

Sensitive bedrock aquifers: a field study of agricultural impacts on water quality in Ontario



Jana Levison, PhD, EIT
Chercheure postdoctorale
Sciences de la Terre et de l'atmosphère
UQAM

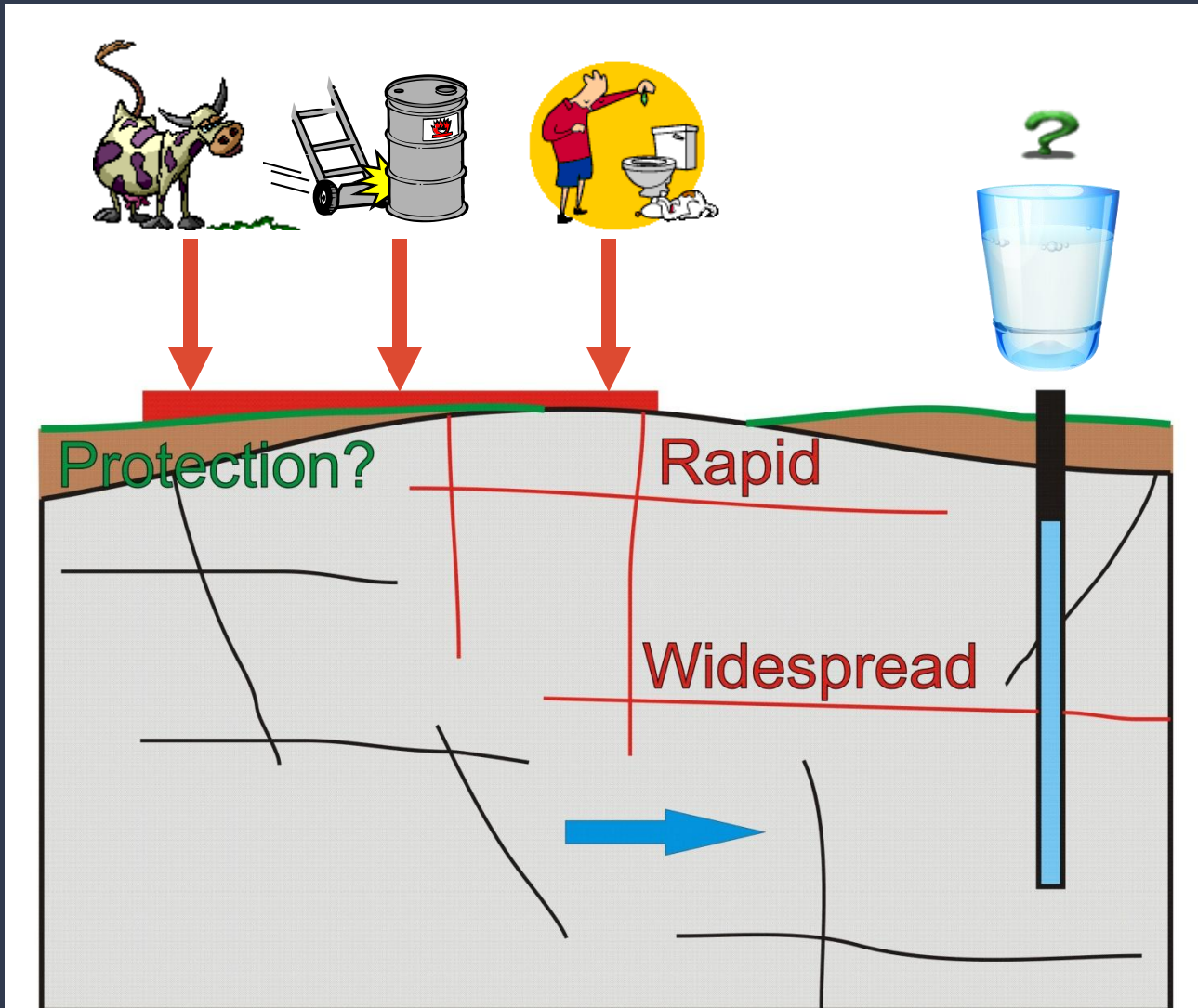
Série de conférences en hydrogéologie
GRIES/AIH-CNC QC
7 fév 2011

Matières

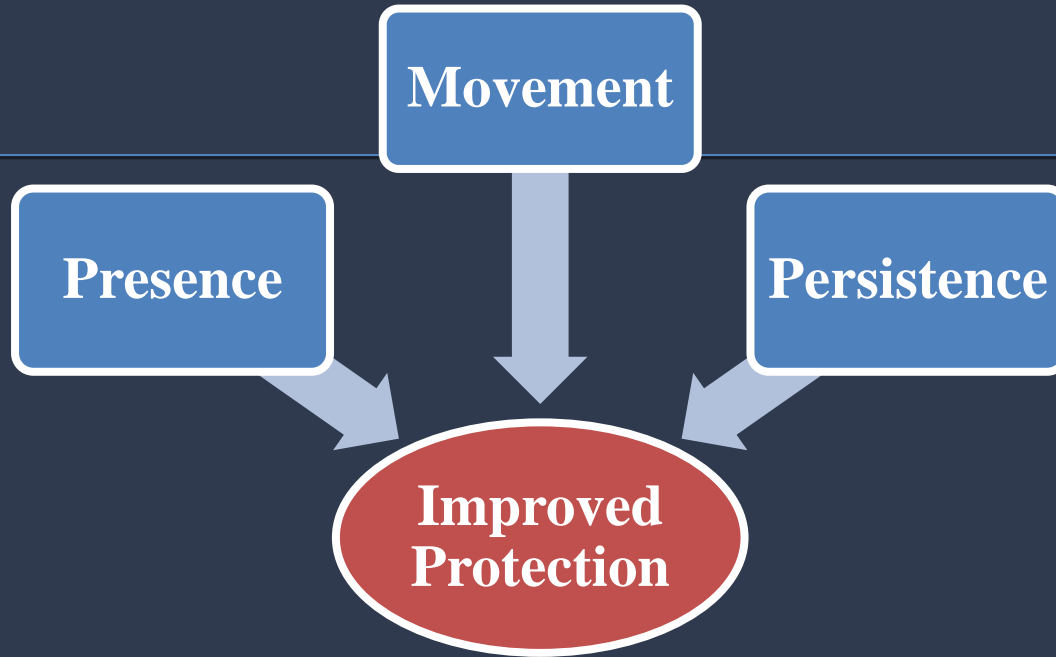
- Problématique
- Objectif
- Thèmes
- Caractérisation du site
- Investigations de terrain
- Conclusions et recommandations



Problématique



Objectif

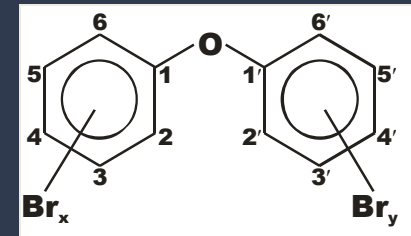


Améliorer la compréhension des impacts anthropiques sur la qualité de l'eau dans un aquifère de roc fracturé par le biais d'une mission de terrain menée en milieu agricole



