

SÉQUESTRATION GÉOLOGIQUE DU CO₂
CHAIRE DE RECHERCHE

INRS
Université d'avant-garde



Travaux de géochimie de surface, zones de Bécancour et

Saint-Marie-de-Blandford, 2013

Par

Jean-Christophe Aznar et Michel Malo

Rapport de recherche R-1555

Institut national de la recherche scientifique – Centre Eau Terre Environnement, 490 de la Couronne, Québec, Qc, G1K 9A9

Téléphone : (418) 654-2535 ; Télécopieur : (418) 654-2600 ; Site internet : chaireco2.ete.inrs.ca

Sommaire

Contexte4

Résultats7

Conclusion.....11

Références11

Contexte

L'INRS a obtenu du financement en appui à une chaire de recherche du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), chaire qui est administrée par l'INRS et qui comprend un projet de recherche sur la géochimie des sols. Cette chaire est dirigée par le professeur Michel Malo du Centre Eau Terre Environnement.

La surveillance environnementale des sites de stockage géologique du CO₂ (SGC), limitée initialement à la simple surveillance des niveaux de CO₂ dans l'atmosphère, est vite devenue un des enjeux majeurs des recherches en géochimie de la Chaire. La réalisation de tous projets industriels et en particulier des projets de SGC est effective uniquement s'ils sont acceptés socialement, c'est-à-dire s'ils ont la faveur des populations, des organismes régulateurs (comme le MDDEFP), des instances juridiques et politiques. L'acceptation sociale est aussi reliée à la définition du risque de l'activité et de sa gestion.

La SGC est encore largement méconnue du public et les applications effectives du procédé encore rares à l'échelle mondiale. Une démonstration claire qu'ils sont efficaces et sans danger pour les populations et l'environnement est donc plus que nécessaire. La confiance et l'adhésion des différents acteurs s'obtiennent par l'information concernant le procédé mais surtout grâce à la surveillance approfondie de l'environnement et la communication transparente des résultats de ces suivis.

La mesure des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère, bien que nécessaire, s'est vite révélée insuffisante. La Chaire du MDDEFP à l'INRS, a adopté une approche approfondie et élargie permettant l'installation d'un futur réseau de surveillance optimisé pour contrôler l'activité industrielle s'il y avait lieu. Cette approche est aussi celle retenue ailleurs dans le monde pour les

projets de SGC. L'effort porte aussi sur la généralisation géographique des méthodes. Mises au point dans la région pilote de Bécancour, elles sont pensées pour être optimisées et transposables ailleurs au Québec.

De la caractérisation environnementale à l'implantation d'un réseau de surveillance

PHASE 1 Échantillonnage régional avant injection

- **mesure de valeurs de référence**
- **identification de zones sensibles**
- **identification des méthodes et des variables d'intérêt**

PHASE 2 Échantillonnage local avant injection

- **caractérisation fine des zones sensibles définies lors de la phase 1**
- **échantillonnage en « profondeur »**

PHASE 3 Surveillance pendant et après l'injection

- **stations fixes de surveillance optimisée**
- **surveillance régionale complémentaire**

Figure 1. Phases du projet. La démarche adoptée vise à la mise en place d'une surveillance efficace et optimisée de l'activité de SGC.

La surveillance et la gestion du risque efficaces et optimisées des activités de SGC nécessitent de réaliser un nombre important de travaux avant toute injection de CO₂ (Fig.1). Il s'agit dans une première phase de définir des valeurs de référence (« baseline ») qui permettront dans le futur, par comparaison, de vérifier que l'environnement (l'air, les sols, l'eau) n'est pas affecté par l'activité de stockage du CO₂ en profondeur. Les mesures sont, à cette étape, réalisées à un

niveau régional, sur l'ensemble de la zone géographique concernée (8 km par 10 km dans notre cas). Cette première étape initiée en 2010 s'est poursuivie jusqu'en 2013.

Les données recueillies pendant cette première étape doivent permettre également de définir des zones « sensibles » où devraient se concentrer les efforts de surveillances par la suite (phase 2). Ces sites guideront l'implantation des futures stations de surveillance (phase 3).

Comme évoqué ci-dessus la surveillance efficace des activités de SGC ne peut pas s'articuler sur la mesure unique des concentrations de CO₂ dans l'air. Il est attendu qu'un apport massif de CO₂ modifierait des caractéristiques importantes de l'environnement. Ces effets secondaires sont donc également à considérer. La surveillance envisagée tient compte de ces effets potentiels sur les sols, les aquifères et les eaux superficielles.

