

Colloque « les eaux Souterraines du Québec » UQAC, Chicoutimi, 14 Octobre 2010.
Groupe de Recherche Interuniversité sur les Eaux Souterraines.



« Vulnérabilité de l'eau souterraine du bassin de la rivière Bécancour et outils géochimiques »

Guillaume Meyzonnat

Marie Larocque

Daniele Pinti

UQÀM

Programme de Connaissance des Eaux Souterraines (PACES)
bassin de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour

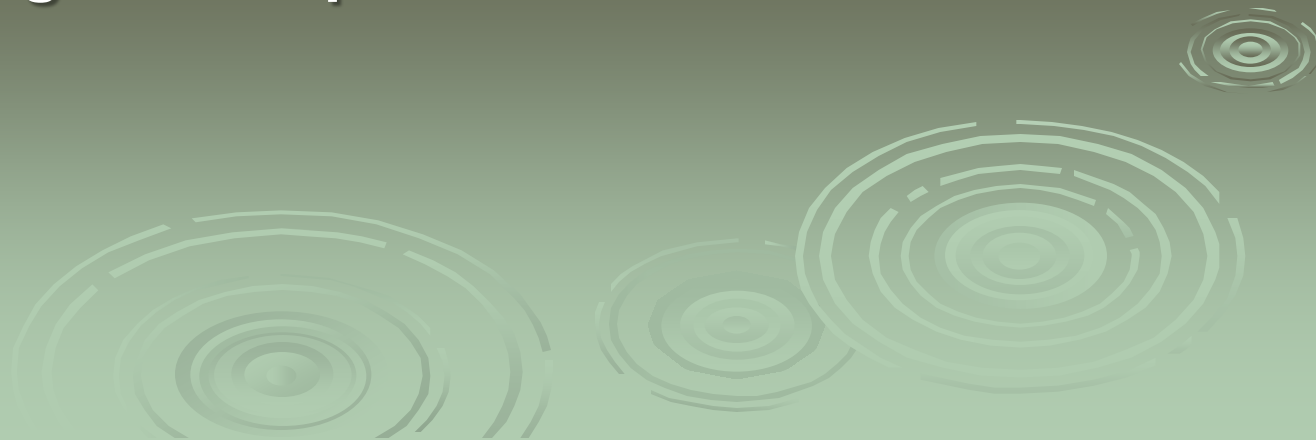
Objectifs de la maîtrise

Comparaison de modèles de vulnérabilité




