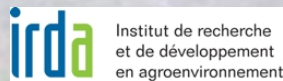




Colloque du GRIES
Chicoutimi, le 14 octobre 2010

Caractérisation intégrée du système aquifère de la Montérégie Est

C. Rivard, R. Lefebvre, M.A. Carrier, E. Gloaguen, M. Parent, N. Benoît,
C. Beaudry, J.M. Ballard, P. Chasseriau, R. H. Morin, R. Thériault,
J.-S. Gosselin, M. Laurencelle, M. Blouin, X. Malet, L. Grenon,
N. Tremblay, H. Dubé-Loubert





Objectifs



- 1) dresser le portrait de la ressource en eau souterraine
- 2) développer une méthodologie efficace et novatrice de caractérisation hydrogéologique, basée sur une combinaison d'approches aux échelles locale et régionale, incluant :
 - 1) diverses méthodes géophysiques (TDEM, résistivité électrique, sismique de surface, géoradar et diagraphie)
 - 2) des forages et sondages ciblés
 - 3) une campagne d'échantillonnage d'eau et de sols
 - 4) des essais hydrauliques
 - 5) la cartographie des formations superficielles

But ultime: protéger et assurer la pérennité de la ressource

Description de la zone d'étude



3 bassins versants

9000 km²

4800 km² → Yamaska
4028 km² → Richelieu
et Missisquoi

9 MRC

106 municipalités

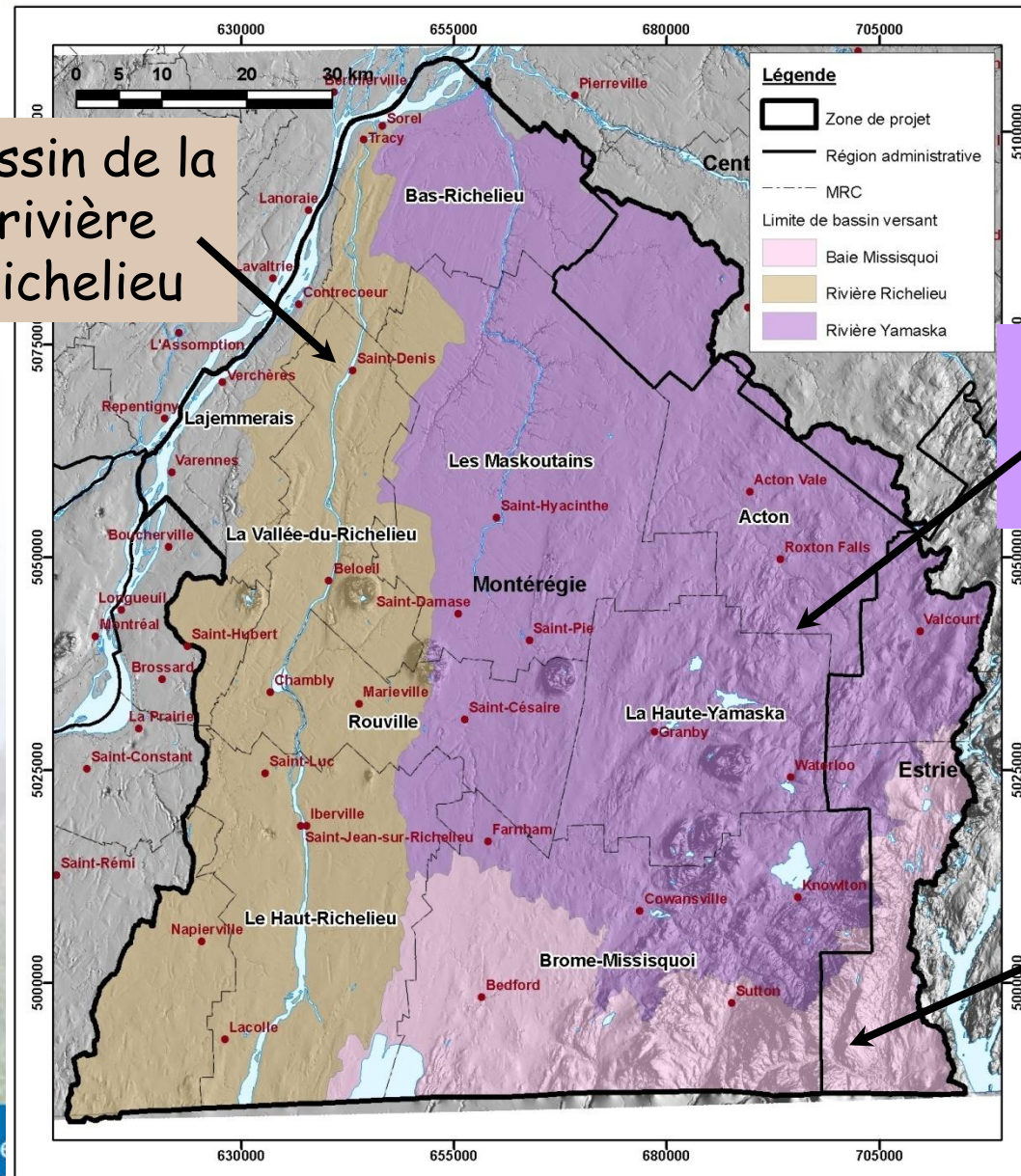
≈ 577 000 hab.