Un autre point important est que la mesure de la concentration en CO₂ anormalement élevée dans l'air permettrait d'identifier une fuite mais ne permettrait pas de la prévoir. L'anticipation de problèmes potentiels est pourtant la clef d'une gestion du risque efficace et donc d'une protection réelle des populations et de l'environnement. Il existe des solutions. Il a par exemple été démontré que la mesure de traceurs, comme pour les gaz rares (Ar, Kr, He,...), permet théoriquement de détecter des problèmes de fuites avant toute remontée massive de CO₂. La surveillance des gaz rares est donc un volet qui a été ajouté au projet de surveillance de l'environnement des sites de SGC.

L'essentiel du levé géochimique régional dans la région de Bécancour a été effectué de 2011 à 2012. Des anomalies (plus fortes concentrations) de gaz ont été détectées dans les sols sans qu'il soit possible d'identifier leur origine (Aznar et al., 2013). Les travaux engagés en 2013 dans le

secteur de Bécancour cherchaient à produire des données pour discriminer deux hypothèses alternatives:

- Les gaz proviendraient de sources profondes et remonteraient en surface via des réseaux de failles et de fractures;
- Les gaz recueillis ont une origine superficielle (sols superficiels ou formations géologiques sous-jacentes).

Pour tester la seconde hypothèse, un échantillonnage des hydrocarbures gazeux a été organisé en fonction des différentes formations géologiques en surface.

Les techniques d'échantillonnage sont les mêmes que celles utilisées au cours de l'année 2012 (Aznar et al. 2013).

Résultats

L'échantillonnage des hydrocarbures gazeux dans la région de Bécancour permet de fournir des valeurs de référence qui pourront être utilisées dans le futur pour juger de changements (Tableau 1). Ces changements pourraient être imputés par exemple à des activités industrielles. Le grand nombre de sites échantillonnés permet de penser que la population statistique étudiée doit relativement refléter bien les vraies variabilités.

Table 1. Valeurs de référence pour les concentrations d'hydrocarbures gazeux dans les sols de la région de Bécancour. Les moyennes et les écart-types ont été calculés sur les logarithmes des concentrations (moyenne et écart-type géométrique). Les valeurs du 95^{ème} et du 99^{ème} percentile permettent d'identifier une concentration anormale.

	N	Moyenne	STD	Médiane	p95***	p99***	Min	Max
CH ₄ (ppm)	1624	28.8	2.5	14	59	460	0	401249
éthane (ppb)	1624	182	4.3	84	1751	6904	0	84284
propane (ppb)	1624	68	4.7	21	829	3189	0	35104
i_Butane (ppb)	1624	24	4.0	0	142	547	0	6051
n_Butane (ppb)	1624	25	4.2	0	169	814	0	11132

*** 95^{ème} et 99^{ème} percentiles

En 2013, 135 sites ont été échantillonnés au sud-ouest de la zone échantillonnée en 2011 et 2012

(Figure 1).

