

Présence naturelle des alcanes légers dans les aquifères des Basses-terres du Saint-Laurent, Québec

D. L. PINTI¹, D. BARNETCHE¹, A. MORITZ²,
C. BEAUDRY³, S. RETAILLEAU¹, M. LAROCQUE¹,
Y. GÉLINAS², J.-F. HÉLIE¹, R. LEVEBVRE³

1-GEOTOP, UQAM; 2-Un. Concordia GEOTOP ; 3- INRS-Québec;

Objectifs généraux de l'étude

▶ MISE EN CONTEXTE (INRS) :

- ▶ Caractérisation hydrogéologique du territoire étudié (Basses Terres du St. Laurent);

▶ VOLET GÉOCHIMIE (UQAM, Un. Concordia) :

- ▶ Mesurer le « bruit de fond naturel » en gaz dans la région, soit la concentration d'hydrocarbures légers (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8) et les gaz associés (^4He) dans les eaux souterraines entre Montréal et Trois-Rivières, **avant hydro-fracturation** (tous les travaux similaires ont été faits après fracturation; e.g., *Osborn et al., 2011, PNAS*);

▶ VOLET MODELISATION (Un. Laval):

- ▶ Comprendre les processus de migration des gaz à travers les coffrages des puits d'hydro-fracturation ;



Objectives (volet géochimie)

- ▶ Mesurer la concentration en hydrocarbures légers (méthane, éthane et propane), gaz naturels associés (^4He) et autres espèces volatiles (^{222}Rn , ^{22}Ne , ^{36}Ar , ^{40}Ar , ^{84}Kr et ^{132}Xe) dissouts dans les eaux souterraines de surface dans les régions ciblées par l'exploration des shales gazifères (100 puits domestiques et municipalités) ;
- ▶ Déterminer l'origine des hydrocarbures légers (biogénique vs. thermogénique) par isotopie C-H et possiblement identifier les formations mères (Utica vs. Lorraine) ;
- ▶ Délimiter les zones de suintement naturel de gaz, et essayer de les mettre en relation avec des processus ou éléments géologiques dominants (p. ex. contrôle tectonique par faille; zones de circulation restreinte) ;

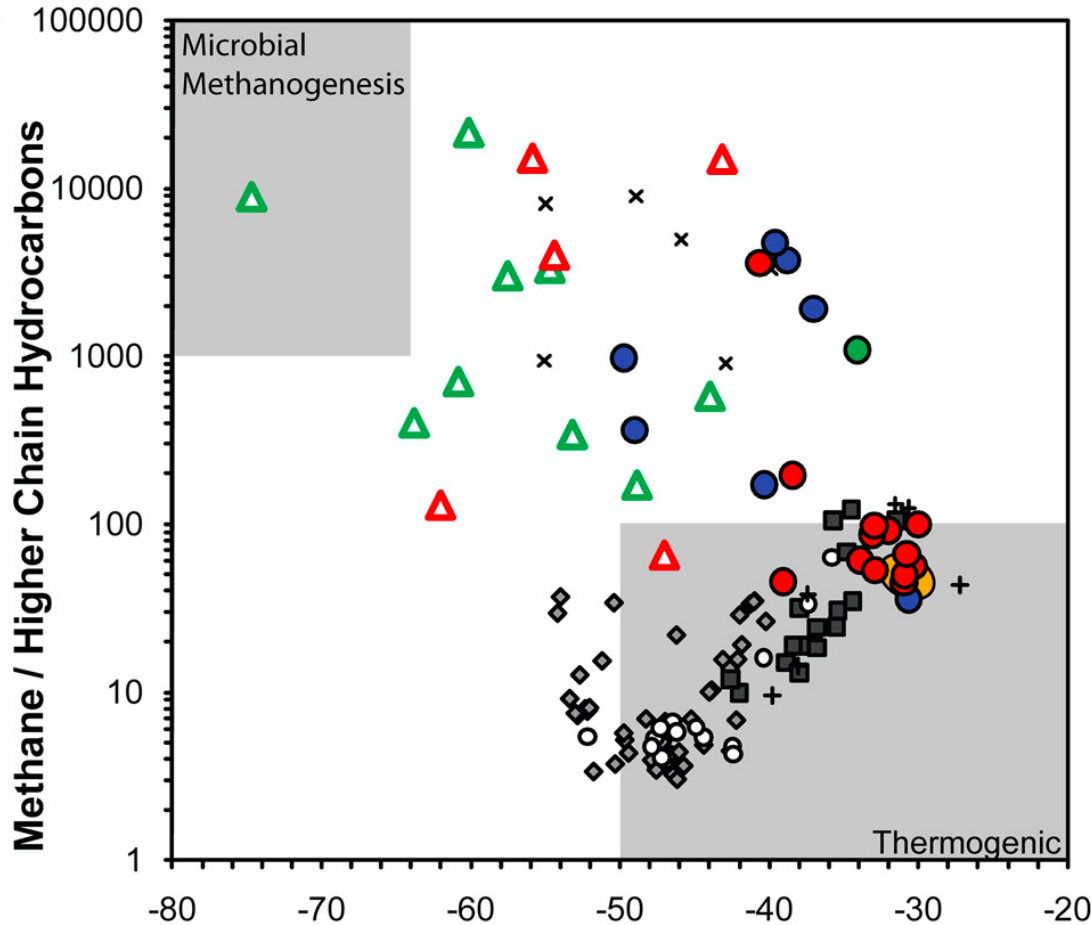


Financement et produits attendus

- ▶ Le CÉES (Comité Évaluation Environnementale Stratégique) a mandaté l'étude, l'une parmi les 72 financées (<http://ees-gazdeschiste.gouv.qc.ca/>) ;
- ▶ Le financement est 2/3 Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et 1/3 Fonds de Recherche Québec Nature et Technologie (*Appui aux réseaux d'innovation*).
- ▶ Rapport à remettre fin Août 2013 au CÉES. Données publiables ensuite dans des journaux scientifiques.