28 % de la pop.
(165 000 personnes)
s'approvisionnent via
l'eau souterraine

Bassin de la
rivière
Richelieu

Bassin de la
rivière
Yamaska

Bassin de
la baie
Missisquoi



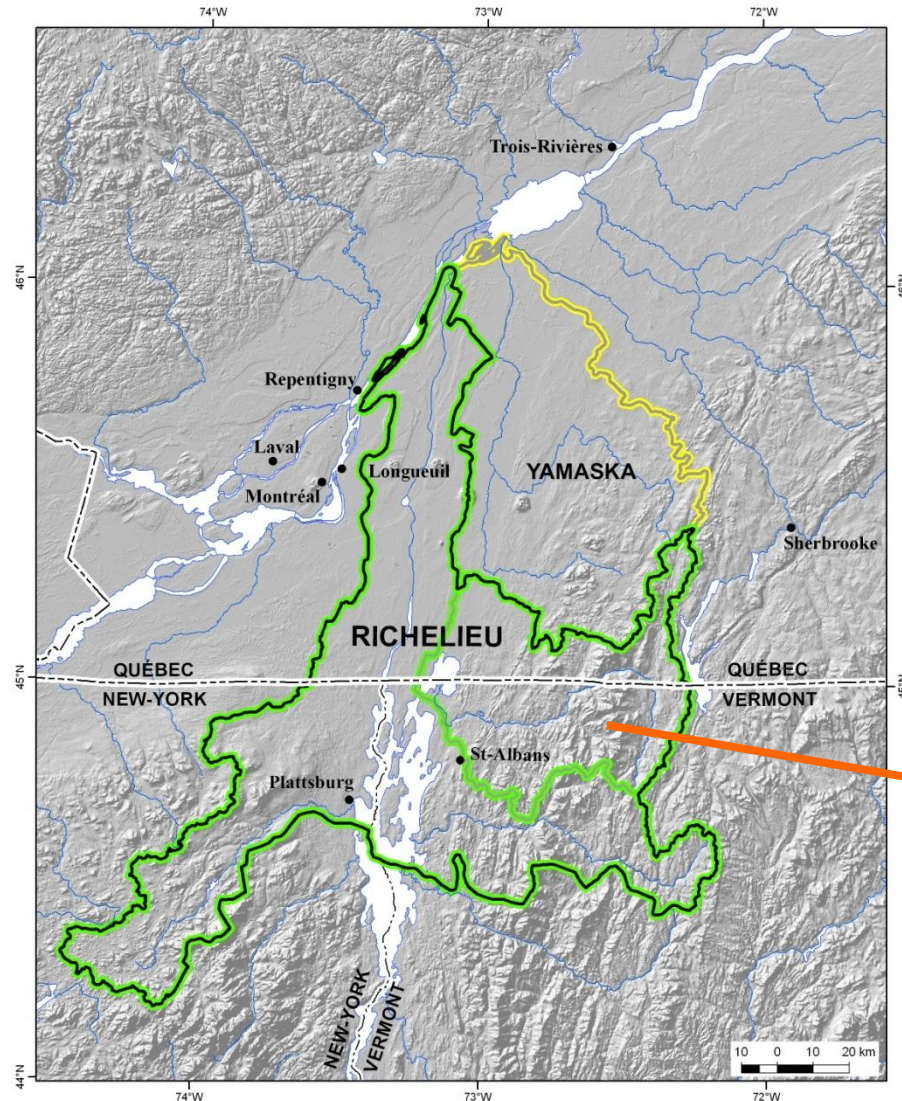


Description de la zone d'étude

Les bassins
Richelieu et de la
baie Missisquoi



transfrontaliers



Au total

Québec: 9000 km²

É-U: 7500 km²

Bassin de la
baie
Missisquoi

Le projet Richelieu / Lake Champlain fait partie des projet ISARM.

(Internationally Shared Aquifer Resources Management, initiative de l'UNESCO et de l'AIH)



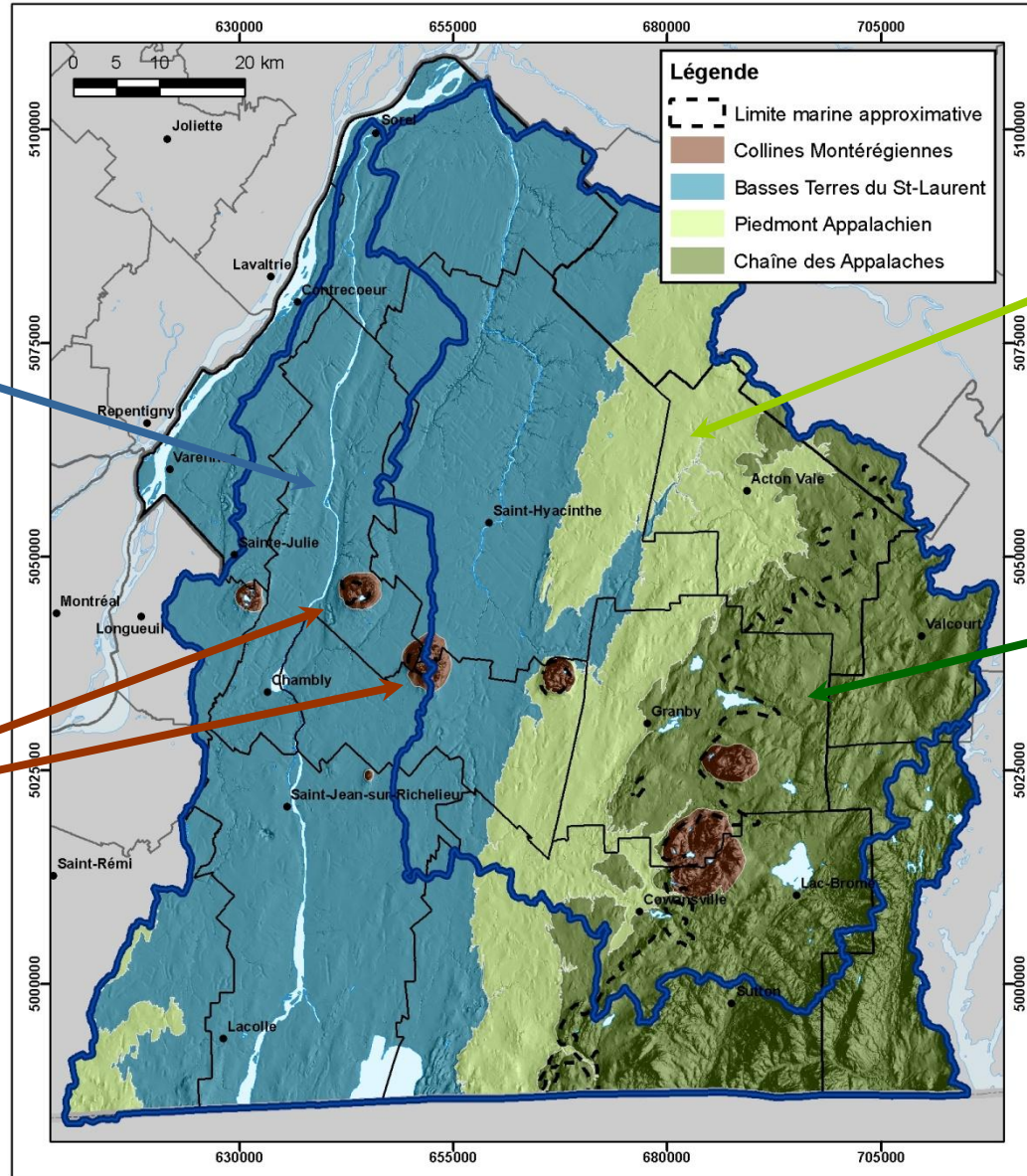
Description de la zone d'étude

4 contextes hydrogéologiques

Basses-Terres

Piémont

Appalaches



Montérégiennes



Travaux réalisés et prévus



- Collecte de données
- Définition des contextes hydrogéol.
- Estimation de l'infiltration (IRDA)
- Travaux de terrain





Collecte de données



- Réception de plusieurs autres rapports
- Validation des données
- **Gestion de la base de données**
 - 1) Entrée de données dans la base de données
 - 2) Réglage et améliorations de la base de données
 - 3) Mise en place d'un processus de sauvegarde automatique sur le serveur de l'inrs
 - 4) Développement d'un site internet pour l'entrée de données de terrain:

<http://paces.ete.inrs.ca/monteregie>



Contextes hydrogéologiques



Basses-terres du St-Laurent

- Recharge: pratiquement inexistante à travers l'argile épaisse.
- Émergence: rôles des eskers et des cours d'eau à déterminer.
- Patrons d'écoulement : apport d'eau latéral par les zones de recharge du piedmont appalachien et des Montérégiennes.
- Problème naturel d'eau saline dans la partie nord.
- Potentiel aquifère d'eskers enfouis à préciser.
- Unités rocheuses généralement peu productives.
- Les parties nord et sud sont distinctes à plusieurs niveaux (couverture argileuse moindre au sud, eau saline seulement dans la partie nord, formations géologiques distinctes...).



