

# Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines en Outaouais : résultats préliminaires



N. Montcoudiol, G.  
Comeau, J. Molson et  
J.-M. Lemieux

80ème congrès de  
l'ACFAS

7 mai 2012



# INTRODUCTION

Zone d'étude :

- 13 762 km<sup>2</sup>
- 340 034 habitants



## Légende

 Limite de la zone d'étude  
 Cours d'eau

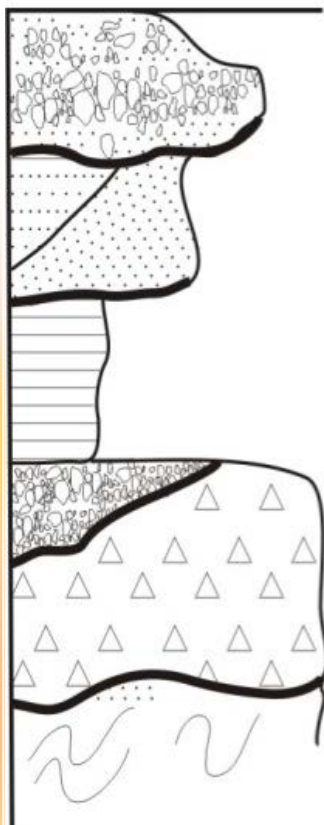
 Région  
 MRC

## Lieux habités

- Inf. à 1000 habitants
- Sup. à 1000 habitants

# INTRODUCTION

## Contexte géologique



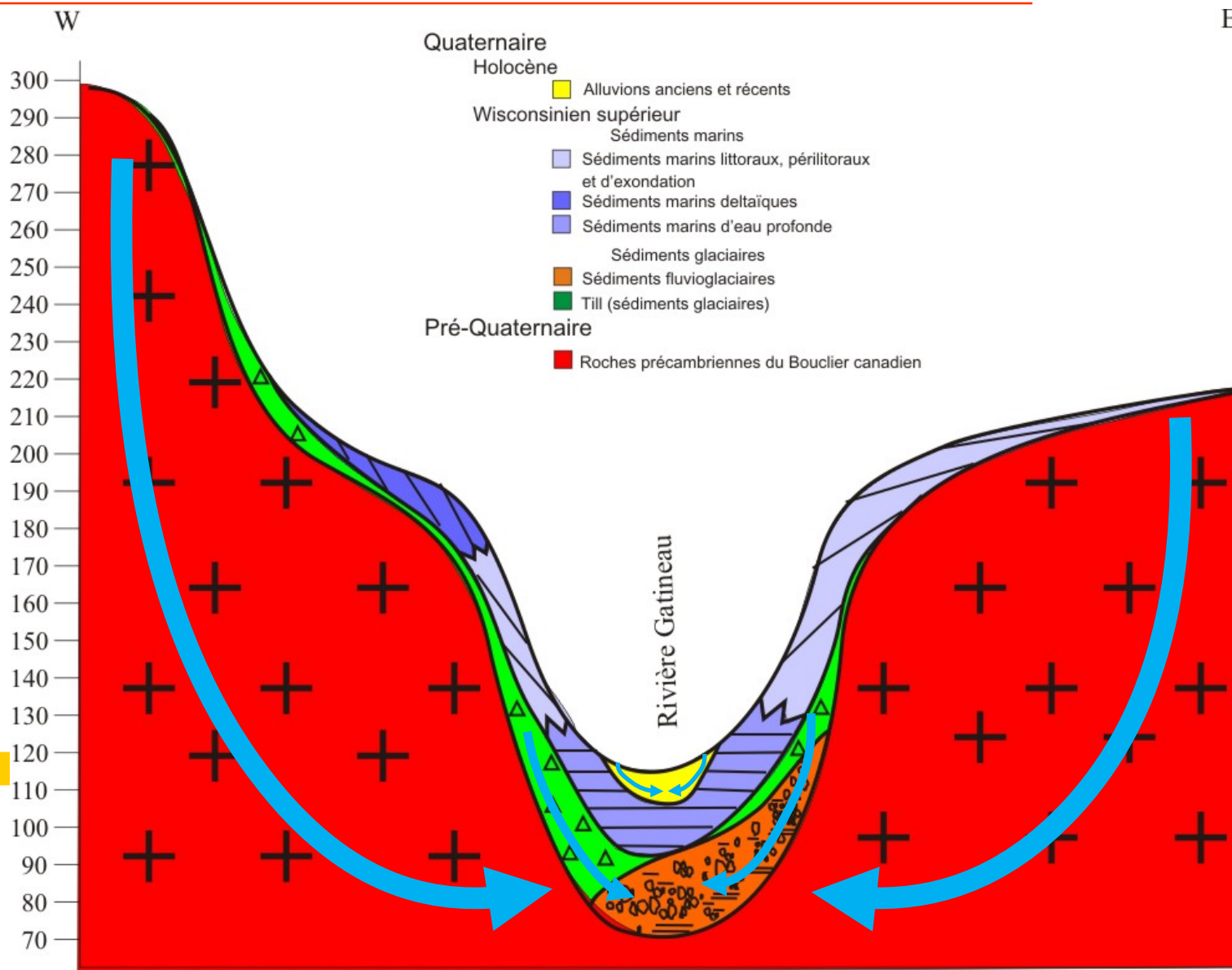
- Alluvions de terrasses anciens et récents
- Sédiments littoraux et pré-littoraux de la Mer de Champlain
- Sédiments deltaïques de la Mer de Champlain
- Sédiments d'eau profonde de la Mer de Champlain
- Sédiments fluvioglaciers
- Till
- Bouclier canadien (Grenville)
- Basses Terres du St Laurent

## Contexte hydrogéologique

- Aquifères de plaines alluviales sableux et libres
- Aquifères de plaines deltaïques, de type sableux et graveleux
- Unité peu perméable (silts et argiles)
- Aquifères de sables, graviers et blocs
- Matrice sableuse, perméabilité variable
- Aquifère fracturé : libre ou confiné
- Roches sédimentaires : aquifère libre

