

Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation

Volet recherche et développement

Rapport public

ecoEII UOSE 048 : Détection de fuites dans l'atmosphère comme outil pour les analyses des risques liés à la chambre de vapeur pour l'extraction du bitume et à l'intégrité des puits de pétrole.

Table des matières

1	Sommaire	3
2	Introduction.....	4
3	Contexte	5
4	Objectif	6
5	Résultats du projet.....	7
5.1	Réalisations du projet.....	7
5.2	Avantages	8
5.3	Objectifs du développement de la technologie et des connaissances.....	9
5.4	Défis et obstacles.....	10
6	Conclusion et suivi.....	11

1 Sommaire

En général, le secteur de l'énergie ne sait pas encore très bien utiliser les données sur les faibles émissions fugitives (inférieures aux seuils réglementaires) afin de se renseigner au sujet des activités d'exploitation. Ce type de données peut, cependant, être rapidement et facilement recueilli, et utilisé ultérieurement pour réduire l'interaction des entreprises avec la réglementation et pour améliorer la performance environnementale.

En utilisant les technologies de pointe de détection des émissions, nous pouvons appuyer le développement propre et l'amélioration de la performance environnementale. Dans un projet de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation exécuté entre 2012 et 2015, nous avons élaboré une approche appelée « Attribution d'émissions à l'aide de technologies computationnelles » (Emissions Attribution using Computational Technologies ou ExACT en anglais), qui a été largement appliquée dans le sud-est de la Saskatchewan afin de cartographier les émissions et les menaces à la qualité de l'air. Notre projet nous a aidés à perfectionner davantage notre technologie en nous permettant de l'appliquer dans un nouveau contexte afin de détecter de petites émissions à partir de la surface, ce qui pourrait indiquer la présence d'une rupture dans le sous-sol (intégrité du puits ou rupture de la roche couverture provoquée par la pression). En même temps, nous avons fourni des ensembles de données très utiles aux partenaires de l'industrie. Nous avons appliqué la méthode dans plusieurs sites dans la région des sables bitumineux, et ce, en collaboration avec des exploitants, notamment Cenovus Energy, Shell et MEG Energy. Nous l'avons appliquée comme prévu à l'Université de Calgary et au centre de recherche géoscientifique sur le terrain de Gestion du carbone Canada pour effectuer des études de référence. Il s'agit d'un site qui est utilisé par les exploitants de sables bitumineux et par d'autres exploitants canadiens afin de mener des recherches sur le confinement souterrain, et au sein duquel la méthode sera appliquée dans le cadre de futures expériences. Chaque déploiement ciblait un problème différent. Certains étaient axés essentiellement sur de petites zones spatiales, à la demande du partenaire, alors que d'autres correspondaient à de vastes campagnes régionales. Dans chaque cas, la technologie ExACT a été utilisée afin de mettre en évidence la présence, ou l'absence d'émissions, ou la répartition spatiale des émissions

aux sites à l'étude. Les données obtenues ont suscité de nombreuses discussions intéressantes, et le suivi est toujours en cours dans de nombreux cas. Nous avons exécuté des mesures à plus de sites que prévu. Les travaux ont été effectués harmonieusement par les équipes de l'Université St. Francis Xavier, de l'Université de Calgary et de Gestion du carbone Canada et ont ouvert la voie à de futures collaborations.

2 Introduction

Une stratégie mobile de détection des fuites visant à améliorer les installations de récupération assistée du pétrole élaborée par l'Université St. Francis Xavier (StFX) a été utilisée dans le cadre du projet. Elle a été adaptée et mise à l'essai afin de l'utiliser comme système d'alerte rapide dans les projets d'exploitation des sables bitumineux par un procédé thermique afin de diagnostiquer des problèmes liés à l'intégrité des puits ou de la roche couverture. La technologie comprenait la mesure des concentrations de plusieurs principaux gaz à proximité de la surface du sol et l'application d'algorithmes computationnels qui compensent l'ampleur et la variabilité des gaz de fond pouvant exister à l'état naturel dans la région avant de comparer l'empreinte des gaz à celles des sources de fuites possibles.

