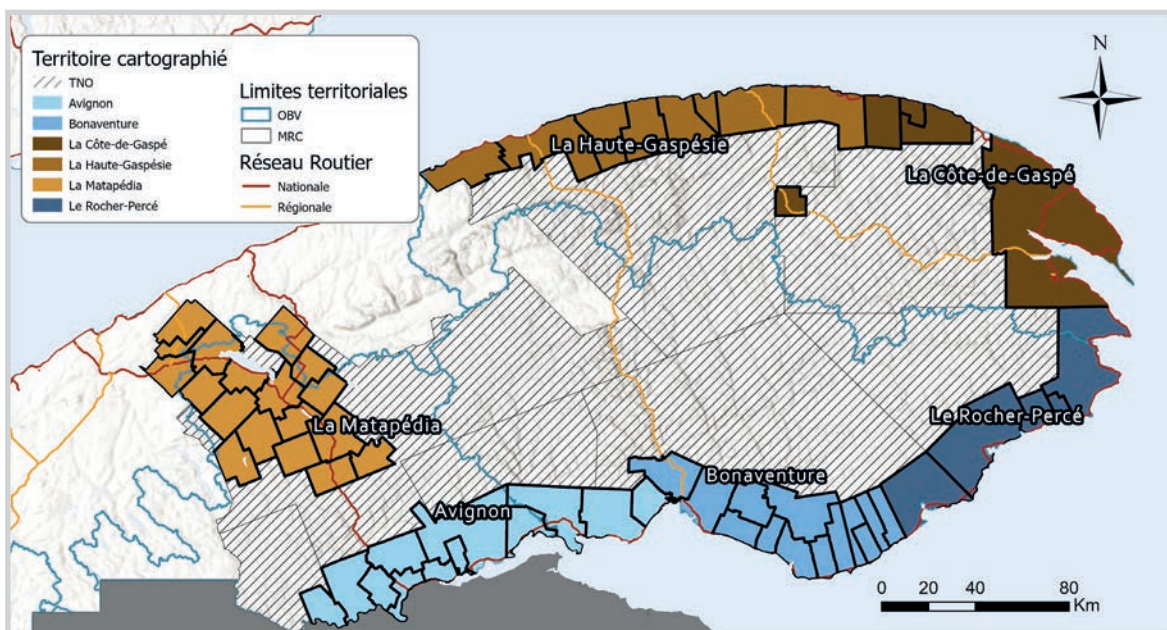


ATELIER 1

Découvrir notre projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines et le lier aux enjeux de notre territoire

Gaspésie-Matapédia



CAHIER DU PARTICIPANT

Février 2025

Nous tenons à souligner que les terres sur lesquelles a lieu cet atelier font partie du Gespe'gewa'gi, septième district de Mi'kma'ki, territoire ancestral de la Nation Mi'gmaq. En reconnaissant ce territoire, nous déclarons notre responsabilité collective à l'égard de ce lieu et de l'histoire, des droits et de la présence du Peuple Mi'gmaq.

Cet atelier de transfert et d'échange des connaissances dans le cadre du Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) Gaspésie-Matapédia a été réalisé grâce au financement du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Il est le fruit d'un travail conjoint entre le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), des chercheurs de l'Institut des sciences de la mer (ISMER) et du département de bio-géo-chimie de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), et la Chaire de recherche Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) en écologie du paysage et aménagement :

- Miryane Ferlatte, coordonnatrice scientifique du RQES, préparation et animation de l'atelier
- Julie Grenier, Chargée de projet du RQES, préparation et animation de l'atelier
- Julie Ruiz, professeure et codirectrice du centre de recherche RIVE de l'UQTR, conception de l'atelier
- Thomas Buffin Bélanger, professeur, UQAR, coordonnateur du PACES Gaspésie-Matapédia
- Gwénaëlle Chaillou, professeure, ISMER-UQAR, coordonnatrice du PACES Gaspésie-Matapédia
- Yan Boulet, professionnel de recherche, UQAR, équipe de recherche du PACES Gaspésie-Matapédia
- Gwendoline Tommi-Morin, professionnelle de recherche, UQAR, équipe de recherche du PACES Gaspésie-Matapédia

Références à citer

L'ensemble des informations sur les notions hydrogéologiques fondamentales provient d'un travail de vulgarisation réalisé par un comité de travail du RQES. Toute utilisation de ces notions doit être citée comme suit :

Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A. et Larouche, U. F. 2014. Notions d'hydrogéologie - Les eaux souterraines pour tous. Première Édition. Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES). 63 p.

Le présent document doit être cité comme suit :

Ferlatte, M. , Grenier, J. et Ruiz, J. 2025. Atelier 1 - Découvrir notre projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines et le lien aux enjeux de notre territoire, Gaspésie-Matapédia, cahier du participant. Document préparé par le RQES, avec la contribution de l'UQAR, pour les acteurs de l'eau, 53 p.

Ce document est sous licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International. Pour accéder à une copie de cette licence, merci de vous rendre à l'adresse suivante <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envoyez un courrier à Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.



Les organisateurs de l'atelier

Le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

Le RQES est un organisme à but non lucratif (OBNL) qui a pour mission de consolider et d'étendre les collaborations entre les équipes de recherche universitaire et le MDDELCCFP d'une part, et les autres organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, les consultants, les établissements d'enseignement et autres organismes intéressés au domaine des eaux souterraines au Québec, en vue de la mobilisation des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines.

Le RQES poursuit les objectifs spécifiques suivants :

- Identifier les besoins des gestionnaires et planificateurs en matière de recherche, d'applications concrètes pour la gestion de la ressource en eau souterraine, et de formation ;
- Faciliter le transfert des connaissances acquises vers les gestionnaires et les planificateurs afin de soutenir la gestion et la protection de la ressource ;
- Servir de support à la formation du personnel qualifié dans le domaine des eaux souterraines pouvant répondre aux exigences du marché du travail actuel et futur en recherche, en gestion et en consultation.

Pour en savoir plus : www.rques.ca

L'Université du Québec à Rimouski

L'Université du Québec à Rimouski (UQAR) a été fondée en 1969 et contribue depuis ce temps à la formation de personnel hautement qualifié et au développement des connaissances fondamentales et appliquées. L'UQAR a encouragé et supporté la mise en œuvre du PACES-GM par le Laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale, la Chaire de recherche en géochimie des hydrogéosystèmes côtiers et l'Institut des sciences de la mer (ISMER-UQAR).

Le Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale (LGDF) développe les connaissances en lien avec la dynamique des cours d'eau dans le Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie depuis 2003. Le LGDF a formé une trentaine d'étudiants et étudiantes à la maîtrise en géographie et au doctorat en sciences de l'environnement et comporte deux professionnels de recherche. Les échanges eaux de surface – eaux souterraines font partie des sujets de recherche du LGDF.

Pour en savoir plus : fluvial.uqar.ca

La Chaire de recherche en géochimie des hydrogéosystèmes côtiers développe les connaissances menant à une meilleure caractérisation et quantification des transformations géochimiques souterraines entre les nappes d'eau souterraine côtières et les océans. La Chaire a formé plusieurs étudiants et étudiantes à la maîtrise en géographie et en océanographie ainsi qu'au doctorat en sciences de l'environnement, en biologie et en océanographie. La caractérisation de l'évolution des signatures géochimiques ainsi que des échanges eaux de surface – eaux souterraines font partie des sujets de recherche de la Chaire.

Pour en savoir plus : www.uqar.ca/recherche/la-recherche-a-l-uqar/unites-de-recherche/geochimie-hydrogeosystemes-cotiers/presentation-objectifs-et-mission-chaire-hydrogeosystemes-cotiers

L'ISMER regroupe une communauté d'experts en biologie, chimie, physique et géologie. L'Institut s'intéresse notamment au fonctionnement des écosystèmes marins en regard des changements climatiques, à la portée de l'activité humaine, à la valorisation des bioressources marines, à la géologie marine et aux risques naturels. Il a comme mission de contribuer à la découverte et à l'avancement des connaissances fondamentales et appliquées des milieux marins et côtiers, afin d'être en mesure d'évaluer la portée de l'activité humaine sur l'environnement et ses ressources.

Pour en savoir plus : <https://www.uqar.ca/institut-des-sciences-de-la-mer-ismer/>

Table des matières

Glossaire	3
1. Introduction	9
Contexte et objectifs des PACES	10
Les ateliers du RQES	12
Objectifs de l'atelier	12
Déroulement de l'atelier	13
Votre équipe de formation	14
Les eaux souterraines : une introduction	15
2. Le PACES et les notions à connaître pour en comprendre les résultats	17
Les notions à connaître pour comprendre les résultats du PACES	18
Épaisseur des dépôts meubles	19
Condition de confinement	20
Contextes hydrogéologiques	21
Piézométrie	22
Recharge	23
Vulnérabilité DRASTIC	24
Qualité de l'eau	25
Le PACES pilote de la Gaspésie-Matapédia	26
Le PACES Gaspésie-Matapédia	28
Les rôles du RQES et de l'équipe de recherche	33
3. Les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines sur votre territoire	35
Les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines	36
Activité 1 : Les connaissances et préoccupations locales qui peuvent aider à la réalisation du PACES	37
Activité 2 : Des connaissances locales à une caractérisation des eaux souterraines à l'échelle régionale	38
Activité 3 : Prioriser les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines sur notre territoire	39
4. Les besoins de la recherche et les modes de communication efficaces pour réaliser le projet	41
Les besoins des chercheurs vis-à-vis des intervenants locaux	42
Modes de communication et façon de fonctionner pour le PACES	44
Bibliographie	47

GLOSSAIRE



Tout au long du cahier

Les mots ou expressions en **bleu** sont définis dans le glossaire des notions clés sur les **eaux souterraines** (p. 4 à 7)

Aire d'alimentation

Portion du territoire à l'intérieur de laquelle toute l'eau souterraine qui y circule aboutira tôt ou tard au point de captage.

Aquifère

Unité géologique perméable comportant une zone saturée qui conduit suffisamment d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe et le captage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source. C'est le contenant.

Aquifère confiné

Aquifère isolé de l'atmosphère par un aquitard. Il contient une nappe captive. Il n'est pas directement rechargé par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi protégé des contaminants provenant directement de la surface.

Aquifère de roc fracturé

Aquifère constitué de roche et rendu perméable par les fractures qui le traversent. Le pompage de débits importants est parfois difficile.

Aquifère granulaire

Aquifère constitué de dépôts meubles. Généralement, plus les particules sont grossières (ex. : sable et gravier), plus les pores sont gros, plus ils sont interconnectés et plus l'aquifère granulaire est perméable. Le pompage de débits importants est souvent possible.

Aquifère non confiné

Aquifère près de la surface des terrains, en contact avec l'atmosphère (pas isolé par un aquitard). Il contient une nappe libre. Il peut être directement rechargé par l'infiltration verticale et est généralement plus vulnérable à la contamination.

Aquifère semi-confiné

Cas intermédiaire entre l'aquifère confiné et l'aquifère non confiné, il est partiellement isolé de l'atmosphère par une unité géologique peu perméable, discontinue ou de faible épaisseur. Il contient une nappe semi-captive. Il est modérément rechargé et protégé.

Aquitard

Unité géologique très peu perméable, c'est-à-dire de très faible conductivité hydraulique, dans laquelle l'eau souterraine s'écoule difficilement. Généralement, plus les particules d'un dépôt meuble sont fines (ex. : argile et silt), plus les pores sont petits, moins l'eau est accessible et moins le dépôt meuble est perméable. L'aquitard agit comme barrière naturelle à l'écoulement et protège ainsi l'aquifère sous-jacent des contaminants venant de la surface.

Argile

Grain très fin, de taille inférieure à 0,002 mm; les pores sont également très petits, rendant les dépôts meubles argileux très peu perméables.

Bruit de fond géochimique

Concentration naturelle d'un élément, un composé ou une substance dans l'eau, en l'absence de tout apport extérieur tel que l'activité humaine.

Charge hydraulique

Hauteur atteinte par l'eau souterraine dans un puits pour atteindre l'équilibre avec la pression atmosphérique; généralement exprimée par rapport au niveau moyen de la mer. L'eau souterraine s'écoule d'un point où la charge hydraulique est la plus élevée vers un point où elle est la plus basse. Voir Niveau piézométrique.

Concentration maximale acceptable (CMA)

Seuil de paramètres bactériologiques, physiques ou chimiques que l'eau potable ne doit pas dépasser afin d'éviter des risques pour la santé humaine (provient du Règlement sur la qualité de l'eau potable du Gouvernement du Québec).

Conductivité hydraulique (K)

Aptitude d'un milieu poreux à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient de charge hydraulique. Plus les pores sont interconnectés, plus le milieu géologique est perméable et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement.