Méthane, alcanes C2, C3 et isotopes



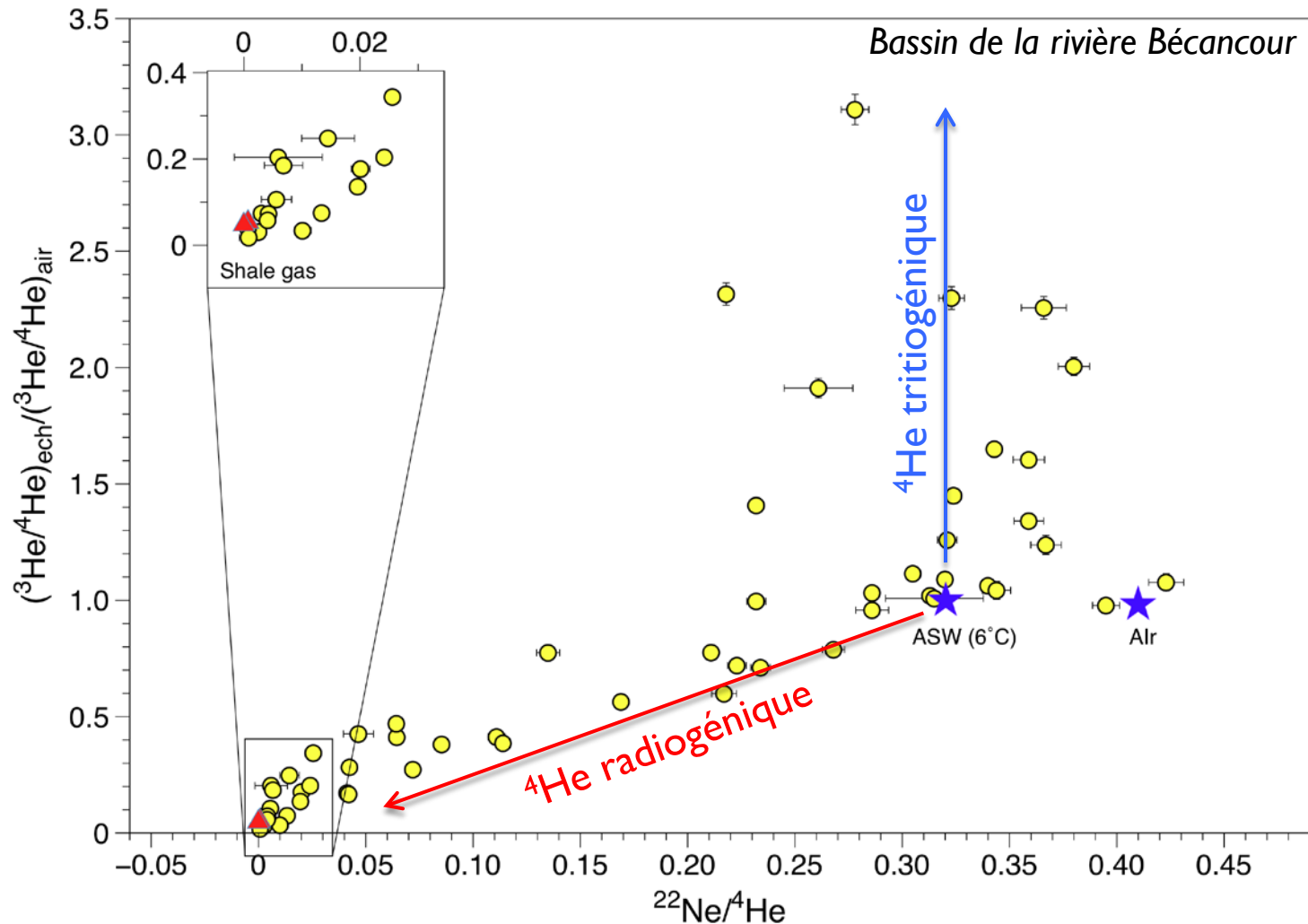
$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{ech}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{std}}} - 1 \times 1000$$

