

Congrès de l'Acfas / mardi, 8 mai 2012

Colloque 209 – Les connaissances sur les eaux souterraines régionales: acquisition et transfert

Session 3: Avancées dans les approches d'acquisition et de mise en valeur des connaissances

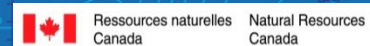
Hydrogéochimie régionale de l'eau souterraine en Montérégie Est

Châtelaine Beaudry¹, René Lefebvre¹, Christine Rivard², Vincent Cloutier³

1: Institut national de la recherche scientifique - Centre Eau Terre Environnement

2: Ressources naturelles Canada – Commission géologique du Canada

3: UQAT, Campus d'Amos



Plan de la présentation

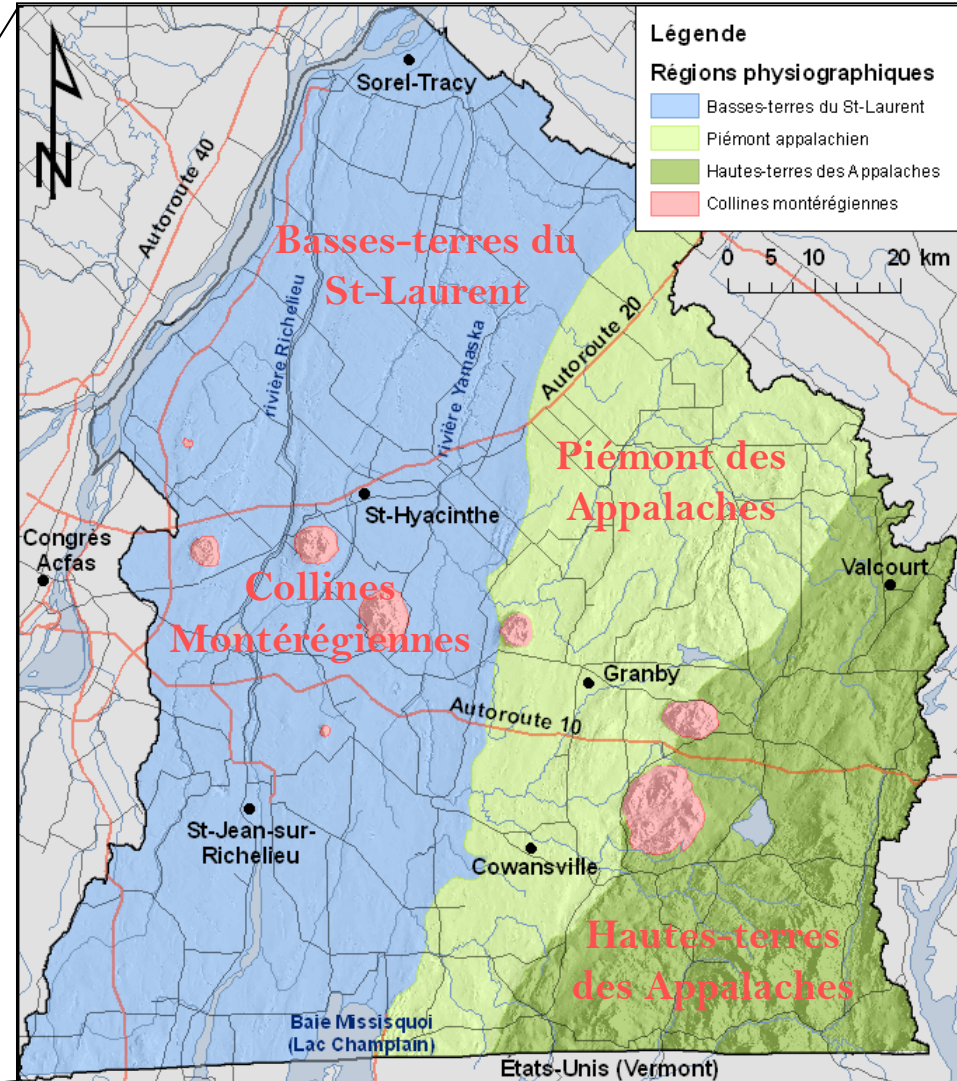
- Introduction
 - Contexte hydrogéologique régional
- Objectifs et méthodologie
 - Objectifs de l'étude
 - Collecte des données
- Analyse et interprétation des données
 - L'interprétation des ions majeurs
 - Exemple d'interprétation
- Conclusion
 - Bilan des travaux en cours