Le projet a été réalisé du 1^{er} avril 2015 au 31 mars 2016. Grâce à l'excellent esprit d'équipe qui a régné tout au long du projet, nous avons pu travailler très efficacement avec nos collaborateurs à l'Université de Calgary et à Gestion du carbone Canada. Le projet comportait quatre types d'activités. La première activité consistait à déterminer, à l'aide de documents et de consultations avec les entreprises, les compositions et la variabilité prévues des gaz naturels de fond dans la région, et la composition des gaz souterrains associés aux fuites. Puis nous avons reconfiguré les instruments et tous les algorithmes adaptés autant qu'il était nécessaire pour accomplir les nouvelles tâches. Nous avons dû également nous adapter à nous rendre aux sites en l'absence de réseaux routiers denses. Enfin, au cours des quatre à douze derniers mois du projet, nous avons effectué des campagnes sur le terrain afin de mettre la méthode à

l'essai. Des activités d'exploration sur le terrain ont dû être exécutées dans certains sites aux fins de vérification.

3 Contexte

Les gisements de sables bitumineux existent sous forme de bitume, qui, dans son état naturel, est trop visqueux pour s'écouler. Quand le bitume est trop profond (>80 m) pour qu'il soit économiquement extrait à ciel ouvert, de la vapeur est injectée pour le réchauffer, ce qui réduit sa viscosité et permet de la pomper dans des paires de puits horizontaux jusqu'à la surface. Plusieurs problèmes environnementaux associés à l'extraction des sables bitumineux peuvent survenir, notamment l'altération de la chair du poisson, les fuites et les déversements de pétrole. En 2013, une explosion qui a eu lieu à l'installation de Primrose de la Canadian Natural Resources Limited (CNRL), dans le nord de Alberta, a provoqué le déversement de plus de 26 000 barils de bitume injecté de vapeur qui se sont infiltrés dans la forêt boréale par des fissures dans le sol de plus de 158 m de longueur, ce qui a mis en péril les eaux souterraines.

Les évènements survenus récemment au site de Primrose de la CNRL ont mis en évidence le lien entre les problèmes de l'intégrité du puits et la présence de fractures dans la roche couverture située au-dessus du réservoir. Ces deux problèmes contribuent ensemble à ouvrir des conduits jusqu'à la surface à partir de puits de vapeur à haute pression. En cas de problèmes d'intégrité, ceux-ci se manifesteront par l'arrivée, à la surface, de la production gazière de la formation. Puisqu'ils sont de loin moins visqueux que les eaux souterraines ou le bitume, ces gaz circuleront de préférence dans les fractures et les zones de rupture des puits de forage. Si une méthode de mesure du gaz à la surface suffisamment sensible était utilisée régulièrement pour exécuter les levés du site, elle pourrait sans doute détecter les problèmes d'intégrité ou de sursaturation de la vapeur bien avant que le bitume ou l'eau de la formation n'atteigne la surface.

Une stratégie mobile de détection des fuites visant à améliorer les installations de récupération assistée du pétrole, élaborée par l'Université St. Francis Xavier (StFX), a été utilisée dans le cadre du projet. Elle a été adaptée

et mise à l'essai afin de l'utiliser comme système d'alerte rapide dans les projets d'exploitation des sables bitumineux par un procédé thermique pour diagnostiquer des problèmes liés à l'intégrité des puits ou de la roche couverture. La technologie comprend la mesure des concentrations de plusieurs principaux gaz à proximité de la surface du sol et l'application d'algorithmes computationnels qui compensent l'ampleur et la variabilité des gaz de fond pouvant être présents à l'état naturel dans la région avant de comparer l'empreinte du gaz à celles des sources de fuites possibles. Les levés qui étaient conçus pour être exécutés rapidement à partir d'un véhicule sont très sensibles et peuvent détecter de légers panaches de fuite même lorsque leurs concentrations absolues sont encore dans les limites des niveaux de fond normaux.

