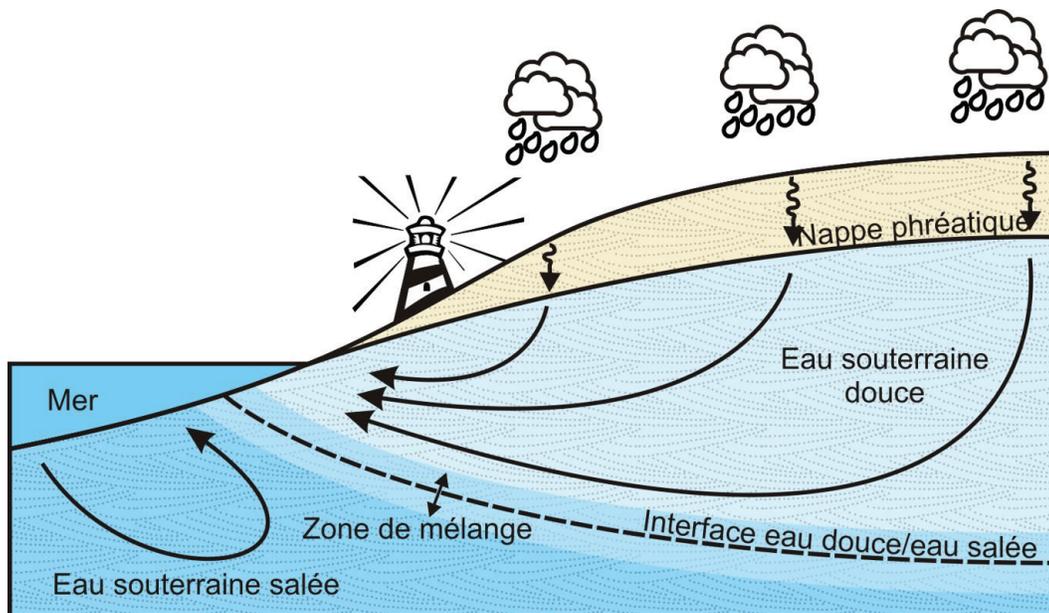


ATELIER 1

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

Îles-de-la-Madeleine



CAHIER DU PARTICIPANT

Juin 2018

Cet atelier de transfert et d'échange des connaissances issues du Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du territoire des Îles-de-la-Madeleine est rendu possible grâce au financement du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Il est le résultat d'un travail conjoint entre le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), l'Université Laval et la Chaire de recherche Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) en écologie du paysage et aménagement :

- Anne-Marie Decelles, agente de transfert du RQES, conception, préparation et animation de l'atelier
- Yohann Tremblay, agent de transfert du RQES et professionnel de recherche de l'Université Laval, chargé de projet du PACES des Îles-de-la-Madeleine, conception, préparation et animation de l'atelier
- Julie Ruiz, professeure et titulaire de la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement, conception de l'atelier
- Jean-Michel Lemieux, professeur en hydrogéologie de l'Université Laval, coordonnateur principal du PACES des Îles-de-la-Madeleine
- Christian Dupuis, professeur en géophysique de l'Université Laval, coordonnateur du PACES des Îles-de-la-Madeleine
- André Guy Tranquille Temgoua, professionnel de recherche de l'Université Laval, chargé de projet du PACES des Îles-de-la-Madeleine

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 résulte d'un travail de vulgarisation des connaissances sur les eaux souterraines issues du PACES es Îles-de-la-Madeleine :

Decelles, A.M., Tremblay, Y. et Ruiz, J. 2018. Atelier 1 - Découvrir notre projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines et le lien aux enjeux de notre territoire, Îles-de-la-Madeleine, cahier du participant. Document préparé par le RQES, avec la contribution de l'Université Laval et de l'UQTR, pour les acteurs de l'aménagement du territoire.



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 a pour mission de consolider et d'étendre les collaborations entre les équipes de recherche universitaire et le MDDELCC 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 utilisateurs 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 utilisateurs 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.qes.ca

Le Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval

La géologie et le génie géologique s'intéressent à l'histoire et l'évolution de la Terre pour comprendre et prédire les processus naturels. La compréhension de ces processus naturels est essentielle pour découvrir et exploiter les ressources en métaux, minéraux et matériaux industriels, eaux souterraines et hydrocarbures si importants pour le bien-être de notre société. La connaissance de ces processus naturels permet de guider la société vers une utilisation rationnelle de la masse continentale et des fonds océaniques. Elle offre les outils qui servent à prévoir les risques naturels (glissements de terrain, tremblements de terre, volcanisme) qui peuvent mettre en danger la vie et les biens de la société.