Introduction

Contexte hydrogéologique régional

- 9000 km²
- 3 bassins versants
- 4 régions physiographiques:

caractéristiques (hydro)géologiques distinctes

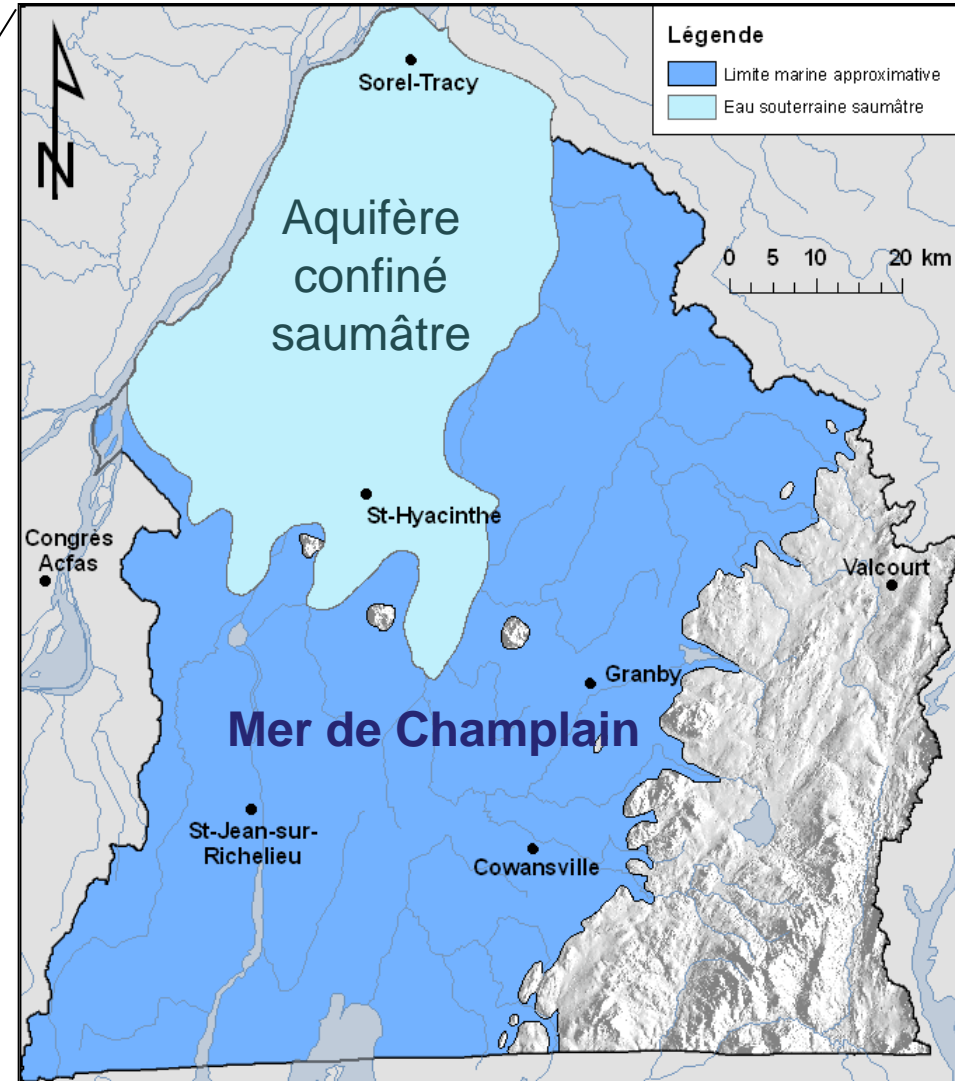


Introduction

Contexte hydrogéologique régional

- 9000 km²
- 3 bassins versants
- 4 régions physiographiques:

caractéristiques (hydro)géologiques distinctes



Objectifs et méthodologie

Objectifs et méthodologie

Objectifs de l'étude

1. Qualité et potabilité de l'eau

- Réglementation provinciale: qualité de l'eau potable
- Recommandations fédérales: critères esthétiques

