

Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation

Composante de recherche et de
développement

Rapport public

Projet : CCSE048

Surveillance du confinement de surface pour le captage et le
stockage du carbone

Table des matières

1	Survol du projet.....	3
2	Sommaire	3
3	Introduction	4
4	Contexte	6
5	Objectifs	8
5.1	Objectif 1	8
6	Résultats du projet	11
6.1	Réalisations du projet	11
6.1.1	Réalisation 1 – Technologie mobile des levés ExACT	11
6.1.2	Réalisation 2 – Recommandations relatives à la surveillance, la vérification et la comptabilité	11
6.1.3	Réalisation 3 – Application régionale de la technologie avec les partenaires.....	11
6.2	Avantages	11
6.2.1	Avantage 1 –Programmes de surveillance rationalisée du captage, de l’utilisation et du stockage du carbone	12
6.2.2	Avantage 2 – Comprendre les schémas et les incidences des émissions	12
6.2.3	Avantage 3 – Expertise interne	13
6.2.4	Avantage 4 – Participation	13
6.2.5	Avantage 5 – Soutenir le développement durable.....	13
6.2.6	Avantage 6 – Application et exportation des connaissances	13
6.3	Objectifs du développement de la technologie et des connaissances	13
6.4	Défis et obstacles.....	15
6.4.1	Défi et obstacle 1 – Développement technique d’ExACT	15
6.5	Analyse comparative entre les sexes.....	15
7	Conclusion et suivi.....	15
7.1	Prochaines étapes.....	16

1 Survol du projet

Titre du projet	Surveillance du confinement de surface pour le captage et le stockage du carbone
Numéro d'identification du projet	CCSE048
Promoteur	Université Saint Francis Xavier
Nombre de partenaires participants	8
Points saillants du projet	<ul style="list-style-type: none">○ Mise au point d'une nouvelle technologie de détection des émissions sur plateforme qui peut être appliquée non seulement pour la surveillance des suintements du CO₂ et la récupération assistée des hydrocarbures, mais également pour la détection rapide des émissions fugitives ou rejetées dans l'air.○ Grâce à la sensibilisation et aux projets de collaboration supplémentaires, nous avons augmenté considérablement la portée géographique et le nombre de collaborateurs.○ Nous avons appliqué la technologie dans de grandes campagnes régionales de mesure des émissions en Saskatchewan pour le bénéfice de nombreux intervenants du gouvernement et de l'industrie. Nous avons également exécuté des campagnes « miroirs » financées à l'externe, dans d'autres provinces et pays.
Date de soumission à RNCan	

2 Sommaire

Dans l'industrie de l'énergie, le développement durable est plus important que jamais. En partenariat avec le ministère de l'Environnement de la Saskatchewan, SESAA, Cenovus Energy Inc. et Altus Geomatics, nous avons mis au point et utilisé une technologie de détection des émissions dans le sud-est de la Saskatchewan afin de relever les défis relatifs à la détection et à la surveillance de fuites fugitives de pétrole et de gaz à grande échelle de manière transparente et très visible.

Le projet effectué en Nouvelle-Écosse et en Saskatchewan comportait deux phases. Les objectifs de la phase I étaient de formuler des recommandations claires relativement à la surveillance, la vérification et la comptabilité (SVC) de surface, en mettant l'accent en particulier sur les techniques pouvant être appliquées à des échelles géographiques et d'empreintes plus grandes. La phase II a bénéficié d'une technique mobile primée d'émissions fugitives installée sur le châssis d'un camion que nous avons mis au point au début du projet.

Nous avons utilisé ce système dans la phase II afin d'exécuter des levés régionaux qui pourraient soutenir le développement propre dans une région soumise à une pression intense liée au développement, d'améliorer la performance environnementale des exploitants qui participent aux travaux et de maximiser les possibilités en matière de sensibilisation et de partenariats. Nous avons atteint les objectifs généraux que nous nous étions fixés pour le projet.

En plus d'avoir atteint les objectifs du projet, les organismes de réglementation assimilent actuellement les renseignements que nous avons recueillis afin de comprendre les schémas des émissions fugitives et rejetées dans l'air dans le territoire relevant de leur compétence (en fonction, entre autres, du type, de l'âge et du propriétaire de l'infrastructure qui rejette les émissions), ce qui les aidera à actionner les leviers politiques appropriés qui contribueront à atteindre les nouveaux objectifs relativement à la réduction des émissions. Ce projet a eu une grande incidence sur l'industrie en ce qui a trait à la mesure des émissions, ce qui ouvrira la voie à une meilleure gestion.

3 Introduction

Le projet CCE048 s'est déroulé en deux phases. La première phase a eu lieu d'avril 2012 à mars 2015 alors que la deuxième phase dite « d'amélioration » a commencé en avril 2015 et a pris fin en mars 2016. Le projet a été exécuté en Saskatchewan et en Nouvelle-Écosse.

Le projet s'articulait initialement autour de la détection de suintements aux sites de récupération assistée des hydrocarbures (RAH) comme moyen de stockage du CO₂ à l'aide de techniques de détection (appropriées) des grandes empreintes pour mesurer, surveiller et vérifier l'intégrité du stockage du CO₂. Le projet comprenait des thèmes de recherche de comparaison corrélative (comparaison des technologies) et des thèmes de développement (développement de technologies). La comparaison de diverses techniques de traceur de sol et d'eau souterraine pour la détection des suintements était l'un des résultats importants de la phase I. Nous avons constaté que certains traceurs étaient clairement supérieurs et les renseignements et justification ont fait l'objet de trois articles qui ont été publiés durant l'exécution du projet (Risk et al. 2013, Nickerson et Risk 2013, Risk et al. 2015), et qui ont tous utilisé le concept de rapport signal-bruit (RSB).