La plupart des producteurs se fondent sur la production, les données géophysiques et les eaux souterraines pour prendre des décisions. Cependant, la répartition spatiale de bon nombre de ces données est faible. Dans son ensemble, le secteur de l'énergie doit apprendre à utiliser les données sur les faibles émissions fugitives (inférieures aux seuils réglementaires) pour se renseigner au sujet des activités d'exploitation. La détection de faibles émissions fugitives de gaz peut être très particulière et utile pour déceler les sources de gaz, et constitue un excellent outil pour la détection opérationnelle, pour réduire l'interaction des entreprises avec la réglementation et pour augmenter la performance environnementale. En utilisant les stratégies présentées dans ce projet, ces données peuvent être recueillies très rapidement et facilement à la surface et de façon très étendue sur le plan géographique. Ces outils devront être adaptés afin de pouvoir les utiliser aux sites des sables bitumineux et d'être accessibles aux producteurs de sables bitumineux comme de possibles ressources mises à leur disposition.

4 Objectif

L'objectif général du projet était d'adapter la technologie mobile de détection de fuites développée par l'Université St. Francis Xavier afin de l'appliquer à la récupération assistée du pétrole et à l'exploitation des

sables bitumineux, et pour démontrer sa faisabilité et son utilité dans le nouveau contexte. En fin de compte, le but consiste à mettre au point une méthode de levé extrêmement sensible à large empreinte pour la détection de gaz à l'intention des producteurs de sables bitumineux.

Les producteurs de sables bitumineux pourraient utiliser cette technologie pour recueillir des informations ayant trait à la fois aux activités (intégrité de l'infrastructure de la production) et à l'environnement (les gaz fugitifs, notamment les polluants, les gaz toxiques et les gaz à effet de serre). Elle pourrait également être utilisée à plusieurs échelles spatiales, allant de petites infrastructures telles que les têtes de puits, à de vastes levés d'empreintes sur l'intégrité de la roche couverture. Tout comme pour la récupération assistée du pétrole, nous nous attendions à détecter, à la fin de ce projet, les petites fuites de gaz fugitives dans l'environnement des sables bitumineux, ce qui devrait alerter rapidement de l'existence de problèmes plus importants qui pourraient provoquer une perte de production ou des problèmes environnementaux. Ces levés pourraient être exécutés de nouveau plus régulièrement que les levés réguliers des plateformes d'exploitation, puisque cette technologie de détection est rapide et pratique.

5 Résultats du projet

5.1 Réalisations du projet

5.1.1 Réalisation 1 : Approches perfectionnées

Bien que certaines données restent verrouillées en raison d'accords de non-divulgaration (compromis qui a dû être fait pour avoir accès aux sites des entreprises), ce projet nous a permis de parfaire notre compréhension du sujet portant sur les levés des émissions fugitives et nous a fourni les données dont nous avons besoin. Dans l'ensemble, les émissions fugitives ont été très bien gérées aux sites de drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV) des sables bitumineux, mais lorsqu'elles étaient présentes, il était plus facile de les détecter que ce que nous avons prévu, même dans les environnements de tourbières à forte teneur de méthane et ce, grâce à nos traceurs