1. Cartes selon l'indice DRASTIC
2. Modèle de vulnérabilité à l'emplacement des puits

Validation et mise en perspective des modèles
avec les outils géochimiques

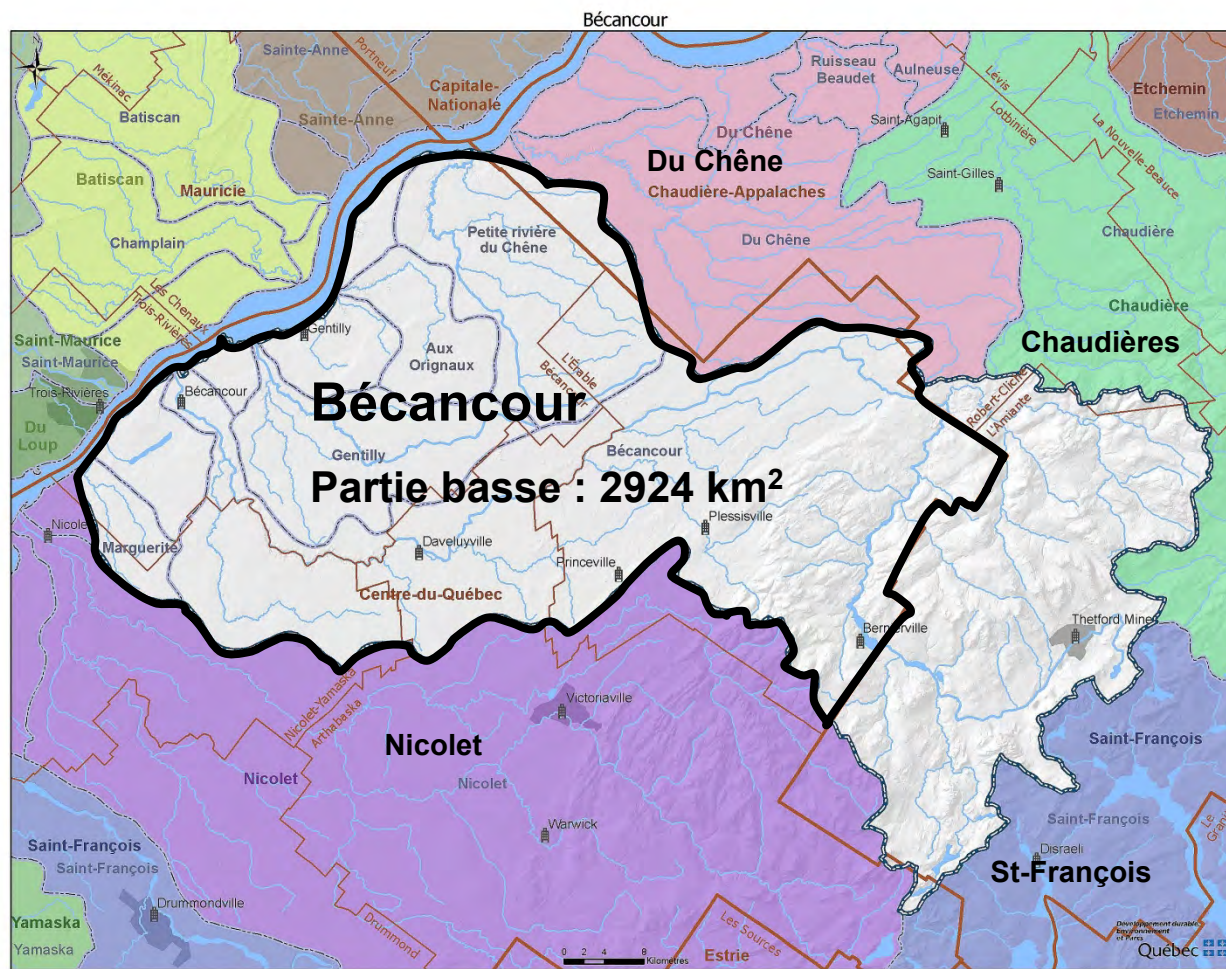


PRÉSENTATION

1. **Caractéristiques du bassin**
 2. **Compilation des données de terrain 2010**
 3. **Qualité de l'eau - géochimie**
 4. **Modèles de vulnérabilité**
 5. **Prochaines étapes du projet**
- 

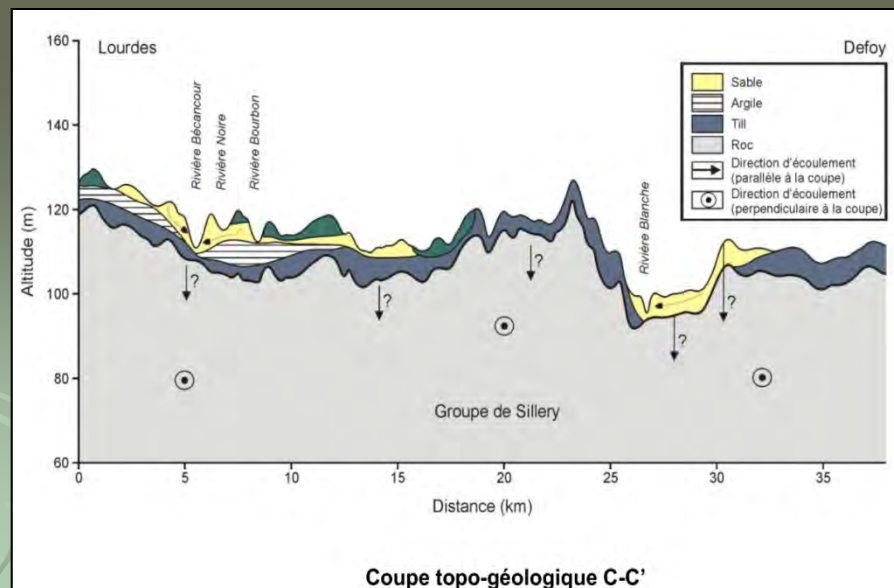
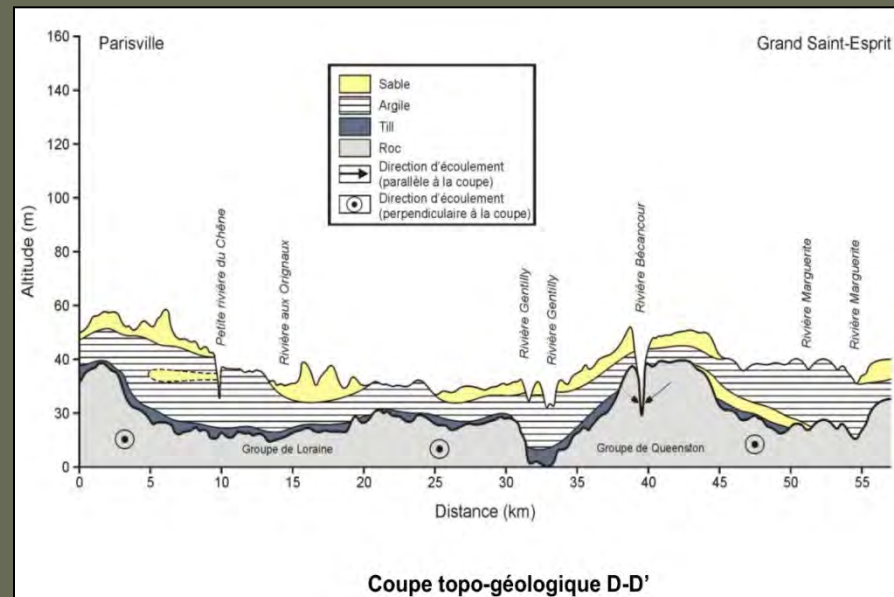
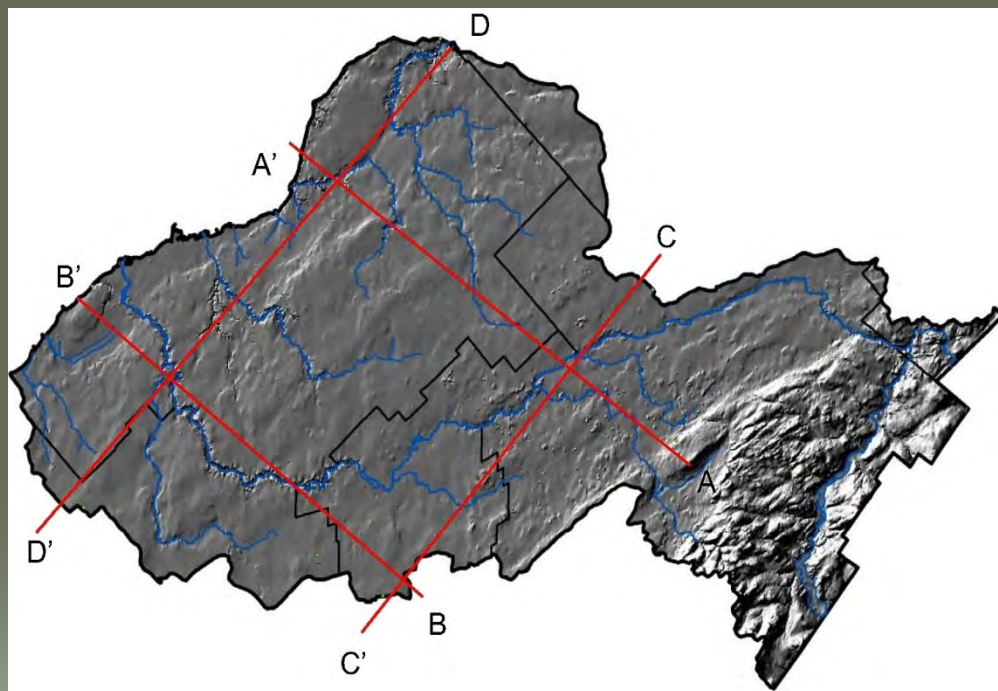
1. Caractéristiques du bassin

