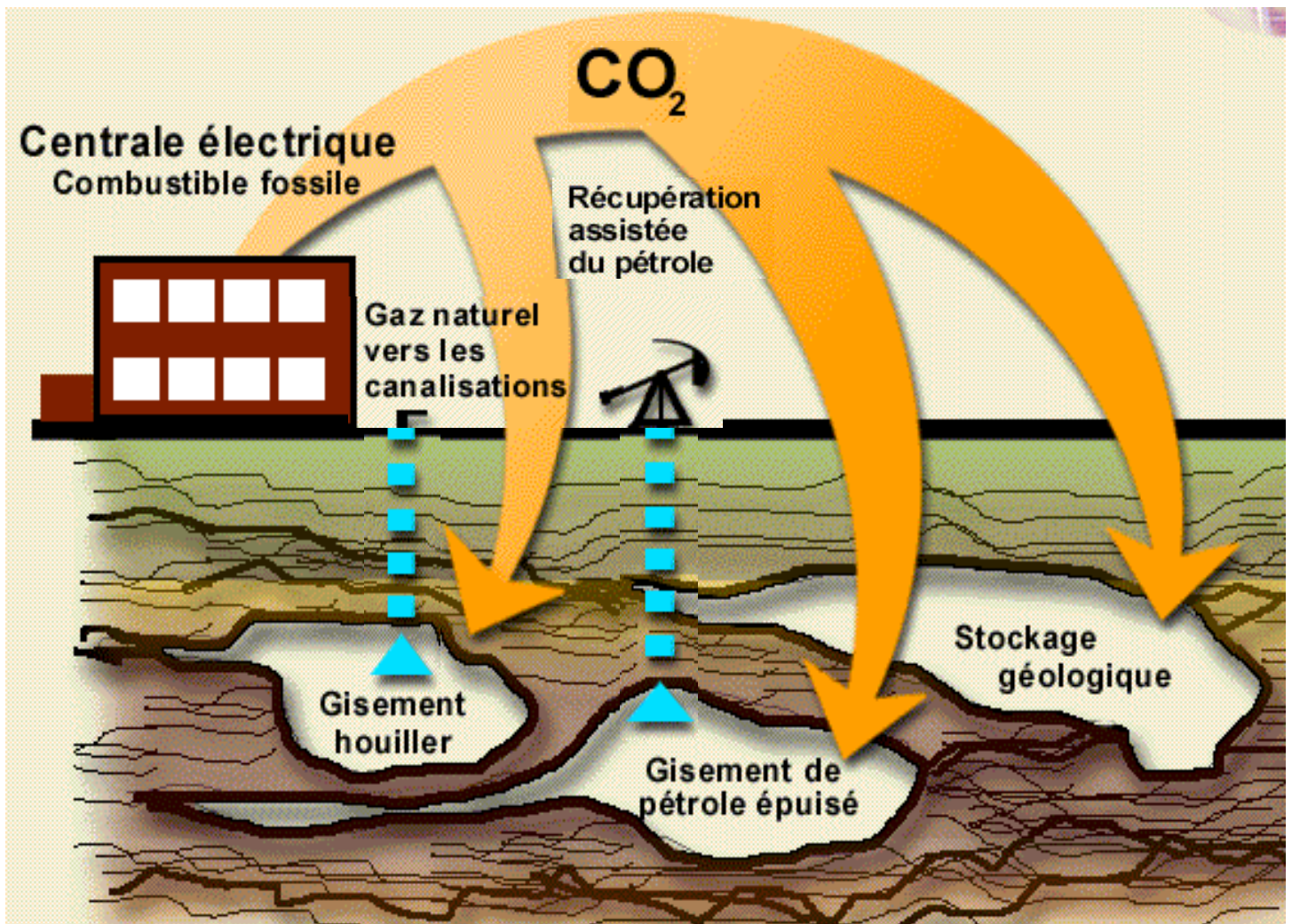




LE CAPTAGE ET LE STOCKAGE DES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE

*Un outil précieux pour le Canada
dans le contexte du Protocole de Kyoto*



LE CAPTAGE ET LE STOCKAGE DES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE

*Un outil précieux pour le Canada
dans le contexte du Protocole de Kyoto*

Rédigé pour :

Bureau de recherche et de développement énergétiques
Ressources naturelles Canada
Ottawa (Ontario), Canada K1A 0E4
Octobre 2000

Préparé par :

Dr. D.A. Reeve
Associé principal
Global Change Strategies International Inc.
150, rue Isabella, Suite 305
Ottawa (Ontario), Canada K1S 1V7

Autorité scientifique :

Gilles Mercier
Bureau de recherche et de développement énergétiques
Ressources naturelles Canada
580, rue Booth, 14^{ième} étage
Ottawa (Ontario), Canada K1A 0E4

Citation

D.A. Reeve, Global Change Strategies International Inc., *Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone*. Préparé par contrat RNCAN (NRCAN-00-0195). Bureau de recherche et de développement énergétiques, Ressources naturelles Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 2000, (22 pages).

Des copies de ce rapport sont disponibles à l'adresse suivante :

Bureau de recherche et de développement énergétiques
Ressources naturelles Canada
580, rue Booth, 14^{ième} étage
Ottawa (Ontario), Canada K1A 0E4
(613) 947-3481

Avis

Ce rapport n'est qu'à titre d'information. Les renseignements qu'il contient expriment le point de vue de l'auteur et ne reflètent pas forcément la politique du gouvernement du Canada, ni ne constituent une approbation d'un produit ou d'une personne quelconques. Ni le Canada, ni ses ministres, ses fonctionnaires, ses employés ou ses agents ne garantissent son contenu et n'assument de responsabilité découlant de son utilisation.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Sommaire

Le présent rapport a été préparé en appui à l'option de captage et de stockage du dioxyde de carbone que les ministres de l'Énergie et de l'Environnement ont considéré au cours de leur réunion mixte qui s'est tenu à Québec en octobre 2000 dans le contexte de la Stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique et du premier Plan d'activités national. Le rapport fait le point sur le niveau actuel de développement des technologies de captage et de stockage du dioxyde de carbone au Canada, et évalue leur contribution éventuelle à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le captage et le stockage du CO₂ sont une autre option qui pourrait aider le Canada à réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Les autres options sont centrées sur la réduction de la consommation d'énergie, l'accroissement de l'efficacité énergétique, l'adoption de combustibles à faible teneur en carbone ou sans carbone, et la réduction des émissions de gaz à effet de serre produites par les sources non énergétiques. Cette technologie permet de piéger et, idéalement, d'utiliser le dioxyde de carbone provenant de sources ponctuelles importantes comme les cheminées des centrales électriques, ou de le stocker dans des réservoirs géologiques souterrains. Elle trouve des applications particulières dans l'Ouest canadien, où d'importants utilisateurs de combustibles fossiles mènent leurs activités à proximité de réservoirs souterrains appropriés. Des conditions propices pourraient également exister dans les provinces de l'Atlantique et les zones extracôtières adjacentes. L'attrait de cette option réside dans le fait qu'elle contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre sans pour autant entraver l'exploitation continue des réserves canadiennes de combustibles fossiles et fournit le temps requis pour la transition vers des technologies moins dépendantes du carbone.