Débit de base

Part du débit d'un cours d'eau qui provient de l'apport des eaux souterraines. En période d'étiage, la grande majorité du débit des cours d'eau est constitué d'eau souterraine.

Dépôt meuble

Matériau non consolidé qui provient de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvre (ex. : [sable](#), [silt](#), [argile](#), etc.).
Synonymes : Mort terrain, Dépôt quaternaire, Dépôt non consolidé, Formation superficielle, Sédiment.

DRASTIC

Système de cotation numérique utilisé pour évaluer la [vulnérabilité](#) intrinsèque d'un [aquifère](#), soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant directement de la surface. Les sept facteurs considérés sont : la profondeur du toit de la [nappe](#), la [recharge](#), la nature de l'[aquifère](#), le type de sol, la pente du terrain, l'impact de la zone vadose et la [conductivité hydraulique](#) de l'[aquifère](#). L'indice DRASTIC peut varier entre 23 et 226 ; plus l'indice est élevé, plus l'[aquifère](#) est vulnérable à la contamination.

Eau souterraine

Toute eau présente dans le sous-sol et qui remplit les [pores](#) des unités géologiques, à l'exception de l'eau de constitution, c'est-à-dire entrant dans la composition chimique des minéraux.

Formations superficielles

Voir [Dépôt meuble](#)

Fracture

Terme général désignant toute cassure, souvent d'origine tectonique, de terrains, de roches, voire de minéraux, avec ou sans déplacement relatif des parois. Ces ouvertures peuvent être occupées par de l'air, de l'eau, ou d'autres matières gazeuses ou liquides.

Gradient hydraulique

Différence de [charge hydraulique](#) entre deux points, divisée par la distance entre ces deux points. L'[eau souterraine](#) s'écoule d'un point où la [charge hydraulique](#) est la plus élevée vers un point où elle est la plus basse.

Gravier

Grain grossier, d'un diamètre compris entre 2 et 75 mm.

Hydrostratigraphie

Représente un arrangement des unités de dépôts meubles et de roches en profondeur en considérant leur perméabilité respective.

Indice GALDIT

Système de cotation numérique pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère côtier à l'intrusion saline. Les 6 facteurs considérés sont : le type d'aquifère (G), la conductivité hydraulique (A), la hauteur du niveau d'eau pnm (L), la distance à la côte (D), la salinisation actuelle de l'aquifère (I) et l'épaisseur de l'aquifère (T). L'indice GALDIT peut varier entre 13 et 130 ; plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la salinisation.

Nappe (ou [nappe phréatique](#))

Ensemble des [eaux souterraines](#) comprises dans la [zone saturée](#) d'un [aquifère](#) et accessibles par des puits. C'est le contenu de l'[aquifère](#).

Nappe captive

[Nappe d'eau souterraine](#) limitée au-dessus par une unité géologique imperméable. Elle est soumise à une pression supérieure à la pression atmosphérique, ce qui fait que lorsqu'un forage perce cette couche, le niveau de l'eau monte dans le tubage, et parfois dépasse le niveau du sol (puits artésien jaillissant). Elle n'est pas directement rechargée par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi protégée des contaminants provenant directement de la surface.

Nappe libre

[Nappe d'eau souterraine](#) située la plus près de la surface des terrains, qui n'est pas couverte par une unité géologique imperméable. Elle est en contact avec l'atmosphère à travers la zone non saturée des terrains. Elle peut être directement rechargée par l'infiltration verticale et est généralement plus vulnérable à la contamination.

Nappe semi-captive

Cas intermédiaire entre la [nappe libre](#) et la [nappe captive](#), elle est partiellement limitée au-dessus par une unité géologique peu perméable, discontinue ou de faible épaisseur. Elle est modérément rechargée et protégée.

Niveau piézométrique

Hauteur atteinte par l'[eau souterraine](#) dans un puits pour atteindre l'équilibre avec la pression atmosphérique ; généralement exprimée par rapport au niveau moyen de la mer. L'[eau souterraine](#) s'écoule d'un point où le [niveau piézométrique](#) est le plus élevé vers un point où il est le plus bas. Voir [Charge hydraulique](#).

Objectifs esthétiques (OE)

Recommandation pour des paramètres physiques ou chimiques ayant un impact sur les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût, etc.), mais n'ayant pas d'effet néfaste reconnu sur la santé humaine (publiés par Santé Canada). Les paramètres dont la présence peut entraîner la corrosion ou l'entartrage des puits ou des réseaux d'alimentation en eau sont aussi visés par ces objectifs.

Pore

Interstice dans une unité géologique qui n'est occupé par aucune matière minérale solide. Cet espace vide peut être occupé par de l'air, de l'eau, ou d'autres matières gazeuses ou liquides.

Porosité

Rapport, exprimé en pourcentage, du volume des pores d'un matériau sur son volume total. Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.

Potentiel aquifère

La capacité d'un système aquifère à fournir un débit d'eau souterraine important de manière soutenue.

Propriétés (ou paramètres) hydrauliques

L'ensemble des paramètres quantifiables permettant de caractériser l'aptitude d'une unité géologique à contenir de l'eau et à la laisser circuler (ex. : porosité, conductivité hydraulique, etc.).

Recharge

Renouvellement en eau de la nappe, par infiltration de l'eau des précipitations dans le sol et percolation jusqu'à la zone saturée.

Refuge thermique

Zone d'eau froide permettant à certaines populations de poissons d'eau froide de se réfugier en période de canicule. Les résurgences d'eau souterraine dans les rivières contribuent à créer ces habitats.

Résurgence

Émergence en surface de l'eau, au terme de son parcours dans l'aquifère, lorsque le niveau piézométrique de la nappe dépasse le niveau de la surface du sol. Les résurgences sont généralement diffuses, c'est-à-dire largement étendues (ex. : cours d'eau, lacs et milieux

humides), et sont parfois ponctuelles, c'est-à-dire localisées en un point précis (source).

Sable

Grains d'un diamètre compris entre 0,05 et 2 mm.

Silt

Grain d'un diamètre compris entre 0,002 et 0,05 mm, soit plus large que l'argile et plus petit que le sable. Synonyme : Limon.

Source

Eau souterraine émergeant naturellement à la surface de la Terre.

Surface piézométrique

Surface représentant la charge hydraulique en tout point de l'eau souterraine.

Temps de résidence

Durée pendant laquelle l'eau demeure sous terre, depuis son infiltration jusqu'à sa résurgence. Plus son temps de résidence est long, plus l'eau sera évoluée et minéralisée, c'est-à-dire concentrée en minéraux dissous.

Till

Matériau granulaire mis en place par un glacier, composé de sédiments de toutes tailles dans n'importe quelle proportion, généralement dans une matrice de sédiments fins.

Vulnérabilité

Sensibilité d'un aquifère à la pollution de l'eau souterraine à partir de l'émission de contaminants à la surface du sol.

Zone non saturée

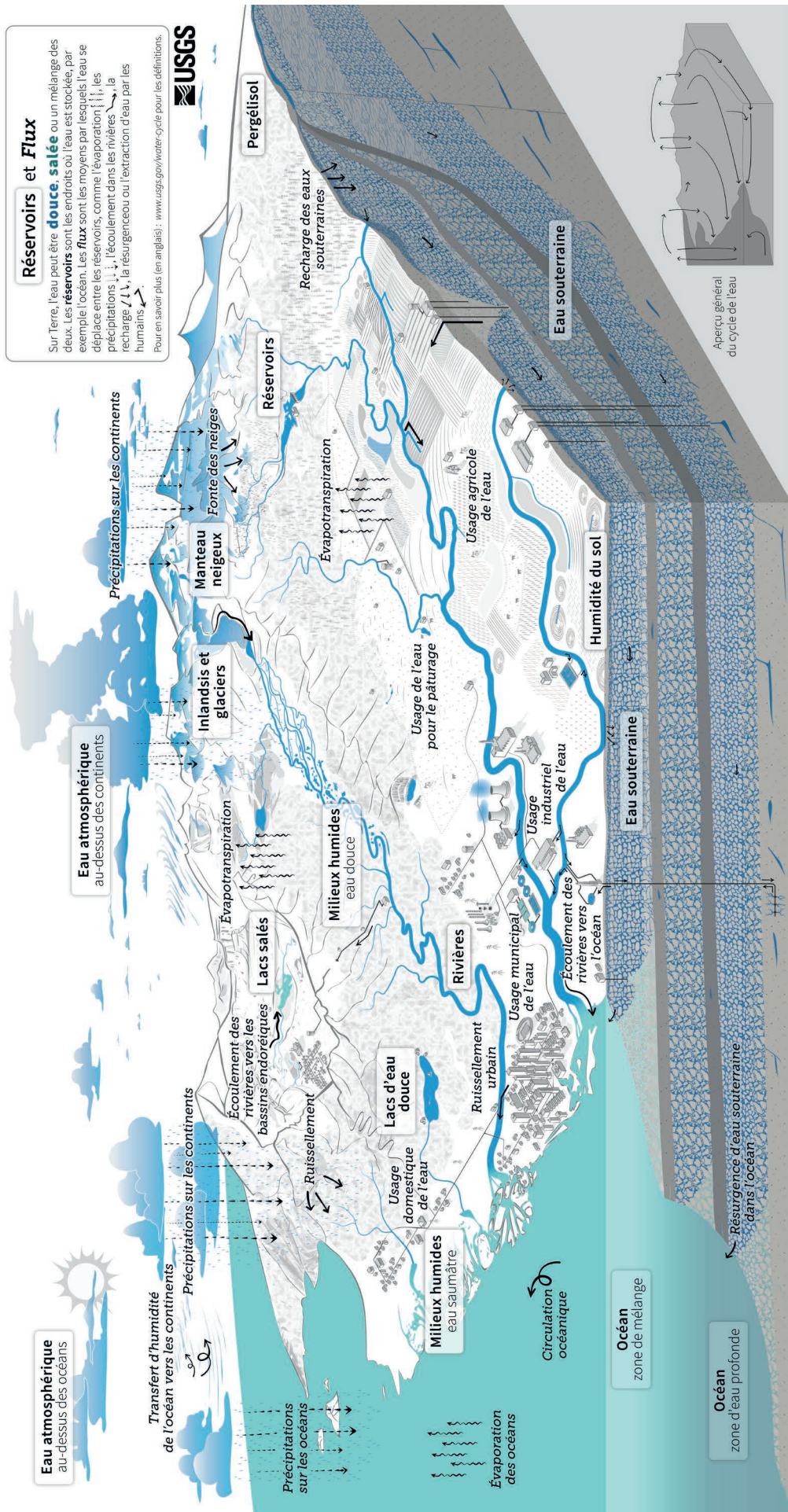
Zone comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe dans laquelle les pores de l'unité géologique contiennent de l'air et ne sont pas entièrement remplis d'eau. Synonyme : Zone vadose.

Zone saturée

Zone située sous le toit de la nappe dans laquelle les pores de l'unité géologique sont entièrement remplis d'eau.

Zone vadose

Voir Zone non saturée.



Réservoirs et Flux

Sur Terre, l'eau peut être **douce, salée** ou un mélange des deux. Les **réservoirs** sont les endroits où l'eau est stockée, par exemple l'océan. Les **flux** sont les moyens par lesquels l'eau se déplace entre les réservoirs, comme l'évaporation, les précipitations, l'écoulement dans les rivières, la recharge, la résurgence ou l'extraction d'eau par les humains.

Pour en savoir plus (en anglais) : www.usgs.gov/water-cycle pour les définitions.



Le cycle de l'eau

Le cycle de l'eau décrit où se trouve l'eau sur la Terre et comment elle se déplace. L'eau est stockée dans l'atmosphère, à la surface des continents et dans le sol. Elle peut se trouver sous forme de glace ou de vapeur d'eau. L'eau se déplace entre les lieux où elle est stockée. Elle se déplace sur de grandes et de courtes distances, à des vitesses différentes selon son état (ex. : gazeux ou liquide) et son emplacement (ex. : dans un cours d'eau de surface ou dans les aquifères). L'eau circule naturellement et sous l'action des humains. L'utilisation humaine modifie les stocks, les flux et la qualité de l'eau.