Situation géographique



1. Caractéristiques du bassin

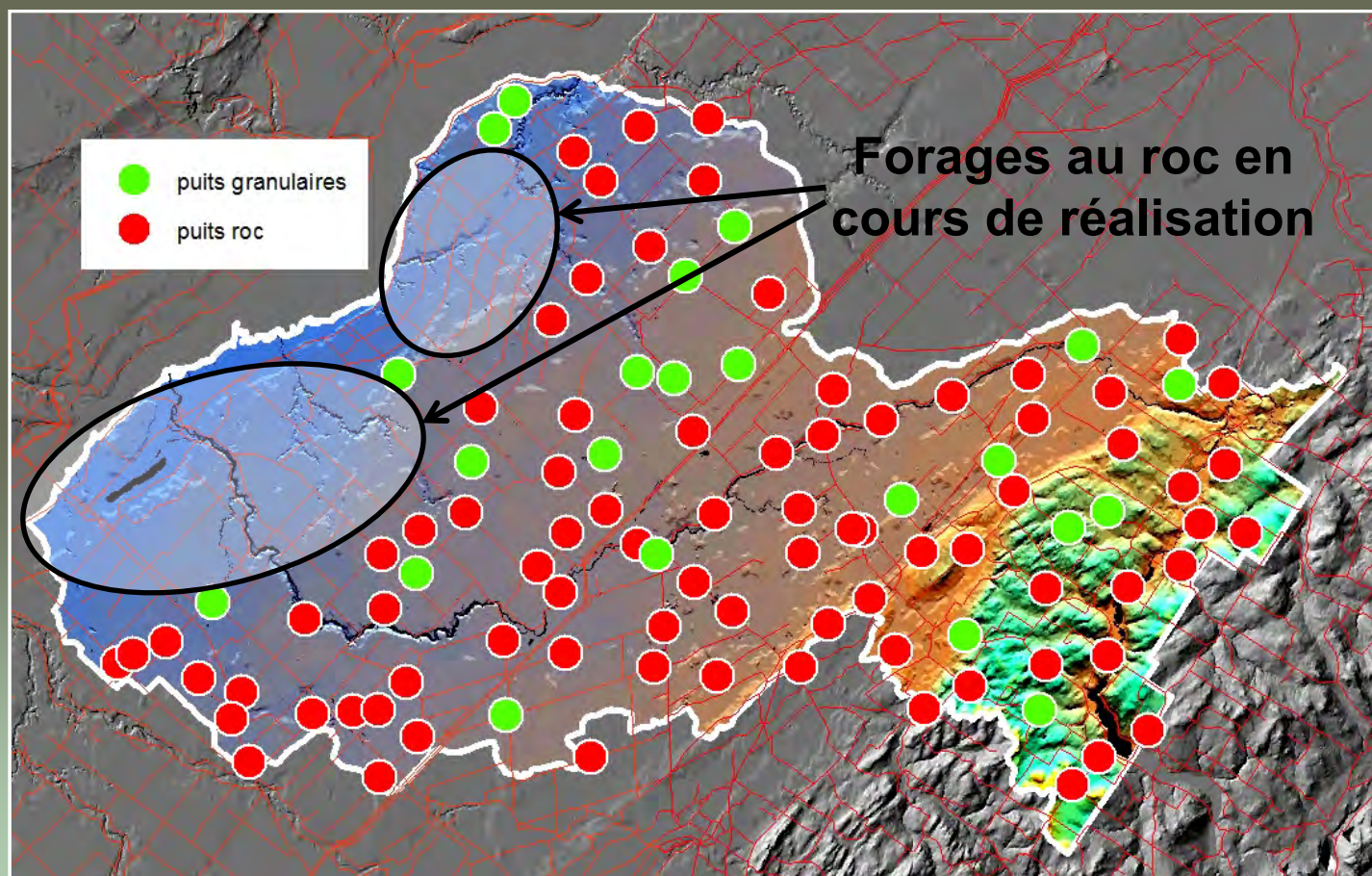
Coupes topo géologiques



2. Compilation des données de terrain 2010

103 puits échantillonnés

- 22 puits de surface ou aquifère granulaire
- 81 puits tubulaires dans le roc



2. Compilation des données de terrain 2010

Protocole PACES

1) Paramètres physico-chimiques

- Température (°C)
- pH
- Conductivité électrique (µS/cm)
- Oxygène dissous (mg/L)
- Salinité (ppt)