La démonstration des principales étapes de la technologie, en particulier du captage du CO₂ à partir des gaz d'échappement dilués, reste à faire à grande échelle, et les coûts demeurent généralement élevés au stade actuel de développement de la technologie. Ces coûts peuvent être recouverts lorsque le dioxyde de carbone piégé présente une valeur commerciale, par exemple lorsqu'on peut l'utiliser pour accroître les taux de récupération du pétrole à partir des gisements existants. Les coûts actuels de captage sont estimés à 35 à 50 dollars la tonne, voire davantage. Si l'on parvient à abaisser ces coûts à environ 20 dollars la tonne, on pourra déployer cette technologie à une échelle suffisante pour stocker au Canada des volumes de dioxyde de carbone permettant d'atteindre l'objectif de réduction des émissions convenu pour 2010 dans le Protocole de Kyoto.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Le grand potentiel de cette technologie est déjà reconnu dans la Stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique et est inclus à titre de plan d'action dans le premier Plan d'activités national en matière de changement climatique. Le captage des émissions de dioxyde de carbone produites par les centrales au charbon est également un élément central du plan décennal de R-D-D d'un milliard de dollars proposé par la Canadian Clean Power Coalition, créée tout récemment. Divers projets d'envergure internationale ont été entrepris au Canada, dont une étude de surveillance du bilan de CO₂ menée dans le cadre d'un projet de récupération assistée du pétrole ainsi que divers projets de captage du CO₂ à échelle réduite. Le comité national spécial de coordination du captage et du stockage des émissions de CO₂ a élaboré un plan de R-D-D élargi qui décrit les projets préliminaires et les plans de travail indispensables au perfectionnement de la technologie.

D'autres consultations s'imposent pour confirmer les priorités en matière de S et T et parachever l'élaboration du programme national de R-D-D orientant la conduite des projets de démonstration des technologies à grande échelle et l'aménagement des premières installations commerciales. L'établissement de partenariats entre le secteur privé, le gouvernement fédéral, les provinces et le secteur universitaire est indispensable à l'application du plan.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Table des matières

Contexte	1
En quoi consistent le captage et le stockage du CO ₂ ?	3
En quoi l'option de captage et de stockage du CO ₂ peut-elle aider le Canada à atteindre ses objectifs de Kyoto?.....	4
Déploiement des technologies de captage et de stockage du CO ₂ -- considérations stratégiques ..	6
Projets de captage et de stockage du CO ₂ en cours au Canada.....	8
Initiatives internationales de captage et de stockage du CO ₂ présentant un intérêt pour le Canada.....	12
Perspectives d'avenir pour le Canada.....	14
Autres actions indispensables au déploiement des technologies	18
Prochaines étapes	19
Bibliographie.....	20

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Contexte

En signant le Protocole de Kyoto en décembre 1997, le Canada s'est engagé vers la ratification de l'objectif exécutoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre établi pour la période 2008-2012. De façon plus précise, le Canada a convenu de réduire d'ici 2010 ses émissions de gaz à effet de serre de 6 % par rapport aux niveaux de 1990, soit l'équivalent de 526 mégatonnes de dioxyde de carbone¹. Toutefois, une projection fondée sur le scénario de maintien du *statu quo* des niveaux d'émissions en 2010 intégrant les politiques gouvernementales en vigueur indique que les émissions pourraient s'élever à 764 mégatonnes d'équivalent-CO₂ (CO₂E), soit un écart de plus de 200 mégatonnes de CO₂E (environ 26 %) entre le seuil d'émissions prédit et l'objectif convenu par le Canada à Kyoto. Le dioxyde de carbone formera à lui seul 78 % de ces émissions.

Au début de 1998, les ministres de l'Énergie et de l'Environnement du gouvernement fédéral et des provinces ont entrepris d'élaborer une stratégie nationale relative aux changements climatiques et un plan d'activités en vue d'aider le Canada à respecter ses engagements de Kyoto. Seize tables ou groupes de concertation réunissant quelque 450 fonctionnaires du gouvernement et partenaires ont examiné un secteur économique particulier ou une question de politiques intersectorielle. Ces tables avaient pour mandat de proposer des options pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'indiquer l'ampleur de l'appui accordé par les membres des tables à chacune de ces options. Au printemps 2000, toutes les tables avaient déposé leur rapport final. Le nombre d'options décrites dans ces rapports dépassait largement la centaine. Trois de ces tables, chargées d'étudier le développement technologique, l'industrie de l'électricité et le secteur d'amont de l'industrie gazière et pétrolière, sont parvenues indépendamment à la conclusion que le captage du CO₂ de sources ponctuelles importantes, essentiellement des installations alimentées aux combustibles fossiles, et sa séquestration ou stockage subséquent est une option qui est susceptible de jouer un rôle déterminant dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre au Canada.

Une *Stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique* a été élaborée sous l'égide du Comité national de coordination des questions atmosphériques. Cette stratégie préconise une évaluation plus approfondie du potentiel de l'option de captage et de stockage en matière de réduction des émissions de CO₂. Le premier plan d'activités national précise davantage l'application de cette recommandation en proposant des mesures concrètes de captage et de stockage. Parmi les initiatives proposées par le secteur privé figure le projet de captage des émissions de CO₂ produites par les centrales au charbon. Ce projet est également l'élément central du plan décennal de R-D-D d'un milliard de dollars proposé par la toute nouvelle Canadian Clean Power Coalition, alliance de sociétés produisant de l'électricité dans des installations alimentées au charbon et de producteurs de charbon de l'Ouest canadien.

¹ La contribution des gaz à effet de serre au réchauffement climatique varie d'un gaz à l'autre. Afin de faciliter les comparaisons, toutes les émissions sont converties en émissions d'équivalent-CO₂.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Le Canada n'est pas le seul pays à reconnaître le potentiel de cette option. Les activités entreprises dans d'autres pays sont passées en revue plus loin dans le présent rapport. Toutefois, dans plusieurs facettes du développement de cette option, le Canada joue déjà un rôle directeur, notamment en assumant la présidence du Comité exécutif du Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Divers projets canadiens de prestige, financés par les gouvernements fédéral ou provinciaux, l'industrie, le secteur universitaire et divers partenaires étrangers, sont présentés brièvement plus loin dans le rapport.

Déjà, des scientifiques et des gestionnaires de l'industrie, des gouvernements et du secteur universitaire canadiens ont constitué un réseau en vue de promouvoir et d'organiser le développement et le déploiement de techniques acceptables aux plans économique et environnemental pour le captage et l'utilisation à grande échelle du CO₂ et son stockage dans des réservoirs géologiques. Ce comité national spécial de coordination du captage et du stockage du CO₂ a tenu deux ateliers importants en 1999, à Calgary et à Regina. Ces ateliers ont débouché sur l'élaboration d'un plan directeur préliminaire qui :

- répertorie les technologies candidates pour le captage, le transport, l'exploitation et le stockage géologique du CO₂ et décrit les améliorations dont elles doivent faire l'objet;
- évalue les obstacles et les problèmes susceptibles d'entraver le déploiement à plus grande échelle de ces méthodes au Canada;
- passe en revue les travaux qui restent à réaliser pour éliminer les éléments qui font obstacle au déploiement des technologies.

Le gouvernement fédéral, par l'entremise du Programme de recherche et de développement énergétiques de Ressources naturelles Canada et en partenariat avec d'autres intervenants, finance un programme national de recherche et de développement sur le captage et le stockage du CO₂. L'appui du gouvernement fédéral au programme s'établit à 1,018 million de dollars en 2000-2001, tandis que celui de l'industrie s'élève à 4,5 millions. Les montants affectés par les gouvernements fédéral et provinciaux et l'industrie à la réalisation de projets connexes sont présentés plus loin dans le rapport. Toutefois, les investissements collectifs dans le domaine de la S et T au Canada sont insuffisants si l'on considère l'ampleur de l'occasion et du rôle que la S et T doit jouer dans la poursuite des objectifs.

Il est maintenant urgent de raffiner le plan élaboré par le Comité national spécial de coordination du captage et du stockage du CO₂ et de prendre les mesures qui s'imposent pour en assurer l'application. Il faut également s'employer à évaluer les occasions et les répercussions du financement de projets à grande échelle axés sur la modernisation des installations existantes et sur la démonstration et le déploiement des technologies candidates, et proposer des solutions aux obstacles économiques et technologiques au déploiement de ces technologies.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

En quoi consistent le captage et le stockage du CO₂?