2. Compréhension des processus géochimiques

- Comment l'eau interagit avec le milieu?
- Outils: analyses des propriétés chimiques, physiques et isotopiques des eaux

3. Mise en relation des connaissances géochimiques dans le but de mieux comprendre le système d'écoulement régional

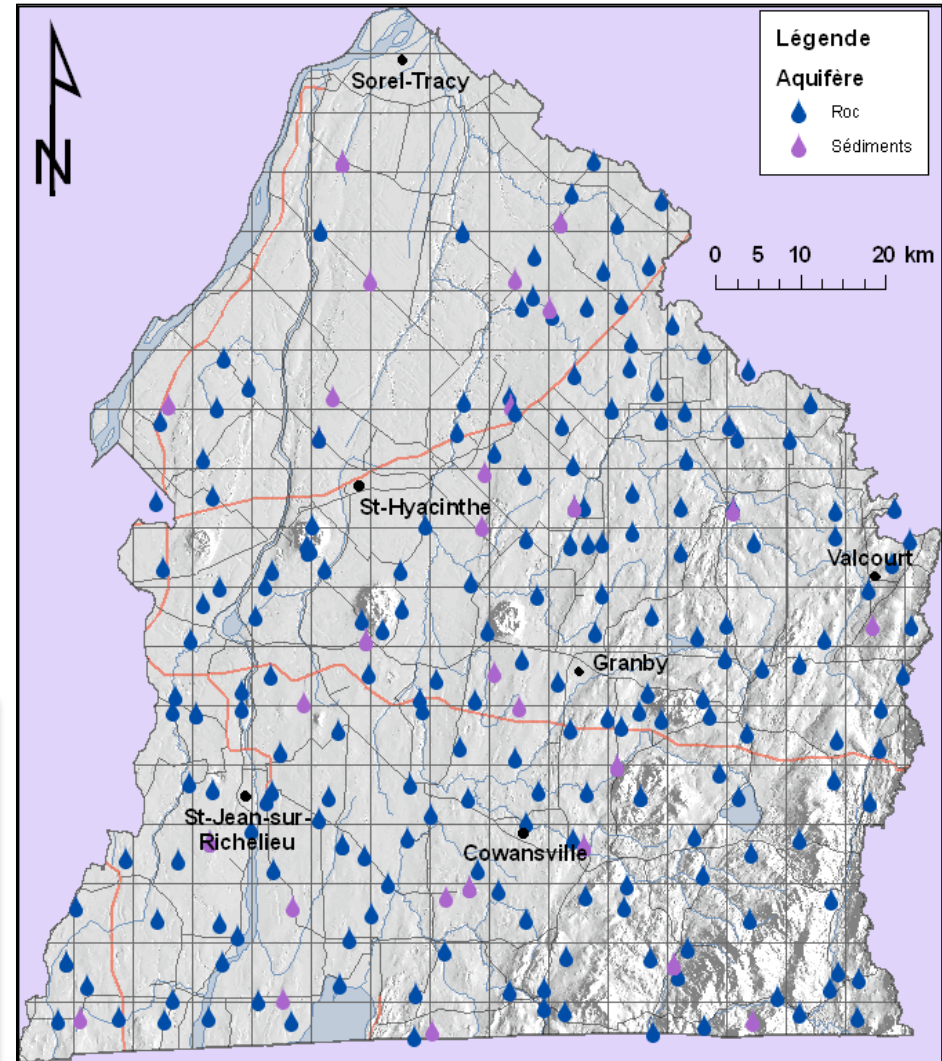
- Exemples: identifier les zones de recharge et évaluer les temps de résidence

Objectifs et méthodologie

Méthodologie: collecte des données

Prélèvement de 242 échantillons d'eau souterraine (2010 - 2011)

- Puits résidentiels (77%) / P.O. (23%)
- Aquifères: roc (86%) / sédiments (14%)



Objectifs et méthodologie

Méthodologie: collecte des données

Analyses

In situ: . pH - T° - O.D. - conductivité – M.D.T. – Eh



En labo: . Anions (-) et cations (+) majeurs
. Métaux
. Nutriments
. Isotopes stables de l'eau ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$)
. Isotopes radioactifs (^{14}C et ^3H)



Analyse et interprétation des données

Analyse et interprétation des données

Composition ionique de l'eau

L'interprétation des ions majeurs

Les ions majeurs:

Anions (-)				Cations (+)			
HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	(NO_3^-)	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}

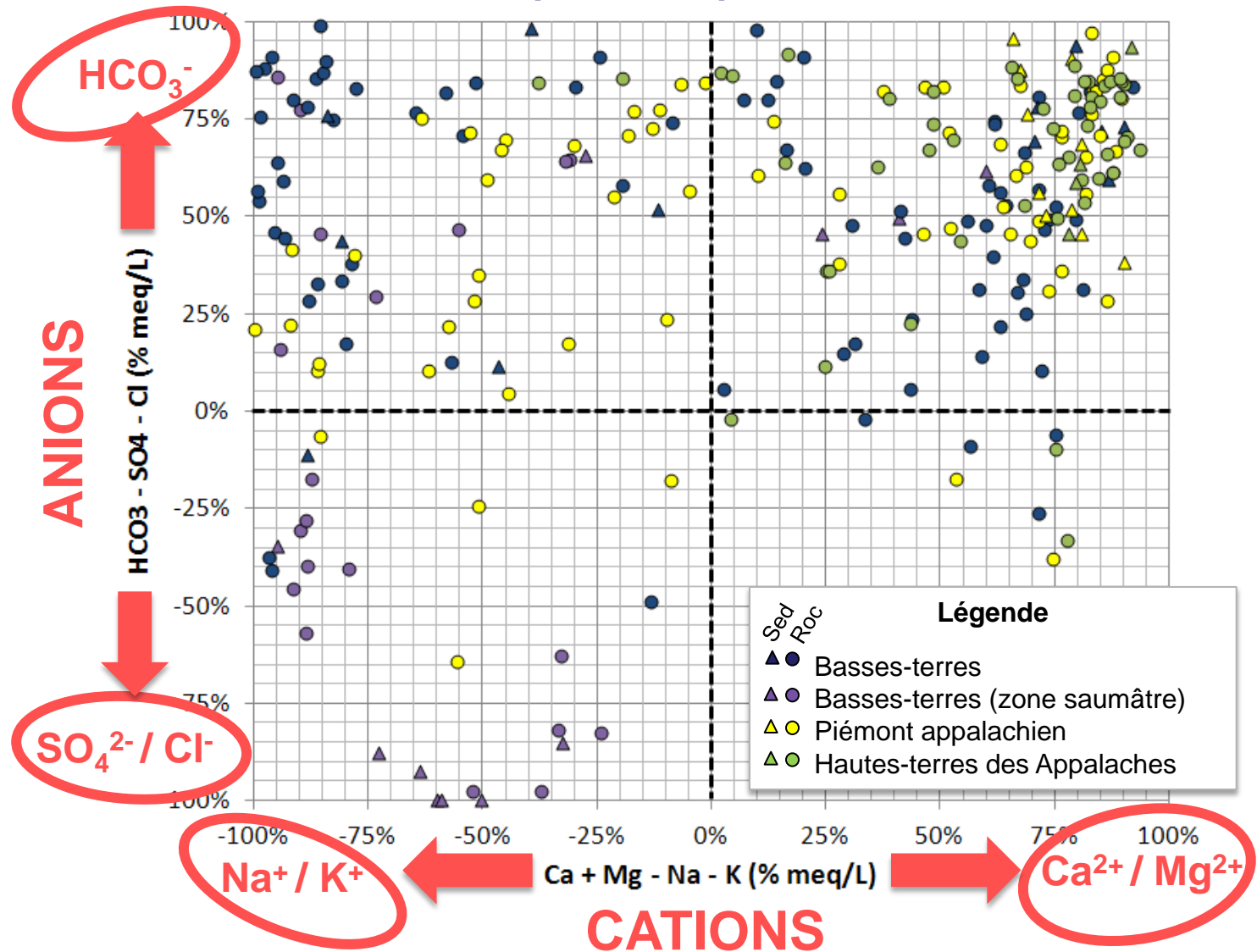
Type d'eau: catégorise l'eau selon les anions et cations majeurs dominants

- Eaux jeunes dans les zones de recharge → Ca^{2+} - HCO_3^-
- Eaux marines → Na^+ - Cl^-
- Évolution par échange ionique (ex: Na^+ - HCO_3^-) ou selon l'influence de la composition du milieu (ex: Ca^{2+} - SO_4^{2-})