Mais c'est les thèmes sur le développement de notre projet qui ont progressé rapidement. Nous avons rapidement obtenu des succès dans le développement d'une nouvelle technologie de surveillance montée sur une plateforme de camion qui nous a aidé à déceler rapidement les émissions sur de grands sites. Cette technologie est semblable aux systèmes montés sur véhicule disponibles sur le marché, sauf que nous pouvons utiliser nos connaissances sur les rapports traceurs-gaz pour accroître considérablement la sensibilité et comprendre également quelles sources particulières sont impliquées. Du fait de sa mobilité, ce système de surveillance est de loin supérieur à la covariance des turbulences fixes et à d'autres techniques que nous avons commencé à utiliser dans le cadre du projet et qui mesurent seulement une

superficie de 1 km² environ. Alors que la covariance des turbulences est techniquement une technologie des grandes empreintes, l'échelle spatiale de la surveillance n'est pas suffisante pour un développement de 215 km². Puisque notre exploitant était emballé par le potentiel du système mobile, nous avons accordé la priorité à sa mise au point et à sa mise à l'essai. L'exploitant nous a fait part de ses commentaires et nous a accordé libre accès à son exploitation aux fins du développement. En même temps, nous lui avons fait connaître les schémas de ses émissions. Cette technologie s'est avérée être extrêmement efficace, car elle est 1) rapide et pratique, 2) elle ne s'applique particulièrement au CO₂, mais pourrait être appliquée aux émissions fugitives ou rejetées dans l'air et 3) parce que l'industrie et le gouvernement se sont prononcés en faveur de celle-ci. Dans bon nombre de cas, nous avons pu non seulement détecter les émissions fugitives et rejetées dans l'air par les activités d'exploitation de l'exploitant, mais également les émissions rejetées par les exploitants situés à proximité - et faire la distinction entre les émissions rejetées par l'exploitant X ou Y.

Comme on le verra dans la section suivante, une vision plus large, basée sur les résultats de la première phase a été adoptée dans la deuxième phase du projet dite « d'amélioration ». Cet élargissement portait à la fois sur la portée géographique et le type d'émissions. Nous avons ajouté d'autres partenaires ayant des intérêts dans la région, notamment la Southeastern Saskatchewan Airshed Association (SESSA), le Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan et Altus Geomatics qui ont fourni des ensembles de données utiles et une expertise sur le terrain. Nous avons mené de vastes campagnes de levés régionaux afin de comprendre les schémas des émissions fugitives. Les délais d'exécution de ces levés et du traitement des données ont été réduits compte tenu des échelles spatiales, là où nous avons fait le levé de huit blocs d'une superficie totale de 800 km², de 6 à 8 fois, durant deux saisons (été et automne). Ces levés ont été exécutés sur plus de plusieurs milliers de plateformes d'exploitation, et ce, de nombreuses fois. Après l'exécution de l'initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, nous avons continué à travailler sur ces résultats grâce à d'autres fonds que nous avons réussi à obtenir. Les résultats des campagnes de levés sont maintenant communiqués à quelques intervenants du projet. Nous nous sommes engagés à partager les résultats avec le plus grand nombre lors de la réunion d'automne de l'American Geophysical Union qui s'est tenue à San Francisco en décembre de cette année. Les intervenants, y compris RNCAN, auront l'occasion de voir les résultats finaux à l'avance.

Après avoir exécuté nos premiers grands levés régionaux dans le sud-est de la Saskatchewan, l'intérêt venu de l'extérieur pour la technologie nous a conduit à travailler dans l'ensemble du continent (et à l'étranger). Ce projet, qui avait commencé en 2012 sur un site en Saskatchewan, s'est agrandi pour devenir une initiative multinationale. Nous avons ajouté au projet d'autres partenaires et collaborateurs. À la fin de la deuxième phase du projet et en utilisant une partie du financement parallèle que nous avons obtenu en raison de la portée du projet Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, nous avons utilisé la technologie avec de nombreux exploitants et entreprises de distribution. Nous avons également utilisé la technologie dans des projets présentant un intérêt régional, avec des organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, notamment avec Saskatchewan Environment and Economy, Environnement Canada, la Fondation David Suzuki et la Southeastern Saskatchewan Airshed Association

(SESAA). Nous effectuons actuellement des initiatives transfrontalières avec le National Energy Technologies Laboratory des États-Unis, au Marcellus Shale Energy and Environmental Laboratory et avec divers partenaires au Royaume-Uni. La technologie a également fait l'objet d'essais réussis pour des projets de sables bitumineux dans le cadre d'un projet parallèle d'un an de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation qui a pris fin récemment.

La réussite de notre projet et du développement de notre technologie est sans doute le mieux illustrée par le fait que nous avons remporté des prix pour la technologie durant l'exécution du Projet Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, notamment le Clean Air Leadership Award de la Southeastern Saskatchewan Airshed Association (remporté avec Cenovus Energy Inc.) et une mention honorifique dans la catégorie Best Oil and Gas Innovation of 2015 décernée par le Natural Resources Magazine (une nouvelle technologie minière mise au point par le conglomérat Vale). Nous avons également obtenu des fonds complémentaires de plusieurs sources pour des trousseaux de recherche particulière ou pour développer certains domaines d'application. Les résultats ont été de loin plus positifs que ce qui avait été initialement prévu. Nous n'avons publié qu'un article sur nos méthodes (Hurry et al. 2016), reflétant plus tôt une variante, mais d'autres articles seront publiés ultérieurement. Les publications ont été retardées en partie par le procédé relatif au brevet. Mais comme la demande de brevet est rendue publique, nous pourrions communiquer plus aisément un plus grand nombre de renseignements sur les algorithmes.

