

Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation

Composante de recherche et développement

Rapport de fin d'évaluation

Projet : Projet albertain sur la pureté du CO₂
(*Alberta CO₂ Purity Project*) CCSE 018

Table des matières

1	Survol du projet	3
2	Sommaire	4
3	Introduction.....	5
4	Contexte	5
5	Objectifs.....	6
6	Résultats du projet.....	7
6.1	Réalisations du projet.....	8
6.2	Avantages	10
6.3	Objectifs de développement de la technologie/des connaissances	12
6.4	Obstacles et défis	15
7	Conclusion et suivi.....	16
7.1	Prochaines étapes	16

1 Survol du projet

Titre du projet	<i>Alberta CO₂ Purity Project</i> (Projet albertain de pureté du CO ₂)
Numéro d'identification du projet	CCSE 018
Promoteur	PTAC (<i>Petroleum Technology Alliance Canada</i>)
Nombre de partenaires participants	21
Coût total du projet (milliers de \$)	955 000 \$
Contribution totale du promoteur et des partenaires (milliers de \$)	350 000 \$
Contribution totale de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation (milliers de \$)	525 000 \$
Contribution totale du gouvernement (milliers de \$)	80 000 \$
Points saillants du projet	<ul style="list-style-type: none">○ Toutes les tâches du projet ont été achevées en respectant les délais et le budget.○ Les principaux produits à livrer du Projet albertain de pureté du CO₂, soit un modèle technoéconomique fonctionnel et un rapport complet détaillant les constatations de l'étude ont été achevés. Le modèle technoéconomique rassemble les données du projet et permet à l'utilisateur de saisir des paramètres de système comme le processus de captage, la longueur du pipeline et la répartition RAH/séquestration et de comprendre les effets de leurs saisies dans l'ensemble du système.
Date de présentation à RNCan	23 juillet 2014

2 Sommaire

L'Integrated CO₂ Network (ICO₂N), en partenariat avec la Petroleum Technology Alliance Canada (PTAC) et plus de 25 entités de l'industrie, a achevé le Projet albertain de pureté du CO₂, un projet visant à élaborer de rigoureuses lignes directrices « faites au Canada » sur la pureté qui éclaireront les projets de démonstration de captage et de stockage du carbone (CSC) à l'échelle commerciale. Ces lignes directrices constitueront le fonnement du déploiement accéléré du CSC au Canada et dresseront un portrait complet des exigences liées au CO₂ de la source au puits. Elles fourniront également des conseils sur les exigences optimales en matière de pureté pour un réseau de CSC, comblant ainsi les lacunes critiques dans les connaissances touchant le déploiement de la technologie de CSC.

Le Projet albertain de pureté du CO₂ est le premier du genre non seulement au Canada, mais dans le monde. Les spécifications relatives à la pureté n'ont jamais été évaluées dans l'ensemble de la chaîne ni, ce qui importe davantage, en tenant compte de l'éventail complet des impuretés en combinaison plutôt qu'en ne mettant l'accent que sur une impureté ou un processus unique. Le fait de déterminer la pureté optimale du CO₂ entraînera une réduction des coûts généraux de mise en œuvre du CSC, garantira que l'on fait preuve de diligence raisonnable avant d'entreprendre de nouveaux projets et, en fin de compte, contribuera à une réduction globale des émissions de GES grâce à l'amélioration des connaissances, de la sécurité et du caractère pratique de la technologie de captage du carbone.

Le projet a permis de mettre au point un modèle technoéconomique détaillé peuplé de données dérivées et capable d'analyser des scénarios de systèmes afin de déterminer les effets des impuretés et d'optimiser les niveaux de pureté dans l'ensemble de l'infrastructure intégrée de CSC. Ces travaux, réalisés en Alberta, aideront à formuler des recommandations en matière de pureté qui peuvent être utilisées par les organismes de réglementation, les universités et les industries de l'Alberta, au Canada, et des compétences du monde entier.

3 Introduction

Le projet a été exécuté entre avril 2011 et mars 2014 par la Petroleum Technology Alliance Canada (PTAC). Il comprenait 20 partenaires en plus du promoteur. Le projet comptait quatre phases, chacune ayant des objectifs et des programmes de travail distincts exécutés en vue de produire des résultats d'étude utiles. La plupart des tâches ont été exécutées en concurrence avec d'autres tâches, même si plusieurs tests exigeaient que les résultats de tâches antérieures soient achevés.

Le Comité directeur a pris des décisions marquantes au sujet d'éléments particuliers du travail en allouant le budget en fonction des propositions présentées par les responsables techniques.

