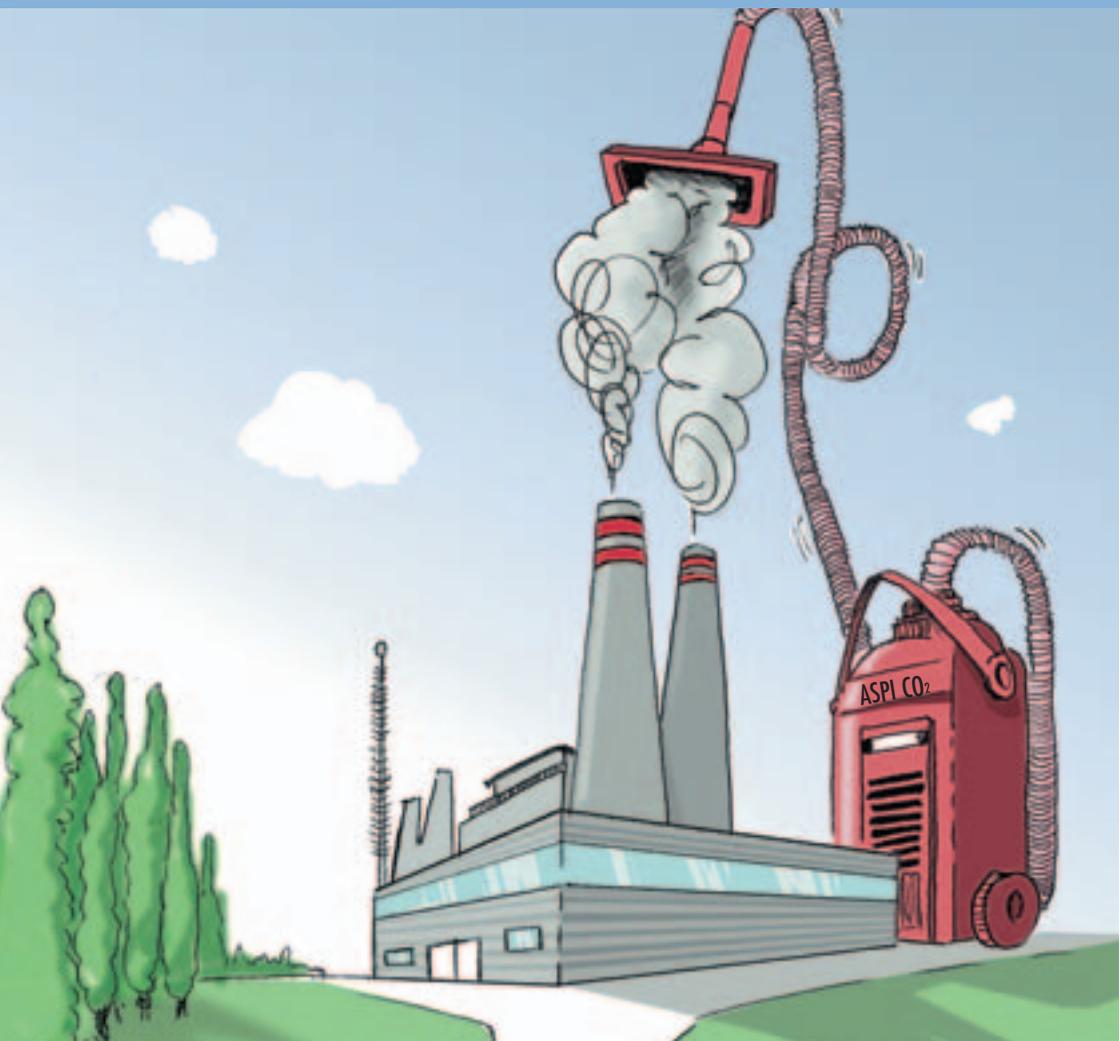




Diminuer les émissions de gaz à effet de serre en piégeant le dioxyde de carbone : est-ce possible ?



► Visite guidée du rapport spécial du GIEC sur le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone

À propos du GIEC

C'est en 1988 que l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement ont créé le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), lequel n'est pas un organisme de recherche chargé de faire des recherches, mais a plutôt la tâche d'analyser les aspects des documentations scientifiques, techniques et socio-économiques publiées dans le monde entier, le plus souvent dans des revues professionnelles spécialisées, qui intéressent les décideurs.

Le GIEC a déjà publié des rapports d'évaluation, rapports spéciaux, documents et méthodologies techniques qui servent habituellement de référence aux décideurs, experts et étudiants. Il s'est organisé en trois Groupes de travail : le premier s'intéresse plus particulièrement à la surveillance des systèmes climatiques ; le deuxième aux questions d'impacts, de vulnérabilité et d'adaptation et le troisième à l'atténuation, terme utilisé pour décrire comment nous pouvons agir afin de réduire les nouvelles émissions de gaz à effet de serre.