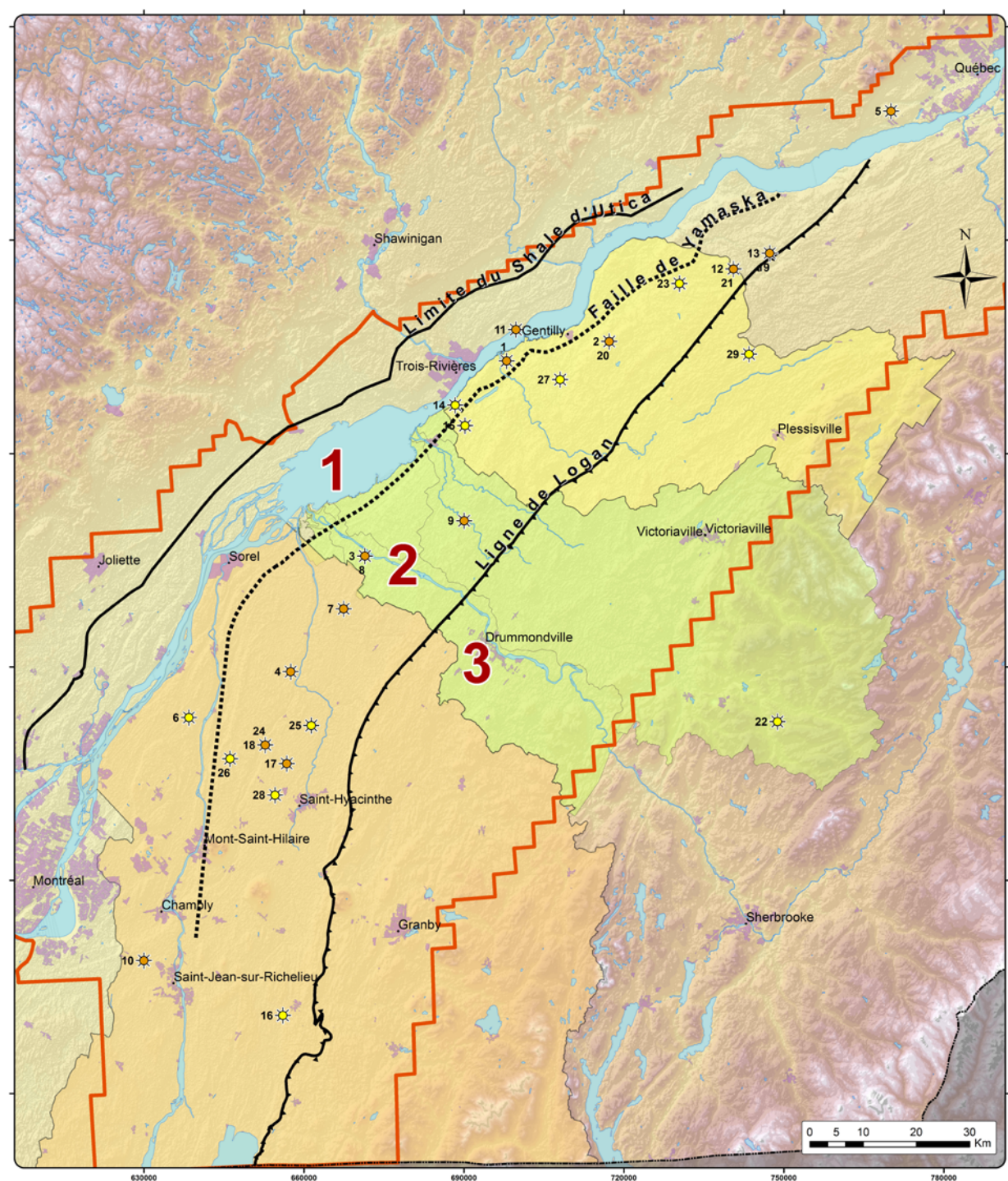
CH_4 (méthane ou « dry gas »)

C_2H_6 (éthane « wet gas »)

C_3H_8 (propane « wet gas »)

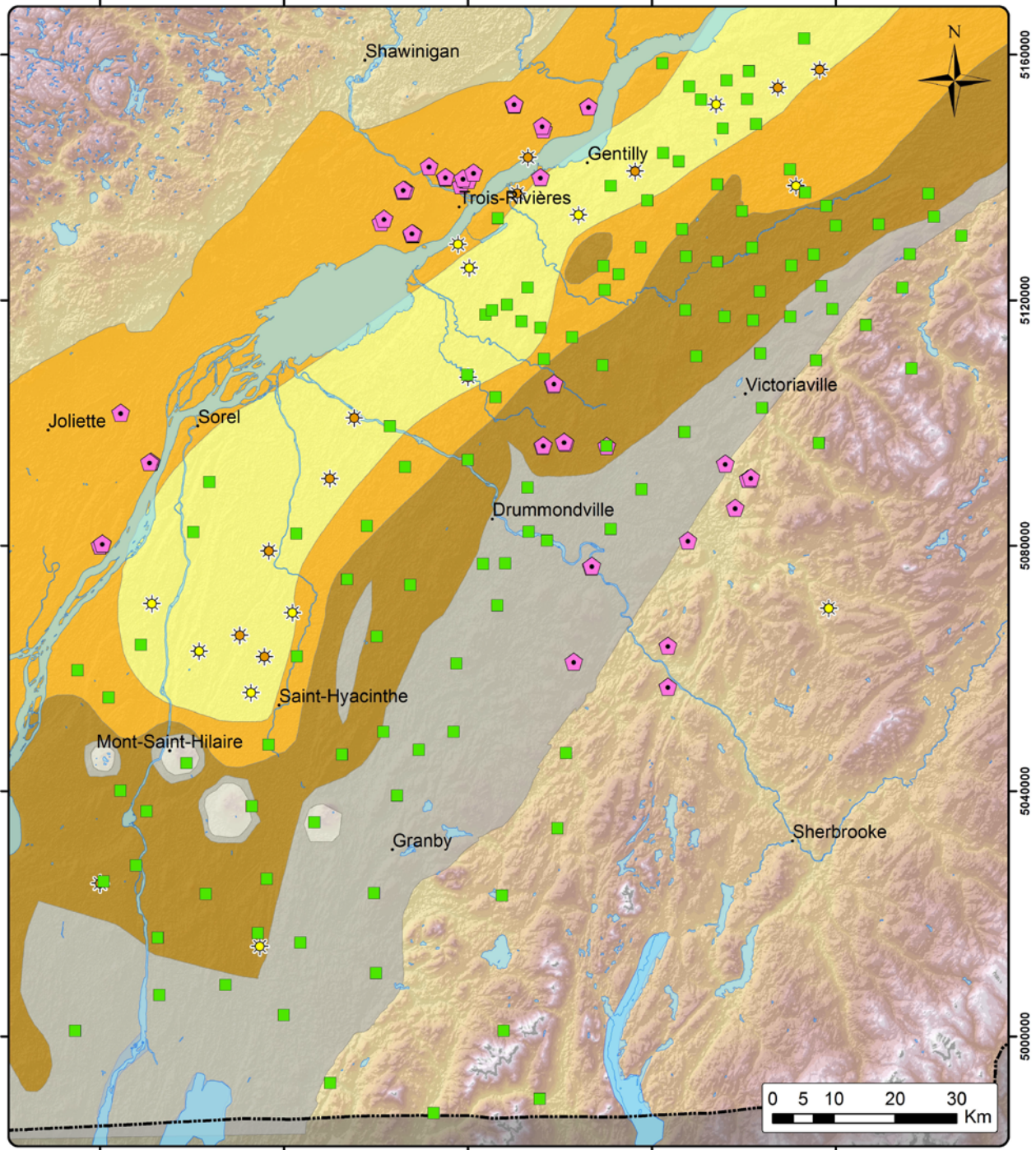
Gaz rares (He, Ne, Ar, Kr, Xe, ^{222}Rn)





