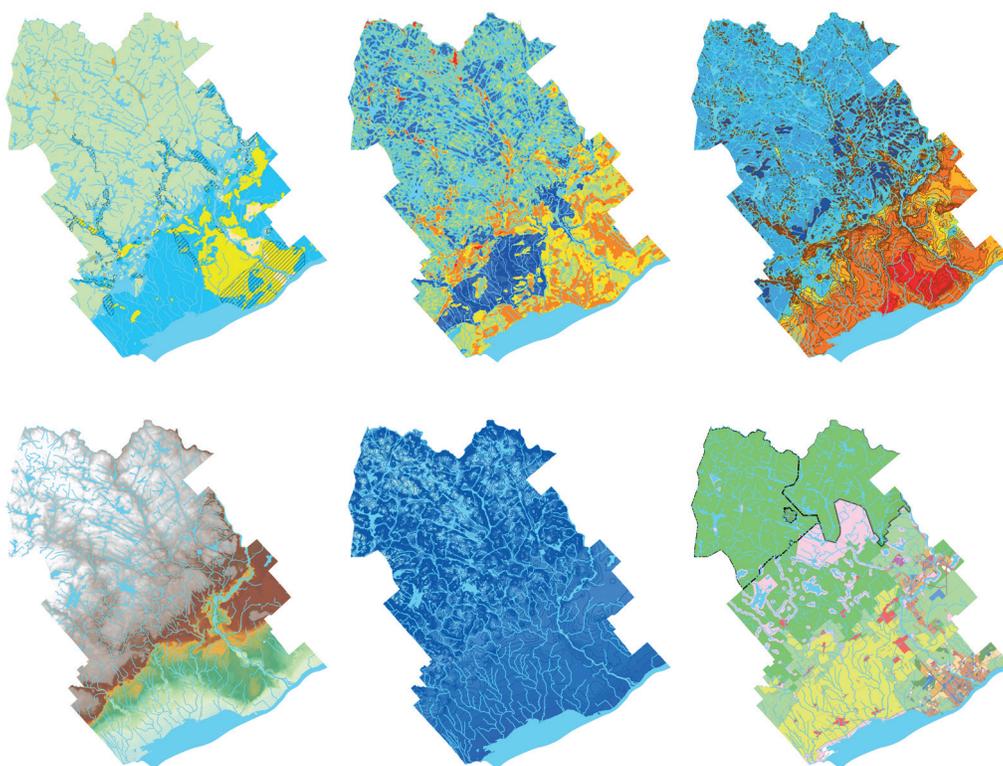


2^e ATELIER DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES sur les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie

CAHIER DU PARTICIPANT



Atelier organisé par :
le Réseau québécois sur les eaux souterraines,
et l'Université du Québec à Trois-Rivières
Décembre 2015

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 universitaires et le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (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 : rqes.ca

Le département des sciences de l'environnement de l'UQTR

Le Département des sciences de l'environnement regroupe les disciplines de biologie-écologie et de géographie. Multidisciplinaire dans son approche, il a pour mission d'explorer les interactions entre les humains et leur environnement.

Au point de vue académique, le département offre les programmes de baccalauréat en géographie, de baccalauréat et de certificat en sciences biologiques et écologique, ainsi que de maîtrise et de doctorat en sciences de l'environnement. Ces programmes visent à former des scientifiques aptes à traiter de l'environnement dans le but d'apporter des solutions à des problèmes environnementaux.

Au plan de la recherche, les chercheurs en écologie aquatique de l'UQTR possèdent des expertises reconnues dans plusieurs domaines de pointe tels que, l'écophysiologie et l'évolution moléculaire, les échanges trophiques aquatiques-terrestres, les mécanismes de spéciation, l'écologie comportementale, les statistiques appliquées à l'environnement et l'étude des impacts des perturbations anthropogéniques. Quant aux géographes, ceux-ci possèdent des expertises dans les domaines reliés à la géomatique et à la télédétection, à la climatologie et l'hydrologie, à la géomorphologie fluviale et à l'étude des bassins versants, à l'écologie du paysage et à l'aménagement ainsi qu'à la géographie de la santé et la santé environnementale.

Pour en savoir plus : oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/gscw030?owa_no_site=2655



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.

Ce 2^e atelier de transfert des connaissances issues du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* s'inscrit dans le cadre du projet *Protéger et gérer les eaux souterraines*, rendu possible grâce au financement du Programme de soutien à la valorisation et au transfert du ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations. Il est le résultat d'un travail conjoint entre le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), les chercheurs du département des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), et la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement :

- Guillaume Légaré, étudiant à la maîtrise en sciences de l'environnement, UQTR, équipe de recherche du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* (maintenant étudiant au doctorat à l'INRS-ETE)
- Yves Leblanc, professionnel de recherche en hydrogéologie, UQTR, coordination du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* (maintenant chez Richelieu Hydrogéologie inc.)
- Karine Lacasse, étudiante à la maîtrise en sciences de l'environnement, UQTR, équipe de recherche du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* (maintenant aménagiste à la MRC Maskinongé)
- Stéphane Campeau, professeur en géographie physique, UQTR, coordination du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie*
- Yohann Tremblay, agent de transfert du RQES
- Anne-Marie Decelles, agente de transfert du RQES
- Sylvain Gagné, agent de transfert du RQES
- Julie Ruiz, professeure et titulaire de la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement, conception de l'atelier de transfert

Références à citer

L'ensemble des informations hydrogéologiques provient du rapport final du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* et des cartes associées. Ces documents doivent être cités comme suit :

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).*

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 cahier du participant du 1^{er} atelier de transfert des connaissances résulte d'un travail de vulgarisation des connaissances sur les eaux souterraines issues du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie*. Il doit être cité comme suit :

Tremblay, Y., Ruiz, J. et Leblanc, Y. 2015. *1^{er} atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie, cahier du participant. Document préparé par le RQES, avec la contribution de l'UQTR, pour les acteurs de l'aménagement du territoire.*

Le présent document doit être cité comme suit :

Tremblay, Y., Decelles, A.M., Gagné, S., Campeau, S., Légaré, G. et Ruiz, J. 2015. *2^e atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie, cahier du participant. Document préparé par le RQES et l'UQTR pour les acteurs de l'aménagement du territoire.*

Table des matières

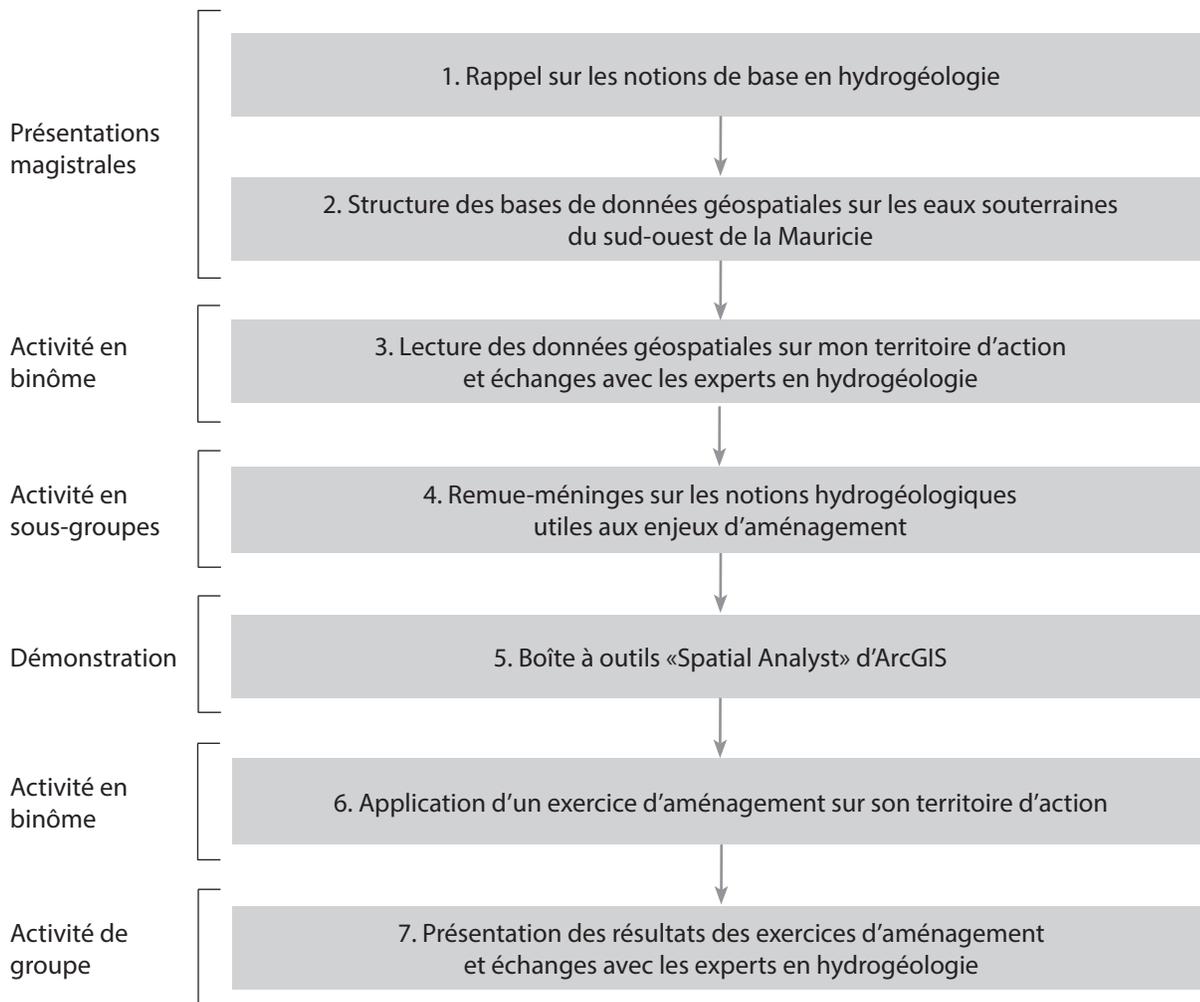
Le déroulement de l'atelier	6
Votre équipe de formation	7
Résumé du projet <i>Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie</i>	8
1. Quelques notions de base en hydrogéologie	9
Glossaire de quelques notions clés sur les eaux souterraines	10
Comprendre les eaux souterraines à l'aide d'une maquette hydrogéologique	13
Les éléments de la maquette hydrogéologique	13
L'écoulement de l'eau souterraine	14
La migration d'un contaminant dans l'eau souterraine	15
2. Présentation des données géospatiales	17
Restrictions d'utilisation des données, droits d'auteur à respecter et sources à citer	18
Les limites générales des données	18
Glossaire de quelques termes utilisés en géomatique	19
Les bases de données en format géodatabase	20
Les données du MDDELCC	20
Les données additionnelles de l'UQTR	21
Les données à diffusion restreintes	21
Structure des bases de données	22
Le projet mxd pour cet atelier	24
Présentation générale	24
Préparer vos données pour les exercices	24
3. Interpréter l'hydrogéologie de votre territoire d'action	25
Épaisseur des dépôts meubles	26
Contextes hydrogéologiques et degré de confinement	28
Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre	30
Piézométrie	32
Recharge et résurgence	34
Vulnérabilité DRASTIC	36
Qualité de l'eau	38
Les données ponctuelles	40
Les autres résultats du PACES	41

4. Mon territoire d'action face à des enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines

43

Exercice 1	44
Les résultats du remue-méninge avec les participants	44
Exemple d'un cheminement d'expert	45
Votre cheminement sur votre territoire d'action	48
Géotraitement	49
Exercice 2	56
Les résultats du remue-méninge avec les participants	56
Exemple d'un cheminement d'expert	57
Votre cheminement sur votre territoire d'action	59
Géotraitement	60
Exercice 3	66
Les résultats du remue-méninge avec les participants	66
Exemple d'un cheminement d'expert	67
Votre cheminement sur votre territoire d'action	69
Géotraitement	70

Le déroulement de l'atelier



Votre équipe de formation

Vos animateurs



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) G1K 7P4
418-656-2131 poste 5595
ytremblay.rqes@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



Julie Ruiz
Ph.D. Aménagement
Professeure
Département des sciences de
l'environnement, Université du
Québec à Trois-Rivières
CP 500, Trois-Rivières (Qc) G9A 5H7
819-376-5011 poste 3676
Julie.Ruiz@uqtr.ca



Sylvain Gagné
M.Sc. Hydrogéologie
Agent de transfert du RQES
Département des sciences de la Terre
et de l'Atmosphère
Université du Québec à Montréal
CP 8888, succ. Centre-ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 0252
gagne.sylvain@uqam.ca

Vos experts en eaux souterraines



Stéphane Campeau
Ph.D., Professeur
Département des sciences de
l'environnement
Université du Québec à Trois-Rivières
CP 500
Trois-Rivières (Qc) G9A 5H7
819-376-5011 poste 3685
stephane.campeau@uqtr.ca



Guillaume Légaré
M.Sc. Sciences de l'environnement
Étudiant au doctorat en Sciences
de la Terre
Institut de la recherche scientifique
Centre Eau Terre Environnement
490 rue de la Couronne
Québec (Qc) G1K 9A9
418-654-2530 poste 4429
Guillaume.Legare-Couture@ete.inrs.ca



Yves Leblanc
ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologie
Richelieu Hydrogéologie inc.
219, 15e avenue
Richelieu (Qc) J3L 3V7
450-658-3233
yvesl@sympatico.ca



Karine Lacasse
M.Sc. Sciences de l'environnement
Aménagiste – Chargée de projet
MRC Maskinongé
651, boul. Saint-Laurent Est
Louiseville (Qc) J5V 1J1
819-228-9461 poste 2044
Karine.Lacasse@mrc-maskinonge.qc.ca

Résumé du projet

Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie

Le projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* a été financé par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Québec. La Conférence régionale des élus de la Mauricie et la MRC de Maskinongé ont également soutenu financièrement le projet. Entre 2009 et 2013, des collaborations étroites ont également été établies avec la Commission géologique du Canada et la Ville de Trois-Rivières qui ont participé à la réalisation des travaux de terrain.

L'objectif général du projet était de dresser un portrait de la ressource en eaux souterraines (quantité et qualité) dans le sud-ouest de la Mauricie (superficie totale de 3 915 km²), soit les 17 municipalités de la MRC de Maskinongé, les villes de Trois-Rivières et de Shawinigan ainsi que la municipalité de Notre-Dame-du-Mont-Carmel (MRC Des Chenaux). Le projet devait répondre aux questions suivantes :

- 1) Quelle est la nature des formations géologiques qui contiennent de l'eau souterraine ?
- 2) D'où vient l'eau souterraine ?
- 3) Où va-t-elle ?
- 4) Est-elle potable et quels usages pouvons-nous en faire ?
- 5) Quelles sont les quantités exploitables ?

Le projet visait à offrir aux intervenants locaux les outils nécessaires afin qu'ils puissent s'assurer que la ressource en eau sera protégée et exploitée de façon durable et, d'autre part, des données géoscientifiques qui pourront être utilisées par les experts-conseils dans le cadre de mandats locaux. Le rendu final du projet se présente sous forme d'un rapport scientifique décrivant les principaux résultats de l'étude, accompagné de 15 annexes (2000 pages), d'une trentaine de documents cartographiques à l'échelle 1:100 000, d'une base de données contenant tous les résultats compilés et d'une base de données géoréférencées de type « géodatabase ». Un rapport vulgarisé destiné au grand public est également disponible.

Le projet a été réalisé en trois phases entre 2009 et 2013, au cours desquelles plus d'une vingtaine de chercheurs, professionnels et assistants ont travaillé :

Phase 1 (2009-2010) : La première phase de l'étude consistait à colliger l'information existante afin de créer un modèle conceptuel hydrogéologique et d'identifier les secteurs où il était nécessaire de procéder à des travaux de caractérisation. Plus de 6 400 données ponctuelles (puits, piézomètres et autres forages) ont été compilées à partir d'études antérieures.

Phase 2 (2010-2012) : Les travaux de terrain ont été réalisés au cours de la deuxième phase de l'étude afin de combler les lacunes identifiées lors de la première phase. Les travaux réalisés incluent 75 sondages de résistivité électrique, 50 relevés de sismique réfraction et 63 km linéaires de sismique-réflexion haute-résolution. De plus, 11 essais de pénétration au cône et 23 forages ont été réalisés à l'aide de différentes techniques. Ces travaux ont permis de documenter la stratigraphie des secteurs moins bien connus et d'installer des puits d'observation. Des essais hydrauliques et des mesures de niveau d'eau ont également été réalisés et 243 puits privés et municipaux ont été échantillonnés afin de mesurer la qualité des eaux souterraines de la Mauricie.

Phase 3 (2012-2013) : La dernière phase fut consacrée à compléter la base de données, à cartographier les eaux souterraines et à modéliser les écoulements. Les méthodes utilisées afin de produire les livrables sont détaillées dans des protocoles qui ont été établis en collaboration avec toutes les universités ayant participé au programme PACES.

1

Quelques notions de base en hydrogéologie

Glossaire de quelques notions clés sur les eaux souterraines

Le glossaire de l'ensemble des notions clés est disponible au lien internet suivant : rqs.ca/fr/glossaire

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 double

Deux aquifères composés d'unités géologiques distinctes se superposant, séparés ou non par un aquitard.

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

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

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.

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

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.

Contexte hydrostratigraphique

Séquence type d'unités géologiques stratifiées (ex. : argile en surface reposant sur du till qui à son tour repose sur le socle rocheux).

Débit de base

Part du débit d'un cours d'eau qui provient essentiellement de l'apport des eaux souterraines en période d'étiage.

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).

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.

Isopièze

Sur une carte, ligne joignant les points de même charge hydraulique (à la manière des courbes de niveau topographique). L'écoulement de l'eau souterraine s'effectue perpendiculairement aux isopièzes, soit des charges hydrauliques plus élevées vers les plus basses.

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

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 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.

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.

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.



Tout au long du cahier

Les mots ou expressions en **bleu** sont définis dans le glossaire des notions clés sur les eaux souterraines.

Comprendre les eaux souterraines à l'aide d'une maquette hydrogéologique

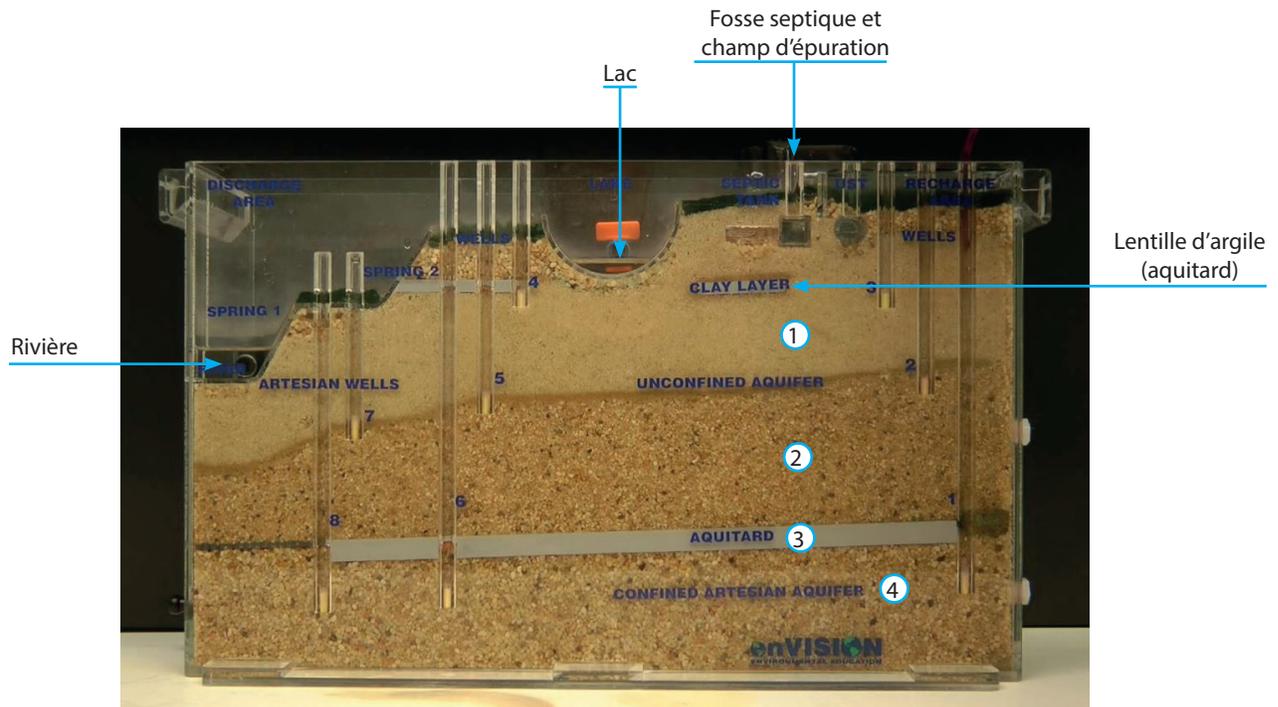
Comme l'eau en surface, l'**eau souterraine** s'écoule dans l'**aquifère**, mais beaucoup plus lentement que dans les rivières. Une maquette hydrogéologique permet de visualiser le cheminement de l'eau souterraine, contaminée ou non, à travers les particules solides des sédiments. Une maquette hydrogéologique est une représentation miniature d'une section verticale du sous-sol, de la surface du sol jusqu'en profondeur, mais sans le socle rocheux.

Les éléments de la maquette hydrogéologique

La maquette est un aquarium d'environ 50 cm de long, sur 30 cm de haut et sur 20 cm de profond dans lequel des **aquifères** sont représentés par un empilement de plusieurs types de sédiments. Ils correspondent au **contexte hydrostratigraphique** suivant :

- ① Un **aquifère non confiné** de **sable** fin, dans le premier tiers près de la surface,
- ② Un **aquifère non confiné** de **sable** grossier, dans le deuxième tiers au centre,
- ③ Une couche imperméable représentant un **aquitard**, qui pourrait être de l'**argile**,
- ④ Un **aquifère confiné** de **sable** grossier, dans le troisième tiers à la base de la maquette.

La maquette est en partie remplie d'eau qui occupe les espaces vides des sédiments. Une pompe permet de s'assurer d'un écoulement d'eau en continu à travers les sédiments. Afin de pouvoir visualiser différents scénarios d'écoulement de l'**eau souterraine**, la maquette est munie de huit puits de profondeur variée ainsi que d'une fosse septique et de son champ d'épuration dans lesquels il est possible d'injecter du colorant et également de pomper l'eau. Le réseau hydrographique est représenté par un lac et une rivière.



