



## Consensus Scientifique sur le Piégeage et stockage du CO<sub>2</sub>

**Source :**

GIEC (2005)

**Résumé & Détails:**

GreenFacts

### Niveau 2 - Détails sur le Piégeage et stockage du CO<sub>2</sub>

1. **Qu'est-ce que le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone ?.....3**
  - 1.1 Qu'est-ce que le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> et quelles pourraient en être les applications ?.3
  - 1.2 Quel rôle pourrait jouer le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> dans la lutte contre le changement climatique ?.....3
2. **Quelles sources de CO<sub>2</sub> conviennent au piégeage et au stockage ?.....5**
  - 2.1 Quelles sont les caractéristiques des sources d'émission auxquelles convient cette technique ?..5
  - 2.2 Dans quelle mesure pourrait-on piéger les futures émissions de CO<sub>2</sub> ?.....5
3. **Comment le CO<sub>2</sub> peut-il être piégé ?.....6**
  - 3.1 Quelles sont les techniques de piégeage disponibles à l'heure actuelle ?.....6
  - 3.2 Quels sont les coûts du piégeage du CO<sub>2</sub> ?.....7
4. **Comment le CO<sub>2</sub> piégé peut-il être transporté ?.....7**
  - 4.1 Quelles sont les méthodes permettant de transporter le CO<sub>2</sub> ?.....7
  - 4.2 Que coûte le transport du CO<sub>2</sub> ?.....8
5. **Comment le CO<sub>2</sub> peut-il être stocké sous terre ?.....8**
  - 5.1 Quelles sont les possibilités de stockage géologique ?.....8
  - 5.2 Que coûte le stockage géologique ?.....9
6. **Le CO<sub>2</sub> pourrait-il être stocké dans les océans ?.....10**
  - 6.1 Quelles sont les méthodes de stockage dans les océans ?.....10
  - 6.2 Quelles sont les conséquences environnementales potentielles du stockage dans les océans ?..10
7. **Comment le CO<sub>2</sub> peut-il être stocké dans d'autres matériaux ?.....11**
  - 7.1 Le CO<sub>2</sub> peut-il être transformé et stocké sous forme solide ?.....11
  - 7.2 Quelles sont les utilisations industrielles du CO<sub>2</sub> et peuvent-elles réduire les émissions de CO<sub>2</sub> ?..11
8. **Quel est coût des différentes options de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> ?..12**
9. **Comment les réductions d'émissions pourraient-elles être quantifiées ?...13**
10. **Conclusion: l'avenir du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub>.....14**
  - 10.1 Quelles sont les lacunes au niveau des connaissances ?.....14
  - 10.2 Dans quelle mesure le PSC pourrait-il contribuer à l'atténuation du changement climatique ?...14

Ce Dossier est un résumé fidèle du rapport scientifique de consensus produit en 2005 par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) :  
"Piégeage et stockage du dioxyde de carbone: Résumé technique (2005)"

Le Dossier complet est disponible sur : <https://www.greenfacts.org/fr/piegeage-stockage-co2/>



Ce document PDF contient le Niveau 2 d'un Dossier GreenFacts. Les Dossiers GreenFacts sont publiés en plusieurs langues sous forme de questions-réponses et présentés selon la structure originale et conviviale de GreenFacts à trois niveaux de détail croissant :

- Chaque question trouve une réponse courte au Niveau 1.
- Ces réponses sont développées en plus amples détails au Niveau 2.
- Le Niveau 3 n'est autre que le document source, le rapport de consensus scientifique reconnu internationalement et fidèlement résumé dans le Niveau 2 et plus encore dans le Niveau 1.

*Tous les Dossiers de GreenFacts en français sont disponibles sur : <http://www.greenfacts.org/fr/>*

## 1. Qu'est-ce que le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone ?

### 1.1 Qu'est-ce que le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> et quelles pourraient en être les applications ?

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est un gaz à effet de serre présent naturellement dans l'atmosphère. Les activités humaines entraînent une augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, contribuant ainsi au réchauffement de la planète. Du CO<sub>2</sub> est émis chaque fois que du carburant brûle - que ce soit dans de grandes centrales électriques, des moteurs de voiture, ou des systèmes de chauffage. D'autres processus industriels peuvent également rejeter du CO<sub>2</sub>, par exemple lorsque l'on extrait ou traite des ressources, ou que l'on brûle des forêts.



Le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone (PSC) est l'une des techniques qui pourrait être employée pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées aux activités humaines. Elle pourrait s'appliquer aux émissions produites par les centrales électriques ou les installations industrielles de grande envergure.

Son processus comprend trois étapes principales:

1. piéger le CO<sub>2</sub> à sa source en le séparant des autres gaz produits lors d'un procédé industriel.
2. transporter le CO<sub>2</sub> ainsi piégé (en général sous forme comprimée) vers un espace de stockage approprié.
3. stocker le CO<sub>2</sub> hors de l'atmosphère pour une longue période, par exemple dans des couches géologiques souterraines, dans les profondeurs des océans ou dans certains composés minéraux.

Certaines des techniques requises pour mener à bien ce processus sont à un stade plus avancé que d'autres. Dès le milieu de l'année 2005, trois projets commerciaux de stockage de CO<sub>2</sub> piégé dans des formations géologiques souterraines avaient déjà été mis en place dans le cadre de projets d'extraction ou de traitement du pétrole et du gaz.

### 1.2 Quel rôle pourrait jouer le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> dans la lutte contre le changement climatique ?

La plupart des scénarios évaluant la consommation d'énergie à l'échelle mondiale prévoient une augmentation importante des émissions de CO<sub>2</sub> tout au long de ce siècle si l'on ne prend pas de mesures particulières pour atténuer les changements climatiques. Ils estiment également que les combustibles fossiles continueront d'être la principale source d'énergie primaire au moins jusqu'au milieu de ce siècle.

Par conséquent, les techniques permettant de piéger et de stocker le CO<sub>2</sub> produit pourraient, combinées à d'autres options technologiques, contribuer à la lutte contre le changement climatique.

Toutefois, aucune option technologique ne permettra à elle seule d'obtenir les réductions d'émissions nécessaires pour que les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère

se stabilisent à un niveau qui prévienne toute interférence dangereuse avec le système climatique.

Les autres options technologiques permettant de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère consistent notamment à :

- restreindre la demande en énergie en améliorant l'efficacité énergétique;
- adopter des combustibles à moindre teneur en carbone (remplacer le charbon par le gaz naturel, par exemple),
- recourir davantage aux sources d'énergie renouvelables et/ou à l'énergie nucléaire (chacune n'émettant en fin de compte que peu de CO<sub>2</sub>, voire pas du tout);
- valoriser les puits naturels de carbone (tels que les forêts), et réduire les gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> (comme le méthane).