Les **réservoirs** stockent l'eau. 96% de toute l'eau est stockée dans les **océans** et est salée. Sur les continents, on trouve aussi de l'eau salée dans certains **lacs salés**. L'eau douce est stockée sous forme liquide dans les **lacs**, les **réservoirs artificiels**, les **rivières** et les **zones milieux humides**. L'eau est stockée sous forme de glace dans les **glaciers**, les **inlandsis** et les **glaciers**. L'eau est stockée sous forme de vapeur d'eau dans l'**atmosphère**. Le **vapeur d'eau** est un gaz qui est contenu dans l'**atmosphère** au-dessus des océans et des terres. Dans le sol, l'eau gèle est stockée sous forme de **pergélisol** dans les régions très froides et l'eau liquide est stockée sous forme d'**humidité du sol** dans la zone vadose et à plus grande profondeur. L'eau liquide est stockée sous forme d'**eau souterraine** dans les aquifères. Cette dernière circule dans les pores des sédiments non consolidés (par exemple, sable, gravier, till) ou dans les fissures, les fractures et/ou les pores des roches (par exemple, grès, calcaire, granite).

On mesure le **flux** d'eau entre ces différents réservoirs. Au cours de ces déplacements, l'eau peut changer de phase : état gazeux, liquide ou solide. La **circulation** mélange l'eau dans les océans et transporte la vapeur d'eau dans l'atmosphère. L'eau se déplace entre l'atmosphère et la surface par le **l'évaporation**, de la surface des continents via la **fontes des neiges**, le **ruissellement** et l'**écoulement des rivières**. L'eau pénètre dans le sol via l'**infiltration** et la **recharge des eaux souterraines**. Une fois sous terre, dans la zone saturée, l'eau souterraine circule dans les aquifères. Cette eau peut retourner à la surface par sa **réurgence** dans les cours d'eau, les **sources** et les océans.

Les êtres humains altèrent le cycle de l'eau. Nous détourmons le cours des rivières. Nous construisons des barrages pour stocker l'eau. Nous associons les minéraux humides pour le développement. Nous exploitons l'eau des rivières, des lacs, des réservoirs et des aquifères pour alimenter nos **foyers** et nos **activités industrielles**. Nous utilisons l'eau pour des **activités industrielles**, notamment le refroidissement des centrales thermoelectriques. L'extraction de minéral et l'aquaculture. La quantité d'eau disponible dépend de la quantité d'eau contenue dans chacun des réservoirs. Elle dépend aussi de la fréquence et la vitesse d'écoulement, la quantité en utilisation, et sa propriété.

Nous altérons la **qualité de l'eau**. Dans les régions agricoles et urbaines, l'irrigation et les précipitations entraînent les résidus d'engrais et de pesticides vers les rivières et les eaux souterraines. Les centrales thermoelectriques réchauffent l'eau des rivières et les usines rejettent de l'eau contaminée. Les eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux usées dans les rivières et les lacs. En aval de ces sources, l'eau contaminée peut causer la prolifération d'algues nuisibles, propager des maladies et endommager les écosystèmes. Les **changements climatiques** perturbent aussi le cycle de l'eau. Ils modifient la quantité, la saisonnalité, la qualité, et donc l'utilisation de l'eau. Ils entraînent l'acidification des océans, la hausse du niveau de la mer et plus d'événements météorologiques extrêmes. Une meilleure compréhension de ces impacts nous aidera à utiliser l'eau de façon durable.

1

Introduction

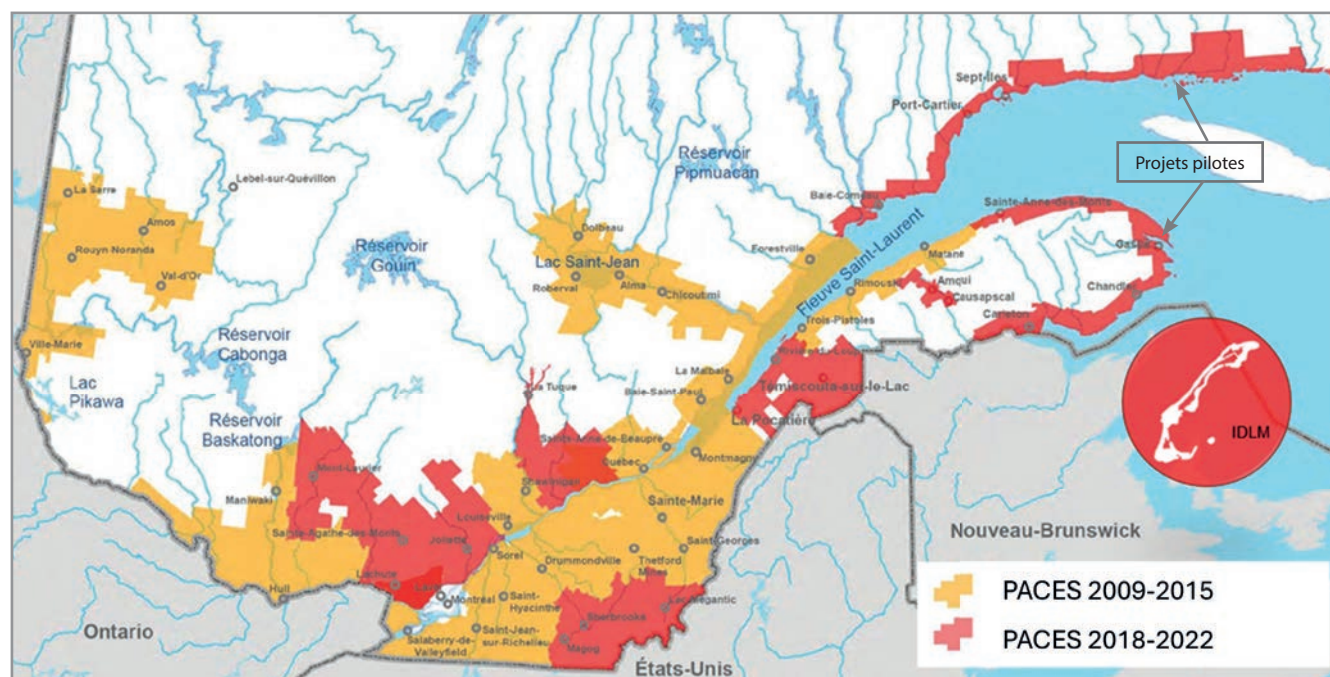


Contexte

Les projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES)

Au Québec, l'eau souterraine approvisionne près de 90 % du territoire habité et alimente 20 % de la population. Elle constitue souvent l'unique source d'eau économiquement exploitable en raison de sa qualité généralement bonne et de sa proximité avec le lieu de consommation. Malgré son importance pour le Québec, la connaissance que nous en avions était encore assez fragmentaire au milieu des années 2000. En 2008, le gouvernement du Québec et le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) décident de parfaire la connaissance sur cette ressource en mettant en œuvre des Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES). Ces projets visent à dresser un portrait régional réaliste et concret de la ressource en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional dans le but de la protéger et d'en assurer la pérennité. Entre 2009 et 2022, quatre vagues de projets PACES ont permis de couvrir une grande partie du territoire municipalisé du Québec. Ces projets succédaient à des projets pilotes (pré-PACES) réalisés entre 1995 et 2003.

L'UQAR, appuyée par l'INRS-ETE, a proposé au printemps 2012 de développer une première phase d'un projet régional d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Bas-Saint-Laurent (PACES-NEBSL). Celle-ci couvrait un territoire municipalisé de près de 4 000 km², allant de l'Isle-Verte aux Méchins. Ainsi, la portion nord-est du Bas-Saint-Laurent ainsi que la Matanie, territoire d'action de l'OBV-NEBSL, ont été couvertes lors de ce projet. En 2018, l'équipe de l'UQAR a continué cette cartographie régionale en intégrant la partie sud-ouest du Bas-Saint-Laurent (PACES-KRT), de La Pocatière à l'Isle-Verte, soit un territoire municipalisé de près de 5 200 km² (Kamouraska – Rivière-du-Loup – Témiscouata).



Territoire couvert par les PACES

Objectifs des PACES

Un portrait de la connaissance des eaux souterraines doit donner une image de la ressource à l'échelle régionale. Ce portrait doit fournir des éléments de réponse aux questions fondamentales suivantes :

1. Quelle est la nature des formations géologiques qui la contiennent ?
2. D'où vient l'eau (zones de **recharge**) et où va-t-elle (**résurgences**) ?
3. Est-elle potable et quels usages pouvons-nous en faire ?
4. Quelles sont les quantités exploitées et exploitables de façon durable ?
5. Est-elle vulnérable aux activités humaines ?
6. Quels sont les principales menaces et les principaux enjeux à considérer pour assurer une protection et une gestion durable de l'**eau souterraine** dans la région ?

Les ateliers du RQES

PHASES DE TRAVAIL DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE (UQAR)		ATELIERS DE TRANSFERT ET D'ÉCHANGE DE CONNAISSANCES (RQES)	
AN 1	Compilation des données existantes	1	Découvrir notre PACES et le lier aux enjeux de notre territoire
AN 2	Terrain et modélisation	2	Acquérir les connaissances hydrogéologiques de mon territoire
AN 3	Production des rapports et bases de données géospatiales	3	Protéger et gérer les eaux souterraines
AN 4		4	Comprendre le fonctionnement hydrogéologique de notre territoire
		5	S'approprier les bases de données géomatiques du PACES

Objectifs de l'atelier 1



1. Acquérir des notions de base en hydrogéologie pour communiquer avec l'équipe de recherche de votre PACES et des hydrogéologues
2. Présenter les connaissances qui seront générées par le PACES et comprendre à quoi elles peuvent servir
3. Identifier les enjeux actuels de protection et de gestion des eaux souterraines du territoire
4. Identifier les attentes face au PACES
5. Identifier les modes de communication désirables et réalistes entre les chercheurs et les acteurs du territoire

Déroulement de l'atelier

9h00	► Accueil des participants
1 - INTRODUCTION	
9h30	► Introduction Présentation du contexte, des objectifs et du déroulement de la journée
2 - LE PACES ET LES NOTIONS À CONNAÎTRE POUR EN COMPRENDRE LES RÉSULTATS	
10h00	► Les notions de base en hydrogéologie Présentation du RQES
10h20	► Le PACES Gaspésie pilote Présentation de l'UQAR
10h30	► Synthèse des enjeux identifiés pendant le projet pilote Présentation du RQES
10h40	► PAUSE - CAFÉ 
10h55	► Le PACES Gaspésie-Matapédia Présentation de l'UQAR
11h15	► Questions de compréhension du PACES Période de questions et échanges
3 - LES ENJEUX DE PROTECTION ET DE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES SUR VOTRE TERRITOIRE	
11h30	► Les connaissances et préoccupations locales qui peuvent aider à la réalisation du PACES Activité en sous-groupes
12h30	► DÎNER SUR PLACE - APPORTER VOTRE LUNCH 
13h30	► Des connaissances locales à une caractérisation des eaux souterraines à l'échelle régionale Activité en grand groupe
14h05	► Prioriser les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines Activité en grand groupe
14h40	► PAUSE - CAFÉ 
4 - LES BESOINS DE LA RECHERCHE ET LES MODES DE COMMUNICATIONS EFFICACES POUR LE PROJET	
14h55	► Les besoins de l'équipe de recherche et les modes de communications souhaités Présentation de l'UQAR et discussions
15h25	► Conclusion et mot de remerciement
15h30	► Fin de l'atelier

Votre équipe de formation

Vos animatrices du RQES



Miryane Ferlatte
M.Sc. Hydrogéologie
Coordonnatrice scientifique du RQES
rques.coord@gmail.com



Julie Grenier
B.Sc. Biologie
Chargée de projet du RQES
rques.coord@gmail.com

L'équipe de recherche de l'UQAR



Gwénaëlle Chaillou
Ph. D. en océanographie
Professeure, titulaire de la chaire de
recherche du Canada sur la géochimie
des hydrogéosystèmes côtiers
Institut des Sciences de la mer
Université du Québec à Rimouski
310, allée des Ursulines
Rimouski (Qc) G5L 3A1
418 723-1986 poste 1950
gwenaelle_chaillou@uqar.ca



Thomas Buffin Bélanger
Ph. D. en géographie
Professeur en hydrogéomorphologie
Département de biologie, chimie et
géographie
Université du Québec à Rimouski
300, allée des Ursulines
Rimouski (Qc) G5L 3A1
418 723-1986 poste 1577
thomas_buffin-belanger@uqar.ca



Gwendoline Tommi-Morin
Professionnelle de recherche
Institut des Sciences de la mer
Université du Québec à Rimouski
310, allée des Ursulines
Rimouski (Qc) G5L 3A1
418 723-1986 poste 1788
paces@uqar.ca



Yan Boulet
Professionnel de recherche
Département de biologie, chimie et
géographie
Université du Québec à Rimouski
300, allée des Ursulines
Rimouski (Qc) G5L 3A1
418 723-1986 poste 1052
paces@uqar.ca

Les participants

Tour de table

Présentez-vous!



- Nom, fonction et organisme
- Connaissez-vous le PACES-GM?
- Quelles sont vos attentes envers le PACES?