Le captage et le stockage du CO₂ nécessitent d'abord la séparation du dioxyde de carbone a) des gaz de combustion des centrales ou des installations de chauffage alimentées aux combustibles; b) des effluents de procédés industriels comme les procédés pétrochimiques (purification de l'éthane et production d'éthylène) et la fabrication du ciment; c) de la production d'hydrogène par le reformage à la vapeur du gaz naturel (décarbonisation du méthane). La séparation du dioxyde de carbone de ces sources ponctuelles peut être réalisée par absorption en présence de solvants aminés (méthode la plus fréquemment utilisée), par adsorption sur charbon activé ou d'autres matériaux, par passage du flux gazeux à travers des membranes spéciales ou par séparation à basse température. Toutefois, ces procédés sont coûteux, et de nombreux problèmes techniques demeurent à résoudre.

Comme c'est le cas pour la séparation à partir des gaz de combustion après combustion des combustibles fossiles dans des chaudières électrogènes, il est également possible d'éliminer le CO₂ avant l'émission, par exemple en utilisant une installation de gazéification intégrée du charbon à cycle combiné, ou de le concentrer en le recyclant tout en brûlant le combustible en présence d'oxygène. Cette dernière technique, connue sous le nom de combustion O₂/CO₂, est l'objet de travaux de développement menés par un consortium international dirigé par le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET, à Ressources naturelles Canada.

Le captage et le stockage du CO₂ exigent ensuite le transport du CO₂ séparé jusqu'au site d'exploitation ou de stockage. Des pipelines permettant d'acheminer le gaz vers les champs de pétrole en vue d'accroître les taux de récupération de pétrole, souvent à partir de réservoirs naturels de CO₂, sont déjà en exploitation aux États-Unis. À cet égard, il convient de souligner l'entrée en service toute récente d'un pipeline de 325 kilomètres qui permet d'acheminer 5 000 tonnes de CO₂ par jour en provenance d'une installation de gazéification du charbon, au Dakota du Nord, vers le projet de récupération améliorée de pétrole au moyen de CO₂ de PanCanadian, à Weyburn (Saskatchewan).

Enfin, le captage et le stockage du CO₂ exigent la séquestration dans des réservoirs géologiques ou dans les océans du CO₂ transporté. Le Canada participe aux activités d'un consortium international qui étudie les incidences environnementales de l'injection de CO₂ liquide dans l'océan, au large des îles Hawaii. Toutefois, en considération du grand intérêt que présente le stockage du CO₂ dans des réservoirs géologiques au Canada, par exemple dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, seule cette dernière option sera considérée dans le présent rapport.

Trois grands types de formation géologique pourraient être utilisés pour le stockage du CO₂ :

- gisements de gaz ou de pétrole épuisés ou exploités mais non rentables;
- formations houillères profondes et non exploitables;
- aquifères salés profonds.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

À l'échelle mondiale, environ 70 champs de pétrole, dont celui de Weyburn (Saskatchewan), ont recours à l'injection de CO₂ pour accroître la récupération du pétrole. La pureté du CO₂ injecté peut influencer sur les coûts de captage. Il est possible de réduire ces coûts en injectant le CO₂ avec d'autres gaz, par exemple des gaz de combustion contenant des oxydes de soufre et d'azote. Dans ce cas, il est important d'étudier les réactions des gisements aux mélanges utilisés.

Le Canada a dirigé un projet international visant à évaluer le potentiel d'une option préconisant l'utilisation du CO₂ pour déplacer le méthane des filons houillers. Le méthane ainsi récupéré peut servir de combustible pour le chauffage ou la production d'électricité. Comme deux volumes de CO₂ sont séquestrés pour chaque volume de méthane produit et que le phénomène d'adsorption est en grande partie irréversible, cette option de stockage présente un potentiel économique fort intéressant pour ce qui est de la production d'électricité.

La séquestration du CO₂ dans un aquifère salé sous le fond marin se pratique déjà en mer du Nord, au large de la Norvège (projet Sleipner). Les résultats d'une étude triennale canadienne sur le stockage du CO₂ en aquifère ont déjà été publiés en 1996. La réalisation de cette étude par l'Alberta Research Council a été rendue possible grâce à l'appui financier d'un groupe de partenaires composé du ministère de l'Énergie de l'Alberta, Environnement Canada, Ressources naturelles Canada, TransAlta Utility Corporation et Edmonton Power. L'étude a démontré que le captage hydrodynamique (absence de réactions entre le CO₂ et l'eau de la formation et les minéraux de l'aquifère) et le captage des minéraux (présence de réactions et précipitation ou dissolution des minéraux) peuvent être des options viables pour le stockage souterrain du CO₂, selon les caractéristiques des formations géologiques considérées.

En quoi l'option de captage et de stockage du CO₂ peut-elle aider le Canada à atteindre ses objectifs de Kyoto?

L'option de captage et de stockage du CO₂ trouve des applications pratiques particulières en Alberta et en Saskatchewan, où la production d'électricité dans des installations alimentées au charbon contribue de façon importante aux émissions de gaz à effet de serre et où l'on retrouve à proximité des sources ponctuelles des formations géologiques propices au stockage du CO₂. La production, le raffinage et le transport du pétrole et du gaz sont également une source d'émissions importante dans ces provinces. La production d'électricité est aussi la principale source ponctuelle d'émissions au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. On y trouve également des formations géologiques appropriées pour le stockage du CO₂, notamment des aquifères et des filons houillers profonds. Bien que l'Ontario dispose également d'aquifères convenant au stockage du CO₂ provenant de centrales électriques alimentées aux combustibles fossiles, les intérêts dans la province semblent plutôt orientés vers le développement technologique et la création au Canada et à l'étranger de nouveaux marchés pour ces technologies. D'autres provinces, en particulier la Colombie-Britannique, le Manitoba et le Québec, ont une production hydroélectrique importante et, de ce fait, produisent peu d'émissions de CO₂.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Les principales options permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre préconisent une réduction de la consommation d'énergie, une augmentation de l'efficacité énergétique, l'adoption de combustibles à faible teneur en carbone ou sans carbone et la réduction des émissions de gaz à effet de serre produites par les sources non énergétiques. Le captage et le stockage sont une autre option intéressante qui permet de réduire les émissions de CO₂ des installations de production d'énergie. Cette option n'entrave pas la production de CO₂, mais elle en empêche le rejet. Elle permet au Canada de continuer d'exploiter ses immenses réserves de combustibles fossiles bon marché sans pour autant contribuer aux changements climatiques. Cette option devrait demeurer viable dans l'Ouest canadien tant que le prix du charbon utilisé pour la production d'électricité demeurera à près de 2,00 dollars le baril d'équivalent pétrole. En outre, l'extension de la durée de vie des centrales existantes alimentées aux combustibles fossiles pourrait bien être la meilleure façon, dans une perspective coût-efficacité, de maintenir les approvisionnements énergétiques à l'heure actuelle.

Un certain nombre de sources ponctuelles importantes d'émissions de CO₂ ont été répertoriées, en particulier dans l'Ouest canadien. Les trois quarts de ces sources sont associées à la production d'électricité. Dans la seule province de l'Alberta, leur contribution totale pourrait atteindre 62 mégatonnes par année en 2007. On a estimé à plus de 60 000 mégatonnes le volume de CO₂ qui pourrait être stocké à long terme dans les formations géologiques de l'Alberta. En d'autres mots, en théorie du moins, ces formations pourraient recevoir toutes les émissions de l'Alberta dans un avenir rapproché. Les capacités de stockage disponibles dans les autres provinces sont moins bien connues, mais la Commission géologique du Canada a entrepris un programme de portée modeste en vue d'évaluer à l'échelle du pays le potentiel de stockage des réservoirs géologiques, en particulier de sites précis se trouvant à proximité de sources importantes de CO₂ dans des bassins sédimentaires.

