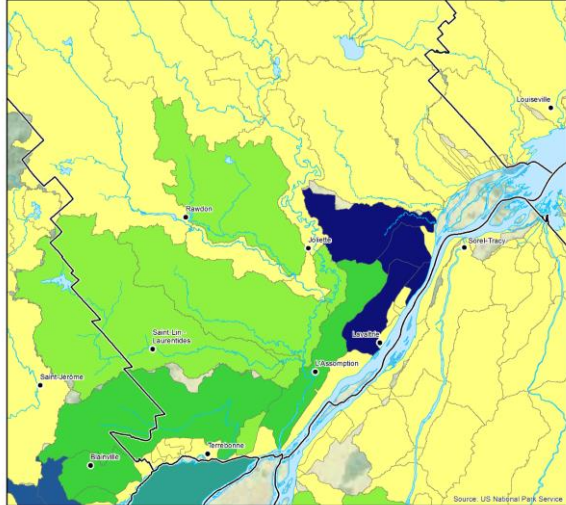


Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), la croissance de la population et des activités industrielles se traduit en augmentation des consommations d'eau de surface dans le secteur du bassin versant de la rivière Mascouche.

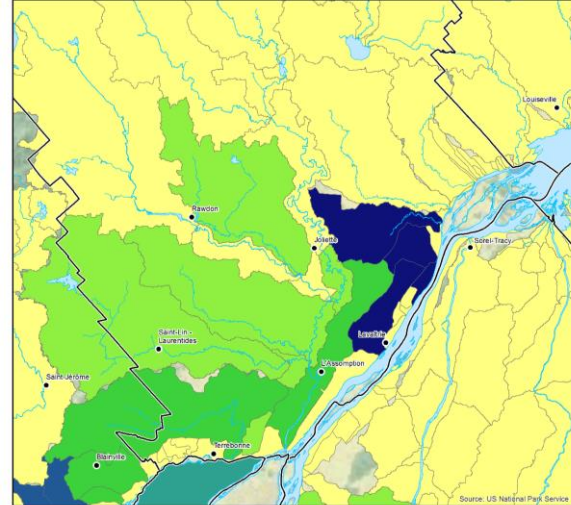
PROJECTION DES CONSOMMATIONS EN EAU DE SURFACE DU SECTEUR DE LA PRODUCTION VÉGÉTALE

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

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



ACTUEL



SCÉNARIO 4

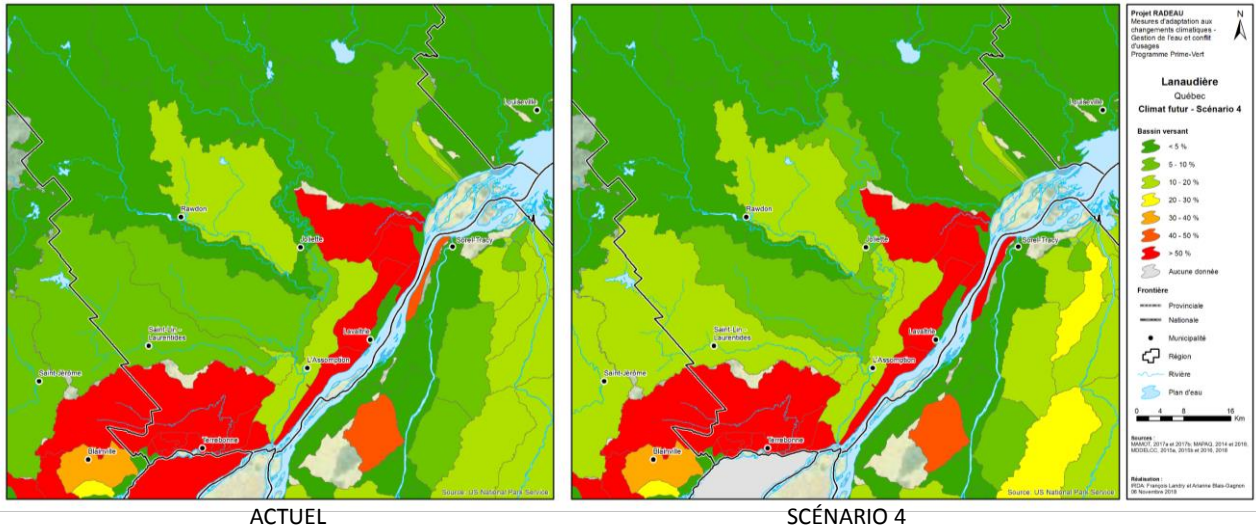


Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), les projections de consommation d'eau de surface en climat futur du secteur agricole demeurent relativement stables, reflétant la hausse modérée des superficies irriguées.