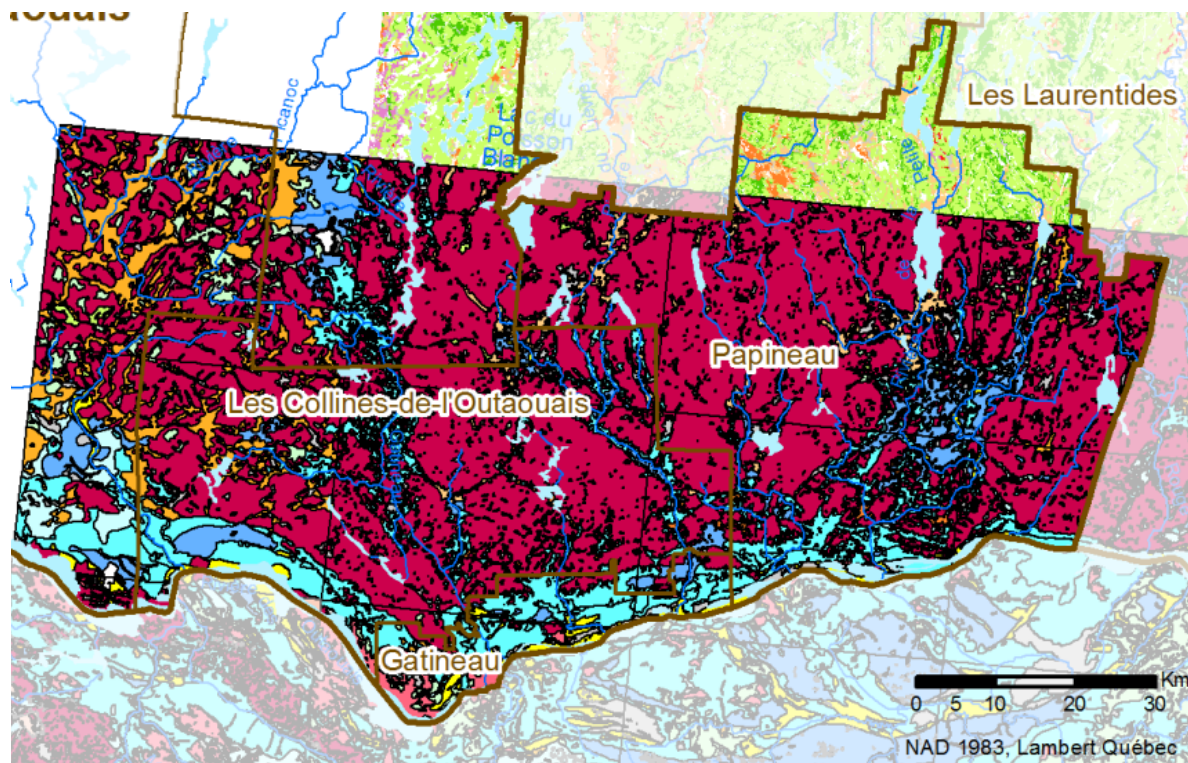
# INTRODUCTION

E



# MÉTHODOLOGIE DE L'ÉCHANTILLONNAGE

1. Choix des puits
2. Rendez-vous par téléphone ou porte-à-porte
3. Visite chez le particulier
4. Conservation des échantillons à 4°C et envoi au laboratoire
5. Assurance qualité et contrôle qualité : blancs de transport et de terrain, duplicatas



# LOCALISATION DES PUIXS ÉCHANTILLONNÉS DURANT L'ÉTÉ 2011

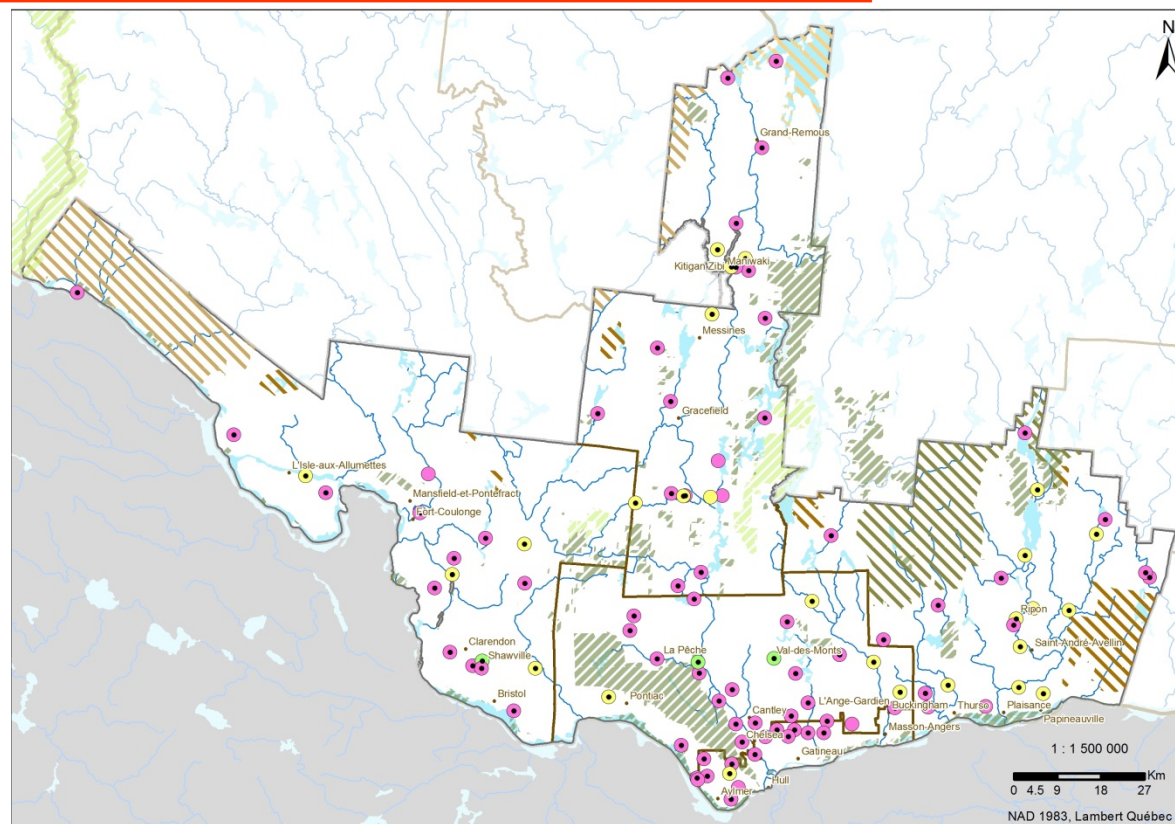
104 puits échantillonnés

Répartition homogène sur le territoire  
(75% dans le roc)