L'écoulement de l'eau souterraine

① Injection d'un colorant par trois puits pour visualiser l'écoulement de l'eau dans les aquifères. L'eau remplit les espaces vides entre les grains.



④ Il y a pompage dans le puits d'alimentation n°8. L'eau puisée est colorée, indiquant qu'elle provient réellement de l'amont. ⑤ L'écoulement est plus rapide dans l'aquifère inférieur, indiquant une conductivité hydraulique plus élevée.



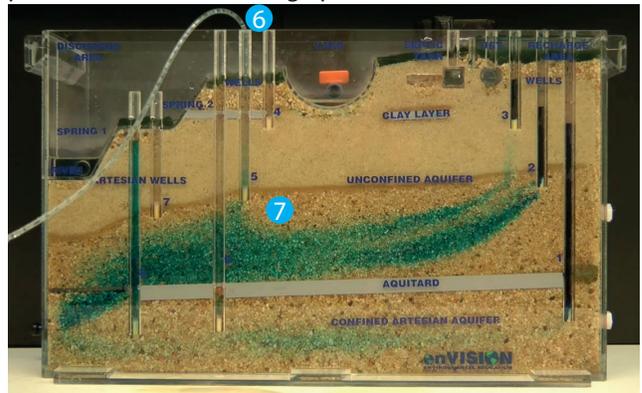
⑧ Il y a pompage dans le puits d'alimentation n°7. ⑨ Il y a aussi un « appel » d'eau colorée qui était située plus profondément dans l'image précédente.



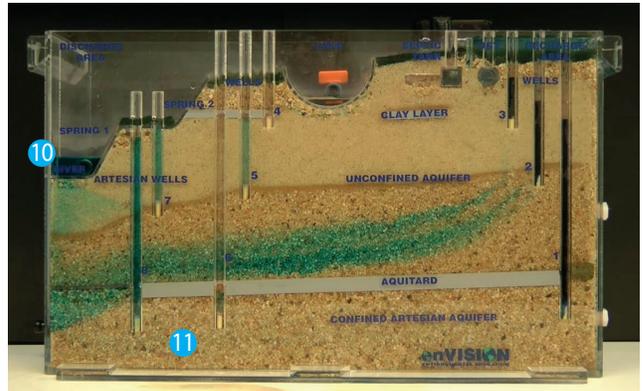
L'écoulement progresse de l'amont vers l'aval. ② Les eaux des aquifères non confinés de sable fin et de sable grossier se mélangent. Les aquifères sont en lien hydraulique. ③ L'eau de l'aquifère confiné ne se mélange pas avec celle des aquifères sus-jacents. L'aquitard agit donc comme une barrière naturelle qui isole l'eau de l'aquifère confiné.



⑥ Il y a pompage dans le puits d'alimentation n°5. ⑦ Il y a un « appel » d'eau colorée qui était située plus profondément dans l'image précédente.



⑩ L'eau souterraine fait ultimement résurgence dans la rivière, située en aval, qui devient colorée. ⑪ L'eau de l'aquifère confiné à sable grossier s'est presque totalement renouvelée.



La migration d'un contaminant dans l'eau souterraine

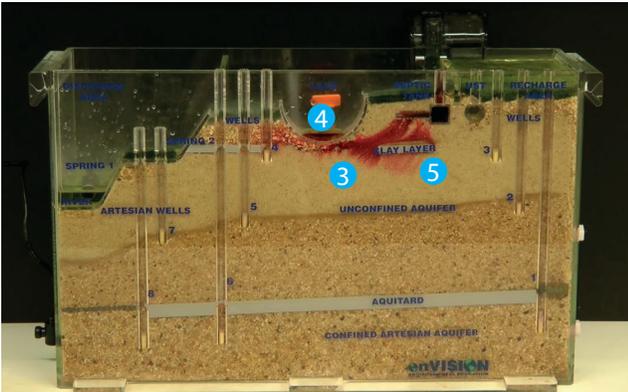
1 Injection d'un colorant dans la fosse septique pour visualiser la migration d'un contaminant dans les aquifères.



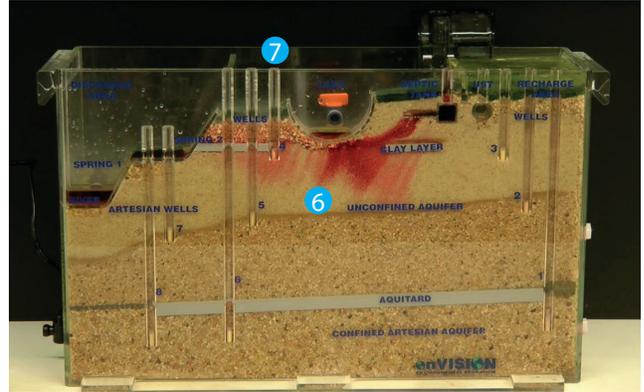
2 Depuis le champ d'épuration, le contaminant migre vers le bas dans l'aquifère de sable fin.



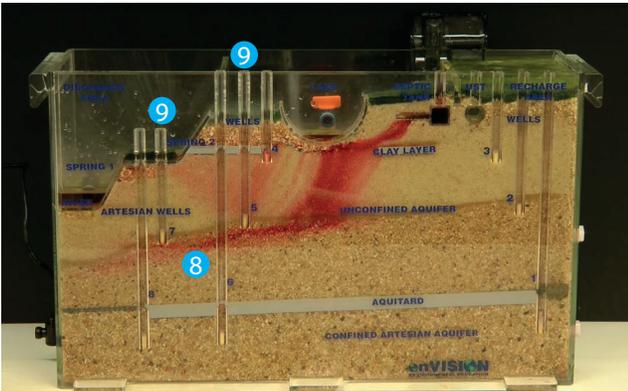
3 Le contaminant poursuit sa migration vers le bas, mais aussi latéralement, vers l'aval. 4 De l'eau souterraine contaminée fait **résurgence** dans le lac, qui devient coloré. 5 La petite lentille d'argile n'a pas protégé efficacement la portion de l'aquifère située en dessous.



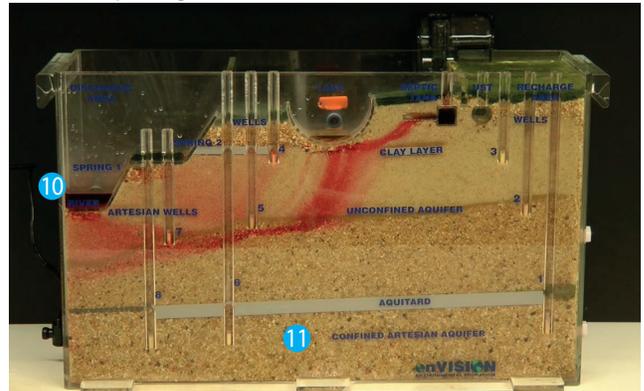
6 Le volume d'eau souterraine contaminée est de plus en plus important. 7 Le puits no 4 est maintenant contaminé.



8 En atteignant l'aquifère de sable grossier, l'écoulement de l'eau contaminée se fait plus rapidement. 9 Les puits no 5 et no 7 sont maintenant contaminés.



10 L'eau souterraine contaminée fait ultimement résurgence dans la rivière, située en aval, qui devient colorée. 11 L'aquifère confiné situé sous l'aquitard est demeuré protégé de la contamination.



2

Présentation des données géospatiales

Restrictions d'utilisation des données, droits d'auteur à respecter et sources à citer

L'ensemble des données géospatiales recueillies ou produites dans le cadre du PACES, ou qui sont utilisées dans le cadre de cet atelier de transfert, sont protégées par la Loi sur le droit d'auteur (L.R.C., 1985, c. C-452).

Une part appréciable des données diffusées par le MDDELCC et l'UQTR n'appartient pas à ces deux organismes. Les droits d'utilisation et de diffusion sont autorisés en vertu des diverses licences, ententes et conventions signées entre le MDDELCC, l'UQTR et ces organismes propriétaires d'information géographique. Conséquemment, des conditions légales régissent l'utilisation des données et des produits que l'utilisateur pourrait en dériver. Le détenteur des données est donc tenu d'accepter et de se conformer aux conditions d'utilisation qui suivent.

Le MDDELCC et l'UQTR ne peuvent être tenus responsables de l'utilisation qui est faite des données diffusées, ni des dommages encourus par une utilisation incorrecte de ces mêmes données. Les données peuvent contenir certaines erreurs. De plus, ces données sont évolutives. Le MDDELCC et l'UQTR ne peuvent être tenus responsables de tout dommage causé par l'utilisation d'une donnée incorrecte.

L'utilisateur est aussi tenu de citer les propriétaires des données utilisées dans les cartes ou autres produits qui sont dérivés des données. Cela est nécessaire sur chaque copie où figure la totalité ou une partie du jeu de données d'un producteur.

La mention des droits d'auteur doit citer chaque producteur dont relèvent les données mises à contribution, et ce, sur chaque copie de la totalité ou d'une partie du jeu de données. Il en va de même pour tout autre produit créé en utilisant les données.

Les limites générales des données

Les cartes réalisées dans le cadre du projet Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie ont été préparées pour représenter des conditions régionales à l'échelle 1:100 000. Le portrait régional en découlant pourrait toutefois s'avérer non représentatif localement. Par conséquent, les résultats du projet ne peuvent remplacer les études requises pour définir les conditions réelles à l'échelle locale.

La plupart des analyses hydrogéologiques réalisées dans le cadre de l'étude sont basées sur des méthodes de traitement impliquant des généralisations et une importante simplification de la complexité du milieu naturel.

Les données de base utilisées (ex. : puits, forages, affleurements rocheux) ont une répartition non uniforme sur le territoire. L'incertitude des analyses hydrogéologiques augmente dans les secteurs où il y a peu de données.

Les données de base utilisées proviennent de différentes sources (ex. : rapports de consultants, bases de données ministérielles, système d'information hydrogéologique (SIH)) pour lesquelles la qualité des données est variable. Une grande proportion des données proviennent du SIH et sont jugées de moins bonne qualité, tant au niveau des mesures géologiques et hydrogéologiques que des localisations rapportées. Ces données sont moins fiables individuellement, mais elles permettent de faire ressortir les tendances régionales des paramètres hydrogéologiques étudiés.

Les valeurs de certaines données et les analyses en découlant (ex. : piézométrie, recharge, qualité de l'eau) pourraient varier temporellement (jours, saisons, années, changements climatiques).

Les résultats des analyses de qualité de l'eau ne sont valides que pour le puits où l'échantillon a été récolté. Les pesticides et les contaminants organiques (hydrocarbures) n'ont pas été mesurés dans le cadre de l'étude, car ils correspondent généralement à des problématiques locales.

Glossaire de quelques termes utilisés en géomatique

ArcCatalog

Fournit une fenêtre de catalogue utilisée pour organiser dans une arborescence et faciliter la recherche, la localisation et la gestion des différents types d'informations géographiques pour ArcGIS.

ArcGIS

Système d'information géographique utilisé pour cet atelier.

ArcMap

C'est l'application fondamentale d'ArcGIS. Elle contient des boîtes à outils, organisées sous forme de modules indépendants (extensions), permettant de gérer, manipuler, analyser et éditer les différentes couches d'informations de la base de données. ArcMap est l'équivalent de l'ancienne version d'ArcView.

ArcToolbox

Module d'ArcMap comprenant l'ensemble des outils de géotraitement.

Données géospatiales

Les données géospatiales fournissent de l'information sur la forme et la localisation d'objets et d'événements sur la surface terrestre. Elles comprennent l'ensemble des données géométriques (position et forme des objets), des attributs (caractéristiques des objets) et des métadonnées (information sur la nature des données). Synonyme : données géoréférencées, données géographiques.

Couche

Une couche de données géospatiales ou d'information géographique est un ensemble d'entités spatiales avec leurs localisations, topologie (point, ligne, polygone) et attributs.

Format (de données)

Les données peuvent être en format vectoriel (point  ligne  ou polygone ) ou matriciel  (image ou raster), composé de mailles (pixels ou cellules).

Géodatabase

« Entrepôt » qui permet d'héberger un vaste assortiment de données géographiques et spatiales. Cette structure de données est propre à ArcGIS.

Géotraitement

Opérations sur des données géospatiales à l'aide d'un SIG permettant d'effectuer de l'analyse spatiale, c'est-à-dire de déduire les caractéristiques d'un phénomène en faisant intervenir les données géospatiales. Des outils  de géotraitement, regroupés par blocs d'outils  dans une boîte à outils  sont utilisés.

Layer file

Ce type de fichier propre à ArcGIS enregistre la symbologie d'une couche de données et d'autres propriétés reliées à son affichage dans ArcMap.

Métadonnées

Ce sont les données sur les données. Elles servent à définir ou à décrire les données. Les métadonnées devraient contenir l'origine, l'auteur, les détails de sa structure (codes, lexique, abréviations). Les métadonnées sont à la base de l'archivage et permettent à d'autres utilisateurs de comprendre et d'utiliser les données (en vue de leur partage).

Projet mxd

Document cartographique propre à ArcGIS dans lequel on peut « construire » l'assemblage des différentes couches avec leur symbologie.

Système d'information géographique (SIG)

Système de gestion de données par un logiciel permettant la superposition de différentes couches de caractéristiques géographiques sous forme de cartes issues des données et de modèles.

Table relationnelle

Le concept de base dans les bases de données relationnelles est la table (ou relation). Une table est un simple tableau bidimensionnel comprenant plusieurs rangées et plusieurs colonnes. Selon ce modèle relationnel, une base de données consiste en une ou plusieurs relations.



Tout au long du cahier

Les mots ou expressions en **orange** sont définis dans le glossaire des termes utilisés en géomatique.

Les bases de données en format géodatabase

Les données du MDDELCC

Le MDDELCC diffuse les données de tous les projets régionaux de caractérisation des eaux souterraines réalisés dans le cadre du PACES via son navigateur cartographique disponible en extranet (accès au site depuis la page www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/diffusion-carto-hydrogeologique.htm). L'utilisateur doit préalablement demander un identifiant et un mot de passe à l'adresse dch@mddelcc.gouv.qc.ca. Il est possible d'extraire une partie des données présentées dans le navigateur cartographique, mais pas de façon exhaustive.

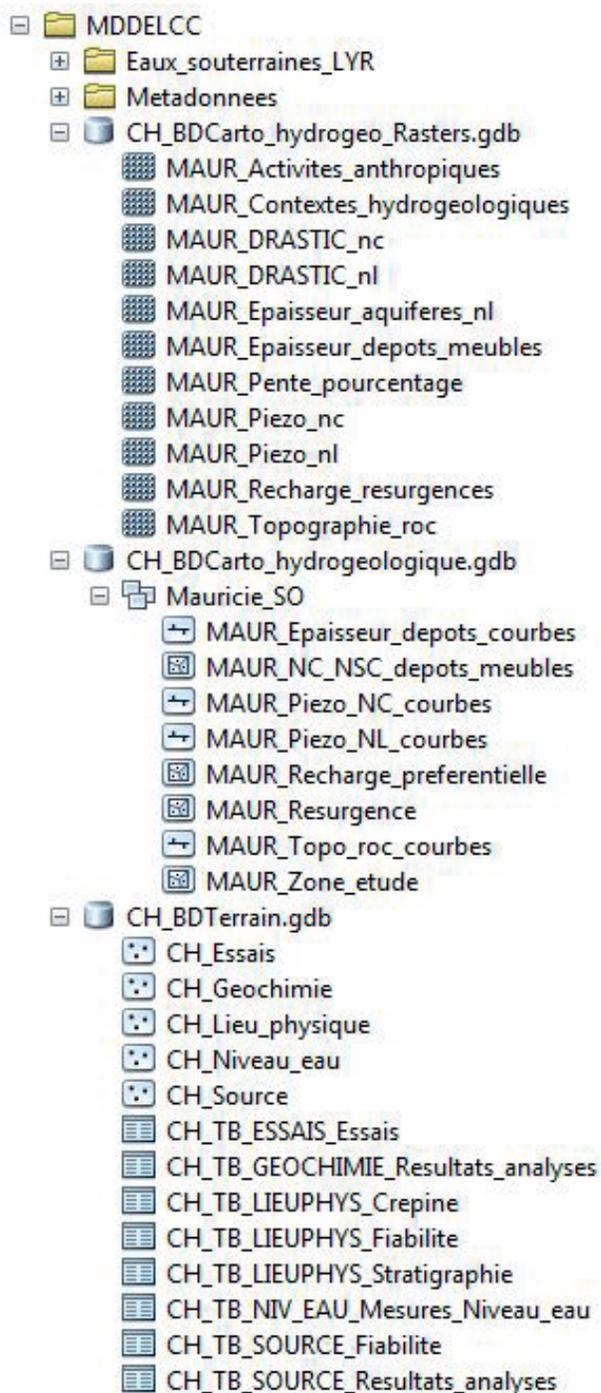
Les données diffusées par le MDDELCC ne comprennent pas l'ensemble de l'information produite par le PACES. Certaines données sont exclues de par leur caractère confidentiel. Toutefois, la plupart des données résultantes des analyses hydrogéologiques du PACES et nécessaires pour traiter des enjeux d'aménagement sont incluses.



Vos données pour cet atelier

- Les **données géospaciales** sous forme de **géodatabase**, dans le dossier **MDDELCC** :
 1. **CH_BDTerrain.gdb** : contient les données vectorielles de points  et les **tables relationnelles** 
 2. **CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb** : contient les données vectorielles de lignes  et de polygones 
 3. **CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb** : contient les données matricielles 
- Des **Layer files**  dans le dossier **Eaux_souterraines_ext_LYR**
 - à l'exception des couches des données vectorielles de points de la géodatabase **CH_BDTerrain.gdb**.
- Des **métadonnées** en format html ou Word pour chaque couche dans le dossier **Métadonnées**
 - Les métadonnées des tables relationnelles sont intégrées à celles des couches associées.
 - Les métadonnées intrinsèques à  ArcGIS, que l'on peut normalement consulter dans  ArcMap en ouvrant la fenêtre **View item description**, ou dans  ArcCatalog sous l'onglet **Description**, sont incomplètes.
 - L'utilisateur est parfois référé aux rapports scientifiques des projets régionaux du PACES, spécifiquement pour la généalogie des données. Les rapports sont disponibles sur le site internet du RQES à l'adresse suivante : rqes.ca/fr/archives-et-documents/rapports-memoires-et-cartes.

Arborescence des bases de données du MDDELCC



Les données additionnelles de l'UQTR

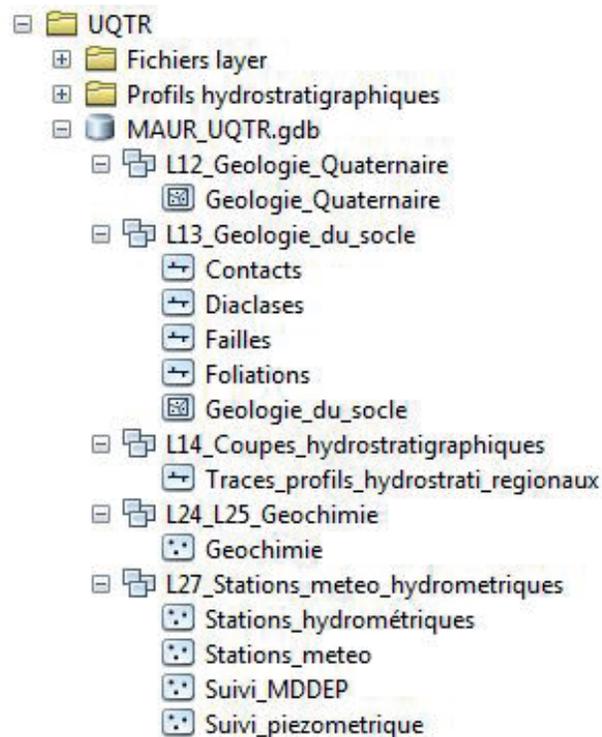
Certaines données additionnelles non diffusées par le MDDELCC, mais dont l'UQTR détient les droits à titre de producteur du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest* de la Mauricie peuvent être diffusées librement.



Vos données pour cet atelier

- La **géodatabase** MAUR_UQTR.gdb dans le dossier UQTR :
 - contient les données vectorielles de points , de lignes et de polygones
- Des **Layer files** dans le dossier Fichiers layer
- Les **métadonnées** saisies à même les couches
 - consultables dans ArcCatalog sous l'onglet Description ou dans ArcMap via la fenêtre View item description
- Les images des profils hydrostratigraphiques régionaux interprétés en profondeur dans le dossier Profils hydrostratigraphiques

Arborescence de la base de données de l'UQTR



Les données à diffusion restreintes

Plusieurs données spatiales utilisées par le projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* sont confidentielles et ne peuvent pas être diffusées, dont celles ayant permis de produire les résultats du PACES suivants :

- | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| • Topographie | • Hydrographie | • Cultures annuelles | • Affectation du territoire |
| • Limites administratives et routes | • Bassins versants | • Couverture végétale | • Pédologie |
| • Modèle numérique d'élévation | • Occupation du sol | • Milieux humides | • Utilisation de l'eau |

Certaines autres données, telles que les agglomérations et les limites administratives, sont exclusives aux partenaires membres de l'Approche de coopération en réseau pour l'information géographique (ACRIGéo). Ces données proviennent (ou sont des sous-produits) de la Base nationale de données topographiques (BDTQ) et du Système sur les découpages administratifs (SDA). Les partenaires suivants sont normalement membres de l'ACRIGéo : MRC, Communautés métropolitaines, municipalités locales et OBV. Pour les organismes non membres, ces données sont en vente sur le site de la Géoboutique Québec du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (geoboutique.mern.gouv.qc.ca).

D'autres données, dont les voies de communication et l'hydrographie, proviennent de la Base nationale de données topographiques (BNDT), de Ressources naturelles Canada, et peuvent être téléchargées gratuitement à geogratis.gc.ca.