La mission du département est d'offrir aux étudiantes et étudiants des programmes de qualité, qui les prépareront adéquatement au marché du travail. Les membres du Département de géologie et de génie géologique sont également fortement impliqués en recherche.

Pour en savoir plus : www.ggl.ulaval.ca

Table des matières

Index des notions clés	6
Le déroulement de l'atelier	7
Votre équipe de formation	8
1. Hydrogéologie 101 - Les notions à connaître pour comprendre les résultats du PACES	9
Définitions de base	10
Différents types d'aquifères	11
Piézométrie	12
Recharge et résurgence	12
Vulnérabilité de l'eau souterraine	13
Qualité de l'eau	14
2. Les enjeux de PGES sur votre territoire	15
?????	XX
3. Le projet PACES c'est quoi ? Quelles sont vos attentes ?	XX
?????	xx
4. Les besoins de la recherche pour réaliser le projet	XX
?????	xx
5. Trouver un mode de communication qui nous ressemble pour le PACES	XX
?????	xx
Bibliographie	xx
Mes notes personnelles	xx

Index des notions clés

Aquifère	10
Aquifère de dépôts meubles	11
Aquifère de roc fracturé	11
Aquitard	10
Concentrations maximales acceptables	14
Conductivité hydraulique	10
Dépôts meubles	11
DRASTIC	13
Eau souterraine	10
Évolution de l'eau	14
Minéralisation	14
Nappe	10
Niveau piézométrique	12
Objectifs esthétiques	14
Piézométrie	12
Porosité	10
Porosité efficace	10
Recharge	12
Résurgence	12
Roc fracturé	11
Vulnérabilité	13
Zone saturée et non saturée	10

Tout au long du cahier



Définitions des **NOTIONS CLÉS** en hydrogéologie

on renvoie au numéro de page où se trouvent les définitions des notions clés

Le déroulement de l'atelier

Objectifs

- 1- Acquérir des notions de base en hydrogéologie pour communiquer avec les chercheurs et les hydrogéologues
- 2 - Comprendre à quoi les connaissances du PACES peuvent servir
- 3 - Identifier les attentes face au PACES
- 4 - Partager les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines de notre territoire
- 5 - Identifier les modes de communication désirables et réalistes entre les chercheurs et les acteurs du territoire

Les activités	Les sections du cahier
1. Hydrogéologie 101 – Les notions à connaître pour comprendre les résultats du PACES <i>(capsule vidéo - présentation magistrale)</i>	Partie 1, p. 9 à 14
↓	
2. Les enjeux de PGES sur votre territoire <i>(activité en sous-groupe - discussion de groupe)</i>	Partie 2, p. 15 à xx
↓	
3. Le projet PACES c'est quoi? Quelles sont vos attentes? <i>(présentation magistrale - discussion de groupe)</i>	Partie 3, p. xx à xx
↓	
4. Les besoins de la recherche pour réaliser le projet <i>(présentation magistrale - discussion de groupe)</i>	Partie 4, p. 15 à xx
↓	
5. Trouver un mode de communication qui nous ressemble pour le PACES <i>(présentation magistrale - discussion de groupe)</i>	Partie 5, p. xx à xx

Votre équipe de formation

Vos animateurs du RQES



Yohann Tremblay
M.Sc. Sciences de l'eau
Agent de transfert du RQES
Département de géologie et
génie géologique, Université Laval
1065 av. de la Médecine
Québec (Qc) G1V OA6
418-656-2131 poste 5595
ytremblay.rques@gmail.com



Anne-Marie Decelles
M.A. Développement régional
Agente de transfert du RQES
Département des sciences de
l'environnement, Université du
Québec à Trois-Rivières
CP 500, Trois-Rivières (Qc) G9A 5H7
819-376-5011 poste 3238
Anne-Marie.Decelles1@uqtr.ca

Vos experts en eaux souterraines - L'équipe de recherche de l'Université Laval



Jean-Michel Lemieux
ing. Ph.D. Hydrogéologie
Professeur
Département de géologie et
génie géologique, Université Laval
1065 av. de la Médecine
Québec (Qc) G1V OA6
418-656-2131 poste 7679
jean-michel.lemieux@ggl.ulaval.ca