L'adoption de la technologie de captage et de stockage du CO₂ pourrait avoir des retombées économiques considérables. Le CO₂ transporté vers un champ pétrolifère en vue d'accroître la récupération du pétrole est un produit qui commande un prix supérieur aux coûts de captage et de transport. Tant que le prix de livraison du CO₂ demeurera suffisamment attrayant, il en ira de même pour le CO₂ destiné aux projets de récupération du méthane des gisements houillers, de récupération améliorée du gaz, de récupération *in situ* améliorée du bitume et de valorisation *in situ* du bitume et du pétrole lourd.

L'adoption de cette technologie pourrait également contribuer à limiter le coût total de la stratégie canadienne de réduction des gaz à effet de serre. Selon des études de modélisation récentes, plus de 1,5 mégatonne de CO₂ pourrait être stockée annuellement au coût net de 13,00 dollars la tonne dans des gisements de pétrole compris dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien. Un volume additionnel de 40 mégatonnes par année pourrait être stocké dans des filons houillers ou aquifères profonds à raison de 38,00 dollars la tonne. Ces estimations confirment également l'importante conclusion selon laquelle les réductions des émissions de gaz à effet de serre enregistrées par suite du déploiement des méthodes de captage et de stockage du CO₂ pourraient représenter une part importante des engagements consentis par le Canada à Kyoto d'ici 2010.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Il convient de noter que la capacité de stockage des filons houillers et aquifères profonds est largement supérieure aux estimations ci-dessus. Toutefois, ces estimations étaient limitées par les volumes de CO₂ disponibles, les options concurrentielles de réduction des émissions et d'autres contraintes. Seules les émissions produites par le secteur de l'électricité ont été considérées lors de l'élaboration du modèle. Les estimations réalisées par la Direction des ressources énergétiques de Ressources naturelles Canada indiquent qu'un volume additionnel de 8 mégatonnes de CO₂ provenant d'installations de traitement du gaz naturel et de diverses installations industrielles pourrait être stocké à un coût net inférieur à 17,00 dollars la tonne. Une réduction de 10,00 dollars la tonne des coûts de captage se traduirait par une réduction équivalente des coûts présentés plus haut.

Déploiement des technologies de captage et de stockage du CO₂ – considérations stratégiques

Bien que les réservoirs géologiques de l'Ouest canadien aient la capacité voulue pour recevoir toutes les émissions de CO₂ qui seront produites dans un avenir prévisible, divers aspects de la technologie doivent être perfectionnés et évalués à l'échelle industrielle avant que l'application de cette technologie puisse être étendue à plusieurs usines. Les facteurs stratégiques suivants peuvent influencer sur le déploiement des technologies et doivent être pris en compte :

- La technologie du captage est disponible, mais elle est coûteuse et inefficace. La séparation et le traitement du CO₂ des gaz de combustion accaparent probablement au moins les deux tiers du coût global du captage et du stockage. En outre, le captage du CO₂ comporte un coût énergétique qui réduit d'autant la capacité globale de production d'énergie. Ces coûts constituent le principal obstacle à la commercialisation des méthodes de captage et de stockage du CO₂ au Canada.
- Les gaz de combustion représentent environ 80 % du CO₂ disponible dans l'Ouest canadien. L'expérience de la séparation à grande échelle du CO₂ fait toutefois défaut. Parmi les installations alimentées aux combustibles fossiles, ce sont les centrales au charbon qui produisent les plus forts volumes d'émissions de CO₂, mais, bien souvent, ce sont elles qui présentent les coûts de production d'électricité les plus bas. Pour être en mesure de faire face aux exigences d'un marché concurrentiel, les exploitants de ces centrales doivent disposer d'options de modernisation satisfaisant à des normes environnementales plus sévères à un coût acceptable. Les essais des technologies candidates n'ont pas encore franchi l'échelle pré-industrielle, et de nombreux problèmes demeurent à résoudre.
- Il est important de savoir si le stockage dans des formations géologiques des émissions de CO₂ produites par les grandes centrales au charbon est envisageable à l'échelle commerciale et, dans l'affirmative, de connaître le coût de cette option. Cette information est également importante pour les décisions intéressant les nouvelles centrales en cas de rotation des stocks et des capitaux.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

- L'acceptabilité au plan environnemental de l'option de stockage à grande échelle dans des formations géologiques demeure à confirmer, notamment en ce qui a trait à la perception et au degré d'acceptation du grand public. Par exemple, y a-t-il un risque que le CO₂ stocké s'échappe lentement de certains réservoirs? Des recherches plus poussées s'imposent pour évaluer les effets chimiques et physiques à long terme du CO₂ sur le roc et les liquides des réservoirs.
- Pour assurer le déploiement à grande échelle des technologies de captage et de stockage en vue de réduire substantiellement les émissions de CO₂ au Canada, la mise en place d'un plan directeur orientant l'élaboration d'un programme de développement réaliste et l'établissement d'un échéancier pour le développement et la démonstration de nouvelles technologies efficaces par rapport au coût s'impose comme une nécessité.
- Comme certaines étapes des technologies de captage et de stockage du CO₂ demeurent à perfectionner, l'adoption d'approches multiples est souhaitable, et des percées spectaculaires sont à prévoir. En pareilles circonstances, le gouvernement fédéral apparaît comme un partenaire approprié jusqu'à la création de la première installation commerciale, mais en partenariat avec les gouvernements provinciaux et l'industrie.
- Les coûts globaux d'un tel soutien seront élevés. Par exemple, la mise à niveau des installations de captage du CO₂ pour une source ponctuelle existante pourrait coûter jusqu'à 300 millions de dollars, et la démonstration d'une nouvelle technologie, jusqu'à 700 millions de dollars. En Alberta, un groupe de partenaires non gouvernementaux a soumis un rapport recommandant à Climate Change Central de prioriser le financement de projets en S et T, et en particulier de projets de recherche fondamentale et appliquée et de projets de démonstration intéressant les technologies de captage et de stockage du CO₂. Le niveau de financement recommandé s'élevait à environ 2,5 milliards de dollars sur une période de 10 ans.
- D'autres pays manifestent un très grand intérêt pour les technologies de captage et de stockage du CO₂. Le Japon, les Pays-Bas, la Norvège et les États-Unis ont déjà mis en place des programmes de recherche nationaux. Le Canada doit faire fond sur la réputation internationale de chef de file qu'il s'est bâtie au fil des ans dans plusieurs domaines technologiques pour participer à titre de partenaire à divers projets internationaux répondant aux besoins des Canadiens.
- Les entraves commerciales et réglementaires doivent également être prises en compte. Un des principaux obstacles commerciaux est probablement l'optimisation de la production de pétrole avec le stockage du CO₂. Le cadre réglementaire devra être modifié afin de permettre le déroulement et la surveillance de cette activité sur une base régulière.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Les facteurs cruciaux qui détermineront si l'industrie adopte ou non les technologies de captage et de stockage du CO₂ et qui influenceront sur leur déploiement à l'échelle commerciale sont les risques et les coûts, en particulier le coût du captage et de la compression avant le transport en pipeline. Pour la séquestration dans un réservoir, par exemple dans un champ de pétrole, où le propriétaire doit payer pour obtenir le CO₂ qui lui permettra d'accroître l'efficacité d'un procédé, les coûts de livraison doivent être intéressants sur le plan monétaire. C'est cette voie vers le stockage où le CO₂ présente une valeur commerciale qui offre le meilleur potentiel d'application immédiate. Si l'absence de marché pour le CO₂ impose son stockage, on pourra privilégier la substitution du gaz naturel au charbon aux fins de la production d'énergie, du moins jusqu'à ce que le prix du gaz naturel s'élève suffisamment ou jusqu'à ce que le coût du captage s'abaisse suffisamment. Le captage et le stockage du CO₂ pour les centrales alimentées aux gaz naturel pourraient être introduits avant le charbon mais, à l'échelle mondiale, cette technologie est appelée à jouer un rôle déterminant au cours des 30 ou 40 prochaines années dans les installations alimentées aux combustibles fossiles.

