

307

DB14

Les enjeux liés à l'exploration et l'exploitation  
du gaz de schiste dans le shale d'Utica des  
basses-terres du Saint-Laurent

6212-09-002

# CONCENTRATION ET SOURCES DE MÉTHANE NATUREL DANS LES EAUX SOUTERRAINES DES BASSES TERRES DU SAINT-LAURENT

---

DL Pinti<sup>1</sup>, Y Gélinas<sup>2</sup>, M Larocque<sup>1</sup>, J-F Hélie<sup>1</sup>, R  
Lefebvre<sup>3</sup>, S Retailleau<sup>1</sup>, A Moritz<sup>2</sup>, D Barnetche<sup>1</sup>

\*pinti.daniele@uqam.ca



# Sommaire

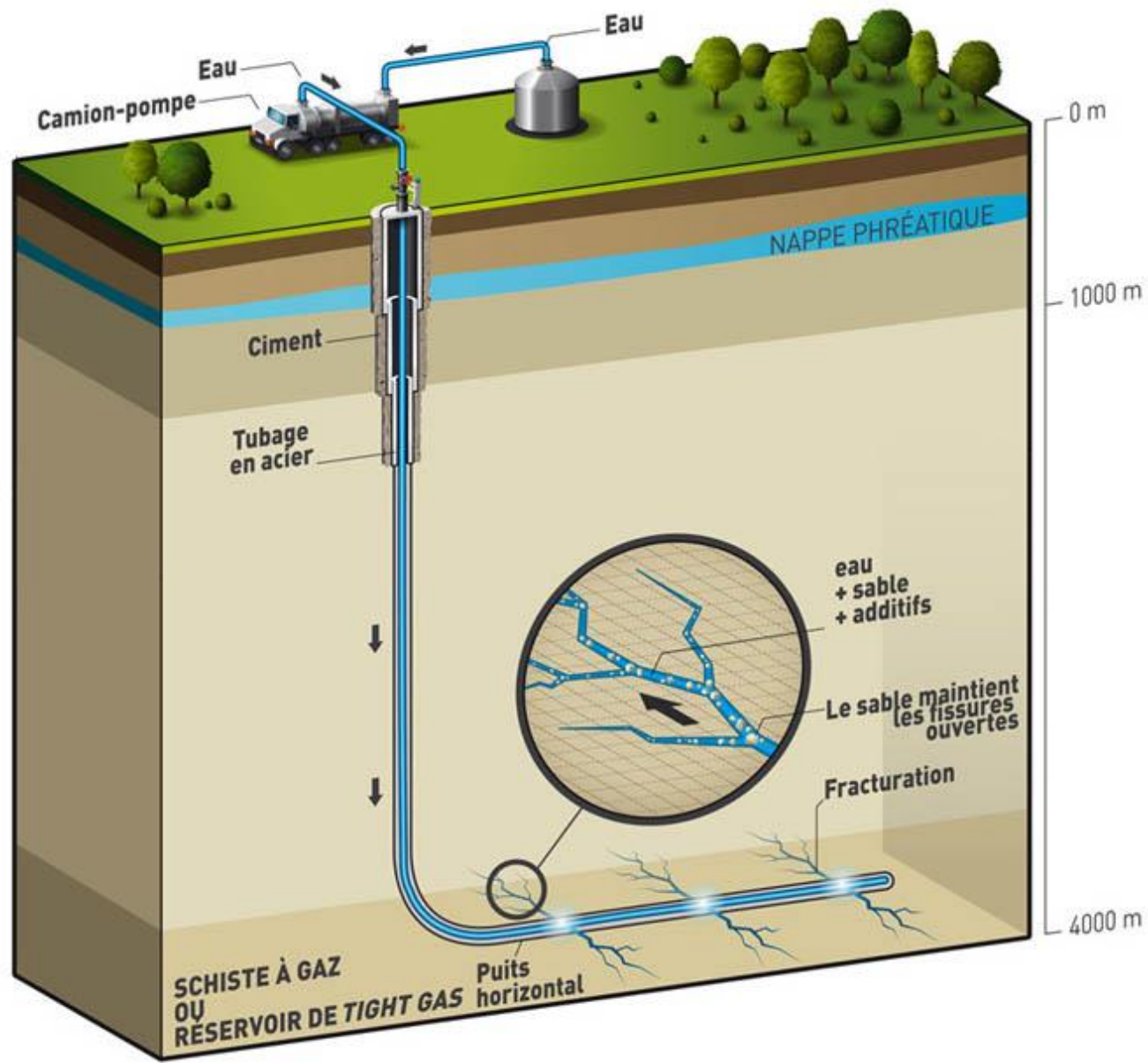
- Risques de pollution par fracturation hydraulique : rappel
- Les objectifs du projet
- Les connaissances antérieures dans la région
- Les concentrations et l'origine du méthane
- Conclusions

# Un bref rappel sur les risques de pollution lors<sup>3</sup> de la fracturation hydraulique



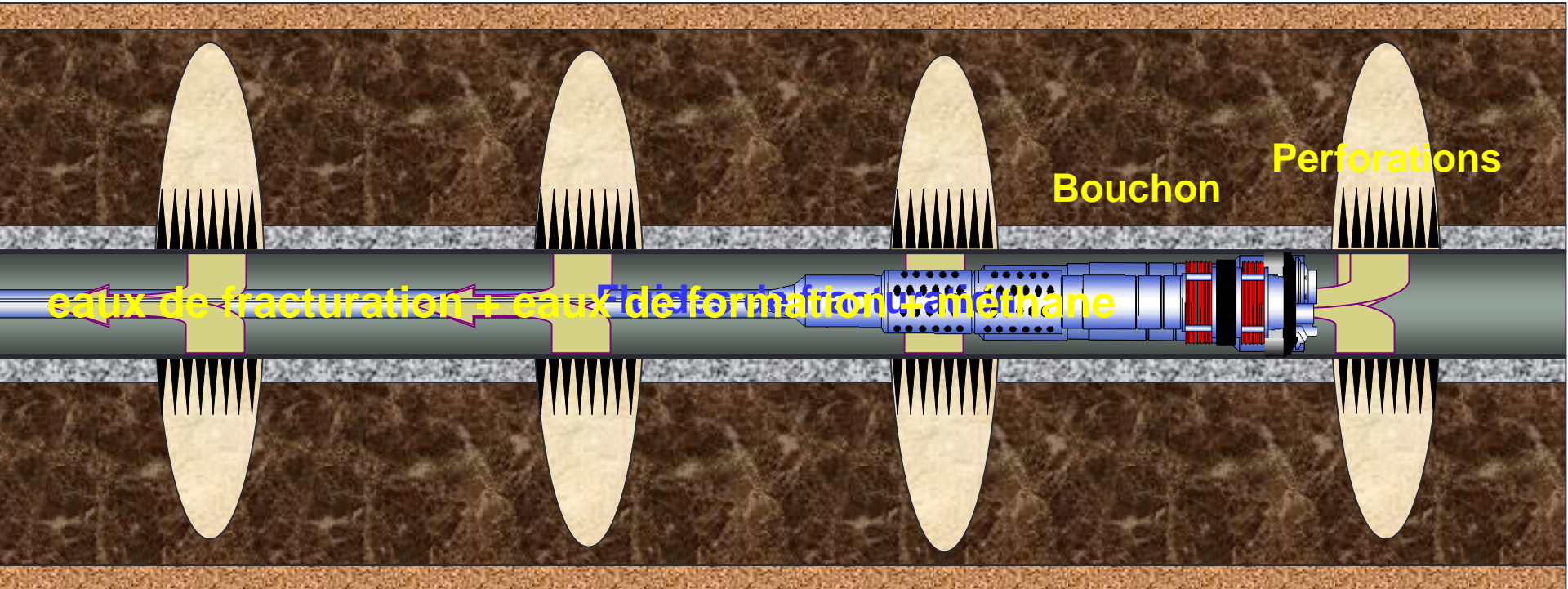
*Piscines de décantation des fluides de fracturation, Pennsylvanie. Crédit: garthlenz.com*