Vos données pour cet atelier

- La **géodatabase** MAU_ Confidentiel.gdb dans le dossier Confidentiel
- Il n'y a pas de **Layer files** pour ces couches
- Les **métadonnées** saisies à même les couches
 - consultables dans ArcCatalog sous l'onglet Description ou dans ArcMap via la fenêtre View item description

Ces données sont mises à votre disposition dans le cadre de cet atelier pour faciliter la réalisation des exercices. Il ne vous est pas permis de les extraire ou de les utiliser à d'autres fins.

Structure des bases de données

Les couches d'information géospatiale les plus utiles en aménagement par géodatabase			
Géodatabase	Nom de la couche ou de la table	Notion hydrogéologique	Utilité*
CH_BDTerrain.gdb	CH_Lieu_Physique	-	
	CH_TB_LIEUPHYS_Stratigraphie	-	
	CH_TB_LIEUPHYS_Crepine	-	
	CH_TB_LIEUPHYS_Fiabilite	-	
	CH_Source	-	
	CH_TB_SOURCE_Resultats_analyses	-	
	CH_TB_SOURCE_Fiabilite	-	
	CH_Niveau_eau	-	
	CH_TB_NIV_EAU_Mesures_Niveau_eau	-	
	CH_Essais	-	
	CH_TB_ESSAIS_Essais	-	
	CH_Geochemie	-	
	CH_TB_GEOCHIMIE_Resultats_analyses	-	
	CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb	MAU_Zone_etude	-
MAUR_Epaisseur_depots_courbes		Épaisseur des dépôts meubles	X
MAUR_NC_NSC_depots_meubles		Contextes hydrogéologiques et degré de confinement	X
MAUR_Piezo_NC_courbes		Piézométrie	X
MAUR_Piezo_NL_courbes		Piézométrie	X
MAUR_Recharge_preferentielle		Recharge et résurgence	X
MAUR_Resurgence		Recharge et résurgence	X
MAUR_Topo_roc_courbes		Topographie du roc	
CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb	MAUR_Epaisseur_depots_meubles	Épaisseur des dépôts meubles	X
	MAUR_Contextes_hydrogeologiques	Contextes hydrogéologiques et degré de confinement	X
	MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl	Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre	X
	MAUR_Piezo_nc	Piézométrie	X
	MAUR_Piezo_nl	Piézométrie	X
	MAUR_Recharge_resurgences	Recharge et résurgence	X
	MAUR_DRASTIC_nc	Vulnérabilité DRASTIC	X
	MAUR_DRASTIC_nl	Vulnérabilité DRASTIC	X
	MAUR_Pente_pourcentage	Pente	
	MAUR_Topographie_roc	Topographie du roc	
MAUR_Activites_anthropiques	Activités potentiellement polluantes		
MAUR_UQTR.gdb	Geochemie	Qualité de l'eau	X
	Geologie_Quaternaire	Géologie quaternaire	
	Diaclases	Géologie du socle	
	Foliations	Géologie du socle	
	Contacts	Géologie du socle	
	Failles	Géologie du socle	
	Geologie_du_socle	Géologie du socle	
	Traces_profils_hydrostrati_regionaux	Profils hydrostratigraphiques	
	Suivi_piezometrique	Stations de mesure	
	Suivi_MDDEP	Stations de mesure	
	Stations_meteo	Stations de mesure	
	Stations_hydrometriques	Stations de mesure	

* Les couches d'information géospatiale les plus utiles en aménagement et nécessaires pour réaliser les exercices en cours d'atelier

Les couches d'information géospatiale les plus utiles en aménagement par notion hydrogéologique

Notion hydrogéologique	Utilité*	Nom de la couche ou de la table	Géodatabase
Épaisseur des dépôts meubles	X	 MAUR_Epaisseur_depots_courbes	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
	X	 MAUR_Epaisseur_depots_meubles	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Contextes hydrogéologiques et degré de confinement	X	 MAUR_NC_NSC_depots_meubles	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
	X	 MAUR_Contextes_hydrogeologiques	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre	X	 MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
	X	 MAUR_Piezo_NC_courbes	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
Piézométrie	X	 MAUR_Piezo_nc	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
	X	 MAUR_Piezo_NL_courbes	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
	X	 MAUR_Piezo_nl	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Recharge et résurgence	X	 MAUR_Recharge_preferentielle	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
	X	 MAUR_Resurgence	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
	X	 MAUR_Recharge_resurgences	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Vulnérabilité DRASTIC	X	 MAUR_DRASTIC_nc	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
	X	 MAUR_DRASTIC_nl	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Qualité de l'eau	X	 Géochimie	 MAUR_UQTR.gdb
Pente		 MAUR_Pente_pourcentage	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Topographie du roc		 MAUR_Topo_roc_courbes	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
		 MAUR_Topographie_roc	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Activités potentiellement polluantes		 MAUR_Activites_anthropiques	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
Géologie quaternaire		 Geologie_Quaternaire	 MAUR_UQTR.gdb
		 Diaclases	 MAUR_UQTR.gdb
		 Foliations	 MAUR_UQTR.gdb
		 Contacts	 MAUR_UQTR.gdb
		 Failles	 MAUR_UQTR.gdb
		 Geologie_du_socle	 MAUR_UQTR.gdb
Profils hydrostratigraphiques		 Traces_profils_hydrostrati_regionaux	 MAUR_UQTR.gdb
		 Suivi_piezometrique	 MAUR_UQTR.gdb
Stations de mesure		 Suivi_MDDEP	 MAUR_UQTR.gdb
		 Stations_meteo	 MAUR_UQTR.gdb
		 Stations_hydrometriques	 MAUR_UQTR.gdb
		 MAU_Zone_etude	 CH_BDTerrain.gdb
	 CH_Lieu_Physique	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_LIEUPHYS_Stratigraphie	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_LIEUPHYS_Crepine	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_LIEUPHYS_Fiabilite	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_Source	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_SOURCE_Resultats_analyses	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_SOURCE_Fiabilite	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_Niveau_eau	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_NIV_EAU_Mesures_Niveau_eau	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_Essais	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_ESSAIS_Essais	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_Geochimie	 CH_BDTerrain.gdb	
	 CH_TB_GEOCHIMIE_Resultats_analyses	 CH_BDTerrain.gdb	

* Les couches d'information géospatiale les plus utiles en aménagement et nécessaires pour réaliser les exercices en cours d'atelier

Le projet mxd pour cet atelier

Afin de faciliter l'utilisation des données géospatiales, le **projet mxd**  **AtelierB_Mauricie.mxd** a été préparé pour une utilisation dans l'interface  ArcMap.

Présentation générale

Échelles d'affichage

Afin de réduire les erreurs d'interprétation, les données ont pour la plupart une restriction au niveau de leur échelle d'affichage :

- Pour les données vectorielles de lignes et de polygones et les données matricielles, la restriction de l'échelle d'affichage est fixée entre 1 : 1 500 000 et 1 : 5 000.

Relations avec les tables relationnelles

Les **tables relationnelles** sont déjà reliées aux couches vectorielles auxquelles elles sont associées dans le **projet mxd**. La clé unique **No DCH du lieu physique** relie les attributs à son objet.

Hyperliens

Des hyperliens ont été préparés afin d'afficher dans l'interface  ArcMap les images des profils hydrostratigraphiques régionaux interprétés en profondeur. À l'aide de l'outil  [Hyperlink](#) de la barre d'outils **Tools**, il suffit de cliquer sur la trace d'un profil de la couche  **Traces_profils_hydrostrati_regionaux**.

Table des matières de votre projet mxd pour cet atelier

- PACES-Mauricie
 - Zone d'étude - MAU
 - Données à diffusion restreinte
 - Agglomérations
 - Limites administratives
 - Voies de communication
 - Hydrographie
 - Affectation du territoire
 - Occupation du sol
 - Données du MDDELCC
 - Données ponctuelles
 - Lieu_physique
 - Source
 - Niveau d'eau
 - Essais hydrauliques
 - Géochimie
 - Livrables PACES utiles à l'aménagement
 - Épaisseur des dépôts meubles
 - Contextes hydrogéologiques et degré de confinement
 - Épaisseur et limite de l'aquifère à nappe libre
 - Piézométrie
 - Recharge et résurgence
 - Vulnérabilité DRASTIC
 - Autres livrables PACES
 - Pente du sol
 - Topographie du roc
 - Activités potentiellement polluantes
 - Données additionnelles UQTR
 - Livrables PACES utiles à l'aménagement
 - Qualité de l'eau
 - Autres livrables PACES
 - Géologie quaternaire
 - Géologie du socle
 - Profils hydrostratigraphiques
 - Stations de mesure
 - Exercices

Préparer vos données pour les exercices



Découpage de votre territoire d'action

1. À l'aide d'un des [outils de sélection](#), mettez en surbrillance votre territoire dans une des couches de la géodatabase  **MAU_Confidentiel.gdb**. Par exemple, si votre territoire est une MRC, sélectionner-la dans la couche  **MRCs**.
2. Ouvrez la fenêtre [Data Frame Properties](#) en cliquant avec le bouton droit de la souris sur le bloc de données  **PACES-Mauricie** dans la table des matières du **projet mxd** et en sélectionnant [Properties](#) (aussi accessible via le menu [View](#)).
3. Sous l'onglet [Data Frame](#), sélectionnez [Clip to shape](#) du menu déroulant de [Clip Options](#) puis cliquez sur [Specify Shape](#).
4. Dans la fenêtre [Data Frame Clipping](#), cochez [Outline of Features](#), puis choisissez la couche contenant votre territoire dans le menu déroulant (ex. :  **MRCs**). Dans le menu déroulant de [Feature](#), choisissez [Selected](#). Faites **OK** deux fois. Seules les données de votre territoire d'action devraient maintenant être affichables.

3

Interpréter l'hydrogéologie de votre territoire d'action

Épaisseur des dépôts meubles

Description

Le terme «**dépôt meuble**» renvoie à tout matériau granulaire ou sédiment (**sable**, **gravier**, **argile**, dépôts organiques, etc.) n'étant pas constitué par la roche en place. Leur épaisseur est estimée en interpolant les données ponctuelles (forage, levés géophysiques, affleurements rocheux) pour lesquelles de l'information concernant la profondeur de la limite entre les dépôts meubles et le socle rocheux est disponible.

Atelier A, cahier du participant, pp. 24 et 48

Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
 MAUR_Epaisseur_depots_meubles	Grille de l'épaisseur des dépôts meubles (en mètres)	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
 MAUR_Epaisseur_depots_courbes	Courbes d'épaisseur égale (isopaques) aux 10 mètres représentant l'épaisseur des dépôts meubles en mètres	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende :		
Épaisseur des dépôts meubles (m)	Signification	Information générale à tirer de la notion
 0 - 1  1 - 2	Épaisseur faible 0 à 2 m	<ul style="list-style-type: none">• Pas d'aquifère de dépôts meubles possible• Pas de couche imperméable (aquitard) qui protège les aquifères• Aquifère de roc fracturé toujours présent
 2 - 4  4 - 8	Épaisseur moyenne 2 à 8 m	<ul style="list-style-type: none">• Aquifère de dépôts meubles au potentiel limité possible si les sédiments sont grossiers et suffisamment épais (ex. : + de 5 m de sable ou gravier)• Couche imperméable (aquitard) possible si des sédiments fins sont présents et suffisamment épais (ex. : + de 3 m d'argile)• Aquifère de roc fracturé présent sous les dépôts meubles
 8 - 12  12 - 16  16 - 24	Épaisseur élevée 8 à 24 m	<ul style="list-style-type: none">• Aquifère de dépôts meubles au potentiel élevé possible si les sédiments sont grossiers et relativement épais (ex. : + de 10 m de sable ou gravier)• Couche imperméable (aquitard) possible si des sédiments fins sont présents et suffisamment épais (ex. : + de 3 m d'argile)• Aquifère de roc fracturé présent sous les dépôts meubles
 24 - 48  48 - 96  96 - 148	Épaisseur très élevée 24 m et plus	<ul style="list-style-type: none">• Aquifère de dépôts meubles au potentiel très élevé possible si les sédiments sont grossiers et très épais (ex. : + de 20 m de sable ou gravier)• Couche imperméable (aquitard) possible si des sédiments fins sont présents et suffisamment épais (ex. : + de 3 m d'argile)• Aquifère de roc fracturé présent sous les dépôts meubles



Questions d'interprétation

Où pourraient se situer les aquifères de dépôts meubles au potentiel élevé ou très élevé sur mon territoire ? Quelles informations sont manquantes pour confirmer la présence de ces aquifères ?

Où pourraient se situer les aquitards sur mon territoire ? Quelles informations sont manquantes pour confirmer la présence de ces aquitards ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Contextes hydrogéologiques et degré de confinement

Description

Les contextes hydrogéologiques sont définis sur la base du mode de mise en place et de la distribution souterraine des **dépôts meubles**. Leur interprétation permet entre autres de connaître le degré de confinement des **aquifères** qui indique le degré de connectivité hydraulique de l'aquifère avec l'hydrologie de surface (précipitation et cours d'eau). Cet indice est déterminé selon l'épaisseur des dépôts meubles qui sont peu perméables à l'écoulement de l'eau (ex. : **argile**).

Atelier A, cahier du participant, pp. 28 et 52

Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
 MAUR_Contextes_hydrogeologiques	Contextes hydrogéologiques indiquant la délimitation des nappes libres , captives et semi-captives ainsi que leur superposition le cas échéant	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
 MAUR_NC_NSC_depots_meubles	Contexte hydrogéologique indiquant la délimitation des nappes captives et semi-captives dans les dépôts meubles seulement	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende : Contexte hydrogéologique	Signification	Information générale à tirer de la notion
 Nappe libre dans les dépôts meubles sur le roc  Nappe libre dans le roc ou le till	Nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge moyenne à élevée • Vulnérabilité moyenne à élevée • Variations de niveau de la nappe moyennes à élevées* • Eau souterraine possiblement faiblement minéralisée, de bonne qualité probable**
 Nappe semi-captive dans le roc ou le till  Nappe captive ou semi-captive dans les dépôts meubles	Nappe semi-captive	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge faible à moyenne • Vulnérabilité faible à moyenne • Variations de niveau de la nappe moyennes* • Eau souterraine possiblement modérément à très minéralisée, de mauvaise qualité potentielle**
 Nappe captive dans le roc ou le till  Nappe captive ou semi-captive dans les dépôts meubles	Nappe captive	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge faible • Vulnérabilité faible • Variations de niveau de la nappe faibles* • Eau souterraine possiblement très minéralisée, de mauvaise qualité potentielle**
 Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe captive dans le roc ou le till  Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe semi-captive dans le roc ou le till	Aquifère double	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge moyenne à élevée pour l'aquifère superficiel et faible pour l'aquifère en profondeur • Vulnérabilité moyenne à élevée pour l'aquifère superficiel et faible pour l'aquifère en profondeur • Variations de niveau de la nappe moyennes à élevées pour l'aquifère superficiel et faibles pour l'aquifère en profondeur* • Eau souterraine possiblement faiblement minéralisée, de bonne qualité probable pour l'aquifère superficiel, et eau possiblement très minéralisée, de mauvaise qualité potentielle pour l'aquifère en profondeur**

*La fluctuation des niveaux de la **nappe** est aussi influencée par les **propriétés hydrauliques** d'un aquifère, notamment sa **porosité**.

La minéralisation de l'eau souterraine** est aussi grandement influencée par le type d'**aquifère** (granulaire ou fracturé) et sa composition minéralogique.



Questions d'interprétation

Où se situent les zones à recharge et vulnérabilité faible sur mon territoire ? Quels types de distribution en profondeur des dépôts meubles en sont responsables ?

Où se situent les zones à recharge et vulnérabilité élevée sur mon territoire ? Quels types de distribution en profondeur des dépôts meubles en sont responsables ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre

Description

Un **aquifère** est une formation géologique saturée en eau et suffisamment perméable pour permettre son pompage. Les **fractures** du socle rocheux permettent une circulation d'eau souterraine parfois suffisante pour son captage. Le pompage de débits plus importants est souvent possible dans les sédiments grossiers (**sables** et **graviers**). Les données sur l'épaisseur et les limites de l'aquifère à **nappe libre** sont disponibles pour les aquifères de **dépôts meubles** seulement. Dans le cas de l'aquifère contenu dans le socle rocheux, il couvre l'ensemble du territoire et une épaisseur constante de 150 mètres est à considérer.

Atelier A, cahier du participant, pp. 30 et 54

Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
 MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl	Épaisseur et limites des aquifères régionaux à nappe libre (nl) en mètres dans les dépôts meubles	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende :		
Épaisseur de l'aquifère à nappe libre (m)	Signification	Information générale à tirer de la notion
Trame transparente	Épaisseur faible 0 à 2 m	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'aquifère à nappe libre situé dans les dépôts meubles Aquifère de roc fracturé d'épaisseur constante d'environ 150 mètres toujours présent Aquifères à nappe captive situés dans les dépôts meubles possibles (voir trame hachurée des contextes hydrogéologiques – page 28)
 [2 - 3]  [3 - 5]  [5 - 7]  [7 - 10]	Épaisseur moyenne 2 à 10 m	<ul style="list-style-type: none"> Aquifère à nappe libre au potentiel limité situé dans les dépôts meubles <ul style="list-style-type: none"> Recharge élevée Vulnérabilité élevée Variations de niveau de la nappe élevées Eau souterraine faiblement minéralisée, de bonne qualité probable Aquifère de roc fracturé d'épaisseur constante d'environ 150 mètres toujours présent Aquifères à nappe captive situés dans les dépôts meubles possibles (voir trame hachurée des contextes hydrogéologiques – page 28)
 [10 - 13]  [13 - 17]  [17 - 22]	Épaisseur élevée 10 à 22 m	<ul style="list-style-type: none"> Aquifère à nappe libre au potentiel élevé situé dans les dépôts meubles <ul style="list-style-type: none"> Recharge élevée Vulnérabilité élevée Variations de niveau de la nappe élevées Eau souterraine faiblement minéralisée, de bonne qualité probable Aquifère de roc fracturé d'épaisseur constante d'environ 150 mètres toujours présent Aquifères à nappe captive situés dans les dépôts meubles possibles (voir trame hachurée des contextes hydrogéologiques – page 28)
 [22 - 28]  [28 - 34]  [34 - 65]	Épaisseur très élevée 22 m et plus	<ul style="list-style-type: none"> Aquifère à nappe libre au potentiel très élevé situé dans les dépôts meubles <ul style="list-style-type: none"> Recharge élevée Vulnérabilité élevée Variations de niveau de la nappe élevées Eau souterraine faiblement minéralisée, de bonne qualité probable Aquifère de roc fracturé d'épaisseur constante d'environ 150 mètres toujours présent Aquifères à nappe captive situés dans les dépôts meubles possibles (voir trame hachurée des contextes hydrogéologiques – page 28)



Questions d'interprétation

Où se situent les aquifères de dépôts meubles à nappe libre au potentiel élevé ou très élevé sur mon territoire ?
Quelles informations sont manquantes pour confirmer la présence de ces aquifères ?

Où se situent les aquifères de dépôts meubles à nappe captive sur mon territoire ?

Où se situent les aquifères de roc fracturé sur mon territoire ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Piézométrie

Description

Le **niveau piézométrique** (ou **charge hydraulique**) correspond à l'élévation du niveau d'eau mesuré dans un puits. Dans un aquifère à **nappe libre**, la charge hydraulique correspond à la surface de la **nappe**. Dans le cas d'un aquifère à **nappe captive**, la charge hydraulique représente l'élévation de la «pression» au sein de l'aquifère. Par exemple, si l'aquifère du roc est situé sous 20 m d'argile, la charge hydraulique peut correspondre à une profondeur de 1 m sous la surface du sol. La piézométrie serait donc 19 m au-dessus de l'aquifère.

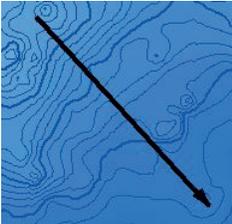
La **surface piézométrique** est interprétée en interpolant les données ponctuelles qui possèdent de l'information sur le niveau d'eau ou par modélisation numérique de l'écoulement souterrain. Elle permet de connaître le sens de l'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère, qui s'écoule perpendiculairement aux **isopièzes**, soit des zones à piézométrie plus élevée vers celles où la piézométrie est plus basse.

Atelier A, cahier du participant, pp. 32 et 56

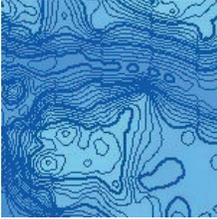
Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
MAUR_Piezo_nc	Élévation en mètres de la nappe captive (nc) et semi-captive (nsc) à partir du niveau moyen de la mer	CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
MAUR_Piezo_NC_courbes	Courbes isopièzes de la nappe captive et semi-captive générées aux 10 mètres à partir de la piézométrie de la nappe captive représentant les charges hydrauliques par rapport au niveau moyen de la mer	CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
MAUR_Piezo_nl	Élévation en mètres de la nappe libre (nl) à partir du niveau moyen de la mer	CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
MAUR_Piezo_NL_courbes	Courbes isopièzes de la nappe libre générées aux 10 mètres à partir de la piézométrie de la nappe libre représentant les charges hydrauliques par rapport au niveau moyen de la mer	CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende :		
Niveau piézométrique (m)	Signification	Information générale à tirer de la notion
	Direction d'écoulement de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> Écoulement de l'eau souterraine depuis les élévations piézométriques plus élevées (amont) vers les plus basses (aval) Direction d'écoulement toujours vers les cours d'eau Surface piézométrique semblable à la topographie, mais adoucie (plus plane) Recharge provient en partie de l'amont (et en partie de l'infiltration verticale) Contamination potentielle depuis l'amont
	Direction d'écoulement de la nappe captive	<ul style="list-style-type: none"> Écoulement de l'eau souterraine depuis les élévations piézométriques plus élevées (amont) vers les plus basses (aval) Direction d'écoulement pas toujours vers les cours d'eau Surface piézométrique peut être différente de la topographie Recharge provient en totalité de l'amont (pas d'infiltration verticale) Contamination potentielle depuis l'amont

Interprétation générale de la couche d'informations (suite)

Légende : Niveau piézométrique (m)	Signification	Information générale à tirer de la notion
	<p>Isopièzes rapprochées</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pente piézométrique forte • Écoulement souterrain rapide si la conductivité hydraulique de l'aquifère est élevée (par exemple un aquifère composé de sable et de gravier) • Temps de résidence court de l'eau souterraine si la conductivité hydraulique de l'aquifère est élevée • Eau souterraine possiblement faiblement minéralisée, de bonne qualité probable, si la conductivité hydraulique de l'aquifère est élevée
	<p>Isopièzes espacées</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pente piézométrique faible • Écoulement souterrain lent si la conductivité hydraulique de l'aquifère est faible • Temps de résidence long de l'eau souterraine si la conductivité hydraulique de l'aquifère est faible • Eau souterraine possiblement fortement minéralisée, de mauvaise qualité possible, si la conductivité hydraulique de l'aquifère est faible

Questions d'interprétation

De quel(s) territoire(s) provient une partie de l'eau souterraine de mon territoire? Vers quel(s) territoire(s) s'écoule une partie de l'eau souterraine de mon territoire ?