+description visuelle/olfactive
turbidité – couleur – odeur

2) Ions majeurs

- Alcalinité (CaCO₃)
- Sodium (Na⁺)
- Calcium (Ca²⁺)
- Potassium (K⁺)
- Magnésium (Mg²⁺)
- Chlorures (Cl⁻)
- Sulfates (SO₄²⁻)

3) Nutriments

- Nitrites + Nitrates (NO₂+NO₃)
- Azote ammoniacal (NH₄)
- P total inorganique (P)

4) Métaux et métalloïdes

- Aluminium (Al)
- Antimoine (Sb)
- Argent (Ag)
- Arsenic (As)
- Baryum (Ba)
- Béryllium (Be)
- Bismuth (Bi)
- Brome (Br)
- Bore (B)
- Cadmium (Cd)
- Chrome (Cr)
- Cobalt (Co)
- Cuivre (Cu)
- Étain (Sn)
- Fer (Fe)
- Lithium (Li)
- Manganèse (Mn)
- Molybdène (Mo)
- Nickel (Ni)
- Plomb (Pb)
- Sélénium (Se)
- Silicium (Si)
- Strontium (Sr)
- Titane (Ti)
- Uranium (U)
- Vanadium (V)
- Zinc (Zn)

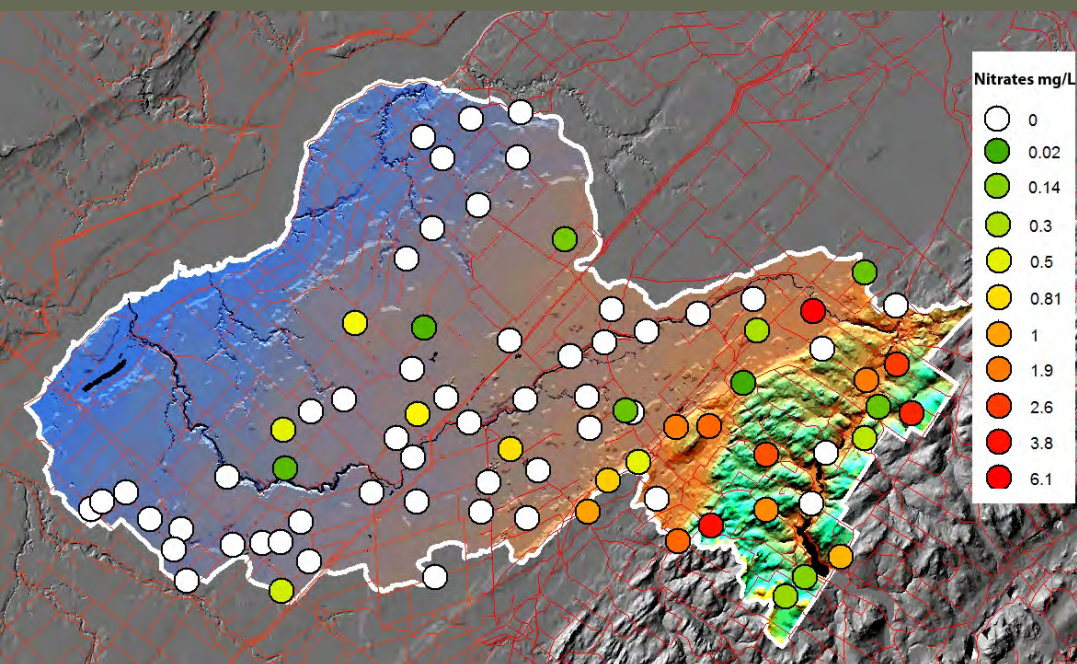
GEOTOP:

- **Gaz rares:** (D.Pinti, C.Boucher); ¹⁴C (B.Ghaleb)
- **Isotopes stables de l'eau** δ¹⁸O, δ²H et nitrates δ¹⁵N (G.Meyzonnat, J-F.Hélie)

3. Qualité de l'eau souterraine

NITRATES:

- **Potentiel de lixiviation élevé** → Traceurs de contamination depuis la surface
- **Critère potabilité 10 mg/L** → Pas de dépassements identifiés sur le bassin