# Puits horizontaux et fracturation

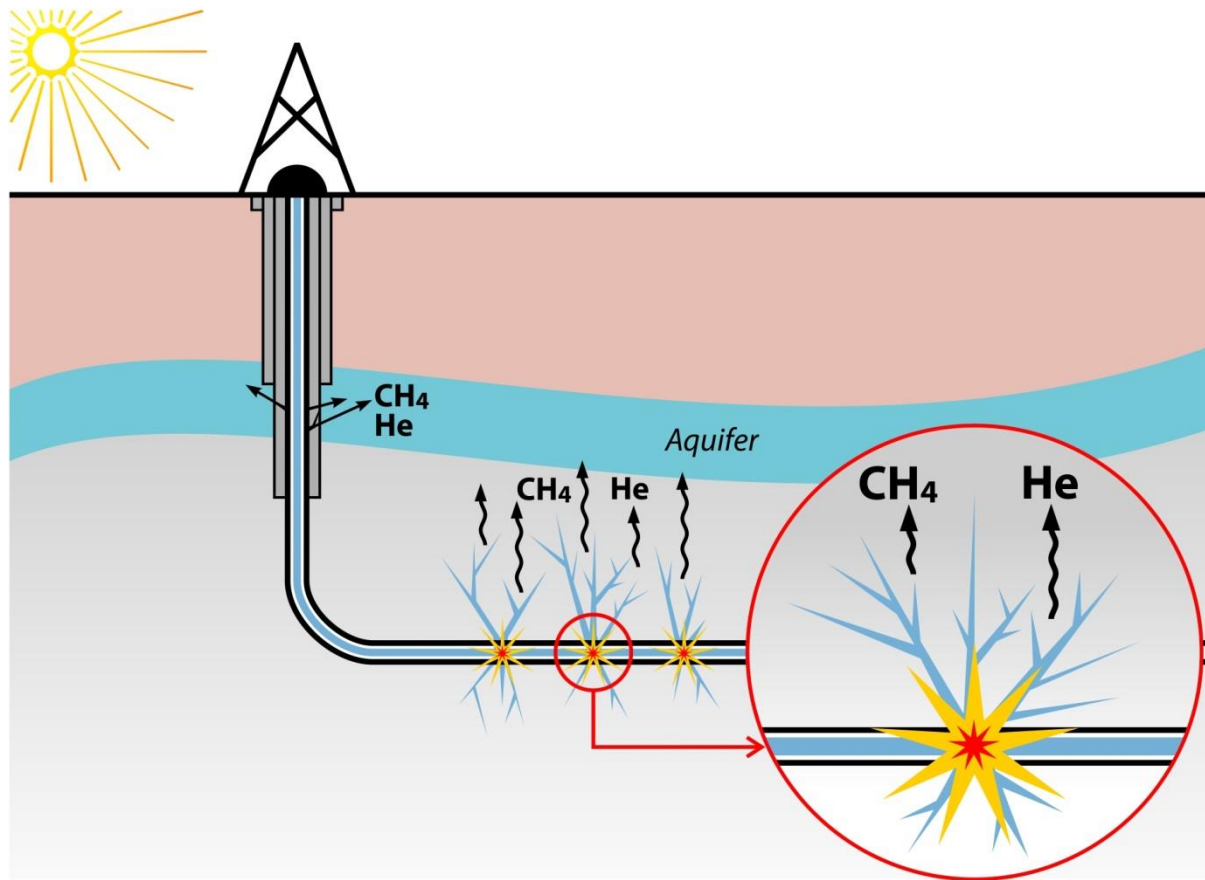


# Processus de fracturation hydraulique

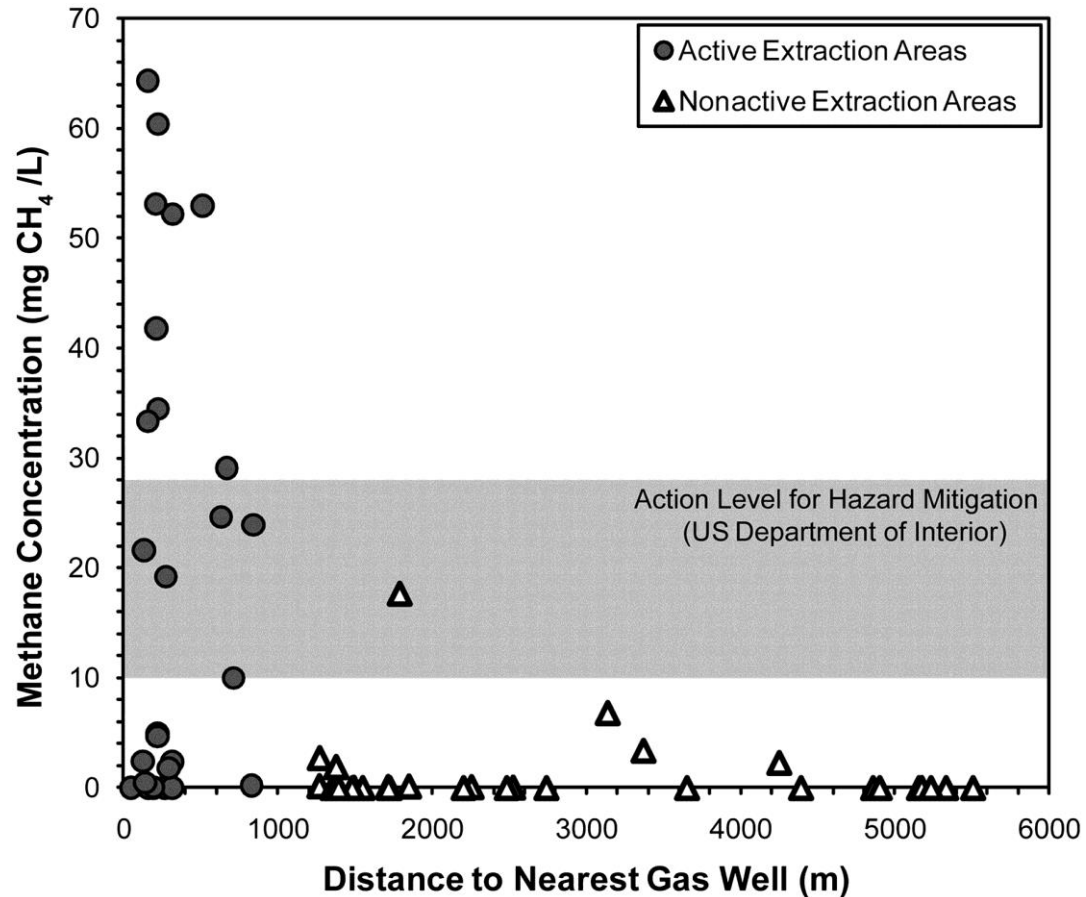
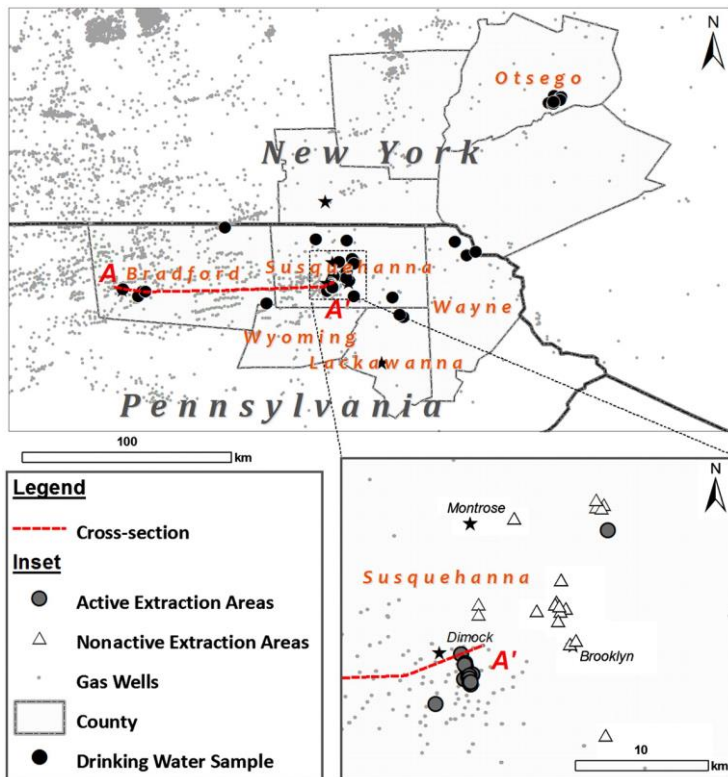
Mise en production du puits : méthane