Le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> serait envisageable dans les pays développés qui doivent réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> et qui présentent d'importantes sources de CO<sub>2</sub> susceptible d'être piégé, ont accès à des sites de stockage, et possèdent une certaine expérience en matière d'exploitation pétrolière ou gazière. Mais il existe de nombreux obstacles à l'application de cette technique dans les pays en voie de développement. Par conséquent, un des enjeux majeurs conditionnant l'adoption de la technique de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> au niveau mondial consisterait à créer des conditions propices à sa diffusion dans les pays en voie de développement.

## 2. Quelles sources de CO<sub>2</sub> conviennent au piégeage et au stockage ?

### 2.1 Quelles sont les caractéristiques des sources d'émission auxquelles convient cette technique ?

Plusieurs facteurs déterminent si le piégeage du dioxyde de carbone est une option viable pour une source d'émission donnée:

- le volume de la source d'émission,
- le fait qu'elle soit stationnaire ou mobile,
- la distance la séparant des sites de stockage potentiels, et
- la concentration de ses émissions de CO<sub>2</sub>

Le CO<sub>2</sub> pourrait être piégé à partir de sources d'émission stationnaires importantes, telles que les centrales électriques ou les installations industrielles. Si ces installations se trouvent à proximité de sites de stockage potentiels, par exemple des formations géologiques appropriées, elles ont des chances d'être parmi les premières à se voir dotées de la technologie du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> (PSC).

A ce stade-ci, les sources mobiles ou de petite taille dans les ménages, les commerces ou les moyens de transport ne sont pas prises en compte parce que la technique de piégeage et de stockage ne peut leur être appliquée.

En 2000, près de 60% des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'utilisation de combustibles fossiles ont été produites par des sources d'émissions stationnaires importantes, telles que centrales électriques, industries d'extraction pétrolière et gazière ou industries de transformation (voir tableau RT.2 [en] [voir Annexe 10, p. 22] pour plus de détails).

Quatre grands foyers d'émissions provenant de ces sources stationnaires sont: l'Est des Etats-Unis et le Midwest, le Nord-ouest de l'Europe, la côte est de la Chine et le sous-continent indien (voir figure RT.2a [en] [voir Annexe 10, p. 22] ).

Les installations de conversion de la biomasse à grande échelle, par exemple pour la production de bioéthanol, génèrent également des émissions à haute teneur en CO<sub>2</sub>. Même si ces installations sont beaucoup plus petites et moins répandues, la technique de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> pourrait également leur être appliquée.

De nombreuses sources d'émission stationnaires se trouvent juste au-dessus, ou à une distance raisonnable (moins de 300 km) de zones ayant un potentiel de stockage géologique (voir figures RT 2a/2b [en] [voir Annexe 8, p. 21] ).

### 2.2 Dans quelle mesure pourrait-on piéger les futures émissions de CO<sub>2</sub> ?

D'après les différents scénarios d'émissions, le potentiel de piégeage du CO<sub>2</sub> est estimé à 9-12% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> en 2020, et à 21-45% en 2050.



La centrale au charbon de Gibson, un bon exemple d'importante source stationnaire d'émissions de CO<sub>2</sub>  
Source: John Blair, valleywatch.net [voir <http://valleywatch.net/>]



Répartition mondiale des principales sources de CO<sub>2</sub>  
[en] [voir Annexe 8, p. 21]



Sites de stockage potentiels  
[en] [voir Annexe 8, p. 21]

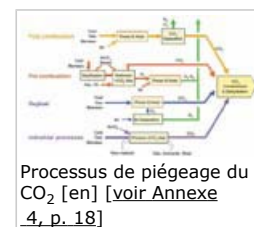
En outre, d'ici quelques décennies, les **vecteurs d'énergie** qui n'émettent pas de carbone quand on les emploie, tels que l'électricité ou l'hydrogène, pourraient commencer à remplacer les combustibles fossiles utilisés actuellement par les petites sources d'émissions disséminées que sont les bâtiments résidentiels ou commerciaux et le secteur des transports.

On pourrait produire ces vecteurs d'énergie à partir de combustibles fossiles et/ou de biomasse dans de grandes usines centralisées qui deviendraient des sources importantes d'émissions de CO<sub>2</sub> où celui-ci pourrait être piégé. De telles applications permettraient de réduire les émissions disséminées de CO<sub>2</sub> générées par les transports et les systèmes de fourniture d'énergie non centralisés tout en accroissant le potentiel d'utilisation de la technique de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone (PSC).

### 3. Comment le CO<sub>2</sub> peut-il être piégé ?

#### 3.1 Quelles sont les techniques de piégeage disponibles à l'heure actuelle ?

Pour piéger le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), il faut d'abord le séparer des autres gaz émis lors de la combustion ou du traitement. Il doit ensuite être purifié et comprimé pour faciliter son transport et son stockage.



Chacun des trois systèmes suivants permet de piéger le dioxyde de carbone résultant de la combustion, et en particulier celui produit par le secteur de l'électricité:

Système	Statut	Quantité nette de CO <sub>2</sub> "évitée"
Postcombustion	Utilisé commercialement depuis des décennies pour d'autres applications apparentées.	80-90%
Précombustion		
Combustion de gaz oxygéné	Au stade de la démonstration	90%

Dans un système de **postcombustion**, les gaz résultant de la combustion du carburant dans l'air (gaz de combustion) ne contiennent qu'une infime quantité de CO<sub>2</sub>. On piège celui-ci en injectant ces gaz de combustion dans un liquide qui absorbe uniquement le CO<sub>2</sub> (par exemple un solvant organique comprimé ou refroidi). On peut ensuite libérer le CO<sub>2</sub> presque pur de ce liquide, le plus souvent en le chauffant ou en diminuant la pression. On utilise déjà à grande échelle des processus de séparation similaires pour éliminer le CO<sub>2</sub> du gaz naturel.

Dans un système de **précombustion**, on transforme tout d'abord le combustible primaire en gaz en le chauffant au moyen de vapeur et d'air ou d'oxygène. De cette conversion résulte un gaz contenant principalement de l'hydrogène et du CO<sub>2</sub>, que l'on peut facilement séparer l'un de l'autre. L'hydrogène peut ensuite être utilisé pour produire de la chaleur ou de l'énergie.

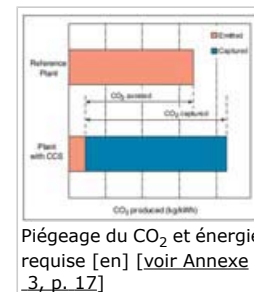
La **combustion de gaz oxygéné** utilise de l'oxygène pur pour brûler le combustible au lieu d'utiliser de l'air qui ne contient que 20% d'oxygène et de l'azote en grande quantité. Cette combustion produit un mélange gazeux composé essentiellement de vapeur d'eau et de CO<sub>2</sub>. La vapeur d'eau peut ensuite être facilement extraite du CO<sub>2</sub> par refroidissement et compression du flux gazeux. Toutefois, il faut au préalable séparer l'oxygène de l'air quand on a recours à ce processus, ce qui est assez complexe.

Plusieurs procédés industriels utilisent déjà des systèmes de piégeage similaires, par exemple la production d'urée ou d'hydrogène et la gazéification du charbon.

