



**Avantages économiques de l'injection de gaz dans
le processus de cessation progressive des activités
de drainage par gravité au moyen de vapeur
(DGMV)**

**Rapport final
31 mars 2016**

Avis de non-responsabilité

La PTAC (Petroleum Technology Alliance Canada), Devon Energy, Husky Energy, Nexen, Statoil Canada, Suncor Energy, Computer Modelling Group Ltd. et Alberta Innovates – Technology Futures ne se prononcent pas sur la validité, l'exactitude, le caractère courant, opportun, complet ou autre de l'information présentée dans le rapport et ne peuvent être tenus responsables de réclamations ou de dommages directes, indirectes, extraordinaires, corrélatifs ou autre découlant de l'interprétation ou de l'utilisation de cette information, ou du recours à cette information, que ce soit autorisé ou non autorisé. Le matériel et l'information dans le présent rapport sont offerts uniquement selon les modalités énoncées aux présentes. Aucun matériel du rapport ne peut être copié, reproduit, téléchargé, publié, transmis ou distribué d'aucune manière à moins d'indication contraire dans le rapport, sauf pour une utilisation personnelle ou à l'interne.

Sommaire

Plusieurs problèmes pourraient survenir au cours du processus de cessation progressive et nécessiter de l'attention. Ces problèmes font l'objet d'analyse dans le cadre du présent projet visant à générer des données de l'étude des gisements et à trouver des solutions qui permettraient aux exploitants du procédé de drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV) de proposer des options à l'organisme de réglementation de l'énergie de l'Alberta ou AER (Alberta Energy Regulator) après la fin de la vie utile des activités de DGMV. Sans attention, les gisements épuisés au moyen du DGMV pourraient devenir des zones de perte de circulation pour les gisements producteurs adjacents, nuisant ainsi au rendement de ces derniers et ajoutant aux émissions de gaz à effet de serre connexes.

Le projet se penche sur le processus de cessation progressive des activités de DGMV, relève les lacunes de données par l'examen des données accessibles et utilisables et résume les données de laboratoire nouvellement produites afin de combler ces lacunes.

Le 13 avril 2015, un atelier a été tenu pour discuter des avantages de diverses technologies en mode maintenance et cessation progressive. Les discussions portaient notamment sur l'injection de gaz non condensable ou l'utilisation de chaleur électrique pour maintenir la pression dans les zones épuisées. Des représentants d'exploitants des sables bitumineux et d'organismes gouvernementaux de réglementation ont participé à l'atelier sur invitation seulement. Ceux des exploitants des sables bitumineux ont fait des présentations sur leurs expériences actuelles ainsi que leurs stratégies, défis et préoccupations et une période de questions et réponses a suivi. Le potentiel d'atténuation était à évaluer par la comparaison d'options telles que l'injection de gaz et les gaz effluents pour ce qui est des avantages techniques, environnementaux et économiques qu'elles représentent et par la détermination de la méthode économique et éconergétique pour remplir les gisements épuisés.

L'étape 1 du projet comprenait un examen, réalisé par Computer Modelling Group Ltd. (CMG), des données accessibles à des fins de simulations informatiques et concernant pertinemment des activités de cessation progressive du DGMV. La simulation des gisements constitue une première étape essentielle puisqu'elle permet d'évaluer et de trier des solutions possibles plus rapidement et beaucoup plus économiquement que des essais sur le terrain. L'étude avait pour but d'aborder des préoccupations exprimées par des intervenants quant à la qualité et au caractère complet des ensembles de données existants et utilisés aux fins de simulation. Comme dans toute simulation informatique, la valeur des données de sortie dépend étroitement de l'exactitude des données d'entrée, ce qui confirme la nécessité de cette étude. CMG a déterminé les domaines dans lesquels des données expérimentales étaient manquantes et a recommandé des méthodes pour améliorer ces domaines. Selon l'examen de CMG, la plupart des données techniques nécessaires étaient déjà accessibles de sources publiques et privées, ce qui a permis aux entreprises d'exploitation des sables bitumineux participantes de mettre à jour leurs modèles numériques.

En se fondant sur les conclusions et les recommandations issues de l'étape 1 à des fins d'orientation (ces dernières ont permis de conclure que la portée des travaux à l'étape 2 était moins importante que prévu), l'étape 2 du projet visait la mise à l'essai et la collecte de données

pour combler la principale lacune relevée par CMG, soit les taux de dissolution et d'exsolution de méthane en laboratoire, afin de déterminer l'incidence de la température sur ces taux.