# Les risques de pollution des eaux souterraines



# Etude de la pollution des eaux APRÈS fracturation



# Mesure de la concentration naturelle du méthane AVANT fracturation



# Objectifs du projet

- Cartographier les concentrations naturelles de méthane ( $\text{CH}_4$ ) d'autres gaz associés (éthane, propane, hélium et radon) dans les eaux souterraines;
- Identifier, si les analyses isotopiques les permettent, la/les source(s) du méthane (bactérien vs thermogénique) ;
- Identifier des relations entre le méthane et les structures géologiques de la région;
- Un outil\* pour agir rapidement en cas de pollution lors d'une éventuelle exploitation par fracturation.

\* Première étude de prévention faite dans une zone ciblée par l'exploitation des gaz de schistes.

# Travaux précédents

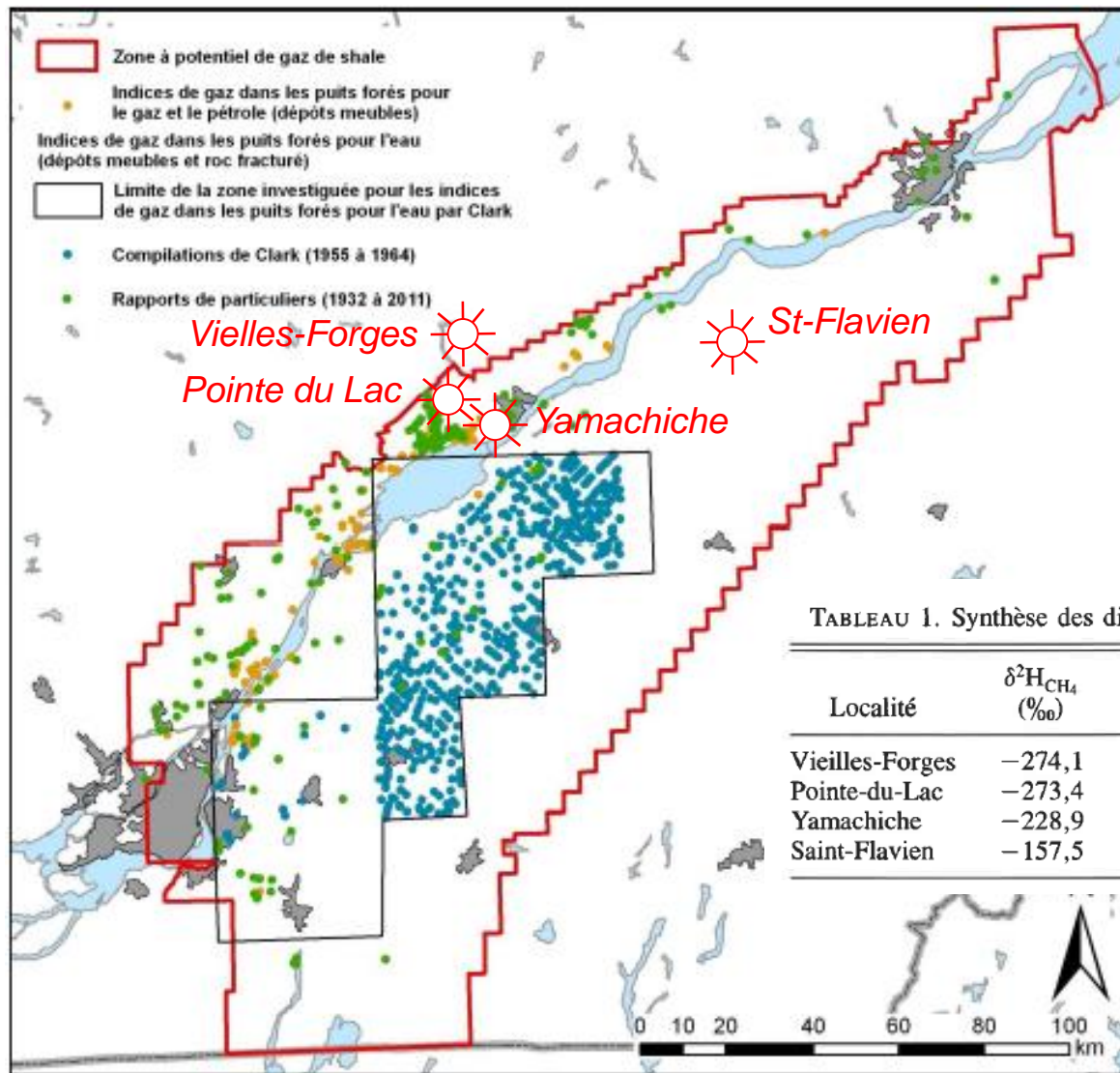
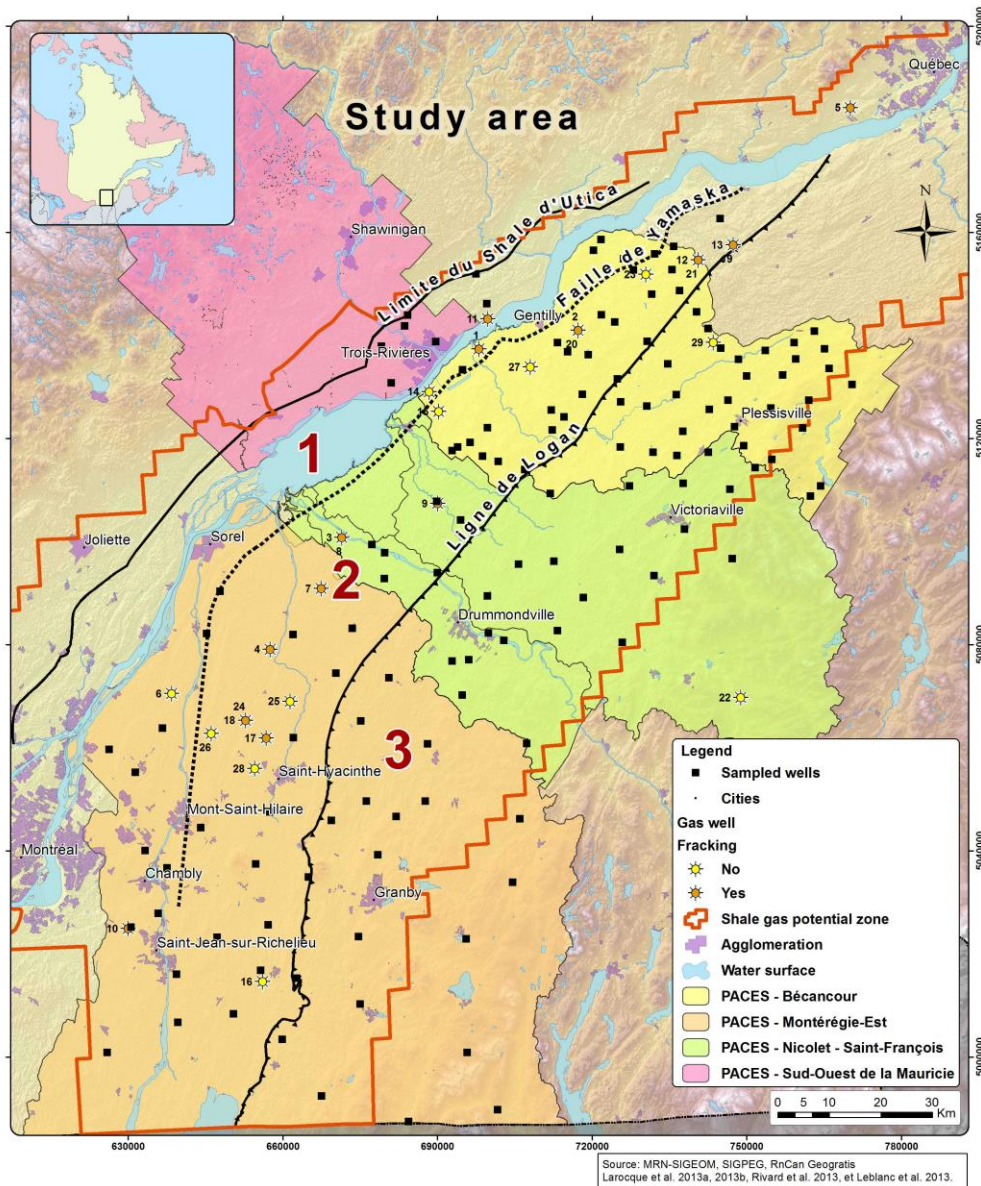