On estime qu'avec les procédés actuels de captage, les coûts de production du CO₂ à la sortie de l'usine pourraient être abaissés à environ 35 dollars la tonne, voire à 25 à 27 dollars la tonne. L'objectif d'un programme national serait de raffiner les technologies actuelles en réduisant les besoins en capital et en favorisant une meilleure intégration du procédé de captage de manière à abaisser les coûts à environ 20 dollars la tonne de CO₂ en respectant l'échéancier convenu à Kyoto ou le dépassant à peine. Les coûts de transport s'établissent à environ 1,00 dollar la tonne par 100 km, et les coûts du stockage, à environ 2,00 dollars la tonne. Toute réduction additionnelle des coûts de captage et de livraison se traduirait par une augmentation équivalente du volume de CO₂ séquestré.

Projets de captage et de stockage du CO₂ en cours au Canada

Plusieurs projets en cours au Canada contribuent à l'enrichissement de nos connaissances sur les procédés de captage et de stockage du CO₂ et sur leur application pratique. Ces projets sont :

- la réduction des coûts du captage du CO₂;
- la surveillance du comportement du CO₂ injecté dans un champ de pétrole;
- l'augmentation des taux de récupération par injection de CO₂ dans les champs de pétrole abandonnés;
- l'augmentation par combustion O₂/CO₂ des concentrations de CO₂ dans les gaz de combustion;
- l'augmentation des taux de récupération du méthane de gisements houillers profonds par injection de CO₂; et
- l'évaluation de la capacité de stockage du CO₂ dans les bassins sédimentaires et gisements houillers canadiens.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Centre international d'essai pour le captage du CO₂

La création du Centre international d'essai en Saskatchewan a été annoncée le 17 décembre 1999. Le Centre comporte deux composantes principales, à savoir une installation pilote de démonstration à l'échelle pré-commerciale de la technologie d'absorption chimique, située à la centrale électrique Boundary Dam, près d'Estevan, et une usine pilote de développement technologique, au Petroleum Technology Research Centre (PTRC) de l'University of Regina. Le personnel du Centre s'emploiera à examiner les améliorations qui peuvent être apportées à la technologie et à trouver des façons de réduire les coûts du captage du CO₂ des gaz de combustion émis par les centrales alimentées aux combustibles fossiles.

La première usine pilote de Boundary Dam a été construite en 1987 au coût de 2,5 millions de dollars, grâce à l'appui financier de SaskOil, d'Amoco Canada, de Shell Canada et des gouvernements du Canada et de la Saskatchewan. Un peu plus tôt, au début des années 1980, une usine de séparation par absorption avait été exploitée pendant environ 18 mois à la centrale Sundance. Toutefois, les coûts de la séparation du CO₂ en vue de son utilisation dans le cadre de projets de récupération améliorée du pétrole se sont révélés prohibitifs, et la dégradation des solvants a soulevé de graves difficultés opérationnelles.

L'usine pilote de démonstration située à la centrale électrique Boundary Dam sera une version remise à neuf et réaménagée de l'usine de 1987. Elle servira à l'amélioration du procédé d'absorption chimique en présence de divers solvants qui est déjà disponible sur le marché. L'usine pilote au PTRC, de taille plus modeste, sera affectée au développement et à l'examen des nouvelles technologies.

Les fonds proviendront des organismes suivants : Ressources naturelles Canada, le gouvernement de l'Alberta, Entente d'association Canada-Saskatchewan pour le développement économique de l'Ouest, SaskPower, Fluor Daniel, Luscar, BP Amoco, EPCOR, TransAlta Utility Corporation, Canadian Occidental et PanCanadian Petroleum. D'autres gouvernements et entreprises ont déjà manifesté leur intention de se joindre au projet.

Projet de surveillance du CO₂ de l'AIE à Weyburn (Saskatchewan)

Ce projet prend appui sur le projet Weyburn de récupération améliorée de pétrole au moyen de CO₂ de PanCanadian, d'une valeur de 1,1 milliard de dollars, qui prévoit le transport par pipeline du dioxyde de carbone à partir de la Dakota Gasification Company (gazéification du charbon) le CO₂ située à Beulah (Dakota du Nord) vers le champ de Weyburn. Le CO₂ servira à réduire la viscosité du pétrole et, de ce fait, à en accroître la récupération. Cette technologie permettra d'augmenter de quelque 120 millions le nombre de barils de pétrole récupérés au cours des 15 à 20 prochaines années et, simultanément, de stocker environ 14 millions de tonnes de CO₂ sous terre.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Le projet de surveillance du CO₂ de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) vise principalement à évaluer l'intégrité à long terme du CO₂ stocké à Weyburn. Au début, ce programme de recherche d'une durée de quatre ans prendra la forme d'une étude préliminaire de pré-injection. Il permettra de mieux comprendre l'intégrité de l'entreposage, la migration et le devenir du CO₂ injecté dans une structure géologique pétrolière.

Le coût total du projet est estimé à 35 millions de dollars. À ce jour, les partenaires au projet incluent la PanCanadian Resources Ltd., le ministère de l'Énergie et des Mines de la Saskatchewan, le Petroleum Technology Research Centre et le gouvernement du Canada, par l'entremise du Fonds d'action pour le changement climatique. SaskPower, BP Amoco, Dakota Gasification Company et TransAlta Utility Corporation ont indiqué leur intention de participer au projet. L'Union européenne s'est engagée à injecter des fonds dans le projet, et l'on s'attend à ce que d'autres sources européennes investissent des sommes encore plus importantes.

Des chercheurs du Canada, des États-Unis et de l'Europe participeront au projet sous les auspices du *Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'AIE*. Cette initiative de l'AIE, dirigée par le Canada et comptant des bureaux au Royaume-Uni, représente les intérêts de 16 pays et de la Commission des Communautés européennes. La liste des commanditaires inclut également BP Amoco, DMT-FP, EPRI (Electric Power Research Institute, Californie), Mobil Oil, RWE AG et Shell International.

Les participants au projet ont également accès aux résultats d'autres projets internationaux comme le projet Sleipner de captage et de stockage du CO₂ de la Statoil, la pétrolière nationale de la Norvège. Ce projet est centré sur la séparation par absorption en présence de solvants aminés du CO₂ du gaz naturel de la mer du Nord. Le CO₂ est ensuite comprimé puis injecté dans un aquifère à 1 000 m sous le plancher océanique. Avec environ 1 million de tonnes de CO₂ séquestrées annuellement, le projet Sleipner est le plus important projet de captage et de stockage du CO₂ du monde.

Combustion O₂/CO₂

Ce projet est mené aux installations pilotes du Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CTEC), à Ottawa. Le consortium CANMET inclut cinq sociétés de service public canadiennes (TransAlta Utility Corporation, EPCOR, SaskPower, Ontario Power Generation et Nova Scotia Power), deux sociétés industrielles (Air Liquide Canada et McDermott Corporation), le gouvernement de l'Alberta (par le truchement du BRTSBA) et le département de l'Énergie des États-Unis.