De manière générale, peut-on s'attendre à un écoulement rapide ou lent de l'eau souterraine sur mon territoire? Quelles sont les conséquences potentielles de cette vitesse d'écoulement pour mon eau souterraine ?

Sur mon territoire, à quelle profondeur, en général, se situe la nappe d'eau souterraine sous la surface ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Recharge et résurgence

Description

La **recharge** annuelle (en mm/an) représente la quantité d'eau qui atteint potentiellement la **nappe**. L'évaluation de la recharge est complexe et nécessite plusieurs approches scientifiques différentes. Les principaux paramètres qui influencent la recharge sont les précipitations, l'évapotranspiration, la pente et les propriétés hydrogéologiques du sol. Le taux de recharge influence généralement la géochimie de l'eau souterraine de même que les niveaux piézométriques. Au Québec, on retrouve deux périodes importantes de recharge, soit la fonte printanière et la période automnale. Durant le reste de l'année, la recharge est plutôt ponctuelle suite à des événements importants de précipitation ou de fonte. Les taux de recharge élevés sont généralement rencontrés dans les secteurs où la pente est faible et les dépôts meubles sont grossiers (sable et gravier) tandis que les taux de recharge faible sont rencontrés dans les secteurs argileux.

La **résurgence** correspond à l'exutoire de l'eau souterraine qui refait surface, soit sous forme de **source**, soit dans les cours d'eau ou les milieux humides. Les résurgences peuvent se produire lorsque le **niveau piézométrique** de la nappe d'un aquifère dépasse le niveau de la surface du sol. On les retrouve généralement là où le **gradient hydraulique** est élevé.

Atelier A, cahier du participant, pp. 34 et 58

Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
 MAUR_Recharge_resurgences	Grille de la recharge annuelle (en mm/an)	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
 MAUR_Resurgence	Zones de résurgence , où l'eau souterraine émerge à la surface	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb
 MAUR_Recharge_preferentielle	Zones où les aquifères sont rechargés au taux moyen de 250 mm/an ou plus	 CH_BDCarto_hydrogeologique.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende :	Recharge (mm/an) ou résurgence	Signification	Information générale à tirer de la notion
	50 - 100	Recharge faible 0 à 100 mm/an	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt meuble peu perméable en surface • Renouvellement de l'eau souterraine très lent • Vulnérabilité probablement faible • Eau souterraine possiblement très minéralisée, de mauvaise qualité potentielle
	< 50		
	180- 250	Recharge moyenne 100 à 250 mm/an	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt meuble modérément perméable en surface • Renouvellement de l'eau souterraine peu rapide • Vulnérabilité probablement moyenne • Eau souterraine possiblement modérément minéralisée, de qualité potentielle moyenne
	100 - 180		
	Entre 250 mm et 400 mm	Recharge élevée 250 à 400 mm/an	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt meuble perméable en surface • Renouvellement de l'eau souterraine rapide • Vulnérabilité probablement moyenne à élevée • Eau souterraine possiblement peu minéralisée, de bonne qualité potentielle

Interprétation générale de la couche d'informations (suite)

Légende :		
Recharge (mm/an) ou résurgence	Signification	Information générale à tirer de la notion
 400 mm et plus	Recharge préférentielle 400 mm/an et plus	<ul style="list-style-type: none">• Dépôt meuble très perméable en surface• Renouvellement de l'eau souterraine très rapide• Vulnérabilité probablement élevée• Eau souterraine possiblement peu minéralisée, de bonne qualité potentielle
 Résurgences	Zones de résurgence	<ul style="list-style-type: none">• Aucun renouvellement de l'eau souterraine• Mélange d'eau souterraine dans l'eau de surface• Provoque parfois ou maintien les milieux humides• Assure le débit de base des cours d'eau• Vulnérabilité variable• La qualité de l'eau souterraine dépend de sa provenance, en amont



Questions d'interprétation

Où se situent les zones de renouvellement rapide ou très rapide de l'eau souterraine sur mon territoire ? Quelles en sont les causes principales ?

Où se situent les zones de renouvellement très lent de l'eau souterraine sur mon territoire ? Quelles en sont les causes principales ?

Où se situent les zones de résurgence sur mon territoire ? Quelles en sont les causes principales ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Vulnérabilité DRASTIC

Description

La méthode la plus utilisée pour évaluer la **vulnérabilité** des aquifères est la méthode **DRASTIC** qui permet d'évaluer la sensibilité à la pollution de l'eau souterraine à partir de l'émission de contaminants à la surface du sol. Sept paramètres sont interprétés individuellement, puis combinés pour obtenir un indice de vulnérabilité DRASTIC : la profondeur de la **nappe**, la **recharge**, la nature de l'**aquifère**, la texture du sol en surface, la topographie, la nature de la **zone vadose**, et la **conductivité hydraulique** de l'aquifère.

Atelier A, cahier du participant, pp. 36 et 60

Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
 MAUR_DRASTIC_nc	Indice de vulnérabilité des eaux souterraines de la nappe captive (nc) basé sur l'Indice DRASTIC	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb
 MAUR_DRASTIC_ni	Indice de vulnérabilité des eaux souterraines de la nappe libre (ni) basé sur l'Indice DRASTIC	 CH_BDCarto_hydrogeo_Rasters.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende : Indice DRASTIC	Signification	Information générale à tirer de la notion
 30 - 80	Vulnérabilité faible indice de 100 ou moins*	<ul style="list-style-type: none"> • Bien protégé de la contamination provenant directement de la surface • On retrouve une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ (D) Profondeur de la nappe élevée ○ (R) Recharge faible ○ (A) Aquifère peu perméable ○ (S) Sol en surface peu perméable ○ (T) Forte pente du sol ○ (I) Zone vadose peu perméable ○ (C) Faible conductivité hydraulique de l'aquifère • Protection inconnue d'une contamination provenant de l'écoulement souterrain latéral
 80 - 100		
 100 - 120	Vulnérabilité moyenne indice entre 100 et 180*	<ul style="list-style-type: none"> • Modérément protégé de la contamination provenant directement de la surface • On retrouve une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ (D) Profondeur de la nappe moyenne ○ (R) Recharge moyenne ○ (A) Aquifère modérément perméable ○ (S) Sol en surface modérément perméable ○ (T) Pente du sol moyenne ○ (I) Zone vadose modérément perméable ○ (C) Conductivité hydraulique de l'aquifère moyenne • Protection inconnue d'une contamination provenant de l'écoulement souterrain latéral
 120 - 140		
 140 - 160		
 160 - 180		
 180 - 200	Vulnérabilité élevée indice de 180 ou plus*	<ul style="list-style-type: none"> • Peu protégé de la contamination provenant directement de la surface • On retrouve une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ (D) Profondeur de la nappe faible ○ (R) Recharge élevée ○ (A) Aquifère très perméable ○ (S) Sol en surface très perméable ○ (T) Faible pente du sol ○ (I) Zone vadose très perméable ○ (C) Conductivité hydraulique de l'aquifère élevée • Protection inconnue d'une contamination provenant de l'écoulement souterrain latéral
 200 - 205		

* Limites définies par le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (Q-2, r 35.2).



Questions d'interprétation

Où se situent les zones à vulnérabilité élevée sur mon territoire ? Quelles sont les caractéristiques responsables de ce constat ?

Où se situent les zones à faible vulnérabilité sur mon territoire ? Quelles sont les caractéristiques responsables de ce constat ?

Pourquoi la méthode DRASTIC est-elle imparfaite pour estimer la vulnérabilité des aquifères de mon territoire ? Quels autres facteurs dois-je surveiller pour juger du risque de contamination de mon eau souterraine ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Qualité de l'eau

Description

La qualité de l'eau s'évalue en comparant les constituants physicochimiques de l'eau aux normes et recommandations existantes. Les **concentrations maximales acceptables (CMA)** sont des normes visant à éviter des risques pour la santé humaine. Les **objectifs esthétiques (OE)** sont des recommandations concernant les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût et autres désagréments), mais n'ayant pas d'effets néfastes reconnus sur la santé humaine.

Dans le cadre de l'étude, 243 échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans des puits privés et municipaux. Parmi ceux-ci, 223 ont été utilisés pour l'analyse des dépassements des normes physicochimiques et 120 pour l'analyse des normes bactériologiques.

Atelier A, cahier du participant, pp. 38, 40, 62 et 64

Couches de données géospatiales concernées

Nom de la couche ou de la table	Contenu de la couche	Géodatabase
 Geochimie	Observations des données géochimiques	 MAUR_UQTR.gdb

Interprétation générale de la couche d'informations

Légende : Dépassement des critères de qualité de l'eau	Signification	Information générale à tirer de la notion
 Dépassement dans les dépôts meubles	Dépassement d'une concentration maximale acceptable (CMA)	<ul style="list-style-type: none">• Eau souterraine de mauvaise qualité• Non potable• Résultat valide que pour le puits
 Dépassement dans le socle rocheux	Dépassement d'un objectif esthétique (OE)	<ul style="list-style-type: none">• Eau souterraine de qualité moyenne• Potable• Avec désagrément esthétique (couleur, odeur, goût), mais sans danger pour la santé• Résultat valide que pour le puits
 Aucun dépassement	Aucun dépassement	<ul style="list-style-type: none">• Eau souterraine de bonne qualité• Potable• Sans désagrément esthétique• Résultat valide que pour le puits



Questions d'interprétation

Quelle est la proportion des puits de mon territoire ayant une eau non potable? Dans quel(s) secteur(s) sont-ils concentrés ?

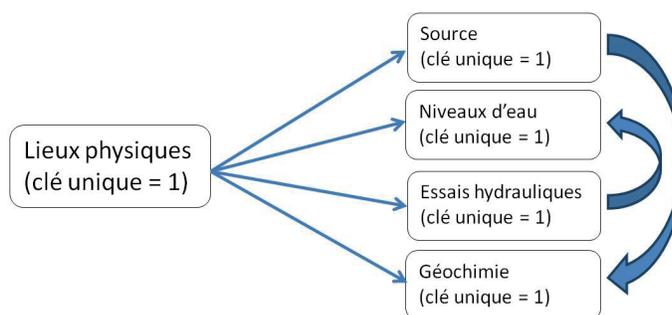
Quels sont les paramètres pour lesquels les objectifs esthétiques ne sont fréquemment pas respectés sur mon territoire ?

Les autres observations sur mon territoire d'action

Les données ponctuelles

Les livrables des projets PACES ont été réalisés à partir de données ponctuelles pouvant être de diverses natures : forages, puits, piézomètres, trous non aménagés, sources, affleurements rocheux, sondages géophysiques, etc. Ces données peuvent être consultées afin d'obtenir de l'information locale. Elles sont toutefois de nature technique et peuvent être difficiles à interpréter sans une certaine connaissance de base en géologie, hydrogéologie et géochimie.

Dans les tables d'attribut de chaque couche de données ponctuelles de la géodatabase **CH_BDTerrain.gdb**, on retrouve le champ commun **No DCH du lieu physique** qui permet de faire le lien entre les couches et obtenir toute l'information sur un point. Cette clé unique est un numéro séquentiel, déterminé par le MDDELCC, pour chaque lieu physique identifié par les projets du PACES du Québec. Par exemple, on peut extraire les données géochimiques et les données de niveau d'eau pour un même puits.



Pour chacune des couches de données ponctuelles, des **tables relationnelles** de données non géoréférencées sont disponibles. C'est dans ces tables, par exemple, que l'on retrouve les valeurs de niveau d'eau de la couche cartographique **CH_Niveau_eau**. Les données des tables relationnelles sont liées au lieu physique par la clé unique. Plusieurs informations peuvent se rapporter à la même clé unique (ex. : plusieurs niveaux d'eau pour le même puits). Le rapport entre la clé unique et les tables relationnelles est donc d'un à plusieurs.

Nom de la couche	Contenu de la couche	Nom de la table relationnelle associée	Contenu de la table	Géodatabase
CH_Lieu_physique	Lieux d'observation (puits, forages, piézomètres, sondages géophysiques, carrières, sablières, etc.) des caractéristiques du sous-sol et/ou de l'eau souterraine répertoriés dans le cadre du PACES.	CH_TB_LIEUPHYS_Crepine CH_TB_LIEUPHYS_Stratigraphie CH_TB_LIEUPHYS_Fiabilite	Caractéristiques physiques de la crépine. La crépine est la partie perforée du tubage permettant à l'eau souterraine de pénétrer dans le puits. Elle sert aussi de filtre pour empêcher les particules fines d'entrer dans le puits. Description des matériaux géologiques (dépôts meubles ou roc) observés. Appréciation de la fiabilité de la localisation géographique du lieu physique attribuée par le projet du PACES.	CH_BDTerrain.gdb
CH_Source	Sources d'eau souterraine répertoriées dans le cadre du PACES.	CH_TB_SOURCE_Resultats_analyses CH_TB_SOURCE_Fiabilite	Résultats des analyses chimiques réalisées sur l'eau souterraine provenant d'une source. Appréciation de la fiabilité de la localisation géographique de la source (résurgence) attribuée par le projet du PACES.	
CH_Niveau_eau	Mesures de niveau d'eau prises dans un lieu physique, par rapport à la surface du sol.	CH_TB_NIV_EAU_Mesures_Niveau_eau	Contient les données des mesures de niveau d'eau.	
CH_Essais	Essais hydrauliques réalisés dans un lieu physique (essais de pompage ou de conductivité hydraulique)	CH_TB_ESSAIS_Essais	Contient les données des essais de pompage ou de conductivité hydraulique.	
CH_Geochemie	Analyses chimiques réalisées sur des échantillons d'eau souterraine provenant d'un lieu physique.	CH_TB_GEOCHIMIE_Resultats_analyses	Contient les résultats des analyses chimiques.**	

* Les séries temporelles ne sont pas incluses dans cette table. Pour obtenir les séries temporelles de niveaux d'eau, il faut se référer au champ Résultats complets-Niveaux de la couche **CH_Niveau_eau**.

** Cette table ne contient que les résultats d'analyse pour les paramètres mesurés dans le cadre du PACE. Pour obtenir les résultats d'analyse complets incluant les paramètres mesurés dans d'autres cadres que le PACES, il faut se référer au champ Résultats complets-Géochimie de la couche **CH_Geochemie**.

Les autres résultats du PACES

Résultat du PACES	Description	Intérêt	Clés d'interprétation
Topographie	Variation de l'élévation de la surface du sol	À l'échelle régionale, la topographie influence le climat, les directions d'écoulement des eaux souterraines et les zones de recharge des aquifères.	En général, l'écoulement souterrain régional se fait depuis les hauts topographiques (qui sont souvent des zones de recharge des aquifères) vers les bas topographiques.
Limites administratives et réseau routier	Limites de la région du PACES, des MRC, municipalités, parc national et réserves faunique et écologique. Emplacements des agglomérations. Autoroutes, routes, rues, chemins de fer, aéroports et lignes de transmission électrique	Permet de localiser les données acquises sur l'eau souterraine et les points d'intérêt avoisinants.	s.o.
Modèle numérique d'élévation	Voir Topographie		
Pente	Pente de la surface du sol exprimée en degrés	La pente du sol influence le ruissellement des précipitations ainsi que le drainage des sols et la recharge des aquifères.	Une pente forte signifie plus de ruissellement à la surface du sol, moins d'infiltration d'eau dans le sol pour recharger les aquifères et une vulnérabilité plus faible.
Hydrographie	Distribution spatiale des cours d'eau (ruisseaux, rivières et fleuve) et des plans d'eau (lacs)	Les cours d'eau et les plans d'eau de surface correspondent habituellement à des zones d'échange entre les eaux de surface et les souterraines. À ces endroits, l'eau souterraine peut s'écouler vers les eaux de surface et ainsi les réalimenter, ou l'écoulement peut être en direction inverse, des eaux de surface vers les eaux souterraines.	Au Québec, ce sont habituellement les eaux souterraines qui vont alimenter les cours d'eau et les plans d'eau, et non le contraire.
Bassins versants	Territoire délimité par les élévations du terrain à l'intérieur duquel l'eau s'écoule vers le même exutoire	Cette délimitation du territoire permet une gestion intégrée de l'eau de surface et de l'eau souterraine.	À l'échelle régionale, les bassins versants des eaux souterraines sont très semblables à ceux des eaux de surface.
Occupation du sol	Usages qui sont faits de la surface du territoire	Une connaissance de l'occupation du sol est utile pour cibler les secteurs où les activités sont susceptibles d'exercer une pression sur la ressource en eaux souterraines et d'en modifier la qualité ou la quantité. L'occupation du sol influence aussi le cycle de l'eau.	Par exemple, en zone urbaine dense, le ruissellement de l'eau à la surface du terrain est généralement élevé, réduisant ainsi la recharge. Le risque de contamination des aquifères est plus élevé là où les activités humaines sont plus nombreuses.
Cultures annuelles	Type de production agricole	Le type de production agricole peut avoir une influence sur le taux de recharge de l'eau souterraine, sa vulnérabilité et sa qualité.	Certaines cultures contribuent plus significativement à l'évapotranspiration, réduisant ainsi la recharge et la vulnérabilité. Certaines cultures intensives nécessitent une utilisation importante de fertilisants, herbicides ou pesticides, ce qui peut dégrader la qualité de l'eau souterraine.
Couverture végétale	L'ensemble des végétaux qui recouvrent le sol	Les plantes jouent un rôle significatif sur le cycle de l'eau en retournant une portion des précipitations vers l'atmosphère par évapotranspiration. Une part des précipitations est interceptée par le feuillage des plantes et est directement évaporée vers l'atmosphère. Aussi, les végétaux retirent une partie de l'eau contenue dans le sol et l'accumulent dans leurs tissus ou la retournent vers l'atmosphère par transpiration.	En zone de couvert forestier, l'évapotranspiration des plantes sera importante, réduisant ainsi la recharge et la vulnérabilité.

Résultat du PACES	Description	Intérêt	Clés d'interprétation
Milieux humides	Terres qui sont inondées ou saturées en eau assez longtemps pour modifier la composition du sol ou de la végétation	Au même titre que les cours d'eau ou les plans d'eau, les milieux humides peuvent être des lieux d'échanges importants entre l'eau de surface et l'eau souterraine.	Les échanges avec l'eau souterraine sont complexes. Les milieux humides sont parfois des zones de réurgence .
Affectation du territoire	Attribution à un territoire d'une utilisation, d'une fonction ou d'une vocation déterminée. Les aires protégées sont également prises en compte.	L'affectation du territoire peut servir à protéger les aquifères et à gérer durablement les eaux souterraines.	Par exemple, la protection des aquifères pourrait être priorisée aux zones de recharge préférentielle et de vulnérabilité élevée des aquifères .
Pédologie	Les types de sol et leurs propriétés (généralement le premier mètre sous la surface)	La connaissance de la composition des sols aide à la compréhension de plusieurs processus dynamiques liés à l'eau, notamment l'infiltration de l'eau dans le sol et la vulnérabilité des nappes souterraines.	Un sol peu perméable limite la recharge et diminue la vulnérabilité des aquifères .
Géologie quaternaire	Distribution spatiale, en surface, des dépôts meubles	Selon leur nature, les dépôts meubles ont des propriétés aquifères variables qui influencent l'écoulement de l'eau souterraine.	Les dépôts meubles peu perméables, comme de l' argile , confinent les aquifères sous-jacents, limitent leur recharge , le et diminuent leur vulnérabilité .
Géologie du socle	Distribution spatiale des différents types de roche et les principales failles et autres déformations qui les affectent	Lorsque les roches sont fracturées, elles constituent un aquifère et des puits peuvent y être aménagés pour exploiter la ressource.	L' aquifère de roc fracturé couvre l'ensemble du territoire du sud-ouest de la Mauricie. L'eau souterraine peut y résider suffisamment longtemps pour dissoudre une partie des minéraux contenus dans la roche, affectant ainsi à la baisse la qualité de l'eau souterraine.
Profil hydrostratigraphiques	Représentation verticale de la distribution spatiale des unités hydrostratigraphiques retrouvées en profondeur, afin d'en apprécier la continuité, l'étendue et l'épaisseur. Les unités hydrostratigraphiques sont des dépôts meubles ou des roches aux propriétés hydrauliques similaires.	Permet de distinguer les unités hydrostratigraphiques desquelles l'eau souterraine peut facilement être extraite (aquifères) des unités qui permettent difficilement à l'eau d'y circuler (aquitards).	On retrouve quatre unités hydrostratigraphiques principales dans le sud-ouest de la Mauricie : 1. Aquifère formé par les réseaux de fissures du socle rocheux : potentiel faible; 2. Aquifère formé par les sédiments fluvio-glaciaires et glaciaires : potentiel très élevé; 3. Aquitard formé par les sédiments fins : potentiel nul; 4. Aquifère formé par les sédiments sableux: potentiel élevé.
Topographie du roc	Variation de l'élévation de la surface du roc	La topographie du roc sert à identifier les dépressions (creux) importantes du roc où peut s'accumuler une grande quantité de dépôts meubles .	Potentiel aquifère intéressant si les sédiments accumulés sont grossiers (sables et graviers).
Activités potentiellement polluantes	Densité des activités potentiellement polluantes, pondérée par le poids de l'impact de ces activités	Fait ressortir les tendances régionales de la pression que ces activités pourraient exercer sur la qualité de l'eau souterraine.	La protection des aquifères sous une densité de risque élevée devrait être priorisée.
Utilisation de l'eau	Bilan du prélèvement de l'eau selon la provenance (surface, souterraine) et l'utilisation (résidentielle, agricole ou industrielle-commerciale et institutionnelle) pour chaque municipalité de la zone d'étude en mètres cubes par an	Utile pour la gestion durable de l'eau souterraine et pour estimer les besoins futurs.	Les interventions pour la protection de l'eau souterraine devraient refléter l'utilisation de la ressource.
Stations météo, hydrométriques et suivi de la nappe	Répartition spatiale des stations de mesure permanentes pour la météorologie, l'hydrométrie (débit des principaux cours d'eau) et la piézométrie (niveau de l'eau souterraine)	Permet de visualiser la disponibilité de ce type de données utiles pour les études hydrogéologiques.	s.o.