Les fonds que nous avons obtenus de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation de RNCAN nous ont permis de mettre au point une technologie qui pourrait amplifier les technologies actuelles de dépistage des émissions. La technologie EXACT contribue à réduire les incidences environnementales, car elle peut dépister plusieurs types d'émissions, les caractériser efficacement et en assurer la gestion. Dans le passé, il n'était pas possible ou rentable d'effectuer des levés sur des centaines de plateformes d'exploitation dans le cadre d'un développement. La technologie a une excellente incidence économique potentielle et le Canada possède une capacité réceptrice lui indiquant la réussite de la technologie sur le marché. Sur tous les aspects, nous sommes extrêmement satisfaits de ce projet qui cadre bien avec les objectifs du Canada en ce qui a trait aux sciences et à la technologie.

4 Contexte

La phase I de notre projet visait à tester le rapport signal/bruit (RSB) de diverses techniques de surveillance utilisées à Weyburn dans le cadre du programme de surveillance du gaz à effet de serre de Weyburn-Midale de l'Agence internationale de l'énergie, notamment les stratégies d'échantillonnage du gaz émanant du sol (CO_2 , $\delta^{13}\text{CO}_2$, $^{14}\text{CO}_2$) et les techniques du flux du CO_2 provenant de la surface du sol, améliorées dans certains cas avec des algorithmes de modélisation biologique pour la réduction du bruit afin d'améliorer le rapport signal-bruit. Mais l'exploitant s'intéressait en particulier aux techniques des grandes empreintes, qui n'ont pas été vraiment appliquées dans le programme de surveillance de Weyburn-Midale dans le cadre du programme de surveillance du gaz à effet de serre de l'Agence internationale de l'énergie.

Cette « lacune » concernant les grandes empreintes a directement entraîné le développement d'une plateforme mobile de mesure des émissions fugitives.

La phase II (amélioration) de notre projet a vu le jour parce que le sud-est de la Saskatchewan avait beaucoup progressé en ce qui a trait au captage du CO₂, au traitement en pipeline, au commerce et à l'utilisation. L'infrastructure et les pipelines étaient beaucoup plus abondants qu'au début de notre projet initial, mais excédaient la portée de phase I. En outre, les problèmes des émissions de H₂S, notamment les décès accidentels, ont commencé à affecter la région alors que l'exploitation du pétrole et du gaz avait augmenté avec le boom de Bakken et la récupération assistée des hydrocarbures. En arrière-plan, il y avait également les préoccupations croissantes au sujet de l'incidence du mode d'exploitation du méthane à Bakken. Le nombre de puits et d'activités de forage a fortement augmenté de 2011 à 2014 alors que la phase I du projet était mise en oeuvre. Puisque notre technologie pouvait être appliquée simultanément à tous les problèmes, l'objectif de la phase II était de générer une compréhension régionale plus vaste des émissions de plusieurs gaz et avec le soutien d'un groupe d'intervenants régionaux plus important, notamment la Airshed Association locale et le gouvernement de la Saskatchewan.

5 Objectifs

5.1 Objectif 1

L'objectif de la phase I de notre projet était de formuler des recommandations claires pour la surveillance, la vérification et la comptabilité de surface (SVC). Nous avons atteint cet objectif (tel que nous l'avions proposé) en plusieurs étapes :

Description : exploitation des données et réinterprétation des sources existantes.

- *Comment avons-nous atteint cet objectif* : Nous avons utilisé les ensembles de données provenant du programme de surveillance du gaz à effet de serre de l'Agence internationale de l'énergie, mais principalement de la recherche menée à Kerr où une large gamme d'indicateurs de suintement a été utilisée, et nous avons analysé de nouveau ces ensembles de données en ayant à l'esprit le rapport signal-bruit afin de déterminer quel gaz provenait du sol et quels traceurs seraient responsables du suintement.
- *Changements et justification* : Aucun changement notable
- *Incidence* : Nous avons publié trois articles évalués par des pairs qui fournissent des indications claires sur quels indicateurs sélectionner et comment les sélectionner (Risk et al. 2013, Nickerson et Risk 2013, Risk et al. 2015). Ces articles aideront les exploitants mais également les organismes de la réglementation à interpréter la légitimité des réclamations relatives aux fuites. En nous basant sur les données, nous avons démontré que les ensembles de données sur Kerr n'avaient pas été traités sérieusement parce que les indicateurs comportaient des lacunes. Ces articles contribueront à accroître la transparence et à définir les attentes. Ils pourraient également permettre de réduire la taille et le coût des programmes de surveillance des eaux de surface et souterraines tout en les rendant plus efficaces.

Description : Deux expériences d'une année complète chacune, ont été menées sur le terrain, l'une en Nouvelle-Écosse et l'autre dans l'Ouest canadien, afin de recueillir de nouvelles données sur les outils de SVC atmosphérique dans divers écotypes permettant de caractériser la composante bruit du rapport signal-bruit (RSB).

- *Comment avons-nous atteint l'objectif* : Nous avons mis au point notre technique mobile au moyen d'essais de mesure réguliers (et d'ajustements) dans les régions géographiques et durant toutes les saisons. Les différences dans la variation saisonnière et topographique nous ont permis d'élaborer une approche et une technologie applicables dans toutes les régions et durant toutes les saisons.
- *Changements et justification* : Initialement, nous avons proposé de recueillir les données au moyen d'instruments stationnaires comme la covariance des turbulences, ce que nous avons effectué en partie. Nous possédons des ensembles de données sur les deux régions que nous espérons publier un jour. Mais nous avons surtout axé notre travail de terrain sur la technique mobile parce que l'industrie nous a dit qu'elle était beaucoup plus utile et importante pour la surveillance, la vérification et la comptabilité.