4 Contexte

Dans le domaine du captage et du stockage du carbone (CSC), il existe un grand nombre de technologies distinctes de captage du carbone, et chacune d'elles engendre un profil unique de pureté et de contamination du CO₂. La pureté du CO₂ peut avoir une incidence sur de nombreux paramètres de fonctionnement du système de CSC, soit le comportement de phase du CO₂, les conditions dans lesquelles le transport par pipeline peut avoir lieu de même que la faisabilité technique de la récupération assistée des hydrocarbures (RAH) et du stockage direct du CO₂. La faisabilité technique des procédés de captage et les coûts généraux du système de CSC sont fortement touchés par le resserrement des spécifications en matière de pureté du CO₂. Par exemple, les pipelines peuvent transporter divers flux de CO₂ mais les coûts, l'exploitabilité et la sécurité des pipelines sont en grande partie déterminés par les considérations relatives à la pureté. La présence de diverses impuretés affectant la miscibilité en réservoir et à l'impact du CO₂ de même que la production assistée de pétrole nuisent à la récupération assistée des hydrocarbures. Les impuretés incluent sur l'ampleur du panache dans un régime de stockage, sur la capacité de piégeage et sur le taux d'injectivité. Ce projet étudiait et déterminait le point d'équilibre optimal en matière de pureté dans chacun des quatre composants d'un système de CSC à grande échelle (captage, transport, stockage et surveillance).

Il est crucial de comprendre la pureté pour assurer le développement du CSC au Canada. Les nouveaux renseignements obtenus dans le cadre de ce projet ont le potentiel de permettre l'élaboration de normes de pureté du CO₂, qui pourraient elles-mêmes engendrer une réduction des coûts, une plus grande normalisation de l'équipement, une amélioration de l'efficacité du système de CSC et une plus grande interopérabilité entre les différents systèmes de CSC.

Dans l'ensemble, cette étude exceptionnelle a donné aux chercheurs et aux scientifiques la possibilité d'en apprendre davantage sur les méthodologies traditionnelles et de tirer des enseignements des expériences du projet. Les chercheurs qui ont participé à l'étude ont entrepris des essais nouveaux et excitants; ce projet a fourni du financement à ces chercheurs pour leur permettre de mettre à l'essai des normes de pureté et d'améliorer leurs propres connaissances.

5 Objectifs

Ce projet avait pour objectif de combler une lacune capitale dans les connaissances et de répondre à la question suivante : comment la présence d'impuretés influe-t-elle sur un système intégré de CSC? Le projet ACPP est une évaluation de la pureté du CO₂, la première du genre, qui porte sur tous les aspects d'un système intégré de CSC, y compris le captage, le transport par pipeline, la récupération assistée des hydrocarbures et la séquestration ou le stockage directs du CO₂. Le projet permettra de mettre au point un modèle technoéconomique détaillé peuplé de données dérivées et capable d'analyser des scénarios de systèmes afin de déterminer les effets des impuretés et d'optimiser les niveaux de pureté dans l'ensemble de l'infrastructure intégrée de CSC. Ces travaux, qui seront réalisés en Alberta, permettront de formuler des recommandations en matière de pureté qui peuvent être utilisées par les organismes de réglementation, les universités et les industries de l'Alberta, au Canada, et des compétences du monde entier.

Le Projet albertain de pureté du CO₂ a été divisé en cinq composants/silos : Captage, Transport, Récupération assistée des hydrocarbures, Séquestration et Intégration/Administration.

Les principaux produits à livrer du Projet albertain de pureté du CO₂ étaient la mise au point d'un modèle technoéconomique fonctionnel et la préparation d'un rapport complet détaillant les constatations de l'étude. Le modèle technoéconomique rassemble les données du projet et permet à l'utilisateur de saisir des paramètres de système comme le processus de captage, la longueur du pipeline et la répartition RAH/séquestration et de comprendre les effets de leurs saisies dans l'ensemble du système. Le modèle, les données et le rapport seront fournis à chaque participant à l'étude de manière à ce que les intrants puissent être modifiés pour refléter les circonstances de chacun, de même que les données nouvelles ou propres à une région.

Cette étude unique en son genre a donné aux chercheurs et aux scientifiques la possibilité d'en apprendre davantage sur les méthodologies traditionnelles et de tirer des enseignements des expériences du projet. Les chercheurs qui ont participé à l'étude ont entrepris des essais nouveaux et excitants; ce projet a fourni du financement à ces chercheurs pour leur permettre de mettre à l'essai des normes de pureté et d'améliorer leurs propres connaissances.

6 Résultats du projet

Le Projet albertain de pureté du CO₂ a été divisé en cinq composants : Captage, Transport, Récupération assistée des hydrocarbures, Séquestration et Intégration/Administration.