## 3.2 Quels sont les coûts du piégeage du CO<sub>2</sub> ?

Les systèmes de piégeage réduisent les émissions de CO<sub>2</sub> des centrales à combustible d'environ 80 à 90%. Ces chiffres tiennent compte du fait que les systèmes de piégeage exigent une consommation d'énergie supplémentaire (voir figure RT.11).

Pour les nouvelles centrales à combustibles fossiles, le piégeage du CO<sub>2</sub> peut faire augmenter le coût de la **production d'électricité** de 35 à 85% en fonction des différentes options au niveau de la conception des installations, de leur fonctionnement et de leur financement. Cela équivaut à un coût compris entre 0,01 et 0,03 dollars US par kWh d'électricité produite.



	Coûts en dollars US/kWh
Nouvelles centrales à combustibles fossiles sans piégeage	0.03 – 0.06
Nouvelles centrales à combustibles fossiles avec piégeage	0.04 – 0.09
Piégeage uniquement	0.01 – 0.03

On peut également exprimer les coûts du piégeage en dollars US par tonne nette de CO<sub>2</sub> piégé. Ce coût unitaire varie considérablement en fonction des différents types de centrales à combustible et des procédés industriels. Le coût unitaire du piégeage est généralement moindre lorsqu'un flux de CO<sub>2</sub> relativement pur est produit, par exemple lors du traitement du gaz naturel, de la production d'hydrogène, ou de la production d'ammoniac.

## 4. Comment le CO<sub>2</sub> piégé peut-il être transporté ?

### 4.1 Quelles sont les méthodes permettant de transporter le CO<sub>2</sub> ?

A moins que la source ne se trouve directement au-dessus du site de stockage, le CO<sub>2</sub> doit y être transporté. On peut effectuer ce transport de différentes manières:

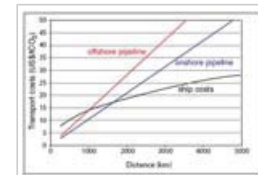
Des flux concentrés de CO<sub>2</sub> peuvent être acheminés sans risque au moyen de gazoducs à haute pression. Ces gazoducs sont utilisés aux Etats-Unis depuis le début des années 1970 pour la récupération assistée du pétrole (RAP) et ils sont à l'heure actuelle le mode de transport du CO<sub>2</sub> le plus répandu. L'expérience acquise au cours des dernières décennies a prouvé que très peu d'accidents se produisent et que les risques liés aux gazoducs sont très limités quand ceux-ci sont conçus de manière adéquate.

On peut également acheminer le CO<sub>2</sub> sous forme liquide dans des **bateaux** du même type que ceux qui transportent le gaz de pétrole liquéfié (GPL).

Sur le plan technique, il serait également possible de transporter le CO<sub>2</sub> sous forme liquide dans des camions-citernes ou des wagons-citernes dans des réservoirs isothermes à basse température dont la pression est bien moindre que celle des gazoducs. Cependant, cette option n'est pas rentable pour un transport du CO<sub>2</sub> à grande échelle.

## 4.2 Que coûte le transport du CO<sub>2</sub> ?

Le coût du transport du CO<sub>2</sub>, que ce soit par gazoduc ou par voie maritime, dépend de la distance parcourue et de la quantité transportée. Dans le cas des gazoducs, les coûts sont plus élevés lorsqu'ils traversent des mers, des zones densément peuplées ou des montagnes et des rivières. Les fluctuations du prix de l'acier influeraient également sur le coût du transport par gazoduc. Pour une distance de 250 kilomètres, on estime que le coût du transport par gazoduc est généralement compris entre 1 et 8 dollars US par tonne de CO<sub>2</sub>.



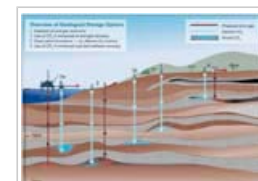
Coûts de l'acheminement par bateau ou par gazoduc en fonction de la distance [en] [voir Annexe 5, p. 18]

Par voie maritime, les coûts dépendent de caractéristiques telles que la contenance du bateau-citerne. Quand il est possible, le transport par navire est généralement moins coûteux que le transport par gazoduc pour des distances supérieures à 1000 km et pour des quantités de CO<sub>2</sub> inférieures à quelques millions de tonnes par an (voir Figure RT.6 [en] [voir Annexe 5, p. 18] ).

## 5. Comment le CO<sub>2</sub> peut-il être stocké sous terre ?

### 5.1 Quelles sont les possibilités de stockage géologique ?

5.1.1 Les **formations géologiques permettant le stockage du CO<sub>2</sub>** sont les gisements de pétrole et de gaz, les formations salines profondes, et les gisements de charbon inexploitable. Les sites de stockage doivent généralement se trouver à une profondeur de 800 m ou plus, là où les pressions qui prédominent permettent de conserver le CO<sub>2</sub> sous forme liquide ou supercritique. Sous ces conditions, le CO<sub>2</sub> est moins dense que l'eau et doit donc être piégé de telle façon qu'il lui soit impossible de remonter à la surface. Il peut par exemple être piégé physiquement sous une couche de roche qui fait office de couvercle hermétique, ou dans les espaces poreux à l'intérieur de la roche. Il peut également être piégé chimiquement en étant dissout dans l'eau et en réagissant avec les roches environnantes pour former des carbonates minéraux.



Aperçu des options de stockage géologique [en] [voir Annexe 6, p. 19]

Le CO<sub>2</sub> comprimé peut être injecté dans des formations rocheuses poreuses sous la surface de la Terre en ayant recours à toute une série de méthodes déjà employées par l'industrie du gaz et du pétrole: technique de forage de puits, technique d'injection, simulation sur ordinateur de la dynamique des réservoirs de stockage et méthodes de surveillance.

Des projets de stockage à l'échelle industrielle sont actuellement mis en place en mer du Nord, au Canada, en Algérie et au Texas, chacune de ces régions stockant chaque année plus d'un million de tonnes de CO<sub>2</sub> qui aurait été sinon libéré dans l'atmosphère.



5.1.2 Il existe partout dans le monde des sites pouvant convenir au stockage géologique tant sur terre qu'en mer. Les estimations quant à la **capacité de stockage disponible totale** varient fortement, mais elles indiquent en général que l'espace disponible est suffisant pour stocker des dizaines voire des centaines d'années d'émissions de CO<sub>2</sub> sur base de leur rythme actuel. En outre, une grande partie des centrales électriques ainsi que des autres sources industrielles existantes se trouvent à moins de 300 km de zones de stockage potentiel (voir Figure RT.2a/2b [voir Annexe 8, p. 21] )



Répartition des grandes sources de CO<sub>2</sub> dans le monde [en] [voir Annexe 8, p. 21]



Sites de stockage possibles [en] [voir Annexe 8, p. 21]

Bien que la capacité de stockage dans les réservoirs géologiques disponible soit « probablement » suffisamment importante pour contribuer de façon significative à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, celle-ci n'a pas encore été déterminée avec certitude.