Paramètres physico-chimiques  
mesurés sur le terrain : température,  
pH, salinité, TDS, conductivité,  
oxygène dissous, potentiel redox

Paramètres mesurés au laboratoire :  
anions, nutriments, métaux et sulfures

97 échantillons valables (E.N. ± 10%)



## Légende

- Zone d'étude PACES
- Région
- MRC
- Ontario
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

## Aires protégées

- Aire protégée
- Aire protégée projetée

## Territoires à statut particulier

- Aire faunique communautaire
- Pourvoiries et autres
- Zec
- Réserve faunique

## Puits échantillonnés - été 2011

- Aquifère dans le roc fracturé
- Aquifère dans les dépôts meubles
- Type d'aquifère encore inconnu
- Balance électronique +/- 10%

# PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

---

## Tendances

ORP et O<sub>2</sub> dissous : pas de corrélation entre les mesures, ni de tendance particulière  
=> Paramètres difficiles à mesurer sur le terrain

Salinité, conductivité spécifique et TDS : bonne corrélation, avec des valeurs élevées pour les mêmes puits.

- Conductivité > 1 mS/cm dans les puits au roc
- Valeurs élevées localisées le long de la rivière des Outaouais : dans la MRC de Pontiac (vers Clarendon-Shawville) et celle de Gatineau

pH élevés dans ces mêmes zones (dans les zones confinées en général)

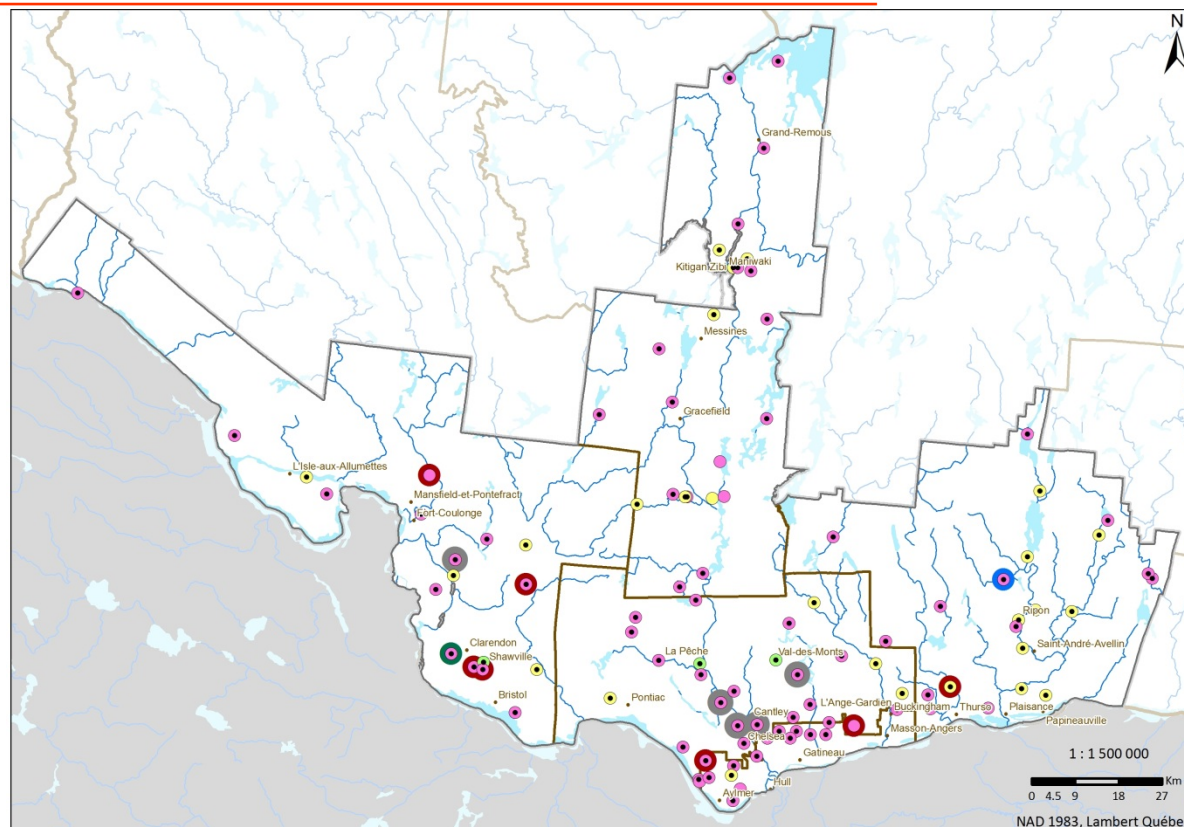
# DÉPASSEMENTS DES CRITÈRES D'EAU POTABLE

Dépassements généralement observés dans les puits au roc (pour les 104 échantillons) :

- fluorures (7), eaux riches en Na<sup>+</sup>
- uranium (5)
- bore (1)
- nitrates + nitrites (1)

Origine probablement naturelle pour U, F<sup>-</sup> et B → minéralogie

Origine anthropique pour NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ?  
Puits au roc surmonté par 2m de sable



## Légende

- Ontario
- Zone d'étude PACES
- Région
- MRC
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

- Fluorures**
- < 1,5 mg/l
  - > 1,5 mg/l
- Uranium**
- < 20 µg/l
  - > 20 µg/l

- Bore**
- < 5 mg/l
  - > 5 mg/l
- Nitrates + nitrites**
- < 10 mg/l
  - > 10 mg/l

- Puits échantillonnés - été 2011**
- Aquifère dans le roc fracturé
  - Aquifère dans les dépôts meubles
  - Type d'aquifère encore inconnu
  - Balance électronique +/- 10%