Captage :

Le Programme sur le point de rosée consistait à étudier les points de rosée de diverses compositions de CO₂ supercritique, d'impuretés et d'eau. Il existe plusieurs techniques d'analyse pour mesurer la solubilité et le point de rosée, qui exigent généralement de combiner du CO₂, les impuretés souhaitées et de l'eau dans un réceptacle hermétique dont les conditions internes peuvent être contrôlées, puis de chercher le point auquel de l'eau libre commence à se former. Les mesures du point de rosée ont été prises à 5 températures également espacées dans la plage donnée, l'une après l'autre, de manière suffisante pour dresser le portrait du comportement pression-température (P-T). Il y avait 6 compositions; on a donc obtenu 30 mesures du point de rosée. Pour chaque essai, une quantité appropriée de la composition échantillon a été injectée dans une micropuce à la pression et la température désirées. Après avoir atteint l'équilibre thermodynamique, l'état de l'échantillon à l'intérieur de la micropuce a été représenté puis utilisé pour déterminer le point de rosée; c'est ce qu'on appelle la technologie microfluidique.

Transport :

Cet essai était en fait une étude expérimentale sur l'effet des impuretés sur les capacités d'écoulement pendant le transport du CO₂. Un essai en boucle de débit a été entrepris pour tester les 6 compositions définies aux fins d'analyse. Cet essai aidera à mieux comprendre les effets des conditions de fonctionnement en termes de plages de pression et de températures sur le fonctionnement du pipeline dans les régions supercritiques et denses de même que la proximité des enveloppes de phase respectives.

Récupération assistée des hydrocarbures :

Essai de RAH en laboratoire. L'achèvement de cette tâche a aidé à comprendre les effets des impuretés dans le CO₂ sur la pression minimale de miscibilité (PMM). La PMM a fait l'objet d'essais en laboratoire au moyen de deux types d'équipement différents : le dispositif à bulle ascendante (*rising bubble apparatus* – RBA) et le « slimtube ». En utilisant ces essais, le Projet albertain de pureté du CO₂ pourra estimer l'impact des impuretés dans le flux de CO₂ sur la récupération afin de déterminer le changement dans la PMM par rapport à celle du CO₂ pur.

Séquestration :

Modélisation des réactions dans le transport :

Cette tâche avait pour objet d'élaborer un modèle combinant les modèles de réaction chimique et de comportement d'écoulement afin d'aider à déterminer les réactions chimiques de même que les changements en matière de perméabilité et de porosité auxquels on peut s'attendre dans le système. La modélisation comprenait deux analyses connexes mais distinctes : champ lointain et champ proche. Dans l'analyse du champ lointain, loin du puits d'injection, on a employé pour la

modélisation un éventail de types de réservoirs calibrés en fonction des expériences géochimiques en autoclave afin de tester la sensibilité de chaque type de réservoir à divers flux de pureté de CO₂. Les interactions chimiques des composants avec les minéraux et les autres phases solides ont soit atténué, soit amplifié le changement. L'analyse du champ proche était semblable mais mettait l'accent sur la possibilité d'une réduction marquée de la porosité, de la perméabilité et de l'injectivité qui pourrait nuire aux puits, diminuer leur disponibilité aux fins d'injection (c.-à-d. que davantage de puits seraient nécessaires) et accroître les coûts par de multiples reconditionnements d'appoint.

Intégration/Administration :

Les principaux produits à livrer du Projet albertain de pureté du CO₂ étaient la mise au point d'un modèle technoéconomique fonctionnel et la préparation d'un rapport complet détaillant les constatations de l'étude. Le modèle technoéconomique rassemble les données du projet et permet à l'utilisateur de saisir des paramètres de système comme le processus de captage, la longueur du pipeline et la répartition RAH/séquestration et de comprendre les effets de leurs saisies dans l'ensemble du système. Le modèle, les données et le rapport seront fournis à chaque participant à l'étude de manière à ce que les intrants puissent être modifiés pour refléter les circonstances de chacun de même que les données nouvelles ou propres à une région. De plus, en collaboration avec l'*Integrated CO₂ Network* (ICO₂N), la Petroleum Technology Alliance Canada (PTAC) a fourni des services de facilitation de projet de même qu'un soutien administratif à l'ensemble du projet, y compris l'administration des contrats au besoin, et a fait fonction d'agent de liaison entre le Comité directeur, les responsables de projet et les comités techniques.

6.1 Réalisations du projet

- **Tâche 1.1** On a terminé la collecte de renseignements sur l'industrie du captage; c'était important puisque cela a permis de réaliser une revue complète de la littérature et a aidé le projet à restreindre le nombre de compositions de pureté du CO₂ à étudier. Les constatations de la revue de la littérature justifient également le choix des compositions. Par la suite, un plan de travail détaillé a été préparé.
- **Tâche 2.2** Validation de la capacité. Le fait d'achever cette tâche a aidé à combler une lacune dans les connaissances; la littérature a fourni des renseignements sur l'impact des impuretés dans le CO₂ sur la capacité. Ces renseignements peuvent être compilés afin de déterminer l'impact des mélanges de contaminants dans le CO₂ sur la capacité du pipeline aussi bien que sur la conception du compresseur et de la pompe. Ces renseignements étaient nécessaires pour déterminer quelle composition de CO₂ convenait le mieux au captage.
- **Tâche 2.5** Modélisation numérique. L'achèvement de cette tâche a aidé à combler une lacune dans les connaissances. Elle abordait le comportement d'écoulement de mélanges riches en CO₂ afin de déterminer l'ampleur du panache et les caractéristiques d'écoulement souterrain. C'est important puisque cela alimente le modèle technoéconomique pour permettre à l'utilisateur de prévoir le

comportement du CO₂ sous terre.