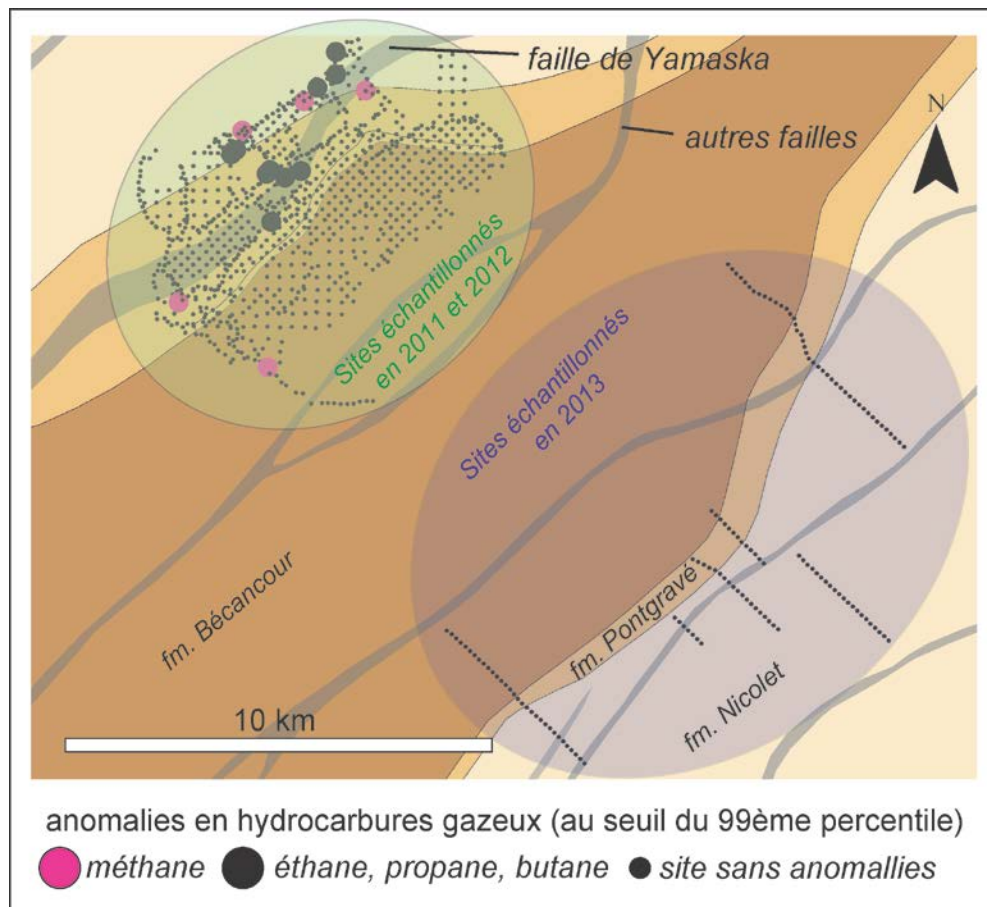


Figure 1. Anomalies en méthane, éthane, propane et butane dans la région de Bécancour. Les anomalies sont les concentrations supérieures au seuil du 99^{ème} percentile. La géologie provient des travaux de Globensky (1987). Les failles (lignes grisées) sont les projections verticales des discontinuités observées au sommet du Trenton (Soquip, 1984).

L'échantillonnage a été réalisé sur 6 transects perpendiculaires aux structures géologiques afin de vérifier l'hypothèse d'une relation entre la présence d'anomalies en hydrocarbures gazeux (éthane, propane et butane) et les formations géologiques du Groupe de Lorraine (formations de Nicolet, de Pontgravé et de Bécancour). Au seuil du 99^{ème} percentile, aucune concentration anomalique n'a été détectée pour les sites situés les plus au sud. Les résultats obtenus ne permettent donc pas de supporter l'hypothèse d'une influence de la composition des formations géologiques sur la présence d'anomalies en hydrocarbures gazeux dans les sols.

Des facteurs confondants (comme les propriétés du sol, le contexte météorologique, la distance aux routes, la présence de puits d'exploration...) ont été testés pour expliquer la présence des anomalies. Aucun ne pouvait expliquer une part significative des résultats obtenus (Aznar et al. 2013). Un effet de temps (concentrations plus faibles en 2013 qu'en 2011 et 2012) pourrait aussi être proposé pour expliquer l'absence d'anomalies au sud. Cependant, des mesures répétées sur des stations fixes effectuées ont montré que les concentrations en hydrocarbures gazeux étaient les mêmes qu'en 2011 et 2012.

Le seuil retenu pour considérer qu'une forte concentration est anomalique ou non, peut potentiellement influencer les interprétations. Au seuil du 95^{ème} percentile, des anomalies apparaissent dans la zone sud mais on note qu'elles ne sont pas associées spécifiquement à certaines formations géologiques (Figure 2).