Légende

- Villes
- Forages gaziers**
- Fracturation**
 - ☀ Non
 - ☀ Oui
- Limites des couloirs**
 - Limite du Shale d'Utica
 - ⋯ Faille de Yamaska
 - Ligne de Logan
 - ▭ Zone à potentiel de gaz de shale
- Agglomération**
- Étendu d'eau**
- Montérégie-Est**
- Nicolet - Saint-François**
- Bécancour**
- Élévation (m)**
 - 551 - 600
 - 501 - 550
 - 451 - 500
 - 401 - 450
 - 351 - 400
 - 301 - 350
 - 251 - 300
 - 201 - 250
 - 151 - 200
 - 101 - 150
 - 50,1 - 100
 - 0,5 - 50



Légende

- Puits Échantillonnés
- ⬠ Cibles 2013

Maturation thermique

- Huile
- Condensé
- Gaz sec
- Anchizone
- Epizone

Forages gaziers

- ☀ Non fracturé
- ☀ Fracturé

Contact avec les populations et les municipalités

- ▶ 116 puits échantillonnés ;
- ▶ 5% de refus ;
- ▶ Approche très variée des usagers : préoccupation envers l'environnement à intérêt pour l'exploitation ;

Comment participer au projet?

Le projet d'évaluation de la présence du gaz à l'état naturel dans l'eau souterraine nécessitera la collaboration des résidents des régions de la Montérégie, du Centre-du-Québec et de de la MRC de Lotbinière.

Les résidents pourront contribuer directement au projet en autorisant l'accès à leur puits pour l'échantillonnage d'eau souterraine.

Pour avoir plus d'information contacter Diogo Barnetche, Agent de recherche – UQAM barnetche.diogo@uqam.ca.



POUR NOUS JOINDRE

UQAM

Université du Québec à Montréal
Département de Sciences de la
Terre et de l'atmosphère

Diogo Barnetche
Agent de recherche
barnetche.diogo@uqam.ca

Comité de l'évaluation
environnementale stratégique
sur le gaz de schiste

ees-gazdeschiste.gouv.qc.ca

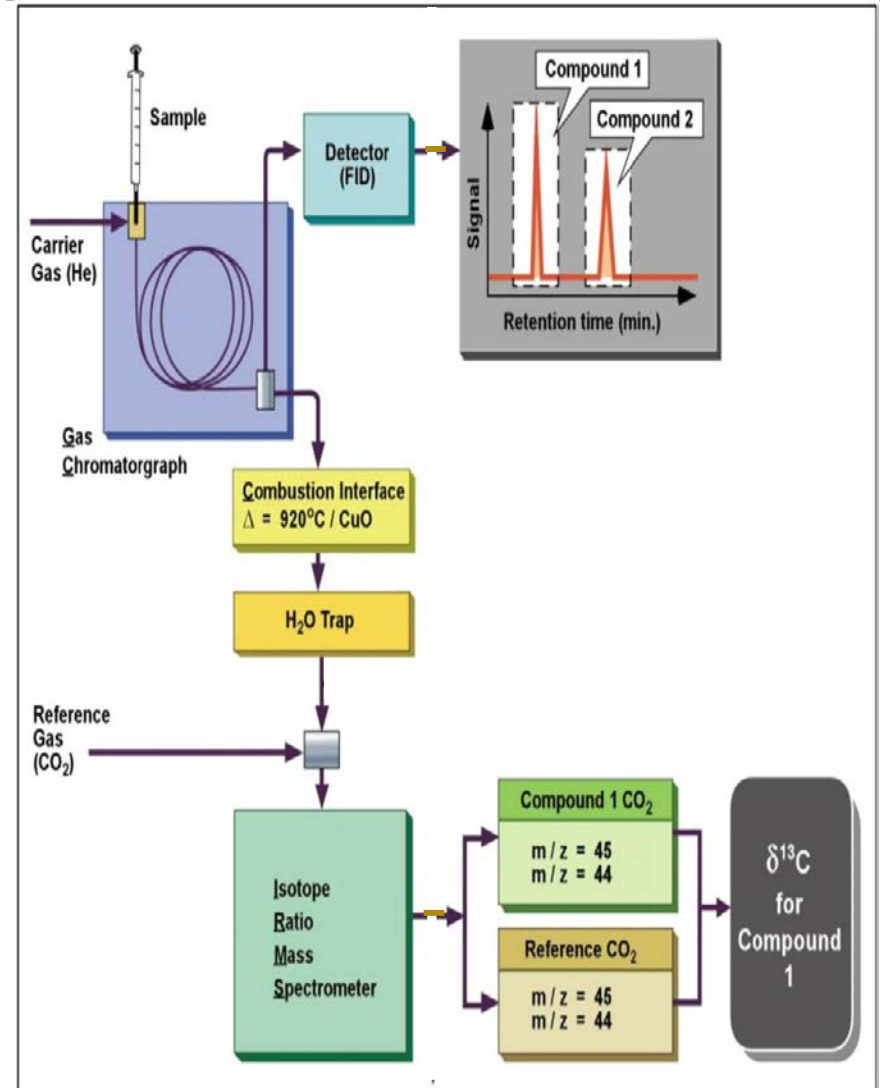
Echantillonnage des alcanes

- ▶ Echantillonnage pour concentration et $\delta^{13}\text{C}$;
- ▶ Quatre bouteilles échantillonnées par puits ;
- ▶ Echantillons conservés avec du HCl.