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

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

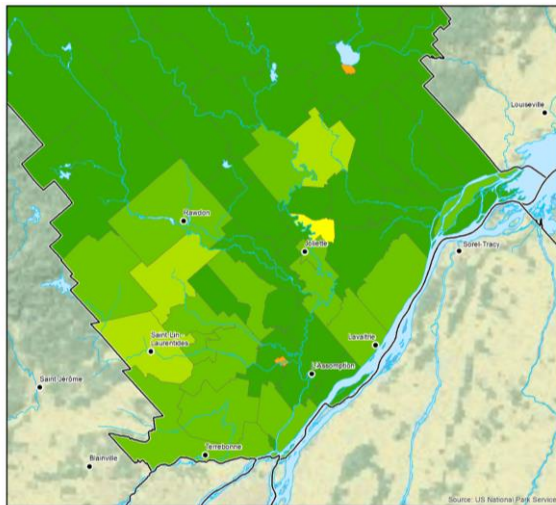
SCÉNARIO 4

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), 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. Les indices de pression de l'eau de surface (ratio prélèvement: débit d'étiage Q2,7) des autres sous-bassins versants de la région demeurent stables. Une légère augmentation de l'indice est projetée cependant pour le sous-bassin de la rivière Achigan (10-20%) et le secteur aval de la rivière L'Assomption.

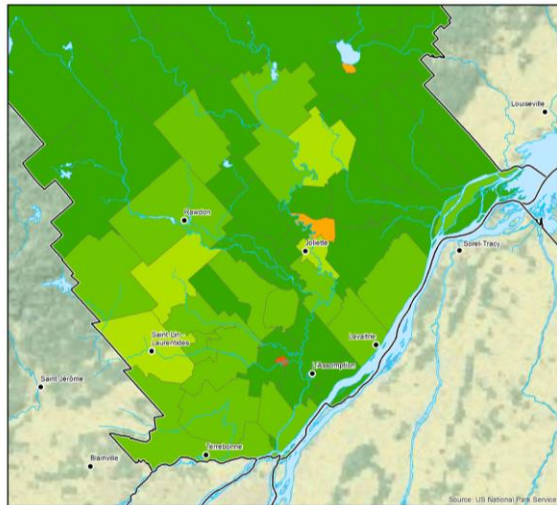
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



ACTUEL



SCÉNARIO 4

Projet RADEAU
Mesures d'adaptation aux changements climatiques - Gestion de l'eau et conflit d'usage
Programme Prins-Vent

Lanaudivère
Québec
Climat futur - Scénario 4

Municipalité

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

Frontière

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

0 4 8 16 Km

Source: US National Park Service

Source: US National Park Service

Source: 2007, 2014 et 2017; MMRQ, 2014 et 2016; BECHTEL, 2016, 2016 et 2016; MMRQ, 2017; novembre 2018 et 2018

Modèles: 2014, François Landry et Antoine Blain-Guyon 10 novembre 2018

Suivant le scénario « Tempéré et dense » (no.4), l'utilisation de l'eau souterraine demeure relativement stable. Les indices de pression sur l'eau souterraine, dans l'ensemble, demeurent en deçà de la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), soit sous le niveau de 20%. L'indice s'accroît cependant dans la municipalité de Notre-Dame-des-Prairies (30-40%) en raison des projections de consommation résidentielle.

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 récréotouristiques et fréquentées par les résidents des pôles urbains. L'industrie récréotouristique 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.).