4

Mon territoire d'action face à des enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines

Exercice 1 - Si demain vous devez rechercher une nouvelle source d'eau potable souterraine, quelle zone serait la plus propice sur votre territoire d'action ?

Les résultats du remue-méninges avec les participants

Exemple d'un cheminement d'expert

Paramètres importants à considérer		Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu		Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles	
Ce que l'on cherche	Pourquoi ?	Limites et commentaires	Notions hydrogéologiques	Données à utiliser	Critères
<p>Présence d'aquifères granulaires d'épaisseur suffisante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les aquifères granulaires peuvent avoir une conductivité hydraulique élevée nécessaire pour le pompage d'un débit suffisamment élevé pour alimenter un réseau d'aqueduc. • Les aquifères de roc fracturé ont souvent une conductivité hydraulique relativement faible qui permet difficilement le pompage d'un débit supérieur à celui nécessaire pour alimenter une résidence isolée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrairement aux aquifères de roc fracturé que l'on retrouve partout sur le territoire, les aquifères granulaires sont plus rares. • Une épaisseur de dépôts meubles minimale est nécessaire, car le pompage induit un cône de dépression dans le niveau de la nappe. Une trop faible épaisseur, combinée à un pompage relativement important, peut résulter en un assèchement du puits. 	<p>Épaisseur des dépôts meubles</p>	<p>MAUR_Épaisseur_depots_meubles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur élevée : 8 à 24 m • Épaisseur très élevée : 24 m et plus 	
<p>Présence d'eau souterraine en quantité exploitable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renouvellement rapide de l'eau souterraine • Pour s'assurer que le prélèvement de l'eau soit durable dans le temps, l'eau pompée doit être renouvelée au même rythme. La recharge de l'aquifère donne une bonne indication du renouvellement de l'eau dans une aire d'alimentation potentielle d'un puits. • Le taux de renouvellement nécessaire dépend du débit pompé : plus la quantité de personnes à alimenter sera élevée, plus la recharge dans l'aire d'alimentation devra être élevée. • La superficie de l'aire d'alimentation d'un puits dépend du débit pompé : plus le débit est important, plus la superficie de l'aire d'alimentation sera grande. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le taux de renouvellement nécessaire dépend du débit pompé : plus la quantité de personnes à alimenter sera élevée, plus la recharge dans l'aire d'alimentation devra être élevée. • La superficie de l'aire d'alimentation d'un puits dépend du débit pompé : plus le débit est important, plus la superficie de l'aire d'alimentation sera grande. 	<p>Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre</p>	<p>MAUR_Épaisseur_aquiferes_nl</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur élevée : 10 à 22 m • Épaisseur très élevée : 22 m et plus 	
<ul style="list-style-type: none"> • Renouvellement rapide de l'eau souterraine 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour s'assurer que le prélèvement de l'eau soit durable dans le temps, l'eau pompée doit être renouvelée au même rythme. La recharge de l'aquifère donne une bonne indication du renouvellement de l'eau dans une aire d'alimentation potentielle d'un puits. • Le taux de renouvellement nécessaire dépend du débit pompé : plus la quantité de personnes à alimenter sera élevée, plus la recharge dans l'aire d'alimentation devra être élevée. • La superficie de l'aire d'alimentation d'un puits dépend du débit pompé : plus le débit est important, plus la superficie de l'aire d'alimentation sera grande. 	<p>Recharge et résurgence</p>	<p>MAUR_Recharge_resurgences</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge élevée : 250 à 400 mm/an • Recharge préférentielle : 400 mm/an et plus 	

Exemple d'un cheminement d'expert (suite)

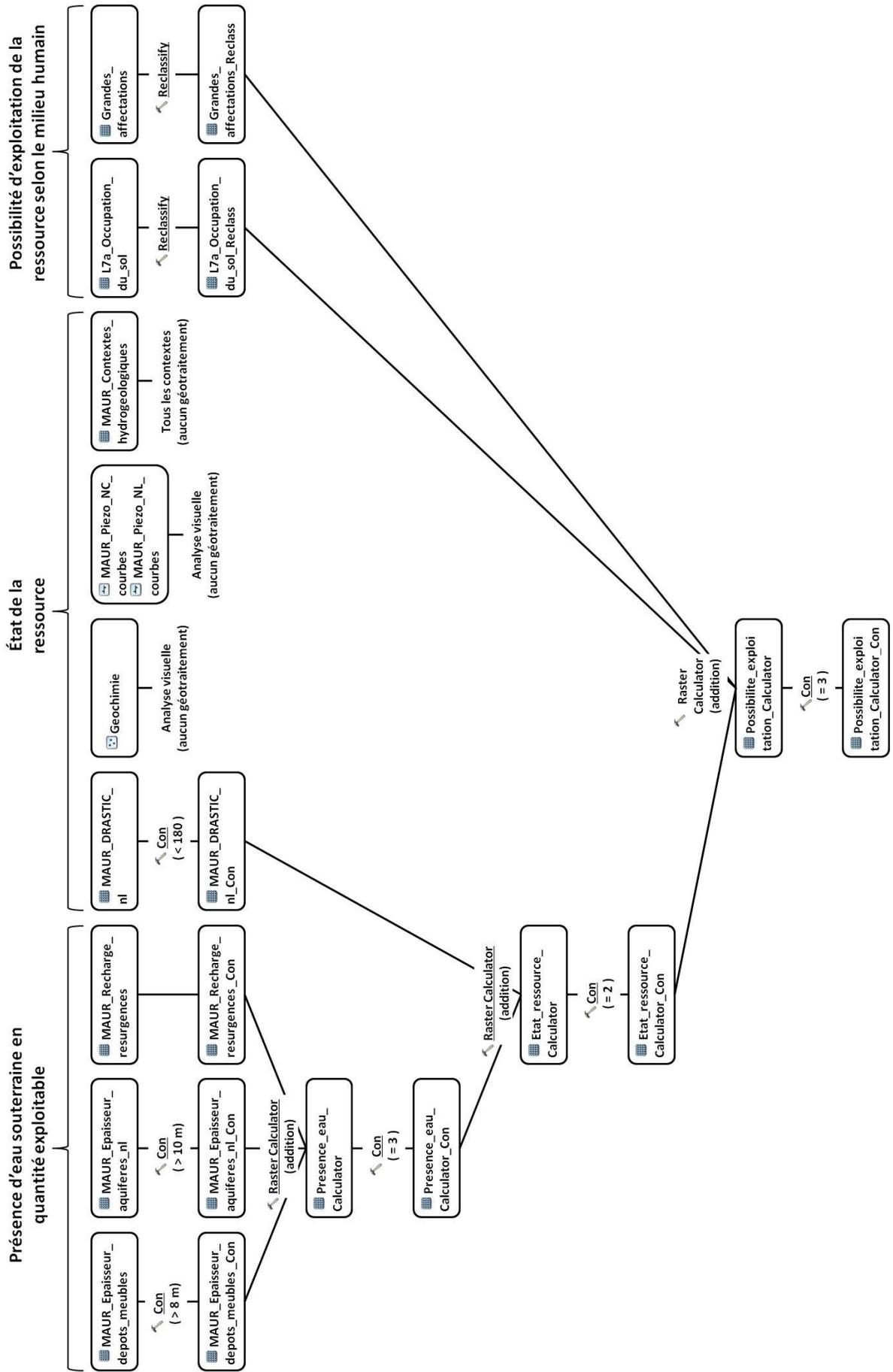
Paramètres importants à considérer	Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu	Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles	
	Limites et commentaires	Notions hydrogéologiques	Données à utiliser
	Pourquoi ?	Critères	
<p>• Eau de bonne qualité</p>	<p>• Idéalement, l'eau doit être de qualité potable sans nécessiter de traitement.</p>	<p>Qualité de l'eau</p> <p>☑ Geochimie</p>	<p>• Peu ou pas de dépassements de CMA dans l'aquifère</p> <p>• Peu ou pas de dépassements d'OE dans l'aquifère</p>
<p>État de la ressource</p>	<p>• Ce que l'on cherche</p>		
	<p>• Pourquoi ?</p>		
	<p>• Pour diminuer le risque de contamination.</p>	<p>Vulnérabilité DRASTIC</p>	<p>• MAUR_ DRASTIC_nc</p> <p>• MAUR_ DRASTIC_nI</p> <p>• Vulnérabilité faible: indice de 100 ou moins</p> <p>• Vulnérabilité moyenne : indice entre 100 et 180</p>
	<p>• Il faut s'assurer que l'aquifère est protégé naturellement de potentielles contaminations provenant des activités humaines. Ceci permettra de limiter les interventions pour diminuer le risque de contamination.</p>		
	<p>• Peu vulnérable</p>		
	<p>• Un aquifère à vulnérabilité élevée (indice supérieur à 180) pourrait être considéré, mais il faudra accorder une attention particulière aux sources de contamination dans l'aire d'alimentation et l'eau prélevée devra potentiellement être traitée.</p>		
	<p>• Un indice de vulnérabilité est subjectif. Il faut être prudent dans l'interprétation de son résultat.</p>		
	<p>• La vulnérabilité DRASTIC ne considère que ce qui vient d'au-dessus de l'aquifère, sans considérer ce qui peut provenir de l'écoulement souterrain latéral.</p>		
	<p>• Pour prendre en compte le risque de contamination, la vulnérabilité n'est pas suffisante. Il faut y ajouter l'impact des activités humaines présentant un danger de contamination dépend de plusieurs facteurs propres au contaminant: toxicité, quantité du rejet, zone d'impact, fréquence du rejet. Il faut donc inventorier les activités potentiellement polluantes sur le territoire de l'aquifère et qualifier leur impact potentiel sur la qualité de l'eau souterraine.</p>		
	<p>• Des problèmes d'ordre esthétiques peuvent être acceptables, mais nécessiter tout de même un traitement.</p>		
	<p>• Des problèmes présentant un danger pour la santé ne sont pas acceptables, mais certains traitements peuvent être considérés.</p>		
	<p>• Les contaminants microbiologiques, les fertilisants et les hydrocarbures sont dangereux, mais ne peuvent pas être considérés à l'échelle régionale puisque ce sont des contaminants locaux.</p>		

Exemple d'un cheminement d'expert (suite)

Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu		Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles	
Paramètres importants à considérer	Ce que l'on cherche	Notions hydrogéologiques	Données à utiliser
État de la ressource (suite)	<p>Pourquoi ?</p> <ul style="list-style-type: none"> Afin de prévenir la contamination, la recharge de l'eau qui atteint le puits ou l'aquifère ne doit pas se faire à un endroit où il y a des activités humaines en surface pouvant représenter un danger pour la qualité de l'eau. Le sens d'écoulement est donc à considérer pour déterminer le type d'activités humaines exercées en amont hydraulique du puits ou de l'aquifère. 	<p>Limites et commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> Il faut faire l'inventaire des activités potentiellement polluantes en amont hydraulique de l'aquifère et qualifier leur impact potentiel (toxicité, quantité du rejet, zone d'impact, fréquence du rejet). La piézométrie régionale, qui détermine le sens d'écoulement de l'eau souterraine, a ses limites. Dans le cas d'un puits, une étude hydrogéologique locale devrait être réalisée pour bien délimiter son aire d'alimentation et identifier les menaces qui existent à l'intérieur de ce territoire. 	<p>Notions hydrogéologiques</p> <p>Données à utiliser</p> <ul style="list-style-type: none"> MAUR_Piezo_NC_courbes MAUR_Piezo_NL_courbes <p>En amont des activités humaines pouvant représenter un danger pour la qualité de l'eau</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Il peut être plus avantageux d'exploiter un aquifère à nappe confinée, car grâce à l'aquifère sus-jacent, il est protégé de la contamination provenant de la surface. Les aquifères à nappe libre ont l'avantage de constituer des zones de recharge et l'eau y est typiquement de bonne qualité. 	<p>Limites et commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> Leau de l'aquifère à nappe confinée est possiblement de moins bonne qualité. Aussi, son renouvellement est plus faible. Les aquifères à nappe libre sont plus vulnérables à la contamination provenant de la surface. 	<p>Notions hydrogéologiques</p> <p>Données à utiliser</p> <ul style="list-style-type: none"> MAUR_Contextes_hydrogéologiques MAUR_NC_NSC_depots_meubles <p>Tous les contextes</p>

Votre cheminement sur votre territoire d'action

Paramètres importants à considérer	Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu	Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles
	Ce que l'on cherche	Notions hydrogéologiques Données à utiliser Critères
Présence d'eau souterraine en quantité exploitable	Pourquoi ?	<p>Épaisseur des dépôts meubles </p> <p>Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre </p> <p>Recharge et résurgence </p> <p>Vulnérabilité DRASTIC  </p> <p>Qualité de l'eau </p> <p>Piézométrie  </p> <p>Contextes hydrogéologiques et degré de confinement  </p> <p>Occupation du sol </p> <p>Affectation du territoire </p>





Procédure étape par étape

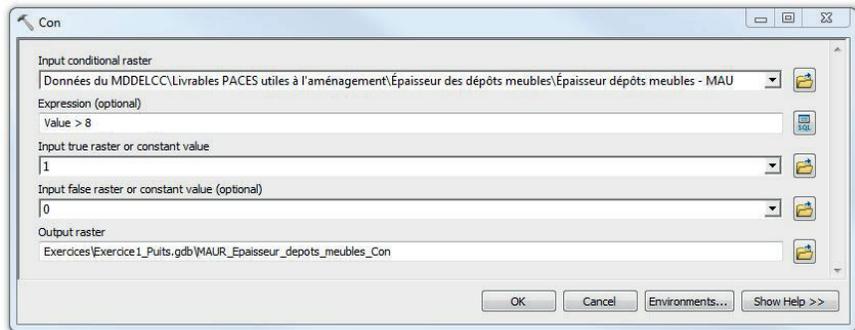
PRÉSENCE D'EAU EN QUANTITÉ EXPLOITABLE

Épaisseur des dépôts meubles

Identifier les cellules de **MAUR_Epaisseur_depots_meubles** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_Epaisseur_depots_meubles_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con

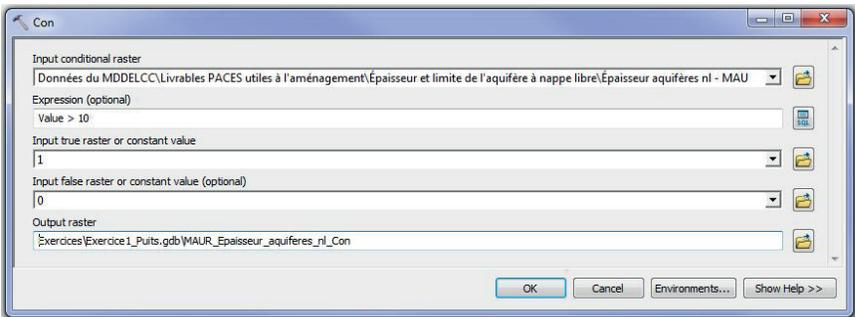


Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre

Identifier les cellules de **MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con

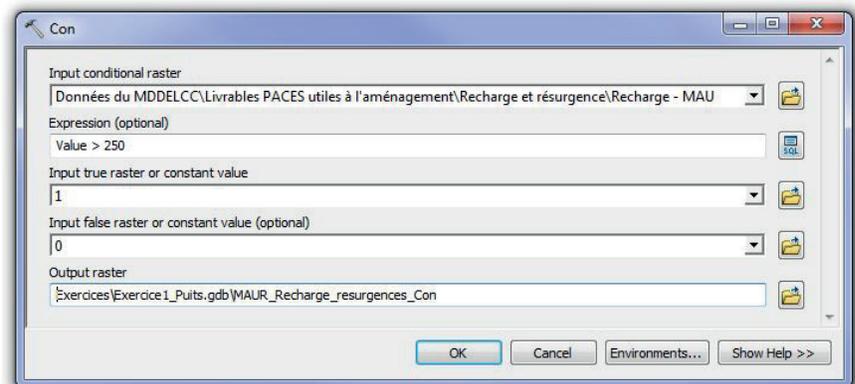


Recharge et résurgence

Identifier les cellules de **MAUR_Recharge_resurgences** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_Recharge_resurgences_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

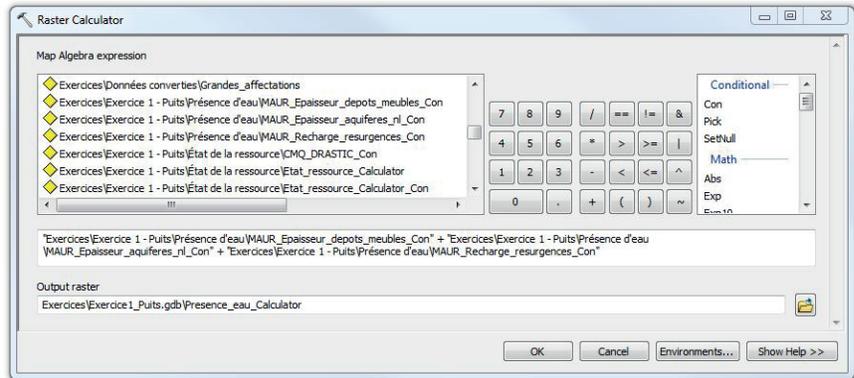
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



Bilan

Additionner les couches **MAUR_Epaisseur_depots_meubles_Con**, **MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl_Con** et **MAUR_Recharge_resurgences_Con** pour obtenir le résultat concernant la présence d'eau souterraine en quantité exploitable.

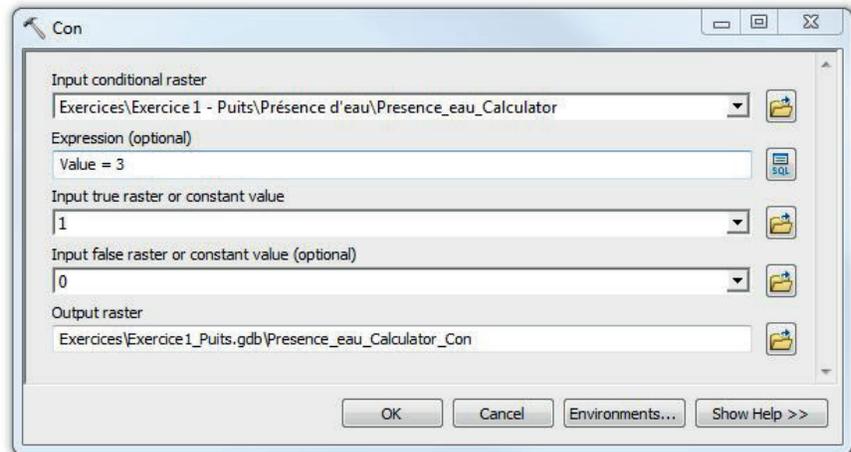
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Map Algebra Raster Calculator



Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Presence_eau_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux endroits où il y a présence d'eau souterraine en quantité exploitable tandis que celles ayant une valeur de 0 correspondent aux endroits où il n'y a pas présence d'eau souterraine en quantité exploitable.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



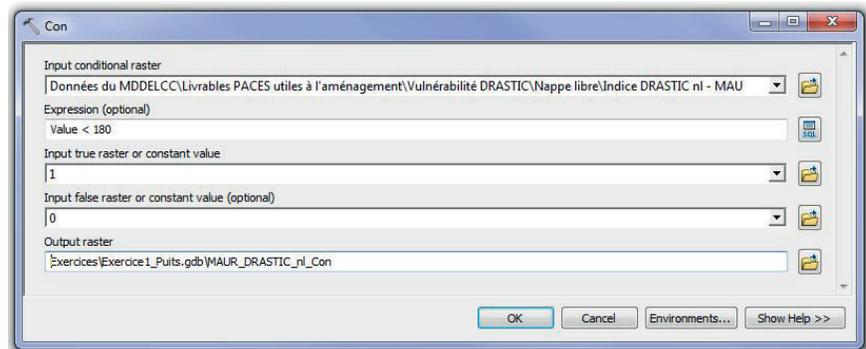
ÉTAT DE LA RESSOURCE

Vulnérabilité DRASTIC

La nappe captive répond toujours aux critères d'après la couche **MAUR_DRASTIC_nc**. Aucun géotraitement n'est requis.

Pour la nappe libre, identifier les cellules de **MAUR_DRASTIC_nl** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre. Les cellules de **MAUR_DRASTIC_nl_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères, tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

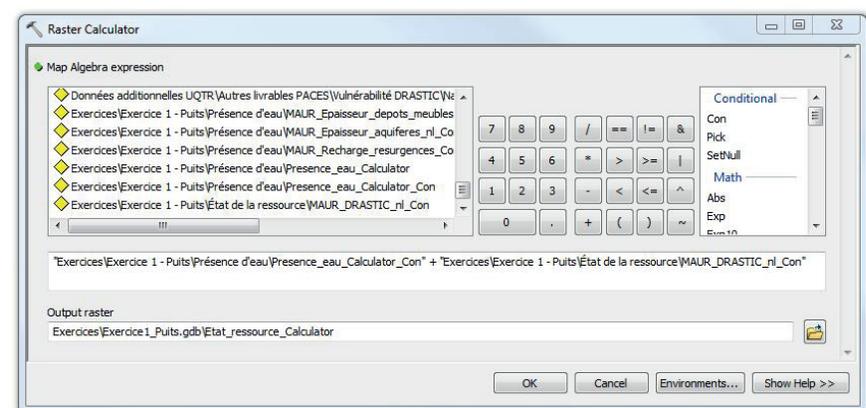
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



Bilan

Additionner les couches **Presence_eau_Calculator_Con** et **MAUR_DRASTIC_nl_Con** pour obtenir le résultat de l'état de la ressource où il y a présence d'eau souterraine en quantité exploitable.