Les eaux souterraines, c'est quoi?

Capsule vidéo du cycle de l'eau souterraine



Le cycle de l'eau souterraine, les processus d'écoulement, la migration de contaminants dans l'eau souterraine, les zones de recharge, la vulnérabilité des aquifères.

Durée : 7 : 02 minutes



Capsules vidéo disponibles sur Youtube : <https://youtube.com/playlist?list=PLgsfH2EW5nIGpjHZJnYflph-66djGEIV&si=iB9Pr6ymKwX2eETt>

2

Le PACES et les notions à connaître pour en comprendre les résultats



Les notions à connaître pour comprendre les résultats du PACES

GUIDE DE LECTURE



Les notions principales à connaître pour comprendre les résultats du PACES.
Les notions clés en hydrogéologie sont indiquées en **BLEU**



Des exemples de résultats cartographiques issus des PACES réalisés au Québec.



NAPPE, AQUIFÈRE ET AQUITARD

L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique.

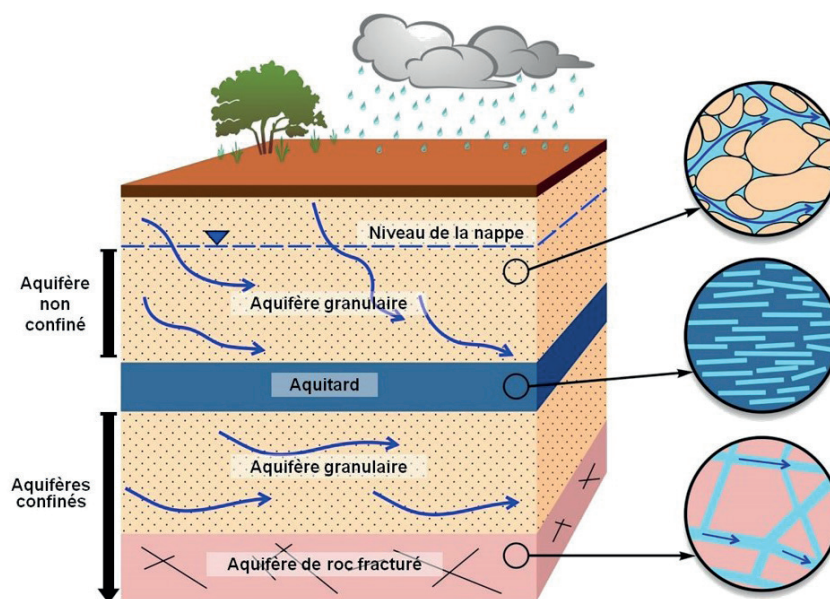
La **NAPPE** représente l'eau souterraine qui circule dans un aquifère.

- C'est le **contenu**.

Un **AQUIFÈRE** est un milieu géologique perméable comportant une zone saturée qui permet le pompage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source.

- C'est le **contenant**.

L'**AQUITARD** est un milieu géologique très peu perméable, c'est-à-dire de très faible conductivité hydraulique, dans lequel l'eau souterraine s'écoule difficilement. Il agit comme **barrière naturelle** à l'écoulement et protège ainsi l'aquifère sous-jacent des contaminants venant de la surface.





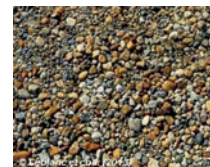
ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES

Lorsque les **DÉPÔTS MEUBLES** sont grossiers (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils peuvent constituer un **AQUIFÈRE**. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables et suffisamment épais, ils formeront plutôt un **AQUITARD**. Les informations sur l'épaisseur et la texture des dépôts meubles peuvent aussi s'avérer utiles dans d'autres domaines que l'hydrogéologie, comme la géotechnique et la construction de bâtiments et d'infrastructures.

AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

Lorsqu'un dépôt meuble est **constitué de particules grossières** (ex. : sables et graviers), il forme un **AQUIFÈRE**.

- Plus les pores sont gros, plus ils sont interconnectés et plus l'aquifère de dépôts meubles est perméable.
- Des débits importants peuvent y être pompés à condition que l'épaisseur saturée soit suffisante.



Lorsqu'un dépôt meuble est **constitué de particules fines** (ex. : argiles et silts), il forme un **AQUITARD**.

- Plus les pores sont petits, moins l'eau est accessible et moins le dépôt meuble est perméable.



Argiles

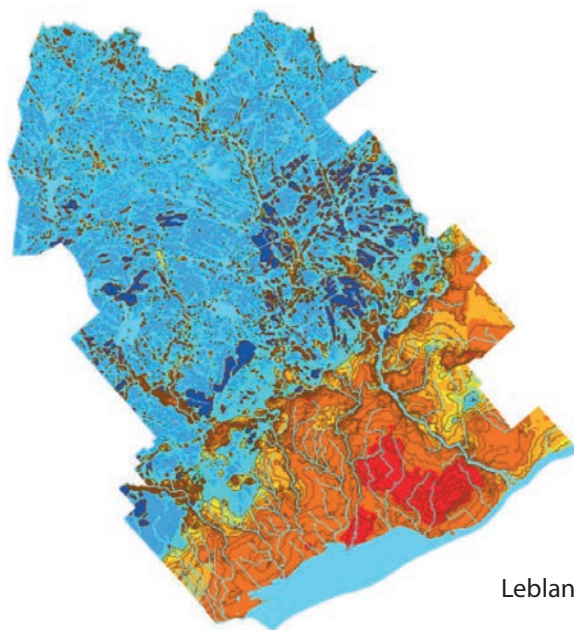
AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ

Les **pores** de la roche contiennent de l'eau souterraine et forment ainsi un grand réservoir. Leur faible interconnexion ne permet cependant pas une circulation efficace de l'eau.

Les **fractures**, qui ne représentent en général qu'un faible pourcentage en volume par rapport aux pores, permettent toutefois une circulation plus efficace de l'eau, parfois suffisante pour le captage.



PACES MAURICIE



LÉGENDE			
Épaisseur des dépôts meubles (m)			
0 - 1	12 - 16		
1 - 2	16 - 24		
2 - 4	24 - 48		
4 - 8	48 - 96		
8 - 12	96 - 148		

Leblanc et al. (2013)



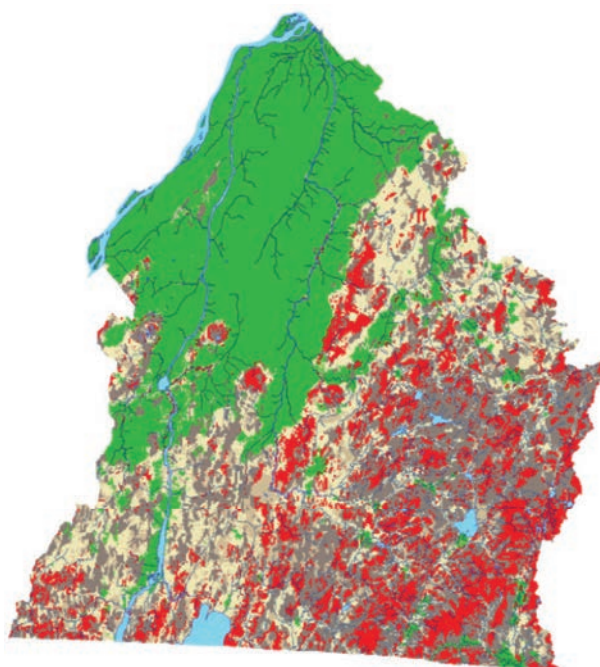
CONDITION DE CONFINEMENT

Un aquifère à **NAPPE CAPTIVE** est « emprisonné » sous un aquitard. Il n'est pas directement rechargé par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi **protégé des contaminants** provenant directement de la surface. Sa zone de recharge est située plus loin en amont, là où la couche imperméable n'est plus présente. L'eau souterraine y est sous pression plus élevée que celle de l'atmosphère.

Un aquifère à **NAPPE LIBRE** n'est pas recouvert par un aquitard et est en contact direct avec l'atmosphère. Il peut être directement rechargé par l'infiltration verticale et est donc généralement **plus vulnérable à la contamination**.



PACES MONTÉRÉGIE-EST



LÉGENDE

Conditions de confinement

-  Captif (> 5 m d'argile)
-  Semi-captif (1-5 m d'argile)
-  Semi-captif (< 1 m d'argile; > 3 m de sédiments indifférenciés)
-  Semi-captif (< 1 m d'argile; > 3 m de sédiments indifférenciés; till en surface)
-  Libre

Carrier et al. (2013)

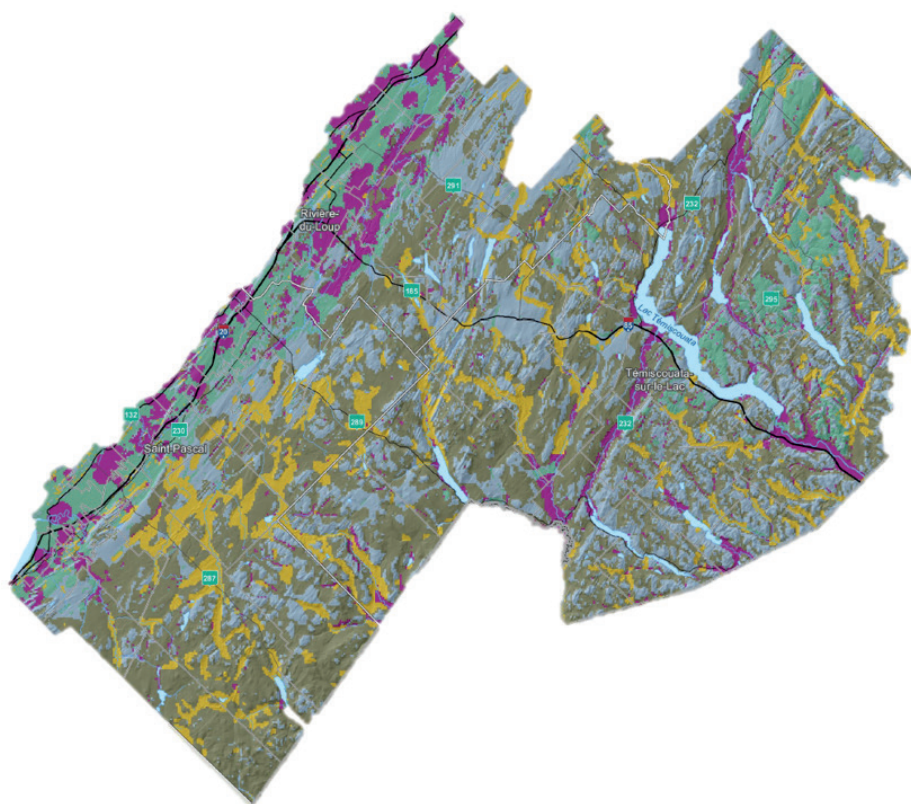


CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

Un contexte hydrogéologique (ou hydrostratigraphique) définit une séquence (une superposition) d'unités hydrogéologiques impliquant une variation verticale du comportement des eaux souterraines. Il permet de visualiser comment sont organisées les unités géologiques en profondeur et d'identifier quelle séquence de **DÉPÔTS MEUBLES** recouvrant le **ROC FRACTURÉ** peut être rencontrée dans un secteur donné. Ces contextes exercent une influence sur l'écoulement et la qualité de l'eau souterraine. Ils sont établis dans le but de servir d'indicateurs régionaux des conditions hydrogéologiques présentes sur un territoire.