Diminution élevée des débits d'étiages : - 29 %



16 %



32%

Baisse consommation/habitant



Industriel



Croissance économique variable par secteur

Effort faible de réduction



Agricole



Hausse des cultivées irriguées

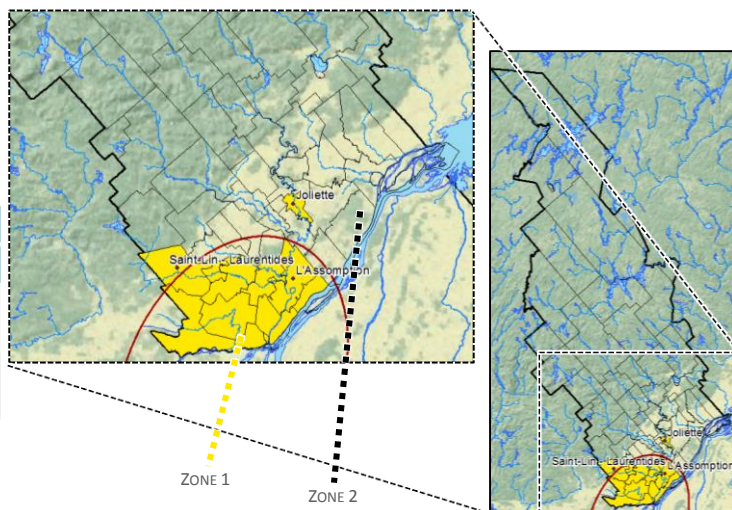
Faible augmentation des besoins en eau pour l'irrigation
Eau souterraine seulement

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) conjugue une baisse substantielle des débits d'étiage avec une croissance modérée de la population et de l'économie, 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 urbain vers MRC Les Moulins et l'Assomption
- Exode rural dans le reste du territoire

Scénario	Évolution de la population (%)	
	Zone 1	Zone 2
Scénario 1 – Référence ISQ	+ 35	+ 23
Scénario 5 – ISQ faible + exode rural	+ 48	- 1



Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) implique une forte croissance démographique dans la couronne urbaine à l'Ouest de la région, alors que le secteur rural de Lanaudière, dans l'ensemble, connaît une baisse de sa population.

SCÉNARIO 5 – 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 faible

	Évolution du volume (%)
Fabrication du papier	+107
Fabrication des produits minéraux non métalliques	+217
Fabrication d'aliments	+197
Exploitation en carrières	+25
Récréotouristiques	+65

88

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

SCÉNARIO 5 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU AGRICOLE – PRODUCTIONS VÉGÉTALES

- Besoins stables

- pommes de terre +13 mm
- En général, +5 à + 20 mm (culture sous paillis plastique)

	Évolution des volumes (mm)
P	- 29
ETP	+ 29
P – ETP	0

	Var. superficies cultivées	% ha irriguées
Serres	100 %	Stable
Fraises	20 %	Stable
Bleuets	35 %	Stable
Gazon	10 %	Stable
Plantes en conteneurs	75 %	Stable
Pomme de terre	5 %	Stable
Choux	35 %	Stable
Carottes	5 %	Stable
Haricots	↓ 5 %	Stable
Zucchinis	35 %	Stable
Maïs sucré	↓ 5 %	Stable

89

Pour le « Tempéré et urbain » (no.5), le scénario climatique tempéré retenu simule que la hausse des précipitations projetée serait 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 traduirait par un déficit hydrique estival stable par rapport au climat actuel. En conséquence, nous avons considéré que les besoins en eau des cultures demeurerait 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.

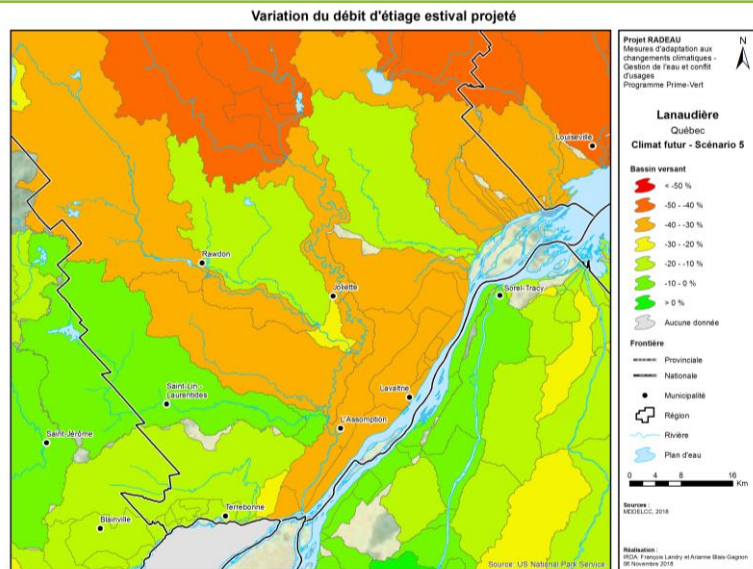
SCÉNARIO 5 – ÉVOLUTIONS DES BESOINS EN EAU POUR L'AGRICOLE – PRODUCTIONS ANIMALES