Contextes hydrogéologiques



Piémont appalachien

- Recharge: devrait être importante à travers les tills remaniés. Le piedmont semble être la principale zone de recharge des nappes dans le roc au niveau régional.
- Émergence: écoulement latéral vers les cours d'eau.
- Patrons d'écoulement: vers la plaine argileuse à l'ouest.
- Potentiel aquifère dans le roc fracturé sous-jacent et localement dans des eskers enfouis ou dans les dépôts fluvioglaciaires des vallées.
- La qualité d'eau devra être vérifiée parce que ce contexte combine une recharge potentiellement importante, une vulnérabilité élevée et une utilisation agricole intensive du territoire.



Contextes hydrogéologiques



Appalaches

- Recharge: pourrait être importante dans les sédiments proglaciaires en bordure des vallées mais plus limité sur les versants rocheux escarpés
- Émergence: dans les cours d'eau des vallées
- Patrons d'écoulement : la nature locale ou régionale de l'écoulement dans les Appalaches et leur contribution à l'écoulement dans le système régional restent à préciser
- Potentiel aquifère dans les sédiments proglaciaires ainsi que dans des sources en bordure de vallées





Contextes hydrogéologiques



Collines montérégiennes

- Recharge: dans les Montérégiennes elles-mêmes et dans les sédiments granulaires qui les entourent.
- Émergence: il y a peu d'émergence locale.
- Patrons d'écoulement : écoulement latéral dans les unités granulaires et dans le roc à partir de ces zones de recharge.
- Potentiel aquifère dans les sédiments granulaires épais et perméables qui entourent les Montérégiennes.



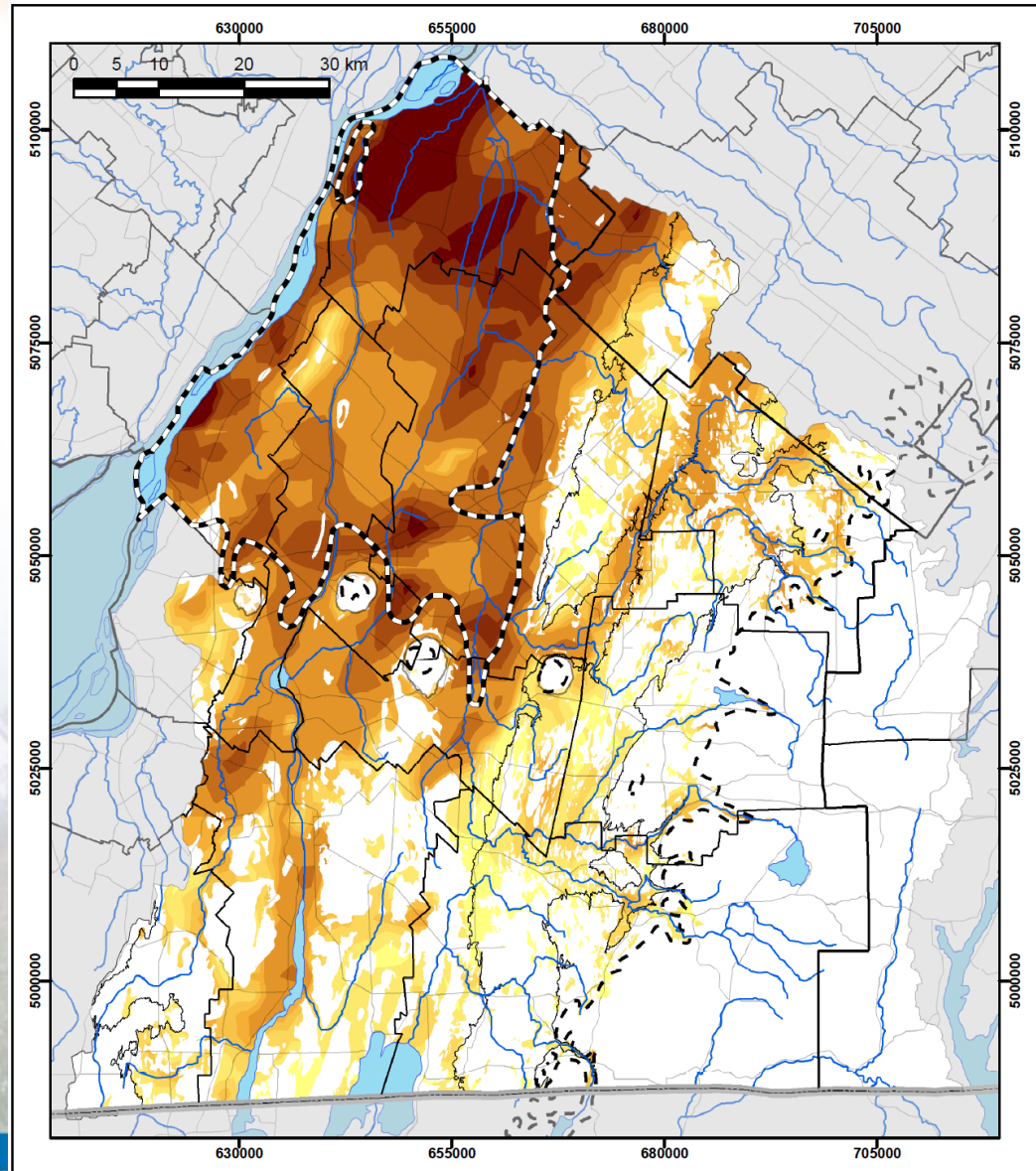
leur rôle dans le système aquifère régional reste à préciser