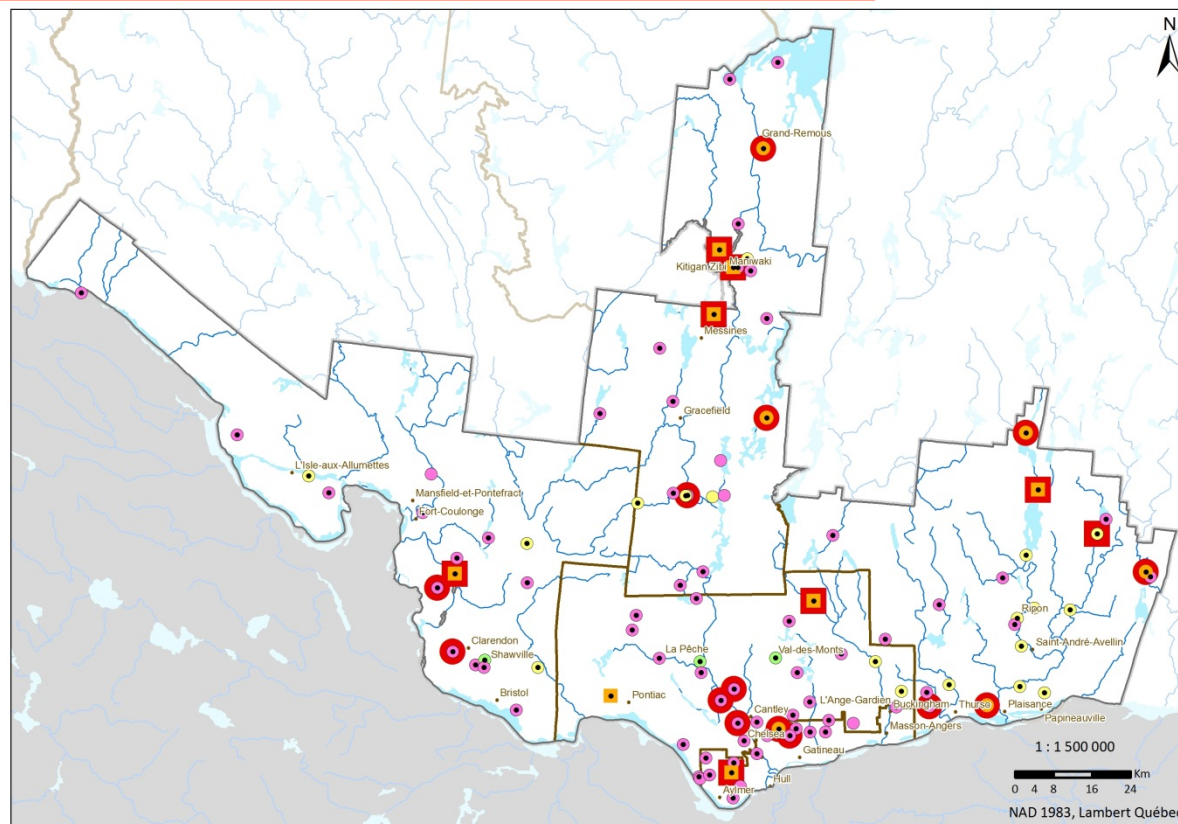


# DÉPASSEMENTS DES OBJECTIFS ESTHÉTIQUES (Fe et Mn)

Dépassements pour le manganèse (22/104) et le fer (14/104)

Élément	Fe	Mn
Limite eau potable (µg/l)	300	50
Aquifère fracturé (F)	6	14
Aquifère granulaire (G)	8	8
Total de dépassements	14	22

Répartition sur l'ensemble du territoire → géologie régionale  
Conditions réductrices



## Légende

- Limite de la zone d'étude
- Région
- MRC
- Ontario
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

## Dépassements en manganèse (> 0,05 mg/l)

- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles

## Dépassements en fer (> 0,3 mg/l)

- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles

## Échantillons conformes

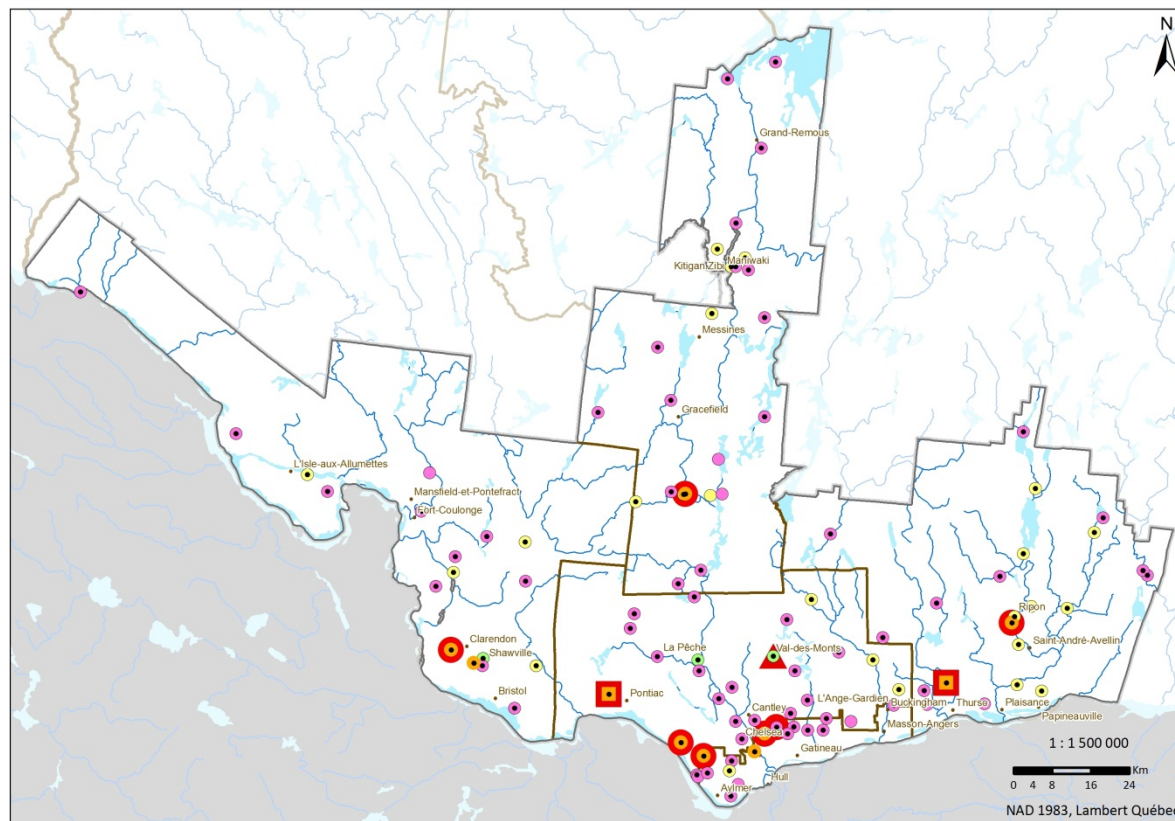
- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles
- Puits dans un aquifère de type encore inconnu
- Balance électronique +/- 10%