TABLEAU 1. Synthèse des différentes analyses effectuées sur les gaz échantillonnés

Localité	$\delta^2\text{H}_{\text{CH}_4}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ (‰)	$\text{CH}_4$ (%)	$\text{C}_2\text{H}_6$ (%)	$\text{C}_3\text{H}_8$ (%)	$\text{C}_4\text{H}_{10}$ (%)	$\text{C}_{2+}/\text{C}_1$
Vieilles-Forges	-274,1	-59,4	91,3	0,03	<0,01	<0,01	0,03
Pointe-du-Lac	-273,4	-57,3	85,5	0,01	<0,01	<0,01	0,03
Yamachiche	-228,9	-74,7	87,3	0,03	<0,01	<0,01	0,03
Saint-Flavien	-157,5	-36,6	90,2	2,46	0,22	<0,01	2,89

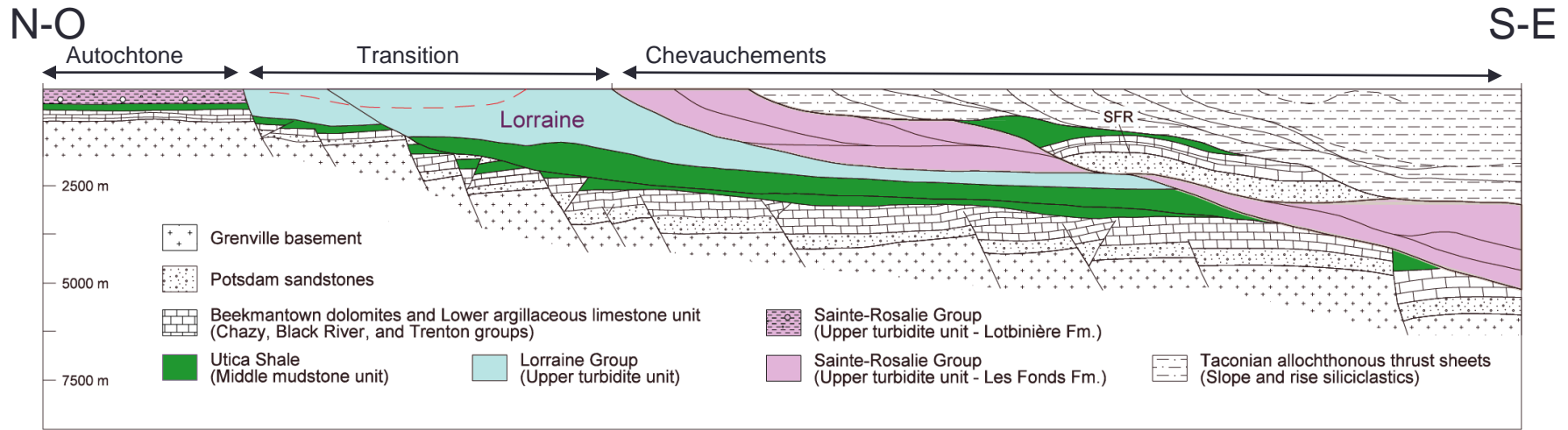
*St-Antoine and Heroux, 1993, Can. J. Earth Sci. 30, 1881 - 1885*

# Echantillonnage dans BTSL



- 130 puits sur 14000 km<sup>2</sup>, entre 20 et 120 m de profondeur ;
- 95% dans l'aquifère rocheux (Ordovicien); 5% dans les dépôts meubles (Quaternaire) ;
- Analyses des ions en solution disponibles (PACES) ;
- Concentration et  $\delta^{13}\text{C}$  de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ;
- Isotopes des gaz rares ( $^4\text{He}$ ,  $^{22}\text{Ne}$ ,  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ar}$ ,  $^{84}\text{Kr}$  and  $^{132}\text{Xe}$ );
- Concentration de  $^{222}\text{Rn}$ .