Analyse des alcanes

- Gaz extraits par la méthode “headspace”
- Injection et analyse des gaz par GC-FID et GC-C-IRMS



► *Kampbell et al. 1998*

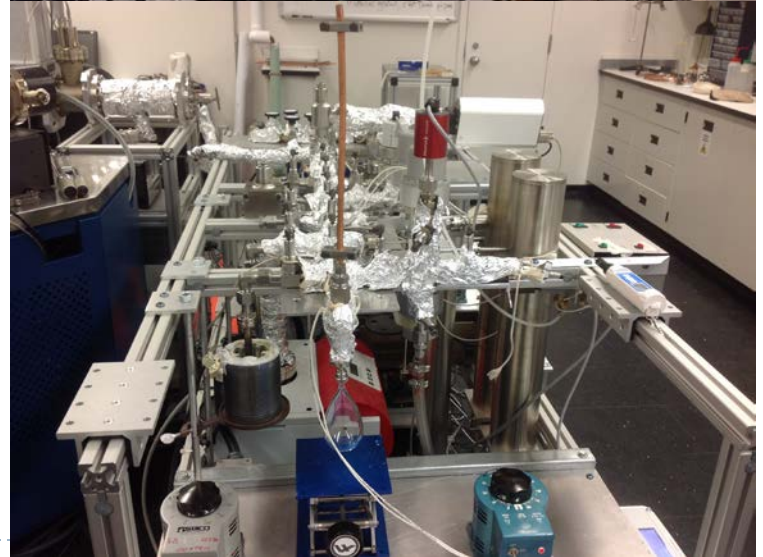
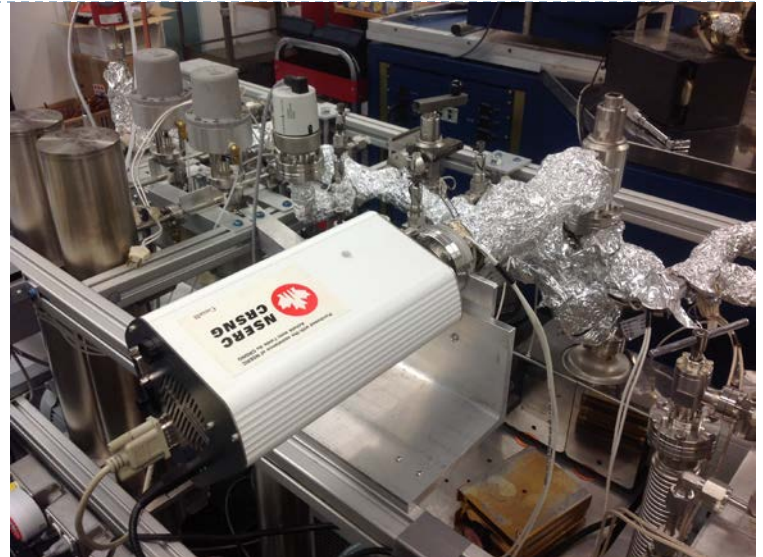
Échantillonnage des gaz rares

- ▶ Échantillonnage à la tête des puits ou à l'entrée des maisons ;
- ▶ Flux continu dans des tubes de cuivre de 14 cc ;
- ▶ Deux échantillons par puits ;



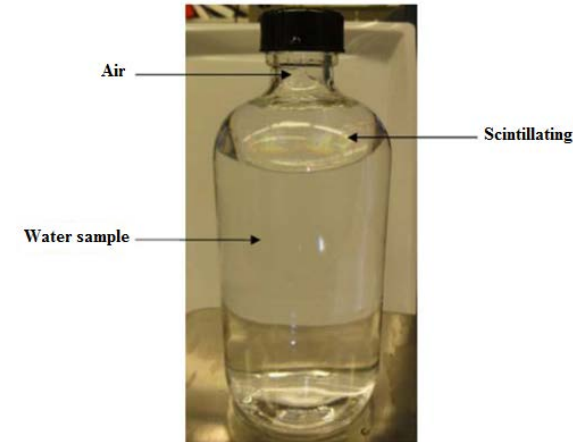
Analyse des gaz rares

- ▶ Extraction et purification « on-line » ;
- ▶ Analyse par QMS (max 2 par jour) ;
- ▶ Standard d'air purifié ;
- ▶ Isotopes mesurés : ^4He , ^{22}Ne , ^{36}Ar , ^{40}Ar , ^{84}Kr et ^{132}Xe ;
- ▶ Erreur analytique sur les analyses $< 0.1\%$;
- ▶ Erreur totale $< 2-3\%$ sur la concentration ;