À l'origine, une étude de simulation numérique au nom de tous les exploitants du procédé de DGMV allait constituer la dernière étape du projet. À partir des données de laboratoire nouvellement produites, cette étude allait fournir une évaluation du procédé de DGMV dont les coûts et l'incidence sur l'environnement seraient beaucoup plus faibles qu'un essai sur le terrain. Il a été déterminé que vu la portée moins importante de l'étape 2, les dépenses des ressources de l'étape 3 n'étaient pas justifiées. Après la réalisation du projet, les entreprises d'exploitation des sables bitumineux faisant partie du Phoenix Network de la PTAC (Petroleum Technology Alliance Canada) seront en mesure de réaliser des simulations numériques individuellement, selon leurs propres modèles et des configurations précises de gisement, à l'aide des données générées aux étapes 1 et 2. Ces simulations constitueront une base pour la détermination de la stratégie privilégiée de cessation progressive, ce qui pourrait comprendre l'injection de gaz non condensables tels que le méthane, le CO₂ et des gaz effluents de manière à réduire les coûts et l'incidence sur l'environnement.

Table des matières

Avis de non-responsabilité.....	2
Sommaire	3
Table des matières.....	5
1 Introduction	6
2 Renseignements généraux.....	6
3 Objectifs	7
3.1 Objectif 1 – Rendre meilleures la simulation numérique de l’incidence de la cessation progressive des activités de DGMV et les stratégies pour l’atténuer	7
3.2 Objectif 2 – Mesure du comportement en fonction du taux de dissolution et d’excolution.....	7
3.3 Objectif 3 – Simulation numérique au moyen d’ensembles de données de l’étape précédente du projet.....	8
4 Résultats du projet.....	8
4.1 Réalisations du projet.....	8
4.1.1 Réalisation 1 – Détermination des écarts dans les données afin de rendre meilleures la simulation numérique de l’incidence de la cessation progressive des activités de DGMV et les stratégies pour l’atténuer – Computer Modelling Group (CMG).....	8
4.1.2 Réalisation 2 – Mesure des données de laboratoire afin de combler les écarts relevés dans les données – Alberta Innovates – Technology Futures (AITF)	8
4.2 Avantages.....	8
4.2.1 Avantage 1 – Déterminer et combler les écarts dans les données relatives aux gisements exploités par DGMV	8
4.2.2 Avantage 2 – Incidence pour le Canada	9
4.3 Objectifs relatifs à la technologie ou le développement des connaissances	9
4.4 Défis et obstacles	10
4.4.1 Défi/obstacle 1 – La complexité du problème technique.....	10
4.4.2 Défi/obstacle 2 – Le besoin d’essais sur le terrain.....	10
5 Conclusion et suivi	11
5.1 Prochaines étapes	11

1 Introduction

Le présent rapport rend compte du projet Avantages économiques de l'injection de gaz dans le processus de cessation progressive des activités de drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV), entrepris par la PTAC (Petroleum Technology Alliance Canada) en collaboration avec Devon Energy, Husky Energy, Nexen, Statoil Canada, Suncor Energy, Alberta Innovates – Technology Futures (AITF) et Computer Modelling Group (CMG). Le projet s'est déroulé d'avril 2015 jusqu'au 31 mars 2016.

L'objectif du projet consistait à étudier le procédé de cessation progressive des activités de DGMV et les stratégies d'atténuation pour réduire au minimum les effets néfastes d'un gisement épuisé par DGMV sur les paires de puits de production adjacentes par DGMV. À l'origine, les trois étapes du projet étaient les suivantes :

1. L'examen de données accessibles et utilisables
2. Les travaux en laboratoire
3. La simulation numérique

Cependant, en raison des conclusions tirées aux étapes 1 et 2, l'étape 3 n'a pas été poursuivie. Ce rapport décrira les méthodes et les résultats du projet tel qu'il a été réalisé.