supplémentaires (isotopiques, etc.). Dans les sites situés plus au sud où les injections de CO₂ ont eu lieu ou étaient prévues, on entendait de façon très perceptible le bruit du CO₂ et de fréquents panaches de combustion dans le paysage étant donné que les sources de combustion produisent également de fortes anomalies de CO₂. Durant toutes les visites sur le terrain, nous avons inspecté en profondeur l'équipement et enregistré les panaches d'émission, et nous avons déterminé la plupart des sources d'émissions de panaches au moyen de données géochimiques et géospatiales. Dans plusieurs cas, nous avons été en mesure de refaire les levés. Nous avons enregistré les concentrations atmosphériques ambiantes du méthane, du sulfure d'hydrogène et d'autres gaz. Nous avons élaboré une approche pour les projets à l'avenir dans laquelle nous avons ajouté un à trois autres gaz, ce qui nous permettra de séparer géochimiquement ces sources afin d'éviter les faux positifs. De façon générale, ce projet, et en particulier les travaux exécutés sur le terrain durant le quatrième trimestre, nous a permis de perfectionner nos approches en ce qui a trait à la détection des émissions fugitives, et a également sensibilisé les entreprises partenaires.

5.2 Avantages

5.2.1 Avantage 1 – Application et exportation des connaissances

En février 2017, l'Université St. Francis Xavier a signé une entente de collaboration technologique avec Altus Group pour l'obtention des droits exclusifs de commercialisation à l'échelle mondiale de la technologie de détection des fuites de gaz sur véhicule (Emissions Attribution via Computational Techniques « ExACT »), ce qui représente un avantage pour l'économie canadienne. Altus Group est une entreprise canadienne de géomatique, d'arpentage et de conseil en foresterie. Nous nous attendons à ce que notre technologie soit également utilisée dans d'autres régions du monde. En outre, d'autres entreprises qui ont participé au projet ont acquis des connaissances et, par conséquent, sont devenues plus concurrentielles.

5.2.2 Avantage 2 – Soutien du développement durable

Le développement durable du secteur de l'énergie du Canada bénéficie des nouvelles connaissances acquises sur les schémas d'émissions élaborés dans

le cadre du projet. Cet avantage sera réalisé à l'avenir alors que nos connaissances seront appliquées et que les dispositions réglementaires seront améliorées et actualisées. Les nouveaux instruments et données de mesure contribuent souvent à améliorer les niveaux de sensibilisation et suscitent de nouvelles discussions sur les problèmes environnementaux.

5.3 Objectifs du développement de la technologie et des connaissances

- L'exécution de levés afin de soutenir le développement propre et amélioration de la performance environnementale, ce qui ferait également la démonstration de notre technologie des levés et nous réunirait avec des partenaires possibles.

Dans son ensemble, le projet a contribué à l'avancement de la technologie et des connaissances :

- Actuellement, de nombreuses émissions fugitives ne sont pas encore mesurées, en particulier si elles sont en deçà des seuils réglementaires. Bien qu'elles ne soient pas une menace directe pour les humains, ces émissions peuvent augmenter les empreintes de gaz à effet de serre. De faibles émissions peuvent également signaler rapidement les menaces. La technologie ExACT a aidé les exploitants à détecter, et dans certains cas, à éliminer les émissions de gaz dans de grandes exploitations. En utilisant cette technologie dans le cadre d'un programme de détection et de colmatage de fuites, les exploitants peuvent prendre des mesures proactives pour réduire les fuites, et de ce fait, réduire les émissions de gaz à effet de serre. Nous l'avons constaté chez les exploitants qui se sont associés à nous et qui visitaient immédiatement les sites où nous avons détecté des émissions.

L'avancement de la technologie et des connaissances aura les répercussions positives suivantes sur le secteur de l'énergie au Canada et à l'étranger :

- Notre technologie ExACT rendra les sociétés pétrolières et gazières canadiennes plus concurrentielles sur la scène internationale et offrira à un titulaire de permis compétent une bonne possibilité de commercialisation – et nous veillerons à ce que celui-ci soit canadien.

- La réduction ou l'élimination des fuites de gaz aidera les exploitants à protéger les eaux souterraines, les sols et l'air du Canada.
- Bien que ce projet soit axé sur l'Ouest canadien, il peut contribuer au développement d'une industrie pétrolière et gazière terrestre dans les provinces de l'Atlantique. Nous serions en mesure d'offrir notre expertise à ces provinces si les moratoires sont levés afin de veiller à ce que l'industrie se développe dans un esprit de durabilité.
- Nous avons catalysé le dialogue à l'échelle régionale, nationale et internationale sur la qualité de l'air et les émissions fugitives. Il s'agit d'une question qui intéresse de nombreux intervenants, notamment les organismes de la réglementation, les exploitants et les organismes non gouvernementaux.