Analyse et interprétation des données

Composition ionique de l'eau

Exemple d'interprétation



Analyse et interprétation des données

Composition ionique de l'eau

Exemple d'interprétation

Na⁺ - HCO₃⁻ / Na⁺ - Cl⁻
« montérégienne »

Ca²⁺ - HCO₃⁻
recharge

HCO₃⁻

HCO₃ - SO₄ - Cl (% meq/L)

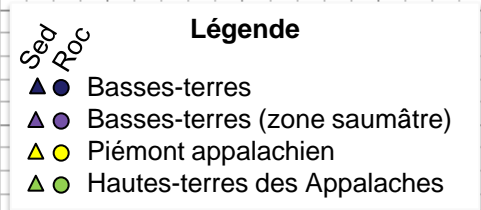
SO₄²⁻ / Cl⁻

Na⁺ / K⁺

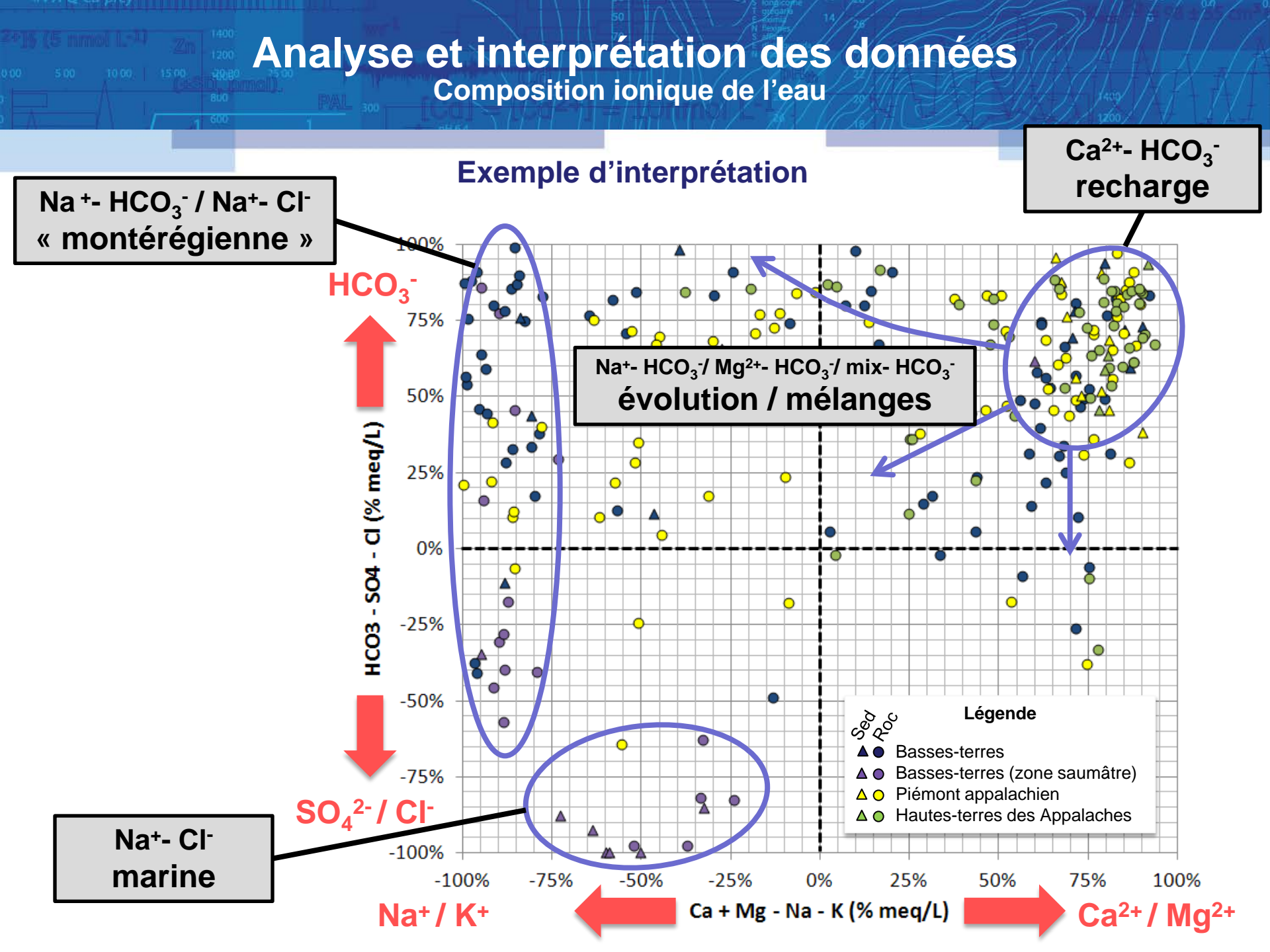
Na⁺ - HCO₃⁻ / Mg²⁺ - HCO₃⁻ / mix - HCO₃⁻
évolution / mélanges