PACES KAMOURASKA - RIVIÈRE-DU-LOUP - TÉMISCOUATA



LÉGENDE

-  Roc affleurant
-  Sable et gravier sur roc
-  Sable et gravier sur sédiments argileux sur roc
-  Sable et gravier sur sédiments argileux sur sédiments indifférenciés sur roc
-  Till sur roc

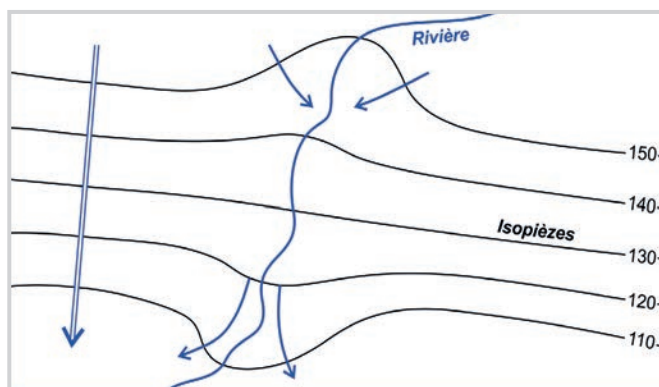
Tommi-Morin et al. (2022)



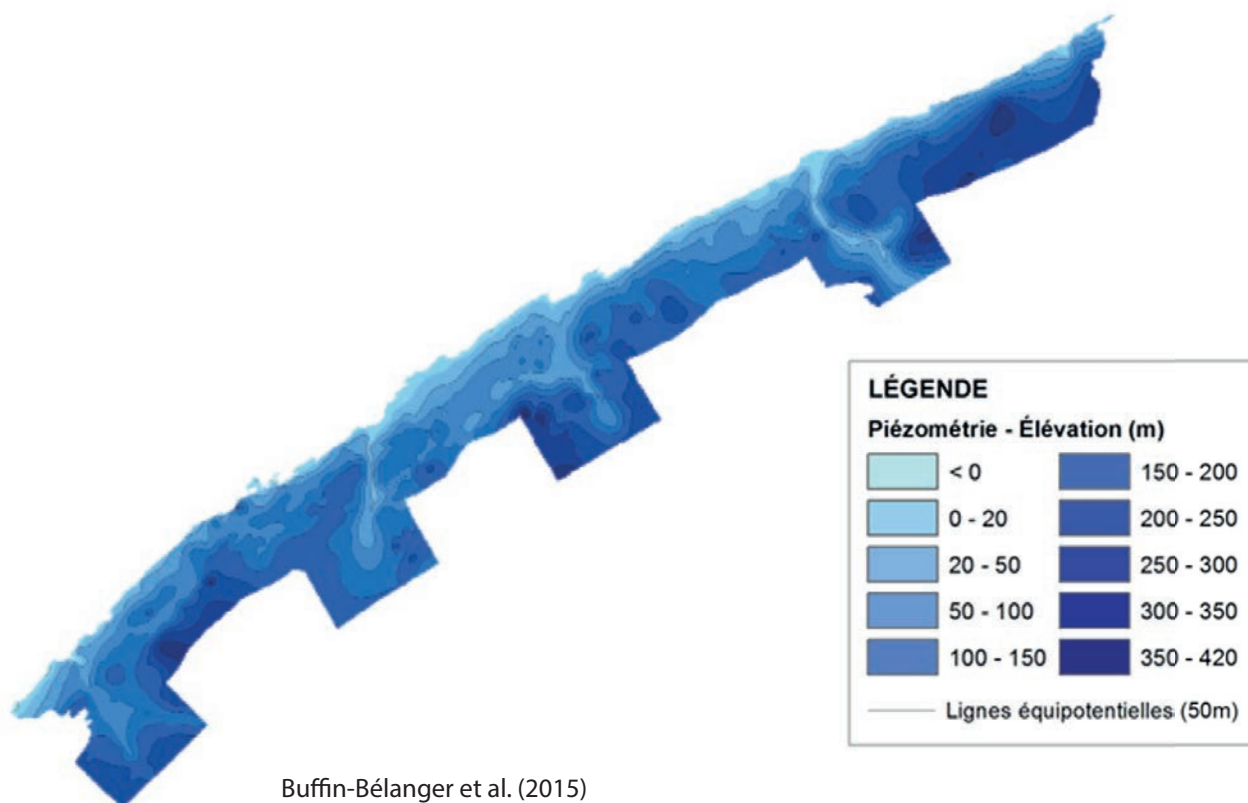
PIÉZOMÉTRIE

Le **NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE** (ou **charge hydraulique**) correspond à l'élévation que le niveau de l'eau souterraine mesurée dans un puits atteint pour être en équilibre avec la pression atmosphérique.

La **PIÉZOMÉTRIE** représente l'élévation du niveau de l'eau souterraine dans un aquifère, tout comme la topographie représente l'altitude du sol. Elle indique le sens de l'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère, qui va des zones à piézométrie plus élevée vers celles où la piézométrie est plus basse.



PACES NORD-EST DU BAS-SAINT-LAURENT



Buffin-Bélanger et al. (2015)



RECHARGE

La **RECHARGE** contribue au renouvellement de l'eau souterraine en alimentant l'aquifère par l'infiltration des précipitations depuis la surface.

Le taux de recharge dépend des conditions climatiques, de l'occupation du sol, de la topographie et des propriétés physiques du sol. Elle varie donc sur le territoire.

- Un climat sec, le confinement, un terrain pentu ou l'imperméabilisation des surfaces en milieu urbain limitent la recharge.

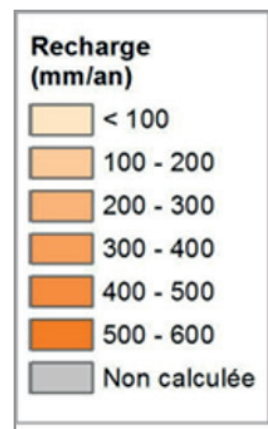
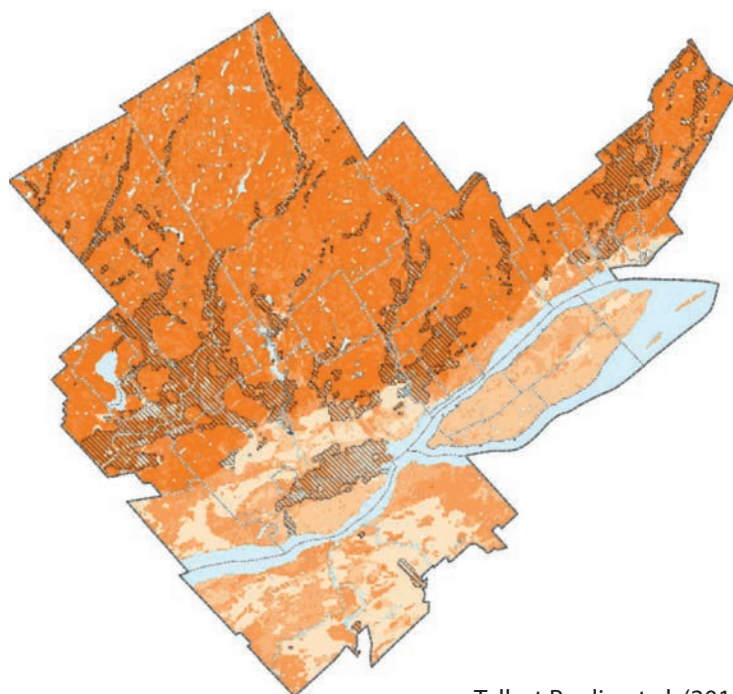
Une **RÉSURGENCE** correspond à l'exutoire de l'eau souterraine qui refait surface, lorsque le niveau piézométrique de la nappe dépasse le niveau de la surface du sol.

- Les résurgences sont généralement diffuses, c'est-à-dire qu'elles s'étendent sur une assez grande surface. Par exemple, les cours d'eau constituent souvent des zones de résurgence, tout comme les milieux humides.
- Elles sont parfois ponctuelles, c'est-à-dire localisées en un point précis, et constituent alors des sources.

En période d'étiage, l'essentiel de l'eau qui s'écoule dans les cours d'eau provient de l'apport des eaux souterraines. Cette eau contribue alors au débit de base des cours d'eau.



PACES COMMUNAUTÉ MÉTROPOLITAINE DE QUÉBEC

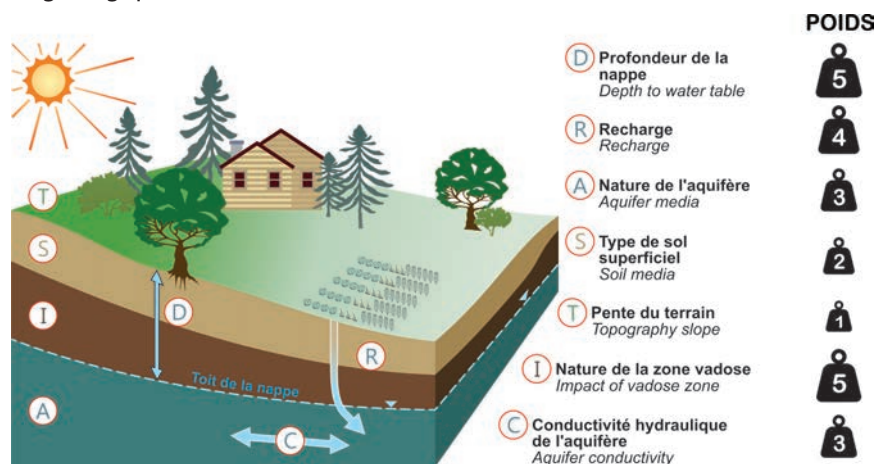


Talbot Poulin et al. (2013)



VULNÉRABILITÉ DRASTIC

La méthode **DRASTIC** fournit une évaluation relative de la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa **susceptibilité à être affecté par une contamination provenant de la surface**. L'indice **DRASTIC** peut varier entre 23 et 226. Plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la contamination. Le calcul de l'indice **DRASTIC** tient compte de sept paramètres physiques et hydrogéologiques :

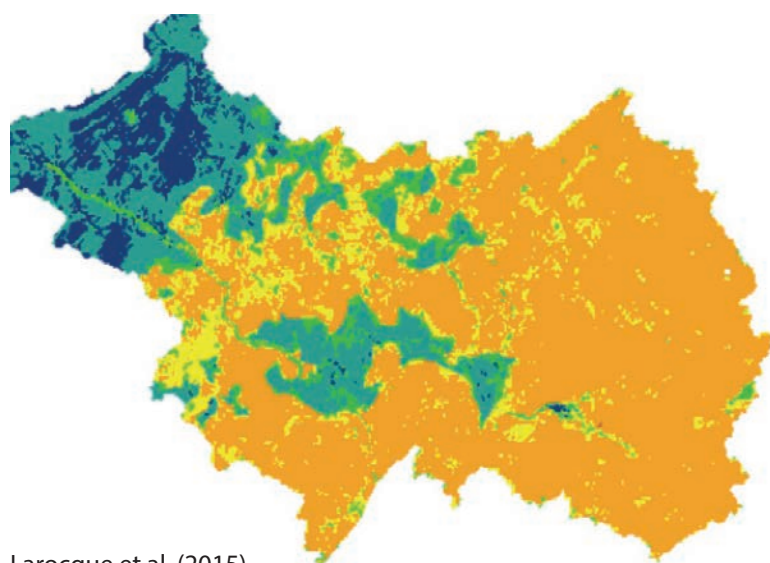


Le risque de dégradation de la qualité de l'eau souterraine peut être estimé en jumelant la vulnérabilité, l'impact des activités humaines présentant un danger potentiel de contamination et l'importance de l'exploitation de l'aquifère.

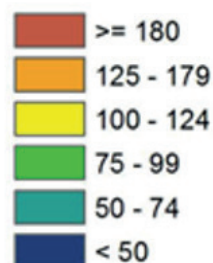
Le potentiel de contamination de chaque activité humaine dépend de plusieurs facteurs, dont la nature et la quantité de contaminants, la superficie de la zone touchée et la récurrence du rejet.



PACES NICOLET-SAINT-FRANÇOIS



LÉGENDE Indice DRASTIC



Larocque et al. (2015)



QUALITÉ DE L'EAU

La composition géochimique de l'eau souterraine est influencée en grande partie par la dissolution de certains minéraux présents dans les matériaux géologiques. Plus la distance parcourue par l'eau souterraine dans l'aquifère est grande, plus son temps de résidence est long, et plus elle sera **évoluée** et **minéralisée**, c'est-à-dire concentrée en minéraux dissous.

Critères de qualité de l'eau

Les **CONCENTRATIONS MAXIMALES ACCEPTABLES (CMA)** sont des **normes** bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine. Elles proviennent du **Règlement sur la qualité de l'eau potable** du Gouvernement du Québec (2015).

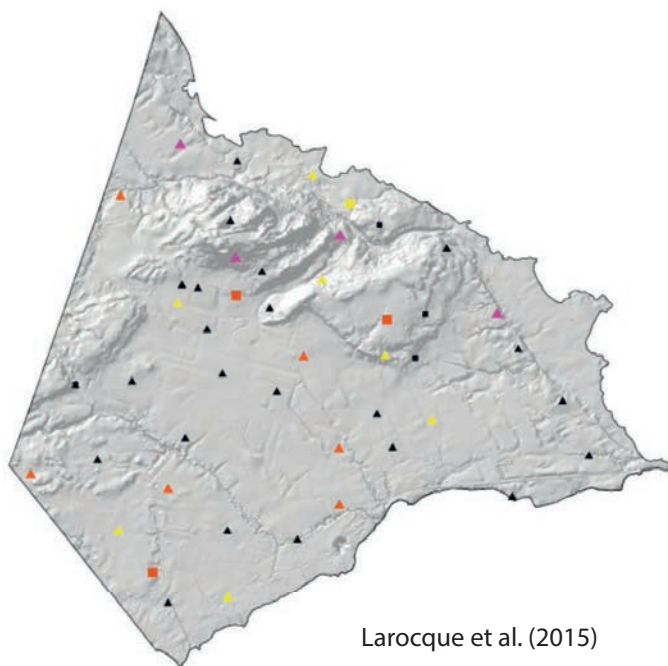
- Ex. : Arsenic < 0.01 mg/L pour éviter certains cancers et des effets cutanés, vasculaires et neurologiques.
- Ex. : Fluorures < 1,5 mg/L afin de prévenir la fluorose dentaire.