# DÉPASSEMENTS DES OBJECTIFS ESTHÉTIQUES (Na et Cl)

Dépassements pour les ions chlorures (10/97) et sodium (10/97)

Élément	Cl	Na
Limite eau potable (mg/l)	250	200
Aquifère fracturé (F)	7	8
Aquifère granulaire (G)	2	2
Origine inconnue	1	0
Total de dépassements	10	10

Probablement un lessivage des argiles de la mer de Champlain ou sels de déglacage



## Légende

- Limite de la zone d'étude
- Région
- MRC
- Ontario
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

## Dépassements en chlorures (> 250 mg/l)

- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles
- Puits dans un aquifère de type encore inconnu

## Dépassements en sodium (> 200 mg/l)

- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles

## Échantillons conformes

- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles
- Puits dans un aquifère de type encore inconnu
- Balance électronique +/- 10%

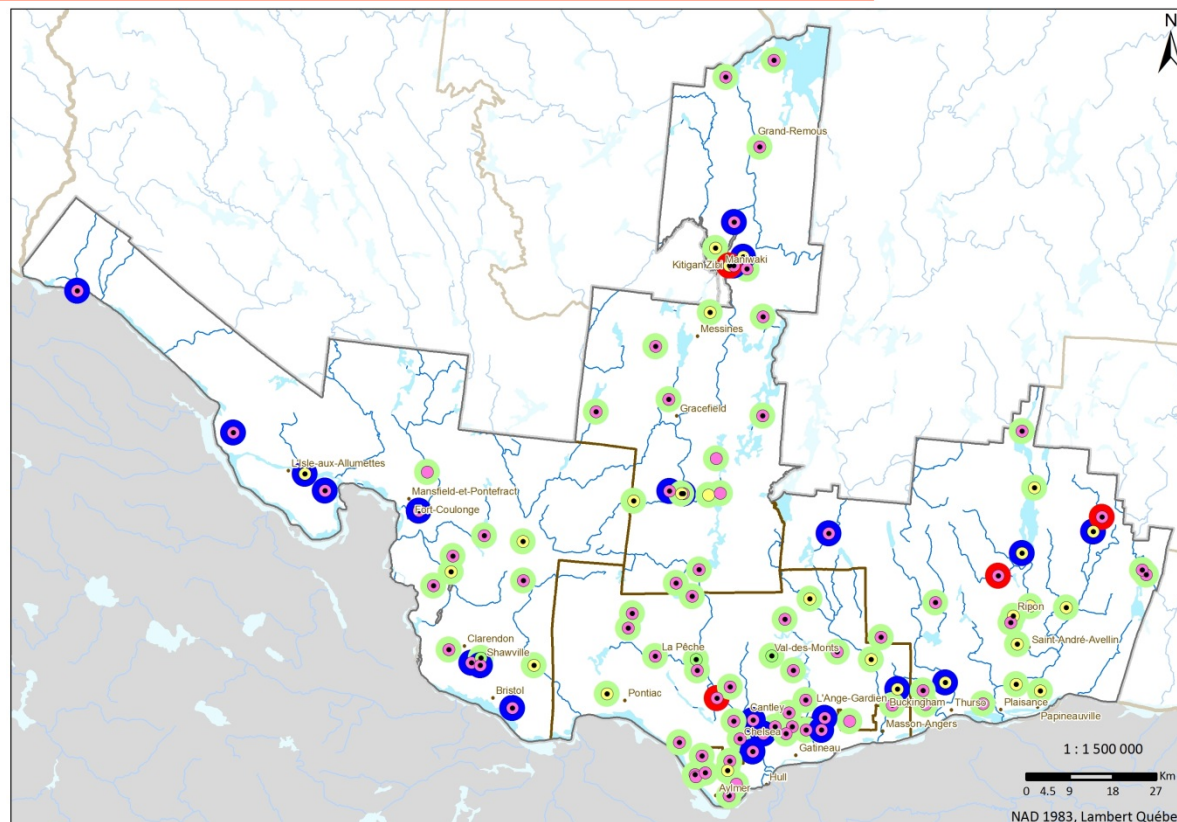
Sources :  
 - CEHQ. 2001. Bassins versants. 1 : 250 000  
 - MRNF. 2002. BDGA. 1 : 1 000 000  
 - MRNF. 2008. SDA. 1 : 20 000

# DÉPASSEMENTS POUR LE PH

Élément	< 6,5	6,5-8,5	> 8,5
Aquifère fracturé (F)	3	54	18
Aquifère granulaire (G)	1	19	6
Origine inconnue	0	4	0
Total de dépassements	4	77	24

pH > 8,5 le long de la rivière des Outaouais

pH < 6,5 : eaux récemment infiltrées et peu minéralisées



## Légende

- Ontario
- Zone d'étude PACES
- Région
- MRC
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

- pH**
- < 6,5
  - 6,5-8,5
  - > 8,5

- Puits échantonnés - été 2011**
- Aquifère dans le roc fracturé
  - Aquifère dans les dépôts meubles
  - Type d'aquifère encore inconnu
  - Balance électronique +/- 10%