- **Tâche 2.6** Expériences en autoclave. Le fait d'achever cette tâche a permis de mesurer les changements, le cas échéant, dans la minéralogie des échantillons de roches de même que l'impact probable de ces changements sur la porosité et la perméabilité. C'était important pour comprendre comment le CO₂ se comporterait avec certaines roches et certains minéraux.
- **Tâche 2.7** Analyse des espèces acides. Cette tâche a été achevée et a fourni des données pour les paramètres non abordés dans les expériences en laboratoire portant sur les données relatives au PH et aux réactions chimiques propres à la pression des espèces acides (HCl, SO₂, NO₂ et autres gaz en traces). Ces tests peuvent aider à déterminer le rythme auquel les puits seraient perdus.
- **Tâche 2.1** Programme sur le point de rosée et la corrosion. Ce programme avait pour objectif d'entreprendre une étude des points de rosée de diverses compositions de CO₂ supercritique, d'impuretés et d'eau. Il existe plusieurs techniques d'analyse pour mesurer la solubilité et le point de rosée, qui exigent généralement de combiner du CO₂, les impuretés souhaitées et de l'eau dans un réceptacle hermétique dont les conditions internes peuvent être contrôlées, puis de chercher le point auquel de l'eau libre commence à se former. Après avoir atteint l'équilibre thermodynamique, l'état de l'échantillon à l'intérieur de la micropuce a été représenté puis utilisé pour déterminer le point de rosée, validant ainsi la technologie microfluidique.
- **Tâche 2.3** Essai en boucle de débit. Cet essai avait pour objectif de mener une étude expérimentale sur les effets des impuretés sur la capacité de débit dans le transport du CO₂. Cet essai aidera à mieux comprendre les effets des conditions de fonctionnement en termes de plages de pression et de températures sur le fonctionnement du pipeline dans les régions supercritiques et denses de même que la proximité des enveloppes de phase respectives.
- **Tâche 2.4** Essai de RAH en laboratoire. L'achèvement de cette tâche a aidé à comprendre les effets des impuretés dans le CO₂ sur la pression minimale de miscibilité (PMM). La PMM a fait l'objet d'essais en laboratoire au moyen de deux types d'équipement différents : le dispositif à bulle ascendante (*rising bubble apparatus* – RBA) et le « slimtube ». En utilisant ces essais, le Projet albertain de pureté du CO₂ pourra estimer l'impact des impuretés dans le flux de CO₂ sur la récupération afin de déterminer le changement dans la PMM par rapport à celle du CO₂ pur.
- **Tâche 2.8** Modélisation des réactions pendant le transport. Cette tâche avait pour objet d'élaborer un modèle combinant les modèles de réaction chimique et de comportement d'écoulement afin d'aider à déterminer les réactions chimiques de même que les changements en matière de perméabilité et de porosité auxquels on peut s'attendre dans le système. La modélisation comprenait deux analyses connexes mais distinctes : champ lointain et champ proche. Dans l'analyse du champ lointain, loin du puits d'injection, on a employé pour la modélisation un éventail de types de réservoirs calibrés en fonction des expériences géochimiques en autoclave afin de tester la sensibilité de chaque type de réservoir à divers flux de pureté de CO₂. Les interactions chimiques des composants avec les minéraux et les autres phases solides ont soit atténué, soit amplifié le changement. L'analyse du champ proche était semblable mais

mettait l'accent sur la possibilité d'une réduction marquée de la porosité, de la perméabilité et de l'injectivité qui pourrait nuire aux puits, diminuer leur disponibilité aux fins d'injection (c.-à-d. que davantage de puits seraient nécessaires) et accroître les coûts par de multiples reconditionnements d'appoint.

- **Tâche 3.1** Modélisation technoeconomique. Le modèle technoeconomique rassemble les données du projet et permet à l'utilisateur de saisir des paramètres de système comme le processus de captage, la longueur du pipeline et la répartition RAH/séquestration et de comprendre les effets de leurs saisies dans l'ensemble du système.
- **Tâche 4.1** Rédaction de rapports. Les principaux produits à livrer du Projet albertain de pureté du CO₂ étaient un modèle technoeconomique fonctionnel et un rapport complet détaillant les constatations de l'étude. Le modèle fonctionnel sera fourni à chaque participant à l'étude de manière à ce que les intrants puissent être modifiés pour refléter les circonstances de chacun de même que les données nouvelles ou propres à une région.
- **Tâche 4.2** Administration. La PTAC a assuré la facilitation du projet, en collaboration avec l'ICO₂N, a fourni un soutien administratif à l'ensemble du projet, y compris l'administration des contrats au besoin, et a fait fonction d'agent de liaison entre le Comité directeur, les responsables de projet et les comités techniques.