- *Incidence* : La technologie que nous avons mise au point a une valeur, en particulier parce qu'elle peut être appliquée dans toutes les régions et durant toutes les saisons. Certaines personnes se rappellent sans doute que les recherches sur Kerr ont été retardées de plusieurs mois parce que les terrains étaient détrempés, ce qui ne constitue pas un temps de réponse acceptable. Mais nous avons cartographié, dans le cadre de notre projet, les panaches à des températures de -30 °C à +30 °C, sur les collines et les prairies.

Description : Élaboration d'algorithmes en cours afin d'améliorer le rapport signal-bruit pour lequel nous demandons des données de terrain.

Comment avons-nous atteint l'objectif : Les nouveaux algorithmes ont été appliqués principalement à la technique mobile de levés. La sensibilité de la détection des panaches est, de ce fait, dix fois supérieure à celle des technologies commerciales, et avec moins de faux positifs. Nous pouvons détecter de manière fiable les panaches provenant d'une déviation de seulement de 10 à 100 ppb dans le méthane, ce qui la situe bien dans les limites du bruit normal. L'amélioration de la sensibilité a comme principale conséquence de nous permettre de détecter les suintements ou les émissions fugitives à partir d'une grande distance (souvent à des kilomètres), ce qui nous a permis de travailler plus rapidement sur les sites des exploitations afin de trouver les sources des émissions.

- *Changements et justification* : Aucune déviation importante. Nous ne pensions pas au début que l'élaboration d'algorithmes serait reliée si étroitement au développement d'une nouvelle technologie. Mais cette combinaison a beaucoup joué en notre faveur parce que nous avons mis au point quelque chose d'unique et de grande valeur.
- *Incidence* : Les algorithmes que nous avons élaborés constituaient une nouvelle propriété intellectuelle liée à l'obtention d'un brevet et pour lesquels nous espérons octroyer la licence à une entreprise canadienne pour son utilisation pour cartographier les panaches de pétrole et de gaz (pour la réduction des émissions).

Les objectifs de la phase II du projet (amélioration) sont les suivants :

- *Description* : Exécution de levés afin de soutenir le développement propre et d'améliorer la performance environnementale. Démonstration de notre technologie.
 - *Comment avons-nous atteint l'objectif* : Nous avons effectué le levé aérien de huit blocs en Saskatchewan, représentant une superficie totale de 800 km², et ce, de 6 à 8 fois durant deux saisons (l'été et le printemps). Nous sommes passés sur des plateformes d'exploitation de nombreuses fois. Nous avons parcouru plus de 10 000 km, et avons recueilli plus d'un demi million de concentrations situées près de la surface pour le CH₄, H₂S, δ¹³CH₄ et le CO₂.
 - *Changements et justification* : Aucun changement.
 - *Incidence* : Les intervenants ont déjà reçu les interprétations préliminaires de ces levés. Nous communiquerons les résultats au cours des prochains mois en tenant compte des commentaires que nous aurons reçus. Ces résultats révèlent les fréquences des émissions fugitives et rejetées dans l'air (portion des plateformes d'exploitation ou de l'infrastructure) dans les portions exploitées des champs de pétrole de Bakken et de Weyburn-Midale et sur le site du projet CSS d'Aquistore. Aucun suintement de CO₂ n'a été observé.

- *Description* : Exécution d'activités de sensibilisation.
 - *Comment avons-nous atteint l'objectif* : Nous avons travaillé nos données et concepts en atelier avec les intervenants au Canada et au Royaume-Uni.
 - *Changements et justification* : Bien que nous ayons envisagé originellement d'organiser des ateliers sur invitation, à un lieu de notre choix, nous avons constaté qu'il était beaucoup plus facile de rendre visite à nos intervenants et à beaucoup d'autres personnes à leurs bureaux. Ces nombreuses visites sont décrites dans nos rapports trimestriels et nous avons organisé beaucoup plus d'ateliers que nous avions prévu initialement afin de rejoindre l'auditoire concerné. Nous avons également fait plusieurs courts métrages de quelques minutes sur les problèmes de technique et d'émissions afin de nous permettre de créer des ressources de communication traditionnelles qui pourront s'accroître au delà de la durée du financement de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation (p. ex., <https://vimeo.com/166136164/a261b1f063>). Ces films accompagneront nos présentations dans l'avenir.
 - *Incidence* : Cette sensibilisation a été en grande partie responsable de l'intérêt croissant pour notre technologie. Nous avons non seulement accru la valeur de la technologie, mais nous avons également attiré d'autres partenaires. Ces nouveaux partenaires ont apporté un financement parallèle, ce qui nous a permis d'effectuer des levés dans tout le Canada, aux États-Unis ainsi que des travaux au Royaume-Uni.

Nous avons atteint les objectifs que nous nous étions fixés pour le projet. Ce projet aura une incidence importante sur l'industrie de l'énergie parce que le développement durable est de nos jours plus important que jamais. Compte tenu de l'entente trilatérale signée récemment sur les réductions des émissions de CH₄ et de grandes quantités d'hydrogène sulfuré dans de nombreux secteurs de l'industrie d'énergie au Canada, nous sommes bien placés pour fournir aux exploitants 1) des indicateurs qui fonctionnent pour les sites en question, 2) la capacité de repérer rapidement et de façon rentable les exploitations qui émettent des émissions de gaz toxiques et/ou de gaz à effet de serre. Nous pouvons fournir aux organismes de la réglementation les schémas des émissions et les facteurs responsables des émissions de sorte qu'ils pourront actionner les bons leviers politiques afin d'atteindre les nouveaux objectifs. Grâce à nos efforts de sensibilisation, nous travaillons avec de nombreux exploitants et ministères responsables de la politique énergétique dans toutes les provinces de l'Ouest. Par conséquent, nos approches et notre expertise leur permettent d'atteindre les objectifs de manière efficace. Nous espérons commercialiser notre technologie dans un avenir proche, ce qui la rendra beaucoup plus accessible. Quelque soit l'entreprise canadienne qui l'adoptera, sa réussite se verra d'un bout à l'autre du continent, voire au delà. Les stratégies de réduction des émissions tireront avantage de leur réussite.