## DÉPASSEMENTS DES OBJECTIFS ESTHÉTIQUES (autres)

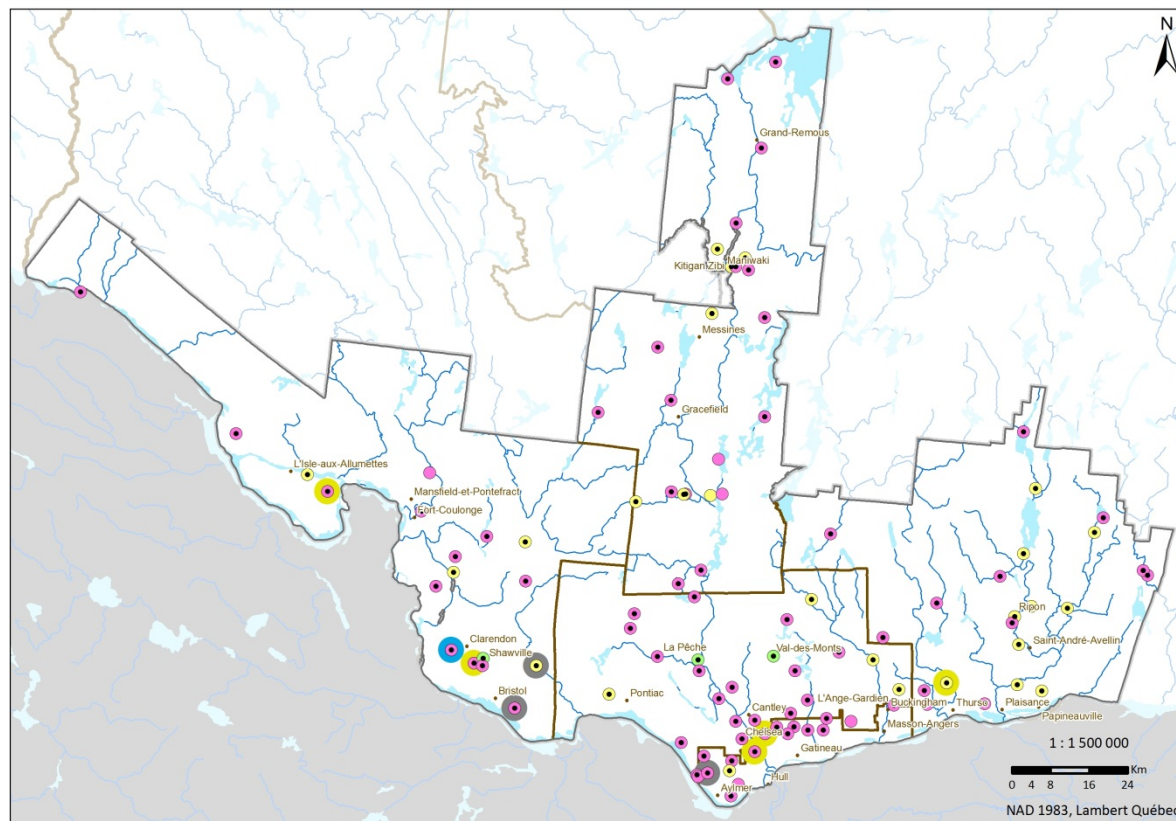
Dépassements ponctuels en sulfures totaux, sulfates et aluminium

⇒ En bordure de la rivière des Outaouais

Sulfures totaux : puits caractérisés par des pH basiques (>8,7), des fortes concentrations en  $F^-$  et/ou  $Na^+$  et des ORP < -300 mV

De nombreux dépassements pour la dureté totale et les TDS

⇒ Valeurs élevées dans la MRC de Gatineau



### Légende

- Ontario
- Limite de la zone d'étude
- Région
- MRC
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

### Sulfures totaux

- < 50 µg/l
- > 50 µg/l

### Sulfates

- < 500 mg/l
- > 500 mg/l

### Aluminium

- < 100 µg/l
- > 100 µg/l

### Puits échantillonnés - été 2011

- Puits dans le roc fracturé
- Puits dans les dépôts meubles
- Type d'aquifère encore inconnu
- Balance électronique +/- 10%

Sources :  
 - CEHQ, 2001. Bassins versants. 1 : 250 000  
 - MRNF, 2002. BDGA. 1 : 1 000 000  
 - MRNF, 2008. SDA. 1 : 20 000

# FACIES DE L'EAU

Ions majeurs : concentrations maximales le long de la rivière des Outaouais (en particulier pour  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ )

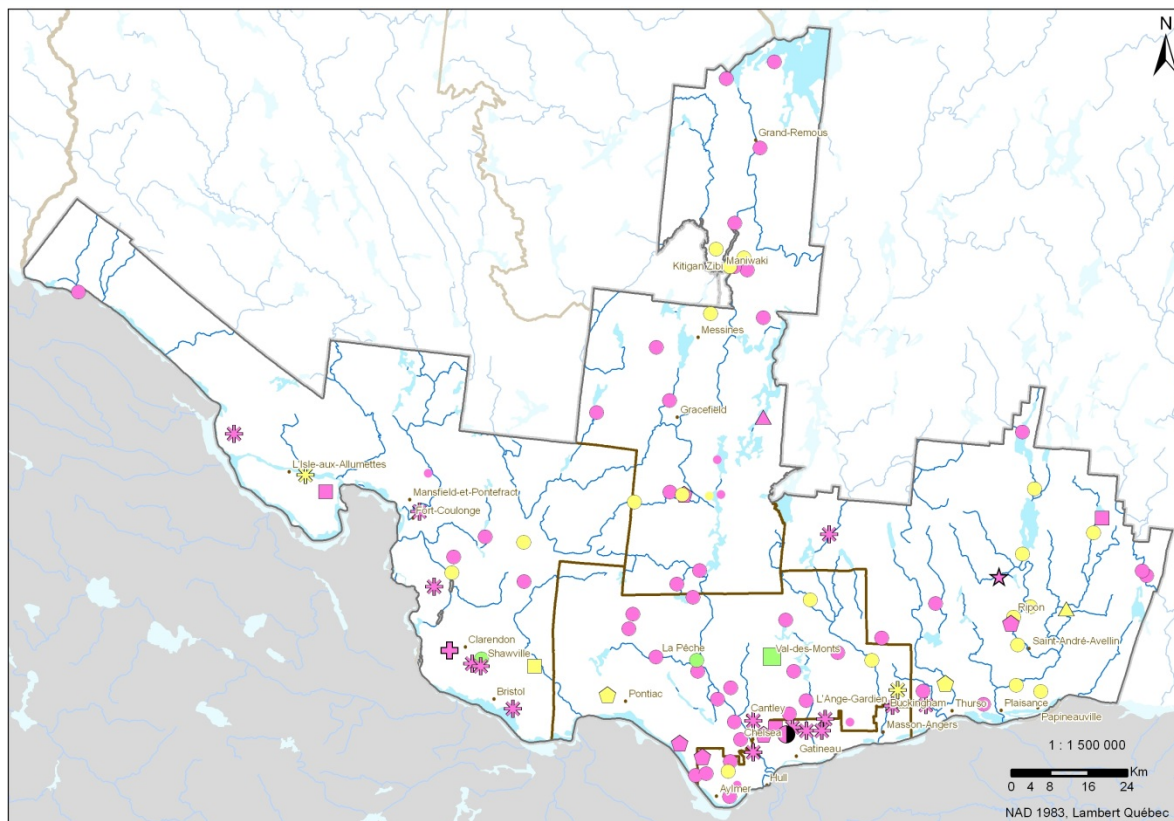
Faciès  $\text{Ca-HCO}_3$  dominant (63/97)