Thèmes

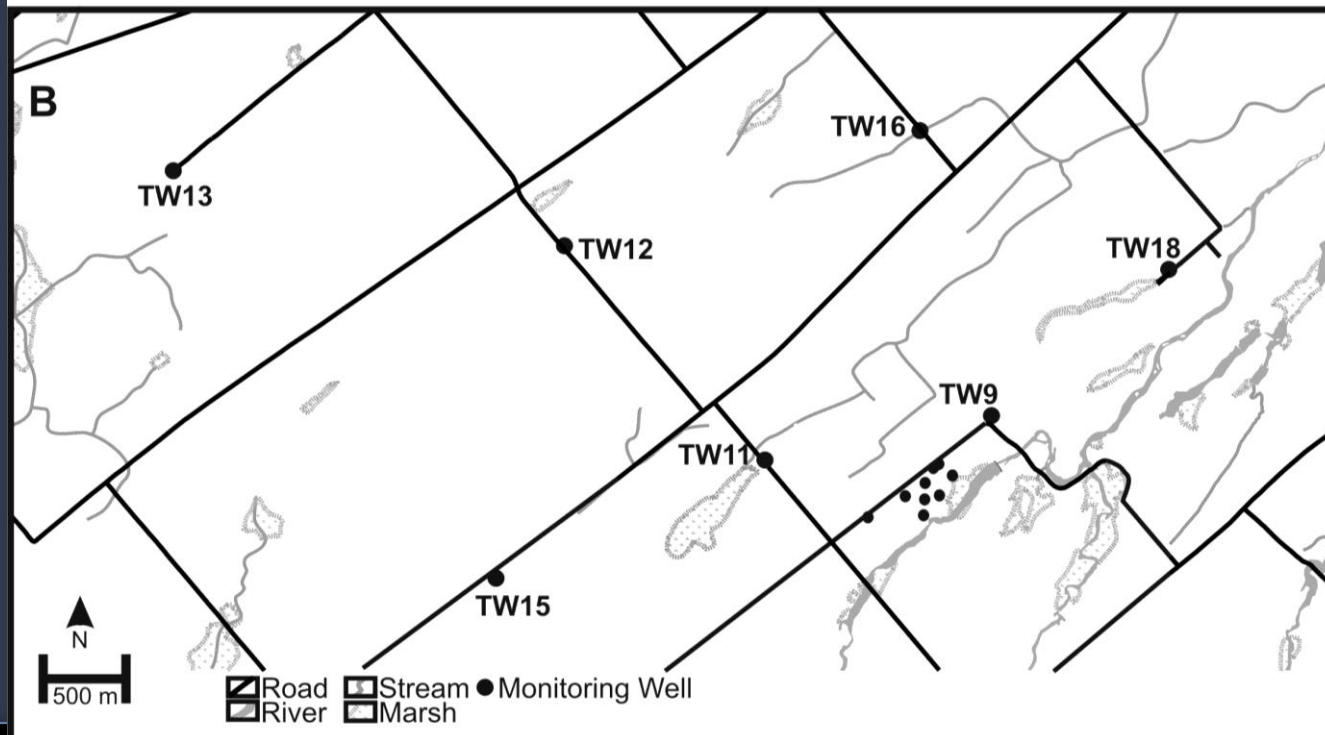
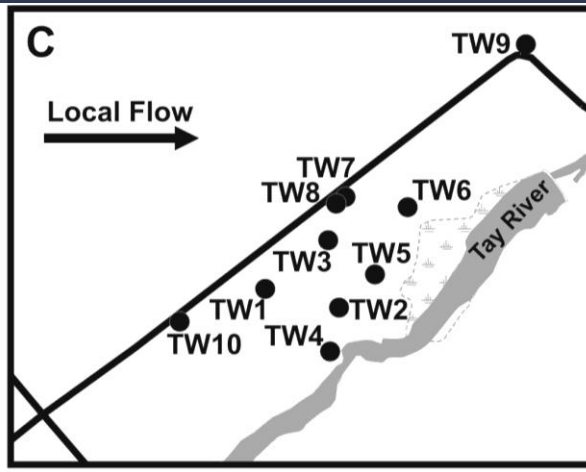
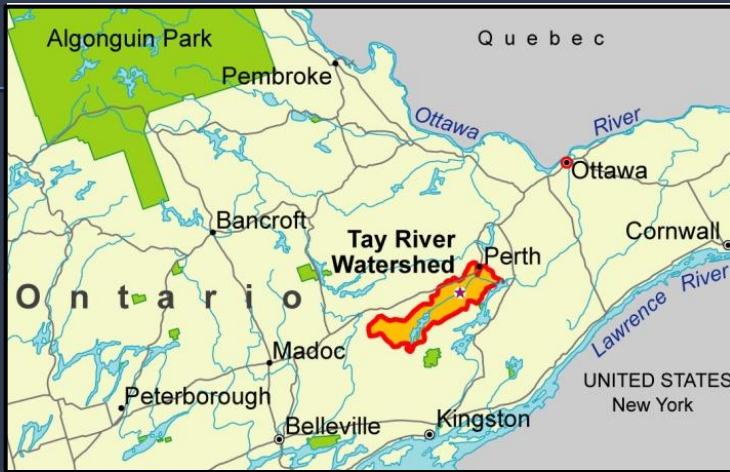
- L'impact de bovin dans les pâturages
- L'identification des PBDE
- Le transport de contaminants de la surface aux puits



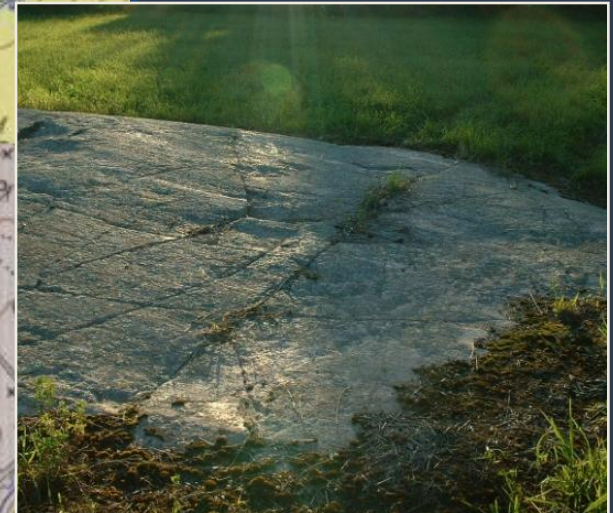
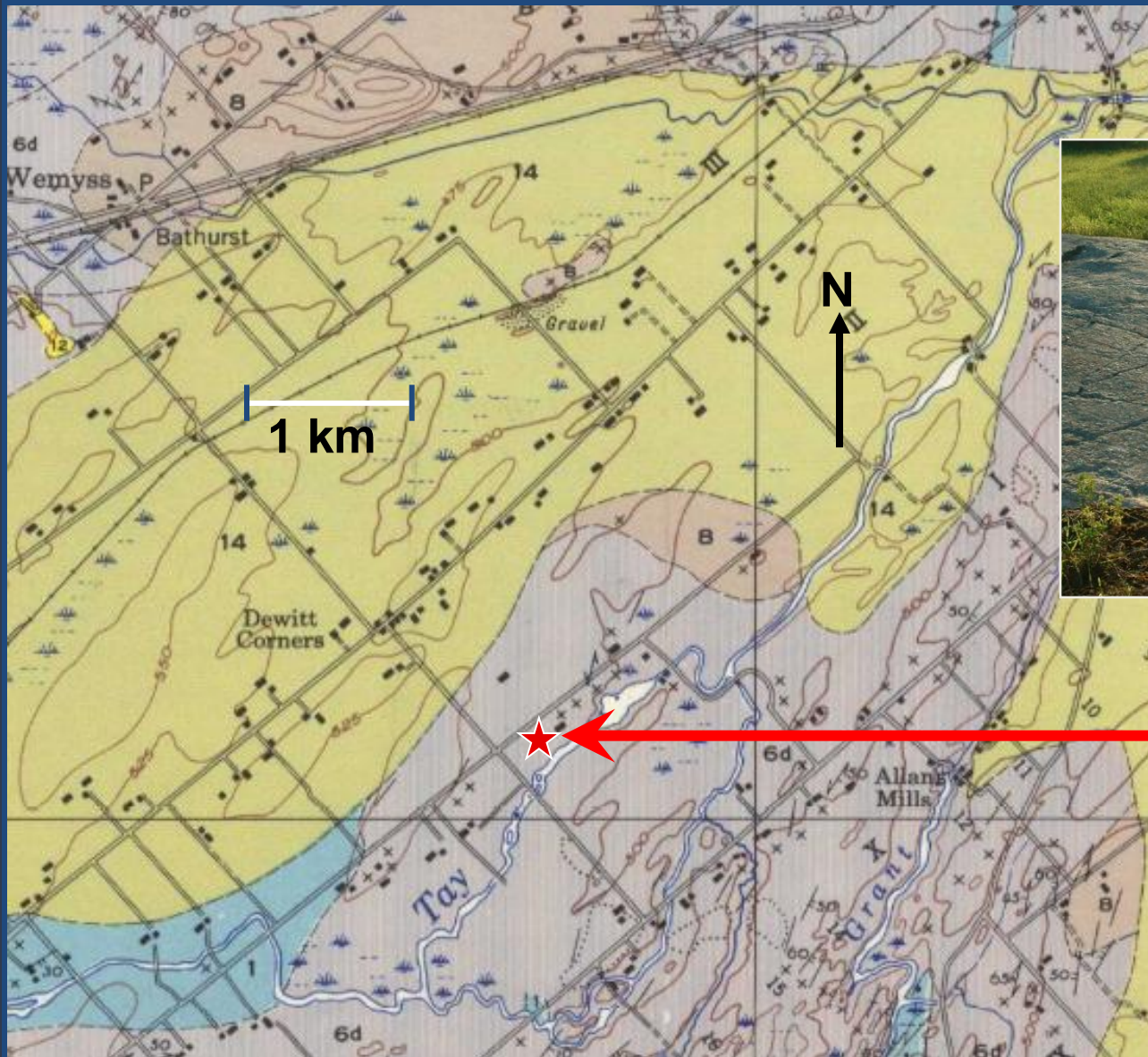
(Levison 2009)