5.4 Défis et obstacles

5.4.1 Obstacle/Défi 1 – Développement technique de la technologie ExACT

La technologie ExACT représente une méthode tout à fait unique de collecte de données dans la partie inférieure de l'atmosphère et une technologie de plateforme complexe. Ce projet nous a incités à procéder à des adaptations en fonction de nouveaux environnements et notre équipe technique a bien réagi à cet égard. Il a été avantageux pour nous que notre projet se déroule en même temps qu'un autre projet de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation tirait à sa fin, ce qui nous a assuré de la disponibilité de l'expertise dont nous avons besoin, celle-ci étant répartie entre les projets.

-

5.4.2 Obstacle/Défi 2 – Accès aux sites

- Nous avons eu des difficultés à organiser les sites sur le terrain et en particulier la logistique durant l'intervalle de temps requis, qui était très court. Cependant, nous avons réussi à exécuter la totalité des travaux sur le terrain plus ou moins selon l'échéancier prévu. Nous avons en fait visité plus de sites que prévu. Nous avons été particulièrement heureux de ces résultats, en raison du défi que représentait la courte durée du projet.

6 Conclusion et suivi

Importance des résultats :

- Nous avons amélioré la surveillance des émissions et du confinement dans l'ensemble de l'industrie grâce à l'élaboration de nouvelles approches. Celles-ci rendent les exploitants canadiens plus concurrentiels et créent des débouchés dans l'industrie des experts-conseils en environnement (grâce à la commercialisation).

Résultats à long terme :

- La technologie ExACT offre d'immenses possibilités de fournir des renseignements sur la gestion des émissions à l'industrie dans tout le Canada. Nous souhaiterions que la technologie ExACT fournisse des renseignements plus précis sur ce qui rejette des émissions et sur ce qui peut ou pourrait être colmaté, ce qui permettrait d'atteindre les objectifs plus rapidement (cinq ans au lieu de dix, par exemple). La technologie pourrait même être appliquée aux brèches dans la roche couverture, à l'intégrité des puits et à d'autres applications similaires dont la grande sensibilité serait précieuse.

Prochaines étapes de la technologie ExACT :

- Évaluer les volumes – Les organismes de la réglementation recherchent en particulier des moyens d'effectuer des évaluations volumétriques en utilisant les données de levés mobiles. Nous pouvons exécuter ces évaluations à la main, mais l'automatisation de ces énormes ensembles de données est pour ainsi dire indispensable. Les algorithmes doivent également être validés sur le terrain avec des émissions dont l'ampleur est connue.
- Mettre en place le développement – Notre ensemble d'instruments varie d'une exploitation à l'autre parce que nous créons des identificateurs de ratios uniques fondés sur la géochimie et la variabilité des gaz de fond (naturels et industriels) par rapport aux gaz cibles. Les connaissances que nous possédons améliorent notre capacité à servir les exploitants. Il est important de recueillir des

- données précises sur la géochimie dans des exploitations prioritaires pour le calibrage et le réglage de l'ensemble de mesures.
- Miniaturisation – En ce qui a trait à la technologie ExACT, notre approche comporte le filtrage informatique et l'imbrication des géochimies et des corrections de fond. Cette approche peut également être appliquée à des véhicules aériens sans pilote et à la collecte de données à partir d'un « navire de passage » où nous pouvons améliorer considérablement la sensibilité de la détection des dispositifs à petites charges utiles dont la résolution serait autrement faible.
 - L'équiper de caméras infrarouge à image thermique (FLIR) – Grâce à notre technologie, nous pouvons détecter des émissions 100 fois plus éloignées environ qu'une caméra FLIR bien que celle-ci soit encore plus utile pour exécuter des travaux à très courte distance. L'échelle spatiale à laquelle la caméra FLIR est plus efficace que notre technologie reste encore à définir. Nous avons acheté notre propre caméra FLIR avec l'intention de nous en servir pour exécuter des essais comparatifs.