L'intérêt du procédé de combustion O₂/CO₂ des combustibles fossiles réside dans le fait qu'il permet d'élever à plus de 95 % la concentration de CO₂ dans les gaz de combustion en remplaçant l'air par de l'oxygène et, par conséquent, facilite le captage du CO₂ à partir de ces gaz. L'azote est séparé de l'air de combustion, et le produit de la combustion du CO₂ est remis en circulation avec l'oxygène à travers la chambre de combustion. Le recyclage du CO₂ permet de mieux contrôler le rendement des chaudières dans les installations mises à niveau. Cette technique est également prometteuse pour l'élimination d'autres émissions, notamment les émissions d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre et de particules.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Le projet est maintenant parvenu à sa cinquième étape. Les essais pilotes de combustion O₂/CO₂ se poursuivent et les techniques mises au point seront appliquées à un brûleur commercial. En plus d'adapter cette technologie aux centrales existantes alimentées aux combustibles fossiles, on envisage d'entreprendre un projet de démonstration sur le terrain conjointement au projet de récupération améliorée du méthane des gisements houillers (voir la description ci-dessous). Dans cette application, on pourrait séquestrer le flux de gaz de combustion riche en CO₂ produit par la combustion O₂/CO₂ dans des gisement houillers profonds inexploitable tout en favorisant la récupération du méthane séquestré dans le charbon. La valeur du méthane ainsi récupéré compenserait les coûts de séquestration du CO₂.

Dans le cadre de ce projet, on a mis au point des modèles d'« usines virtuelles » afin de simuler l'effet des diverses technologies de captage du CO₂ sur le rendement global des installations et optimiser l'intégration des systèmes en vue de réduire les pertes d'énergie.

Récupération améliorée du méthane des gisements houillers à l'aide de CO₂

Ce projet vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre par injection du CO₂ dans les gisements houillers profonds et, ainsi, à accroître les taux de récupération et de production de méthane de ces gisements. Ce projet est dirigé par Environnement Canada et tire profit de l'expertise de l'Alberta Research Council. Il est parrainé par les gouvernements de l'Alberta, du Canada, des États-Unis, du Royaume-Uni, de l'Australie et des Pays-Bas, ainsi que par un groupes de plus de 15 sociétés pétrolières, sociétés de service public et autres intervenants.

Un puits pilote a été mis à l'essai avec succès dans la formation géologique Fenn-Big Valley (Alberta) en 1999-2000, et l'on s'emploie actuellement à élaborer un autre essai d'injection touchant cette fois deux puits pilotes pour 2001.

Évaluation de la capacité de stockage du CO₂ des filons houillers canadiens

Ce projet au budget modeste (\$38 000 en 2000-2001) est réalisé à partir du bureau de Calgary de la Commission géologique du Canada. Il vise à évaluer dans le cadre d'expériences isothermes en laboratoire la capacité d'adsorption du CO₂ de divers échantillons représentatifs de charbon provenant de filons houillers canadiens. Des études permettant de déterminer les régions qui présentent le plus fort potentiel de stockage au Canada s'imposent, mais le niveau de financement actuel n'en permet pas la réalisation.

Canadian Clean Power Coalition

Cette activité n'a pas encore franchi l'étape de la proposition. Une association regroupant les principaux producteurs de charbon et producteurs d'électricité s'alimentant au charbon du Canada, connue sous le nom de Canadian Clean Coal Power Coalition, a proposé un programme destiné à assurer l'avenir des centrales au charbon, dans le contexte d'une industrie canadienne d'électricité utilisant divers combustibles, en favorisant l'examen proactif des divers problèmes environnementaux en collaboration avec le gouvernement et ses partenaires. Les membres de la Coalition incluent actuellement EPCOR, Luscar Ltd., SaskPower, l'Alberta Research Council et TransAlta Utility Corporation. La proposition comporte les éléments suivants :

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

- construction et exécution d'un projet de démonstration en vraie grandeur pour l'élimination d'ici 2007 des émissions de gaz à effet de serre et de toutes les autres émissions nocives produites par une centrale au charbon existante;
- mise au point d'une technologie produisant moins d'émissions pour les nouvelles centrales; et
- engagement intégré relatif à la qualité de l'air prenant en compte tout le dossier des problèmes de qualité de l'air associés à la production d'énergie à l'aide de charbon.

Les coûts pour les prochaines dix années du projet de démonstration en vraie grandeur et de la démonstration d'une technologie à faibles émissions applicable aux nouvelles centrales sont estimés à près de 1 milliard de dollars.

Initiatives internationales de captage et de stockage du CO₂ présentant un intérêt pour le Canada

En plus des projets en cours de réalisation au Canada, certains autres projets étrangers présentent un intérêt particulier pour le Canada. Ils ont fait l'objet de présentations lors de la Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, qui s'est tenue à Cairns, en Australie, du 13 au 16 août 2000. Au total, 380 personnes provenant de 37 pays ont participé à cette conférence. Sept exposés préparés par des Canadiens ont été présentés au cours des séances sur le captage et le stockage dans des réservoirs géologiques.

Production anaérobie d'hydrogène ou d'électricité à partir du charbon ne générant aucune émission

Ce concept prévoit la production d'hydrogène et de CO₂ par transformation du charbon au moyen d'une réaction chimique à haute température avec la vapeur. Il n'y a pas de combustion. L'hydrogène ainsi obtenu pourrait être utilisé comme combustible dans une pile thermique à combustible à oxyde solide pour produire de l'électricité. En faisant réagir le CO₂ avec de la chaux, CaO, on élimine le CO₂ et l'on produit un minéral, le carbonate de calcium (CaCO₃). La calcination du CaCO₃ à haute température libère un flux concentré de CO₂, et le CaO est recyclé.

En faisant réagir le CO₂ libéré avec de la serpentine naturelle, un silicate de magnésium, on pourrait obtenir du carbonate de magnésium, produit sans danger qui pourrait être entreposé dans la mine de serpentine.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Ce concept a été proposé initialement par le Los Alamos National Laboratory, au Nouveau-Mexique. Depuis, un consortium appelé ZECA (Zero Emission Coal Alliance) explore plus à fond le concept. Ce consortium a entrepris au coût de 550 000 dollars (US) une étude de faisabilité techno-économique de la proposition. Cette étude s'achèvera au début de 2001. Le ZECA est composé de huit producteurs de charbon, sociétés de service public et fabricants des États-Unis, avec le Los Alamos National Laboratory. Il compte également quelques participants canadiens : EPCOR, SaskPower, Ontario Power Generation, TransAlta Utility Corporation, AFL Venture (ATCO, Fording Coal and Luscar Ltd.), l'Association charbonnière canadienne, AOSTRA et Ressources naturelles Canada.

Projet industriel conjoint BP Amoco

Six producteurs d'énergie d'envergure mondiale, à savoir Chevron, Norsk Hydro, Statoil, Shell, Suncor Energy et Texaco, collaborent avec BP Amoco en vue de mettre au point un procédé amélioré de séparation et de stockage géologique du CO₂. En plus de s'employer activement à gérer individuellement leurs propres émissions de gaz à effet de serre, ces sociétés ont décidé d'unir leurs efforts en vue de réduire les problèmes associés au changement climatique en mettant au point un procédé amélioré de séparation et de stockage du CO₂.

La technologie canadienne de combustion O₂/CO₂ pourrait jouer un rôle dans ce projet. BP Amoco envisage d'entreprendre sur le versant nord de l'Alaska un important projet de décarbonisation du gaz naturel dans le cadre duquel le CO₂ serait séparé des effluents gazeux des turbines à gaz et utilisé pour accroître le taux de récupération du pétrole.