En 1990, le premier rapport d'évaluation publié par le GIEC a contribué à motiver les pourparlers intergouvernementaux qui ont abouti à l'adoption en 1992 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Le deuxième rapport d'évaluation publié en 1996 a joué un rôle dans les négociations sur le Protocole de Kyoto. En 2001, le troisième rapport d'évaluation mettant l'accent sur les recherches effectuées depuis 1995, faisait plus particulièrement ressortir ce que l'on sait de l'évolution du climat au niveau des régions. Le quatrième rapport d'évaluation devrait être mis au point en 2007.

Publié en avril 2006 par la Division du Programme des Nations Unies pour l'environnement chargée des conventions environnementales. Pour plus d'exemplaires, veuillez contacter le PNUÉ, Bureau d'Information pour les Conventions, Maison internationale de l'environnement, 15, chemin des Anémones, CH-1219 Châtelaine (Genève), Suisse; iuc@unep.ch; iu +41-22-917-8244/8196. Voir aussi www.ipcc.ch, www.unep.org, et www.wmo.ch.



Introduction

À l'heure actuelle, 75 à 80% de la consommation mondiale d'énergie dépend des combustibles fossiles qui sont responsables des trois quarts de toutes les émissions de dioxyde de carbone provenant de l'activité humaine. Il est probable que si nous ne prenons pas délibérément des mesures pour minimiser notre impact sur le climat durant le 21^e siècle, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) émanant de cette consommation d'énergie vont augmenter de telle façon que les conséquences seront catastrophiques pour les générations futures : augmentation globale des températures sur toute la planète de 1,4 à 5,8°C, modification des conditions météorologiques et multiplication des événements extrêmes.

Dans les futures décennies, nous allons devoir faire preuve de beaucoup d'ingéniosité pour

stabiliser et peut-être réduire les émissions globales de dioxyde de carbone et autres gaz à effet de serre. Fort heureusement, dès 2001, le troisième rapport d'évaluation du GIEC concluait qu'avec les solutions technologiques existantes et les nouvelles technologies, à condition de les appuyer correctement sur le plan politique, il serait possible de stabiliser les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre d'ici la fin du siècle à des niveaux qui limiteraient ensuite l'évolution du climat.

Aucune technologie ne pourrait y suffire à elle seule et il faudrait en combiner plusieurs. La plupart des technologies les plus prometteuses devraient contribuer à améliorer l'efficacité énergétique de certains produits et procédés ou au mieux à exploiter l'énergie solaire, éolienne et les autres sources d'énergie ne dépendant pas du carbone.

Mais nous allons encore dépendre du pétrole, du charbon et du gaz comme sources primaires d'énergie pendant de nombreuses années, ce pourquoi pouvoirs publics et industries se penchent aussi sur des technologies permettant de réduire les émissions provenant de ces combustibles, notamment celle du piégeage et stockage du dioxyde de carbone. C'est une technologie dont pourraient se servir les grandes sources dites d'émission fixe, comme les centrales électriques ou autres usines utilisant à l'énergie fossile, pour empêcher leurs émissions de CO₂ de se répandre dans l'atmosphère et de contribuer aux changements climatiques.

Souhaitant en savoir plus sur les possibilités offertes par cette technologie de piégeage et du stockage du dioxyde de carbone, les États membres de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ont demandé au GIEC d'évaluer l'état actuel des connaissances à ce sujet. Le GIEC a réuni une centaine d'experts venant de plus d'une trentaine de pays qui ont rédigé un rapport spécial sur le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone. Ce texte a été revu par un large nombre d'experts et de fonctionnaires avant d'être finalement mis au point en septembre 2005 pour être présenté en décembre 2005 à la Conférence annuelle des Parties à la Convention.

C'est pour rendre les conclusions de ce rapport technique plus aisément accessibles au grand public que le PNUE publie la présente brochure.

Qu'entend-on par piégeage et stockage du dioxyde de carbone ?

La technologie de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone consiste à capter celui-ci avant qu'il ne se répande dans l'atmosphère pour l'acheminer vers un lieu sûr où il soit isolé de l'atmosphère, par exemple en le stockant dans une formation géologique.

1 – Piégeage du dioxyde de carbone. Il s'agit d'abord de séparer le CO₂ des autres gaz résultant d'une combustion ou autre transformation, puis de le comprimer et de le purifier autant que possible pour en faciliter le transport et le stockage. Les flux gazeux résultant de certaines activités industrielles, comme la purification du gaz naturel ou la production d'ammoniac, sont déjà efficacement purifiés, mais d'autres ne le sont pas autant.

Il y a trois moyens de capter le dioxyde de carbone provenant de la combustion, en particulier de la génération de courant électrique. **La méthode post-combustion** sépare le CO₂ des autres gaz de combustion à l'aide d'un solvant organique.