5.1.3 **Les fuites de CO<sub>2</sub>** depuis leur lieu de stockage représentent un risque pour le climat au niveau mondial, mais aussi un risque potentiel au niveau local pour les populations, les écosystèmes et les eaux souterraines si des rejets rapides et subits de CO<sub>2</sub> se produisent. On s'attend à ce que ces risques soient assez limités: la plupart du CO<sub>2</sub> devrait rester sous terre pendant des siècles, et les fuites devraient être maîtrisées bien avant qu'elles ne causent des dégâts au niveau local. Une surveillance des sites de stockage pourrait néanmoins être requise sur de très longues périodes, et on s'attend à ce que les méthodes évoluent à mesure que les technologies s'améliorent. Un cadre juridique muni d'une perspective à long terme sera également nécessaire étant donné que les périodes de stockage s'étendront sur plusieurs générations. Il semble que le grand public connaisse mal cette option technologique et soit réticent à l'accepter, car certains considèrent parfois que le stockage du CO<sub>2</sub> n'est nécessaire qu'en raison de notre incapacité à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> par d'autres moyens.

## 5.2 Que coûte le stockage géologique ?

Le stockage du CO<sub>2</sub> dans des formations géologiques est l'option de stockage la moins coûteuse et la plus acceptable d'un point de vue environnemental. Les coûts du stockage dans les formations salines ou les gisements de pétrole et de gaz épuisés se situent généralement entre 0.5 et 8 dollars US/t CO<sub>2</sub> injecté, auxquels s'ajoutent les coûts de surveillance, compris entre 0.1 et 0.3 dollars US/t CO<sub>2</sub>. La solution la moins onéreuse revient au stockage dans des réservoirs très perméables, sur la terre ferme, à basse profondeur, et/ou aux sites de stockage permettant de réutiliser les puits et les infrastructures de champs de pétrole et de gaz déjà existants. Le stockage géologique du CO<sub>2</sub> pourrait même générer des bénéfices nets, par exemple grâce à la récupération assistée du gaz et du pétrole, sur les sites où l'on pourrait injecter le CO<sub>2</sub> afin de déplacer et récupérer le combustible.

## 6. Le CO<sub>2</sub> pourrait-il être stocké dans les océans ?

### 6.1 Quelles sont les méthodes de stockage dans les océans ?

Le CO<sub>2</sub> étant soluble dans l'eau, des **échanges entre l'atmosphère et la surface de l'océan** se produisent naturellement jusqu'à ce qu'un équilibre soit atteint. Si la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente, on s'attend à ce que les océans absorbent progressivement le CO<sub>2</sub> supplémentaire au cours des prochains siècles jusqu'à atteindre un nouvel équilibre. Le CO<sub>2</sub> devrait tout d'abord se dissoudre dans la couche supérieure des océans pour ensuite se mélanger aux eaux des profondeurs. Les océans ont ainsi emmagasiné au total quelque 500 des 1300 Gt CO<sub>2</sub> rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines au cours des 200 dernières années. Les océans absorbent actuellement environ 7 Gt CO<sub>2</sub> par an. La plupart de ce dioxyde de carbone est actuellement emmagasiné dans la couche supérieure de l'océan, ce qui l'a rendue quelque peu plus acide (baisse du pH de 0,1). Cependant, l'acidité des profondeurs océaniques n'a à ce jour pratiquement pas changé.



Aperçu des méthodes de stockage dans les océans [en] [voir Annexe 7, p. 20]

Le **CO<sub>2</sub> piégé** pourrait potentiellement être **injecté directement dans les profondeurs des océans** où la majeure partie serait isolée de l'atmosphère pendant des siècles. Pour ce faire, le CO<sub>2</sub> pourrait être acheminé par gazoduc ou par bateau vers un site de stockage océanique, où il serait injecté dans la colonne d'eau de l'océan ou au fond de celui-ci. Le CO<sub>2</sub> dissout et dispersé s'intégrerait ensuite au cycle mondial du carbone. Les options potentielles de stockage du CO<sub>2</sub> dans les profondeurs de l'océan pour des périodes encore plus longues comptent notamment la formation d'hydrates solides de CO<sub>2</sub> et/ou de lacs de CO<sub>2</sub> liquide au fond des océans, et la dissolution de minéraux alcalins tels que le calcaire pour neutraliser l'acidité du CO<sub>2</sub>.

### 6.2 Quelles sont les conséquences environnementales potentielles du stockage dans les océans ?

L'injection de quelques GtCO<sub>2</sub> modifierait de façon perceptible la composition chimique de l'océan dans la zone où elle aurait lieu, alors que l'injection de centaines de GtCO<sub>2</sub> finirait par produire des changements mesurables dans l'océan tout entier. Au fil des siècles, le brassage de l'eau des océans entraînerait une libération progressive de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Des expériences ont démontré que l'ajout de CO<sub>2</sub> peut être nocif pour les organismes marins vivant à proximité des points d'injection ou des lacs de CO<sub>2</sub>.



Le CO<sub>2</sub> peut être injecté dans les profondeurs océaniques depuis les plateformes pétrolières Source: Stephen Knowles

Les effets à long terme de l'injection directe de CO<sub>2</sub> dans de grandes zones océaniques n'ont pas encore été étudiés. On s'attend toutefois à ce que **les impacts sur les écosystèmes océaniques** s'accroissent à mesure que la concentration de CO<sub>2</sub> augmente et que le pH baisse. En outre, on ne sait pas bien si/comment les espèces et les écosystèmes pourraient s'adapter à ces modifications chimiques.

**Les coûts du stockage océanique** ont été estimés sur base des coûts induits par le transport par gazoducs en mer ou par bateau, à quoi s'ajoutent les coûts d'énergie supplémentaires compris entre 6 et 31 dollars US/ t CO<sub>2</sub> injecté. Pour de courtes distances

(100 km en mer), le gazoduc fixe s'avère l'option la moins coûteuse. Pour les distances plus importantes (500 km en mer), l'injection de CO<sub>2</sub> depuis un bateau en mouvement ou le transport par navire vers une plate-forme depuis laquelle le CO<sub>2</sub> serait injecté sont les options les plus intéressantes.

Les traités mondiaux et régionaux sur le droit de la mer et le milieu marin, tels que la Convention OSPAR et la Convention de Londres, s'appliquent également au stockage océanique, mais le statut juridique du stockage intentionnel dans les océans n'a pas encore été décidé.

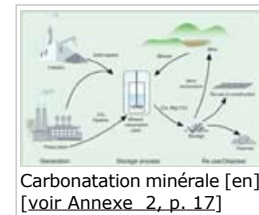
Le stockage dans les océans serait donc une option de stockage du CO<sub>2</sub> plus coûteuse et moins acceptable d'un point de vue environnemental. Les rares enquêtes sur la perception du grand public menées jusqu'à présent révèlent que la population exprime de plus grandes réserves à l'égard du stockage océanique que pour le stockage géologique.