Site d'étude



Géologie du socle rocheux

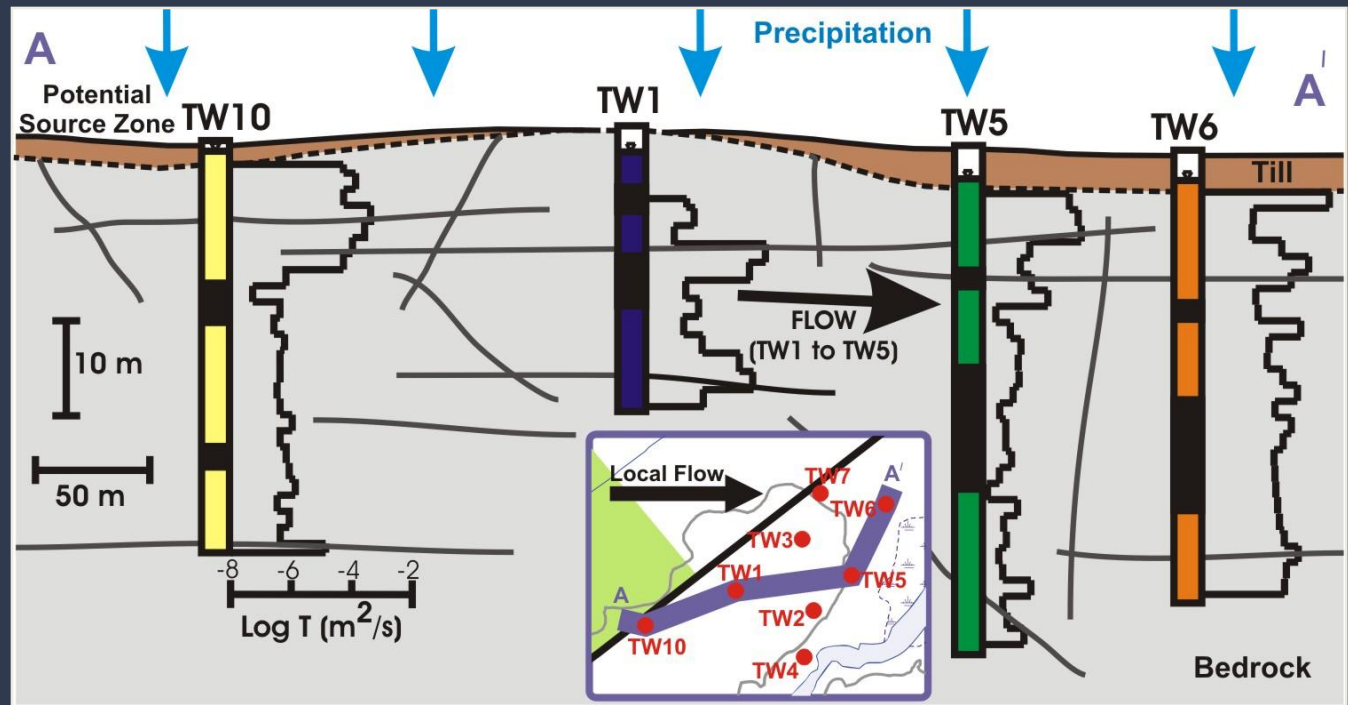
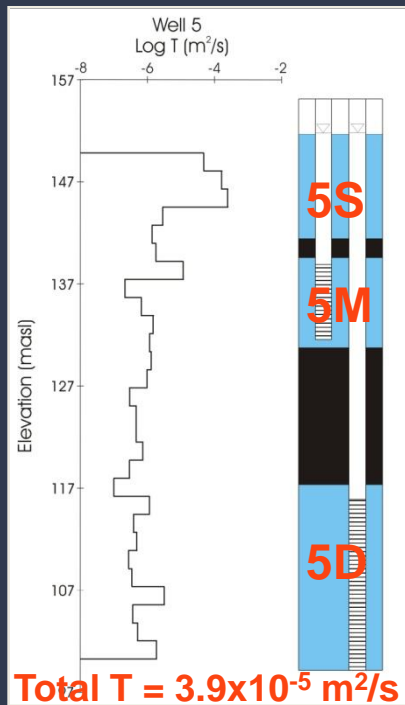


Migmatic syenite

(Wilson 1961)

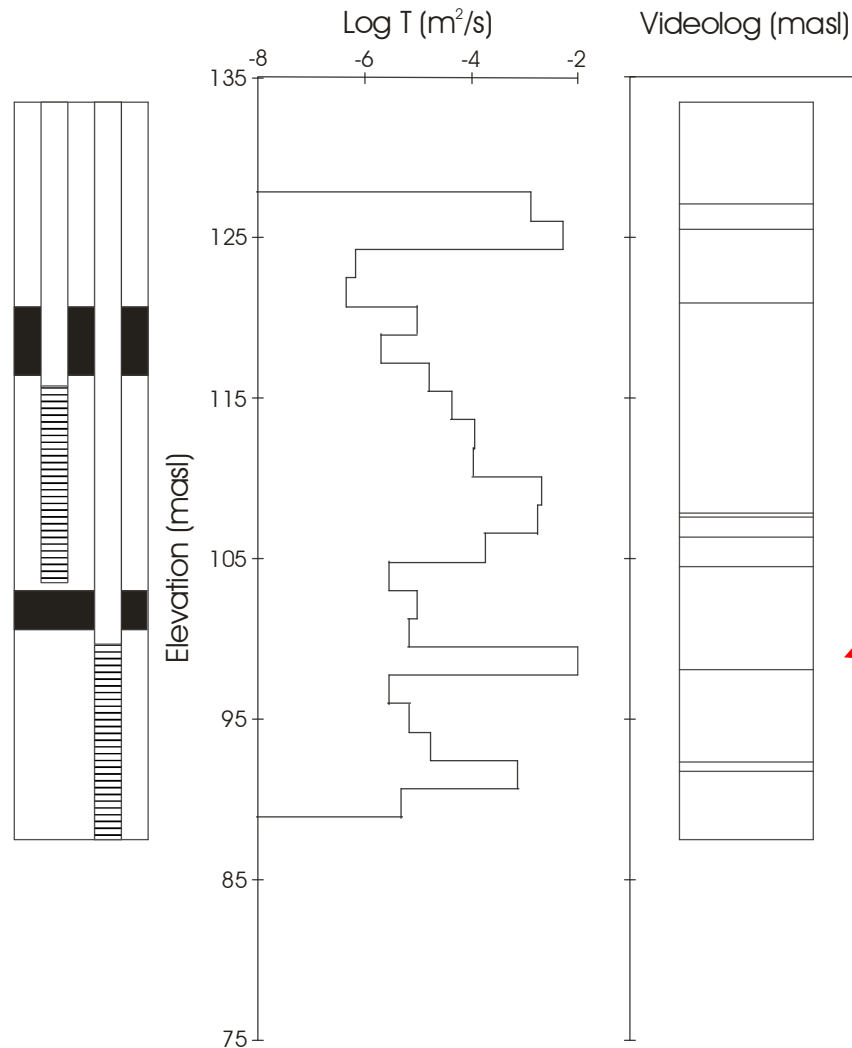
Caractérisation du site

essais de pompage, slug tests (1,77 m intervalle de packer), vidéo, station météo, transducteurs de pression



Log T et vidéolog

Well 7





Autres études

- Milloy (2006)
 - Recharge à l'échelle locale
- Praamsma (2006)
 - Interaction de l'eau souterraine et de surface
- Cooke (2007)
 - Bio-colmatage des puits
- Gleeson (2009)
 - Recharge, débit et écoulement (échelle du bassin versant)
- Praamsma (en cours)
 - Impacts agricoles régionaux et le transport des bactéries

Prof. Kent Novakowski
Civil Engineering
Queen's University

L'impact de bovin dans les pâturages

- Objectifs spécifiques
 - Étudier la variabilité temporelle des concentrations de nitrates et d' *E. coli* sur une base mensuelle et quotidienne
 - Déterminer leur variabilité spatiale à l'échelle locale
 - Associer les résultats à diverses utilisations des terres