→ eaux récemment infiltrées

Zone de résurgence le long de la rivière des Outaouais

→ faciès  $\text{Na}$ -dominant ou  $\text{Cl}$ -dominant

→ aquifère confiné ou semi-confiné par les argiles de la mer de Champlain



## Légende

- Limite de la zone d'étude
- Ontario
- Région
- MRC
- Villes principales
- Cours d'eau
- Lac

## Types d'eaux

### Puits dans le roc fracturé

- $\text{Ca-Cl}$
- $\text{Ca-HCO}_3$
- $\text{Ca-SO}_4$
- $\text{Ca-Mixte}$
- Mixte- $\text{Cl}$
- $\text{Na-Cl}$
- $\text{Na-HCO}_3$
- $\text{Na-SO}_4$
- Non défini

### Puits dans les dépôts de surface

- $\text{Ca-Cl}$
- $\text{Ca-HCO}_3$
- $\text{Ca-SO}_4$
- $\text{Na-Cl}$
- $\text{Na-HCO}_3$
- Non défini

### Aquifère d'origine encore inconnue

- $\text{Ca-Cl}$
- $\text{Ca-HCO}_3$

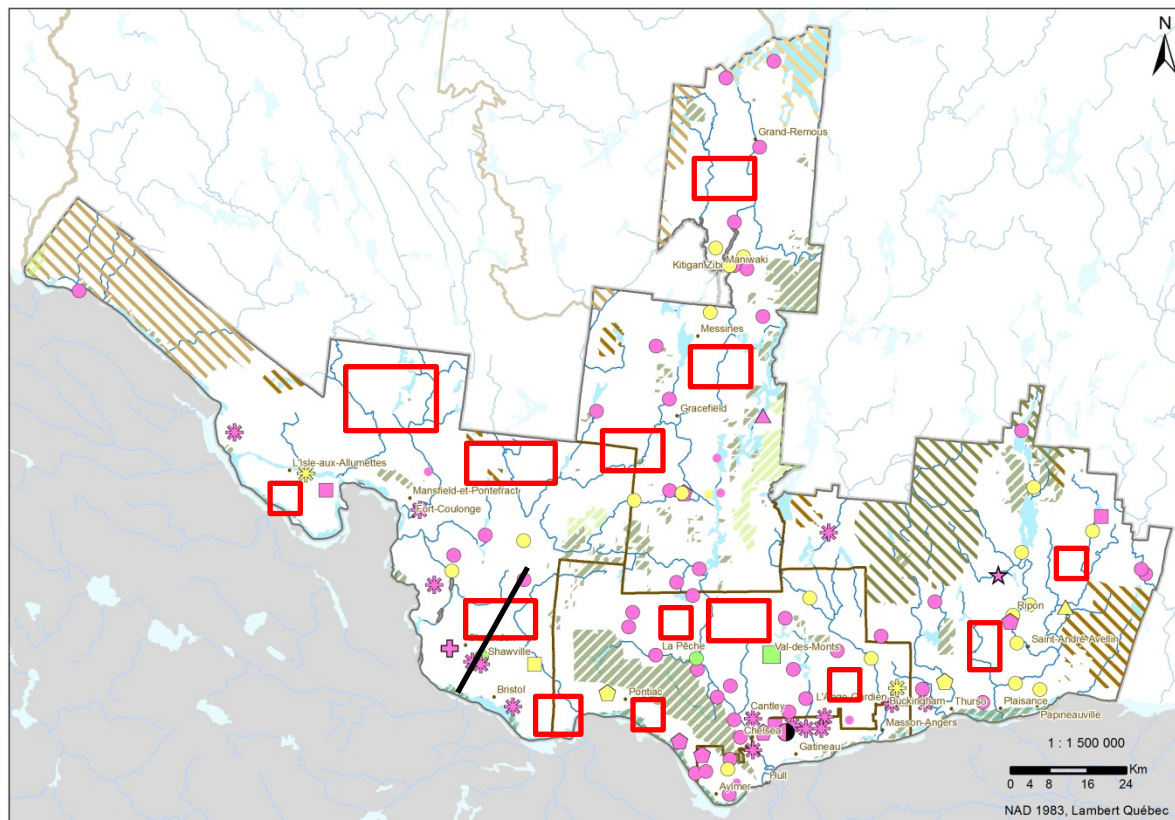
# TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES D'ÉCHANTILLONNAGE – ÉTÉ 2012

**Objectif 1 :** Améliorer la couverture du territoire (PACES)

- a) Échantillonnage dans les zones identifiées
- b) Échantillonnage des forages conventionnels et de quelques CPTs

Échantillonnages :