Contextes hydrogéologiques

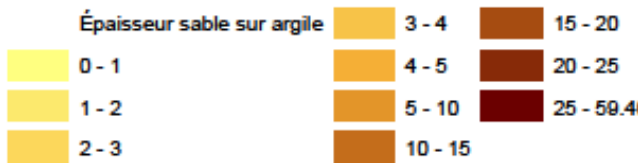


Définition de la
distribution
spatiale des
sédiments

Épaisseur
d'argile



Épaisseur sable sur argile

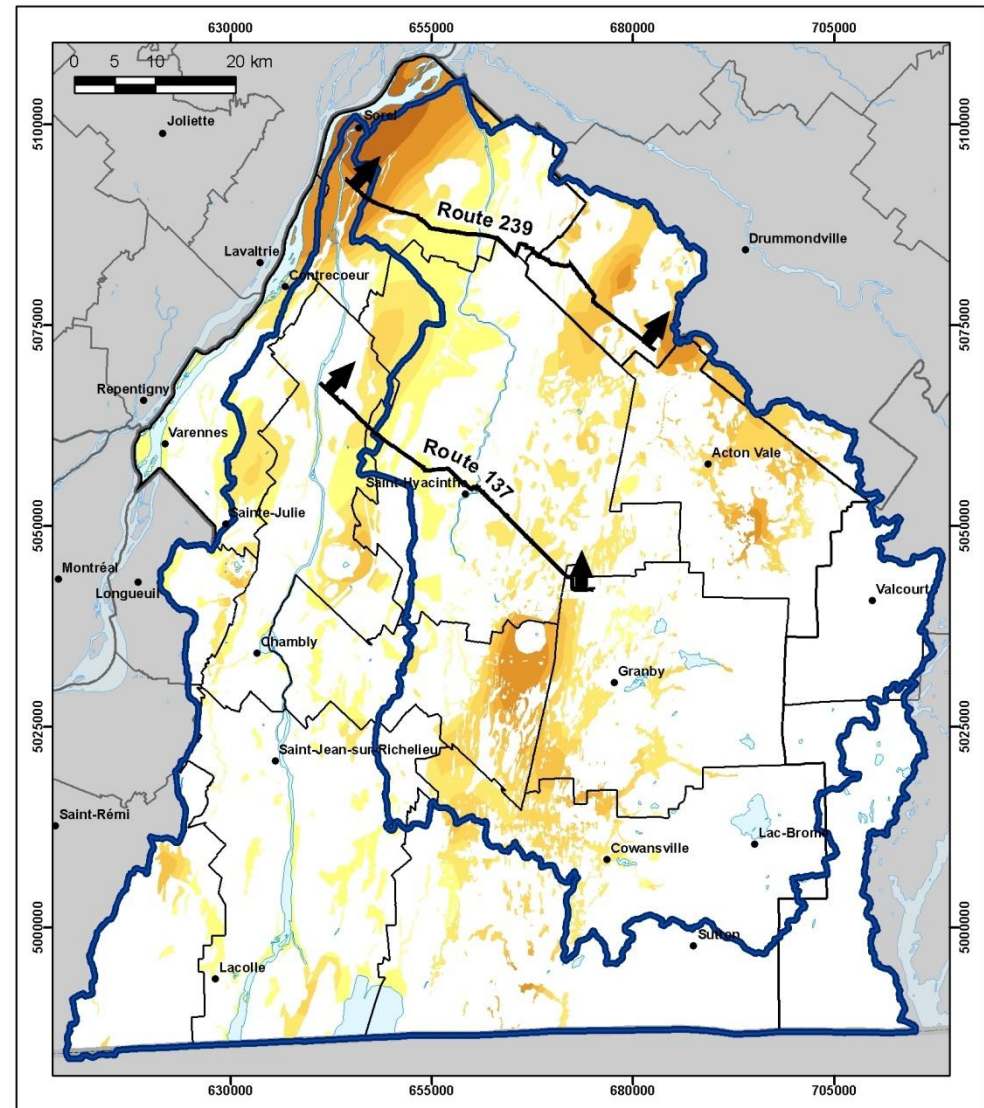


Contextes hydrogéologiques



Définition de la
distribution
spatiale des
sédiments

Épaisseur de
sable



Épaisseur sable sur argile	
0 - 1	3 - 4
1 - 2	4 - 5
2 - 3	5 - 10
	10 - 15
	15 - 20
	20 - 25
	25 - 59.4

Estimation de l'infiltration



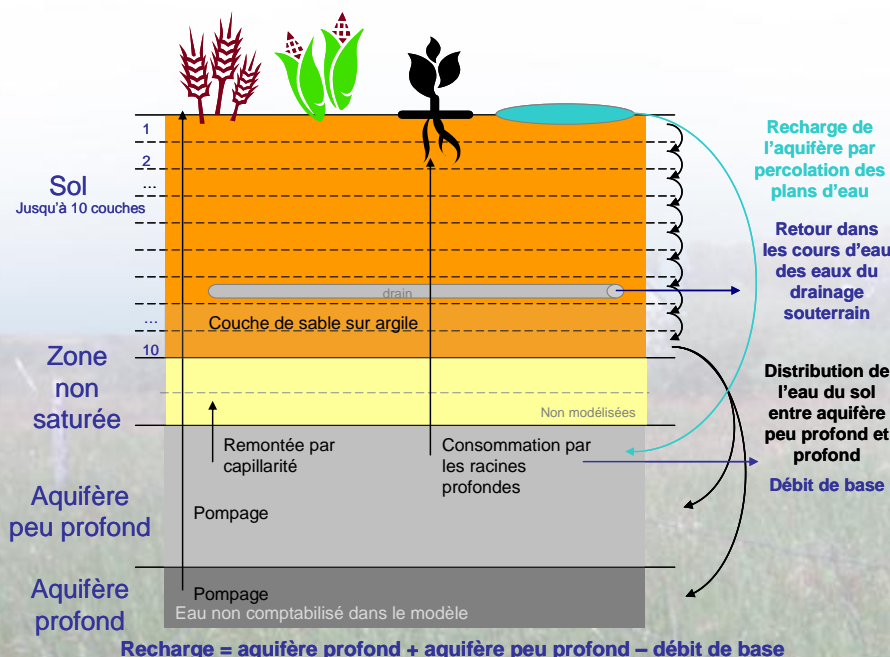
Implication de l'IRDA à 3 niveaux:

- 1) produits cartographiques (incluant l'occupation du sol, la couverture végétale et les milieux humides)
- 2) données de qualité d'eau de surface et de débits de cours d'eau
- 3) estimation de l'infiltration/recharge à l'aide du modèle SWAT



Modèle hydrologique à l'échelle du bassin versant

- ✓ Bases physique et empirique
- ✓ Calculs basés sur des portions de territoire homogènes (URH)
- ✓ Prise en compte de la croissance des plantes et des besoins en eau