2 Renseignements généraux

Dans la production des sables bitumineux in situ, le drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV) est la technologie dominante. Après environ 10 ans, la production d'une paire de puits (un puits d'injection et un puits de production) diminue et pourrait devenir non rentable à poursuivre. À ce moment-là, les activités de DGMV entreraient dans une phase de cessation progressive et les paires de puits ne seraient plus exploitées pour l'injection de vapeur ou la production. Toutefois, plusieurs problèmes peuvent survenir qui nécessiteraient de l'attention :

- La chambre à vapeur d'une paire de puits en arrêt de production pourrait agir comme une zone de perte et nuire à la production ainsi qu'au ratio vapeur-pétrole (RVP) des paires de puits avoisinantes en production. Le résultat serait une incidence environnementale plus importante. Il pourrait être nécessaire de maintenir la pression pendant une longue période de temps, ce qui nécessiterait un grand volume de gaz non condensable.
- Les entreprises pourraient choisir de délimiter des zones tampons entre paires de puits ou projets dans un même champ de pétrole. La largeur de la zone tampon pourrait atteindre 200 mètres, ce qui représente une perte de réserves. De nouvelles méthodes de confinement pourraient réduire de beaucoup la superficie des zones tampons.
- L'application d'une technologie secondaire de récupération rend possible la récupération assistée. Par exemple, la combustion in situ pourrait être mise en œuvre afin de récupérer le 40 % de pétrole toujours en place et irrécupérable par DGMV. Ceci étant dit, on ne sait pas encore si les gaz effluents de la combustion in situ auraient un effet néfaste sur les paires de puits adjacentes toujours en production par DGMV.

Il est donc essentiel de générer l'information issue de l'étude des gisements et de trouver des solutions qui permettront aux exploitants du procédé de DGMV de proposer des options quant au processus à l'organisme de réglementation de l'énergie de l'Alberta ou AER (Alberta Energy Regulator) après la fin de la vie utile des activités de DGMV.

3 Objectifs

L'objectif du projet consistait à étudier le procédé de cessation progressive des activités de DGMV (c.-à-d. la fin de la vie utile d'une paire de puits de production par DGMV) et les stratégies d'atténuation pour réduire au minimum les effets néfastes sur le plan de l'environnement et des coûts d'un gisement épuisé par DGMV sur les paires de puits de production adjacentes par DGMV.

3.1 Objectif 1 – Rendre meilleures la simulation numérique de l'incidence de la cessation progressive des activités de DGMV et les stratégies pour l'atténuer

- L'objectif consistait à résumer les données existantes aux fins de la mesure de la pression, du volume et de la température et d'une analyse spéciale des carottes ou SCAL (*special core analysis*) pour relever les écarts dans les données aux fins de la simulation numérique efficace du procédé de cessation progressive des activités de DGMV dans les gisements de bitume et de pétrole lourd.
- Les données recueillies aux fins de l'étude ont suggéré un manque de données expérimentales et de méthodes dans les domaines suivants :
 - Le comportement des phases du bitume et des mélanges de gaz
 - Le comportement des phases pour les systèmes à eau/à bitume/à gaz
 - Les gaz purs dans des conditions à température élevée
 - La perméabilité relative du gaz/du pétrole
 - La mesure de la perméabilité relative de fluides conservés de carottes et de gisements (par rapport à la mesure de la perméabilité relative au moyen de poches de sable ou de carottes extraites et d'huile minérale, obtenue des données existantes issues d'études en laboratoire).
- Les écarts ci-dessus dans le comportement des phases concernaient en particulier la dissolution et l'exsolution de méthane en bitume.

3.2 Objectif 2 – Mesure du comportement en fonction du taux de dissolution et d'exsolution

- L'objectif consistait d'abord à mesurer le taux de dissolution du méthane en bitume d'Athabasca en fonction du temps à diverses températures et à une pression fixe. Ensuite, il s'agissait de mesurer le taux d'exsolution du méthane à partir d'un mélange d'huile vive (bitume d'Athabasca saturé de méthane) en fonction du temps à diverses températures et à une pression fixe.

- Les essais sur le taux d'exsolution à des températures plus élevées ont donné lieu à l'exsolution d'un volume plus important de méthane, ce qui correspond à une solubilité plus faible de méthane à une température plus élevée.

3.3 Objectif 3 – Simulation numérique au moyen d'ensembles de données de l'étape précédente du projet

- L'objectif consistait à utiliser les données déterminées et générées des étapes précédentes du projet afin de réaliser une série de simulations numériques afin d'établir un cas de référence d'activités de DGMV en cours, en cours de cessation progressive et en arrêt de production ainsi que certaines stratégies d'atténuation.
- Cet objectif a été supprimé puisque l'étape 3 n'a pas été réalisée.