- composite / multi-niveaux
- analyses standards / isotopes



## Légende

### Aires protégées

- Aire protégée
- Aire protégée projetée

### Territoires à statut particulier

- Aire faunique communautaire
- Pourvoires et autres
- Zec
- Réserve faunique

### Types d'eaux

#### Puits dans le roc fracturé

- Ca-Cl
- Ca-HCO<sub>3</sub>
- Ca-SO<sub>4</sub>
- Ca-Mixte
- Mixte-Cl
- Na-Cl
- Na-HCO<sub>3</sub>
- Na-SO<sub>4</sub>
- Non défini

#### Puits dans les dépôts de surface

- Ca-Cl
- Ca-HCO<sub>3</sub>
- Ca-SO<sub>4</sub>
- Na-Cl
- Na-HCO<sub>3</sub>
- Non défini

#### Aquifère d'origine encore inconnue

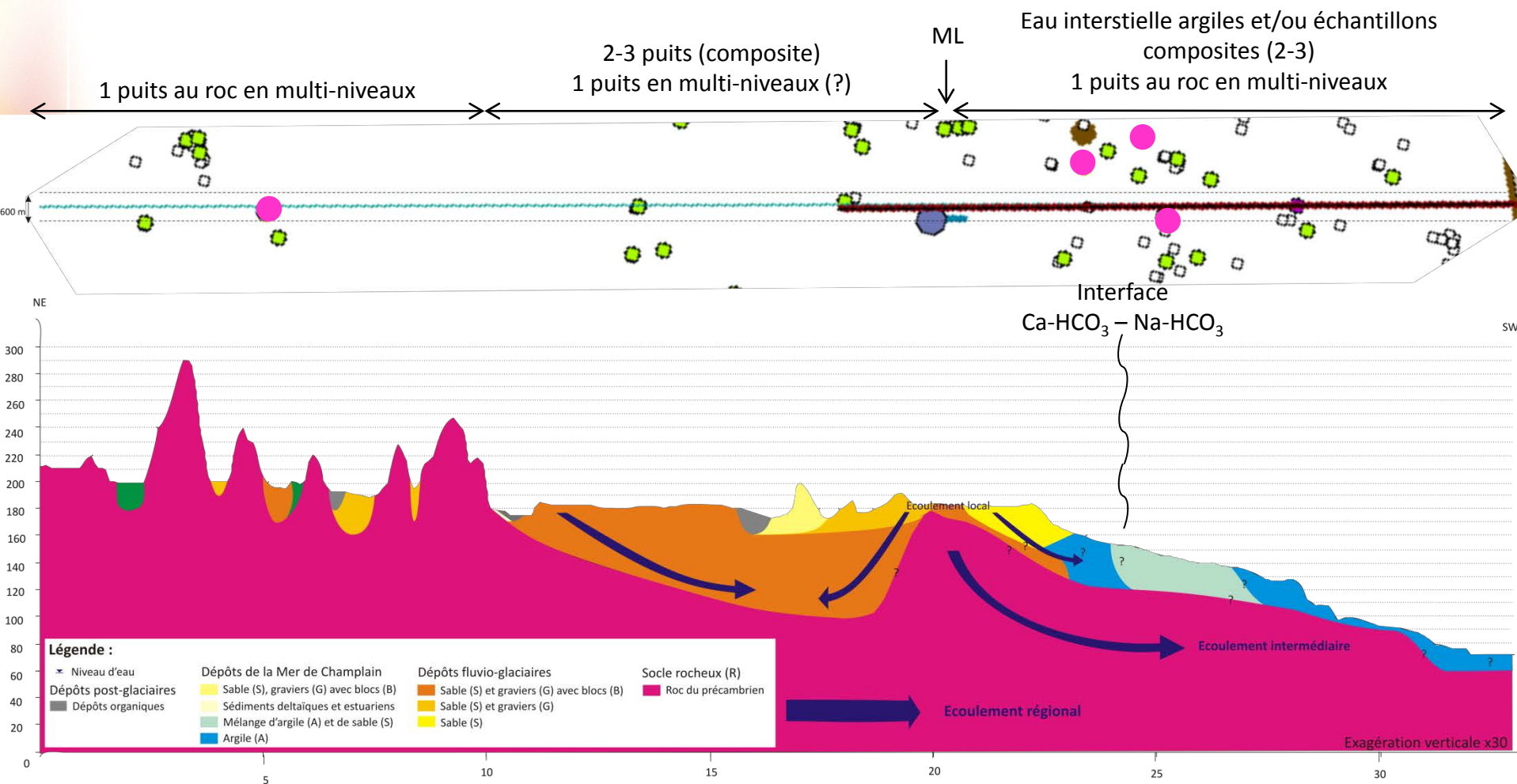
- Ca-Cl
- Ca-HCO<sub>3</sub>

Sources :  
 - CEHQ, 2001. Bassins versants. 1 : 250 000  
 - MRNF, 2002. BDGA. 1 : 1 000 000  
 - MRNF, 2008. SDA. 1 : 20 000

# TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES D'ÉCHANTILLONNAGE – ÉTÉ 2012

**Objectif 2 :** Expliquer l'évolution géochimique de l'eau (PhD)

- Échantillonnage le long de la coupe Clarendon-Shawville
- Levés géophysiques : géoradar et sismique réflexion



# CONCLUSION

---

## Interprétation des données

### *A l'échelle régionale :*

- mettre en évidence les facteurs contrôlant la géochimie de l'eau : analyse statistique
- localiser les zones de recharge et résurgence

### *A l'échelle locale :* comprendre l'évolution géochimique de l'eau

- données en 2D : géochimie, isotopes, âge des eaux
- analyses pétrographiques des formations en place
- modélisation simplifiée du système d'écoulement en 1D avec PHREEQC
- modélisation en 2D : géochimie et âge des eaux

Rapport disponible sur :

[http://www2.ggl.ulaval.ca/Services/Rapport Preliminaire PhaseI Outouais 20110710.pdf](http://www2.ggl.ulaval.ca/Services/Rapport_Preliminaire_PhaseI_Outouais_20110710.pdf)



# PARTENAIRES



L'agence de traitement de l'information numérique de l'Outaouais