Affiche d'Isabelle

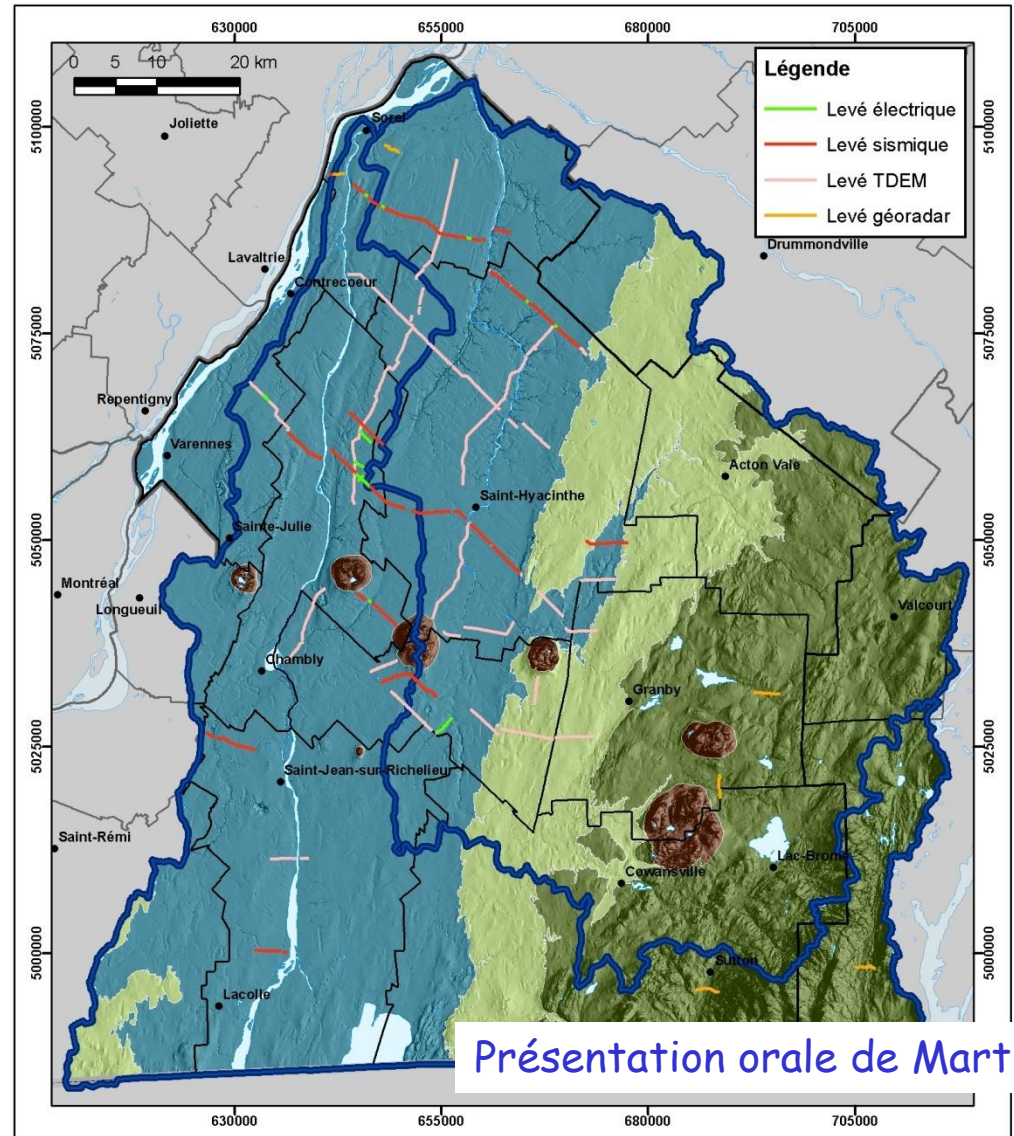
Travaux de terrain - Géophysique

Résistivité électrique (13 km)
TDEM (216 km)
Géoradar (18 km)
Sismique de surface (105 km)

↓
Systeme d'acquisition (Mir)



Objectif: aider à définir le con
hydrostratigraphique



Présentation orale de Martin

Travaux de terrain - Sondages



Description du système de sondage

- Permet de mesurer les propriétés mécaniques et hydrauliques des matériaux rencontrés durant l'enfoncement de la sonde
- Permet d'installer des piézomètres dans les sédiments et d'échantillonner les sédiments