# Les BTSL, terrains et aquifères



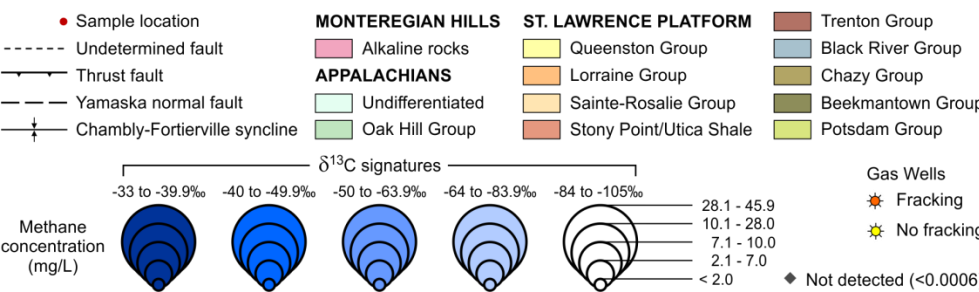
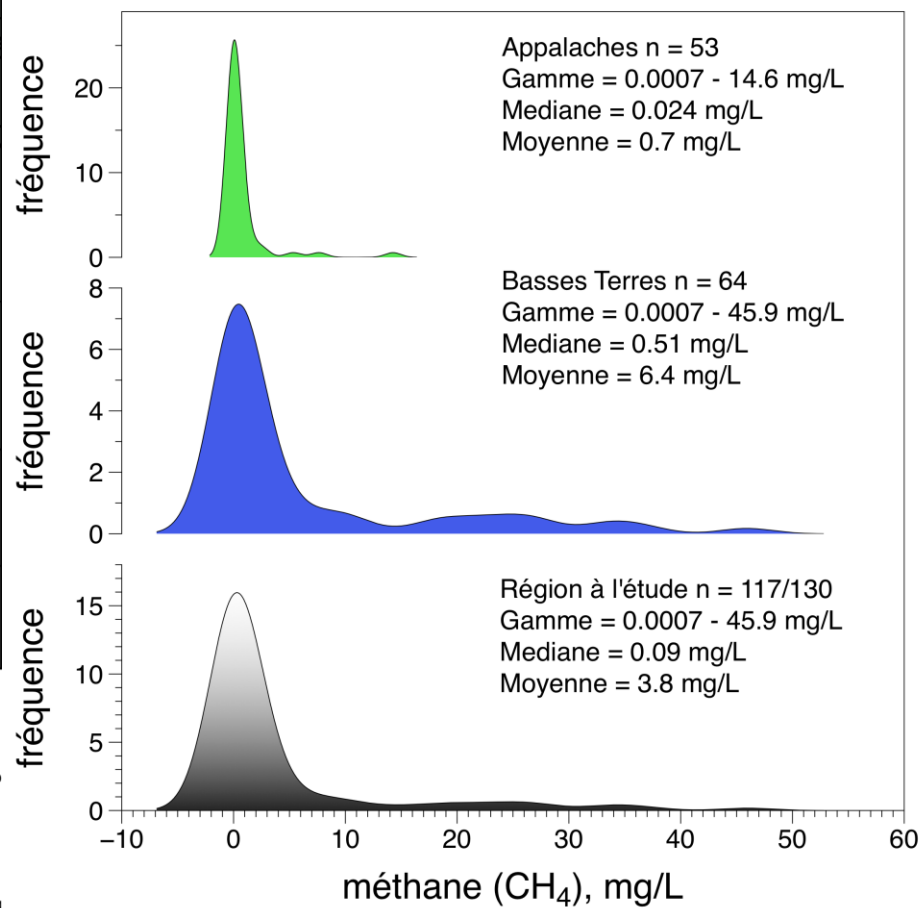
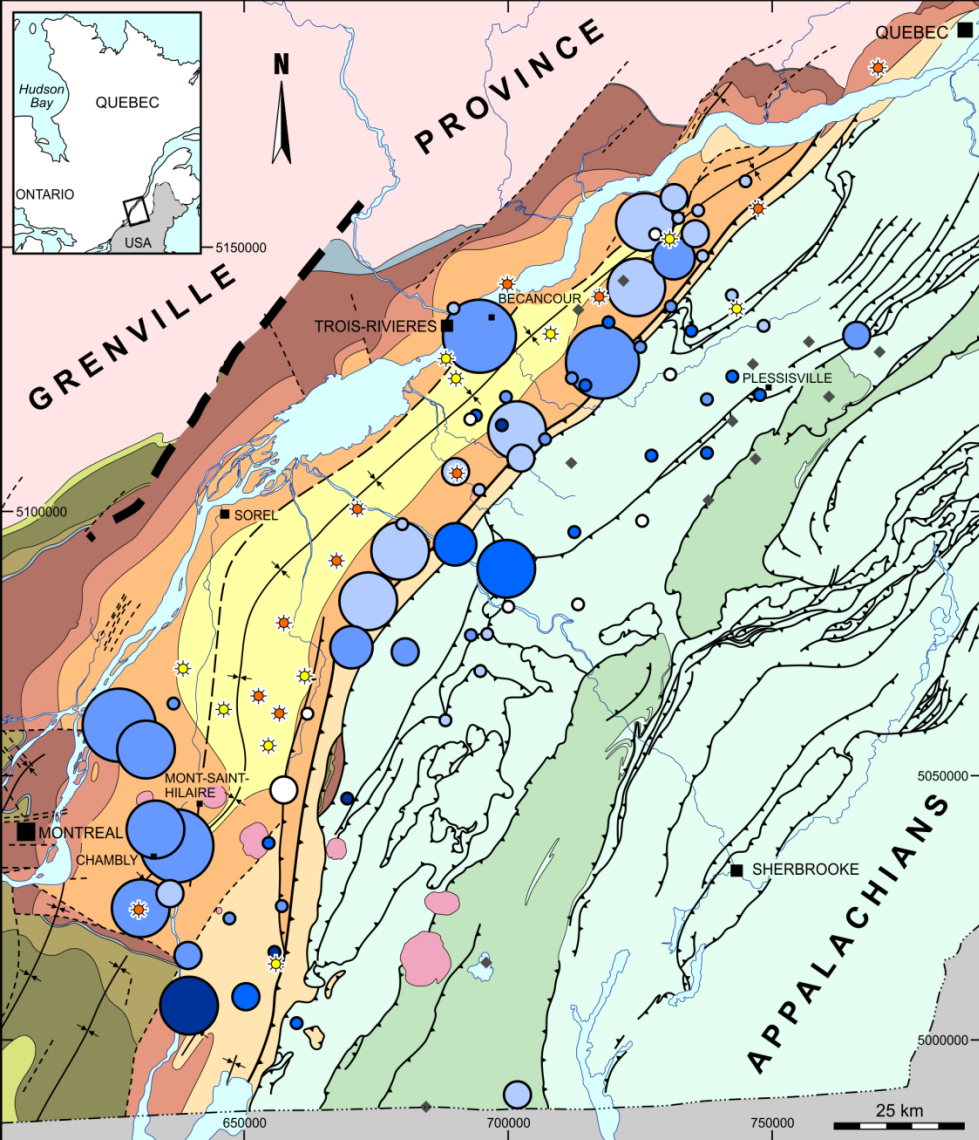
Modified after Comeau et al. Can. J. Earth Sci. Vol. 41, 2004