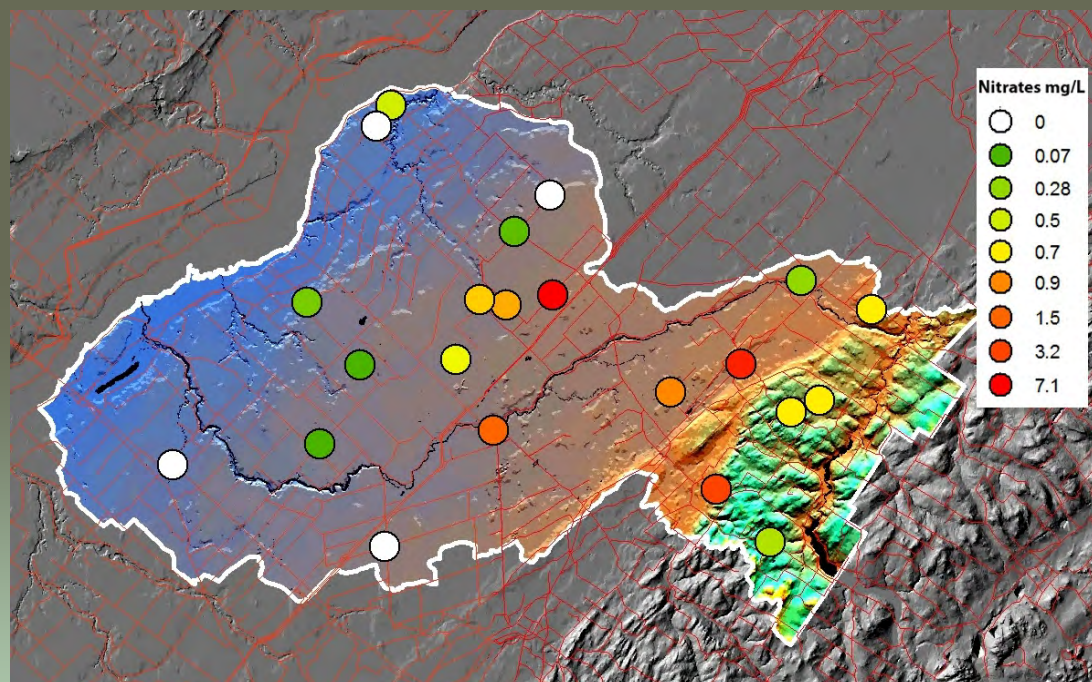


Détection des nitrates:
37% des **PUITS TUBULAIRES**

3. Qualité de l'eau souterraine

NITRATES:

- **Potentiel de lixiviation élevé** → Traceurs de contamination depuis la surface
- **Critère potabilité 10 mg/L** → Pas de dépassements identifiés sur le bassin

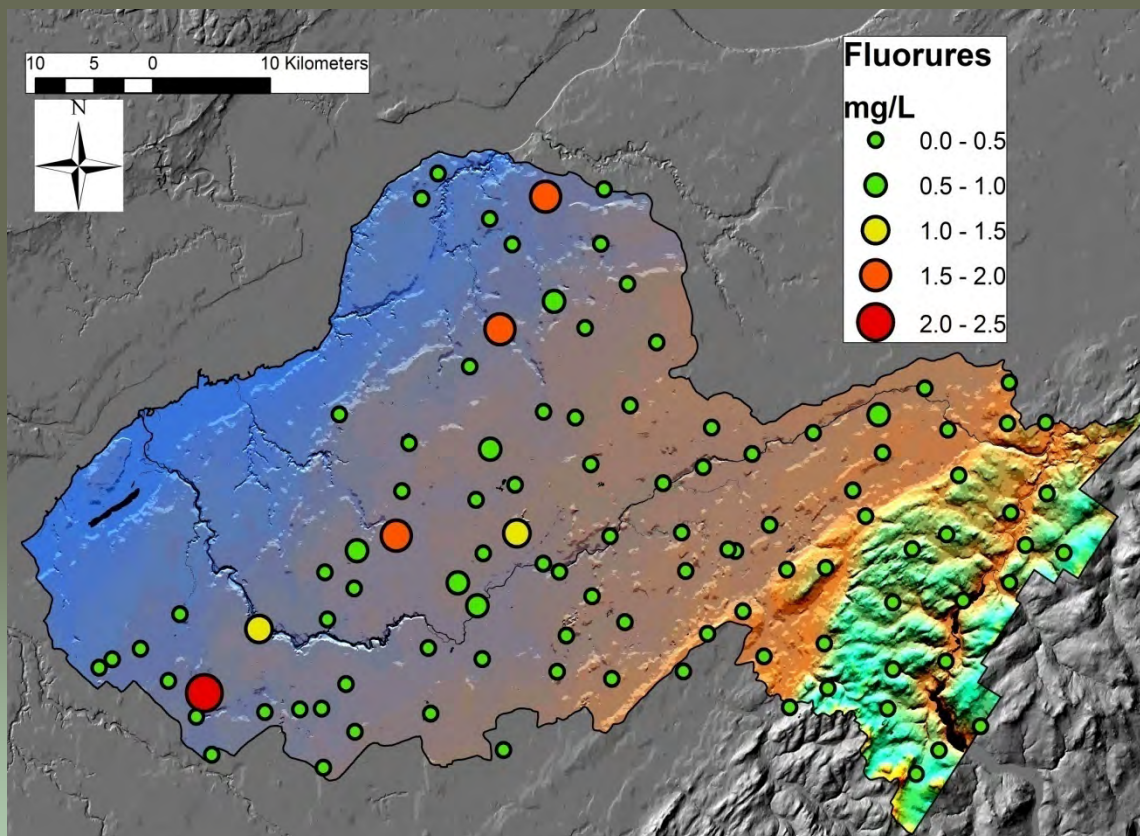


Détection des nitrates:
82% des **PUITS GRANULAIRES**

3. Qualité de l'eau souterraine

Dépassements:

- **Fluorures** (critère 1.5 mg/L) → 4 dépassements identifiés

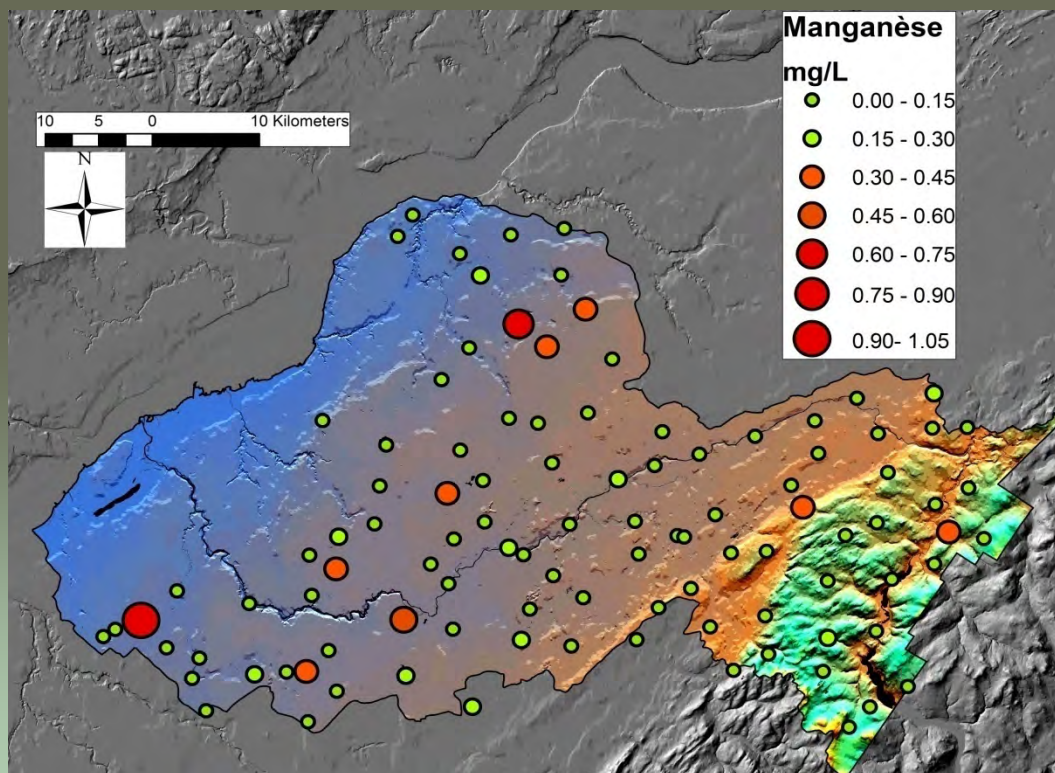


3. Qualité de l'eau souterraine

Dépassements:

Manganèse:

- Étude récente au Québec: impact sur le développement intellectuel des enfants
- Critère de potabilité (US-EPA) 0.3 mg/L → 10 puits



3. Résultats géochimiques

Consistance des résultats d'analyse:

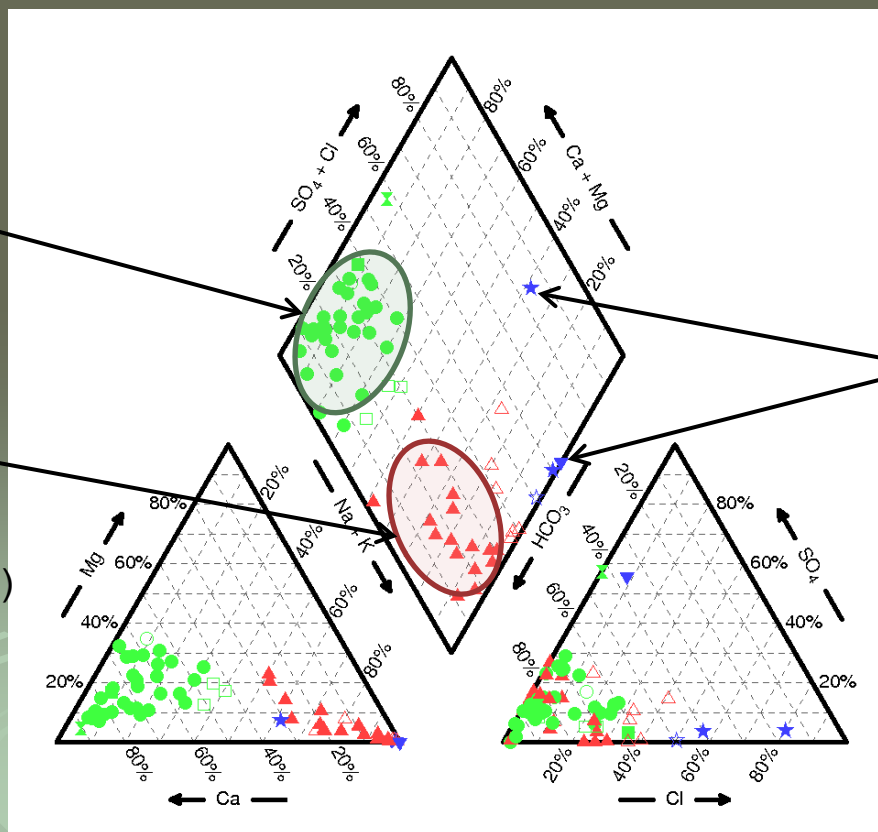
- Électro neutralité : Σ Cations \leftrightarrow Σ Anions
 - Minéralisation: analyses \leftrightarrow conductivité in situ
- Tri des échantillons

Identification de types d'eaux

Ca-HCO₃
 •Influence recharge
 (dissolution des carbonates)