*Note from the editor: Because of its environmental implications, CO<sub>2</sub> storage in oceans is generally no longer considered as an acceptable option.*

## 7. Comment le CO<sub>2</sub> peut-il être stocké dans d'autres matériaux ?

### 7.1 Le CO<sub>2</sub> peut-il être transformé et stocké sous forme solide ?

Grace à un procédé appelé carbonatation minérale, il est possible de convertir le CO<sub>2</sub> en matière solide de façon pratiquement permanente par des réactions chimiques avec certains minéraux extraits que l'on retrouve naturellement dans l'environnement, tels que l'oxyde de calcium (CaO) pour produire le calcaire (CaCO<sub>3</sub>), ou l'oxyde de magnésium (MgO) pour produire la dolomite (MgCO<sub>3</sub>).



Cette réaction ne libérerait pas de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, les sites d'élimination ne nécessiteraient que peu de surveillance, et les risques associés seraient très faibles. Cependant, cette technique requiert de grandes quantités d'énergie et de minéraux. Avant d'être considérée comme une option viable, des améliorations importantes sont nécessaires.

### 7.2 Quelles sont les utilisations industrielles du CO<sub>2</sub> et peuvent-elles réduire les émissions de CO<sub>2</sub> ?

Il est techniquement possible d'utiliser le CO<sub>2</sub> piégé dans des procédés chimiques industriels, mais cela ne permettrait véritablement qu'une modeste réduction des émissions. L'utilisation industrielle totale de 120 MtCO<sub>2</sub> par an est très faible au regard des émissions produites par les activités humaines (plus de 30 000 MtCO<sub>2</sub> par an). Les deux tiers servent à produire de l'urée pour la fabrication d'engrais et d'autres produits. On utilise également du CO<sub>2</sub> en horticulture, dans la réfrigération, les emballages alimentaires, les soudures, les boissons, et les extincteurs.

De plus, la plupart de ces produits industriels finissent au bout de quelques jours ou quelques mois par libérer à nouveau dans l'atmosphère le CO<sub>2</sub> qu'ils contiennent. Seule une petite quantité - environ 20 MtCO<sub>2</sub> par an - est stockée durant quelques décennies au maximum, et moins de 1 MtCO<sub>2</sub> par an le sera pour un siècle ou plus. Par conséquent, le piégeage du

CO<sub>2</sub> à des fins industrielles n'apporterait qu'une contribution insignifiante aux efforts d'atténuation du changement climatique.

## 8. Quel est coût des différentes options de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> ?

Il existe de grandes incertitudes au niveau de l'estimation des coûts actuels et futurs du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub>. Si certaines composantes du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> sont déjà largement utilisées dans certaines applications industrielles de marchés à maturité, la technique n'a encore jamais été employée dans des centrales électriques de grande envergure, là où le potentiel de cette technique est le plus élevé.



La centrale électrique d'Esbjerg au Danemark, un site de piégeage du CO<sub>2</sub>  
Source: DONG Energy

Dans un système totalement intégré, le piégeage et la compression du CO<sub>2</sub> constitueraient normalement les aspects les plus coûteux de la technologie. On estime généralement que le stockage géologique est moins coûteux que le stockage océanique, la technologie la plus onéreuse étant la carbonatation minérale.

Les coûts globaux ne dépendront pas que du type de système de piégeage utilisé, du type de stockage et de la distance nécessaire au transport, mais aussi d'autres facteurs, tels que la conception, la taille, le financement et la localisation des centrales, le type de carburant utilisé ainsi que les frais de carburant et d'électricité.

Dans les conditions actuelles, produire de l'électricité coûte environ 0,04 - 0,06 dollars US/kWh. En adoptant les techniques actuelles de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub>, on estime que ces coûts augmenteraient d'environ 0,01 dollars US - 0,05/kWh. On pourrait les réduire d'environ 0,01 - 0,02 dollars US/kWh si les bénéfices générés par la récupération assistée du pétrole venaient les compenser en partie.

Lorsque l'on compare le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> aux autres options techniques permettant de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, il faut garder à l'esprit que cette technologie requiert 10 à 40% d'énergie supplémentaire pour produire la même quantité d'électricité. La gamme des coûts par tonne de CO<sub>2</sub> évité est très large. On peut exploiter une grande partie du potentiel de cette technologie à des coûts supérieurs à ceux des nombreuses autres options permettant d'améliorer l'efficacité énergétique, mais toujours inférieurs à ceux de la plupart des options d'énergie solaire.

Quand on prévoit la construction d'une nouvelle usine, le calcul des coûts de l'ajout d'un système de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> pourrait influencer le choix du type de centrale. Cette technologie peut être appliquée aux technologies actuelles telles que celles du charbon pulvérisé ou du cycle combiné au gaz naturel (CCGN). Cependant, les coûts supplémentaires seront moindres lorsque la technique du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> sera intégrée aux technologies émergentes telles que le cycle combiné à gazéification intégrée et les installations de production d'hydrogène (lors de la précombustion). Si la plupart des installations existantes pourraient être adaptées pour inclure les systèmes de PSC, les coûts seront considérablement plus élevés que pour les nouvelles centrales déjà équipées des ces systèmes.

A mesure que les avancées technologiques progressent, et une fois que le PSC sera utilisé à grande échelle, les futurs coûts de cette technique pourraient diminuer, peut-être de 20 à 30% au cours de la prochaine décennie. Toutefois, la hausse des prix des combustibles fossiles pourrait faire augmenter les coûts. Comme les centrales alimentées à la biomasse

sont actuellement de petite taille, les coûts du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> seraient relativement élevés. Les coûts du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> liés à des procédés industriels autres que la production d'électricité peuvent être moins élevés que pour les centrales électriques, en particulier pour certains procédés comme la production d'hydrogène ou d'ammoniac, qui procèdent déjà à la séparation du CO<sub>2</sub>.

## 9. Comment les réductions d'émissions pourraient-elles être quantifiées ?

Un aspect important du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> est l'élaboration et l'utilisation de méthodes permettant d'estimer et de notifier les quantités d'émissions de gaz à effet de serre ayant pu être réduites, évitées, ou éliminées de l'atmosphère.

Cela implique:

- l'estimation et la notification des émissions actuelles pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, et
- la comptabilisation du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> aux termes d'accords internationaux en vue de limiter les émissions nettes.

En l'absence d'accords internationaux sur la question, on ne sait pas bien si les différentes méthodes de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> seront considérées comme des méthodes qui réduisent les émissions de CO<sub>2</sub> ou qui en éliminent dans l'atmosphère. La technique du piégeage et stockage du CO<sub>2</sub> diffère clairement et à maints égards de la séquestration du CO<sub>2</sub> dans les puits de carbone biologiques (forêts, sols, etc.), et les différentes formes de piégeage et de stockage du carbone sont également très différentes les unes des autres. Alors qu'une tonne de CO<sub>2</sub> stockée de façon permanente est aussi bénéfique en termes de concentrations atmosphérique de CO<sub>2</sub> qu'une tonne de CO<sub>2</sub> non émise, une tonne de CO<sub>2</sub> stockée de manière temporaire l'est beaucoup moins. Cette différence devrait être prise en compte dans tout système de comptabilisation des réductions des émissions nettes de gaz à effet de serre. Il n'existe actuellement aucune méthode disponible dans le cadre de la **CCNUCC** pour la surveillance, la mesure ou la comptabilisation des fuites physiques depuis les sites de stockage.