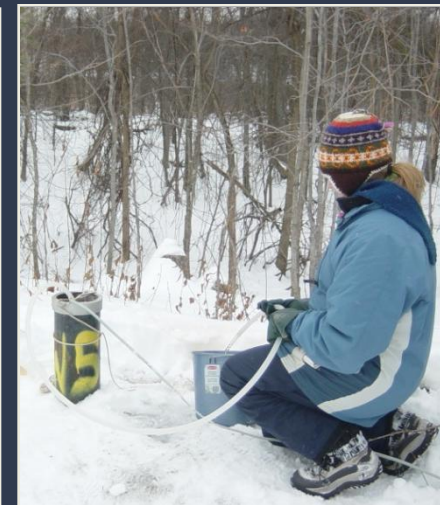
(Levison and Novakowski 2009)



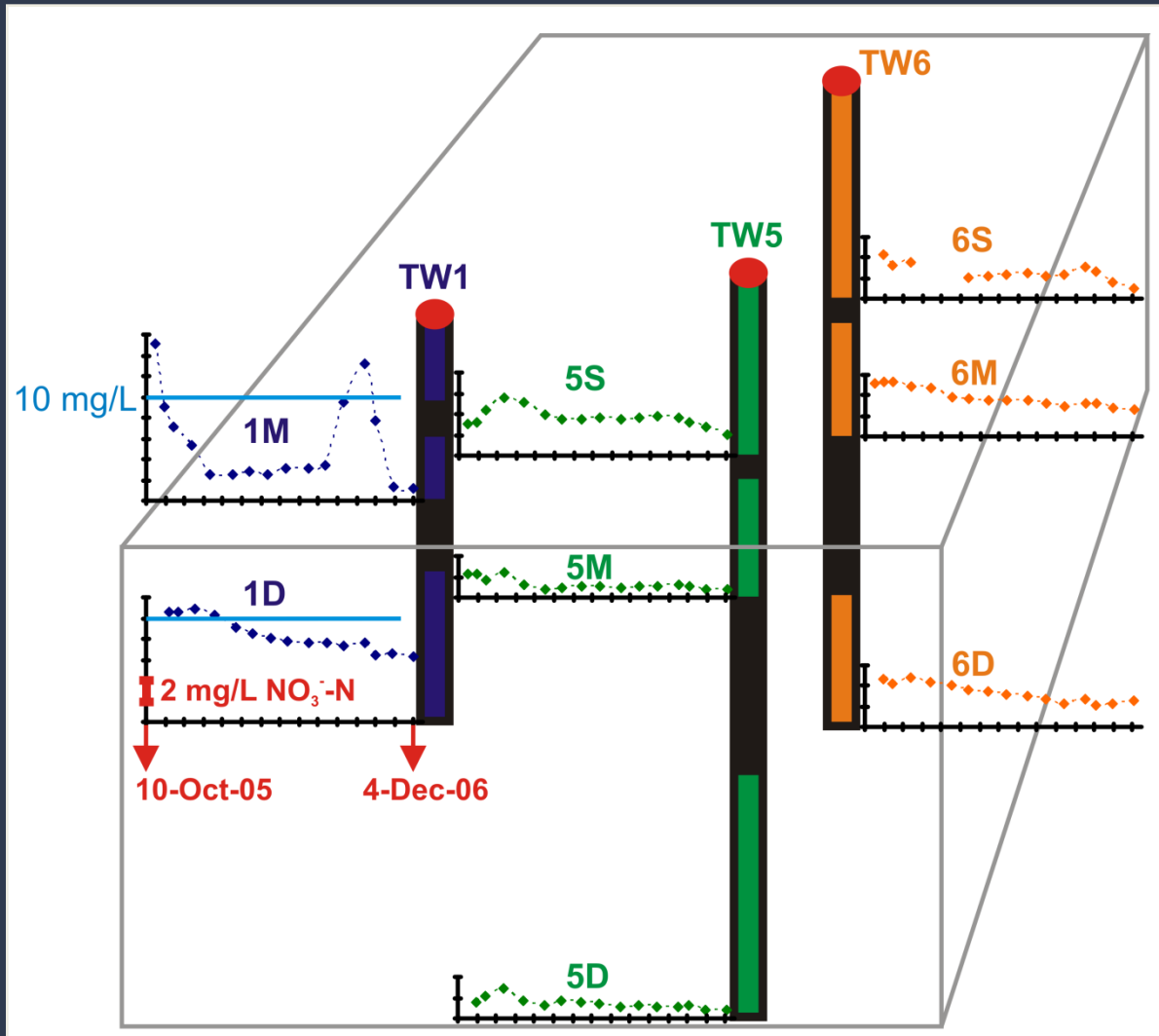
L'impact de l'élevage bovin

Méthodologie

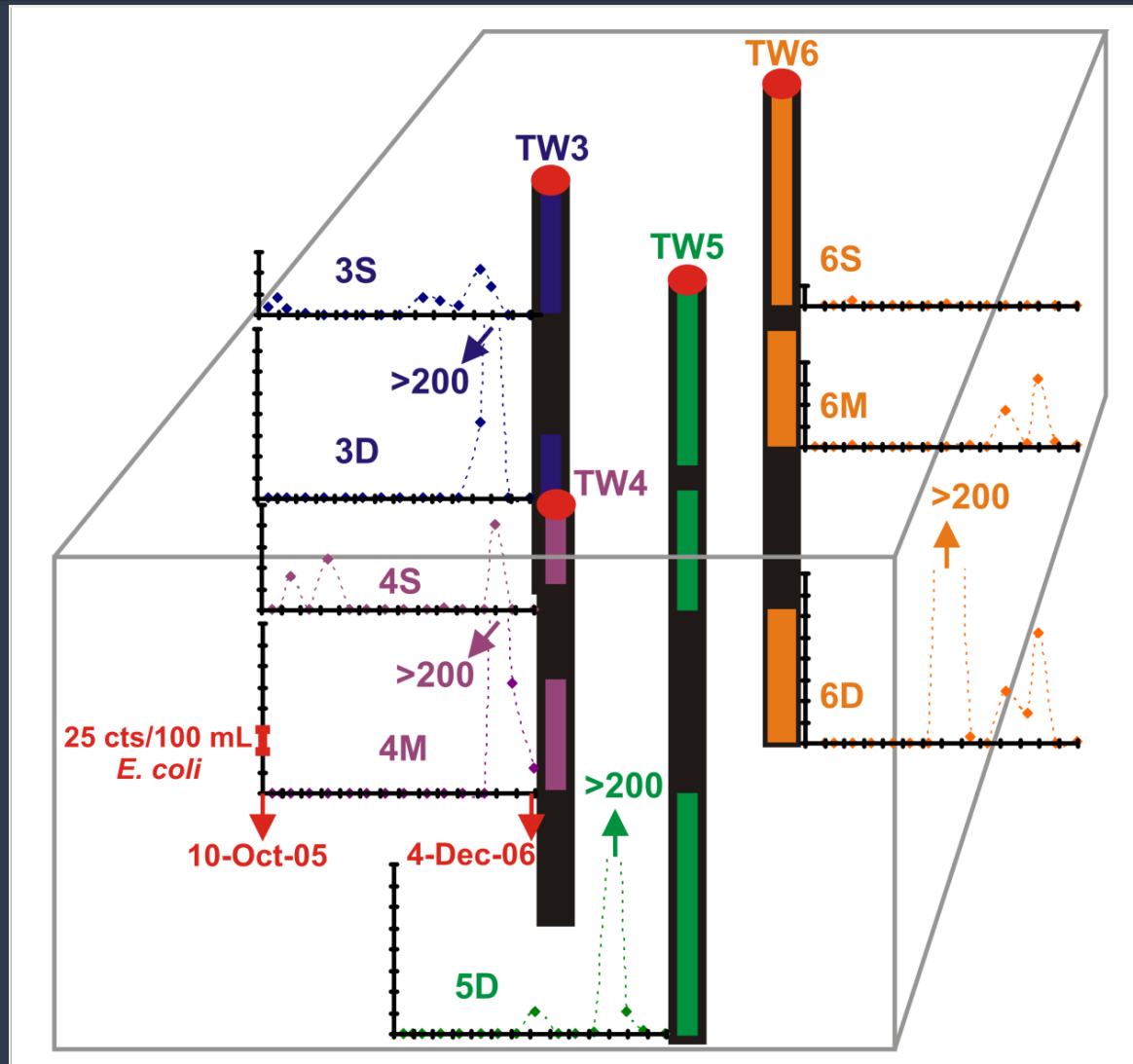
- oct 2005 – déc 2006
 - échantillonnage mensuel
 - échantillonnage intensif
 - caractéristiques du débit de base
 - caractéristiques de la recharge
- Substances à analyser
 - nitrate (NO_3^-)
 - nitrite (NO_2^-)
 - ammonium (NH_4^+)
 - *E. coli*
 - carbone organique dissous (DOC)
 - oxygène dissous (DO)