Les **OBJECTIFS ESTHÉTIQUES (OE)** sont des **recommandations** pour les paramètres ayant un impact sur les caractéristiques organoleptiques de l'eau (couleur, odeur, goût), mais n'ayant pas d'effet néfaste reconnu sur la santé humaine. Les paramètres dont la présence peut entraîner la corrosion ou l'entartrage des puits ou des réseaux d'alimentation en eau sont aussi visés par ces objectifs. Ils sont publiés par Santé Canada (2014).

- Ex. : Fer < 0,3 mg/L, fondé sur le goût et les taches sur la lessive et les accessoires de plomberie.
- Ex. : Chlorure < 250 mg/L, fondé sur le goût et la corrosion du réseau de distribution.



PACES VAUDREUIL-SOULANGES



LÉGENDE

Dépassement de la norme de qualité BACTÉRIOLOGIE

- Granulaire - Aucun dépassement
- ▲ Roc - Aucun dépassement

Granulaire

- Non conforme
- Non potable

Roc

- ▲ Non conforme
- ▲ Non potable

ÉLÉMENTS INORGANIKES

Roc

- ▲ Fluor

Larocque et al. (2015)

Le PACES pilote de la Gaspésie-Matapédia

Entre 2018 et 2022, l'équipe a examiné les stratégies possibles pour adapter les livrables PACES aux réalités territoriales de la Gaspésie pour un éventuel PACES. Ce projet-pilote représente la phase 0 qui a permis de poser les limites du projet PACES Gaspésie-Matapédia. Cette phase 0 a également permis à l'équipe de l'UQAR de :

- Colliger une partie des informations et des données existantes sur le territoire;
- Brosser un portrait préliminaire de la ressource en [eau souterraine](#) à partir des données existantes pour soutenir les besoins d'information concernant la qualité, la quantité et la [vulnérabilité](#) de l'eau souterraine;
- Développer et maintenir des partenariats entre le milieu académique, les gestionnaires du territoire (MRC et municipalités), les organismes régionaux (OBV, ZIPSE) pour favoriser la mise en place d'un PACES intégré en Gaspésie et dans la vallée de la Matapédia;
- Réfléchir à l'arrimage des livrables PACES, tels qu'effectués dans les autres régions, à la réalité territoriale ainsi qu'aux enjeux régionaux en explorant des outils géomatiques et des indices potentiellement utilisables pour cartographier les [eaux souterraines](#);
- Proposer des étapes et des approches pour la réalisation d'un PACES Gaspésie-Matapédia en tenant compte des besoins régionaux et des ressources disponibles.

Les projets connexes

Le projet O'salis : Salinisation et potabilité des eaux souterraines du Québec maritime

Dans le cadre du projet O'Salis débuté en 2021, une soixantaine d'échantillons d'[eaux souterraines](#) ont été prélevés dans des puits privés de la Gaspésie, situés à moins de 5 km de la côte, afin d'établir le bruit de fond géochimique et d'évaluer la présence de sel. Les protocoles d'échantillonnage et d'analyse établis dans le cadre des PACES ont été utilisés afin d'assurer l'harmonisation des données. Ces données seront intégrées dans la base de données du PACES Gaspésie-Matapédia (une soixantaine d'analyses géochimiques de puits privés ont déjà été intégrées). Pour en savoir plus : <https://osalis.ca/>

Cartographie des [formations superficielles](#) du Quaternaire

Une grande partie de la dynamique des [zones de recharge](#) et des réserves en [eaux souterraines](#) est régie par les couches de dépôts sédimentaires quaternaires de surface ainsi que par ses caractéristiques sédimentologiques, géochimiques et génétiques, y compris leurs variations verticales et latérales. L'objectif principal de ce projet, réalisé par l'Université Laval, est de cartographier et caractériser les dépôts sédimentaires de surface glaciaires et postglaciaires de la région de la Gaspésie-Matapédia. Ces résultats fourniront à l'équipe de l'UQAR, qui mène le projet PACES Gaspésie-Matapédia, une carte précise des dépôts de surface ainsi que des coupes stratigraphiques détaillés des sédiments quaternaires.

Mon eau, mon puits, ma santé

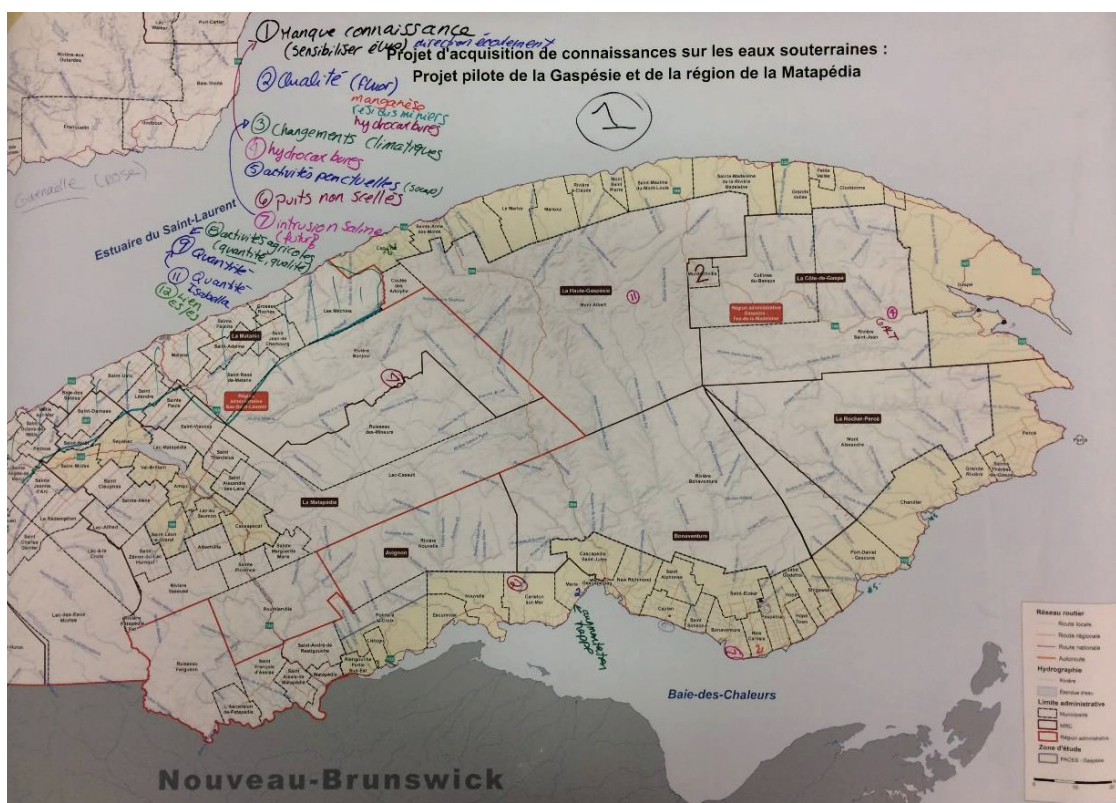
Le but du projet « Mon eau, mon puits, ma santé » en cours, réalisé par l'UQAR et coordonné par la professeure Lily Lessard dans plusieurs municipalités du Québec, est d'inciter les propriétaires de puits privés à faire analyser leur eau pour protéger la santé de leur ménage. Un site web rédigé en langage clair et simple <https://moneaumonpuits.ca> est assorti d'une application pour aider à l'interprétation des résultats des analyses. Une mise à l'échelle du projet dans la région de la Gaspésie-Matapédia pourrait être possible. Elle nécessiterait une coordination régionale d'un programme qui pourrait être assurée par des OBV et des municipalités.

Les enjeux identifiés pendant le projet pilote

Les différentes rencontres tenues avec les acteurs du milieu et un atelier de transfert et d'échanges de connaissances réalisé par le RQES (mai 2019) dans le cadre de ce projet pilote ont permis d'identifier plusieurs enjeux, notamment :

1. Le manque de connaissances sur la position et l'étendue des **aquifères** ;
2. Le manque de connaissances sur l'emplacement des zones de **recharge** et des aquifères vulnérables à protéger d'impacts potentiels issus d'activités liées à l'exploitation forestière ou au développement minier ;
3. Le manque de connaissance sur la qualité de l'eau souterraine, en particulier l'impact de la hausse du niveau marin sur la salinisation des aquifères côtiers et la contamination bactériologique des puits privés ;
4. Le manque de connaissances spécifiques sur la connectivité hydrogéologique (eaux de surface/**eaux souterraines**) et sur le lien avec les ressources en hydrocarbures et la mise en place de **refuges thermiques** dans les rivières à saumon ;
5. Le besoin de connaissances sur la disponibilité de la ressource souterraine et l'augmentation de la demande dans la perspective de développement économique, et l'incertitude sur l'impact de leur exploitation sur les **milieux humides** et leurs pertes potentielles.

Cartographie des enjeux réalisée par les acteurs régionaux présents à l'atelier mai 2019



Le PACES Gaspésie-Matapédia

Description du territoire

Forte de son expertise en hydrogéologie régionale acquise au cours des PACES-NEBSL (2012-2015) et PACES-KRT (2018-2022), de son leadership dans l'initiative structurante O'Salis sur la salinisation des **aquifères** côtiers et de sa connaissance fine du territoire et des organismes de gestion y œuvrant, l'équipe de l'UQAR réalise un projet régional d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines pour le territoire de la Gaspésie (PACES-GM) regroupant les MRC La Haute-Gaspésie, La Côte-de-Gaspé, Le Rocher-Percé, Bonaventure, Avignon et La Matapédia. Ce projet de 2 077 000 \$ est d'une durée de 4 ans et s'étend sur la période de 2024 à 2028.

Le territoire de la Gaspésie et de la MRC Matapédia couvre une superficie de 25 687 km² et accueille une population de près de 95 000 habitants répartie dans 6 MRC et 67 municipalités, qui ne couvrent que 40 % du territoire (figure 1). Le reste du territoire (60 %, 16 258 km²) est constitué de territoires non organisés (TNO). Ces TNO sont surtout localisés dans le centre de la péninsule, dans les hauts topographiques, susceptibles de correspondre aux zones de **recharge** des aquifères présents ou exploités en milieux côtiers. Même si ces zones sont peu habitées, elles représentent une part importante des activités économiques de la région, notamment celles liées à l'exploitation de leurs ressources naturelles (p. ex. ; foresterie, pêche, récréotourisme, et exploration minière). Ces zones ont encore un fort potentiel de développement économique et industriel qui pourrait avoir des impacts sur les ressources régionales en **eau souterraine**.

En excluant la MRC de la Matapédia, c'est près de 75 % des habitants de la Gaspésie qui vivent à moins de 5 km de la côte. En se référant aux données du système d'information hydrogéologique (SIH) du MELCCFP, 46 % des 3 750 puits répertoriés se trouvent à moins de 1 km du rivage et 78 % à moins de 5 km. La proximité au rivage, et donc aux zones de **résurgence**, est une des particularités du territoire.