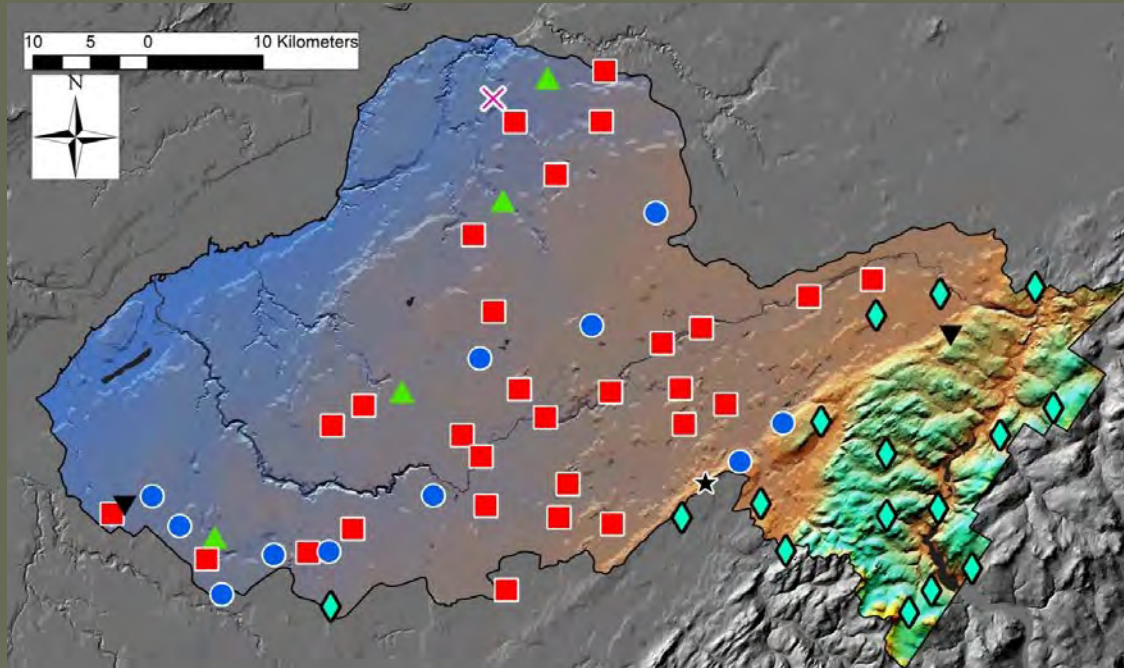
Na-HCO₃
 •Ayant subi une évolution
 depuis la recharge
 (Échange cationique Ca-Na)

Na-Cl
 •Influence argiles
 •Sel de route

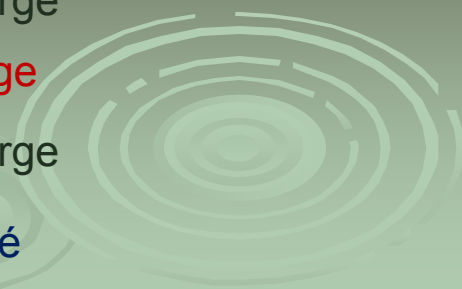
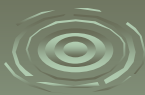


3. Résultats géochimiques

Analyse multivariable sur l'ensemble des ions (majeurs et mineurs)



Gr.	Tendance +	Tendance -	
◆	Ca-HCO ₃ ; NO ₃	TDS, pH, métaux	→ Recharge
■	mélange Ca-Na-HCO ₃		→ Mélange
●	Ca-Mg; SO ₄ , métaux	Profondeur puits	→ Recharge
▲	Na, Cl, métaux, pH, TDS Profondeur puits	Sr, Ca, Mg	→ Confiné



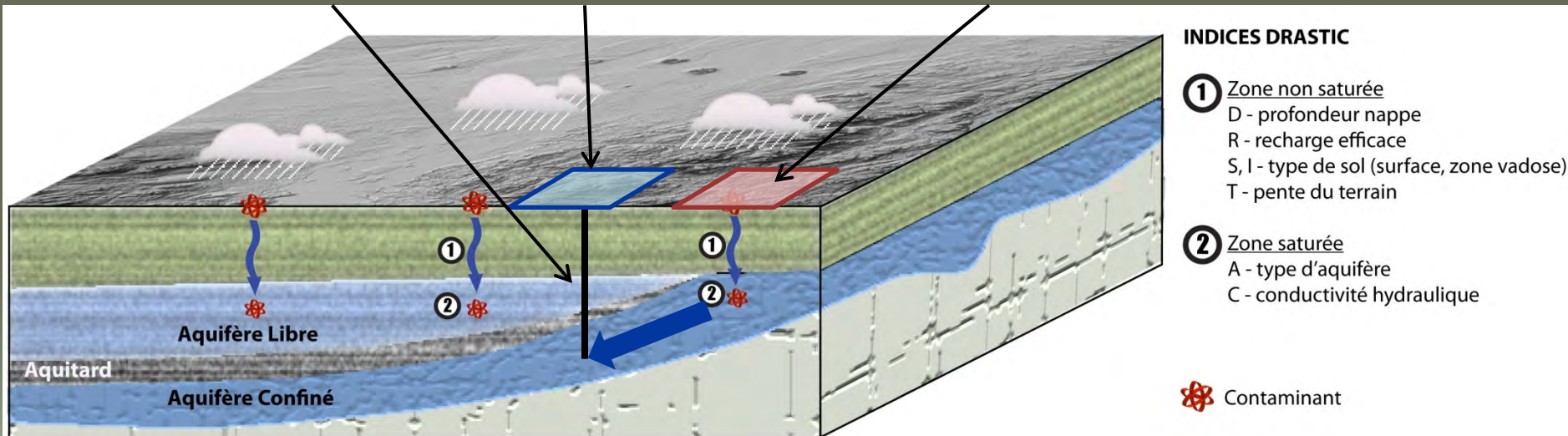
4. Vulnérabilité

Définition :