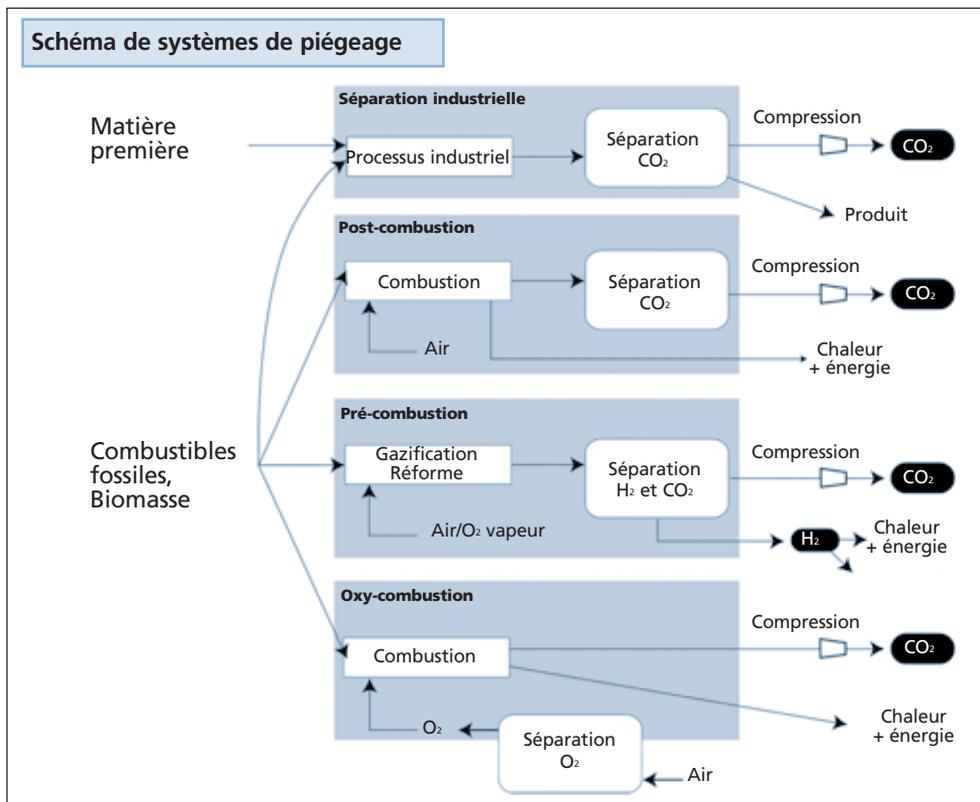
La méthode pré-combustion consiste à traiter le combustible primaire à la vapeur, à l'air ou à l'oxygène. Il en résulte du monoxyde de carbone qui entre ensuite en réaction avec de la vapeur dans un second réacteur, d'où de l'hydrogène, produisant de l'énergie ou de la chaleur ainsi que du CO₂, est alors séparé et récupéré.

Ces deux technologies sont utilisées de façon commerciale depuis des dizaines d'années dans d'autres applications connexes. Dans les centrales

électriques, les méthodes actuelles pré ou post-combustion peuvent piéger de 85 à 95% du CO₂ produit. Mais comme il faut environ 10 à 40 % de plus d'énergie pour piéger et stocker le CO₂ que n'en utilisent les centrales similaires ne le piégeant pas, le montant net de CO₂ « évité » est d'environ 80 à 90%.

La troisième méthode est appelée **oxycombustion** parce qu'il s'agit d'utiliser comme comburant non pas de l'air mais de l'oxygène. Il en résulte un gaz de combus-

tion contenant essentiellement de la vapeur d'eau et du CO₂. La vapeur d'eau est éliminée par refroidissement et compression. Cette technologie est encore en phase de démonstration et devrait permettre de capter toute la production de CO₂. Toutefois l'oxycombustion nécessite la mise en place de systèmes supplémentaires de traitement des gaz pour produire l'oxygène et supprimer les polluants, notamment les oxydes de soufre et d'azote, et les quantités de CO₂ ainsi évitées ne sont que d'environ 90%.