6 Résultats du projet

6.1 Réalisations du projet

6.1.1 Réalisation 1 – Technologie mobile des levés ExACT

- Description : Analyseurs montés sur camion et algorithmes afin de cartographier les panaches et les attribuer à des sources particulières dans le paysage.
- Incidence de la réalisation : Au cours des douze derniers mois, nous avons parcouru plus de 100 000 km partout au Canada, dans deux camions équipés à cet effet ou avec 25 partenaires du secteur de l'énergie – tous ayant participé à notre projet Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation. La demande de la technologie et des données continue d'augmenter en raison de la nouvelle réglementation sur la réduction des émissions. Grâce à l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, nous sommes au bon endroit au bon moment pour fournir les renseignements dont ont besoin les exploitants et les organismes de la réglementation.

6.1.2 Réalisation 2 – Recommandations relatives à la surveillance, la vérification et la comptabilité

- Description : Préciser les indicateurs des levés de gaz qui fonctionnent réellement
- Incidence de la réalisation : La surveillance peut s'améliorer et nous sommes mieux à même de porter un jugement sur les allégations. Les approches de surveillance du gaz du sol de surface d'Aquistore et de Weyburn tiennent compte maintenant des pratiques exemplaires que nous avons recommandées dans le cadre de ce projet.

6.1.3 Réalisation 3 – Application régionale de la technologie avec les partenaires

- Description : Grâce à la sensibilisation, nous avons pu créer un groupe unique d'intervenants regroupant le gouvernement, les exploitants et les organismes non gouvernementaux.
- Incidence de la réalisation : Intérêt de tous pour les données et les schémas des émissions du secteur de l'énergie que nous avons réussi à capter avec ExACT. De ce fait, nous avons pu participer à d'autres projets parallèles avec ces autres partenaires. Ces nouveaux projets excèdent par au moins trois fois déjà la valeur du projet original Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation.

6.2 Avantages

Chaque année, les exploitations du pétrole et du gaz dans le monde émettent plus de gaz naturel dans l'atmosphère que n'en produit toute l'industrie en Norvège. Ces fuites fréquentes de gaz qui passent souvent inaperçus représentent une perte de produits qui peuvent être mortels et qui contribuent également au réchauffement lié à l'effet de serre. En Alberta seulement, les répercussions des émissions de gaz fugitives et rejetées dans l'air du secteur de

l'énergie équivalent aux répercussions des émissions de gaz à effet de serre de tous les véhicules personnels de la province – deux fois. La réglementation devient rapidement plus sévère, mais la localisation des fuites représente toujours un défi. Nous avons mis au point un outil permettant d'effectuer efficacement le dépistage efficace de ces émissions. Comme leurs incidences ne sont généralement pas bien comprises, la technologie ExACT peut contribuer à la gestion des émissions et apporter d'importantes améliorations, ce qui créera un environnement plus sain et nous aidera à atteindre les objectifs internationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. En outre, la commercialisation d'ExACT créera de nouveaux emplois. Idéalement, nous aimerons que nos obligations liées à l'entente trilatérale soient remplies deux fois plus rapidement (en 5 ans au lieu de 10) compte tenu d'un meilleur accès aux données. On obtiendrait ainsi des millions de tonnes équivalentes de réduction de gaz à effet de serre.

En outre, nous avons formulé des recommandations pour la surveillance à la surface de l'injection et du stockage souterrains du CO₂. La plupart des rapports nationaux et internationaux indiquent que le captage, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC) est une importante composante de notre transition d'une économie faible en carbone à de nouveaux types de carburant. Tout ce qui peut favoriser l'acceptation de ces projets par le public permettra de réduire les menaces et d'accroître l'efficacité de la surveillance, ce qui contribuera à la réussite du projet.

Tout au cours de ce projet et grâce à nos efforts de sensibilisation, nous avons également travaillé avec de petites et de grosses entreprises dans tout le Canada et nous leur avons fourni des occasions et des connaissances permettant d'accroître leur compétitivité.

Parce que nous avons mis au point la technologie ExACT, nous avons pu aller au-delà des limites de la surveillance de surface du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone, et dans le secteur plus vaste de l'énergie. Nous avons démontré notre capacité de mener des projets de surveillance des émissions et de s'attaquer aux problèmes afférents, ce qui présente un grand intérêt pour le secteur canadien de l'énergie.

6.2.1 Avantage 1 – Programmes de surveillance rationalisée du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone

La surveillance de surface plus simple, plus efficace et rationalisée du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone constitue un avantage pour les exploitants. Cet avantage a été entièrement réalisé.

6.2.2 Avantage 2 – Comprendre les schémas et les incidences des émissions

La cartographie des émissions fugitives et rejetées dans l'air attribuables au pétrole et au gaz (à l'aide de la technologie ExACT) constitue un avantage pour les exploitants et les organismes de la réglementation. Cet avantage a été réalisé, mais il existe d'autres nouveaux schémas qui seront compris, grâce à l'application de cette technologie. Elle devrait être appliquée à l'échelle

provinciale ou nationale. Si cela se fait, nous aurions les connaissances nécessaires pour mieux gérer les émissions et les réduire plus rapidement.