Tableau RT.12. Aspects du PSC et des puits biologiques susceptibles d'influer sur la manière dont la comptabilisation est effectuée [en] [[voir Annexe 9, p. 22](#)]

Bien que les méthodes disponibles actuellement pour procéder aux inventaires nationaux des émissions de CO<sub>2</sub> puissent intégrer les systèmes de piégeage et de stockage ou être remaniées à cet effet, la comptabilisation du CO<sub>2</sub> stocké soulève des questions quant à l'acceptation et au transfert des responsabilités à l'égard des émissions stockées. Ces problèmes peuvent être abordés par le biais de processus politiques aux niveaux national et international.

## **10. Conclusion: l'avenir du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub>**

### **10.1 Quelles sont les lacunes au niveau des connaissances ?**

La technique du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> est techniquement possible et pourrait jouer un rôle important dans les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre au cours de ce siècle. Bien que certains aspects de cette technique aient déjà fait leurs preuves, il conviendrait d'acquérir davantage de connaissances et d'expérience et de réduire les incertitudes liées à certains aspects spécifiques du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> afin de permettre son déploiement à grande échelle.

Tout d'abord, il est nécessaire de parfaire davantage cette technique. Si chacune des composantes de la technique du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> est déjà bien développée, il faut encore les intégrer toutes au sein de projets à grande échelle dans le secteur électrique. Ces projets permettraient de démontrer si cette technique fonctionne à grande échelle, et par conséquent d'acquérir de nouvelles connaissances et de l'expérience. Des études supplémentaires sont requises afin d'analyser et de réduire les coûts, et pour évaluer la capacité de stockage potentielle des sites géologiques appropriés. Pour ce qui est des autres formes de stockage, des expériences pilotes en matière de carbonatation minérale sont nécessaires si l'on veut réduire les coûts et les besoins nets en énergie. En outre, il est également essentiel de réaliser des études sur l'impact écologique du CO<sub>2</sub> dans les profondeurs de l'océan.

Il convient également de développer davantage le cadre légal et réglementaire adéquat qui doit inclure des méthodes agréées permettant l'estimation et la notification des quantités de CO<sub>2</sub> évitées grâce au piégeage et au stockage du CO<sub>2</sub> ainsi que les quantités qui pourraient être libérées à long terme. Les responsabilités sur le long terme du stockage géologique et les contraintes légales éventuelles relatives au stockage en milieu marin doivent également être prises en compte.

Parmi les autres questions qu'il reste à résoudre figurent la question du potentiel de transfert et de diffusion des techniques de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub>, les possibilités pour les pays en développement de les exploiter, l'application de ces technologies aux sources de CO<sub>2</sub> provenant de la biomasse, ainsi que les interactions potentielles entre les investissements dans le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> et les autres solutions d'atténuation.

### **10.2 Dans quelle mesure le PSC pourrait-il contribuer à l'atténuation du changement climatique ?**

Si les lacunes au niveau des connaissances sont comblées et si diverses conditions sont remplies, les systèmes de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> pourraient être déployés à grande échelle d'ici quelques décennies, pour autant que des politiques explicites limitant fortement les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère soient mises en place.

La question des mesures incitatives reste un point d'une importance particulièrement cruciale. Si un «prix du carbone» est fixé pour chaque unité d'émission de gaz à effet de serre, cela pourrait inciter à investir dans des procédés qui émettent moins de gaz à effet de serre. Les systèmes de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> ne sont susceptibles d'être largement adoptés par le secteur de la production d'électricité - où le potentiel est de loin le plus grand - que quand le prix de l'émission d'une tonne de CO<sub>2</sub> dépasse les 25-30 dollars

US (au taux de 2002) pour toute la durée du projet. Seules des décisions politiques visant à limiter les émissions de CO<sub>2</sub> permettront de fixer un prix sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Les systèmes de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> seraient compétitifs face à d'autres options à grande échelle en matière d'atténuation, comme les technologies liées à l'énergie nucléaire et aux énergies renouvelables.

Dans le cadre d'un ensemble d'actions visant à atténuer le changement climatique, la technique du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> pourrait réduire de 30% ou plus les coûts relatifs à la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. La plupart des scénarios visant à atteindre cette stabilisation au moindre coût estiment que la quantité de CO<sub>2</sub> qui pourrait être stockée sous terre et dans les océans au cours de ce siècle se situe entre 220 et 2200 Gt CO<sub>2</sub>. Pour y parvenir, il faudrait mettre en place au cours de ce siècle plusieurs centaines de systèmes de piégeage et de stockage du CO<sub>2</sub> de par le monde, voire des milliers, chacun piégeant environ 1 à 5 Mt CO<sub>2</sub> par an. Il faudrait que ces systèmes soient construits en grand nombre dans la première moitié de ce siècle, même si la majorité d'entre eux seront construits au cours de la seconde moitié. En l'absence de mesures limitant les émissions de CO<sub>2</sub>, les techniques de piégeage et de stockage du carbone n'auraient que des opportunités limitées de se répandre et atteindraient au maximum un potentiel de stockage d'environ 360 Mt CO<sub>2</sub> par an. Il est peu probable que ces opportunités puissent à elles seules contribuer de manière significative à l'atténuation du changement climatique, à moins qu'elles ne s'étendent au secteur de l'électricité

Pour ce qui est des fuites sur le long terme depuis les sites de stockage, il faut fixer un plafond à la quantité de pertes que l'on peut tolérer si l'on en vient à accepter le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> comme mesure d'atténuation du changement climatique. Si la part de CO<sub>2</sub> stockée que l'on parvient à retenir est de l'ordre de 90-99 % sur 100 ans ou de 60-95% sur 500 ans, ces stockages non permanents pourraient toujours constituer une option valable d'atténuation du changement climatique.