Ca + Mg - Na - K (% meq/L)

Ca²⁺ / Mg²⁺



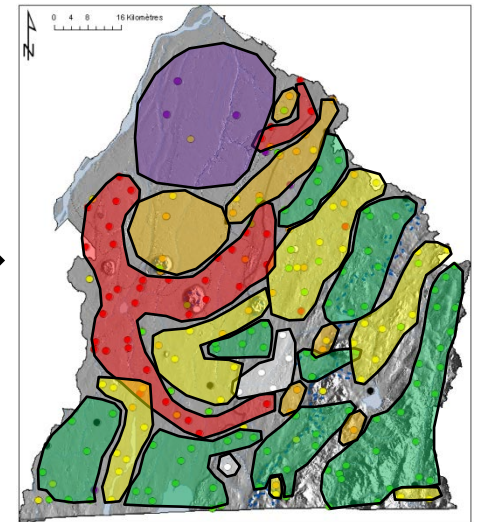
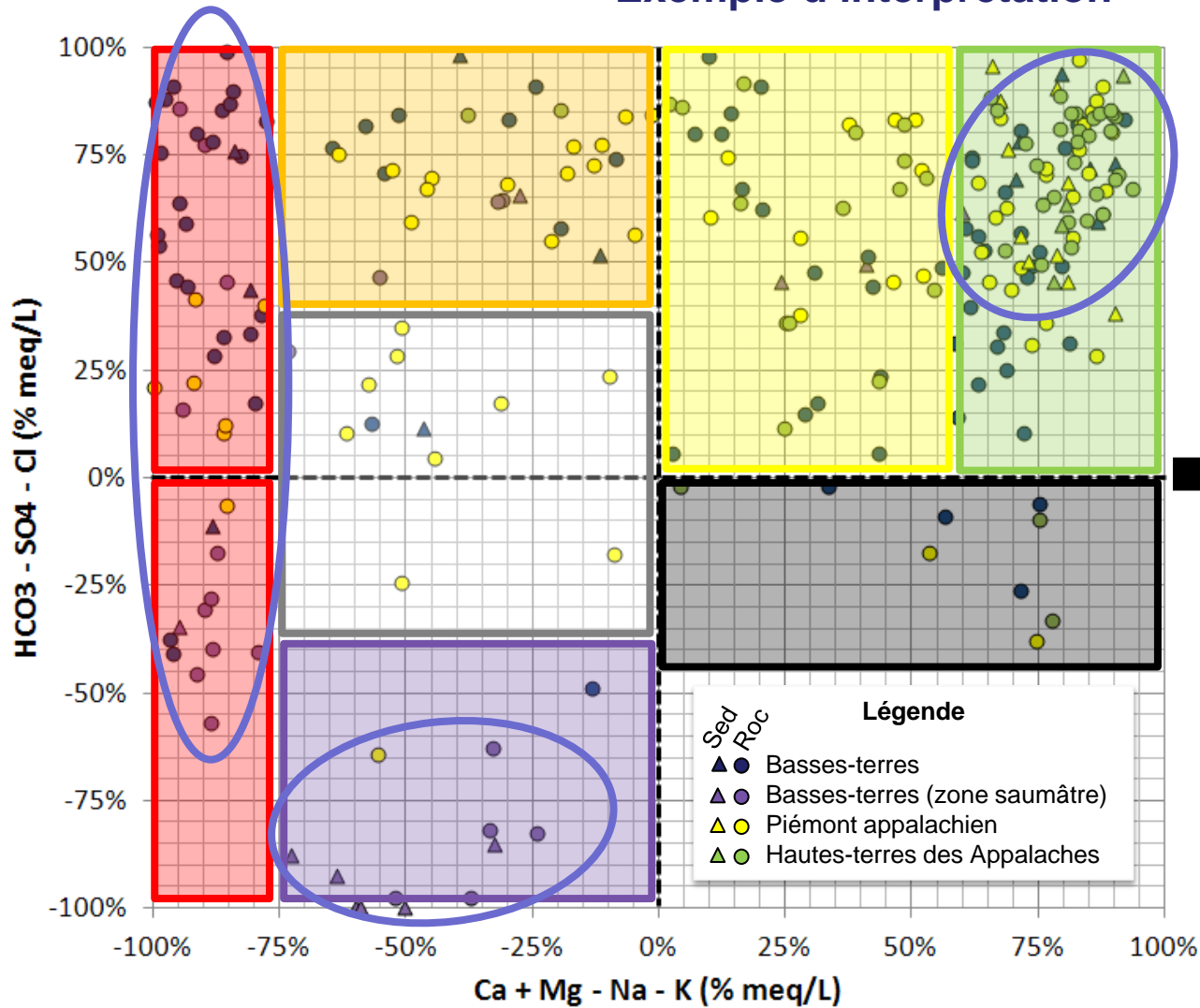
Na⁺ - Cl⁻
marine