Programme de recherche et de développement sur la séquestration des gaz à effet de serre du département de l'Énergie des États-Unis

L'importance de la recherche sur le captage et le stockage du CO₂ comme option potentiellement bon marché est maintenant reconnue aux États-Unis, où environ 85 % de la production énergétique dépend des combustibles fossiles. Dans un rapport intitulé *Federal Energy Research and Development for the Challenges of the Twenty-First Century*, le President's Committee of Advisors on Science and Technology a souligné l'importance de la recherche dans ce domaine et recommandé la mise en œuvre d'un programme de recherche scientifique de plus grande envergure sur le captage et le stockage du CO₂. Ce faisant, le comité reconnaissait que l'industrie ne pouvait poursuivre seule les travaux de recherche et de développement à long terme dans un domaine à risque élevé. Les principaux secteurs de recherche-développement susceptibles d'accroître notre compréhension du potentiel de la séquestration du CO₂ comme option de réduction des émissions de CO₂ ont été identifiés dans un rapport publié en 1999 par le département de l'Énergie des États-Unis sous le titre *Carbon Sequestration Research and Development*.

L'objectif du programme américain est de ramener d'ici 2015 les coûts de séquestration du carbone à au plus 10 dollars la tonne nette d'émissions de carbone. Des coûts de cet ordre ajouteraient moins d'un cent par kWh à la facture d'électricité moyenne aux États-Unis et feraient du captage et stockage du CO₂ l'une des options de réduction des problèmes posés par le changement climatique les plus économiques.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

C'est dans cette perspective que le département de l'Énergie des États-Unis a décidé d'arrêter d'appuyer uniquement les projets préliminaires de nature exploratoire pour financer la réalisation de nouveaux projets à raison de 13,7 millions de dollars pour les trois prochaines années. En attendant que se précise davantage l'orientation du programme, ce niveau de financement est considéré comme provisoire. Un montant additionnel de dix millions de dollars sera investi par divers partenaires issus d'établissements privés de recherche et des secteurs industriel et universitaire. La première étape du programme englobant 13 projets a été annoncée en juillet 2000. La date limite pour la deuxième ronde de propositions est déjà passée.

Parmi les 13 projets retenus au terme de la première ronde, deux portent sur le captage du CO₂ (mise au point d'une membrane haute température pour le captage du CO₂ dans les gazéificateurs de charbon et d'un agent absorbant réutilisable à base de sodium) et quatre, sur le stockage du CO₂ dans des formations géologiques (stockage dans des gisements houillers (1) ou dans des réservoirs salés profonds (1) et caractérisation des réservoirs (2)). Les autres projets sont consacrés à la séquestration océanique et terrestre, à l'exploration de concepts futurs et à la modélisation.

Certains procédés canadiens, comme la combustion O₂/CO₂, pourraient être intégrés par l'entremise d'un partenaire américain dans une éventuelle proposition formulée dans le cadre du programme.

Perspectives d'avenir pour le Canada

Les projets canadiens en cours de réalisation englobent des initiatives relativement modestes de développement technologique en installations pilotes, et de caractérisation et de surveillance des réservoirs. Ils sont importants, car ils permettront d'acquérir les connaissances nécessaires à la poursuite des travaux de développement, et leur grande valeur est également reconnue à l'échelle internationale. Toutefois, pour que la contribution des technologies de captage et de stockage du CO₂ à la réduction des émissions canadiennes de gaz à effet de serre soit à la mesure des attentes, il est essentiel d'adopter une approche beaucoup plus ambitieuse.

Comme il a déjà été mentionné, un comité national spécial de coordination du captage et du stockage des émissions de CO₂ a déjà entrepris d'établir les priorités d'un tel programme. Le Comité a considéré les technologies suivantes :

Captage :

- absorption chimique (solvants aminés), centrales au charbon et au gaz naturel
- décarbonisation du méthane (réaction avec la vapeur pour produire de l'hydrogène)
- décarbonisation des combustibles solides (gazéification du charbon)
- combustion O₂/CO₂
- captage sous forme d'hydrates de CO₂
- séparation à l'aide de membranes et séparation à basse température
- gazéification anaérobie du charbon (sans émissions)

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Stockage :

- récupération améliorée du pétrole
- récupération améliorée du méthane des gisements houillers
- stockage dans des aquifères salés profonds
- piégeage minéral
- caractérisation et inventaire des ressources

Le comité a cerné les priorités en matière de S et T et établi des échéanciers approximatifs jusqu'à l'aménagement de la première installation commerciale (voir le tableau 1). Des estimations approximatives des coûts de développement et, dans certains cas, des installations pilotes et des installations de démonstration sont incluses dans le tableau. Ces chiffres demeurent à préciser. Quoi qu'il en soit, même si seulement une partie de ces options devait éventuellement aller de l'avant, le coût du développement global des options technologiques retenues s'élèverait quand même à plusieurs centaines de millions de dollars. Comme il a été noté précédemment, celui des plus importantes installations de démonstration et unités commerciales serait considérablement plus élevé et pourrait même atteindre près d'un milliard de dollars.

Le comité national spécial de coordination a également dressé une liste des partenaires potentiels pour ces projets et des domaines d'expertise existants au Canada. Se fondant sur les données disponibles, il a également analysé l'état d'avancement de chaque projet et, dans chaque cas, répertorié les principaux problèmes et obstacles au déploiement des technologies de captage. Les principales conclusions de cet examen sont présentées brièvement ci-dessous.

Absorption chimique (amines), centrales au charbon et au gaz naturel :

- l'expérience à long terme fait défaut
- l'application de la technologie aux centrales existantes soulève des difficultés
- les fortes charges de solvants requises contribuent à faire augmenter les coûts de séparation

Décarbonisation du méthane (réaction avec la vapeur pour produire de l'hydrogène) :

- l'intégration de cette technologie à une nouvelle centrale pourrait se révéler plus coûteuse que l'ajout d'autres options de captage aux centrales existantes alimentées aux combustibles fossiles.

Décarbonisation des combustibles solides (gazéification du charbon) :

- l'intégration du procédé de gazéification du charbon à une centrale électrique à cycle combiné est très coûteuse (près d'un milliard de dollars pour une centrale de 550 MW)
- l'intégration de la technologie aux centrales existantes est coûteuse et pourrait soulever des difficultés importantes
- le Canada ne dispose pas d'une solide expertise dans le développement de cette technologie

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Combustion O₂/CO₂ :

- il n'y a pas de fabricants de chaudières au Canada
- la technologie exige de grandes installations pour la séparation de l'oxygène
- cette technologie pourrait réduire la fiabilité des centrales électriques en aval

Captage sous forme d'hydrates de CO₂ :

- le développement de cette technologie est encore largement à faire
- les coûts de cette technologie sont actuellement supérieurs à ceux des options concurrentes
- le coût de compression des gaz de combustion est élevé

Séparation à l'aide de membranes et séparation à basse température :

- membranes : les coûts d'extraction (\$/tonnes de CO₂) sont indéterminés; des améliorations doivent encore être apportées aux matériaux entrant dans la fabrication des membranes
- séparation à basse température : des études d'ingénierie s'imposent; la formation d'hydrates de CO₂ compromet l'efficacité de la technologie.

Gazéification anaérobie du charbon (sans émissions) :

- les exigences en matière d'investissement pour la R et D risquent d'être élevées
- le concept n'a pas encore franchi l'étape de la démonstration
- les contraintes thermodynamiques compliquent la mise au point d'un procédé pratique
- les volumes importants de déchets solides produits et de minéraux requis constituent un problème

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Tableau 1. Exigences préliminaires en matière de S et T pour la poursuite des travaux de développement, de démonstration et de déploiement des technologies de piégeage et de stockage du CO₂ au Canada.