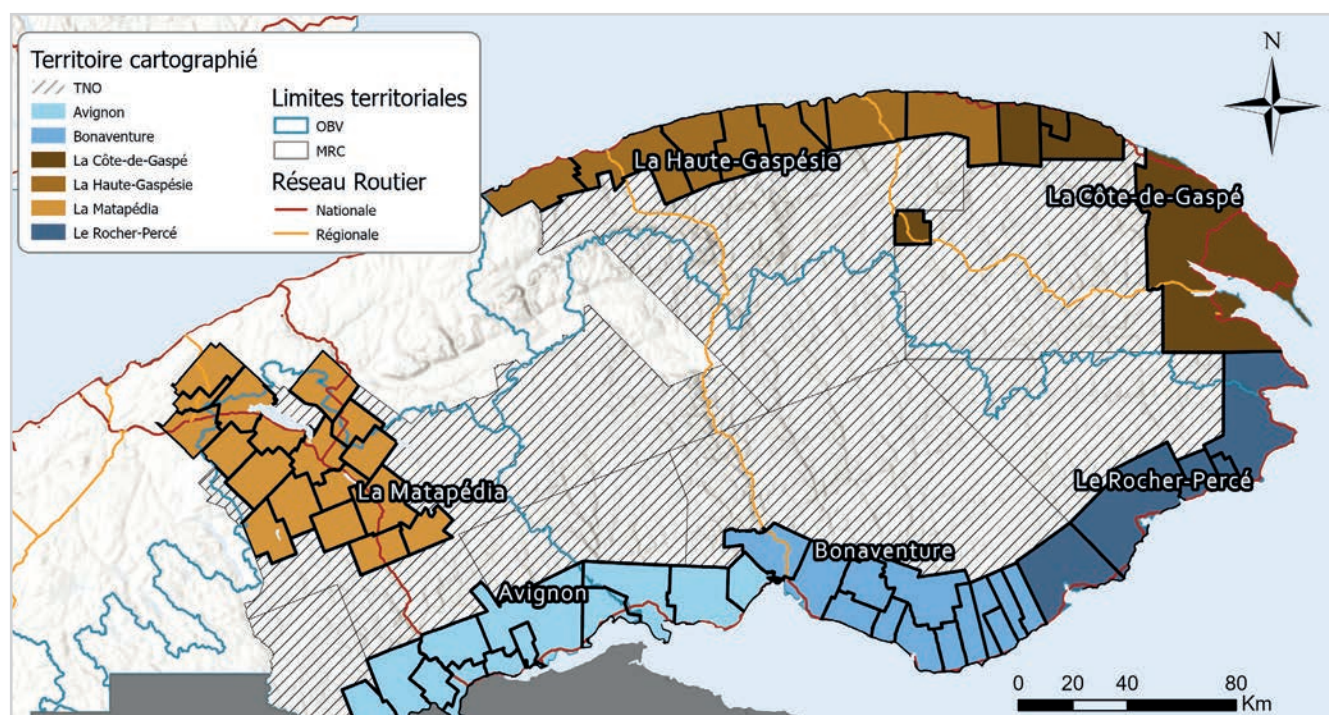


Figure 1. Zone d'étude du PACES-GM

Approvisionnement en eau potable des municipalités

Selon les données du gouvernement, 36 municipalités approvisionnent leur population en **eau souterraine**, ce qui représente ~52 % de la population (tableau 1, figure 2).

Tableau 1. Approvisionnement en eau et population desservie

Type d'approvisionnement	Nombre de municipalités	Population desservie
Eau souterraine	36	51 357 (54,5 %)
Eau de surface	6	4 731 (5%)
Mixtes	4	19 765 (21%)
Autres*	12	18 427 (19,5 %)

* Les approvisionnements autres réfèrent à un approvisionnement de la population qui n'est pas assuré par la municipalité.

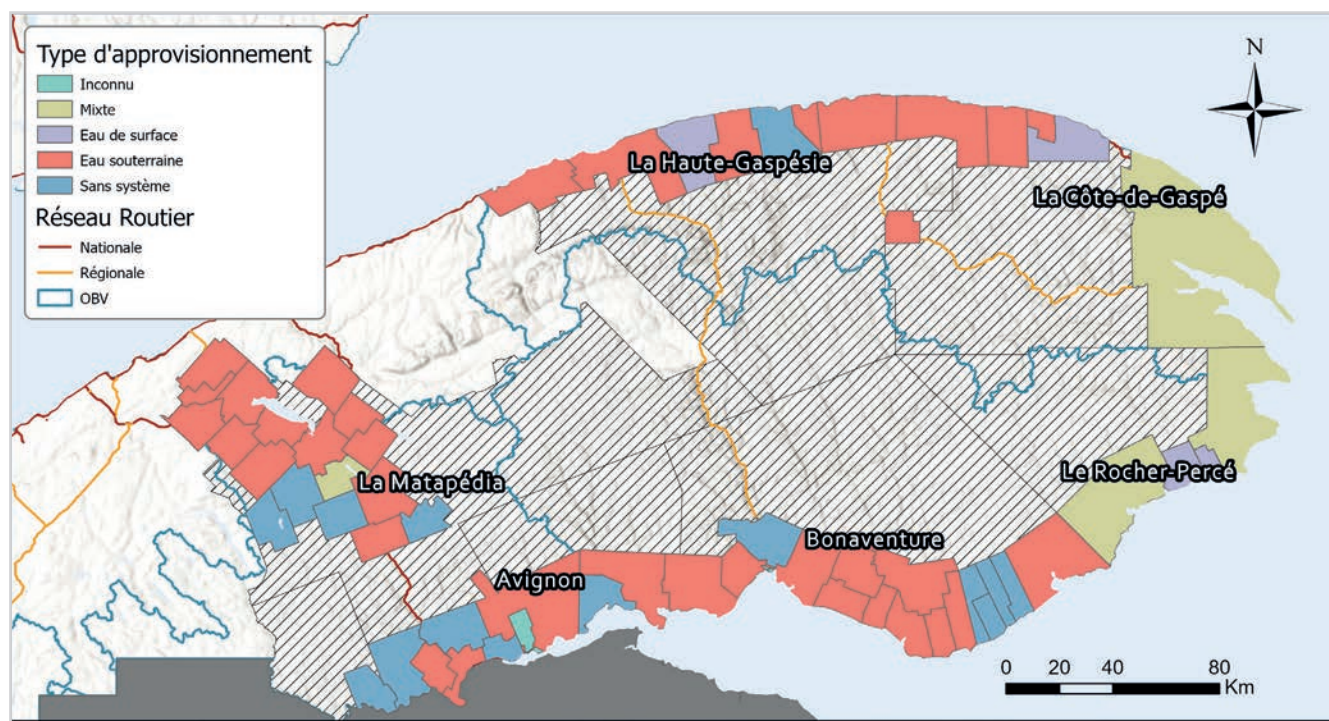


Figure 2. Portrait de l'approvisionnement en eau des municipalités de la Gaspésie et de la Matapédia

Le PACES Gaspésie-Matapédia

Objectifs et déroulement du projet

L'équipe de recherche de l'UQAR, formée de professeurs, de professionnels de recherche et d'étudiants, est mandatée par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) pour réaliser le Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) Gaspésie - Matapédia.

Les objectifs généraux du projet sont de :

- **Documenter** la qualité, la quantité et la **vulnérabilité** de la ressource en **eau souterraine** des **aquifères granulaires** et **fracturés** pour favoriser la protection et la gestion durable de la ressource;
- **Évaluer la vulnérabilité** de la ressource en eaux souterraines pour en assurer sa pérennité dans une perspective de changements environnementaux dont font partie les changements climatiques et les modifications de l'aménagement du territoire;
- **Coconstruire** une approche responsable, intégrée et collective adéquate pour répondre aux besoins des gestionnaires du territoire et de la ressource en eau et autres acteurs concernés, leur permettant d'assurer la protection et une gestion durable et équitable de cette ressource à l'échelle régionale;
- **Conscientiser** les citoyens sur l'importance de la qualité de l'eau qu'ils consomment pour leur bien-être et leur santé et les outiller pour assurer la qualité de leur approvisionnement;
- **Consolider** un pôle d'expertise régional en hydrogéologie avec du personnel hautement qualifié capable de répondre aux besoins des milieux preneurs et des citoyens en termes de connaissances sur les eaux souterraines et de protection de la ressource en eau.

Le projet de recherche se déroulera en 3 phases :

1. La collecte des données existantes et leur intégration dans une base de données géoréférencée. Cette étape se termine par la rédaction d'un rapport synthèse des informations existantes, l'identification des données manquantes et la planification des travaux requis pour compléter le portrait.
2. La réalisation de travaux de terrain nécessaires à l'obtention d'informations complémentaires ou manquantes (échantillonnage et essais, le cas échéant, pour déterminer les paramètres caractérisant les **aquifères**, inventaire des prélèvements).
3. L'intégration et l'analyse des données et la production d'un rapport scientifique dans lequel les enjeux à considérer afin d'assurer la protection et la gestion de l'**eau souterraine** sur le territoire couvert par le projet seront identifiés, de même qu'un atlas cartographique.

Les projets suivants seront développés afin de répondre à certains des enjeux spécifiques au territoire :

- Doctorat en sciences de l'environnement – Connectivité hydrogéologique et **recharge préférentielle** des **aquifères alluviaux** de la Gaspésie : Rôle des grandes vallées du nord de la Gaspésie comme **aquifères granulaires**.
- Doctorat en océanographie – Connectivité hydrogéologique et géochimique dans le continuum terre-mer : Impact de la hausse du niveau marin sur la salinisation des ressources en eau en milieu côtier.
- Maîtrise en géographie – Réponses hydrogéologiques des bassins versants du nord de la Gaspésie liées aux caractéristiques morphométriques, physiographiques, sédimentaires et d'utilisation du sol, évaluées à l'aide d'hydrogrammes de crue.

L'analyse et l'interprétation de l'ensemble des données colligées dans le cadre du projet permettront de produire les couches d'information, ou livrables, décrites dans le tableau 1 ci-contre. Pour chacun des thèmes, le résultat de l'analyse et de l'interprétation des données sera présenté sous la forme de cartes thématiques accompagnées d'un texte technique (rapport scientifique) et d'un texte vulgarisé (rapport synthèse), ainsi que d'une base de données géomatiques.

Les connaissances qui seront produites

Tableau 1. Liste des livrables du PACES-GM

Description de la région	
1. Topographie	7. Occupation du sol
2. Routes, limites municipales et toponymie	8. Couverture végétale
3. Modèle altimétrique numérique (MAN)	9. Milieux humides (zones d'intérêt écologique)
4. Pente du sol	10. Affectation du territoire
5. Hydrographie	28. Délimitation de la zone d'étude
6. Limites de bassins et de sous-bassins	
Contexte géologique	
11. Pédologie	14. Coupes stratigraphiques et hydrostratigraphiques
12. Géologie du Quaternaire	15. Épaisseur des dépôts meubles
13. Géologie du roc	16. Topographie du roc
Contexte hydrogéologique	
17. Contextes hydrogéologiques (conditions de confinement)	20. Piézométrie dans le roc
18. Épaisseurs et limites des aquifères régionaux et contextes hydrostratigraphiques	21. Paramètres hydrogéologiques – base de données ou cartes (K, T, S, porosité , etc.)
19. Piézométrie dans les formations superficielles	
Bilan hydrologique	
26. Emplacement des stations météorologiques, hydrométriques et de suivi de la nappe	27. Zones de recharge préférentielles et de résurgence
	25. Utilisation de l'eau
Vulnérabilité	
22. Vulnérabilité des aquifères selon la méthode DRASTIC (couche synthèse + couches de chacune des composantes de l'indice)	
Qualité	
23. Qualité (critères eau potable - CMA)	30. Indice Galdit
24. Qualité (objectifs esthétiques)	
Autres	
29. Données ponctuelles utilisées pour la réalisation des différents livrables	31. Incertitude sur la donnée
Identification des enjeux de protection et de gestion de la ressource et recommandations	

Le PACES Gaspésie-Matapédia

Les partenaires du projet



... ainsi que les 67 municipalités du territoire visé.

Les rôles du RQES et de l'équipe de recherche

Vos personnes-ressources

L'équipe du RQES accompagne l'équipe de recherche dans la planification et l'organisation d'ateliers de transfert et d'échange avec les acteurs/partenaires en cours de PACES. Le RQES possède une expertise dans le développement d'activités et l'animation d'ateliers facilitant le transfert et l'échange de connaissances. Étant donné l'étendue du territoire et pour assurer un taux de participation adéquat, il est prévu de donner chacun des ateliers à trois reprises afin de couvrir le territoire de chacun des OBV de la région.