Analyse et interprétation des données

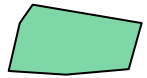
Composition ionique de l'eau

Exemple d'interprétation



Analyse et interprétation des données

Composition ionique de l'eau



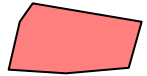
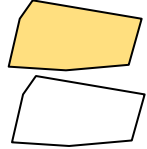
Eaux de recharge

Généralement dans les hauts topographiques. Eaux jeunes et peu évoluées de type $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$.



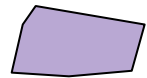
Eaux évoluées

Évolution à différents niveaux. Échanges ioniques (Mg^{2+} , Na^+). Généralement au fond des vallées. Zones d'émergence probables.



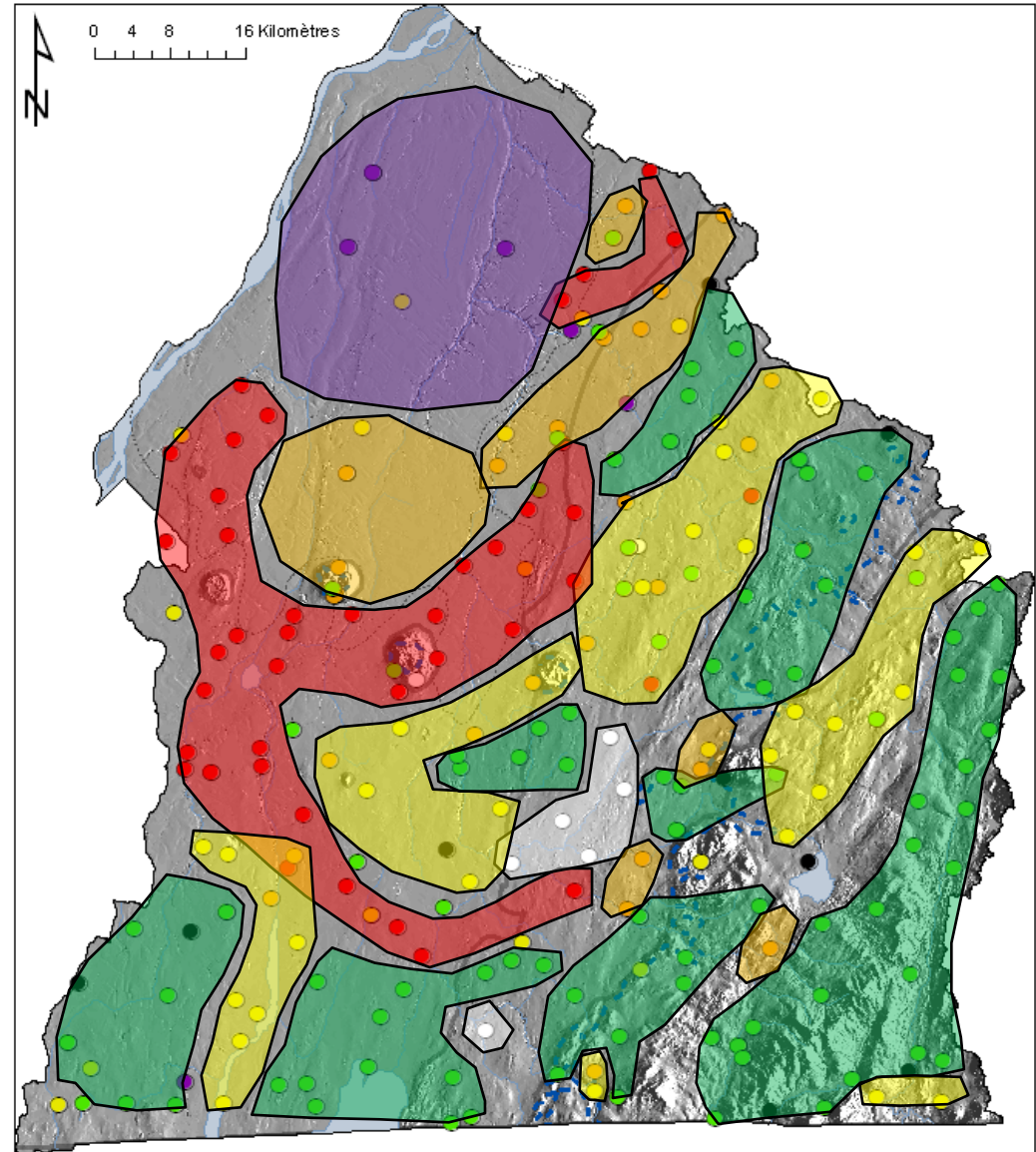
Eaux « montérégiennes »