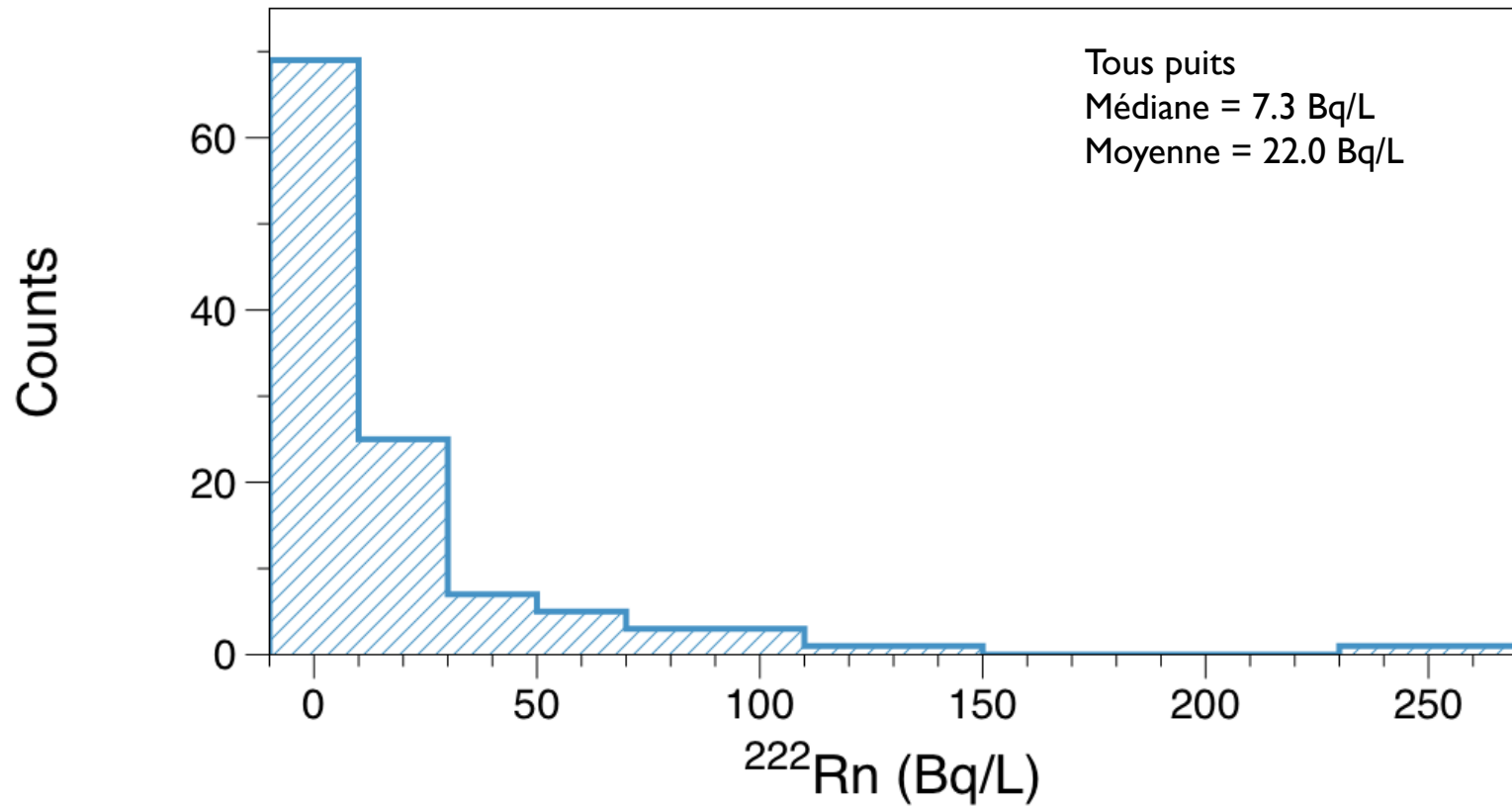


Échantillonnage et analyse de ^{222}Rn

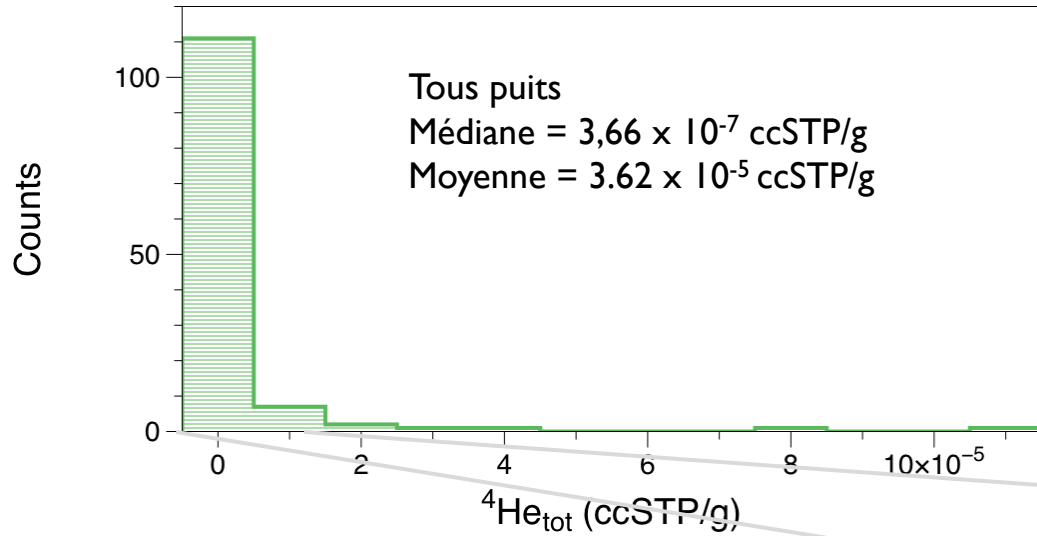
- ▶ Échantillonnage dans bouteilles de verre de 250cc;
- ▶ Précautions pour pas dégazer ;
- ▶ Analyse par méthode d'extraction ;
- ▶ Mesure par scintillation liquide (HIDEX SL-300) ;
- ▶ Limite de détection 0.12 Bq/L et 4% incertitude ;