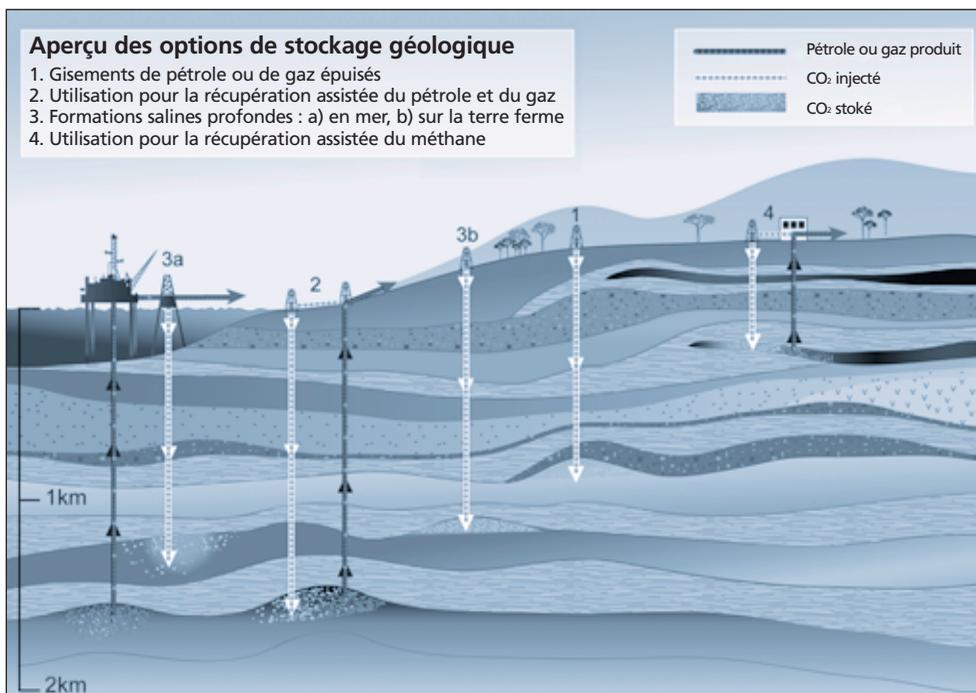
2 – **Transport du CO₂**. Sauf lorsque la source de CO₂ se trouve juste au-dessus du site de stockage, il faut le transporter, ce qui peut se faire de diverses façons.

Il est possible d'acheminer par canalisations des fumées concentrées de CO₂ sous haute pression en toute sécurité. On utilise ce genre de canalisations depuis le début des années 1970 et c'est à présent la principale méthode utilisée à cette fin. Aux Etats-Unis, par exemple, il y a plus de 2500 km de canalisations pour le CO₂, en particulier pour les projets de récupération assistée du pétrole au Texas. A noter que cela

coûte plus cher dans le cas de canalisations offshore ou passant par des zones à fortes densités, des chaînes montagneuses ou des cours d'eau.

Il est aussi possible de transporter le CO₂ sous forme liquide par bateau, de la même façon que l'on transporte généralement le gaz de pétrole liquéfié (GPL). Camions ou wagons citernes avec un isolement adéquat seraient aussi utilisables mais coûteraient très cher.

3 – **Stocker le CO₂**. Vu l'expérience acquise par les industries pétrolière et gazière, ce sont les formations géologi-

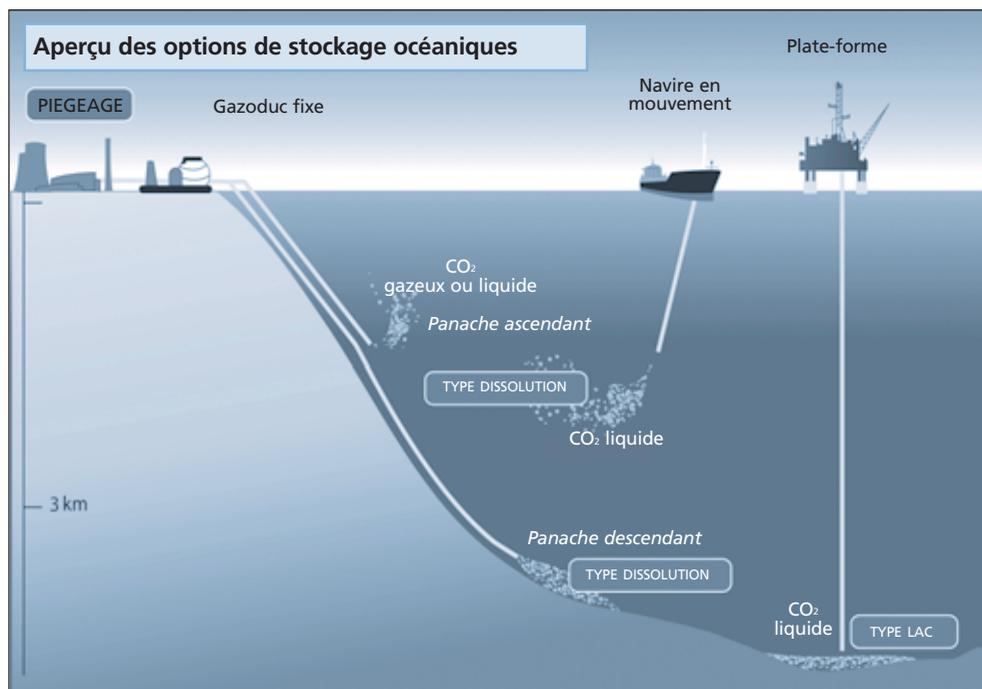


ques qui seraient les plus économiques et les plus acceptables du point de vue écologique pour le stockage du CO₂. Celui-ci, une fois comprimé, peut être injecté dans les formations profondes de roches poreuses à l'aide des mêmes techniques de forage de puits et de surveillance dont se servent d'ores et déjà les industries suédites.