6.2.3 Avantage 3 – Expertise interne

Nous avons acquis de nouvelles connaissances importantes dans le groupe du laboratoire tout comme les autres participants au projet, notamment les entreprises et le gouvernement canadiens. Cet avantage profitera aux futurs projets où nous sommes bien placés pour aider l'industrie.

6.2.4 Avantage 4 – Participation

Tout au long du projet, nous avons pu parler facilement avec les exploitants, les organismes de la réglementation et les organismes non gouvernementaux. Ces groupes ne communiquent pas facilement, mais grâce aux données transparentes, nous avons pu leur parler sans peine. Cet avantage a été entièrement réalisé, quoiqu'il se pourrait que nous organisions un consortium sur les faibles émissions pour la poursuite des travaux.

6.2.5 Avantage 5 – Soutenir le développement durable

Les nouvelles connaissances sur les schémas des émissions élaborés dans le cadre de ce projet ont bénéficié au développement durable du secteur de l'énergie du Canada. Cet avantage sera réalisé dans l'avenir au fur et à mesure que nos connaissances seront appliquées. Cet avantage est déjà appliqué dans une certaine mesure, par exemple, dans les programmes de surveillance du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone ou au sein des entreprises du secteur de l'énergie lorsqu'elles commandent des levés et règlent immédiatement les problèmes que nous avons relevés. Ces connaissances contribuent à réduire les émissions rejetées par le pétrole et le gaz, au captage, à l'utilisation et au stockage du carbone, et à réduire les émissions rejetées par les exploitations.

6.2.6 Avantage 6 – Application et exportation des connaissances

Nous prévoyons que notre technologie ExACT sera commercialisée par une entité canadienne et sera également utilisée dans d'autres pays du monde, ce qui profitera à l'économie canadienne. En outre, d'autres entreprises qui ont participé à ce projet ont augmenté leur niveau de connaissances et, par conséquent, leur compétitivité.

6.3 Objectifs du développement de la technologie et des connaissances

Les principaux objectifs de la recherche et du développement sont décrits dans la section 5. Ces objectifs sont les suivants :

- Formuler des recommandations techniques claires pour la surveillance, la vérification et la comptabilité de surface des sites de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (CUSC).
- Effectuer des levés afin de soutenir le développement propre et d'améliorer la performance environnementale, ce qui pourrait également permettre de faire la

démonstration de notre technologie de levés ExACT et nous permettre de collaborer avec des partenaires potentiels.

Notre volet Recherche et Développement a contribué à faire avancer les connaissances, notamment :

- Nous avons maintenant une meilleure idée de ce qu'est un bon programme de surveillance, de vérification et de comptabilité de surface et comment exécuter plus efficacement la surveillance avec moins d'indicateurs géochimiques.
- Nous estimons avoir réduit le potentiel relatif aux allégations illégitimes de fuites aux sites du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone, fondées sur des indicateurs géochimiques inappropriés.
- La technologie ExACT a aidé les exploitants à détecter (et dans certains cas à éliminer) les émissions de gaz dans de grandes exploitations. De nombreuses émissions fugitives ne sont toujours pas mesurées actuellement, en particulier lorsqu'elles sont en deçà des seuils réglementaires fixés. Bien que ces émissions ne soient pas directement dangereuses pour les humains, elles peuvent produire d'importantes empreintes de gaz à effet de serre. Les petites émissions peuvent également signaler les premières menaces. En utilisant la technologie ExACT dans un programme de détection et de colmatage des fuites, les exploitants peuvent prendre des mesures proactives pour réduire les fuites, ce qui réduira les émissions de gaz à effet de serre. Nous avons constaté ce comportement chez les exploitants qui ont travaillé en partenariat avec nous, quand ils se rendent immédiatement sur les sites pour les inspecter là où nous avons détecté des émissions.

Incidences sur l'industrie de l'énergie au Canada et à l'étranger :

- Nos recommandations relatives à la surveillance, la vérification et la comptabilité ont été mises en pratique pour les projets Weyburn et Boundary Dam et à Aquistore, ce qui prouve qu'elles ont été bien accueillies.
- La réduction ou l'élimination des fuites de gaz aideront les exploitants à protéger les eaux souterraines, les sols et l'air du Canada.
- Notre technologie ExACT peut rendre les sociétés pétrolières et gazières canadiennes plus compétitives sur la scène internationale, et elle offrira une possibilité de commercialisation à un détenteur de licence compétent – et nous veillerons à ce qu'il soit canadien.
- Nous avons catalysé le dialogue au niveau régional, national et international sur la qualité de l'air et les émissions fugitives. Il s'agit d'un problème multilatéral qui concerne les organismes de la réglementation, les exploitants et les organismes non gouvernementaux.
- Bien que ce projet ait été effectué dans l'Ouest canadien, il peut contribuer à la création d'une industrie pétrolière et gazière terrestre en Atlantique. Nous pourrions fournir une expertise au Canada atlantique si les moratoires étaient abolis, afin de veiller à ce que l'industrie soit créée en prenant en compte la durabilité.

En plus d'avoir publié les résultats finaux des levés de la dernière année exécutés dans le cadre de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, nous avons en tête plusieurs projets pour la technologie ExACT qui sont présentés dans la section 7.