Résultats : activités de ^{222}Rn

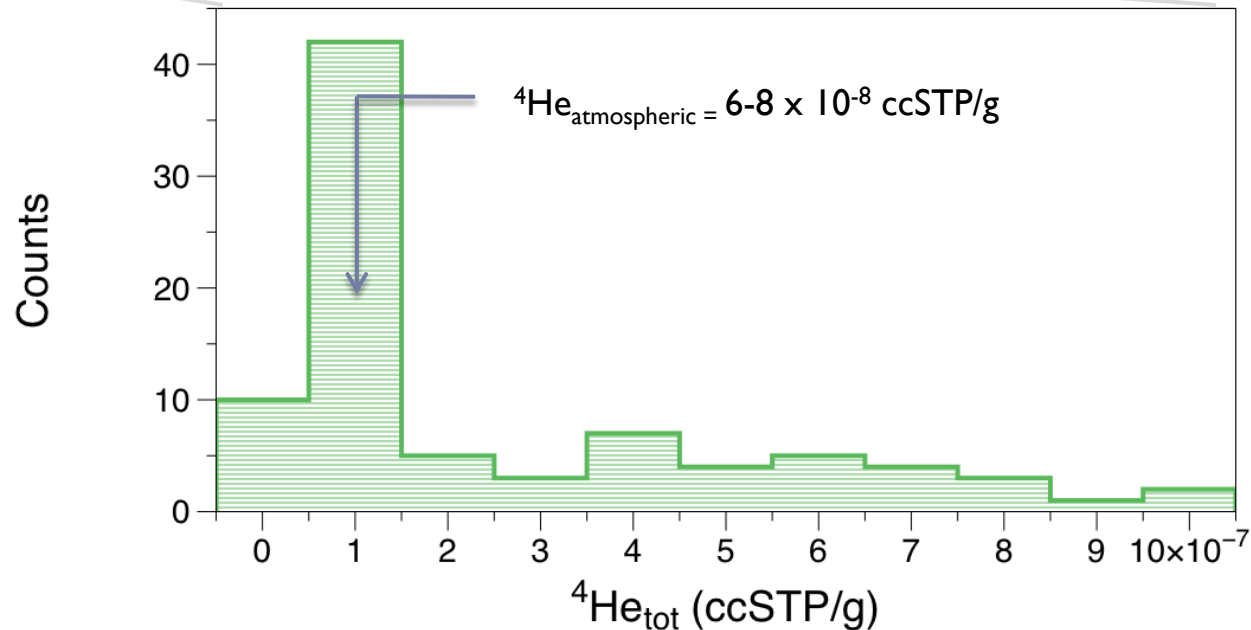


Résultats : concentration de ^4He

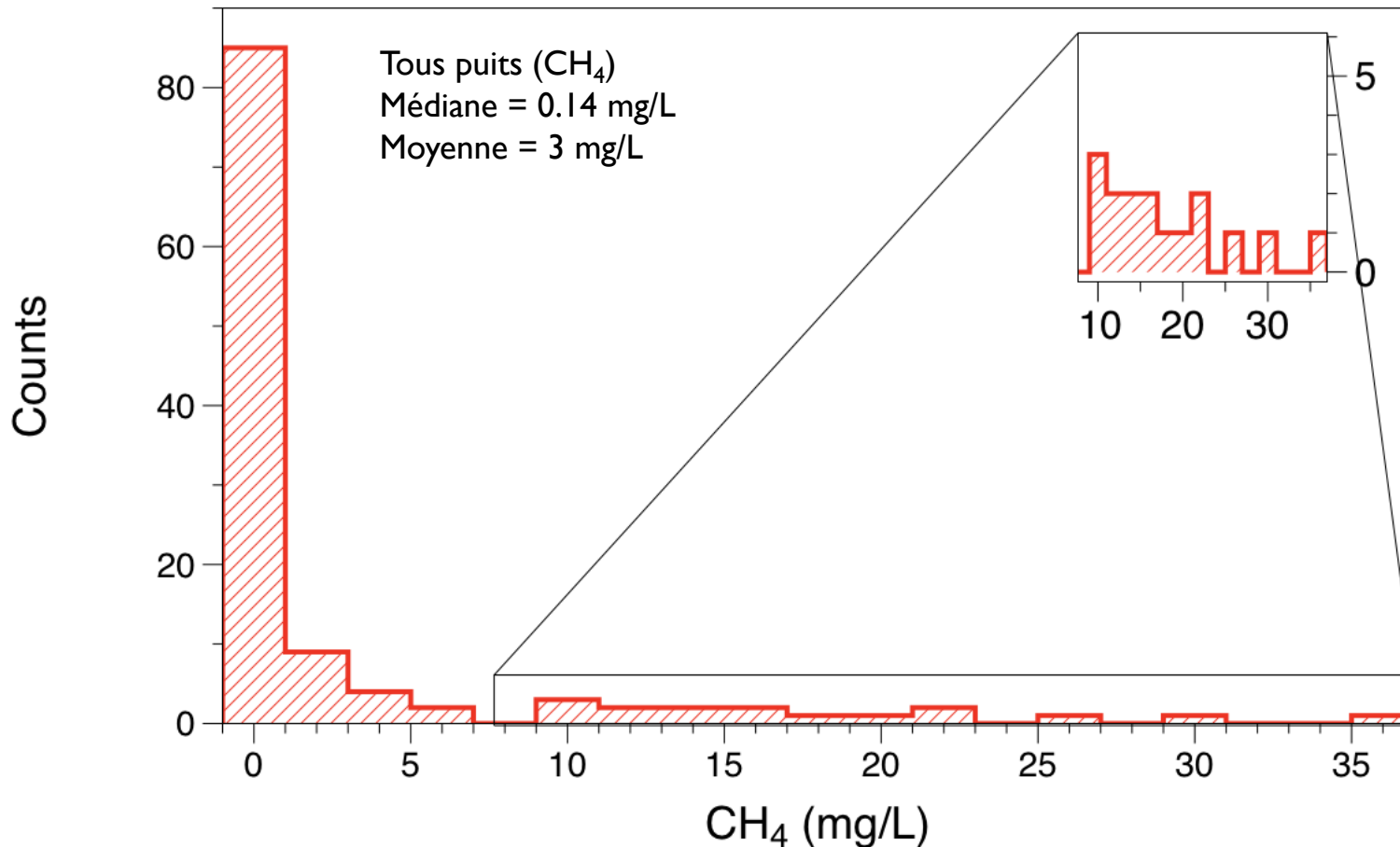


•30% des échantillons contiennent du ^4He atmosphérique.

•70% contiennent ^4He radiogénique ayant des concentrations jusqu'à 4 ordres de magnitude supérieures à l'atmosphérique.