Age	Horizons géologiques rencontrés	Types d'aquifère	Chimie de l'eau
10-50 ka	Quaternaire	Sables (poreux)	Ca-HCO <sub>3</sub> - NaCl
443 Ma	Queenston	Shale (fracturé)	Ca-HCO <sub>3</sub> – Na-HCO <sub>3</sub>
449 Ma	Lorraine	Silt-shale (fracturé)	
460-451 Ma	Utica	Carbonate-shale (fracturé)	

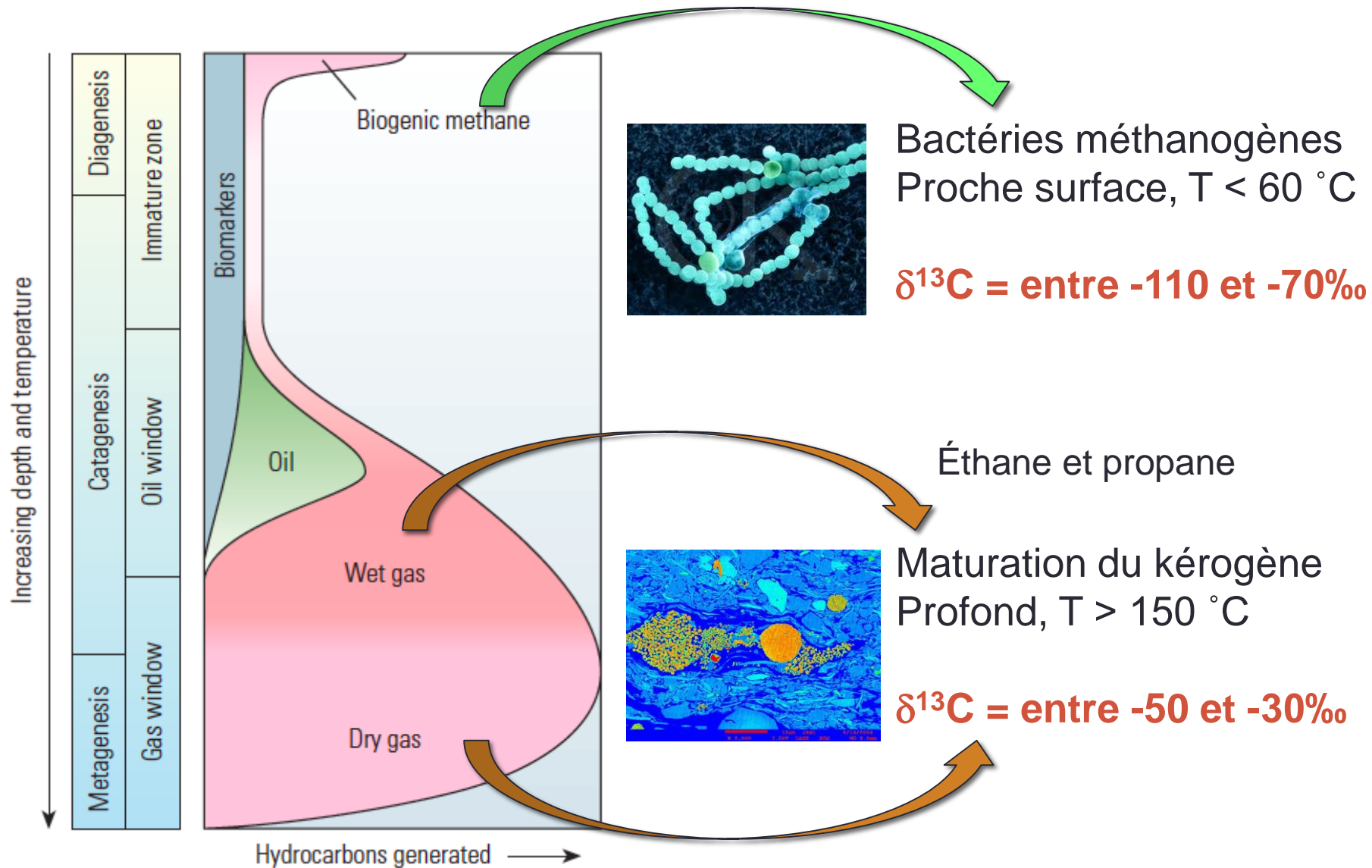