L'ÉQUIPE DE RECHERCHE



Gwendoline Tommi-Morin
Professionnelle de recherche - UQAR
418 723-1986 poste 1788
paces@uqar.ca



Yan Boulet
Professionnel de recherche - UQAR
418 723-1986 poste 1052
paces@uqar.ca

L'ÉQUIPE DU RQES



Miryane Ferlatte
Coordonnatrice scientifique
rqes.coord@gmail.com

Le calendrier de réalisation

PHASES DE TRAVAIL DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE (UQAR)

AN 1

Compilation des données
existantes

AN 2

Terrain et modélisation

AN 3

Production des rapports
et bases de données
géospatiales

AN 4

ATELIERS DE TRANSFERT ET D'ÉCHANGE DE CONNAISSANCES (RQES)

1

Découvrir notre PACES et le lier aux
enjeux de notre territoire

2

Acquérir les connaissances
hydrogéologiques de mon territoire

3

Protéger et gérer les eaux
souterraines

4

Comprendre le fonctionnement
hydrogéologique de notre territoire

5

S'approprier les bases de données
géomatiques du PACES

Discussion : vos questions de compréhension sur le PACES

3

Les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines sur votre territoire



Les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines (PGES)



Enjeux globaux



Contamination
des aquifères



Recharge des
aquifères



Protection
des aires
d'alimentation
des puits

Exemples d'enjeux

- Changements climatiques
- Contaminations ponctuelles
- Activités agricoles
- Recharge
- Mine
- Qualité de l'eau
- Surexploitation
- Grands préleveurs
- Pénurie d'eau
- Manque de connaissances
- Hydrocarbures



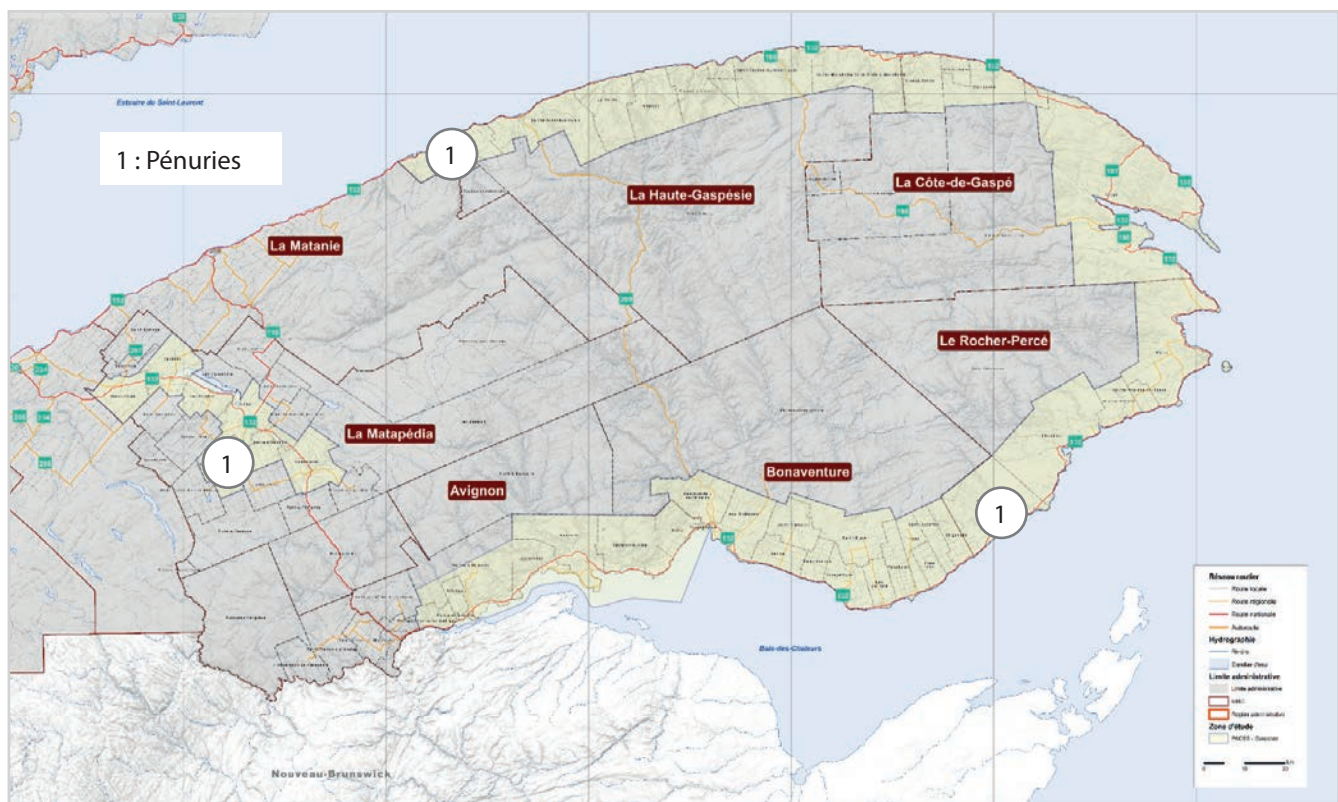
Quels sont les enjeux sur votre territoire ?

Activité 1 : Les connaissances et préoccupations locales qui peuvent aider à la réalisation du PACES



Consignes

1. En sous-groupes, identifiez et localisez sur la carte les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines (PGES) que vous connaissez ou que vous anticipez sur votre territoire. Comme certains enjeux peuvent se retrouver dans plusieurs localités, notez des chiffres sur la carte et référez-les dans une légende en bordure de la carte.
2. Précisez qui est concerné par cet enjeu.
3. Échangez avec les chercheurs pour mieux comprendre les enjeux qui ont un impact potentiel sur les eaux souterraines à l'échelle régionale.
4. Échangez avec les chercheurs pour identifier ceux qui seront adressés par le PACES.



Exemple fictif de localisation d'enjeux

Activité 2 : Des connaissances locales à une caractérisation des eaux souterraines à l'échelle régionale



Discussion en grand groupe autour des questions suivantes :

1. Qu'avez-vous appris des préoccupations et enjeux soulevés à votre table ?
2. Comment le PACES actuel va-t-il contribuer à la compréhension des enjeux, au manque de connaissances et à la gestion et la protection des eaux souterraines ?
3. Quelles sont les utilités et les limites des connaissances générées par le PACES pour les intervenants ? Quels sont les exemples d'application pour l'aménagement du territoire ?

Activité 3 : Prioriser les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines sur notre territoire



Consignes

Vous disposez de 2 gommettes. À l'aide des gommettes, identifiez les 2 enjeux de PGES que vous jugez prioritaires pour votre région (où il faudrait agir en premier).



1^{er} choix



2^e choix

Les enjeux prioritaires pour la région :

Enjeu 1 : _____

Enjeu 2 : _____

Les enjeux jugés les plus prioritaires serviront à développer le 3^e atelier du RQES, où nous discuterons des mesures de PGES qui peuvent être mises en place pour répondre à ces enjeux.

4

Les besoins de la recherche et les modes de communications efficaces pour le projet



Les besoins des chercheurs vis-à-vis des intervenants locaux pour la réalisation du PACES



La première phase du PACES consiste à colliger toutes les données existantes, notamment :

- Description de forages ou de sondages
- Essais de pompage
- Données de suivi des [niveaux piézométriques](#)
- Données géochimiques (qualité de l'[eau souterraine](#))
- [Propriétés hydrauliques](#) des différentes unités géologiques ([porosité](#), [conductivité hydraulique](#), fracturation, transmissivité, etc.)
- Données climatiques
- Données hydrométriques
- Occupation du territoire
- Études hydrogéologiques
- Études ou forages géothermiques
- Exploration des [nappes](#) d'eau
- Approvisionnement en eau potable (volumes prélevés)
- Protection de la source d'approvisionnement en eau
- Recherche en eau (même si non concluante)
- Puits d'alimentation en eau potable (municipal ou privé)
- Reconnaissance du sous-sol
- Étude ou caractérisation géologiques ou géotechniques
- Modélisation de l'écoulement souterrain
- Études géophysiques ou caractérisations géophysiques
- [Potentiel aquifère](#)
- Demande d'autorisation en vertu de l'article 7 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
- Demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement

La deuxième phase consiste à faire la collecte de données sur le terrain. Pour cette étape, les chercheurs ont besoin :

- D'avoir accès à des endroits d'intérêt pour l'échantillonnage des puits, la caractérisation de l'[hydrostratigraphie](#) de forages, les essais de pompage;
- D'un plan de communication pour sensibiliser et conscientiser les municipalités et le public à l'[eau souterraine](#) et au PACES-GM.

Discussion : comment répondre aux besoins des chercheurs pour avoir des connaissances utiles ?



Modes de communication et façon de fonctionner pour le PACES



Rappel : vos personnes-ressources

L'ÉQUIPE DE RECHERCHE



Gwendoline Tommi-Morin
Professionnelle de recherche - UQAR
418 723-1986 poste 1788
paces@uqar.ca



Yan Boulet
Professionnel de recherche - UQAR
418 723-1986 poste 1052
paces@uqar.ca

L'ÉQUIPE DU RQES



Miryane Ferlatte
Coordonnatrice scientifique
rqes.coord@gmail.com

Le calendrier de réalisation

PHASES DE TRAVAIL DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE (UQAR)

AN 1

Compilation des données
existantes

AN 2

Terrain et modélisation

AN 3

Production des rapports
et bases de données
géospatiales

AN 4

ATELIERS DE TRANSFERT ET D'ÉCHANGE DE CONNAISSANCES (RQES)

1

Découvrir notre PACES et le lier aux
enjeux de notre territoire

2

Acquérir les connaissances
hydrogéologiques de mon territoire

3

Protéger et gérer les eaux
souterraines

4

Comprendre le fonctionnement
hydrogéologique de notre territoire

5

S'approprier les bases de données
géomatiques du PACES

Trouver un mode de communication qui nous ressemble pour le PACES



1. Qui sont les personnes-ressources du milieu ?

2. Quels sont les autres besoins que vous entrevoyez en cours de projet en lien avec la recherche ?

3. Quels sont les autres besoins que vous entrevoyez en cours de projet en lien avec le transfert de connaissances ?

4. Avez-vous d'autres besoins ou attentes ?

Notes

Bibliographie

- Buffin-Bélanger, T., Chaillou, G., Cloutier, C.-A., Touchette, M., Hétu, B. et McCormack, R. 2015. Programme d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines du nord-est du Bas-Saint-Laurent (PACES-NEBSL) : Rapport final. 199p.
- Carrier, M.-A., Lefebvre, R., Rivard, C., Parent, M., Ballard, J.-M., Benoit, N., Vigneault, H., Beaudry, C., Malet, X., Laurencelle, M., Gosselin, J.-S., Ladevèze, P., Thériault, R., Gloaguen, E., Beaudin, I., Michaud, A., Pugin, A., Morin, R., Crow, H., Bleser, J., Martin, A., Lavoie, D. 2013. Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada. Projet réalisé conjointement par l'INRS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du MDDEFP et du Programme de Cartographie des eaux souterraines de la CGC, Rapport final INRS R-1433, soumis en juin 2013.
- CERM-PACES, 2015. Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de Charlevoix, Charlevoix-Est et La Haute-Côte-Nord. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.
- Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A. et Larouche, U. F. 2014. Notions d'hydrogéologie - Les eaux souterraines pour tous. Première Édition. Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES). 63 p. [En ligne], (http://rqes.ca/wp-content/uploads/sites/72/2016/08/HYDROGEOLOGIE_notions_et_figures_oct2014.pdf). Page consultée le 11 mai 2017.
- Gouvernement du Québec. 2015. Règlement sur la qualité de l'eau potable. Loi sur la qualité de l'environnement. Q-2, r. 40. [En ligne], (<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2040/>). Page consultée le 11 mai 2017.
- Larocque, M., Gagné, S., Barnette, D., Meyzonnat, G., Graveline, M. H. et Ouellet, M. A. 2015. Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la zone Nicolet et de la partie basse de la zone Saint-François - Rapport final. Rapport déposé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 258 p.
- Larocque, M., Meyzonnat, G., Ouellet, M. A., Graveline, M. H., Gagné, S., Barnette, D. et Dorner, S. 2015. Projet de connaissance des eaux souterraines de la zone de Vaudreuil-Soulanges - Rapport scientifique. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques. 201 p.
- Leblanc, Y., Légaré, G., Lacasse, K., Parent, M. et Campeau, S. 2013. Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 134 p., 15 annexes et 30 documents cartographiques (1 : 100 000). [En ligne], (https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC1456/F1542720878_Rapport_final_05juin.pdf). Page consultée le 11 mai 2017.
- Santé Canada. 2014. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Tableau sommaire. Préparé par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement. [En ligne], (http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/index-fra.php). Page consultée le 11 mai 2017.
- Siim Sepp. 2005. Wikipédia – Argile. Argilite en Estonie. [En ligne], (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Argile>). Page consultée le 11 mai 2017.
- Talbot Poulin, M.C., Comeau, G., Tremblay, Y., Therrien, R., Nadeau, M.M., Lemieux, J.M., Molson, J., Fortier, R., Therrien, P., Lamarche, L., Donati-Daoust, F., Bérubé, S. 2013. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec, Rapport final. Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, mars 2013, 172 pages, 19 annexes, 28 cartes.
- Tommi-Morin G., Deschamps C.-E., Dubé, J., Buffin-Bélanger T., Chaillou G. 2022. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines – Kamouraska - Rivière-Du-Loup - Témiscouata. Rapport synthèse au MELCC. 44 p.

Les partenaires du 1^{er} atelier de transfert et d'échange des connaissances du RQES sur les eaux souterraines de la Gaspésie-Matapédia :



Cette initiative est financée par le Fonds bleu dans le cadre du Plan national de l'eau de la Stratégie québécoise de l'eau, qui déploie des mesures concrètes pour protéger, utiliser et gérer l'eau et les milieux aquatiques de façon responsable, intégrée et durable.