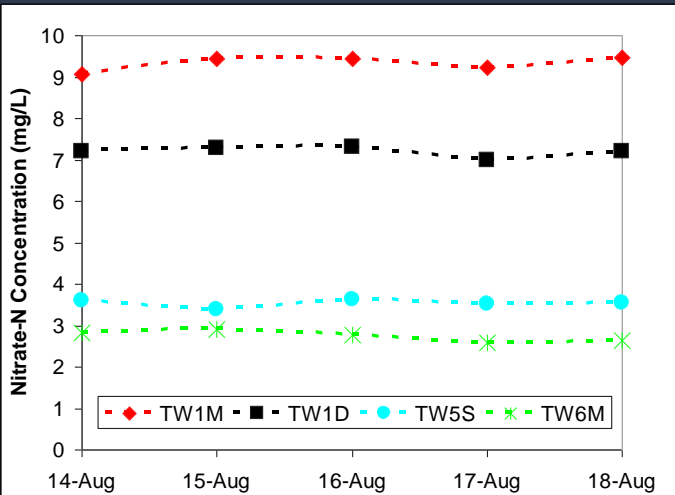
Nitrate-N



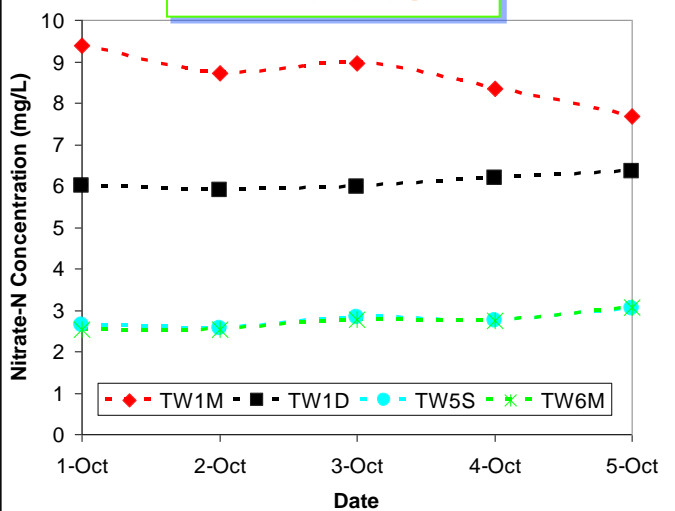
E. coli



Échantillonnage intensif

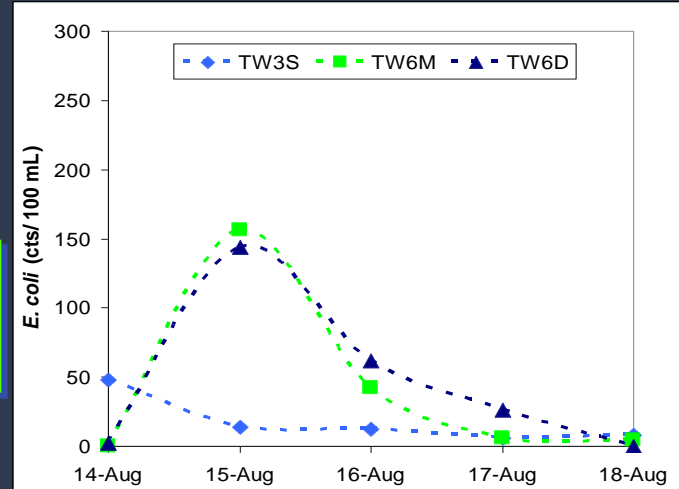


Nitrate

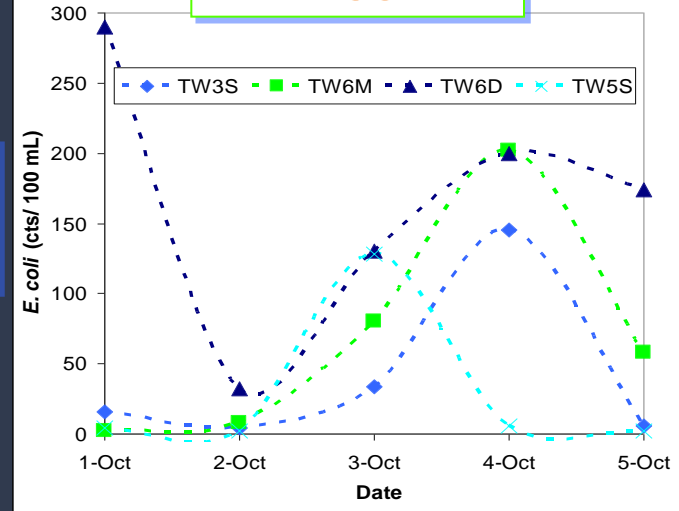


Octobre

Août



E. coli



Conclusions pertinentes

- Variations temporelles et spatiales sont significatives
 - Milieu physique est variable
- Le nitrate peut être persistant
 - Mécanismes d'atténuation physiques ne peuvent pas se produire (potentiellement longues distances de transport latérales)
- Concentrations plus élevées d' *E. coli* pendant des périodes de recharge
- Les concentrations peuvent être acceptables un mois et trop élevées un autre (ou même un autre jour)
- Des habitants à proximité peuvent avoir accès à de l'eau de qualités variables

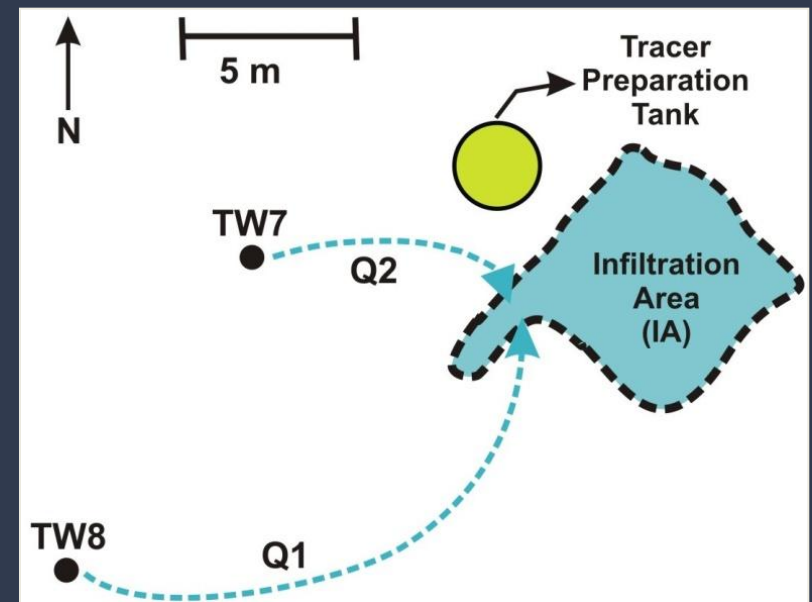
Le transport de contaminants de la surface aux puits

- Objectifs spécifiques
 - Découvrir le rôle de l'épaisseur du terrain de recouvrement à limiter le transport vertical
 - Déterminer l'importance de la connexion verticale entre le sol et le socle rocheux
 - Découvrir la connectivité verticale des fractures supérieures (près de la surface)