- 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
-

90

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 ESTIVAUX



91

Le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) considère une réduction modérée du débit d'étiage (Q_{2,7}) de l'ordre de 29 %, en moyenne pour la région d'étude. Les bassins versants de faible superficie limitrophes au fleuve sont pour la plupart affectés, avec des indices compris entre 30 et 40 %.

BILAN HYDRIQUE RÉGIONAL DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU – SCÉNARIO 5

- **Consommation TOTALE en légère hausse vs climat actuel : 77,6 Mm³/an**
(Prélèvements: 99,5 Mm³/an)

	% d'eau de surface	% d'eau souterraine	Δ vs actuel
Prélèvement TOTAL	53 % (58 %) ¹	47 % (42%)	+ 1 %

- **Changement dans la répartition entre les usagers**

	Actuel	Scénario 5	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Résidentiel	49 %	44 %	34 (38) ¹	↘
CI	29 %	26 %	20 (22)	↘
Industriel	5 %	7 %	5 (4)	↗
Agricole	17 %	23 %	18 (13)	↗

¹ (Climat actuel)

92

Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5) la consommation globale en eau n'augmente pas 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.

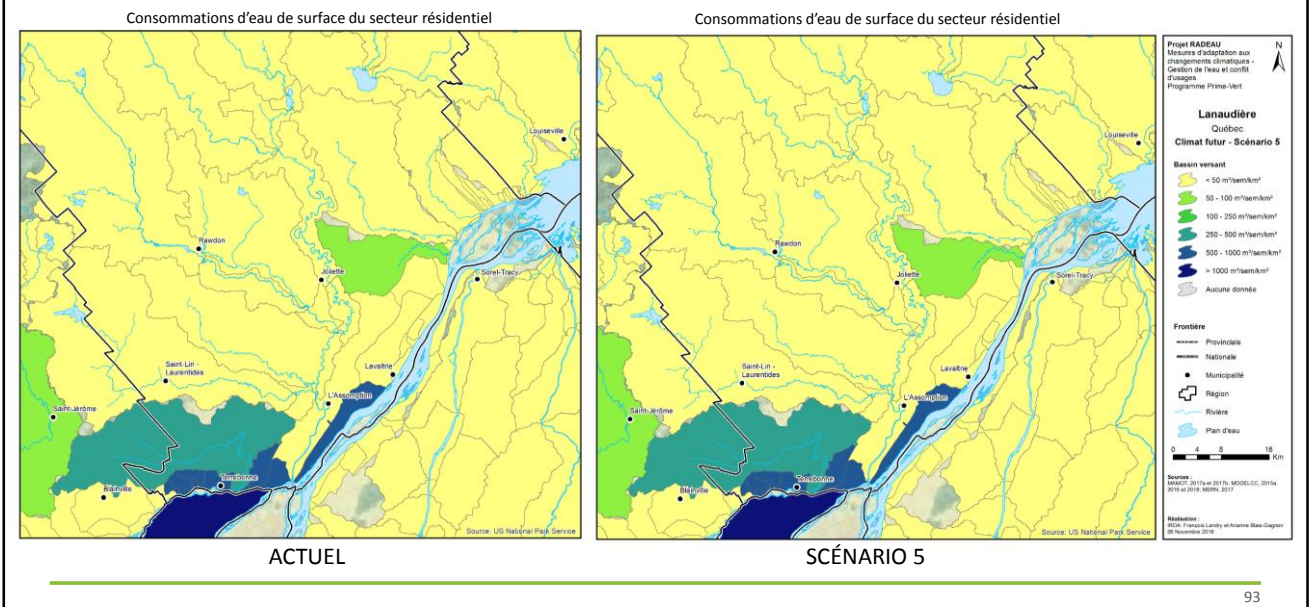
Les changements dans la répartition de l'eau entre les usagers du milieu agricole par rapport au total de leurs consommations sont projetés comme suit en climat futur:

	Actuel (%)	Scénario 5 (%)	Volume (Mm ³ /an)	Δ vs actuel
Production végétale	78,3	80,5	14,6 (10,4) ¹	↗
Production animale	17,1	16,1	2,9 (2,3)	↗
Production piscicole	4,6	3,3	0,6 (0,6)	→

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 DES CONSOMMATIONS DU SECTEUR RÉSIDENTIEL EN EAU DE SURFACE

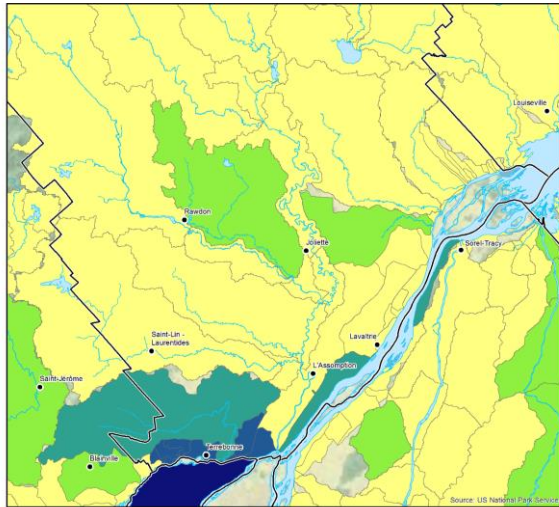


Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5), les réductions par individu des consommations résidentielles (-32%) limite les effets de la croissance de la population dans la couronne urbaine du Sud-Ouest de la région. La consommation d'eau de surface demeurerait ainsi relativement stable.

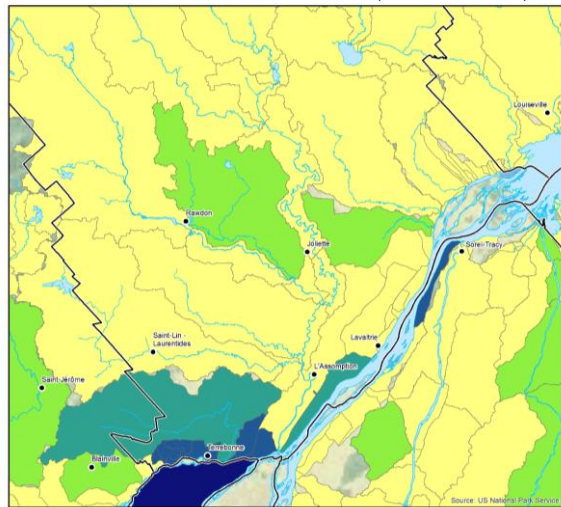
PROJECTION DES CONSOMMATIONS DES INDUSTRIES, COMMERCE ET INSTITUTIONS EN EAU DE SURFACE

Consommations d'eau de surface des secteurs ICI (réseau et hors réseau)

Consommations d'eau de surface des secteurs ICI (réseau et hors réseau)



ACTUEL



SCÉNARIO 5

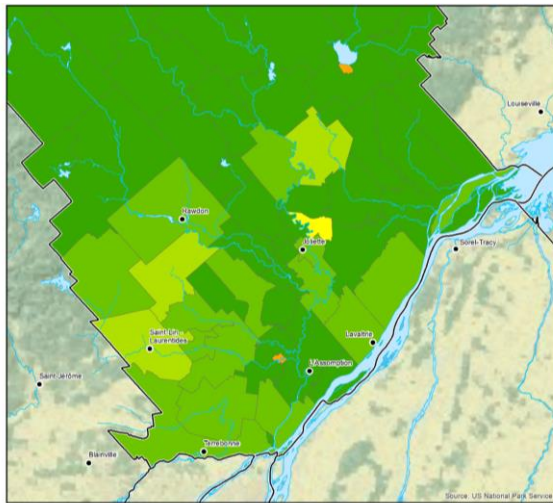


Suivant le scénario « Tempéré et urbain » (no.5), la croissance modérée des activités industrielles et la réduction des consommations institutionnelles et commerciales fait en sorte que la consommation globale d'eau de surface demeure relativement stable en climat futur dans la région, incluant dans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