Il existe trois principaux types de formations géologiques où le CO₂ peut être stocké : les gisements de gaz et de pétrole, les aquifères salins en profondeur et les veines

de charbon inexploitable. Les sites de stockage doivent se trouver en général à une profondeur d'au moins 800 m, où la pression et la température maintiennent normalement le CO₂ à l'état liquide.

Il y a des sites géologiques potentiels dans le monde entier, offshore ou non. Les estimations quant à leur volume total de stockage varient énormément mais indiquent en général qu'il y aurait suffisamment de place pour y stocker les émissions de CO₂ au niveau actuel pour des dizaines, voire



des centaines d'années. De surcroît, bon nombre des centrales électriques et autres sources existantes d'émission se trouvent dans un rayon de 300 km de ces réservoirs de stockage possible.

Si les capacités de stockage des réservoirs géologiques sont « probablement » suffisantes pour contribuer à l'avenir de façon significative à la réduction des émissions de CO₂, on n'en connaît pas le volume exact avec certitude, en particulier dans certaines régions où la croissance économique est rapide, comme au sud et à l'est de l'Asie.

Il serait aussi possible de stocker le CO₂ piégé en l'injectant dans les océans. Les techniques pour ce faire consistent à libérer le CO₂ dans une colonne d'eau océanique via une canalisation fixe ou à partir d'un navire en mouvement et à le déposer sur le plancher océanique à plus de 3 000 m de profondeur, là où le CO₂ est plus dense que l'eau. Mais ce sont des techniques qui en sont encore au stade expérimental, n'ayant pas été testées à grande échelle, et qui pourraient avoir des impacts néfastes sur l'environnement marin.

Les techniques consistant à stocker le CO₂ de façon quasi permanente en le transformant en minéraux carbonatés

inorganiques en sont elles aussi au stade expérimental, quoique certaines applications aient déjà fait l'objet de démonstrations à petite échelle. Mais ce sont des techniques qui consomment beaucoup d'énergie et de minéraux et qui devraient être nettement perfectionnées pour devenir vraiment envisageables.

Enfin, il serait techniquement possible d'utiliser le CO₂ piégé dans des processus chimiques industriels, mais cela n'offre que de modestes possibilités de réduction réelle des émissions.

Qui sont les usagers potentiels ?

Les trois principales phases de ces techniques, piégeage, transport et stockage du CO₂, sont déjà utilisées séparément. On capte notamment le CO₂ pour purifier d'autres gaz à usage industriel, comme le gaz naturel et l'ammoniac. Mais depuis mi-2005 il existe déjà trois projets commerciaux combinant ces techniques spécifiquement pour limiter les émissions de CO₂ dans l'atmosphère (voir encadré en page 10).

A ce jour, ce sont les plus importantes sources stationnaires de CO₂ qui pourraient en tirer parti. Elles sont plus nombreuses qu'il n'y paraît : centrales électriques, usines et autres importantes sources d'émissions comptent pour près de 60% des émissions globales de CO₂ provenant d'énergies fossiles. Pour bénéficier au mieux de ces techniques, les sources

d'émissions devraient remplir les conditions suivantes :

- **Dimensions suffisamment importantes.** Pour le moment, les techniques de piégeage du CO₂ ne sont en opération que dans de petites exploitations et il faudra en démontrer l'utilisation sur une plus grande échelle dans les années à venir. Mais il est évident que plus les exploitations sont grandes, plus grandes seront les économies d'échelle et moins il en coûtera pour chaque

tonne de CO₂ évitée en termes d'investissements dans ces techniques. Il existe dans le monde entier des exploitations dont les dimensions se prêtent à l'utilisation de ces techniques, mais quatre régions du globe valent la peine d'être mentionnés : en Amérique du Nord, les régions de l'est et du Midwest, le nord-ouest de l'Europe, la côte est de la Chine et l'Asie du sud et les

grandes centrales électriques où d'autres usines vont probablement se multiplier, en particulier en Asie du sud et de l'est, d'ici à l'an 2050.

• **Fumées à fortes concentrations de CO₂.** Plus les émissions de CO₂ sont pures, plus elles sont rentables sur le plan économique, mais en majorité les sources potentielles ont des concentrations inférieures à 15%. Moins de deux pour cent de toutes les sources industrielles utilisant des énergies fossiles produisent des concentrations de CO₂ supérieures à 95%. Ce sont cependant celles qui offrent les meilleures possibilités dans ce domaine puisqu'il suffirait de déshydrater et de comprimer le CO₂ pour le piéger.

• **Proximité des sites de stockage.** En général, les principales sources d'émission sont à proximité des sites potentiels de stockage, soit directement au-dessus de ces sites, soit dans un rayon de moins de 300 km.



Les trois premiers projets de piégeage et stockage du CO₂

La compagnie publique pétrolière et gazière norvégienne Statoil, souhaitant éviter de payer une redevance sur le CO₂ émis par les installations offshore, a mis en place **le Projet Sleipner** qui se situe en mer du Nord, à environ 250 km de la côte. Le CO₂ d'une teneur de 9% est extrait du gaz naturel provenant du champ de Sleipner West puis injecté dans un vaste aquifère salin à environ 800 m sous le plancher marin.