TECHNOLOGIE	DÉVELOPPEMENT - ÉCHÉANCIER					COÛTS GLOBAUX ESTIMÉS (millions)
	2000	2005	2010	2015	2020	
PIÉGEAGE						
Absorption (centrales au charbon et au gaz naturel)	▲ Centre international d'essai —▲ Charbon —▲ Démonstration —▲ Gaz naturel —▲ Démonstration —					40
Décarbonisation du méthane	▲ Développement —▲ Démonstration —▲ —					38
Décarbonisation des combustibles solides	▲ Études des systèmes et conception —▲ Gaz naturel —▲ Démonstration —▲ —					200
Combustion O ₂ / CO ₂	▲ Échelle pré-industrielle —▲ Démonst. —▲ Application à l'échelle commerciale —▲ —					110
Hydrates de CO ₂	▲ R et D et pilote —▲ —▲ —▲ Démonstration —▲ —					63
Séparation à l'aide de membranes et séparation à basse température	▲ R et D —▲ Installations pilotes —▲ —					10
Gazéification anaérobie (sans émissions) du charbon	▲ R et D et pilote —▲ —▲ —▲ Démonstration —▲ —					100-500
STOCKAGE						
Récupération améliorée du pétrole	▲ Surveillance du CO ₂ (Weyburn) —▲ Projets additionnels sur le terrain —▲ —▲ —▲ —					100
Récupération améliorée du méthane des gisements houillers	▲ Évaluation des réservoirs —▲ Démonst. —▲ —					25
Aquifères salés profonds	▲ Identification des formations —▲ —					0,25
Piégeage minéral	▲ Travaux connexes de gazéification anaérobie du charbon —▲ —					0,20
Caractérisation et inventaire des ressources	▲ Caractérisation des réservoirs —▲ —					15,5

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Autres actions indispensables au déploiement des technologies

Le comité national spécial de coordination du captage et du stockage des émissions de CO₂ a également examiné un certain nombre d'autres mécanismes indispensables au déploiement des technologies, en particuliers les leviers politiques accessibles aux gouvernements et diverses actions susceptibles d'être prises par l'industrie. Le comité a convenu qu'à court terme et à défaut de mettre en place un mécanisme permettant d'attribuer un prix à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la plupart des options de captage et de stockage des émissions de CO₂ ne peuvent être viables. En conséquence, en l'absence d'actions gouvernementales explicites découlant d'un mandat d'intérêt public, le déploiement de ces technologies par l'industrie paraît peu probable. Pour aplanir les difficultés susceptibles d'entraver le déploiement à grande échelle des technologies de captage, d'exploitation et de stockage du CO₂, le comité a recommandé que les mesures suivantes soient prises :

- les règlements fédéraux et provinciaux existants (santé et sécurité, environnement, économique) susceptibles d'entraver le déploiement des technologies de captage et de stockage du CO₂ doivent être révisés;
- les cadres financiers fédéral et provinciaux existants (taxes et redevances) doivent être rajustés;
- les études des programmes fédéraux et provinciaux des régimes fiscaux et des programmes de redevances destinés à promouvoir la R-D-D et s'appliquant aux technologies de captage et de stockage du CO₂ doivent être inventoriées;
- un modèle financier générique aidant les décideurs à mieux apprécier les coûts nets du captage et de stockage du CO₂ pour les investisseurs doit être élaboré;
- un inventaire des ressources et des sites de stockage potentiels doit être planifié;
- le potentiel des technologies de captage et de stockage du CO₂ sur le marché de l'exportation doit être développé;
- un réseau d'information sur les technologies de captage et de stockage du CO₂ doit être mis sur pied en vue de favoriser la communication et le partage des informations accessibles au grand public; et
- un consortium doit être créé en vue de promouvoir une participation élargie de l'industrie à la recherche et au développement sur les technologies de captage et de stockage du CO₂.

Le Comité national spécial de coordination du captage et du stockage des émissions de CO₂ a estimé que l'application de ces recommandations représentait une dépense globale d'environ \$400 000.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Prochaines étapes

L'importance et la contribution potentielle des technologies de captage et de stockage du CO₂ aux efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre du Canada sont reconnues.

Une communauté bien informée de scientifiques et d'ingénieurs de l'industrie, du secteur universitaire et du gouvernement s'est constituée. Plusieurs spécialistes étrangers participent aux projets entrepris au Canada.

Un comité national de coordination a élaboré un échéancier préliminaire pour les projets de démonstration et de déploiement des technologies candidates, et dressé un bilan des études qui doivent être menées pour concrétiser ces étapes.

Les participants doivent réaffirmer leur engagement et continuer d'appuyer le développement et la démonstration des technologies candidates. Le comité national de coordination doit être instruit de poursuivre ses consultations en vue de déterminer les priorités en matière de S et T et de parachever l'élaboration du plan de R-D-D. Le financement des projets en cours, dont l'envergure ne dépasse pas pour l'instant celle d'études préliminaires de surveillance et d'expériences en installations pilotes, doit être accru. Il convient également de hausser le niveau de financement afin d'accroître la capacité en S et T du Canada dans ce domaine et de promouvoir la réalisation de recherches fondamentales et appliquées et de projets de démonstration. Enfin, il importe également de déterminer quels projets internationaux le Canada doit appuyer et dans quels secteurs il doit assumer le rôle de chef de file.

Compte tenu des coûts liés à la complexité des travaux prévus dans le cadre des dernières étapes du développement des technologies, des projets de démonstration et de l'aménagement des premières installations commerciales, il importe de répertorier les sources de financement, par exemple, le Fond d'appui technologique au développement durable (FATDD).

La mise en œuvre du plan national serait grandement facilitée par l'établissement d'un partenariat avec les provinces et le secteur privé.

Le captage et le stockage des émissions de dioxyde de carbone

Bibliographie

Rapport sur les options. Table de concertation sur l'électricité, novembre 1999.

Report on the Second Meeting on the Management of Carbon Dioxide. The National Steering Committee on CO₂ Capture and Storage, Regina, Saskatchewan, 5 octobre 1999.

Canada's National Initiative on CO₂ Capture and Storage. J. Legg, M. McDonald and M. Wilson. Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Cairns, Australie, 13-16 août 2000.

Existing Coal Power Plant Retrofit CO₂ Control Options Analysis. D.R. Simbeck and M. McDonald, Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Cairns, Australie, 13-16 août 2000.

CO₂ Capture and Storage, Program at Objective Level, plan de PNO 5.2.3. Bureau de recherche et de développement énergétiques, Ressources naturelles Canada, 2000.

Carbon Dioxide Capture and Storage. G.R. Browning, Division du pétrole, Direction des ressources énergétiques, Secteur de l'énergie, Ressources naturelles Canada. Rapport interne, 2000.

The Rationale for, and the Possibilities of Zero Emission Anaerobic Hydrogen or Electricity Production from Coal. K. Lackner and H. Ziock, Los Alamos National Laboratory, 1999.

Barriers to Overcome in Implementation of CO₂ Capture and Storage; (1) Storage in Disused Oil and Gas Fields. IEA Greenhouse Gas R&D Programme, Rapport no. PH3/22, février 2000.

Aquifer Disposal of Carbon Dioxide. B. Hitchon (ed.), Alberta Research Council, 1996.

CO₂ Capture and Use for EOR in Western Canada; 1. General Overview. R.T. Bailey and M.M. McDonald, Energy Conversion and Management, 34, 1145-1150, 1993.

Clearing the Air, the Future of Coal-Fired Electric Generation in Canada. Canadian Clean Power Coalition, boîte postale 1900, Succursale 'M', 110-12^e Ave. S.-O., Calgary, Alberta, T2P 2M1, octobre 2000. (www.canadiancleanpowercoalition.com).

Carbon Sequestration Research and Development. U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy, décembre 1999.

Energy Department Launches Thirteen New Research Projects to Capture and Store Greenhouse Gases. <http://www.doe.gov/news/releases00/julpr/pr00189.htm>.