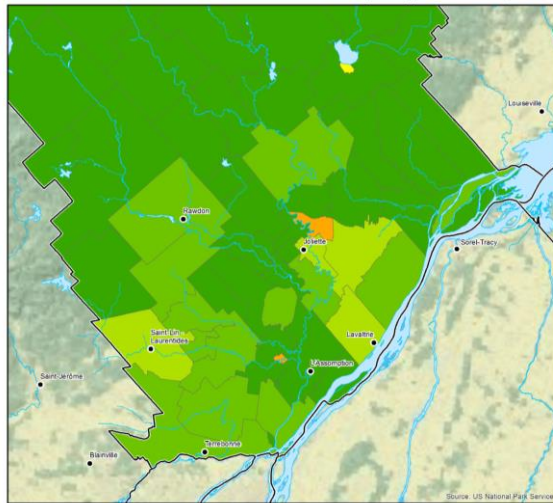
PROJECTION DE L'UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR RAPPORT À LA RECHARGE

Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge

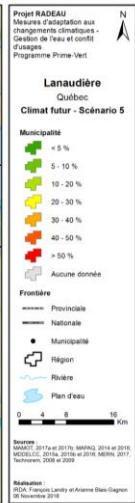
Utilisation de l'eau souterraine par rapport à la recharge



ACTUEL



SCÉNARIO 5



Suivant le scénario «Tempéré et urbain» (no.5), l'utilisation de l'eau souterraine demeure relativement stable. Les indices de pression sur l'eau souterraine, dans l'ensemble, demeurent en deçà de la capacité de support à long terme de l'aquifère profond (au roc), soit sous le niveau de 20%, à l'exception de la municipalité de Notre-Dame-des-Prairies qui demeure au-delà du seuil de référence (30-40%).

CONCLUSION

- Deux éléments importants et incertains influenceront la consommation en eau dans le futur, soit les changements climatiques et la démographie. En effet, les scénarios futurs à l'étude ont permis de constater que ce sont d'abord le taux de croissance de la population, et son comportement de consommation, qui auront l'impact le plus important sur les prélèvements en eau.
- Dans cette région, la hausse attendue de la population est telle qu'elle aura des conséquences largement supérieures aux évolutions, aussi majeures soient-elles, des secteurs agricoles et industriels.
- Il convient néanmoins de souligner que dans les secteurs de Lanaudière où les producteurs agricoles comblent leur besoin d'irrigation par les eaux de surface ou issues des aquifères de surface, comme le cas du complexe tourbeux de Lanoraie, les changements climatiques risquent d'entraîner une diminution significative de la ressource en eau.

CONCLUSION

- Cette pression s’observera en particulier au pic des besoins, en période estivale. En effet, les débits d’été estivaux s’annoncent en baisse, avec des variations plus ou moins fortes selon les scénarios climatiques. Par ailleurs, l’évapotranspiration plus importante abaissera les niveaux des aquifères de surface. Des situations problématiques sont donc à prévoir, particulièrement là où la salinité de l’aquifère profond (au roc) ne permet pas de s’y alimenter.
- En ce sens, le cas du complexe tourbeux de Lanoraie est emblématique d’une problématique majeure qui pourrait toucher la production de pommes de terre au Québec. Plus de 3000 ha cultivés dans ce territoire pourraient être menacés par le manque d’eau si le niveau de la nappe continue à baisser.
- Dans le contexte de resserrement réglementaire, les producteurs de ce territoire auront à l’horizon 2024-2026 à renouveler leur permis ou obtenir de nouvelles autorisations de prélèvement. Un doute plane sur le renouvellement de ces autorisations compte tenu des impératifs de préservation de l’écosystème exceptionnel que présente ce complexe tourbeux.
- Cette situation témoigne de l’importance d’entamer dès maintenant des démarches collectives et concertées avec les différents acteurs sur ce territoire. L’étude de cas réalisée dans le cadre du présent mandat, présentée dans la section 9.2 du rapport final, est en ce sens un premier pas.