Les opérations d'injection de CO₂ ont commencé en octobre 1996 et dès le début de 2005, plus de sept millions de tonnes de CO₂ avaient été injectées à un rythme d'environ 2700 tonnes par jour. On compte stocker ainsi en tout 20 millions de tonnes de CO₂ sur la durée de vie du projet.

Le Projet Weyburn de récupération assistée de pétrole et de piégeage et stockage de CO₂ se trouve dans le bassin de Williston, une formation géologique qui va de la partie centrale du sud du Canada jusqu'aux Etats-Unis. Le CO₂ provient de l'entreprise gazière Dakota qui se trouve à environ 325 km au sud de Weyburn dans l'état américain du Dakota du nord. Cette entreprise transforme du charbon en gaz synthétique (méthane) et le CO₂ en est un produit dérivé relativement pur, qui est ensuite déshydraté, comprimé et canalisé vers le Canada, où on l'injecte dans le champ

pétrolifère de Weyburn, pour en récupérer le pétrole.

Ce projet devrait utiliser le CO₂ sur une quinzaine d'années puis en assurer le stockage en toute sécurité. Le site de stockage fait l'objet d'une surveillance attentive à l'aide de relevés sismiques de haute définition et de surveillance de surface. À ce jour, il n'y a eu aucune indication de fuite de CO₂ en surface ou près de la surface.

Le Projet de production de gaz de In Salah au centre du Sahara algérien, est dirigé par un consortium d'entreprises incluant Sonatrach, British Petroleum et Statoil. Le gaz naturel du champ de Krechba à In Salah contient jusqu'à 10% de CO₂ extrait de plusieurs réservoirs géologiques. Le gaz naturel est exporté en Europe où il est séparé du CO₂ afin de remplir les spécifications commerciales.

Toutefois, depuis avril 2004, ce CO₂ est réinjecté par le biais de trois puits situés dans un réservoir de grès à une profondeur de 1800 m. Durant la durée de vie du projet, on devrait ainsi stocker environ 17 tonnes de CO₂, qui devraient progressivement migrer vers le site actuel du gisement de gaz naturel lorsque celui-ci en aura disparu. Des cartes du gisement ont été établies notamment à l'aide de données sismiques en 3D.

Quels avantages peuvent offrir ces techniques ?

Pour les décideurs qui doivent relever l'énorme et complexe défi de réduire ou au moins de limiter les émissions de gaz à effet de serre, ces technologies de piégeage et de stockage du CO₂ pourraient offrir deux avantages : d'abord une option supplémentaire, leur assurant plus de souplesse et de possibilités, ensuite un moyen de réduire le coût total des activités d'atténuation.

Selon plusieurs études fondées sur des projections modélisées, l'utilisation de ces technologies en même temps que d'autres, dont l'amélioration de l'efficacité énergétique, le choix d'énergies dépendant moins du carbone et une plus importante utilisation des énergies renouvelables, pourrait réduire nettement le coût de stabiliser les concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Il ressort de ces études que ces technologies pourraient permettre de réduire de 30% ou plus le coût de l'atténuation des changements climatiques sur les 100 prochaines années et qu'elles seraient compétitives par rapport aux autres technologies à grande échelle, nucléaire et énergies renouvelables par exemple.

Un autre intérêt des techniques de piégeage et de stockage du CO₂ est de compléter et faciliter l'exploitation d'autres importantes techniques de réduction des émissions de dioxyde de carbone à long terme. Il s'agit notamment des installations utilisant peu ou pas de carbone pour produire de l'hydrogène à partir de combustibles carbonés pour les transports et des grandes productions d'énergie provenant de la biomasse, équipées des techniques de piégeage et de stockage

du CO₂, qui pourrait en fait se traduire par des « émissions négatives de CO₂ », puisque sur la durée l'exploitation de la biomasse diminue la teneur en CO₂ de l'atmosphère.

Ainsi, en termes de réduction des coûts et de capacités probables, le piégeage et le stockage du CO₂ pourraient représenter 15 à 55% de la totalité des réductions d'émissions requises (soit 220 à 2200 gigatonnes de CO₂) d'ici à l'an 2100 pour stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Pour les propriétaires et exploitants des grandes centrales électriques et autres industries, ces technologies pourraient un jour offrir un instrument rentable de limitation des émissions de CO₂. Mais il faut que les gouvernements adoptent des politiques nationales pour remédier aux changements climatiques en pénalisant les émissions de CO₂, faute de quoi le secteur privé n'aura aucune raison de recourir à ces technologies d'atténuation. Toutes les études indiquent qu'il est peu probable que l'on utilise ces technologies à grande échelle (de même que beaucoup d'autres techniques d'atténuation) à moins que des politiques explicites ne soient adoptées en vue de limiter les émissions de gaz à effet de serre dans

l'atmosphère, sinon ces techniques n'offriront que des possibilités minimales d'atténuation.