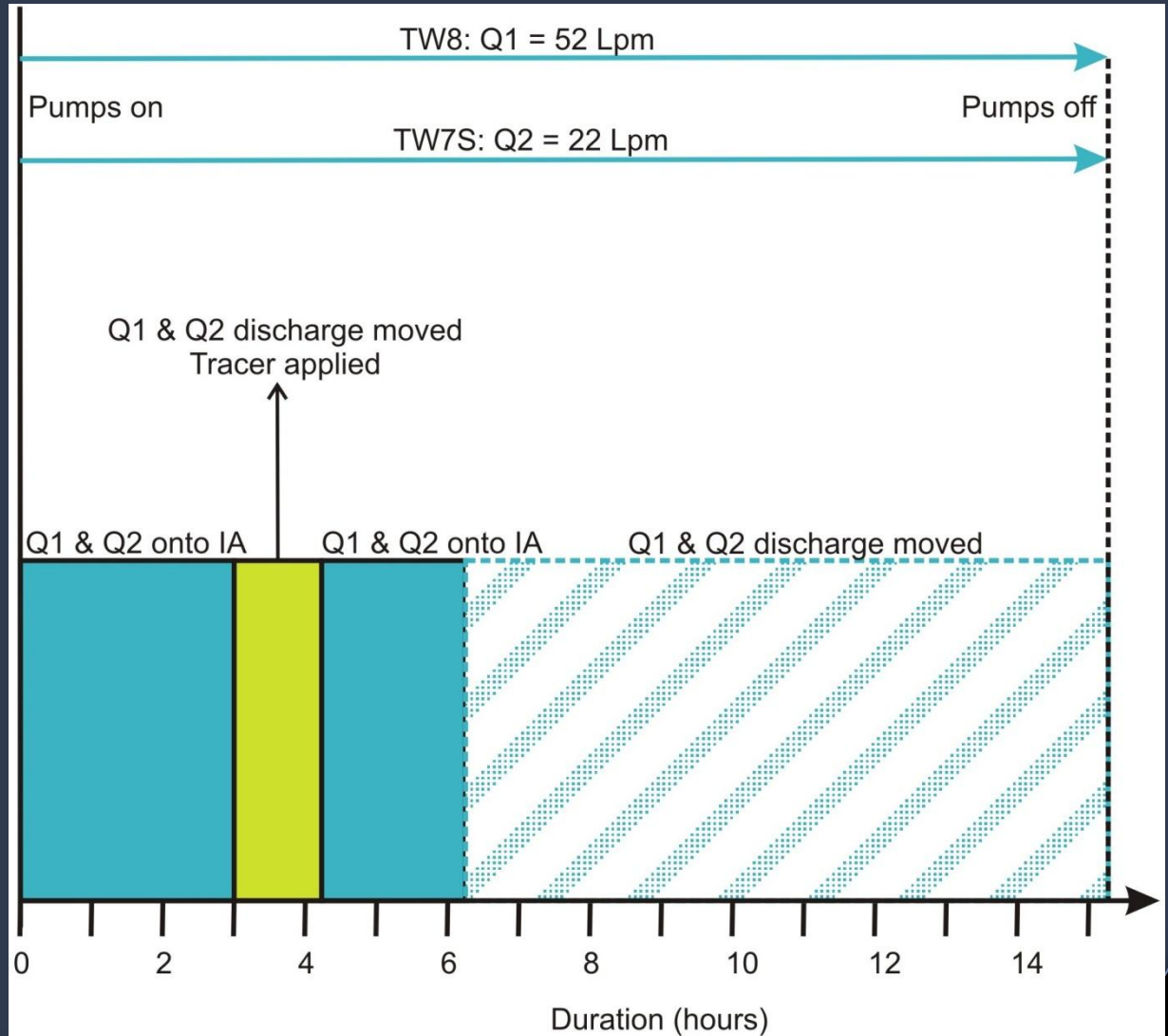
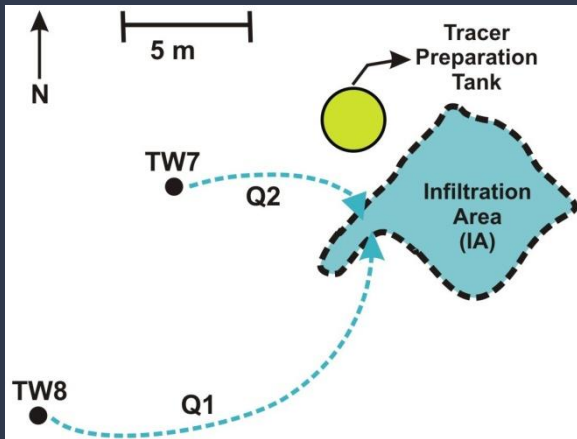


Expérience avec des traceurs

- Test d'infiltration
 - 24 heures
 - Pompage: TW7S et TW8
 - Traceur fluorescent appliqué à la surface du sol
- Traceur: 1500 L de Lissamine Flavine FF (200 mg/L réparties sur 40 m²)
- TW7 et TW8 sur affleurement; 0.4 à 1.4 m au socle rocheux