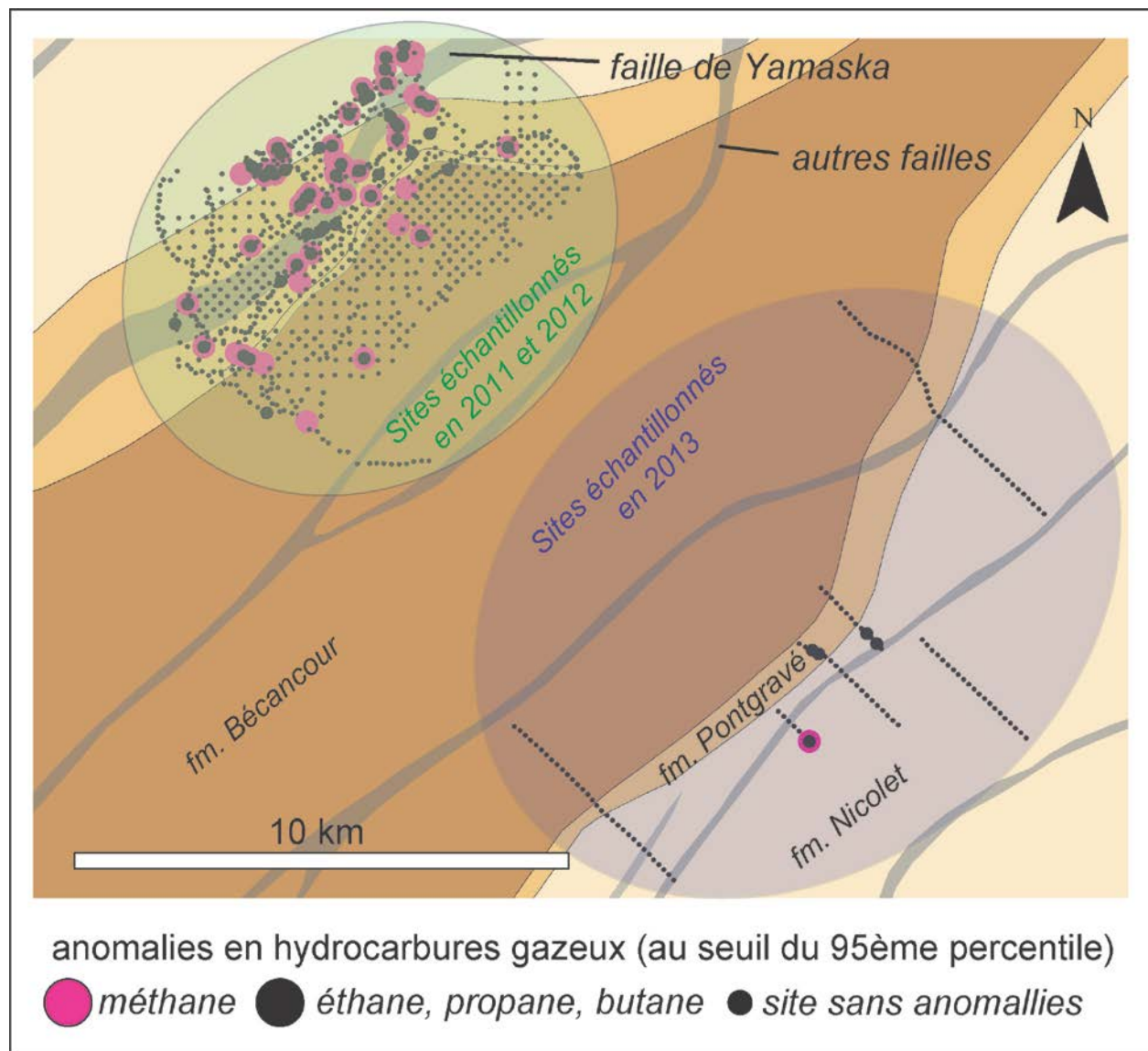


Figure 2. Anomalies en méthane, éthane, propane et butane dans la région de Bécancour. Les anomalies sont les concentrations supérieures au seuil du 95^{ème} percentile. La géologie provient des travaux de Globensky (1987). Les failles (lignes grisées) sont les projections verticales des discontinuités observées au sommet du Trenton Soquip (1984).

Lorsque l'on considère les trois années d'échantillonnage, on voit que les anomalies en gaz au seuil du 95^{ème} percentile sont rencontrées aussi bien dans les formations de Bécancour, que de Pontgravé et de Nicolet.

Conclusion

Les données recueillies en 2013 ne permettent pas de supporter l'hypothèse que les gaz recueillis dans les sols ont pour origine les formations géologiques sous-jacentes. Les anomalies observées en 2013 au seuil du 95^{ème} ou du 99^{ème} percentile ne sont pas plus fréquentes dans les différentes formations du Lorraine (Pontgravé, Bécancour ou Nicolet).

Les valeurs de référence inscrites dans le tableau 1 peuvent être utilisées pour juger de la présence anormale de méthane, d'éthane, de propane, ou de butane dans les sols de la région.

Références

Aznar, J.-C., M. Malo, et H. Paucar. 2013. Séquestration géologique du carbone. Mesures préliminaires des gaz de sols de la région de Bécancour. Établissement de valeurs de référence. Identification des zones de surveillance. Rapport INRSCO2-2013-V2.16. Institut national de la recherche scientifique, Québec, R-1435, 96 p.

Globensky, Y. 1987. Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. MM 85-02. 63 p.

SOQUIP (Société québécoise d'initiatives pétrolières). 1985. Carte structurale du socle (Basses-Terres du Saint-Laurent). Ministère des Ressources naturelles du Québec, DP 84-32.