Christian Dupuis
Ph.D. Géophysique
Professeur
Département de géologie et
génie géologique, Université Laval
1065 av. de la Médecine
Québec (Qc) G1V OA6
418-656-2131 poste 8118
christian.dupuis@ggl.ulaval.ca



André Guy Tranquille Temgoua
P. Eng. Ph.D. Sciences environnementales
Professionnel de recherche
Département de géologie et
génie géologique, Université Laval
1065 av. de la Médecine
Québec (Qc) G1V OA6
418-656-2131 poste 7246
andre-guy-tranquille.temgoua.1@ulaval.ca



Yohann Tremblay
M.Sc. Sciences de l'eau
Professionnel de recherche
Département de géologie et
génie géologique, Université Laval
1065 av. de la Médecine
Québec (Qc) G1V OA6
418-656-2131 poste 5595
yohann.tremblay@ggl.ulaval.ca

1

Hydrogéologie 101

**Les notions à connaître pour
comprendre les résultats du
PACES**



DÉFINITIONS DE BASE

Qu'est-ce que l'EAU SOUTERRAINE ?

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

Des propriétés hydrauliques

La **POROSITÉ** est le volume (en %) des pores, c'est-à-dire des espaces vides au sein de la matrice solide.

- Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.

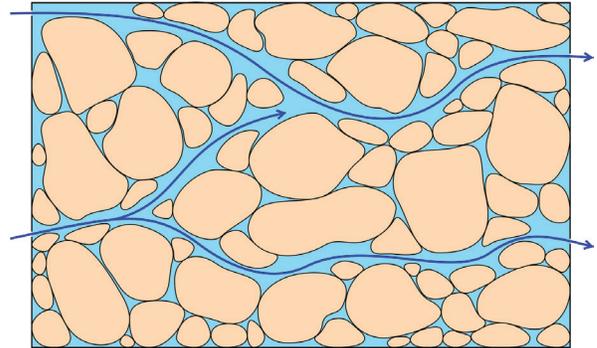
La **POROSITÉ EFFICACE** est le volume (en %) du milieu géologique qui contient de l'eau qui peut se drainer par gravité.

- C'est la quantité d'eau disponible pour le pompage

La **CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE** est l'habileté du milieu à transmettre l'eau.

- Plus les pores sont interconnectés, plus le milieu géologique est perméable et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement.

Circulation de l'eau souterraine entre les pores



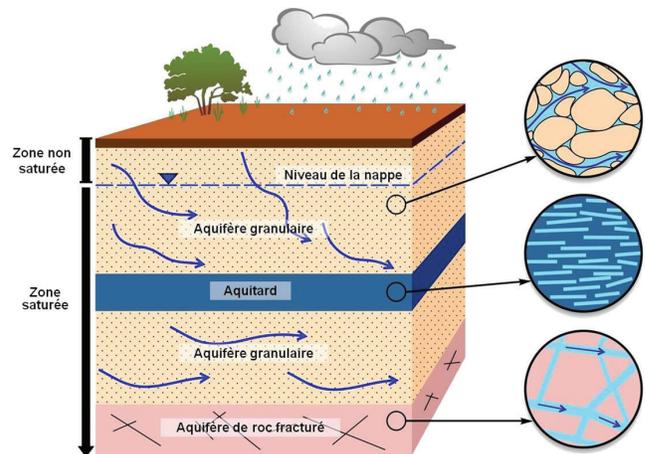
NAPPE et AQUIFÈRE, de quoi parle-t-on ?

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**.



Comment cela fonctionne-t-il ?

L'eau qui s'infiltré dans le sol percole verticalement et traverse la **zone vadose** (ou **zone non saturée**) pour atteindre la **nappe** phréatique (**zone saturée**), et ainsi contribuer à la **recharge** de l'aquifère. Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère, mais beaucoup plus lentement que dans les rivières.

Qu'est-ce qu'un AQUITARD ?

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.



DIFFÉRENTS TYPES D'AQUIFÈRES

Quels sont les milieux géologiques qui constituent des aquifères ?

Deux types de milieux géologiques constituent des aquifères :

- le **ROC FRACTURÉ** qui constitue la partie supérieure de la croûte terrestre ;
- les **DÉPÔTS MEUBLES** qui sont l'ensemble des sédiments qui proviennent de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvrent.