Eaux fortement sodiques de type $\text{Na}^+\text{-Cl}^-$ ou $\text{Na}^+\text{-HCO}_3^-$.



Eaux marines

Eaux saumâtres de type $\text{Na}^+\text{-Cl}^-$ laissées par la Mer de Champlain. Eau non-évoluée dû au couvert argileux (notamment).



Conclusion

Travaux présentement en cours...

- Âge des eaux souterraines à l'aide des analyses isotopiques (^{14}C , ^3H)
- Températures de recharge des nappes avec les isotopes stables de l'eau ($\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$) et la droite météorique locale (suivi pluviométrique)
- Présence d'indicateurs (métaux ou autres) spécifiques aux contextes hydrogéologiques (notamment les massifs intrusifs des collines montérégiennes)
- Analyses statistiques (*clustering*) pour définir plus rigoureusement les types d'eau
- Définition des processus géochimiques et de la qualité de l'eau souterraine
- Intégration des données géochimiques avec les autres informations pour définir les modèles conceptuels des contextes du système aquifère (zones de recharge et d'émergence, voies d'écoulement, temps de résidence...)

...à suivre!

INRS

Université d'avant-garde



SE =

$$\frac{1}{n_2 - p_2 - q_2}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\text{carbons}}{N \times \text{A-prey}} \times 100$$

205 pb/207 pm

Weight fraction (%)

Equilibrium

Exotherm

kDa

115-
66-
45-
31-
21.5-
14.5-
6.5-

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

$u(t)$

$u(t)$

$u(t)$

100 as

100 fs

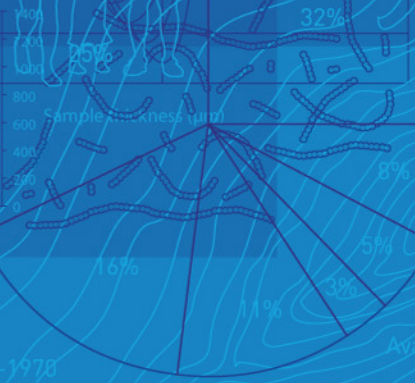
(A) $\epsilon < 0$

(B) $\epsilon = 0$

(C) $\epsilon > 0$

$$[Cd] - [Cd^{2+}] = 1.0 \text{ nmol/L}$$

incorporation. L'espace occupe a.
biologie des mutations sociales, économique
de la société québécoise. L'espace s'inscrit
l'action publique et des rapports sociaux.
à comprendre



1961-1978

1946-1960

Avant