6.2 Avantages

- On compte parmi les principaux intervenants de ce projet le public et les organismes non gouvernementaux. Lorsque cette étude sera publiée, le public disposera de recherches pratiques viables. On prévoit que cette étude aidera à améliorer la connaissance et la compréhension du CSC par le public. Cela améliore la perception du CSC par le public et profite donc à l'industrie et au gouvernement lorsqu'ils participent à des consultations publiques.
- De nombreux obstacles sont liés au CSC, notamment la surveillance, les coûts, le comportement du CO₂, la réglementation floue et la perception du public. Le gouvernement du Canada est un des principaux intervenants dans ce projet et cette étude, et cette étude servira de tribune pour générer et entretenir un engagement continu du gouvernement à l'égard des politiques et des mécanismes de financement pour les projets viables de CSC. Cette étude aidera à comprendre et à éliminer les obstacles au CSC, ce qui aidera le gouvernement à mettre au point des mécanismes de soutien pour le CSC.
- Il est entendu que de multiples intervenants et de multiples parties ont déployé des efforts considérables en Alberta en matière de CSC au fil des ans. Cette étude rassemble les éléments du CSC et permet aux universitaires, à l'industrie, au gouvernement et au public d'évaluer les effets économiques et autres du CSC en utilisant les mêmes paramètres et les mêmes normes de pureté mises au point.

- On a élaboré un modèle technoéconomique qui quantifie l'impact de la présence d'impuretés sur un système de CSC intégré. Le modèle technoéconomique représentait une entreprise inédite pour l'expert-conseil en modélisation. L'expert-conseil a travaillé avec tous les gestionnaires, aux antécédents professionnels variés, afin de saisir les bonnes formules et les bonnes observations dans le modèle. Cette possibilité a permis à l'expert-conseil d'améliorer ses connaissances, ce qui lui permet maintenant de créer des modèles compliqués d'une manière particulière.
- Les groupes d'intervenants touchés par l'ACPP et qui y participent sont variés et vont du gouvernement aux utilisateurs du CO₂, en passant par les producteurs d'énergie (bailleurs de fonds de l'industrie). Les bailleurs de fonds vont des associations de pipelines aux organismes de recherche, et on leur a fourni des données détaillées et sensibles au sujet du silo particulier qu'ils ont choisi de financer. Les bailleurs de fonds ont manifesté continuellement un intérêt pour l'étude détaillée de méthodologies et d'éléments particuliers.
- Le silo de captage a tiré grand profit de l'utilisation de la technologie microfluidique et les chercheurs travaillent de concert avec l'Université de Calgary; cette expérience a donné lieu à d'autres recherches et à des possibilités de travaux universitaires.
- Le silo du transport a mis au point une boucle de débit assez compacte pour tester les diverses compositions de CO₂. Il n'existe actuellement aucune autre boucle de débit conçue avec les mêmes paramètres. Les bailleurs de fonds de ce silo prévoient utiliser la boucle de débit pour mener d'autres essais avec d'autres compositions chimiques. Les bailleurs de fonds du silo du transport sont des associations qui œuvrent à fournir des renseignements exacts sur le transport par pipeline au public; cette étude confèrera à ces associations un certain mérite lors des discussions sur l'impact du transport du CO₂. L'étude sera donc utilisée pour apporter des preuves factuelles dans les conversations internes et externes.
- Les travaux de modélisation ont poussé le modélisateur principal à entreprendre des projets semblables pour travailler continuellement à raffiner et à perfectionner les paramètres de modélisation.
- Les gestionnaires de projet ont utilisé les résultats de l'étude pour ouvrir la porte à des discussions sur la mise en œuvre du CSC et ont parlé de l'étude lors de conférences et d'événements. Ils prévoient en outre diffuser à l'interne le modèle, qu'ils pourront ajuster de manière à correspondre aux initiatives de leur entreprise.
- Le projet a également permis au silo du transport d'embaucher un entrepreneur qui n'avait jamais construit de boucle de débit respectant les paramètres exigés par le projet. Cette situation a permis à l'entrepreneur, un groupe constitué de scientifiques et d'ingénieurs, d'évaluer l'expérience et d'en apprendre sur la construction de la boucle de débit détaillée. Tous les gestionnaires ont été invités à la boucle de débit pour

s'instruire à propos de la boucle elle-même et du travail intense exigé par sa construction et son exploitation.

- Dans l'ensemble, ce projet profite de la participation active d'un groupe varié et croissant d'organismes gouvernementaux, de représentants de l'industrie, d'entreprises et de chercheurs universitaires qui mettent l'accent sur la promotion du CSC au Canada, en Amérique du Nord et dans le monde. Cela garantira que les connaissances et les résultats du projet sont largement diffusés.
- Enfin, le rapport final tire des conclusions à propos de la définition de normes de pureté appropriées et des éléments qui doivent être pris en compte lors de l'évaluation de la pureté pour les systèmes de CSC intégrés.