Design expérimental



Transport de la surface aux puits

Configuration expérimentale



Configuration expérimentale



Transport de la surface aux puits

Méthode d'échantillonnage

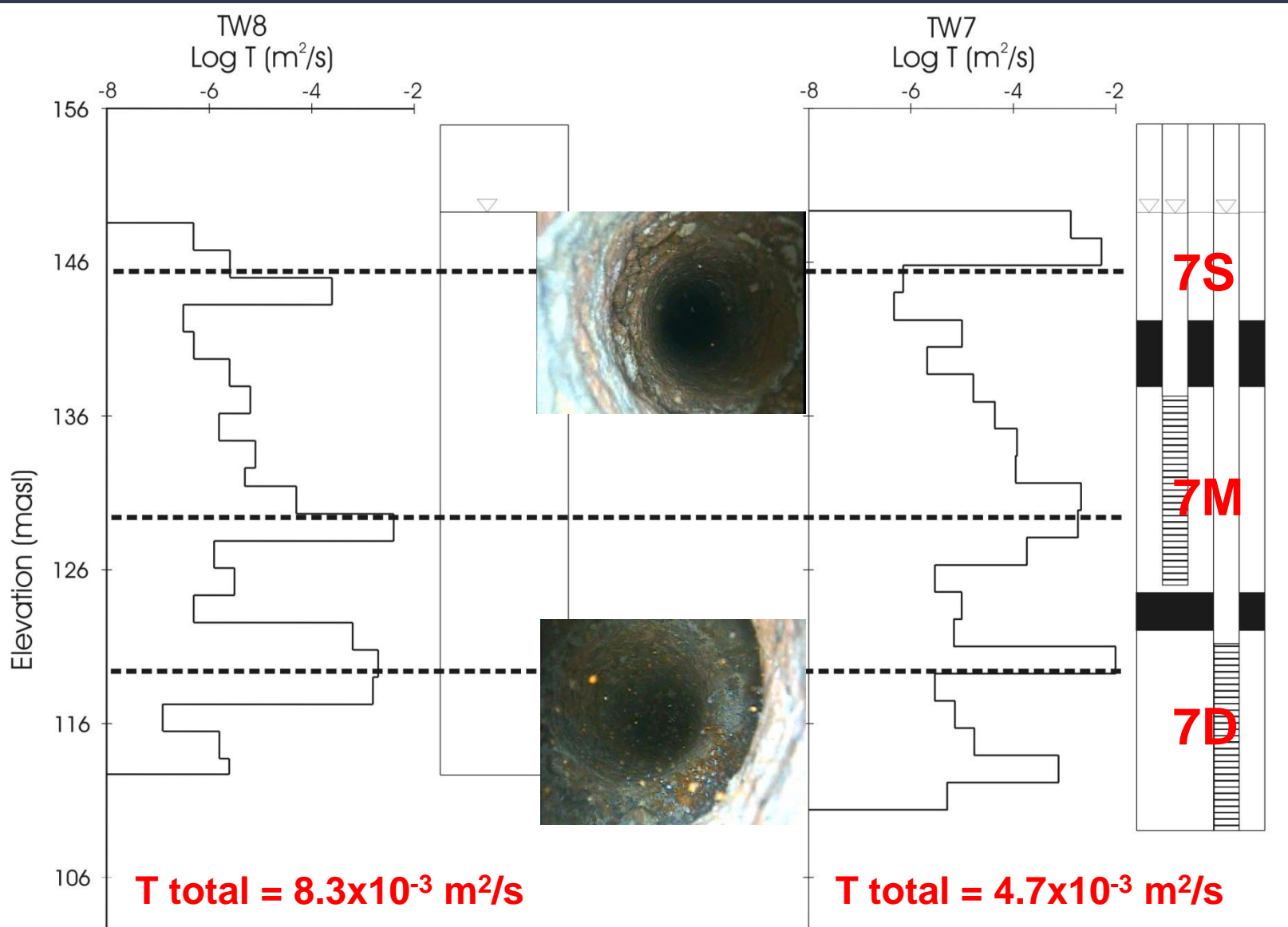


Cyclops-7 fluorimètre submersible

- TW8: mesures de fond de puits
- TW7S/M/D: échantillons de chaque intervalle

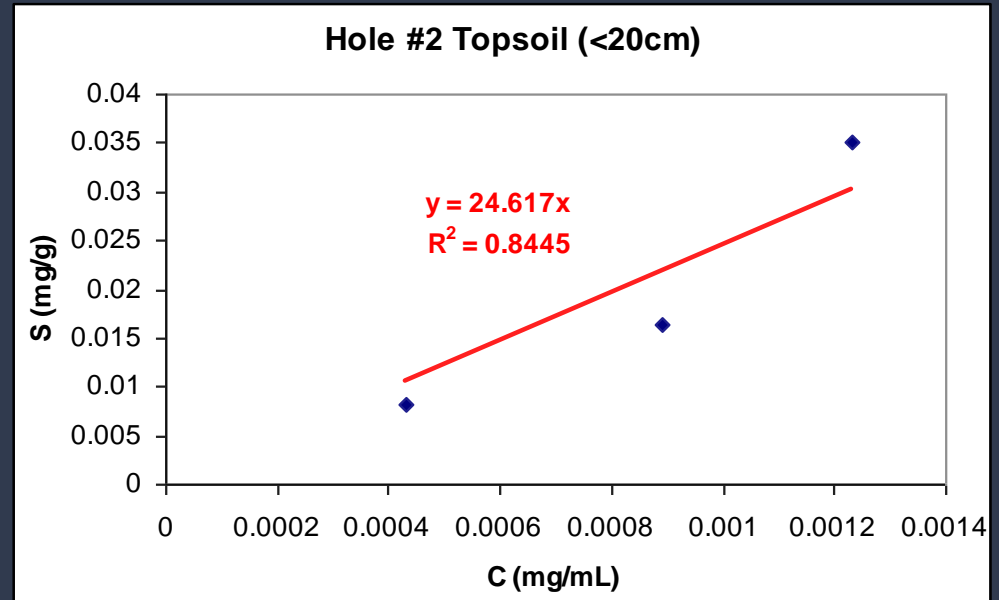


Log T: TW8 et TW7



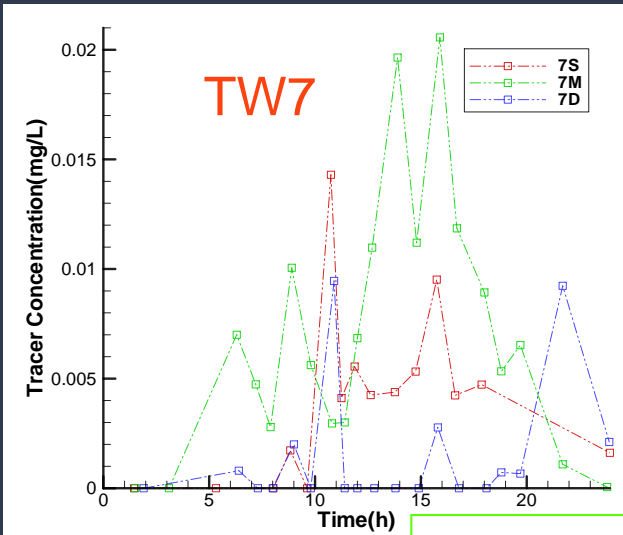
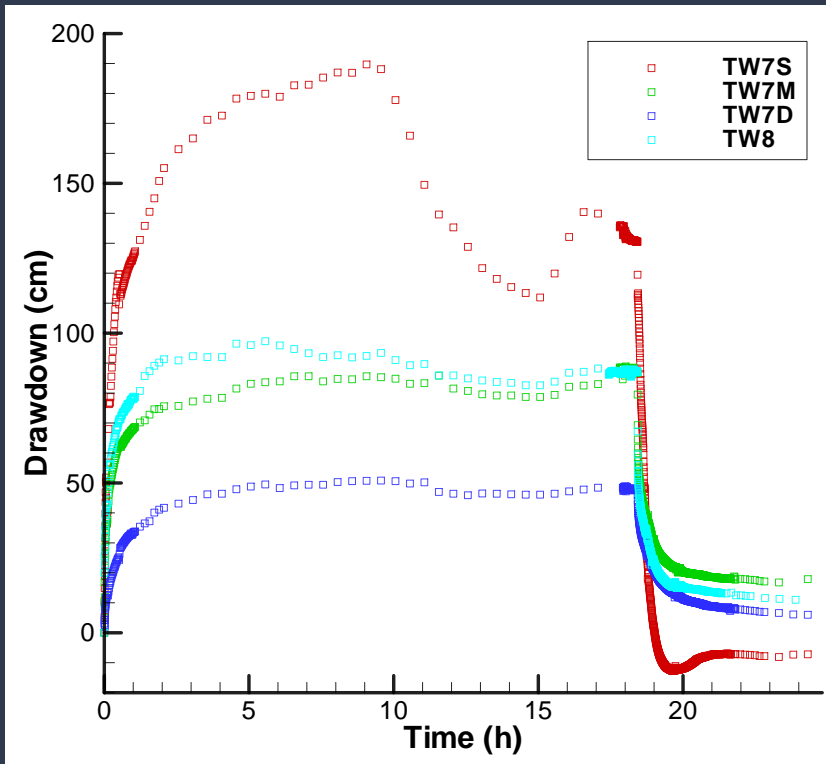
Caractérisation du sol

- Tige d'acier enfoncé jusqu'à résistance maximale
- Infiltromètre à double-anneau (K)
- Classification du sol
- Perte au feu (f_{oc})
- Essais par lots (k_d)