# Résultats



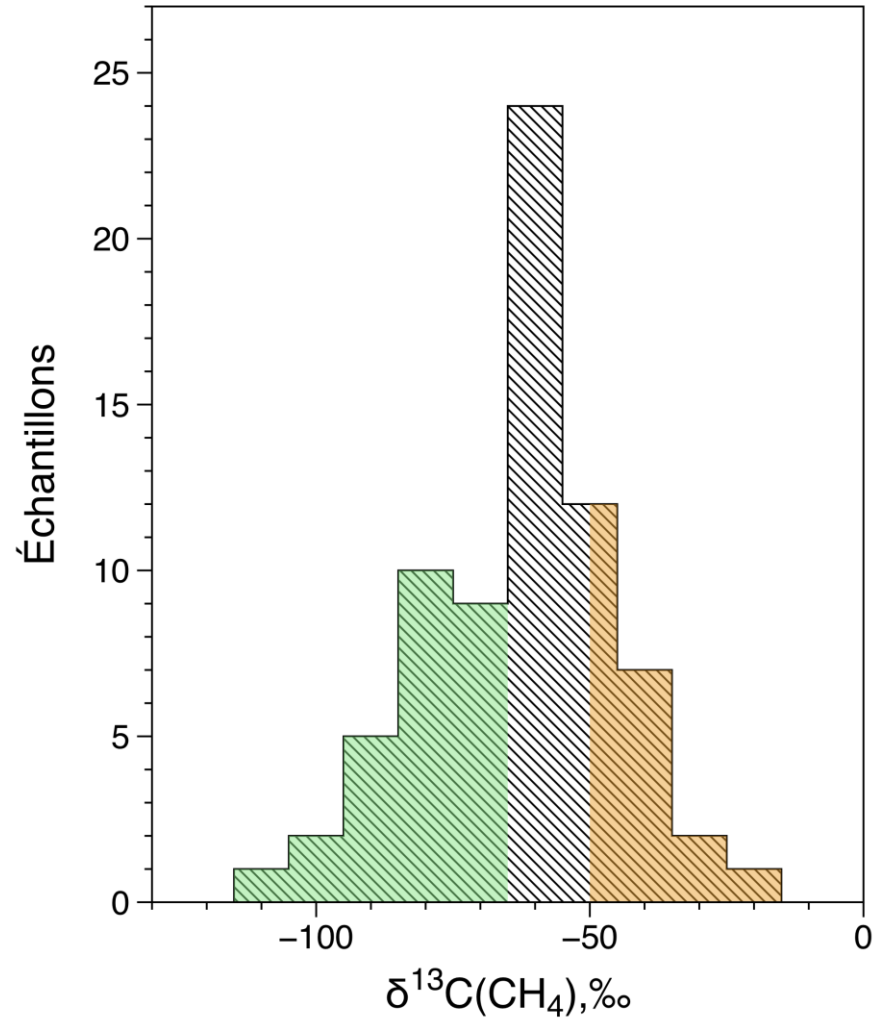
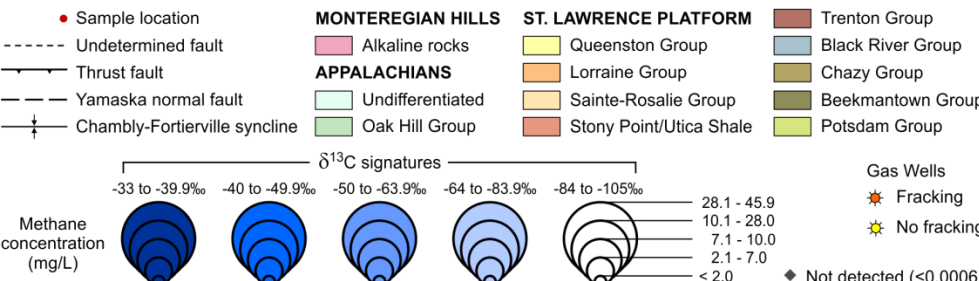
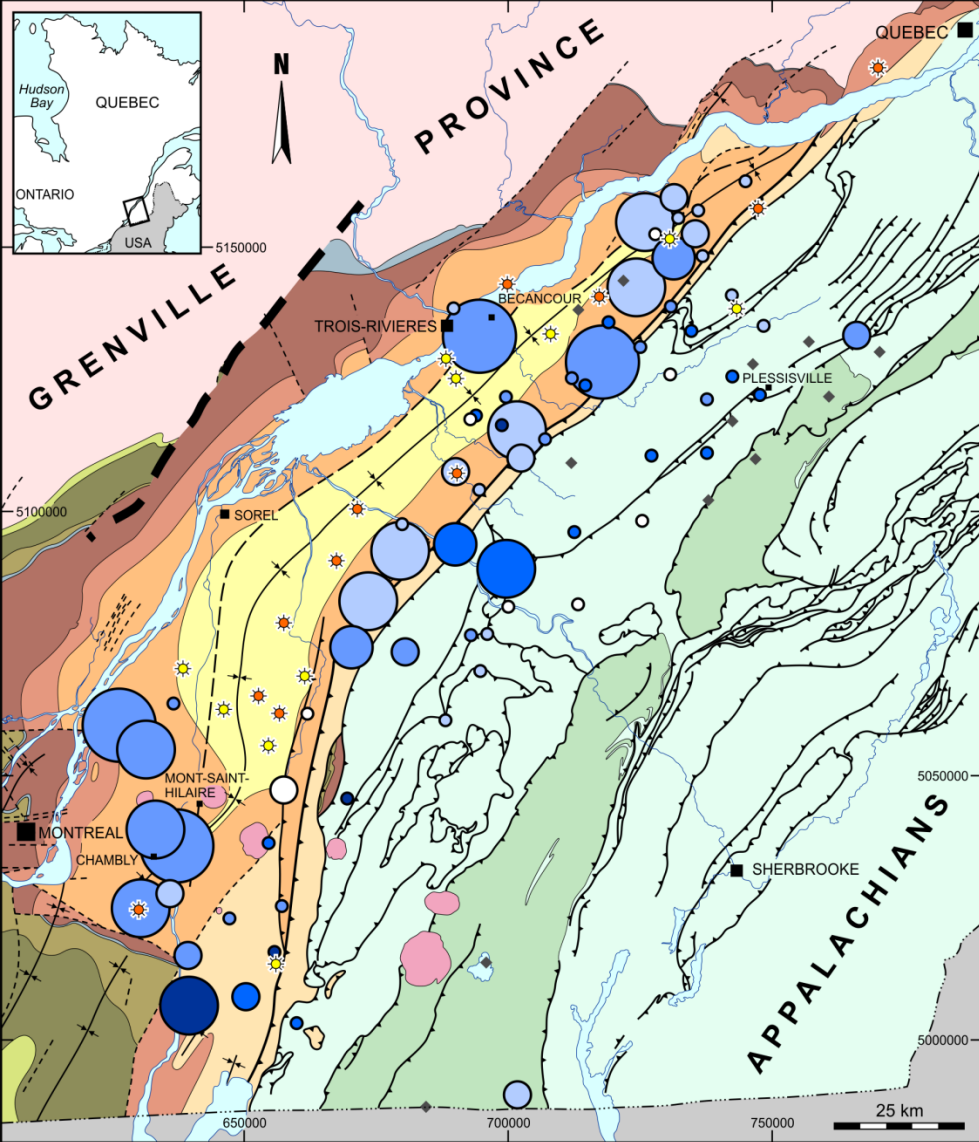
# Méthane : distribution par région



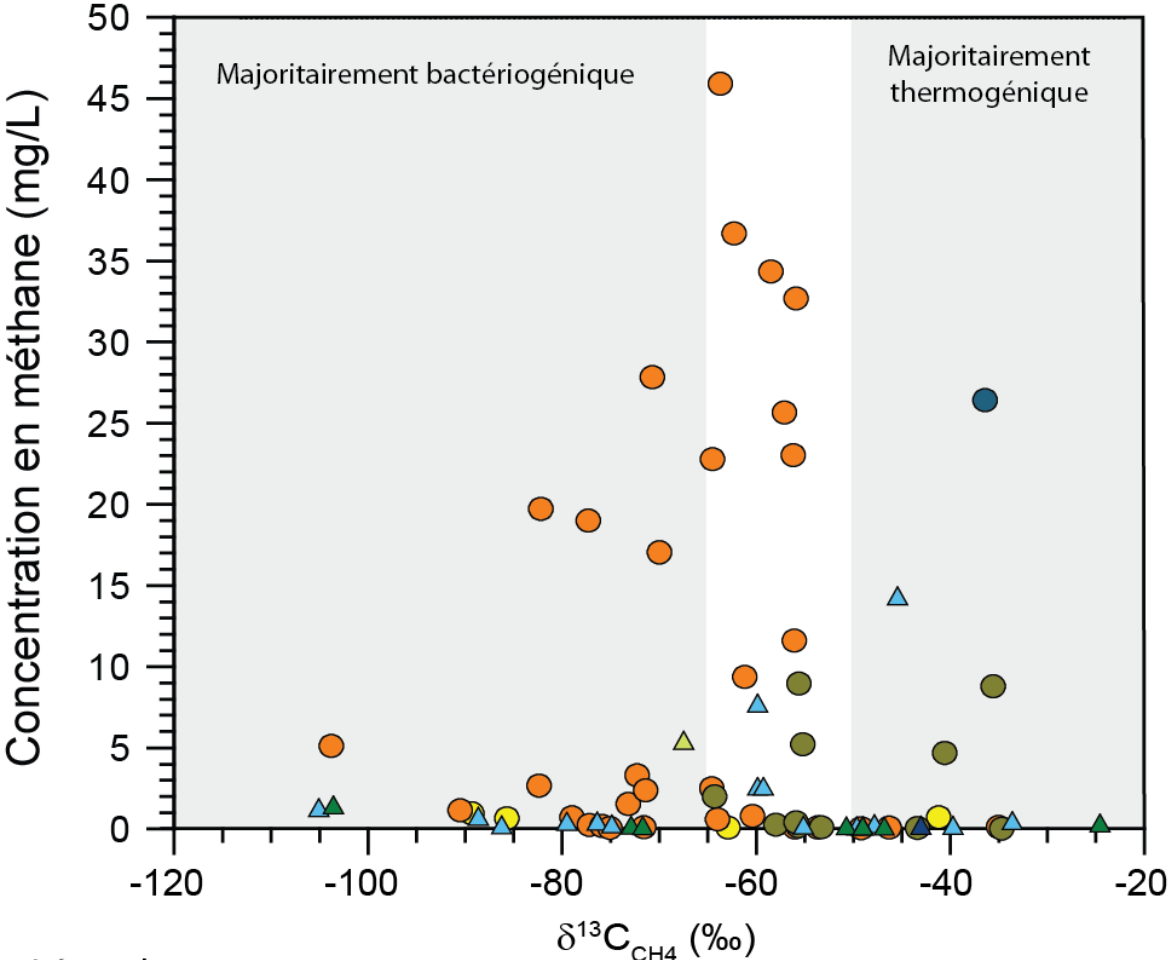
# Sources du méthane et rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$