Résultats : concentrations de méthane

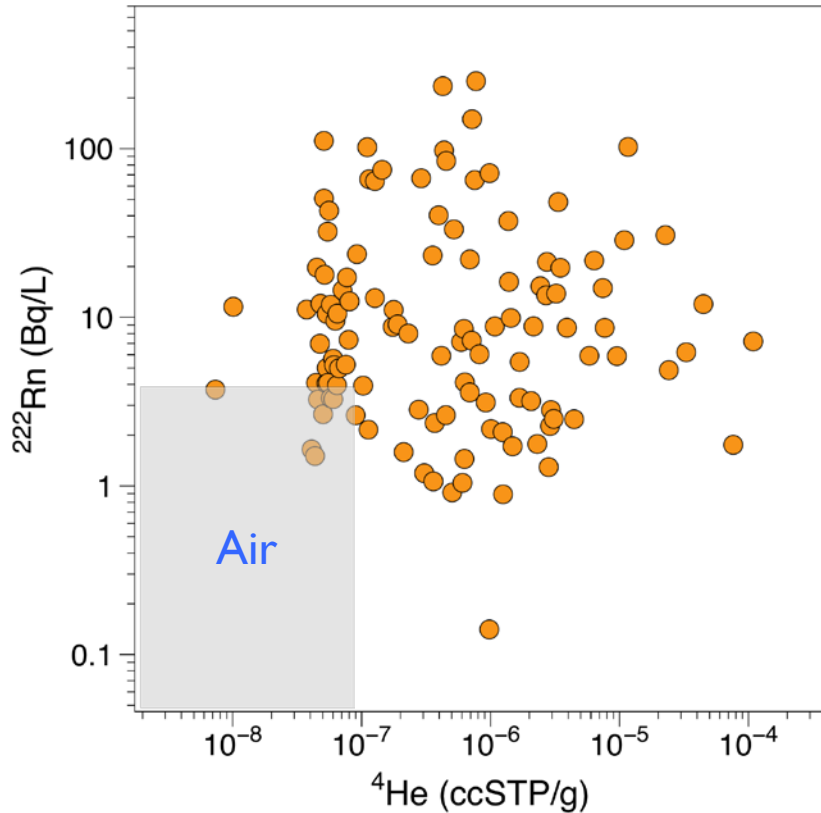


C₂H₆ (éthane)
Médiane = $3,6 \times 10^{-4}$ mg/L
Moyenne = $7,3 \times 10^{-3}$ mg/L

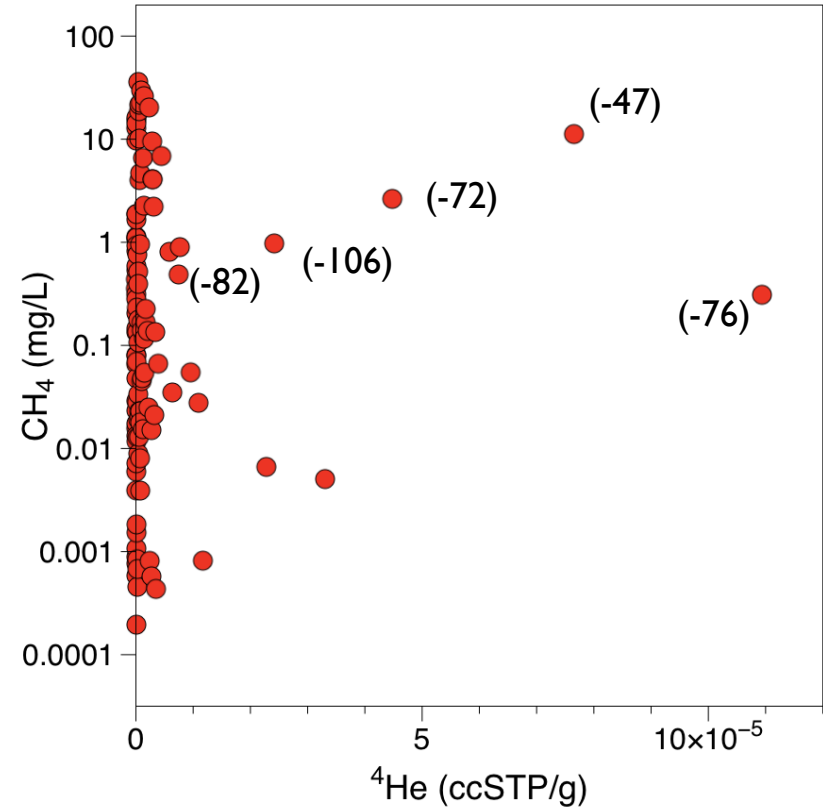
C₃H₈ (propane)
Médiane = $2,7 \times 10^{-4}$ mg/L
Moyenne = $5,3 \times 10^{-4}$ mg/L



Exemple de relations entre les espèces gazeuses



Découplage entre Rn et He (même père radioactif U) ; Rn contrôlé par la lithologie locale.



Relations contrastées entre He et CH_4 (valeurs de $\delta^{13}\text{C}$).



Travaux à venir

- ▶ Compléter l'échantillonnage en ajoutant 16 nouveaux puits sur la rive nord aux 116 puits déjà échantillonnés et analysés ;
- ▶ Echantillonner des volumes d'eau plus grands (4 litres) dans les puits montrant les anomalies de CH_4 pour obtenir des concentrations et des rapports isotopiques mesurables de C_2H_6 et C_3H_8 ;
- ▶ Interprétation exhaustive des résultats et production de cartes d'anomalies.



Remerciements

- ▶ Sur le terrain : Mina Ibrahim, Christine Boucher, Xavier Malet, Marion Saby, Pauline Méjan, Antoine Armandine, Arisai Valadez.
- ▶ Au laboratoire : Arisai Valadez, Laura Bouvier
- ▶ Fonds de recherche :
 - ▶ FRQNT - Appui aux réseaux d'innovation
 - ▶ CÉES – Ministère du développement durable, Environnement Faune et Parcs

*Fonds de recherche
Nature et
technologies*

Québec 

*Développement durable,
Environnement,
Faune et Parcs*

Québec 