Système de sondage



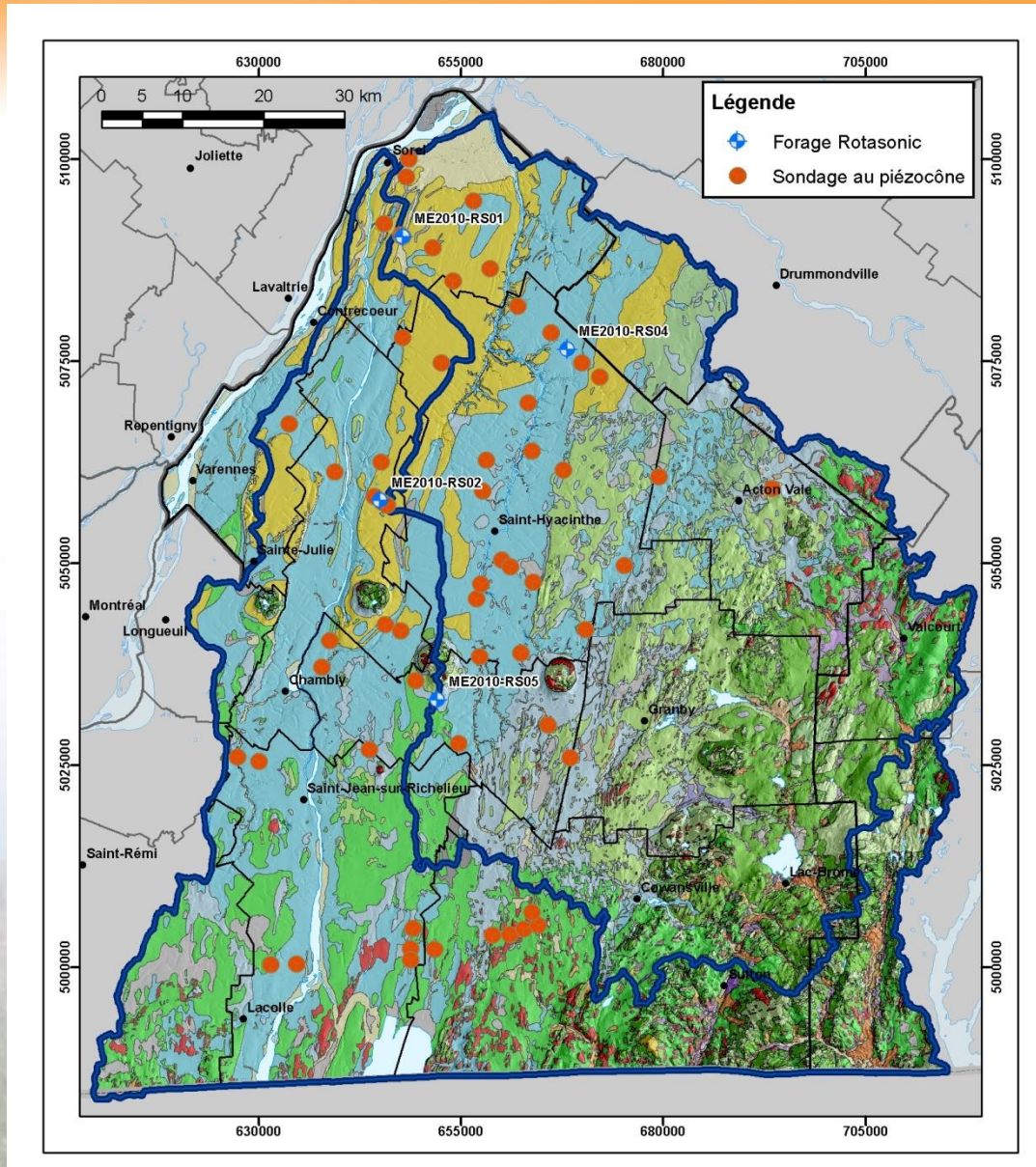
Piézocône



→ Résistivité globale
→ Teneur en eau

→ Friction du matériel
→ Pression interstitielle
→ Résistance en pointe

54
CPT/RPSS



Travaux de terrain - Géochimie



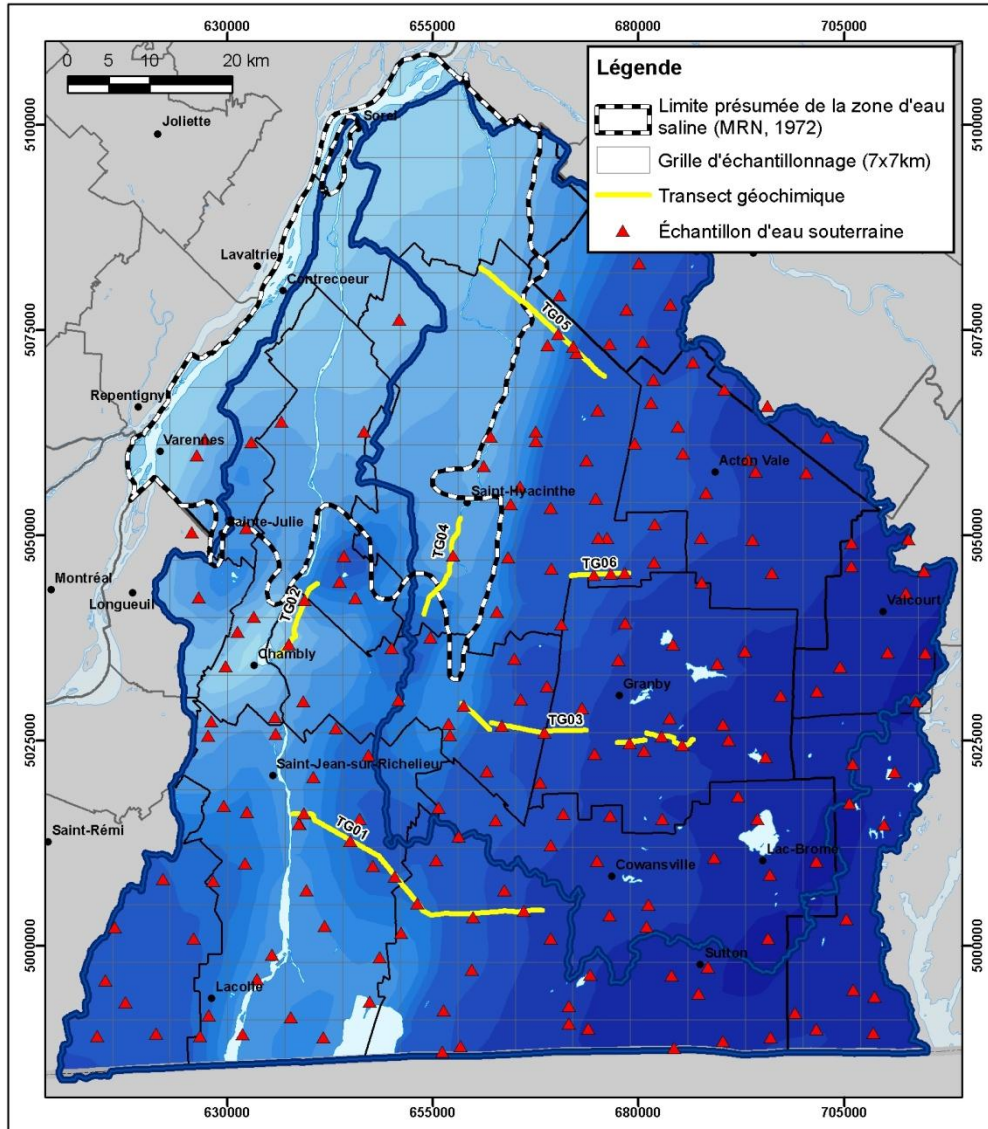
Anions, métaux, nutriments,
paramètres physicochimiques,
isotopes (^2H & ^{18}O , $^3\text{H}/^3\text{He}$)

Objectifs

- Dresser un portrait régional de la qualité de l'eau
- Évaluer l'étendue de zone d'eau saline et identifier la cause
- Mieux comprendre la dynamique d'écoulement de l'eau souterraine (origine de l'eau, âge relatif, ...)