# Origine du méthane : bactérien vs thermogénique







Légende :

○ Formations géologiques des Basses-Terres du St-Laurent :

- Ordovien tardif (Groupe de Queenstone)
- Ordovien supérieur (Groupe de Lorraine)
- Ordovien moyen à supérieur (Groupe de Ste-Rosalie)
- Ordovien moyen (Formation de Stony Point)

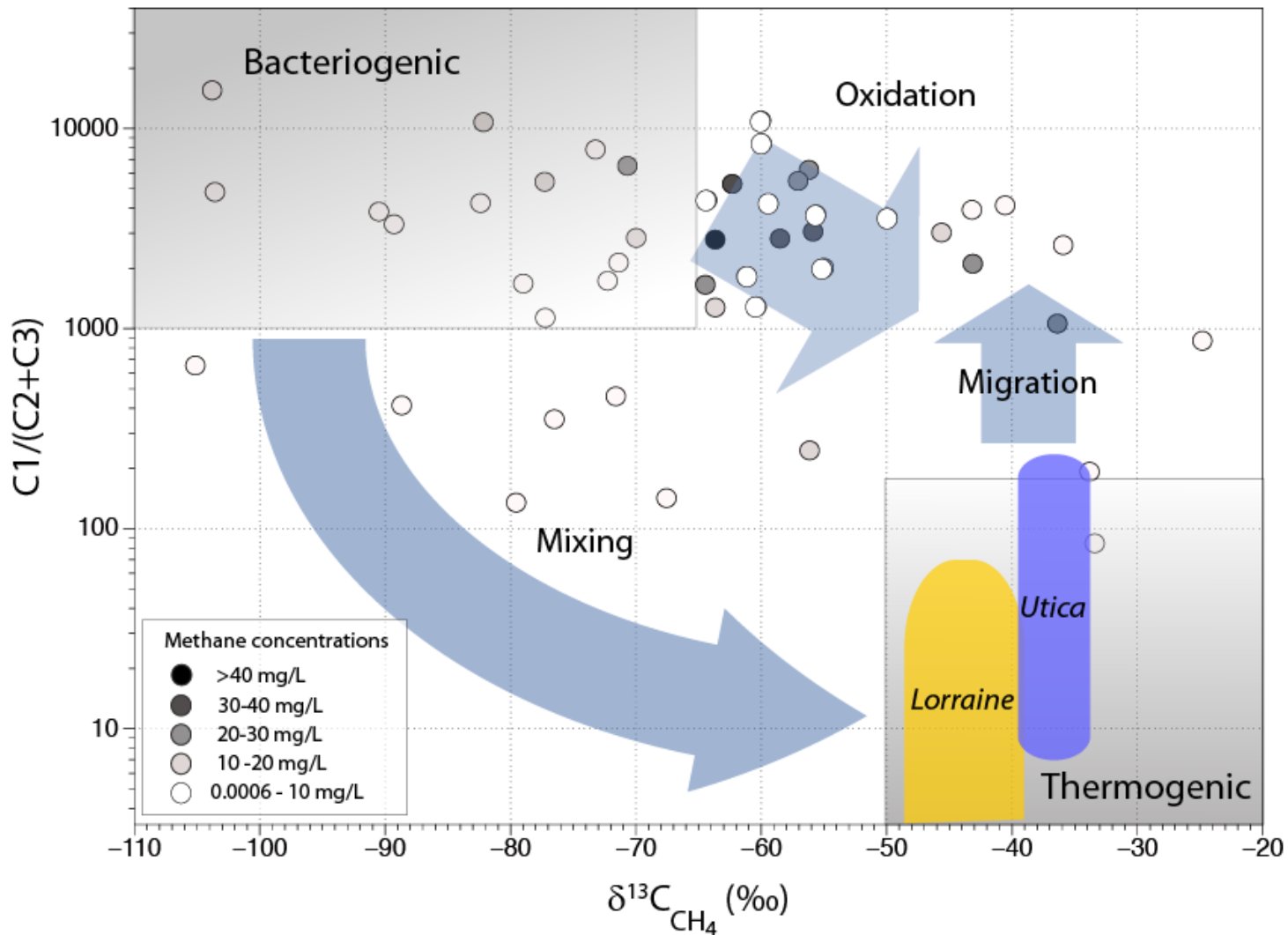
△ Formations géologiques des Appalaches :

- ▲ Ordovien moyen (Formations de Bulstrode, de Melbourne, de Bourret, Olistostromes de Drummondville et de la Rivière Etchemin)
- ▲ Ordovien inférieur à moyen (Groupe de Stanbridge)
- ▲ Cambrien inférieur à moyen (Groupe de Oak Hill)
- ▲ Cambrien inférieur (Groupe de Sillery et Groupe de Shefford)

## Méthane : origine mixte

- Concentrations plus élevées dans les shales de Lorraine avec signatures mixtes ou bactériennes.
- Les plus thermogéniques dans les Appalaches avec l'exception du puits INRS256, 30 km au sud du puits fracturé le plus proche dans la région de Richelieu.

# Méthane: 2 sources, plusieurs processus





# Conclusions

- 18 puits sur 117 analysés ont des concentrations de méthane plus élevées que les niveaux admis au Québec (7 mg/L);
- La majorité des puits contiennent du méthane bactérien ou mixte généré surtout par les shales du Lorraine.
- A proximité de la faille de Logan, l'augmentation en méthane pourrait être liée à la fracturation naturelle.
- L'étude du méthane naturelle suggérerait:
  - L'absence d'émanation directe de l'Utica à la surface ;
  - La production dans les shales du Lorraine pourrait partiellement masquer le signal plus profond.

# Remerciements

**Fonds de recherche  
Nature et  
technologies**

Québec 

**Développement durable,  
Environnement  
et Parcs**

Québec 



Réseau Québécois sur  
les Eaux Souterraines



Groupe de Recherche Interuniversitaire  
sur les Eaux Souterraines



UQÀM



INRS  
Université d'avant-garde