4 Résultats du projet

4.1 Réalisations du projet

4.1.1 Réalisation 1 – Détermination des écarts dans les données afin de rendre meilleures la simulation numérique de l'incidence de la cessation progressive des activités de DGMV et les stratégies pour l'atténuer – Computer Modelling Group (CMG)

Cette réalisation du projet a eu pour effet d'orienter les tâches restantes du projet par la détermination de domaines clés de concentration pour la mesure de données à l'avenir. Le contenu du rapport de CMG a servi à déterminer les essais en laboratoire à effectuer lors de la phase suivante du projet.

4.1.2 Réalisation 2 – Mesure des données de laboratoire afin de combler les écarts relevés dans les données – Alberta Innovates – Technology Futures (AITF)

Les essais en laboratoire pour mesurer les taux de dissolution et d'exsolution ont été réalisés avec succès comme il a été énoncé dans le contrat pour ce qui est des éléments livrables. Des ensembles de données permettant de combler les écarts relevés à l'étape 1 du projet en sont les résultats.

4.2 Avantages

4.2.1 Avantage 1 – Déterminer et combler les écarts dans les données relatives aux gisements exploités par DGMV

Dans le cadre du projet, des points faibles ont été relevés en ce qui concerne les données existantes sur les activités de cessation progressive du DGMV et à partir d'essais en laboratoire, des données scientifiques susceptibles de minimiser les pertes économiques des intervenants au cours d'activités de DGMV ont pu être générées. Dans l'éventualité où l'injection de méthane est adoptée afin d'empêcher que les gisements épuisés par DGMV ne deviennent des zones de perte pour les puits de production adjacents, l'industrie pétrolière et gazière fera face à des coûts

élevés. De plus, il faut comprendre le comportement du méthane dans ces gisements. Étant donné le nombre très important de puits existants et futurs de production par DGMV, tous les intervenants dans l'industrie des sables bitumineux pourraient profiter de ce projet et réduire les coûts engagés lors de la phase de cessation progressive du DGMV.

4.2.2 Avantage 2 – Incidence pour le Canada

Le projet a le potentiel de permettre la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'industrie pétrolière et gazière au Canada, surtout lors d'activités de DGMV, grâce à l'efficacité énergétique qu'entraîneraient les stratégies d'atténuation proposées. Le Canada serait capable de produire des produits d'hydrocarbures des sources de sables bitumineux et de pétrole lourd pour répondre en particulier aux besoins du marché mondial tout en en atténuant l'incidence.

4.3 Objectifs relatifs à la technologie ou le développement des connaissances

Méthodes

Le projet s'est déroulé en plusieurs grandes étapes : (1) un examen des données accessibles et utilisables de sources publiques et privées par Computer Modelling Group (CMG); (2) des travaux en laboratoire effectués par Alberta Innovates – Technology Futures (AITF) afin d'obtenir les données nécessaires pour combler les écarts relevés lors de l'étape précédente du projet; (3) la simulation numérique afin d'établir des cas de référence pour les activités de DGMV et certaines stratégies d'atténuation.

Examen de données accessibles et utilisables

Aux fins du projet, une demande de propositions a été publiée et la meilleure proposition, celle de CMG, a été retenue. CMG a fait un examen des données accessibles de sources publiques telles que des revues scientifiques publiées par la Society of Petroleum Engineers (SPE), mais également de sources privées ou de projets de consortium dans le cadre d'ententes de confidentialité, pour évaluer la pertinence d'ensembles de données aux fins de la simulation numérique et offrir des conseils concernant les écarts dans les données et les méthodes pour les combler. Ainsi, CMG a fourni une orientation quant à l'objet des études à l'avenir afin de répondre aux besoins là où il y a des lacunes dans l'industrie.

Travaux en laboratoire

Aux fins du projet, une demande de propositions a été publiée pour l'étape 2 et la meilleure proposition, celle de AITF, a été retenue. Les résultats des essais en laboratoire contribuent aux ensembles de données d'entrée dans les simulateurs. Des ensembles de données plus détaillés et plus exacts permettent de réaliser des études de simulation plus exactes, ce qui aide les exploitants des sables bitumineux à rendre les activités de cessation progressive du DGMV plus éconergétiques grâce à une meilleure compréhension du comportement du gisement.

Simulation numérique

Cet élément du projet n'a pas été entrepris.

4.4 Défis et obstacles

4.4.1 Défi/obstacle 1 – La complexité du problème technique

La phase de cessation progressive du DGMV est mal comprise parce que le DGMV est une technologie de production relativement nouvelle et peu de gisements ont atteint cette phase. Les experts de l'industrie ont participé énormément aux réunions techniques tenues d'avril 2015 jusqu'en janvier 2016 afin de faire avancer le projet de manière appropriée.