Travaux de terrain - Géochimie



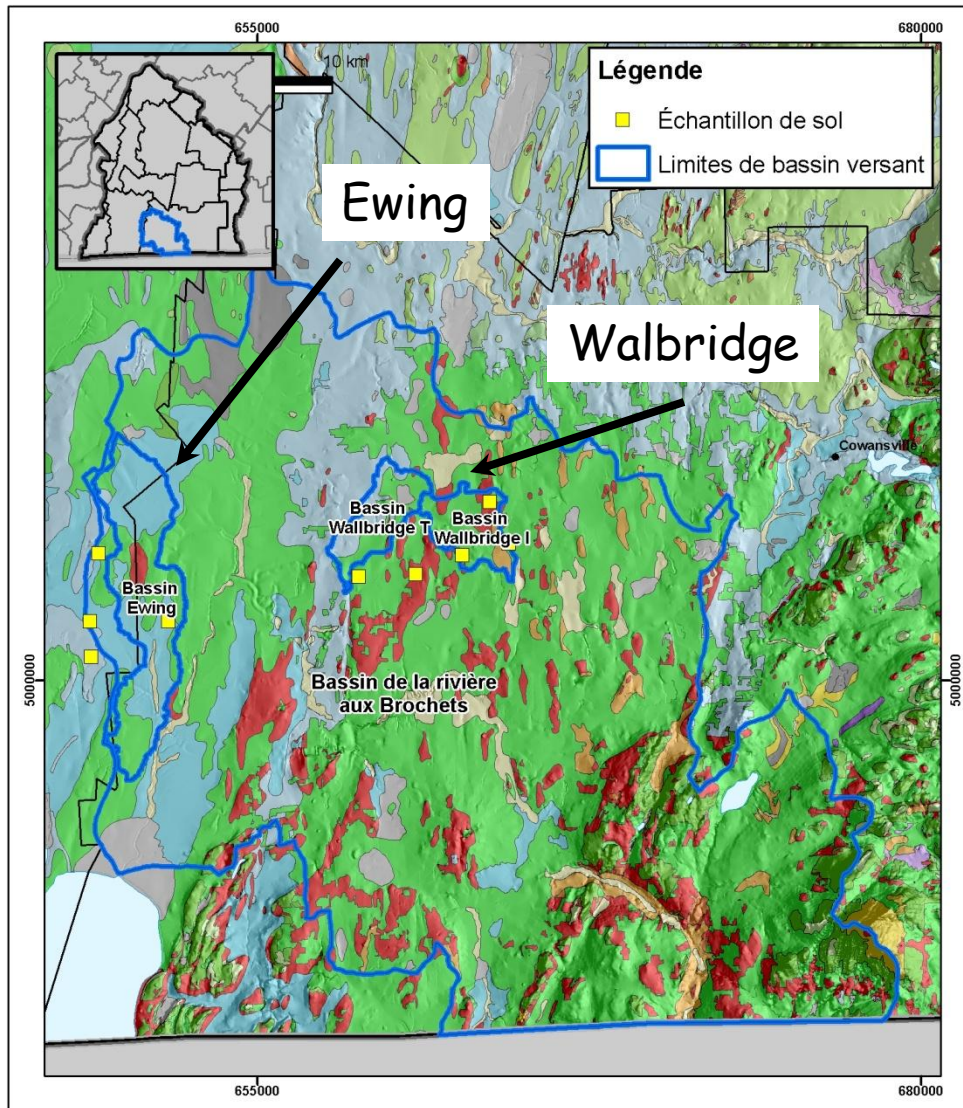
- Répartition : 1 échantillon à tous les 7 km²
- ~ 200 échantillons (>90% dans le roc)
- 8 transects géochimiques
- 50 échantillons (isotopes stables, ³H, ¹⁴C)



Affiche de Châteline



Travaux de terrain - Géochimie



En collaboration avec AAC

- 8 CPT → piézomètres
- 25-30 échantillons de sols x 3
- teneur en nitrate et rapports isotopiques $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{18}\text{O}$

Objectifs

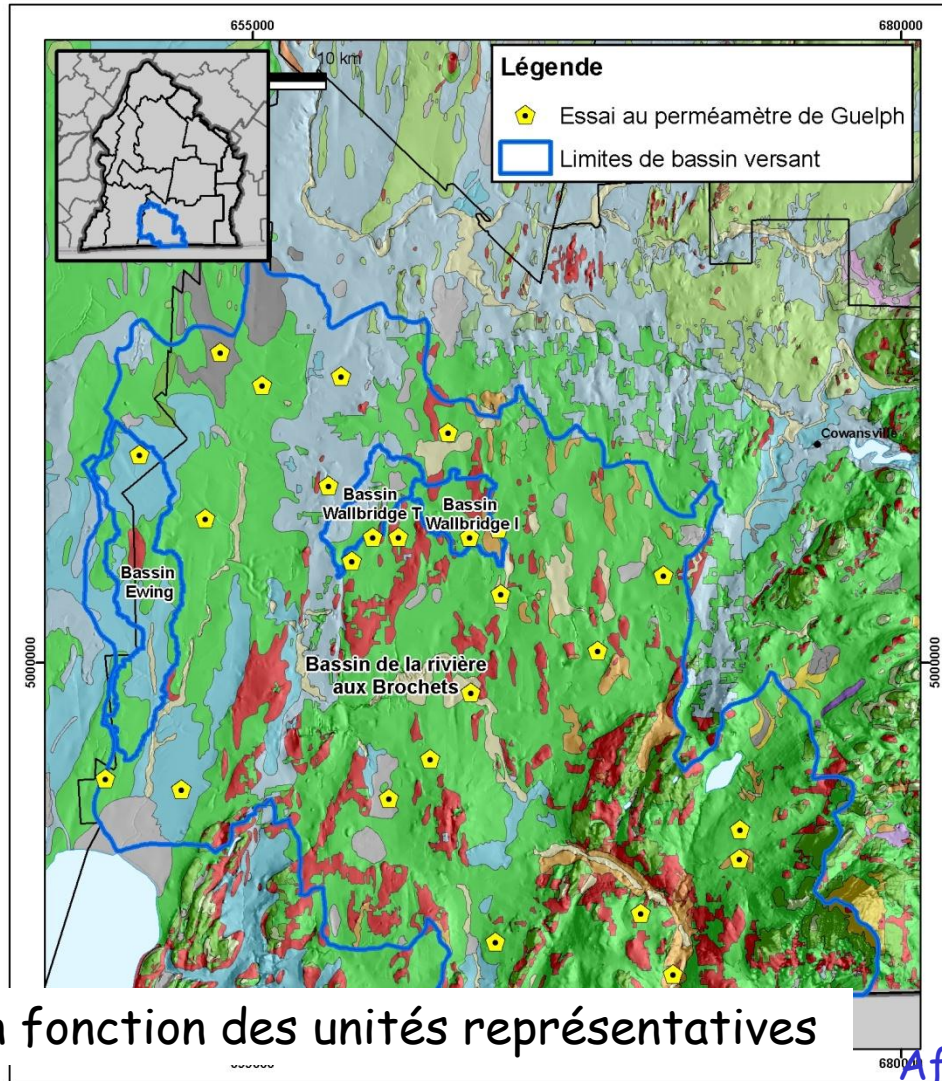
- vérifier l'importance de la présence de nitrate dans les eaux souterraines
- caractériser les sources
- mieux comprendre la dynamique du transfert sols → eau