6.4 Défis et obstacles

6.4.1 Défi et obstacle 1 – Développement technique d'ExACT

- Le projet ExACT constituait un véritable défi. Il consistait à utiliser des instruments destinés aux laboratoires dans toutes les conditions météorologiques, et à élaborer de nombreux algorithmes informatiques. Les algorithmes effectuent des corrections pour les niveaux de fond ambiant, suppriment les effets des émissions agricoles et d'autres émissions, et génèrent l'attribution géospatiale en utilisant les vitesses et la direction du vent. La technologie ExACT représente une approche tout à fait unique pour la collecte de données dans la basse atmosphère et une technologie de plateforme complexe. Nous avons surmonté les obstacles en formant un plus grand nombre de personnes dans le laboratoire au moyen d'outils computationnels et en travaillant en collaboration.

6.5 Analyse comparative entre les sexes

Afin de satisfaire à la demande de statistiques par le gouvernement, veuillez remplir le tableau ci-dessous qui indique le nombre de postes équivalents temps plein (ETP) dans l'élaboration et l'exécution du projet, et le nombre de personnes qui participent aux activités en cours, et préciser s'il s'agit de femmes ou d'hommes.

Phase	Homme	Femme	Total
Planification/élaboration/exécution du projet	2	1	3
Activités en cours	4	8	12
Total	6	9	15

7 Conclusion et suivi

Les résultats suivants ont été obtenus dans le cadre de ce projet :

- De meilleures techniques pour la prise de mesure, la vérification et la comptabilité de surface des projets de captage, d'utilisation et de stockage du carbone. L'amélioration de ces techniques réduit le coût de la surveillance et rend celle-ci plus efficace en éliminant les indicateurs géochimiques des suintements jugés « ambigus » et en accordant la priorité aux indicateurs « précis » et rentables. Ces recommandations ont été communiquées à la communauté des scientifiques et des praticiens, et ont été intégrées avec succès aux activités qui sont en cours à Aquistore et à Weyburn, ce qui prouve l'incidence de ces techniques.

- Une nouvelle technique, baptisée ExACT, destinée à la cartographie à grande échelle des émissions fugitives et rejetées dans l'air a été élaborée un peu avant l'intérêt porté récemment à la réduction des émissions de méthane. Par conséquent, nous sommes bien placés pour envisager l'avenir. Plusieurs exploitants ont déjà utilisé ExACT dans le cadre du projet de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation afin de comprendre leur propre empreinte liée aux émissions dans les grandes exploitations (>50 km²) et de réparer l'infrastructure qui a été jugée anormale – ce qui a bel et bien déjà contribué à réduire certaines émissions. En outre, les organismes de la réglementation utilisent les renseignements que nous avons recueillis pour comprendre les schémas des émissions fugitives et rejetées dans l'air dans le territoire relevant de leur compétence (entre autres, l'âge de l'infrastructure qui rejette des émissions et son propriétaire), ce qui influera sur les leviers politiques qu'ils actionneront pour réduire les émissions.

Importance des résultats :

- Dans les deux cas, nous avons conçu de nouvelles approches qui améliorent la surveillance des émissions et du confinement aux sites du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone, et dans toute l'industrie de l'énergie. Ces nouvelles approches rendent les exploitants canadiens plus compétitifs et génèrent des possibilités au sein de l'industrie des services-conseils en environnement (par l'intermédiaire de la commercialisation).

Les résultats à long terme sont les suivants :

- Il est évident que la surveillance du captage, de l'utilisation et du stockage du carbone de la deuxième génération sera plus simple et plus efficace, ce qui améliorera le rapport coût-bénéfices des projets de captage, d'utilisation et de stockage du carbone, qui constitue l'un des obstacles actuels à une mise en oeuvre à plus grande échelle.
- ExACT nous offre une énorme possibilité d'éclairer la gestion des émissions fugitives et rejetées dans l'air dans l'industrie canadienne. Nous aimerions qu'ExACT contribue à atteindre les objectifs plus rapidement (5 ans au lieu de 10, par exemple), en fournissant des renseignements plus clairs sur ce qu'est le rejet d'émissions et sur ce qui pourrait ou devrait être fait pour les réparer.

7.1 Prochaines étapes

En plus de communiquer les résultats finaux des levés exécutés durant la dernière année de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, nous avons en tête plusieurs projets pour la technologie ExACT :

- *Volumes*. Les organismes de la réglementation recherchent en particulier une certaine capacité d'effectuer des estimations volumétriques à l'aide de données des levés mobiles. Nous pouvons exécuter ce travail manuellement, mais il est pour ainsi essentiel de recourir à l'automatisation compte tenu des grands volumes des

ensembles de données. Ces algorithmes doivent également être validés sur le terrain avec des émissions dont on connaît l'ampleur.

- *Miniaturisation.* Notre approche en ce qui a trait à la technologie ExACT comprend le filtrage informatique, l'imbrication de la géochimie et les corrections du bruit de fond. Cette approche peut s'appliquer également à la collecte de données par aéronef téléguidé et par un « navire de passage ». ce qui nous permet d'améliorer considérablement la sensibilité de la détection de petits dispositifs (dont la résolution sera toujours mauvaise sinon).
- *Géochimie propre aux exploitations.* Notre trousse d'instruments varie d'une exploitation à l'autre parce nous avons élaboré des identifiants uniques des ratios basés sur la géochimie et la variabilité des gaz de fond (naturels et industriels), par rapport aux gaz cibles. Nous avons la capacité de servir les exploitants dans de petits projets rapides est améliorée grâce aux connaissances déjà acquises. Par conséquent, il est important que nous recueillions les données dans les exploitations jugées prioritaires – essentiellement pour l'étalonnage et le réglage de l'ensemble des mesures.
- *Équipée d'une caméra d'imagerie FLIR.* Nous avons pu détecter des émissions 100 fois plus loin probablement qu'avec une caméra FLIR. Mais cette dernière est encore plus utile pour exécuter un travail de grande proximité. L'échelle spatiale à laquelle nous adoptons l'imagerie FLIR reste à être définie. Devrions-nous parcourir entièrement les plateformes d'exploitation, ou la détection sur route est-elle suffisante? Nous espérons exécuter des essais d'intercomparaison avec FLIR et le laboratoire sera bientôt équipé d'une caméra.