6.3 Objectifs de développement de la technologie/des connaissances

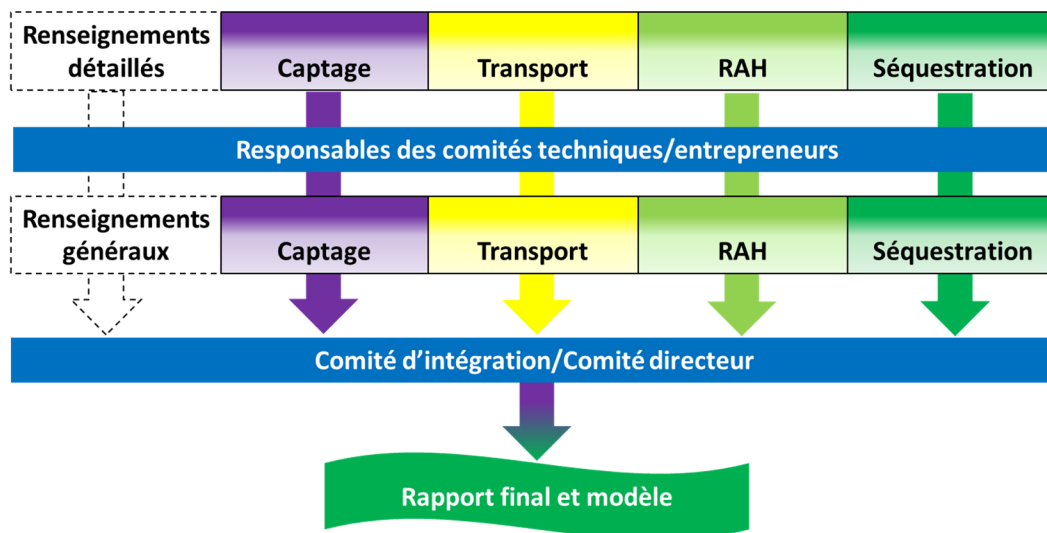
- **Tâche 1.1** On a terminé la collecte de renseignements sur l'industrie du captage; c'était important puisque cela a permis de réaliser une revue complète de la littérature et a aidé le projet à restreindre le nombre de compositions de pureté du CO₂ à étudier. Les constatations de la revue de la littérature justifient également le choix des compositions. Par la suite, un plan de travail détaillé a été préparé.
- **Tâche 2.2** Validation de la capacité. Le fait d'achever cette tâche a aidé à combler une lacune dans les connaissances; la littérature a fourni des renseignements sur l'impact des impuretés dans le CO₂ sur la capacité. Ces renseignements peuvent être compilés afin de déterminer l'impact des mélanges de contaminants dans le CO₂ sur la capacité du pipeline aussi bien que sur la conception du compresseur et de la pompe. Ces renseignements étaient nécessaires pour déterminer quelle composition de CO₂ convenait le mieux au captage.
- **Tâche 2.5** Modélisation numérique. L'achèvement de cette tâche a aidé à combler une lacune dans les connaissances. Elle abordait le comportement d'écoulement de mixtures riches en CO₂ afin de déterminer l'ampleur du panache et les caractéristiques d'écoulement souterrain. C'est important puisque cela alimente le modèle technoéconomique pour permettre à l'utilisateur de prévoir le comportement du CO₂ sous terre.
- **Tâche 2.6** Expériences en autoclave. Le fait d'achever cette tâche a permis de mesurer les changements, le cas échéant, dans la minéralogie des échantillons de roches de même que l'impact probable de ces changements sur la porosité et la perméabilité. C'était important pour comprendre comment le CO₂ se comporterait avec certaines roches et certains minéraux.
- **Tâche 2.7** Analyse des espèces acides. Cette tâche a été achevée et a fourni des données pour les paramètres non abordés dans les expériences en laboratoire portant sur les données relatives au pH et aux réactions chimiques propres à la pression des espèces acides (HCl, SO₂, NO₂ et autres gaz en traces). Ces tests peuvent aider à déterminer le rythme auquel les puits seraient perdus.