Le 13 avril 2015, un atelier concernant la stratégie de cessation progressive du DGMV a été tenu pour lancer le projet et discuter des avantages de diverses technologies en mode maintenance et cessation progressive. Les discussions portaient notamment sur l'injection de gaz non condensable (air, O₂, CO₂ et CH₄) ou l'utilisation de chaleur électrique pour maintenir la pression dans les zones épuisées. L'atelier constituait une occasion unique pour apprendre diverses stratégies et tirer une valeur optimale des gisements exploités par DGMV matures et vieillissants. Des représentants d'exploitants des sables bitumineux et d'organismes gouvernementaux de réglementation ont participé à l'atelier sur invitation seulement. Les exploitants des sables bitumineux Husky Energy Inc., Devon Energy Corporation, Statoil Canada Ltd. et Nexen ont chacun fait une présentation sur leurs expériences, stratégies, difficultés et préoccupations respectives actuellement, suivi d'une période de questions et réponses. Les participants ont fait une séance de remue-méninges sur les difficultés et ont dressé une liste de projets industriels conjoints possibles. En dernier lieu, une période était prévue pour poser des questions à l'organisme de réglementation de l'énergie de l'Alberta ou AER (Alberta Energy Regulator). Le potentiel d'atténuation était à évaluer par la comparaison d'options telles que l'injection de gaz (méthane, azote, dioxyde de carbone [CO₂]) et de gaz effluents (principalement de l'azote et du CO₂) et les gaz effluents pour ce qui est des avantages techniques, environnementaux et économiques qu'elles représentent et par la détermination de la méthode économique et éconergétique pour remplir les gisements épuisés.

Les entreprises participantes d'exploitation des sables bitumineux ont contribué aux ateliers, aux réunions d'équipe, à la préparation de la demande de propositions ainsi qu'à la sélection d'une proposition et à l'examen des rapports techniques définitifs de CMG et de AITF en y consacrant le temps considérable de leurs experts en simulation numérique et étude des gisements. Au total, les responsables du projet ont calculé une contribution de 531 heures par les entreprises d'exploitation des sables bitumineux et les experts techniques pour comprendre les questions techniques et prendre les décisions appropriées relatives à la gestion de la technologie.

4.4.2 Défi/obstacle 2 – Le besoin d'essais sur le terrain

Le projet a abordé uniquement la simulation numérique du contexte technique et de solutions possibles telles que l'injection de méthane et de gaz effluents. Pour arriver à des solutions mises en œuvre à l'échelle de l'industrie, il faudra des essais sur le terrain, ce qui aura pour effet de valider les modèles numériques ou de soulever de nouvelles questions.

5 Conclusion et suivi

En général, le projet avait pour but de déterminer et de combler les écarts dans les données par la génération de données à partir des travaux en laboratoire afin de permettre la simulation numérique efficace de la cession progressive des activités de drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV) dans l'exploitation du bitume et du pétrole lourd, et ce, pour en connaître l'incidence et élaborer des stratégies d'atténuation en conséquence. Au cours du projet, le niveau de maturité technologique de l'injection de gaz dans la cession progressive du DGMV a passé de 1 à 2.

Les résultats obtenus à l'étape 1 ont permis de déterminer les domaines où les données expérimentales sont insuffisantes pour servir de données d'entrée dans des études de simulation pour mieux comprendre le comportement de gisements exploités par DGMV. Ces résultats ont orienté l'étape 2 du projet.

Les résultats de l'étape 2 ont produit de nouvelles données pour combler les écarts relevés par Computer Modelling Group (CMG) et qui peuvent servir dans des études de simulation à l'avenir.

Malgré le fait que l'étape 3 n'a pas été réalisée comme prévu dans la portée originale, les étapes 1 et 2 ont produit des données permettant à l'élément du projet portant sur la simulation numérique d'être poursuivi individuellement par les entreprises participantes à une date ultérieure.

5.1 Prochaines étapes

Le projet a été réalisé dans le cadre du Phoenix Network de la PTAC et il est attendu que le projet donne lieu à des projets de suivi.

À ce moment-ci, les entreprises participantes peuvent mettre à jour leurs modèles numériques à l'aide des nouvelles données que le projet a générées et réaliser des simulations numériques en fonction de leurs activités et leurs gisements respectifs, ce qui entraînerait l'établissement d'une courte liste des solutions préférées. Il faudra mettre ces solutions à l'essai sur le terrain et les prouver avant de les déployer à grande échelle.