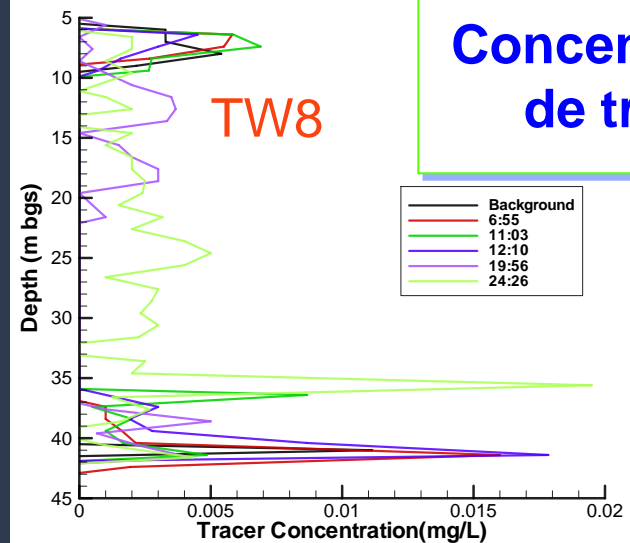


Résultats

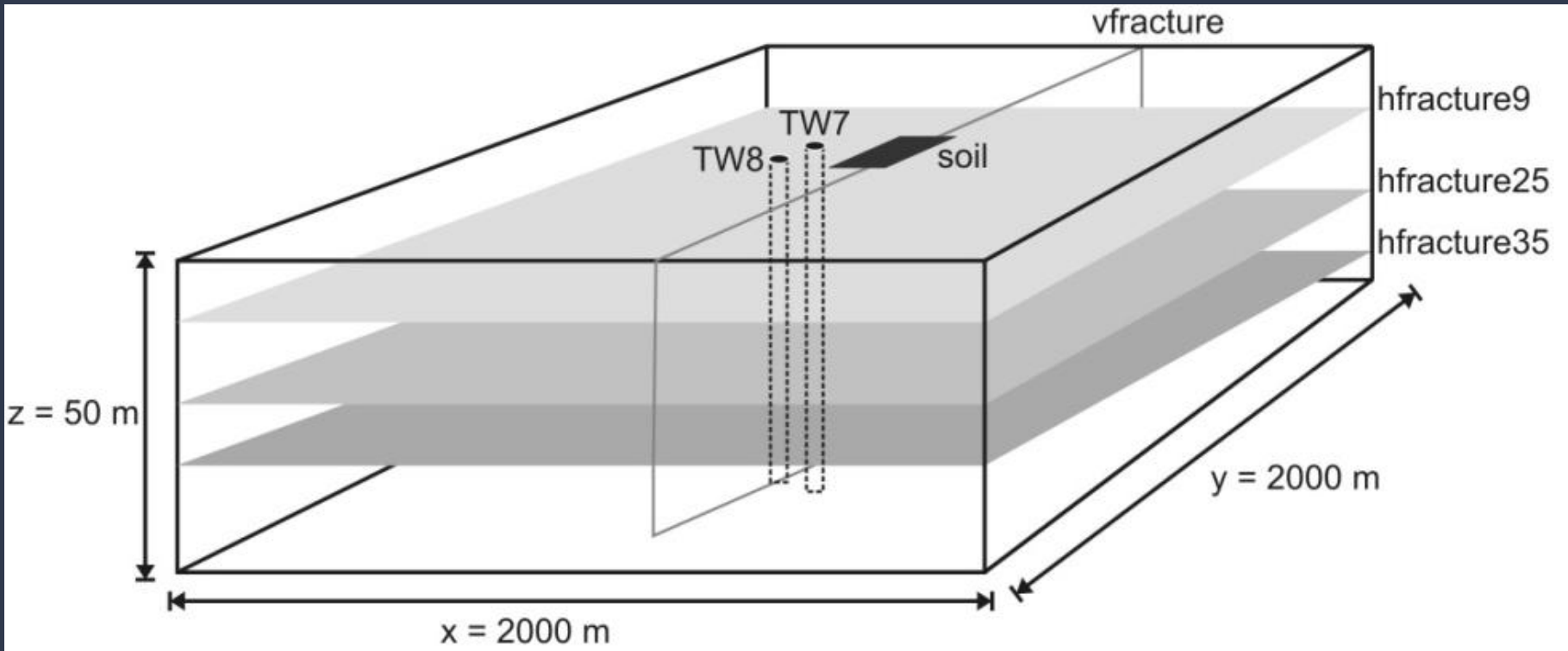
Réponse hydraulique



Concentrations de traceur

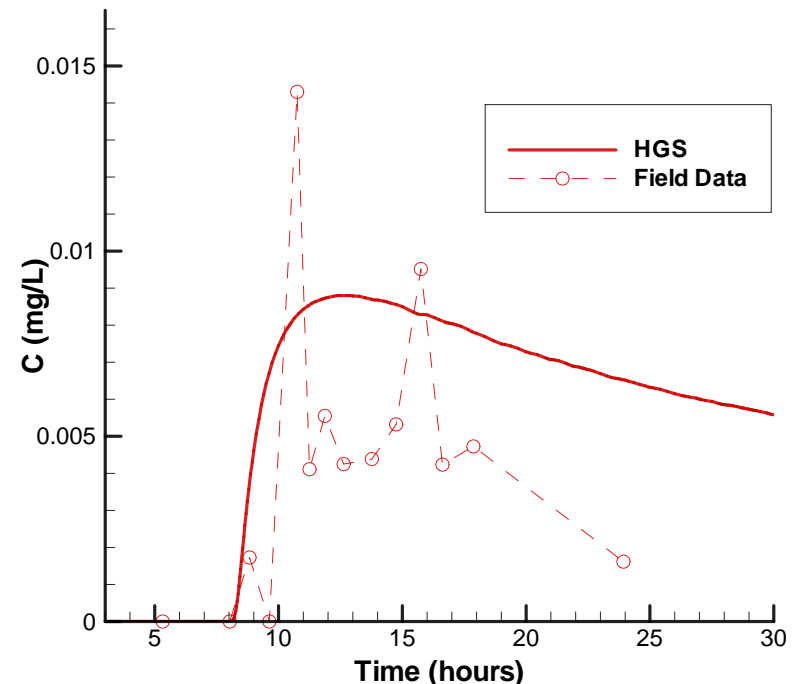
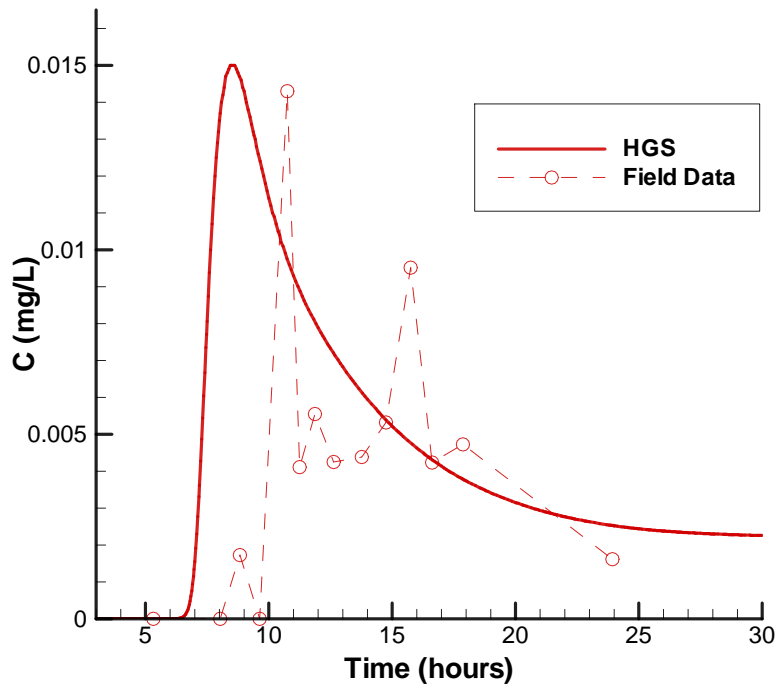


Interprétation numérique



HydroGeoSphere (Sudicky et al. 2005)

Modélisation numérique



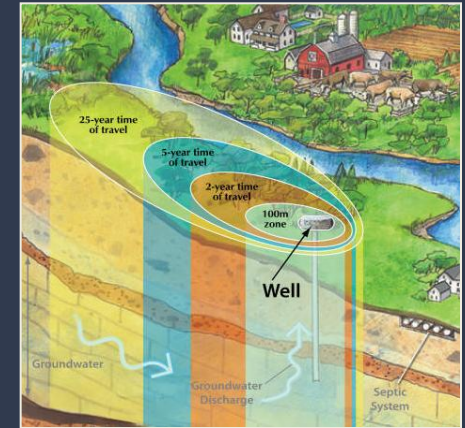
TW7S

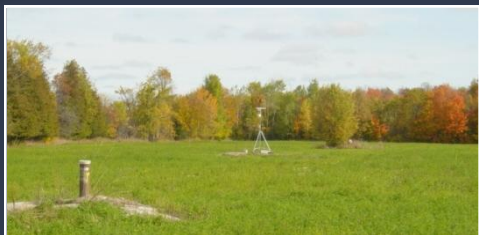
Conclusions pertinentes

- Transport rapide de la surface du sol aux puits!
- Les concentrations maximales ne se retrouvent pas nécessairement plus élevées dans l'horizon superficiel
- Variabilité de la connectivité des fractures à une petite échelle spatiale
 - Concentrations variables observées dans les puits à proximité des fractures
- La conductivité du sol affecte grandement la recharge / récupération de l'eau et le transport des contaminants

Implications pour la santé des approvisionnements ruraux en eau

- Les plans de protection des sources d'eau sont d'une importance capitale dans ce contexte
 - «WHPAs» doivent être délimitées avec soin
 - Pratiques d'utilisation des terres et de gestion des contaminants
- Les utilisateurs des puits ruraux doivent être encouragés à échantillonner leur eau régulièrement
 - Suivis annuels ne peuvent pas saisir les valeurs maximales
 - Résultats d'un endroit ne doit pas être extrapolés à un autre



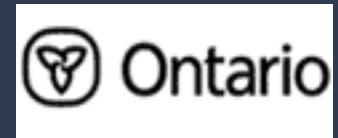


Recommandations

- Obtenir des données à long terme des contaminants agricoles
- Expériences avec traceur d'infiltration doivent être utilisées pour aider à approfondir la compréhension du transport des contaminants
- Initiatives de protection des sources d'eau doivent se concentrer sur la protection des eaux souterraines pour les propriétaires de puits privés, en particulier dans les milieux vulnérables

Remerciements

- Kent Novakowski
- Ontario Ministry of the Environment
- Natural Sciences and Engineering Research Council
- John Miller
- Tay Valley Township
- Team Tay: Titia Praamsma, Tom Gleeson, Claire Milloy
- Rob McLaren (U of Waterloo)
- Analytical Services Unit (Queen's)
- Eric Reiner and Terry Kolic (MOE)



Pour plus informations...



Jana Levison

levison.jana_kim@courrier.uqam.ca