Combien cela va-t-il coûter ?

Selon le rapport du GIEC, les montants estimatifs des coûts actuels et à venir des techniques de piégeage et stockage du CO₂ sont fort incertains. Normalement, ce sont le captage et la compression qui coûtent le plus cher. Ces coûts, comme d'autres, dépendent non seulement des systèmes choisis, dont le type de stockage et la distance de transport, mais d'autres variables : conception des usines, opérations, financement, dimensions, emplacement, type de combustibles et coût des dits combustibles.

Aujourd'hui, le coût de production de l'électricité varie de 0,04 à 0,06 dollar É.- U. environ par kilowatt/heure. L'adoption des techniques de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone en l'état actuel des choses augmenterait ce coût de 0,01 à 0,05 dollar É.- U. environ par kilowatt/heure, qui pourrait être

réduit de 0,01 à 0,02 dollar É.- U. environ par kilowatt/heure si les recettes de récupération assistée du pétrole couvraient en partie les coûts du piégeage et du stockage du CO₂.

Pour comparer ces technologies aux autres possibilités techniques de réduction des émissions de CO₂, il faut tenir compte des 10 à 40% d'énergie supplémentaire que le piégeage et le stockage de CO₂ exigent pour produire la même quantité d'électricité. Les coûts des tech-

niques de piégeage et stockage du CO₂ par tonne de dioxyde de carbone évitée varient énormément. Une bonne part des possibilités offertes par ces technologies coûte nettement plus cher que d'autres options d'amélioration de l'efficacité énergétique, mais moins cher que la plupart des productions d'énergie solaire.

Les implications financières de l'installation de systèmes de piégeage et de stockage du CO₂ risquent d'influencer les choix lors de la planification de la construction de toute nouvelle usine. Ces techniques peuvent s'appliquer à des productions électriques actuelles utilisant par exemple du charbon pulvérisé ou dans les centrales à gaz à cycle combiné. Mais les coûts supplémentaires seront nettement moindres si ces techniques sont intégrées à de nouvelles formes de production, comme les centrales électriques à cycle combiné avec gazéification intégrée et celles de production d'hydrogène avec décarburation pré-combustion. S'il serait possible d'installer les systèmes de piégeage et de stockage du CO₂ dans la plupart des usines existantes, cela coûterait nettement plus cher que d'en équiper de nouvelles usines.

Le coût du piégeage et du stockage du CO₂ pourrait baisser à l'avenir grâce aux progrès techniques et aux économies d'échelle – peut-être de 20 à 30% sur les dix prochaines années. Il pourrait toutefois subir le contrecoup de la hausse des prix du pétrole.

Le coût de ces techniques pourrait être nettement moins important pour d'autres industries que celles de production d'électricité, tandis que dans celles exploitant la biomasse qui sont

actuellement de dimensions assez peu importantes, les coûts de ces techniques seraient relativement élevés.

Y a-t-il des risques et des obstacles à surmonter ?

Les usagers potentiels des techniques de piégeage et de stockage du CO₂ ne vont pas seulement devoir tenir compte des questions d'ordre technique et financier mais aussi des aspects ayant trait à la santé, à la sécurité, à l'environnement ainsi qu'à ceux relevant du domaine juridique et de la perception du grand public et notamment des principaux risques et obstacles suivants :

- **Fuites lors du piégeage, du transport et du stockage.**

Des fuites locales subites de CO₂ provenant des installations de captage ou des canalisations mettraient en danger la santé des travailleurs et des populations voisines, de la même façon que dans des situations semblables affectant les industries pétrolière et gazière, les gazoducs comme

les oléoducs. Il y a danger pour la vie et la santé de toute personne exposée à de l'air dont la teneur en CO₂ est supérieure à 7 à 10%.

Il y a aussi les risques de fuites de CO₂ émanant des sites de stockage géologiques. Des fuites lentes contribueraient non seulement aux changements climatiques mais pourraient aussi être néfastes à la faune et à la flore. Cependant, le risque de telles fuites serait faible si les réservoirs sont soigneusement sélectionnés et si l'on a recours aux meilleures techniques disponibles. Des formations géologiques bien choisies dans le monde entier devraient pouvoir conserver 99% du dioxyde de carbone qui y serait stocké sur une période de 1000 ans. Dans l'ensemble, les risques de stockage du CO₂ sont donc comparables à ceux

que présentent des opérations industrielles existantes, comme le stockage souterrain de gaz naturel ou la récupération assistée du pétrole.

• **Impacts écologiques du stockage**

dans les océans. L'injection de dioxyde de carbone dans les océans pourrait nuire aux organismes marins et quoique l'on ne sache pas bien quelles seraient, à long terme, les conséquences pour l'environnement de cette modification de leur constitution chimique, l'injection de CO₂ à grande échelle pourrait se traduire par une acidification locale des océans qui affecterait de façon néfaste les organismes et écosystèmes marins.