« Capacité d'un système hydrogéologique à transmettre un contaminant depuis la surface du sol jusqu'à atteindre la zone saturée »

- Indice **DRASTIC** (indice vertical 1D)

Puits Vulnérabilité puits? Zone Vulnérable (1D vertical)



$$\text{INDICE DRASTIC} = dw D + rw R + aw A + sw S + tw T + iw I + cw C$$

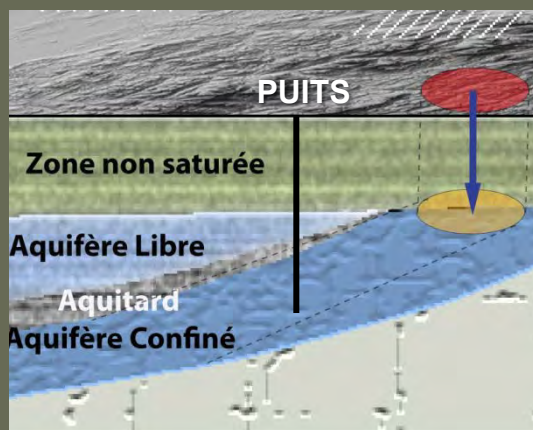
$$= \textcircled{1} + \textcircled{2}$$

- Modèle de vulnérabilité → représenter l'écoulement latéral

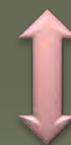
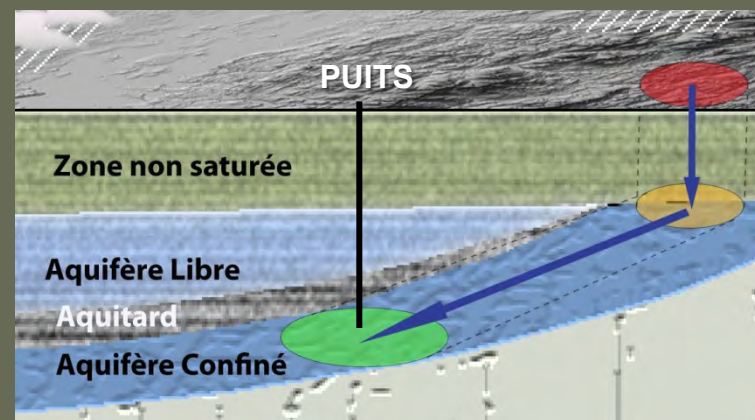
3. Vulnérabilité

Cas d'un aquifère confiné

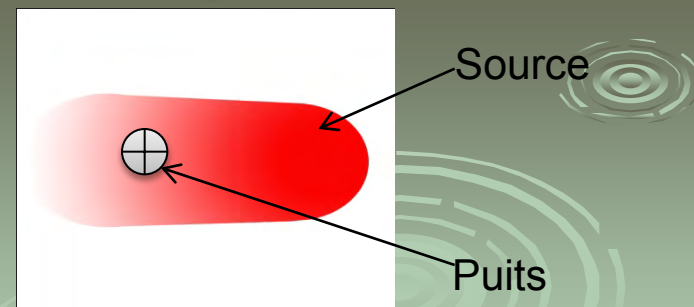
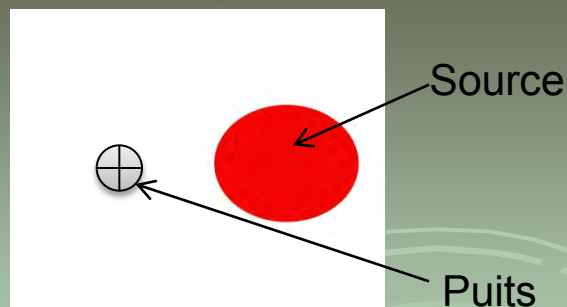
vertical 1D



vertical-latéral 2D



carte de vulnérabilité « vue de dessus »



modélisation simplifiée de l'écoulement latéral

5. Prochaines Étapes

Dépôts Quaternaires (P.M. Godbout)

- Modèle 3D :
 - Localisation des dépôts d'argile → niveaux de confinement
 - Vallées enfouies → participation à l'écoulement régional

Modélisation de la Vulnérabilité

- Cartes DRASTIC
- Modèle de vulnérabilité (+ écoulement latéral)

Validation

- Comparaison des deux modèles avec l'occurrence des nitrates
- Données géochimiques

Famille géochimique	Zone	Vulnérabilité	Isotopes stables	Datation
Ca-Mg-HCO ₃	Recharge	+++	¹⁸ O, ² H	¹⁴ C Gaz rares
Ca/Na-HCO ₃	Zones de mélange	?		
Na-HCO ₃ ; Na-Cl	Éloigné de la recharge, confiné	-		

REMERCIEMENTS

Professeurs à L'UQAM:

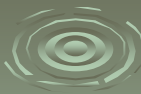
- Marie Larocque
- Daniele Pinti

Agents de recherche à l'UQAM :

- Lysandre Tremblay
- Sylvain Gagné

Coordonnatrice scientifique (GRIES)

- Stéphanie Palmer



MERCI DE VOTRE ATTENTION

QUESTIONS?