- **Tâche 2.1** Programme sur le point de rosée et la corrosion. Ce programme avait pour objectif d'entreprendre une étude des points de rosée de diverses compositions de CO₂ supercritique, d'impuretés et d'eau. Il existe plusieurs techniques d'analyse pour mesurer la solubilité et le point de rosée, qui exigent généralement de combiner du CO₂, les impuretés souhaitées et de l'eau dans un réceptacle hermétique dont les conditions internes peuvent être contrôlées, puis de chercher le point auquel de l'eau libre commence à se former. Après avoir atteint l'équilibre thermodynamique, l'état de l'échantillon à l'intérieur de la micropuce a été représenté puis utilisé pour déterminer le point de rosée, validant ainsi la technologie microfluidique.
- **Tâche 2.3** Essai en boucle de débit. Cet essai avait pour objectif de mener une étude expérimentale sur les effets des impuretés sur la capacité de débit dans le transport du CO₂. Cet essai aidera à mieux comprendre les effets des conditions de fonctionnement en termes de plages de pression et de températures sur le fonctionnement du pipeline dans les régions supercritiques et denses de même que la proximité des enveloppes de phase respectives.
- **Tâche 2.4** Essai de RAH en laboratoire. L'achèvement de cette tâche a aidé à comprendre les effets des impuretés dans le CO₂ sur la pression minimale de miscibilité (PMM). La PMM a fait l'objet d'essais en laboratoire au moyen de deux types d'équipement différents : le dispositif à bulle ascendante (*rising bubble apparatus* – RBA) et le « slimtube ». En utilisant ces essais, le Projet albertain de pureté du CO₂ pourra estimer l'impact des impuretés dans le flux de CO₂ sur la récupération afin de déterminer le changement dans la PMM par rapport à celle du CO₂ pur.
- **Tâche 2.8** Modélisation des réactions pendant le transport. Cette tâche avait pour objet d'élaborer un modèle combinant les modèles de réaction chimique et de comportement d'écoulement afin d'aider à déterminer les réactions chimiques de même que les changements en matière de perméabilité et de porosité auxquels on peut s'attendre dans le système. La modélisation comprenait deux analyses connexes mais distinctes : champ lointain et champ proche. Dans l'analyse du champ lointain, loin du puits d'injection, on a employé pour la modélisation un éventail de types de réservoirs calibrés en fonction des expériences géochimiques en autoclave afin de tester la sensibilité de chaque type de réservoir à divers flux de pureté de CO₂. Les interactions chimiques des composants avec les minéraux et les autres phases solides ont soit atténué, soit amplifié le changement. L'analyse du champ proche était semblable, mais mettait l'accent sur la possibilité d'une réduction marquée de la porosité, de la perméabilité et de l'injectivité qui pourrait nuire aux puits, diminuer leur disponibilité aux fins d'injection (c.-à-d. que davantage de puits seraient nécessaires) et accroître les coûts par de multiples reconditionnements d'appoint.
- **Tâche 3.1** Modélisation technoéconomique. Le modèle technoéconomique rassemble les données du projet et permet à l'utilisateur de saisir des paramètres de système comme le processus de captage, la longueur du pipeline et la répartition RAH/séquestration et de comprendre les effets de leurs saisies dans l'ensemble du système.
- Cette étude exceptionnelle a donné aux chercheurs et aux scientifiques la possibilité

d'en apprendre davantage sur les méthodologies traditionnelles et de tirer des enseignements des expériences du projet. Les chercheurs qui ont participé à l'étude ont entrepris des essais nouveaux et excitants; ce projet a fourni du financement à ces chercheurs pour leur permettre de mettre à l'essai des normes de pureté et d'améliorer leurs propres connaissances. Ils ont maintenant confirmé que ce projet a attisé leur intérêt pour les méthodologies et qu'ils pousseront l'étude plus loin.

- Le Projet albertain de pureté du CO₂ est le premier du genre non seulement au Canada, mais dans le monde. Les spécifications relatives à la pureté n'ont jamais été évaluées dans l'ensemble de la chaîne ni, ce qui importe davantage, en tenant compte de l'éventail complet des impuretés en combinaison plutôt qu'en ne mettant l'accent que sur une impureté ou un processus unique. Le fait de déterminer la pureté optimale du CO₂ entraînera une réduction des coûts généraux de mise en œuvre du CSC, garantira que l'on fait preuve de diligence raisonnable avant d'entreprendre de nouveaux projets et, en fin de compte, contribuera à une réduction globale des émissions de GES grâce à l'amélioration des connaissances, de la sécurité et du caractère pratique de la technologie de captage du carbone.
- Le projet permettra de mettre au point un modèle technoéconomique détaillé peuplé de données dérivées et capable d'analyser des scénarios de systèmes afin de déterminer les effets des impuretés et d'optimiser les niveaux de pureté dans l'ensemble de l'infrastructure intégrée de CSC. Ces travaux, qui seront réalisés en Alberta, permettront de formuler des recommandations en matière de pureté qui peuvent être utilisées par les organismes de réglementation, les universités et les industries de l'Alberta, au Canada, et des compétences du monde entier.

Résultats de l'Étude albertaine sur la pureté du CO₂



Les prochaines étapes pour ce projet sont de diffuser les résultats des travaux réalisés dans le cadre du Projet albertain de pureté du CO₂. Tous les gestionnaires de projet ont hâte de démontrer et de présenter le projet ACP. Cela se fera par la présentation des résultats du projet dans le cadre de conférences, de forums et de colloques de l'industrie et par la distribution de copies imprimées du rapport final.