Affiche de Rachel 19

Travaux de terrain - Essais hydrauliques



Perméamètr



31 sites



Répartition : en fonction des unités représentatives

Affiche de Jean-Sébastien 20

Travaux de terrain - Essais hydrauliques



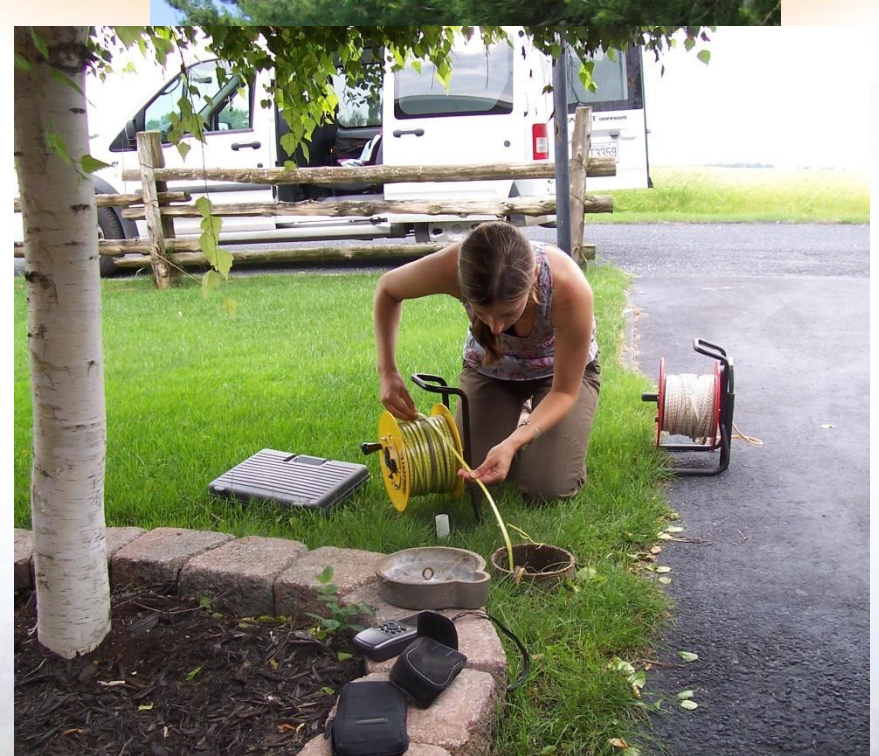
Essais de perméabilité (*slug test*)
25-35 → nouveaux forages et piézos

Diagraphies (gamma naturel,
résistivité, imagerie, débitmètre)
15-25

Mesures du niveau d'eau souterraine

Objectifs

- Évaluer les propriétés hydrauliques
- Localiser et définir les zones de recharge (carte piézo)
- Étudier la fracturation et l'écoulement de l'eau dans les roches
- Mieux définir l'écoulement (carte piézo)



Affiche de Marc

21

Travaux de terrain - Recharge



Installation de 4 lysimètres passifs



Analyse d'hélium/tritium



Répartition : en fonction des unités représentatives

Affiches de Châtelaine et de Jean-Sébastien

Travaux de terrain - Forages



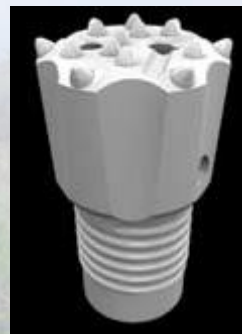
Description des types de foreuse utilisées

- Forage par rotation/vibration (RotoSonic): forage principalement dans les sédiments permettant un échantillonnage continu et non remanié
- Forage par rotation/percussion (DTH): forage destructif dans les sédiments et dans le roc

Rotation/vibration (RotoSonic)



Rotation/percussion (DTH)



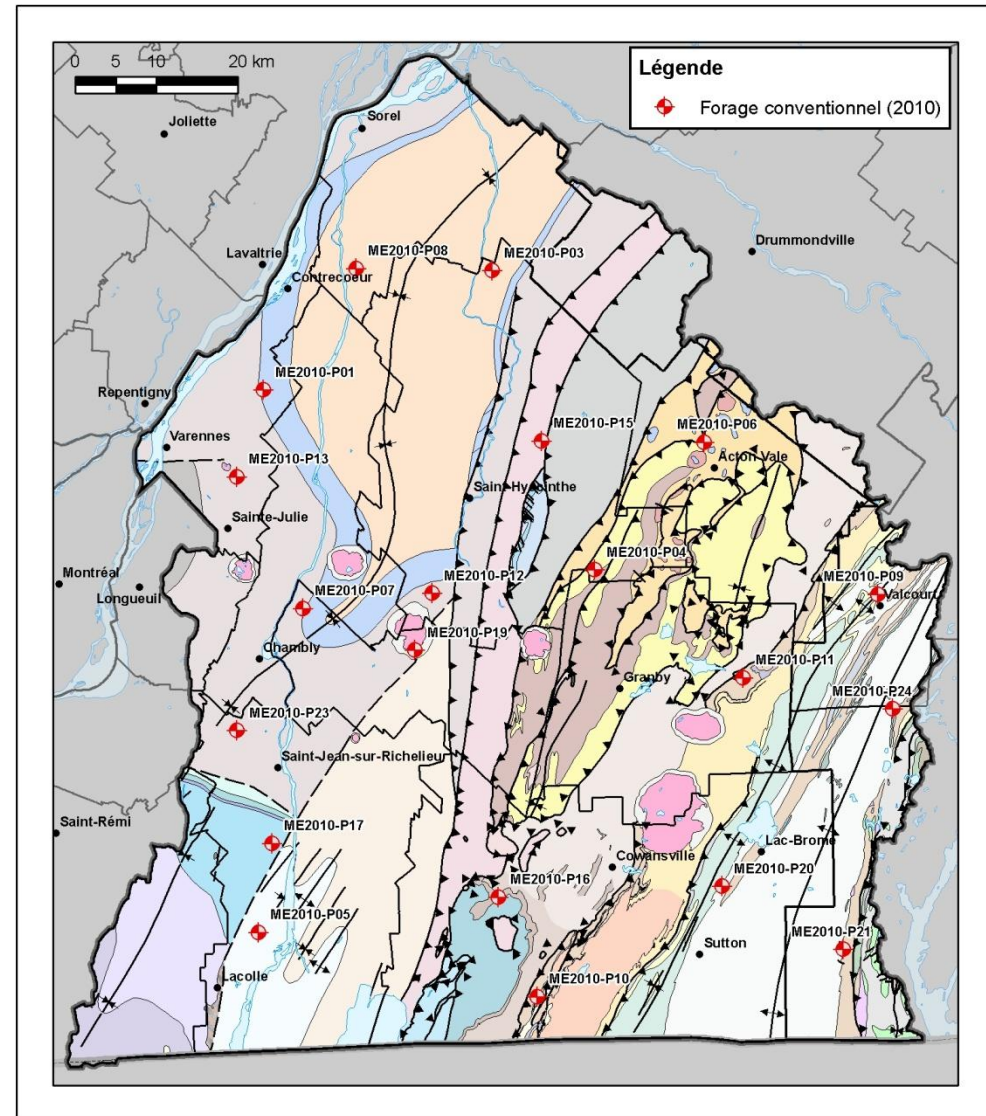
Travaux de terrain - Forages



- 24 forages (~ 40 m de prof.) avec installation de puits dont 4 par rotation/vibration
- Échantillonnage des sédiments en continu → rotonsonic

Objectifs

- Définir nature et séquence des sédiments et du roc
- Fournir des données fiables pour l'interprétation des levés géophysiques
- Permettre essais hydrauliques, diagraphies et suivi de la qualité et du niveau d'eau dans le temps



Conclusions

Travaux de terrain effectués jusqu'à maintenant

Travaux des mois à venir:

- compilation et à interprétation des données recueillies
- Validation des données existantes
- Validation de notre compréhension des contextes et de l'écoulement
- Identification des lacunes