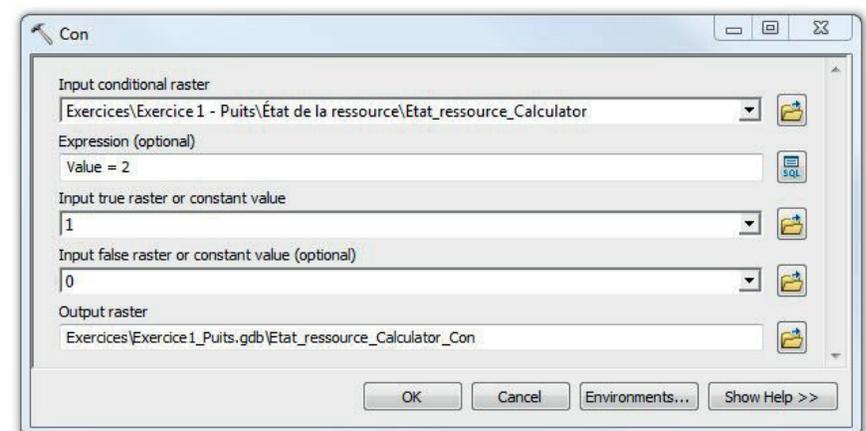
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Map Algebra Raster Calculator



Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Etat_ressource_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux endroits où il y a présence d'eau souterraine en quantité exploitable et où l'état de la ressource est potentiellement bon. À l'inverse, les cellules ayant une valeur de 0 correspondent aux endroits où il n'y a pas présence d'eau en quantité exploitable, ou encore il y a présence d'eau en quantité exploitable, mais l'état de la ressource n'est potentiellement pas bon.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



Qualité de l'eau

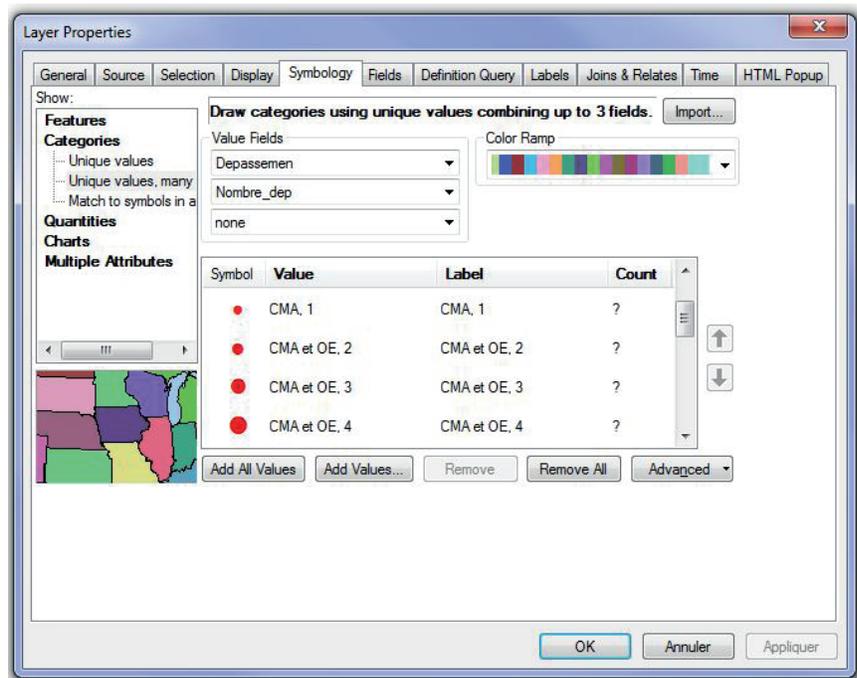
Au projet mxd, ajouter à nouveau la couche des résultats de qualité de l'eau  **Geochimie**.

Sous l'onglet Symbology de la fenêtre Layer Properties, modifier la symbologie en fonction du champ **Depassemen** (indique le type de dépassement : CMA ou OE) et **Nombre_dep** (indique le nombre de dépassements de CMA et OE confondus).

Utiliser une couleur différente pour symboliser le puits lorsqu'au moins un dépassement de CMA est observé (ex. : rouge), lorsqu'aucun dépassement de CMA, mais qu'au moins un dépassement de OE est observé (ex. : orange), et lorsqu'aucun dépassement de CMA et d'OE n'est observé (ex. : noir).

Utiliser une graduation de symbole en fonction du nombre de dépassements de CMA et d'OE confondus (ex. : diamètre du point qui augmente).

L'état de la ressource des aquifères de  **Etat ressource Calculator Con**, représentés par des cellules contiguës ayant une valeur de 1, est potentiellement moins bon si on y retrouve un ou plusieurs dépassements de concentrations maximales acceptables et d'objectifs esthétiques que si on n'y en retrouve aucun.



Piézométrie

Au projet mxd, superposer la couche d'occupation du sol  **L7a Occupation du sol** et les couches de piézométrie  **MAUR Piezo_NL courbes** et  **MAUR Piezo_NC courbes**, puis visualiser les occupations du sol potentiellement polluantes en amont hydraulique des aquifères de la couche  **Etat ressource Calculator Con**.

L'état de la ressource des aquifères de  **Etat ressource Calculator Con**, représentés par des cellules contiguës ayant une valeur de 1, est potentiellement moins bon si on retrouve en amont hydraulique de ceux-ci un nombre significatif de cellules d'activités humaines pouvant représenter un danger pour la qualité de l'eau souterraine.

POSSIBILITÉ D'EXPLOITATION

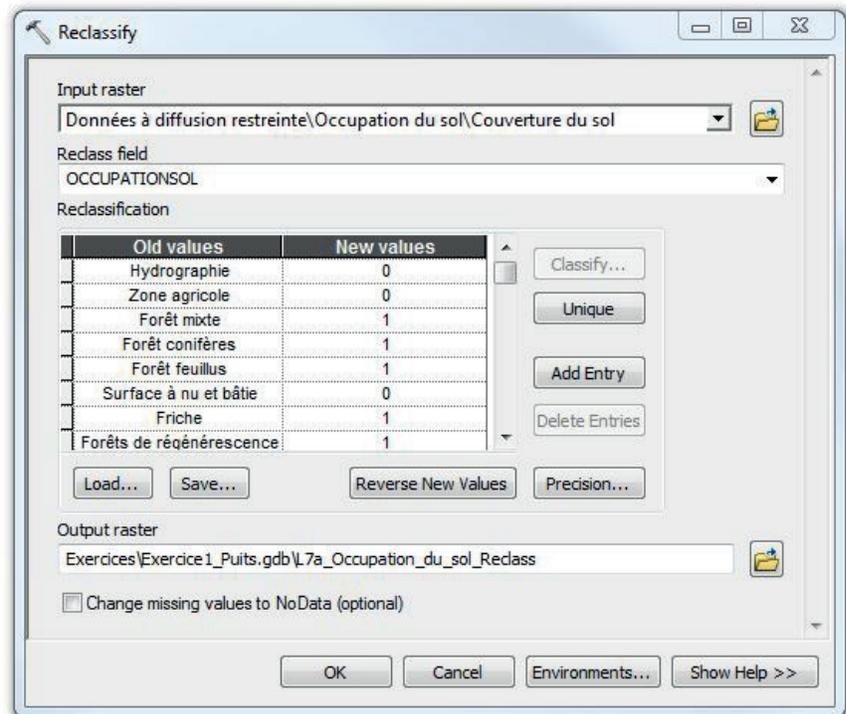
Pour les informations sur l'occupation du sol et l'affectation du territoire, les clés d'interprétation et les critères ne sont pas proposés par l'exemple d'un cheminement d'expert. Ils sont choisis par les participants. Le déroulement ci-dessous montre un exemple d'opérations de géotraitement qu'il est possible de faire.

Occupation du sol

Identifier les cellules de **L7a_Occupation_du_sol** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **L7a_Occupation_du_sol_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify

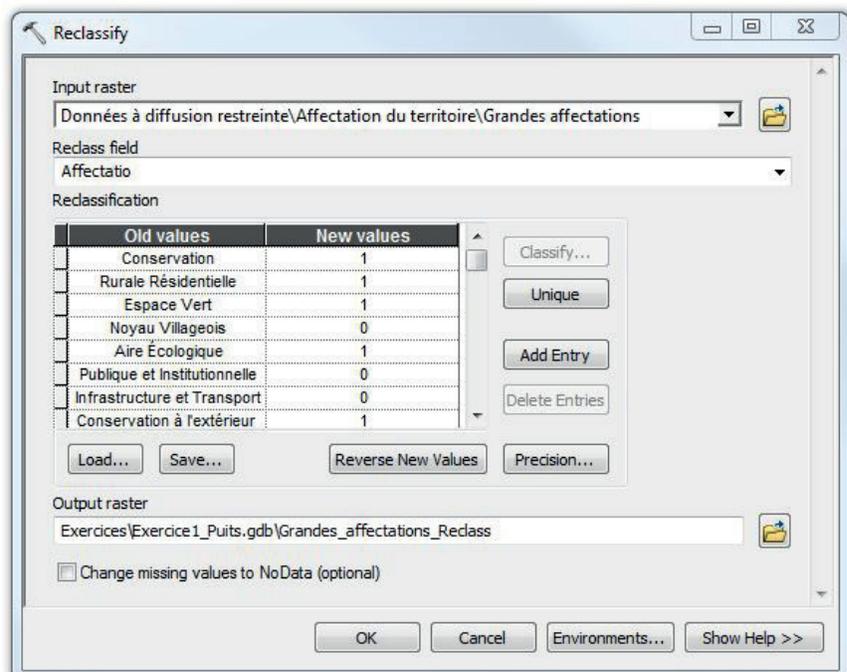


Affectation du territoire

Identifier les cellules de **Grandes_affectations** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Grandes_affectations_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

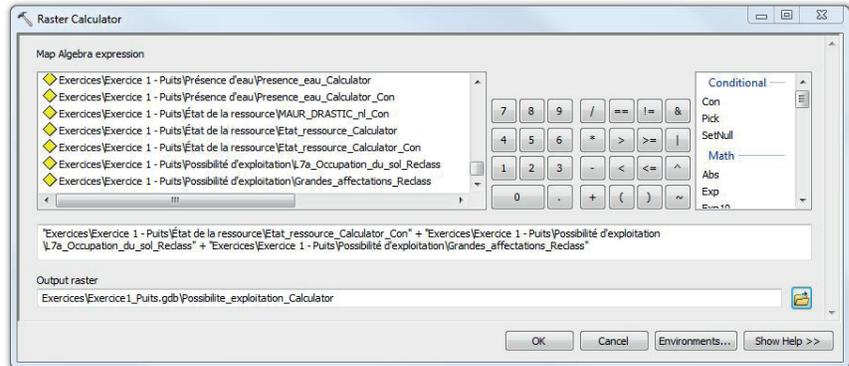
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify



BILAN FINAL

Additionner les couches  **Etat_ressource_Calculator_Con**,  **L7a_Occupation_du_sol_Reclass** et  **Grandes_affectations_Reclass** pour obtenir le résultat des endroits où il est possible d'exploiter la ressource.

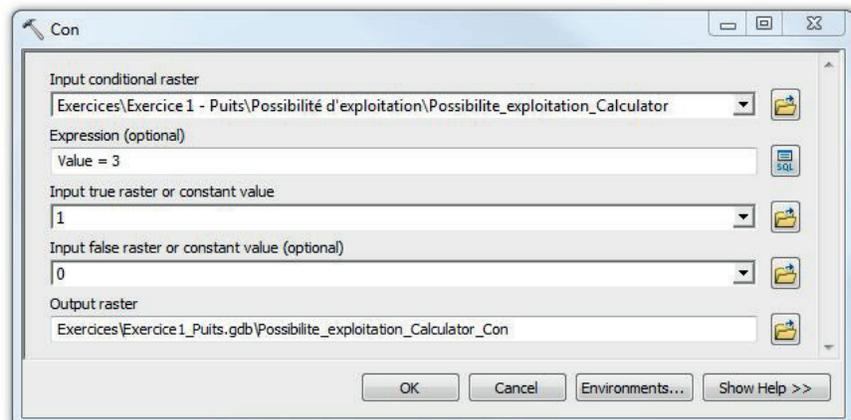
 Arc Toolbox  Spatial Analyst Tools  Map Algebra  Raster Calculator



Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de  **Possibilite_exploitation_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux zones les plus propices pour l'exploitation de l'eau souterraine, c'est-à-dire où il y a présence d'eau souterraine en quantité exploitable, où l'état de la ressource est potentiellement bon, et où l'exploitation est possible selon le milieu humain. Cette couche constitue donc la réponse à la question de l'exercice selon l'exemple du cheminement d'expert.

 Arc Toolbox  Spatial Analyst Tools  Conditional  Con



Exercice 2 - Quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Les résultats du remue-méninges avec les participants

Exemple d'un cheminement d'expert

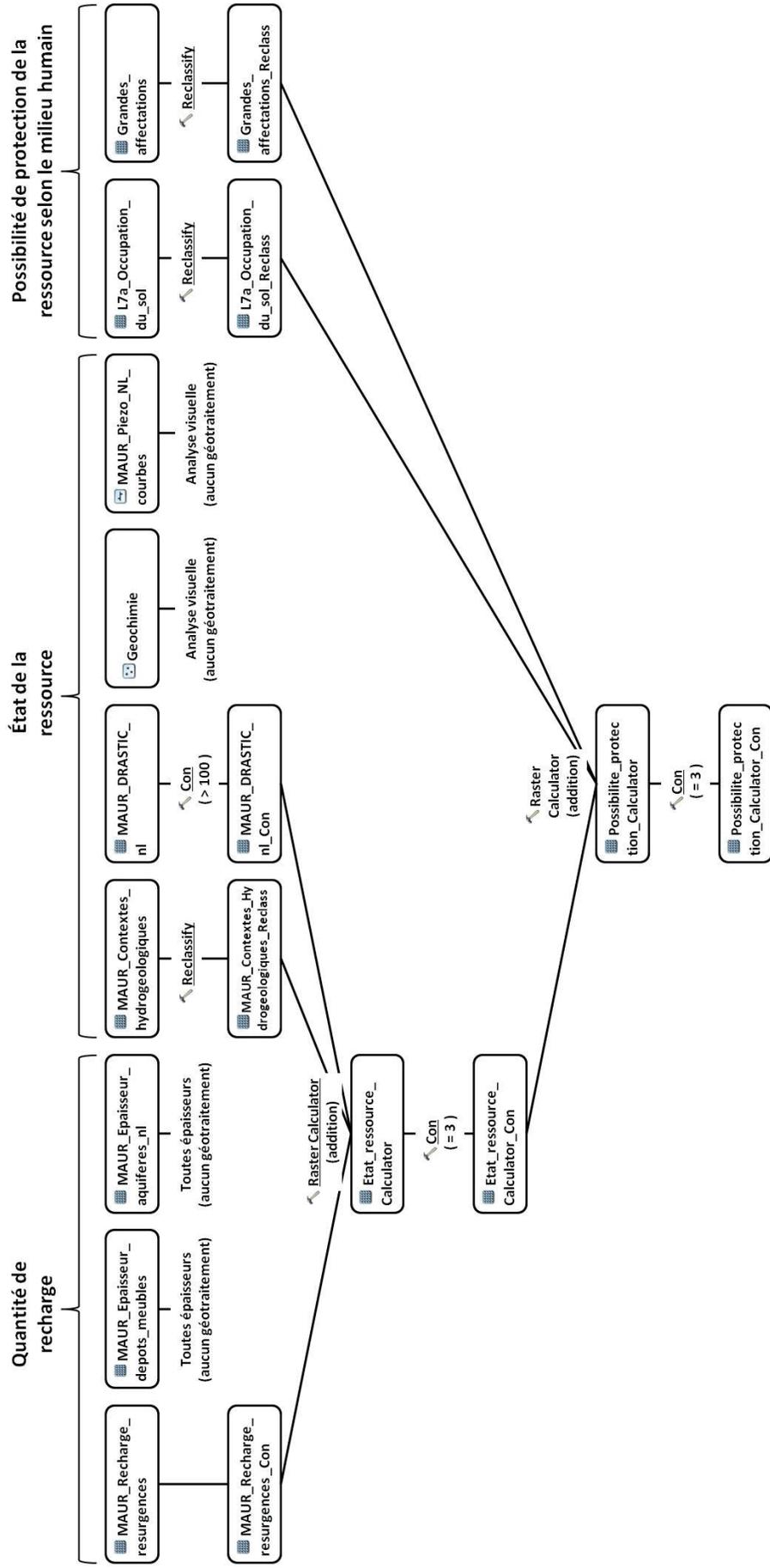
Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu		Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles	
Ce que l'on cherche	Pourquoi ?	Notions hydrogéologiques	Données à utiliser
<p>Paramètres importants à considérer</p> <ul style="list-style-type: none"> Taux de recharge annuelle important 	<ul style="list-style-type: none"> La recharge doit être significativement élevée pour considérer la protection de la zone, car l'apport en eau souterraine à partir des précipitations y est plus important. 	<p>Recharge et résurgence</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recharge élevée: 250 à 400 mm/an Recharge préférentielle : 400 mm/an et plus
<p>Quantité de recharge</p> <ul style="list-style-type: none"> Toutes épaisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> Le taux de recharge peut changer d'une année à l'autre en fonction des variations climatiques ou des modifications de l'occupation du sol. Il restera toutefois dans le même ordre de grandeur. La recharge varie au cours de l'année. Elle est la plus faible en hiver, lorsqu'il y a peu de précipitations liquides, et la plus élevée au printemps, lors de la fonte des neiges. Pas nécessaire pour répondre à l'enjeu, car ne prend pas en compte le type de dépôts meubles et donc leur caractère aquifère ou aquitard. 	<p>Recharge et résurgence</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recharge préférentielle : 400 mm/an et plus
<ul style="list-style-type: none"> Toutes épaisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> Pas nécessaire pour répondre à l'enjeu, car ne prend pas en compte le type de dépôts meubles et donc leur caractère aquifère ou aquitard. 	<p>Épaisseur des dépôts meubles</p>	<ul style="list-style-type: none"> Toutes épaisseurs
<ul style="list-style-type: none"> Toutes épaisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> Pas nécessaire pour répondre à l'enjeu, car la présence de dépôts meubles perméables est prise en compte dans le calcul de la recharge. L'aquifère de roc fracturé peut aussi recevoir une recharge significative si sa conductivité hydraulique est élevée. 	<p>Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre</p>	<ul style="list-style-type: none"> Toutes épaisseurs

Exemple d'un cheminement d'expert (suite)

Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu		Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles	
Paramètres importants à considérer	Pourquoi ?	Notions hydrogéologiques	Données à utiliser
<p>Ce que l'on cherche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquifères à nappe libre 	<p>Limites et commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • La recharge est de moyenne à élevée dans les aquifères à nappe libre. 	<p>Contextes hydrogéologiques et degré de confinement</p>	<p>MAUR_</p> <p>Contextes hydrogéologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nappe libre • Aquifère double <p>MAUR_NC_</p> <p>NSC_depots_meubles</p>
<p>État de la ressource</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquifères vulnérables 	<ul style="list-style-type: none"> • Il faut consacrer les efforts à protéger les aquifères susceptibles d'être affectés par une contamination provenant de la surface, et non ceux qui sont déjà protégés naturellement. • Pour la même raison, c'est la nappe libre qu'il faut protéger. 	<p>Vulnérabilité DRASTIC</p>	<p>MAUR_</p> <p>DRASTIC_nc</p> <p>MAUR_</p> <p>DRASTIC_nI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vulnérabilité moyenne : indice entre 100 et 180 • Vulnérabilité élevée: indice de 180 ou plus
<ul style="list-style-type: none"> • Eau de bonne qualité 	<ul style="list-style-type: none"> • Leau doit être de bonne qualité naturelle pour considérer sa protection. La protection d'une eau de mauvaise qualité naturelle est moins utile. 	<p>Qualité de l'eau</p>	<p>Geochimie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de dépassements de CMA dans l'aquifère • Peu ou pas de dépassements d'OE dans l'aquifère
<ul style="list-style-type: none"> • Loin des activités humaines représentant un danger sur la qualité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Afin de prévenir la contamination, la zone de recharge à protéger doit être située en amont des activités humaines en surface pouvant représenter un danger pour la qualité de l'eau. Le sens d'écoulement est donc à considérer. 	<p>Piezométrie</p>	<p>MAUR_Piezo_</p> <p>NC_courbes</p> <p>MAUR_Piezo_</p> <p>NL_courbes</p> <ul style="list-style-type: none"> • En amont des activités humaines pouvant représenter un danger pour la qualité de l'eau

Votre cheminement sur votre territoire d'action

Paramètres importants à considérer	Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu	Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles
	Ce que l'on cherche	Notions hydrogéologiques
Quantité de recharge	Pourquoi ?	<p>Recharge et résurgence  MAUR_Recharge_resurgences</p> <p>Épaisseur des dépôts meubles  MAUR_Epaisseur_depots_meubles</p> <p>Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre  MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl</p>
État de la ressource		<p>Contextes hydrogéologiques et degré de confinement  MAUR_Contextes_hydrogeologiques  MAUR_NC_NSC_depots_meubles</p> <p>Vulnérabilité DRASTIC  MAUR_DRASTIC_nc  MAUR_DRASTIC_nl</p> <p>Qualité de l'eau  Geochimie</p> <p>Piézométrie  MAUR_Piezo_NC_courbes  MAUR_Piezo_NL_courbes</p>
Possibilité de protection selon le milieu humain		<p>Occupation du sol  L7a_Occupation_du_sol</p> <p>Affectation du territoire  Grandes_Affectations</p>





Procédure étape par étape

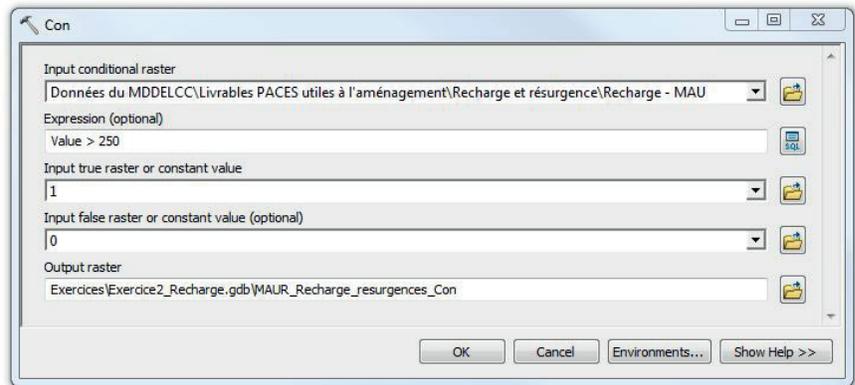
QUANTITÉ DE RECHARGE

Recharge et résurgence

Identifier les cellules de **MAUR_Recharge_resurgences** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_Recharge_resurgences_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux endroits où la quantité de recharge est assez importante pour considérer la protection de la zone tandis que celles ayant une valeur de 0 correspondent aux endroits où la quantité de recharge n'est pas assez importante.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



ÉTAT DE LA RESSOURCE

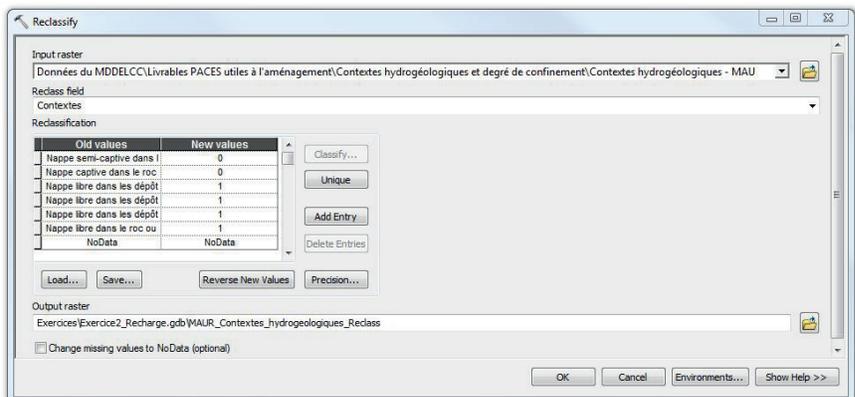
Contextes hydrogéologiques et degré de confinement

Identifier les cellules de **MAUR_Contextes_hydrogeologiques** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Il n'est pas nécessaire de prendre en compte la couche **MAUR_NC_NSC_depots_meubles**, car les aquifères à nappe libre sont tous inclus dans les critères de la couche **MAUR_Contextes_hydrogeologiques**.