6.4 Obstacles et défis

- Retard dans le financement : Le projet a reçu des fonds de RNCan un an avant la date d'achèvement prévue. En raison du retard dans le financement, les contrats ont dû être modifiés et les expériences accélérées. Le projet a connu quelques incidents en laboratoire, lors desquels les échantillons ont dû être envoyés à nouveau alors que l'équipement scientifique n'était plus disponible, ce qui a retardé les expériences. Ces retards ont engendré des tensions dans l'équipe de travail de même que du travail supplémentaires pour les gestionnaires de projet. L'équipe du projet ACP a réussi à s'en sortir.
- Acquisition de la technologie : Lors des expériences d'essai de capacité du pipeline, des pièces pour construire le pipeline ont été commandées de la Chine. Le prix était considérablement plus bas en Chine. Lorsque les pièces sont arrivées, les scientifiques ont découvert qu'elles ne respectaient pas le code et ils ont dû investir une certaine somme d'argent pour les amener à respecter le code. Les pièces ont fini par coûter le même prix qu'au Canada. Cela a légèrement retardé les expériences, mais n'a pas eu un grand effet négatif sur le projet en général. Cette difficulté a souligné l'importance d'acquérir les pièces localement et, par conséquent, toutes les autres pièces requises dans le cadre de ce projet ont été acquises localement.
- Mise à l'essai des technologies : Au cours des essais sur la RAH, les scientifiques ont découvert que les tests effectués au moyen de dispositifs RBA n'étaient pas aussi précis que ceux réalisés au moyen de « SlimTube ». Cette difficulté est documentée dans le rapport final, qui formule des conseils à l'intention des autres sur la précision des technologies.
- Modélisation supplémentaire : Le modèle technoéconomique était une énorme entreprise. Combiner les données de différents scientifiques et de 4 silos différents s'est avéré être une tâche exigeant beaucoup de minutie. Le projet a dû investir des sommes d'argent supplémentaires dans le modèle pour l'achever; cet argent a été puisé dans le fonds d'urgence du projet. En investissant davantage d'argent pour achever le modèle avec exactitude, le projet peut maintenant offrir un outil de classe mondiale pour calculer les coûts relatifs à la pureté.

7 Conclusion et suivi

L'objectif le plus important du Projet albertain de pureté du CO₂ était de rassembler les experts et les intervenants de l'industrie avant les jalons critiques en matière de conception menant à 2015. Le projet a évalué les effets de la pureté du CO₂ et de nombreux contaminants sur les diverses parties constituant le système de CSC, entre autres le captage, les pipelines, la RAH et la séquestration. Le projet a également aidé à comprendre les répercussions en matière de sécurité de la pureté du CO₂, du point de vue de l'industrie, et fournira des renseignements techniques et économiques fondés sur les constatations collectives du projet aux organismes de réglementation, aux gouvernements et aux intervenants afin de leur permettre de mieux comprendre la question de la pureté. Le Projet albertain de pureté du CO₂ définira une « norme de pureté faite pour l'Alberta ».

Le projet a préparé un modèle technoéconomique détaillé peuplé de données dérivées et capable d'analyser des scénarios de systèmes afin de déterminer les effets des impuretés et d'optimiser les niveaux de pureté dans l'ensemble de l'infrastructure intégrée de CSC. Ces travaux ont permis de formuler des recommandations en matière de pureté qui peuvent être utilisées par les organismes de réglementation, les universités et les industries de l'Alberta, au Canada, et des compétences du monde entier.

7.1 Prochaines étapes

Les prochaines étapes pour ce projet sont de diffuser les résultats des travaux réalisés dans le cadre du Projet albertain de pureté du CO₂. Tous les gestionnaires de projet ont hâte de démontrer et de présenter le projet ACPP. Cela se fera par la présentation des résultats du projet dans le cadre de conférences, de forums et de colloques de l'industrie et par la distribution de copies imprimées du rapport final.

Le gouvernement du Canada est un des principaux intervenants dans ce projet et cette étude, et cette étude servira de tribune pour générer et entretenir un engagement continu du gouvernement à l'égard des politiques et des mécanismes de financement pour les projets viables de CSC. Cette étude aidera à comprendre et à éliminer les obstacles au CSC, ce qui aidera le gouvernement à mettre au point des mécanismes de soutien pour le CSC.

Cette étude rassemble les éléments du CSC et permet aux universitaires, à l'industrie, au gouvernement et au public d'évaluer les effets économiques et autres du CSC en utilisant les mêmes paramètres et les mêmes normes de pureté mises au point.

Le modèle technoéconomique rassemble les données du projet et permet à l'utilisateur de saisir des paramètres de système comme le processus de captage, la longueur du pipeline et la répartition RAH/séquestration et de comprendre les effets de leurs saisies dans l'ensemble du système, ce qui permettra de continuer d'utiliser et de mettre à profit les résultats de ce projet, dans l'ensemble de l'industrie.