Des projets ont été entrepris sur chaque domaine susmentionné. Compte tenu de la pression exercée pour développer des technologies de réduction des émissions en vue d'une application quasi immédiate, nous cherchons à nous procurer des fonds supplémentaires pour exécuter ces projets et pour les faire progresser plus rapidement.

Nous avons également obtenu des fonds d'Innovacorp et de l'Agence de promotion économique du Canada Atlantique (le Fonds de l'innovation de l'Atlantique et le programme de SavoirSphère Canada Inc.) pour la commercialisation de la technologie ExACT. Jusqu'à présent, nous avons commandé une étude de marché et une analyse des entreprises. Nous communiquons activement avec des titulaires de licence. De plus, nous lançons actuellement des études qui apporteront une valeur marchande dans des domaines particuliers comme il est décrit ci-dessus pour que la commercialisation se fasse plus rapidement ou à moindre coût, de manière à favoriser l'adoption de notre technologie.

Le gouvernement fédéral pourra contribuer à faire avancer cette technologie et avantager l'industrie canadienne. Plusieurs provinces se sont dites intéressées par les levés exhaustifs. De plus, comme la technologie est déjà utile pour la collecte de nombreux types de renseignements, il serait pertinent d'effectuer un véritable projet de levés pancanadien, ce qui génèrera l'analyse comparative des émissions dans l'industrie canadienne et permettra de faire une comparaison avec les développements aux États-Unis où de nombreuses publications sur la surveillance ont été examinées par des pairs au cours des dernières années. Il n'existe aucun document ni donnée d'analyse comparative sur les développements au Canada, ce qui constitue un désavantage. Cependant, la technologie ExACT pourrait nous permettre de nous hisser en tête du peloton à cet égard. Mon laboratoire a tenté de rassembler tous les projets pancanadiens au cours des dernières années, mais notre couverture est quelque peu limitée dans l'espace. Nous avons besoin d'élargir notre couverture sur les régions productrices de gaz naturel, le pétrole classique, le pétrole lourd (CHOPS), Bakken de l'Est et le méthane de houille. Pour exécuter un tel programme de levés, il nous faudrait un an pour recueillir les ensembles de données ascendantes statistiquement significatives dans tous les développements et toutes les régions. De tels levés permettraient de déterminer des solutions à portée de main dans tous les développements.

Il est particulièrement logique que le gouvernement fédéral soit vivement intéressé par l'exécution de cette analyse comparative dans l'ensemble de l'industrie puisque les cibles de réduction de 45 % des émissions de CH₄ sont inférieures à celle du gouvernement fédéral. D'autres partenaires pourraient participer à ces travaux, notamment Petroleum Technology Alliance of Canada ou Technologies du développement durable Canada. Nous avons convenu avec la province de l'Alberta d'exécuter des levés semi-exhaustifs dans l'ensemble de la province. La province de la Saskatchewan est également intéressée par ces levés et de plus petites régions productrices de pétrole et de gaz comme le Manitoba et le Nouveau-Brunswick pourraient également être incluses.

Par sa participation, le gouvernement fédéral sera un partenaire important pour l'exécution de ces travaux ainsi que les exploitants et les organismes provinciaux de la réglementation. Nous espérons que nos travaux de

recherche et les projets similaires nous donneront une grande longueur d'avance par rapport aux États-Unis et au Mexique en ce qui a trait à nos connaissances sur les méthodes de réduction des émissions.

Nous souhaitons remercier Ressources Naturelles Canada pour son soutien à ce projet particulièrement stimulant.