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.

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.

En forant un puits dans ce type d'aquifère, on cherche à rencontrer le plus de fractures possible

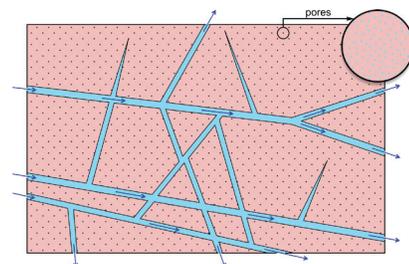
Graviers



Argiles



Roc fracturé

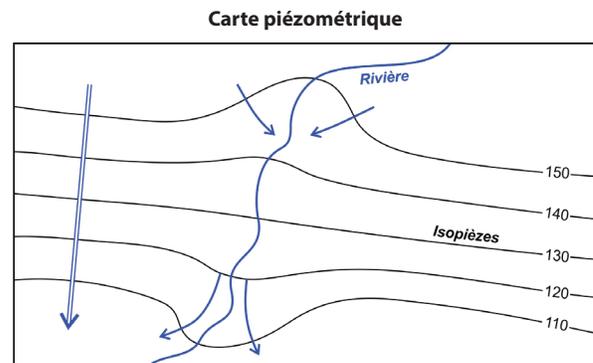




PIÉZOMÉTRIE

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.



RECHARGE ET RÉSURGENCE

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.

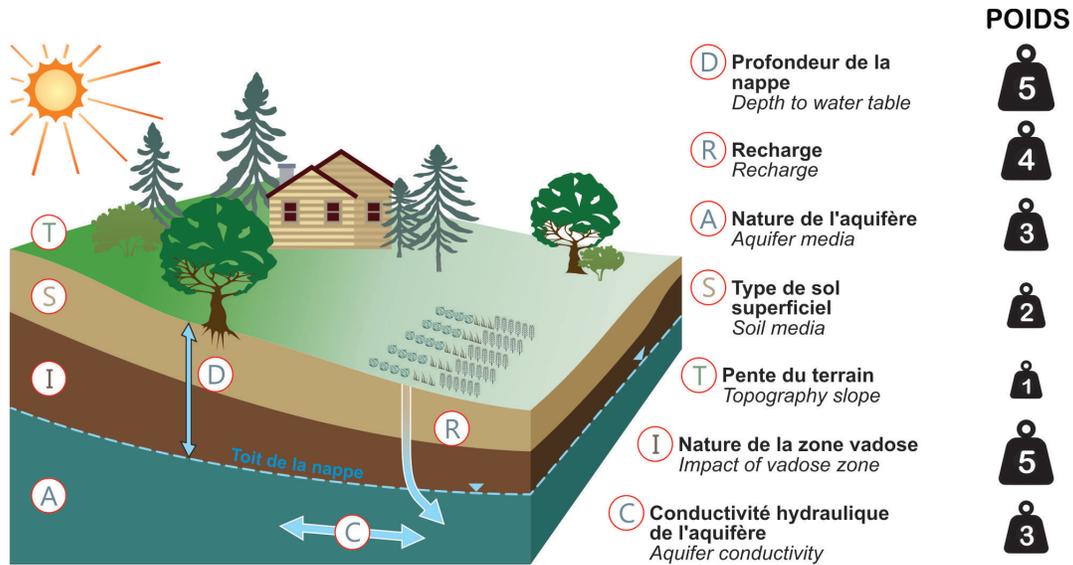


VULNÉRABILITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE

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.



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. : Chlorures < 250 mg/L, fondé sur le goût et la corrosion du réseau de distribution

2

Les enjeux de PGES sur votre territoire

3

**Le projet PACES c'est quoi ?
Quelles sont vos attentes ?**

4

Les besoins de la recherche pour réaliser le projet

5

Trouver un mode de communication qui nous ressemble pour le PACES

Bibliographie

- 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.
- 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.
- Siiim Sepp (2005). Wikipédia – Argile. Argilite en Estonie. [En ligne], (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Argile>). Page consultée le 11 mai 2017.

Mes notes personnelles

Les partenaires du 1er atelier de transfert et d'échange des connaissances sur les eaux souterraines du RQES aux Îles-de-la-Madeleine :



Grâce au support logistique de :



Grâce au support financier de :

*Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques*