Nous avons entrepris des projets dans tous ces domaines. Mais compte tenu de la pression exercée pour mettre au point les technologies de réduction des émissions pour une application quasi immédiate, nous sommes à la recherche de fonds supplémentaires pour ces projets afin de les faire avancer plus vite.

Nous recherchons également un financement pour la commercialisation d'ExACT de la part d'Innovacorp et de l'Agence de promotion économique du Canada atlantique (programme du Fonds de l'innovation de l'Atlantique et de SavoirSphère Canada Inc.). Nous avons, à ce jour, commandé une étude de marché et sommes à la recherche d'une entreprise. Nous discutons activement avec des titulaires de licence. Et actuellement, nous entreprenons des études qui ajouteront une valeur marchande dans des domaines particuliers susmentionnés pour une commercialisation plus rapide ou à moindre coût, ce qui favorisera l'adoption de cette technologie.

Le gouvernement fédéral sera en mesure de continuer à aider cette technologie et d'avantager l'industrie canadienne. Puisque plusieurs provinces ont manifesté leur intérêt pour les levés exhaustifs et parce que la technologie est déjà utile pour la collecte de nombreux types de renseignements, il serait utile d'entreprendre un véritable projet de levés pancanadiens. Il serait pertinent d'effectuer une analyse comparative des émissions dans l'ensemble de l'industrie canadienne et une comparaison avec les exploitations des États-Unis pour lesquelles

de nombreuses publications sur la surveillance ont été évaluées par les pairs au cours des dernières années. Nous n'avons pas de tels documents ou données d'analyse comparative pour les exploitations canadiennes, nous sommes donc en retard à cet égard. Cependant, ExACT pourrait nous placer en tête. Bien que nous ayons tenté de réunir un patchwork de projets pancanadiens, notre couverture est encore quelque peu limitée. Nous avons besoin de plus de couverture sur les régions productrices de gaz naturel, de pétrole conventionnel, de pétrole lourd, d'Eastern Bakken et du méthane de houille. Le programme de levés durera sans doute une année si nous voulons recueillir des ensembles de données statistiquement importants dans toutes les exploitations et régions. Ces levés contribueraient à identifier les « fruits à portée de main » dans toutes les exploitations.

En particulier, comme les objectifs de réduction de 45 % des émissions de CH₄ représentent une baisse par rapport au niveau du gouvernement fédéral, il est logique que le gouvernement fédéral soit très intéressé par cette analyse comparative de toute l'industrie. Petroleum Technology Alliance of Canada et/ou Technologies du développement durable Canada pourraient être également des partenaires pour exécuter ce travail. Nous avons déjà parlé avec la province de l'Alberta au sujet de levés quasi-exhaustifs qui seraient exécutés et nous avons une approche sur laquelle nous nous sommes mis d'accord. La Saskatchewan partage le même intérêt. En outre, nous avons déjà couvert une bonne partie des exploitations de la Colombie-Britannique à un niveau qui est statistiquement important et nous avons fait participer la Oil and Gas Commission de la Colombie-Britannique. Nous ne devons pas oublier les petites régions productrices de pétrole et de gaz, comme le Manitoba et le Nouveau-Brunswick. Compte tenu des événements qui se sont produits en Alberta cette année, elle n'a sans doute aucun fonds pour financer des levés à grande échelle dans l'immédiat. Mais nous effectuerons un plus grand nombre de nouveaux travaux en Alberta avec l'aide financière de l'Alberta Upstream Petroleum Research Fund (garantie), fonds financé par l'industrie. Des levés relativement à grande échelle pourraient également être exécutés en Saskatchewan et on y verra plus clair plus sur ce sujet au cours de l'année civile.

Ce qui est clair, c'est que la participation et le leadership du gouvernement fédéral seraient extrêmement utiles et permettraient à notre industrie d'être reconnue à sa juste valeur. Cela nous placerait loin devant les États-Unis et le Mexique en ce qui a trait à nos connaissances sur la façon de réduire les émissions. Grâce à notre expérience sur le terrain, les fruits à portée de la main sont abondants ...et une analyse comparative à grande échelle permettrait une caractérisation formelle, ce qui aiderait les décideurs.

Nous souhaitons remercier Ressources naturelles Canada pour le soutien qu'il a accordé à un projet particulièrement stimulant.

Documents de référence cités dans le présent rapport :

Hurry, J., Risk, D., Lavoie, M., Brooks, B.-G., Phillips, C.L., Göckede, M., 2016. Atmospheric monitoring and detection of fugitive emissions for Enhanced Oil Recovery. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 45, 1–8. doi : 10.1016/j.ijggc.2015.11.031

Risk, D., Lavoie, M., Nickerson, N., 2015. Using the Kerr investigations at Weyburn to screen geochemical tracers for near-surface detection and attribution of leakage at CCS/EOR sites. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 35, 13–17.

Risk, D., McArthur, G., Nickerson, N., Phillips, C., Hart, C., Egan, J., Lavoie, M., 2013. Bulk and isotopic characterization of biogenic CO₂ sources and variability in the Weyburn injection area. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 16, S263–S275.

Nickerson, N., Risk, D., 2013. Using subsurface CO₂ concentrations and isotopologues to identify CO₂ infiltration from CCS/CO₂-EOR sites : a signal-to-noise based analysis. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 14, 239–246.