• **Législation et réglementation**

peu claires. Il subsiste beaucoup d'incertitude quant à la légalité de l'injection de CO₂ dans les océans ou sous les planchers marins, ce qui fait l'objet d'intenses recherches dans le cadre de plusieurs traités internationaux. Par ailleurs, il faudra établir des règles sur les techniques de piégeage et de stockage du CO₂ et des procédures de suivi en vertu de la Convention sur les changements climatiques et du Protocole de Kyoto. Au niveau national, rares sont les pays qui ont mis en place des cadres juridiques et réglementaires au sujet des sites de stockage géologiques. Parmi les questions d'ordre

juridique qui risquent de se poser figurent les responsabilités en cas d'accident ou de fuite et les droits des propriétaires des terrains au-dessus des réservoirs géologiques.

• **Scepticisme du grand public.**

Jusqu'à présent, le grand public ne sait pas grand chose des techniques de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone. Les quelques études effectuées à ce sujet suggèrent que cette technologie n'est pas vue d'un aussi bon œil que les autres options, comme l'amélioration de l'efficacité énergétique ou l'adoption des énergies renouvelables. Il est difficile d'imaginer comment le grand public apprécierait plus de renseignements sur ces techniques, les autres possibilités de réduire les émissions et les défis des changements climatiques en général.

Conclusion : perspective d'avenir du piégeage et stockage du CO₂

En conclusion, le rapport du GIEC estime que le piégeage et le stockage du CO₂ sont faisables et pourraient jouer un rôle significatif, d'ici la fin du siècle, dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais qu'il reste plusieurs problèmes à résoudre avant de pouvoir utiliser ces techniques sur une grande échelle.

Il faut d'abord qu'elles soient plus avancées. Même si certains éléments en sont déjà bien développés, il faudrait encore les intégrer à de vastes projets de production électrique, ce qui permettrait de démontrer si elles fonctionnent dans ce cas et d'améliorer les connaissances et expériences dont on dispose à leur sujet. Il faut aussi analyser plus avant les coûts et mieux estimer les capacités potentielles des réservoirs appropriés, en particulier dans les endroits où ces données sont encore insuffisantes.

Par ailleurs, il faut mettre au point les cadres juridiques et réglementaires environnementaux requis, dont notamment des méthodes convenues pour estimer les quantités de CO₂ évitées par ces techniques ainsi que les quantités qui pourraient fuir à plus long terme. Les techniques de piégeage et de stockage du CO₂ seront incluses dans la prochaine révision des directives mises au point par le GIEC pour aider les pays à dresser les inventaires des gaz à effet de serre que la Convention exige d'eux.

Autre question critique : quelles incitations adopter ? Ces techniques ne pourront être adoptées que pour la production d'électricité, secteur dans lequel elles sont les plus prometteuses, que si l'on fait payer plus de 25 à 30 dollars É. - U. par tonne de CO₂ sur la vie d'un projet. Ce prix ne pourrait être fixé que par l'adoption de

politiques nationales visant à réduire les émissions de carbone dioxyde.

Les pays en développement, auxquels le Protocole de Kyoto n'impose pas encore de cibles chiffrées de réduction des émissions, pourraient commencer de mettre en place des dispositifs de piégeage et de stockage du CO₂ grâce à des projets bilatéraux, comme la nouvelle initiative de l'Union européenne et de la Chine dans ce domaine ou, le cas échéant, par le biais du Mécanisme de Développement Propre (MDP). Encore une fois, il faudra mettre au point des règles permettant de calculer les réductions de dioxyde de carbone et d'en rendre compte et pour offrir des incitations idoines.

Si toutes ces conditions sont remplies, les quelques dizaines d'années à partir du moment où sera mis en place un régime imposant des limites aux émissions de gaz à effet de serre devraient voir l'exploitation à grande échelle de dispositifs de piégeage et de stockage du CO₂ dans le secteur électrique. Il faudrait que quelques centaines à quelques milliers de ces dispositifs soient mis en place de par le monde pour en réaliser le potentiel économique.

Selon la plupart des scénarios visant la stabilisation des teneurs atmosphériques de CO₂ d'ici 2100, il faudrait que des dispositifs de piégeage et de stockage du

CO₂ soient installés en nombres significatifs durant la première moitié du siècle avec la majeure partie serait mise en place dans la deuxième moitié. Il ressort de la plupart des publications sur ce sujet que ces dispositifs seraient un important élément de l'ensemble des politiques et techniques indispensables pour remédier efficacement à moindres frais aux changements climatiques.

**Pour plus de renseignements,
voir le site : www.ipcc.ch**

**Programme des Nations Unies
pour l'Environnement**

11-13, chemin des Anémones

CH-1219, Châtelaine, Genève, Suisse

E-mail : iuc@unep.ch - web : www.unep.org/dec