Les cellules de **MAUR_Contextes_hydrogeologiques_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify



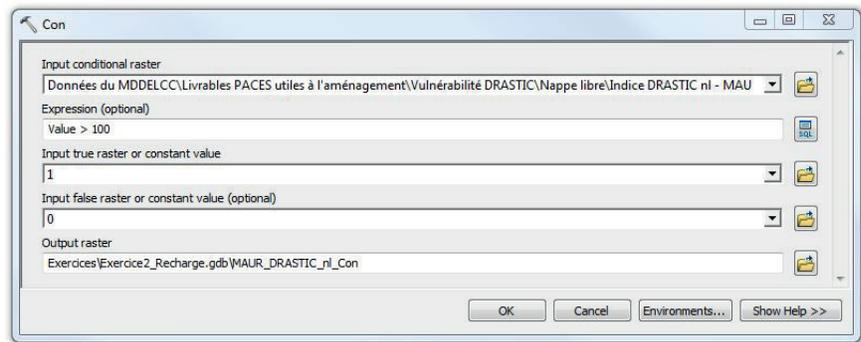
Vulnérabilité DRASTIC

Puisque la nappe captive est déjà protégée naturellement, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la couche **MAUR_DRASTIC_nc**.

Pour la nappe libre, identifier les cellules de **MAUR_DRASTIC_nl** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_DRASTIC_nl_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères, tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional



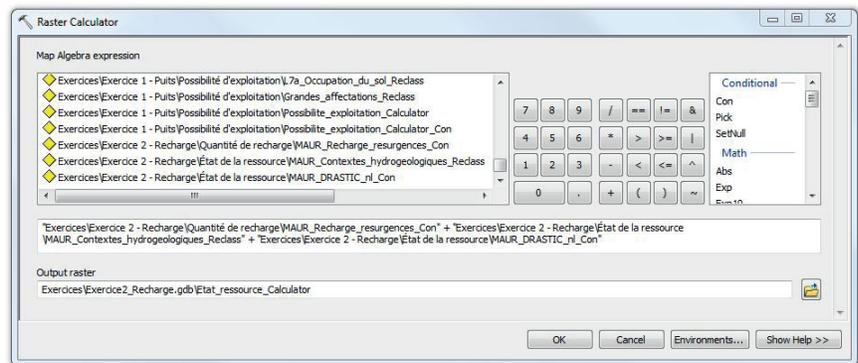
Bilan

Additionner les couches **MAUR_Recharge_resurgences_Con**, **MAUR_Contextes_hydrogeologiques_Reclass** et **MAUR_DRASTIC_nl_Con** pour obtenir le résultat de l'état de la ressource où la quantité de recharge est assez importante pour considérer la protection de la zone.

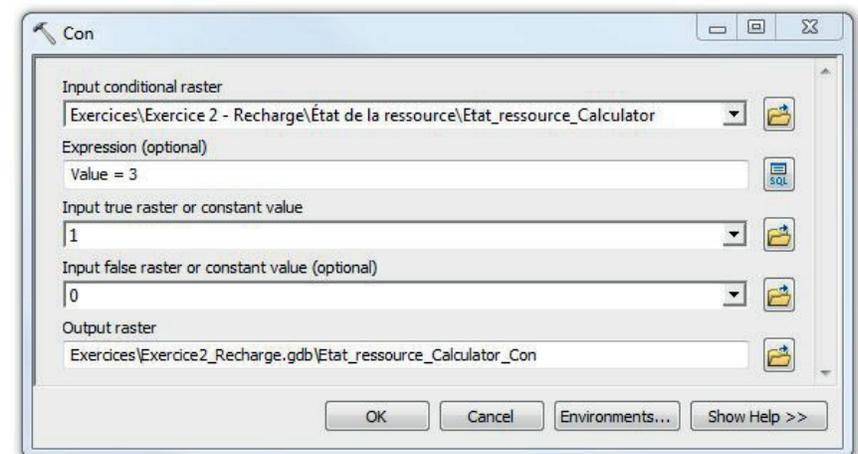
Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Etat_ressource_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux endroits où la quantité de recharge est assez importante pour considérer la protection de la zone et où l'état de la ressource est potentiellement bon. À l'inverse, les cellules ayant une valeur de 0 correspondent aux endroits où la recharge n'est pas assez importante, ou bien où la recharge est assez importante, mais où l'état de la ressource n'est potentiellement pas bon.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Map Algebra Raster Calculator



Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify



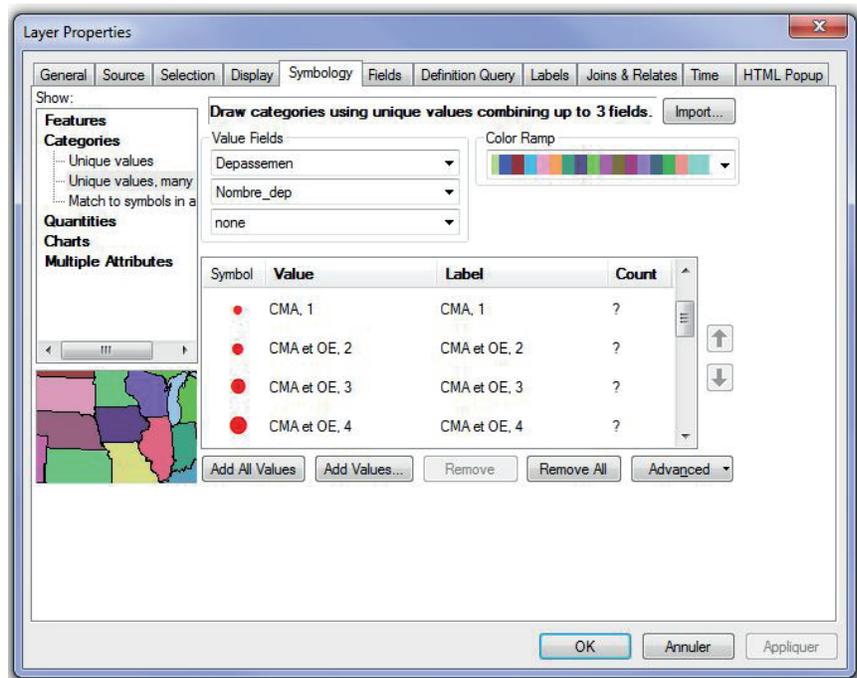
Qualité de l'eau

Au projet mxd, ajouter à nouveau la couche des résultats de qualité de l'eau  **Geochimie**.

Sous l'onglet Symbology de la fenêtre Layer Properties, modifier la symbologie en fonction du champ **Depassemen** (indique le type de dépassement : CMA ou OE) et **Nombre_dep** (indique le nombre de dépassements de CMA et OE confondus).

Utiliser une couleur différente pour symboliser le puits lorsqu'au moins un dépassement de CMA est observé (ex. : rouge), lorsqu'aucun dépassement de CMA, mais qu'au moins un dépassement de OE est observé (ex. : orange), et lorsqu'aucun dépassement de CMA et d'OE n'est observé (ex. : noir).

Utiliser une graduation de symbole en fonction du nombre de dépassements de CMA et d'OE confondus (ex. : diamètre du point qui augmente).



L'état de la ressource des aquifères de  **Etat ressource Calculator Con**, représentés par des cellules contigües ayant une valeur de 1, est potentiellement moins bon si on y retrouve un ou plusieurs dépassements de concentrations maximales acceptables et d'objectifs esthétiques que si on n'y en retrouve aucun.

Piézométrie

Au projet mxd, superposer la couche d'occupation du sol  **L7a Occupation du sol** et la couche de piézométrie  **MAUR Piezo NL courbes**, puis visualiser les occupations du sol potentiellement polluantes en amont hydraulique des aquifères de la couche  **Etat ressource Calculator Con**.

Puisque la nappe captive est déjà protégée naturellement, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la couche  **MAUR Piezo NC courbes**.

L'état de la ressource des aquifères de  **Etat ressource Calculator Con**, représentés par des cellules contigües ayant une valeur de 1, est potentiellement moins bon si on retrouve en amont hydraulique de ceux-ci un nombre significatif de cellules d'activités humaines pouvant représenter un danger pour la qualité de l'eau souterraine.

POSSIBILITÉ DE PROTECTION SELON LE MILIEU HUMAIN

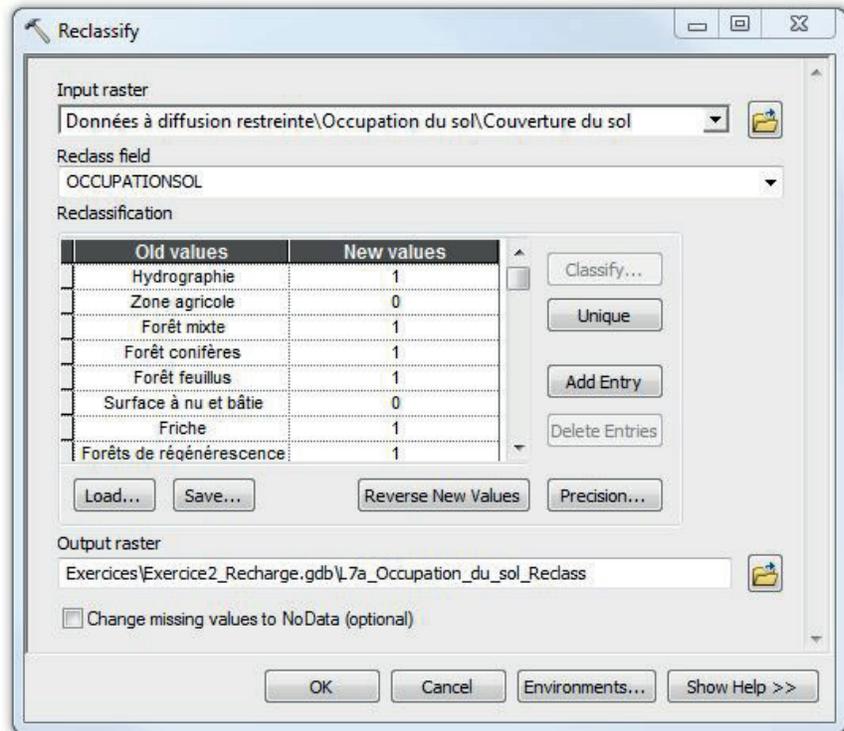
Pour les informations sur l'occupation du sol et l'affectation du territoire, les clés d'interprétation et les critères ne sont pas proposés par l'exemple d'un cheminement d'expert. Ils sont choisis par les participants. Le déroulement ci-dessous montre un exemple d'opérations de géotraitement qu'il est possible de faire.

Occupation du sol

Identifier les cellules de **L7a_Occupation_du_sol** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **L7a_Occupation_du_sol_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify

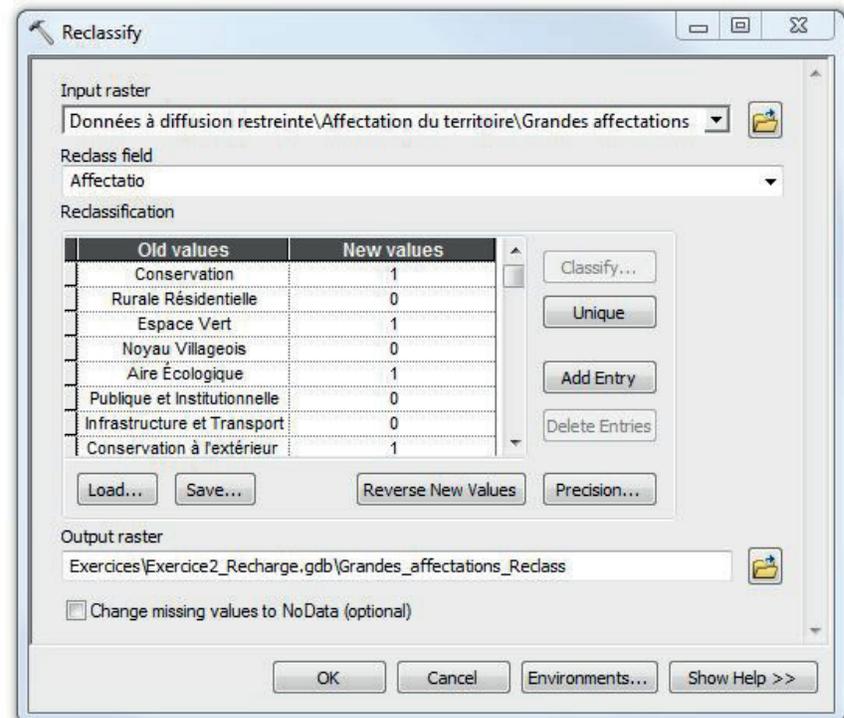


Affectation du territoire

Identifier les cellules de **Grandes_affectations** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Grandes_affectations_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

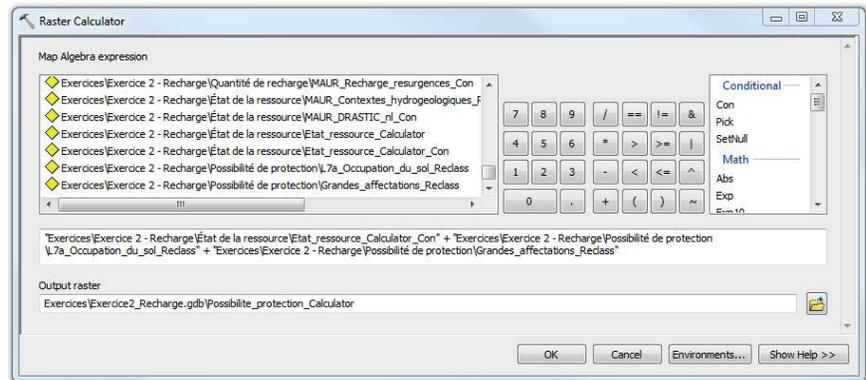
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify



BILAN FINAL

Additionner les couches  **Etat_ressource_Calculator_Con**,  **L7a_Occupation_du_sol_Reclass** et  **Grandes_affectations_Reclass** pour obtenir le résultat des zones prioritaires pour la protection de la recharge.

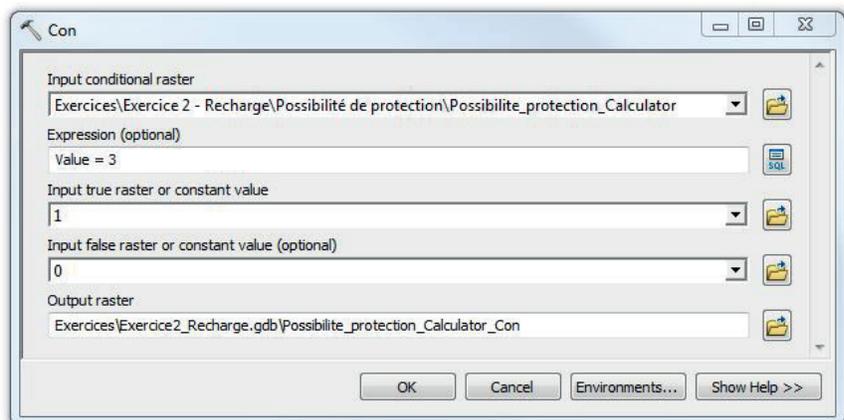
 Arc Toolbox  Spatial Analyst Tools  Map Algebra  Raster Calculator



Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de  **Possibilite_protection_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux zones prioritaires pour la protection de la recharge, c'est-à-dire où la quantité de recharge est assez importante pour considérer la protection de la zone, où l'état de la ressource est potentiellement bon, et où la protection de la recharge est possible selon le milieu humain. Cette couche constitue donc la réponse à la question de l'exercice selon l'exemple du cheminement d'expert.

 Arc Toolbox  Spatial Analyst Tools  Conditional  Con



Exercice 3 - Où pourrait-on implanter une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur la qualité des eaux souterraines?

Les résultats du remue-méninges avec les participants

Exemple d'un cheminement d'expert

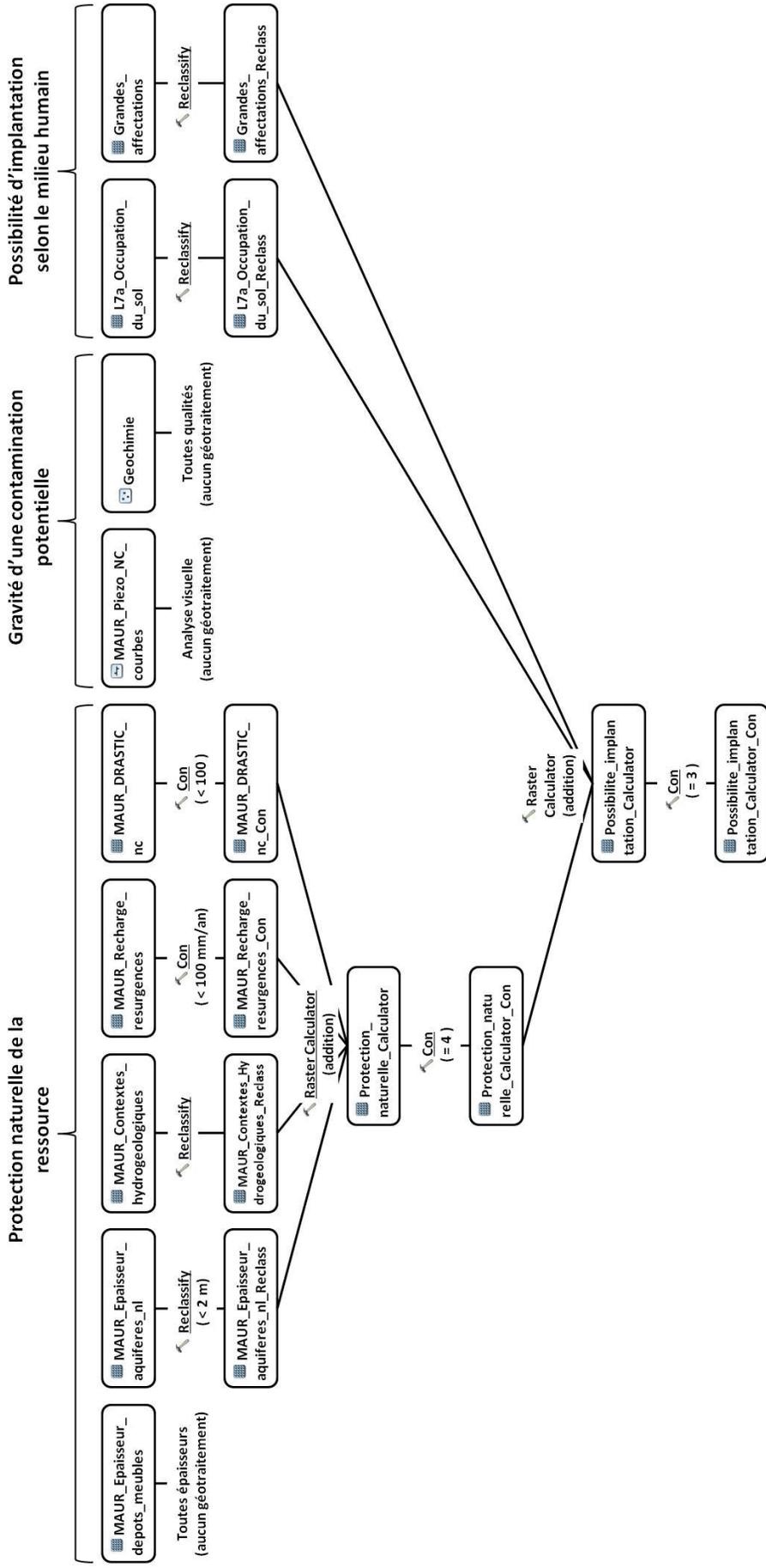
Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu		Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles	
Paramètres importants à considérer	Ce que l'on cherche	Notions hydrogéologiques	Données à utiliser
	<p>Limites et commentaires</p> <p>Pourquoi ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pas nécessaire pour répondre à l'enjeu, car ne prend pas en compte le type de dépôts meubles et donc leur caractère aquifère ou aquitard. • Les aquifères de dépôts meubles à nappe libre sont vulnérables face à une contamination provenant de la surface. • Les aquifères à nappe captive sont bien protégés de la contamination provenant de la surface. • Leur eau est possiblement de moins bonne qualité, ce qui peut diminuer la gravité d'une contamination potentielle. 	<p>Épaisseur des dépôts meubles</p> <p>Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre</p> <p>Contextes hydrogéologiques et degré de confinement</p>	<p>MAUR_Epaisseur_depots_meubles</p> <p>MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl</p> <p>MAUR_Contextes_hydrogeologiques</p> <p>MAUR_NC_NSC_depots_meubles</p>
Protection naturelle de la ressource	<ul style="list-style-type: none"> • La recharge doit être faible pour limiter l'infiltration et la percolation de l'eau des précipitations qui mobilisent les contaminants provenant de la surface. • Les aquifères peu vulnérables sont bien protégés de la contamination provenant de la surface. 	<p>Recharge et résurgence</p>	<p>MAUR_Recharge_resurgences</p> <p>MAUR_DRASTIC_nc</p> <p>MAUR_DRASTIC_nl</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • La part des précipitations qui ruisselle en surface ou dans les premiers mètres de sol doit être élevée, au détriment de la recharge. • L'occupation du sol peut avoir un effet significatif sur l'infiltration des précipitations dans le sol (ex. : pavage en milieu urbain). • Un terrain pentu favorise le ruissellement de surface plutôt que la recharge. • Un indice de vulnérabilité est subjectif. Il faut être prudent dans l'interprétation de son résultat. • La vulnérabilité DRASTIC ne considère que ce qui vient d'au-dessus de l'aquifère, sans considérer ce qui peut provenir de l'écoulement souterrain latéral. • Pour prendre en compte le risque de contamination, la vulnérabilité n'est pas suffisante. Il faut y ajouter l'impact des activités humaines présentant un danger potentiel de contamination. Le potentiel de contamination dépend de plusieurs facteurs propres au contaminant : toxicité, quantité du rejet, zone d'impact, fréquence du rejet. Il faut donc inventorier les activités potentiellement polluantes sur le territoire de l'aquifère et qualifier leur impact potentiel sur la qualité de l'eau souterraine. 	<p>Vulnérabilité DRASTIC</p>	<p>MAUR_DRASTIC_nc</p> <p>MAUR_DRASTIC_nl</p>

Exemple d'un cheminement d'expert (suite)

Paramètres importants à considérer	Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu	Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles
<p>Ce que l'on cherche</p> <p>Pourquoi ?</p> <ul style="list-style-type: none"> Loin des puits d'approvisionnement pour la consommation humaine Afin de prévenir la contamination des puits d'approvisionnement, l'activité potentiellement polluante doit être située en aval des puits d'alimentation en eau potable. 	<p>Limites et commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> Plus la densité de puits est élevée, plus la gravité potentielle de la contamination peut être importante dû au grand nombre de personnes. Les données du PACES donnent une bonne idée des secteurs où il y a une grande densité de puits d'approvisionnement, mais ne correspondent pas un inventaire exhaustif. Un inventaire exhaustif des puits municipaux ou alimentant un réseau d'aqueduc devrait être effectué, car la contamination d'un seul de ces puits risque de toucher beaucoup de personnes, augmentant ainsi la gravité. 	<p>Notions hydrogéologiques</p> <p>Données à utiliser</p> <p>Critères</p> <p>Piezométrie</p> <ul style="list-style-type: none"> MAUR_Piezo_NC_courbes MAUR_Piezo_NL_courbes En aval des puits d'alimentation
<p>Gravité d'une contamination potentielle</p> <ul style="list-style-type: none"> Toutes qualités 	<ul style="list-style-type: none"> La gravité de la contamination d'une eau de bonne qualité naturelle est élevée. La contamination d'une eau de mauvaise qualité naturelle est possiblement moins grave, mais la contamination anthropique la dégradant d'avantage n'est pas souhaitable. <p>Qualité de l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> La qualité naturelle de l'aquifère en aval de l'activité à implanter doit être caractérisée au préalable pour déterminer les causes des potentielles contaminations. Un suivi de la qualité de l'eau de l'aquifère en aval de l'activité doit être effectué après l'implantation de l'activité pour déterminer et mesurer les contaminations potentielles. 	<ul style="list-style-type: none"> Toutes qualités: dépassements de critère de potabilité ou non <p>Geochimie</p>

Votre cheminement sur votre territoire d'action

Paramètres importants à considérer	Clés d'interprétation spécifiques à l'enjeu	Analyses à faire dans le SIG en fonction des données disponibles
Protection naturelle de la ressource	Ce que l'on cherche	Notions hydrogéologiques Données à utiliser Critères
	Pourquoi ?	<p>Épaisseur des dépôts meubles  MAUR_Epaisseur_depots_meubles</p> <p>Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre  MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl</p> <p>Contextes hydrogéologiques et degré de confinement  MAUR_Contextes_hydrogeologiques  MAUR_NC_NSC_depots_meubles</p> <p>Recharge et résurgence  MAUR_Recharge_resurgences</p> <p>Vulnérabilité DRASTIC  MAUR_DRASTIC_nc  MAUR_DRASTIC_nl</p> <p>Piézométrie  MAUR_Piezo_NC_courbes  MAUR_Piezo_NL_courbes</p> <p>Qualité de l'eau  Geochimie</p>
Gravité d'une contamination potentielle		Occupation du sol du_sol  L7a_Occupation_du_sol
Possibilité d'implantation selon le milieu humain		Affectation du territoire  Grandes_Affectations





Procédure étape par étape

PROTECTION NATURELLE DE LA RESSOURCE

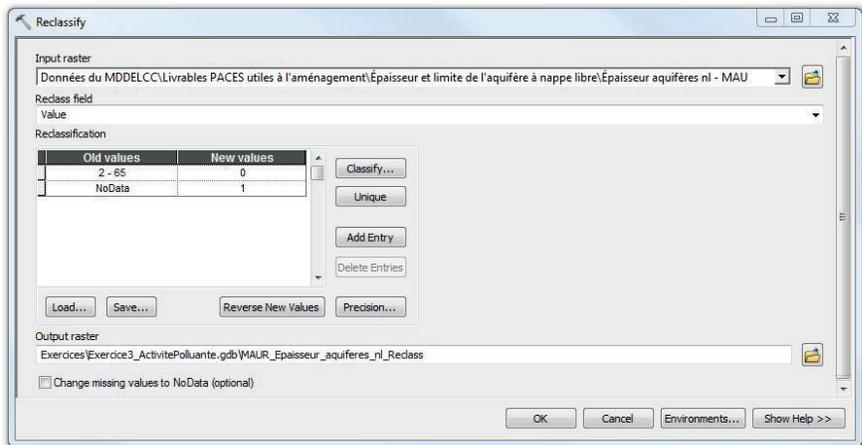
Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre

Identifier les cellules de **MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Modifier le nombre d'entrées et les intervalles des anciennes valeurs comme dans l'exemple ci-contre. Entrer une nouvelle valeur de 1 lorsqu'il n'y a pas d'ancienne valeur (NoData).

Les cellules de **MAUR_Epaisseur_aquiferes_nl_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toobox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify



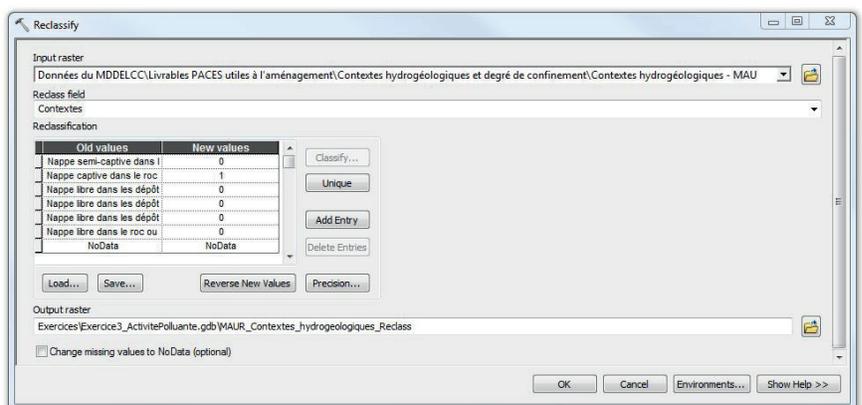
Contextes hydrogéologiques et degré de confinement

Identifier les cellules de **MAUR_Contextes_hydrogeologiques** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Il n'est pas nécessaire de prendre en compte la couche **MAUR_NC_NSC_depots_meubles**, car les aquifères à nappe libre et semi-captive sont tous exclus dans les critères de la couche **MAUR_Contextes_hydrogeologiques**.

Les cellules de **MAUR_Contextes_hydrogeologiques_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toobox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify

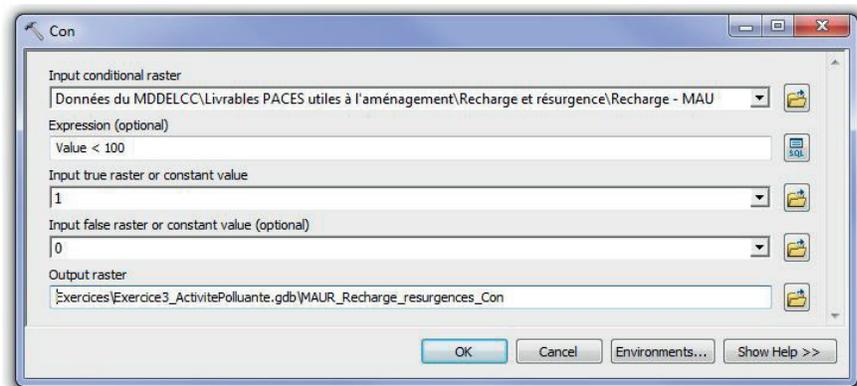


Recharge et résurgence

Identifier les cellules de **MAUR_Recharge_resurgences** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_Recharge_resurgences_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



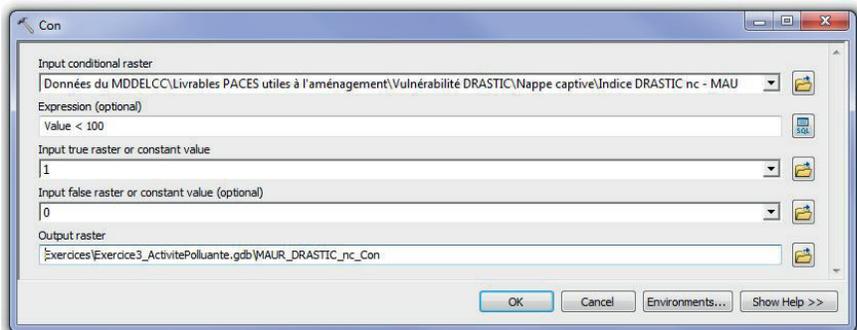
Vulnérabilité DRASTIC

Puisque la nappe libre est déjà exclue par les critères des contextes hydrogéologiques et degré de confinement, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la couche **MAUR_DRASTIC_nI**.

Pour la nappe captive, identifier les cellules de **MAUR_DRASTIC_nc** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **MAUR_DRASTIC_nc_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères, tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

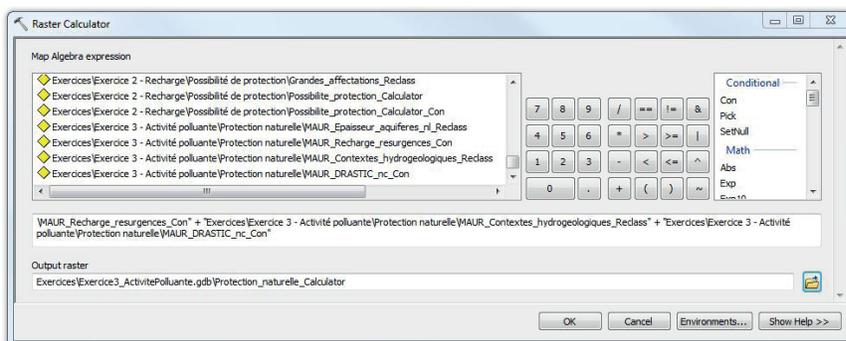
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Map Algebra Raster Calculator



Bilan

Additionner les couches **MAUR_Epaisseur_aquiferes_nI_Reclass**, **MAUR_Contextes_hydrogeologiques_Reclass**, **MAUR_Recharge_resurgences_Con**, et **MAUR_DRASTIC_nI_Con** pour obtenir le résultat concernant la protection naturelle de la ressource.

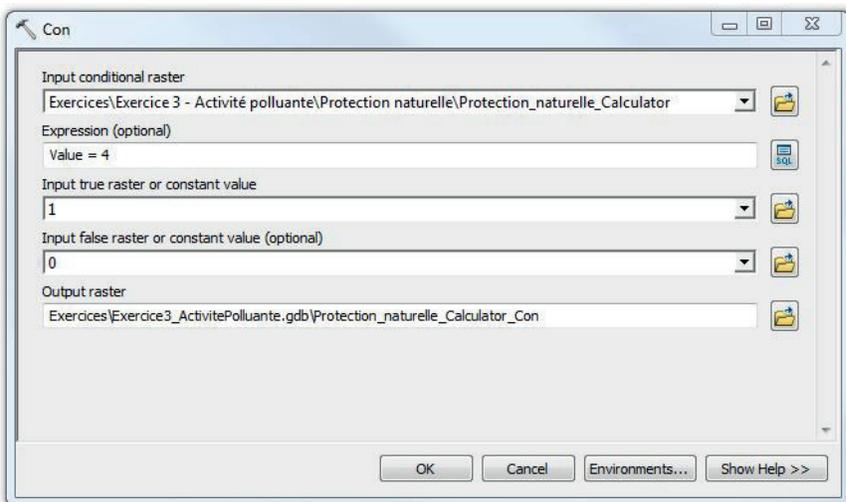
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Map Algebra Raster Calculator



Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Protection_naturelle_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux endroits où la ressource est protégée naturellement. À l'inverse, les cellules ayant une valeur de 0 correspondent aux endroits où la ressource n'est pas protégée naturellement.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Conditional Con



GRAVITÉ D'UNE CONTAMINATION POTENTIELLE

Piézométrie

Au projet mxd, ajouter à nouveau la couche **CH_Lieu_physique**. Sous l'onglet Definition Query de la fenêtre Layer Properties, faire la requête suivante pour n'afficher que les puits d'approvisionnement :

Type_Util_Eau = 'agriculture (général)' OR Type_Util_Eau = 'approvisionnement en eau potable domestique' OR Type_Util_Eau = 'approvisionnement en eau potable municipal' OR Type_Util_Eau = 'commerce' OR Type_Util_Eau = 'institution (école, ...)

Superposer ensuite la couche de piézométrie **MAUR_Piezo_NC_courbes**, puis visualiser les puits d'approvisionnement en aval hydraulique des endroits où la ressource est protégée naturellement, tels que définis par la couche **Protection_naturelle_Calculator_Con**.

Puisque la nappe libre est déjà exclue dans la couche **Protection_naturelle_Calculator_Con**, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la couche **MAUR_Piezo_NL_courbes**.

POSSIBILITÉ D'IMPLANTATION SELON LE MILIEU HUMAIN

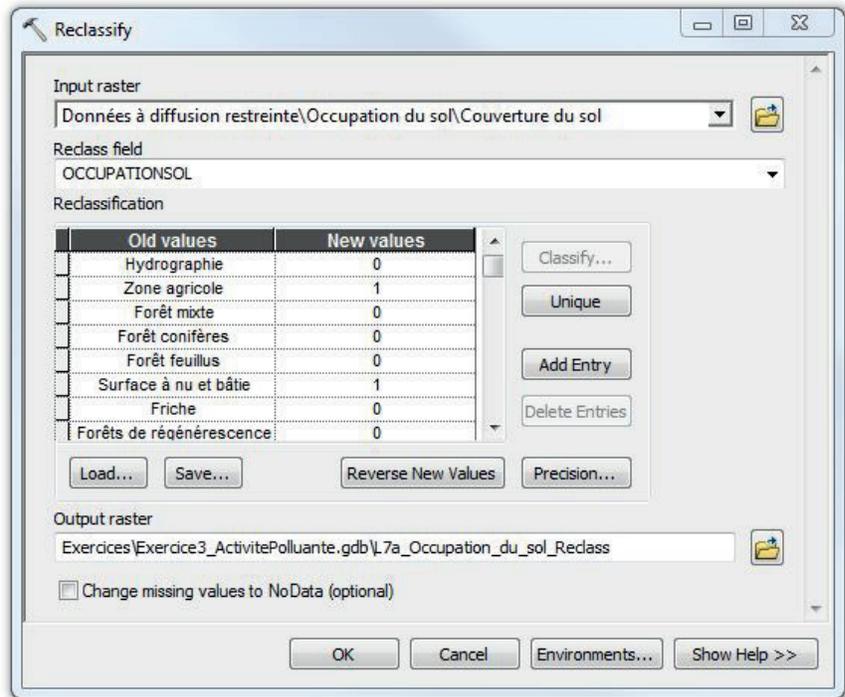
Pour les informations sur l'occupation du sol et l'affectation du territoire, les clés d'interprétation et les critères ne sont pas proposés par l'exemple d'un cheminement d'expert. Ils sont choisis par les participants. Le déroulement ci-dessous montre un exemple d'opérations de géotraitement qu'il est possible de faire.

Occupation du sol

Identifier les cellules de **L7a_Occupation_du_sol** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **L7a_Occupation_du_sol_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify

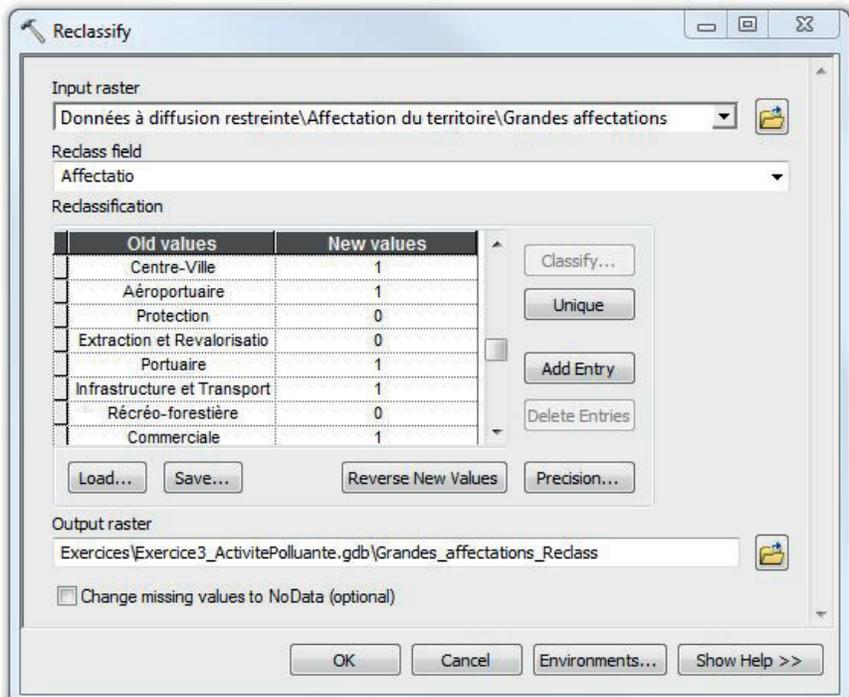


Affectation du territoire

Identifier les cellules de **Grandes_affectations** qui répondent aux critères en effectuant le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Grandes_affectations_Reclass** ayant une valeur de 1 correspondent aux critères tandis que celles ayant une valeur de 0 ne correspondent pas aux critères.

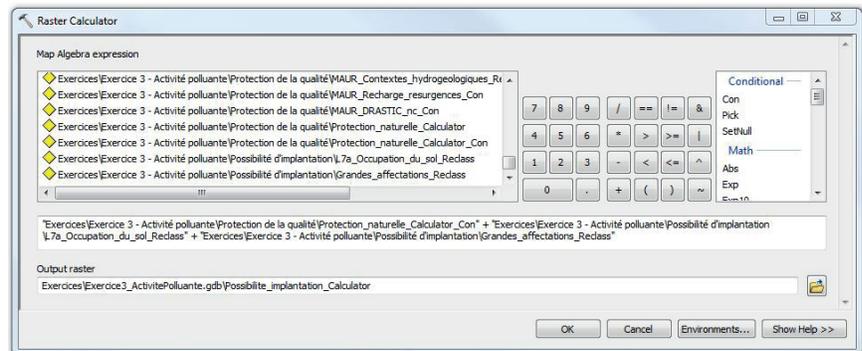
Arc Toolbox Spatial Analyst Tools Reclass Reclassify



BILAN FINAL

Additionner les couches **Protection_naturelle_Calculator_Con**, **L7a_Occupation_du_sol_Reclass** et **Grandes_affectations_Reclass** pour obtenir le résultat des endroits où il est possible d'implanter une activité potentiellement polluante.

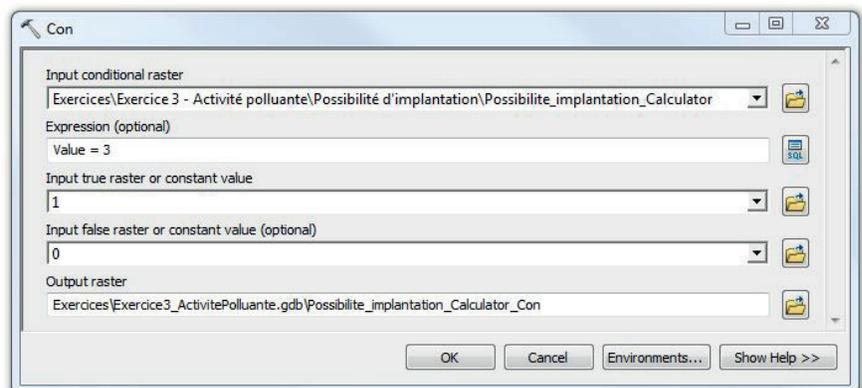
 Arc Toolbox  Spatial Analyst Tools  Map Algebra  Raster Calculator



Effectuer ensuite le géotraitement ci-contre.

Les cellules de **Possibilite_implantation_Calculator_Con** ayant une valeur de 1 correspondent aux zones où on pourrait implanter une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur la qualité de l'eau, c'est-à-dire où la ressource est protégée naturellement et où l'implantation de l'activité est possible selon le milieu humain. Cette couche constitue donc la réponse à la question de l'exercice selon l'exemple du cheminement d'expert.

 Arc Toolbox  Spatial Analyst Tools  Conditional  Con



Mes notes personnelles

Les partenaires du projet *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* :



Les partenaires du projet *Protéger et gérer les eaux souterraines* :