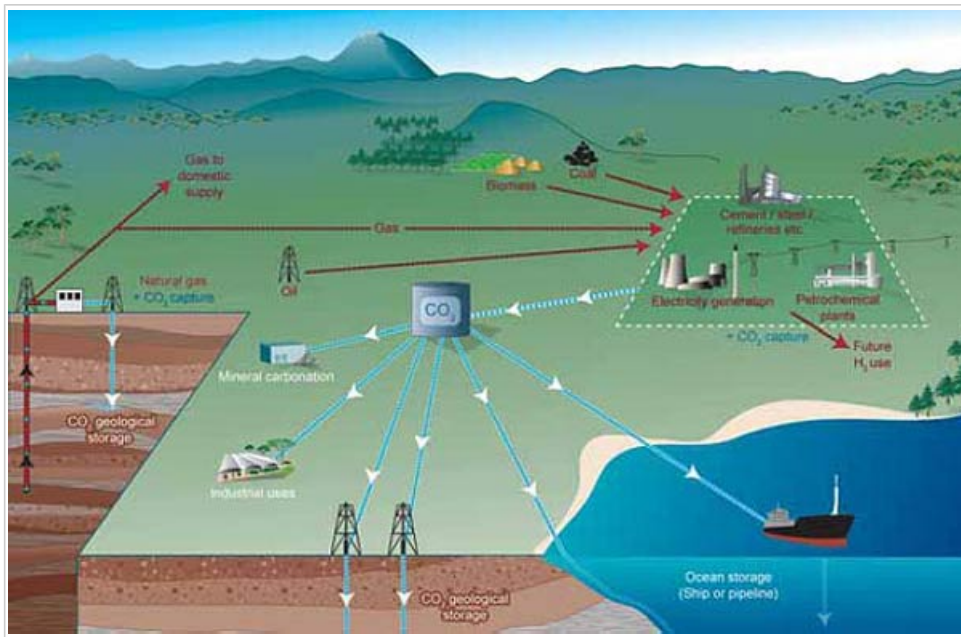
L'ensemble des textes publiés suggère que la technique du piégeage et du stockage du CO<sub>2</sub> pourrait constituer une composante importante de la vaste gamme de politiques et de technologies qui seront nécessaires si l'on veut aborder avec succès et au moindre coût le changement climatique.

## Annexe

### Annex 1:

#### Figure TS.1. Schematic diagram of possible CCS systems

Schematic diagram of possible CCS systems showing the sources for which CCS might be relevant, transport of CO<sub>2</sub> and storage options (Courtesy of CO<sub>2</sub>CRC).

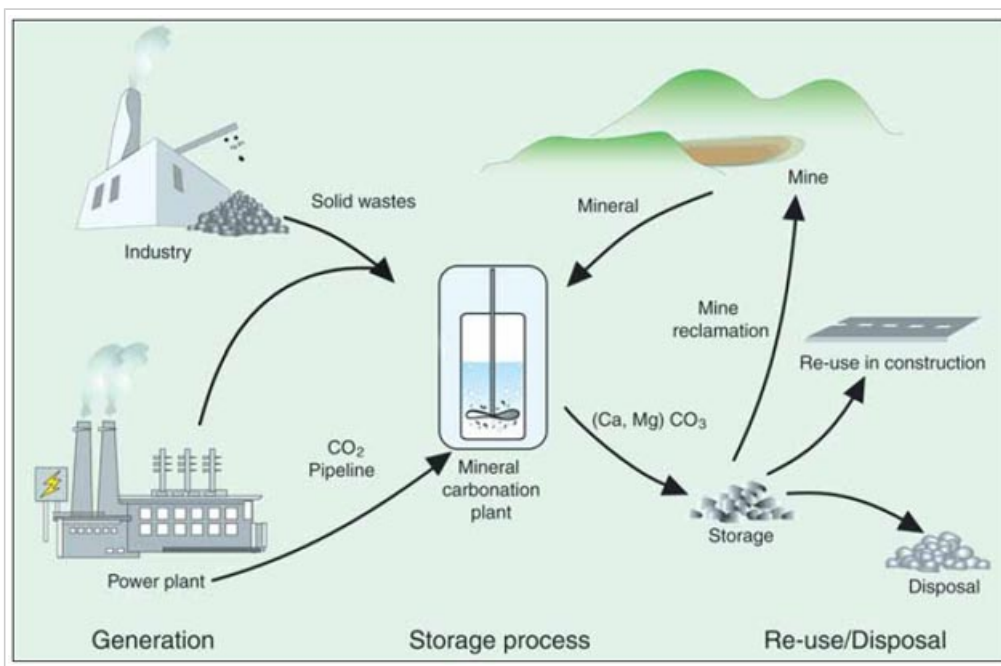


Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
1. Introduction and framework of this report, p. 18



**Annex 2:**

**Figure TS.10. Material fluxes and process steps associated with the mineral carbonation of silicate rocks or industrial residues (Courtesy ECN).**

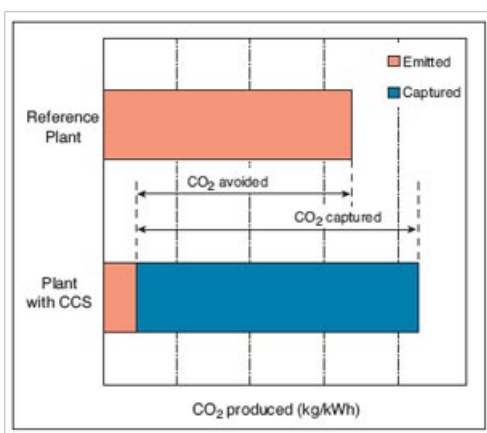


Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
 7. Mineral carbonation and industrial uses, p. 37

**Annex 3:**

**Figure TS.11. CO<sub>2</sub> capture and storage from power plants**

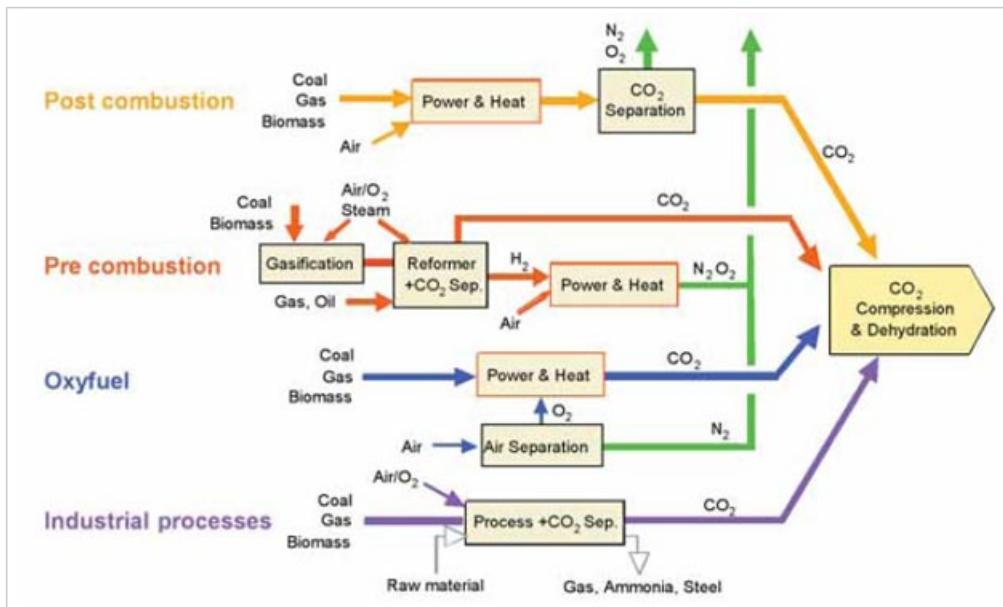
CO<sub>2</sub> capture and storage from power plants. The increased CO<sub>2</sub> production resulting from loss in overall efficiency of power plants due to the additional energy required for capture, transport and storage, and any leakage from transport result in a larger amount of “CO<sub>2</sub> produced per unit of product” (lower bar) relative to the reference plant (upper bar) without capture.



Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
 8. Costs and economic potential, p. 41

**Annex 4:**

**Figure TS.3. Overview of CO<sub>2</sub> capture processes and systems**

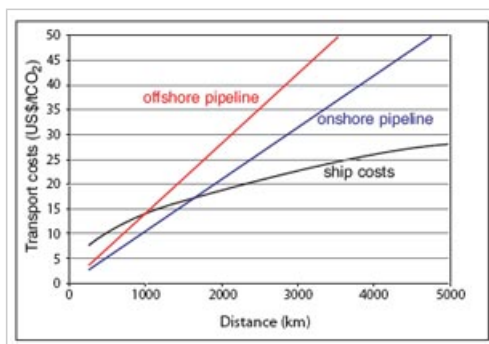


Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
3. Capture of CO<sub>2</sub>, p. 25

**Annex 5:**

**Figure TS.6. Costs, plotted as US\$/tCO<sub>2</sub> transported against distance, for onshore pipelines, offshore pipelines and ship transport**

Costs, plotted as US\$/tCO<sub>2</sub> transported against distance, for onshore pipelines, offshore pipelines and ship transport. Pipeline costs are given for a mass flow of 6 MtCO<sub>2</sub> yr<sup>-1</sup>. Ship costs include intermediate storage facilities, harbour fees, fuel costs, and loading and unloading activities. Costs include also additional costs for liquefaction compared to compression.

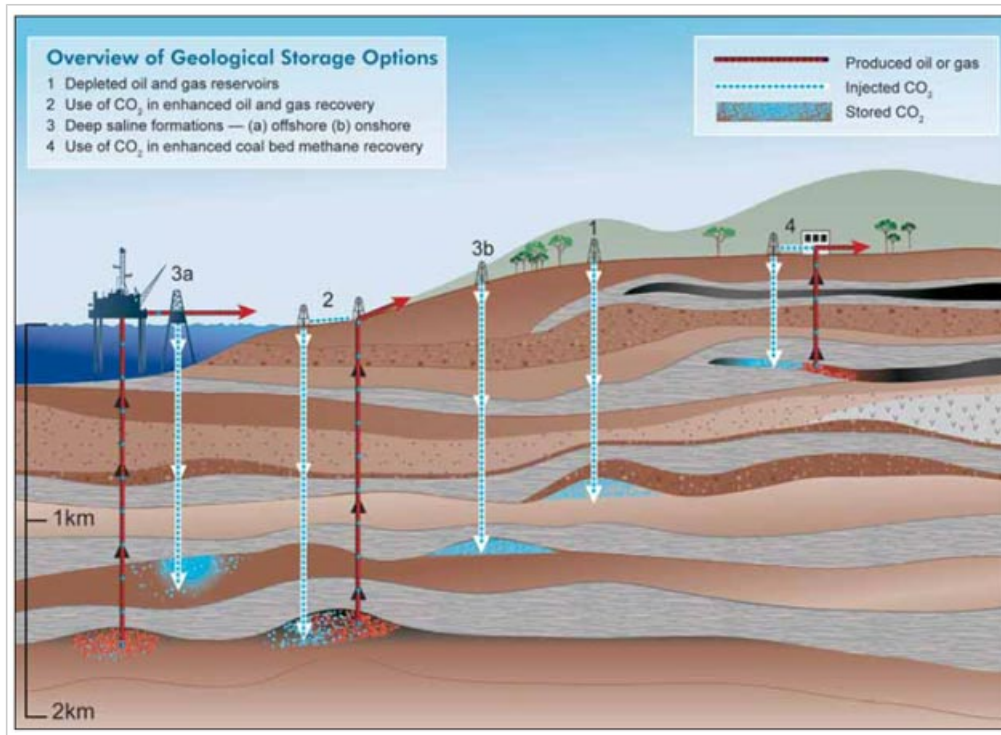


Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
4. Transport of CO<sub>2</sub>, p. 28

## Annex 6:

### Figure TS.7. Methods for storing CO<sub>2</sub> in deep underground geological formations

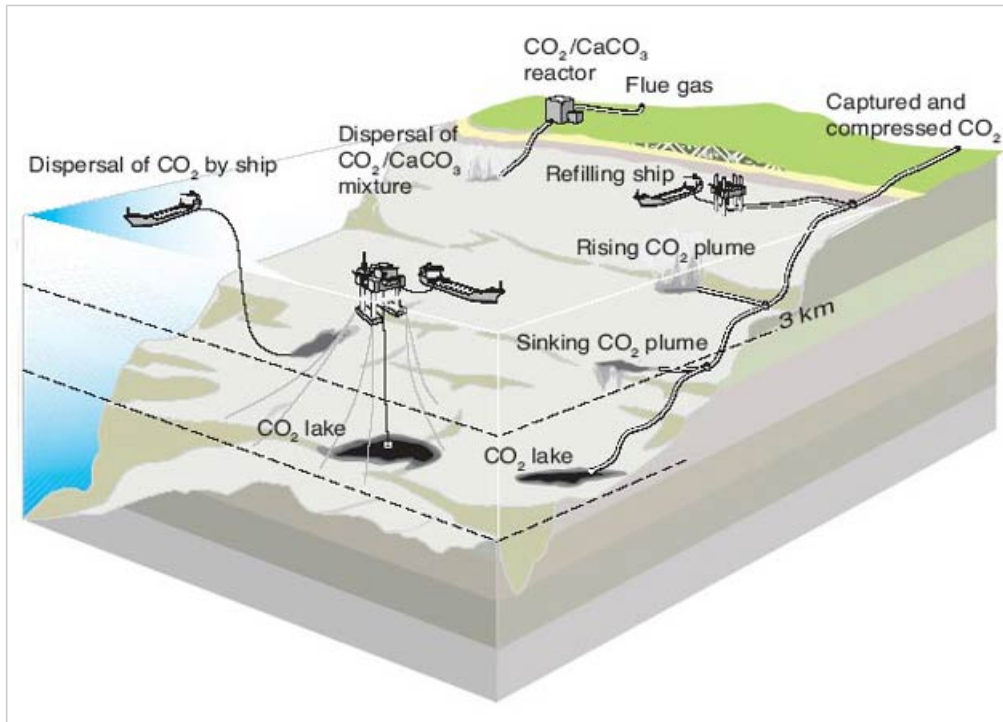
Methods for storing CO<sub>2</sub> in deep underground geological formations. Two methods may be combined with the recovery of hydrocarbons: EOR (2) and ECBM (4). See text for explanation of these methods (Courtesy CO<sub>2</sub>CRC).



Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
5. Geological storage, p. 29

## Annex 7:

### Figure TS.9. Methods of ocean storage



Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
6. Ocean storage, p. 34

## Annex 8: Figures TS.2a. & TS.2b.

**Figure TS.2a. Global distribution of large stationary sources of CO<sub>2</sub>**

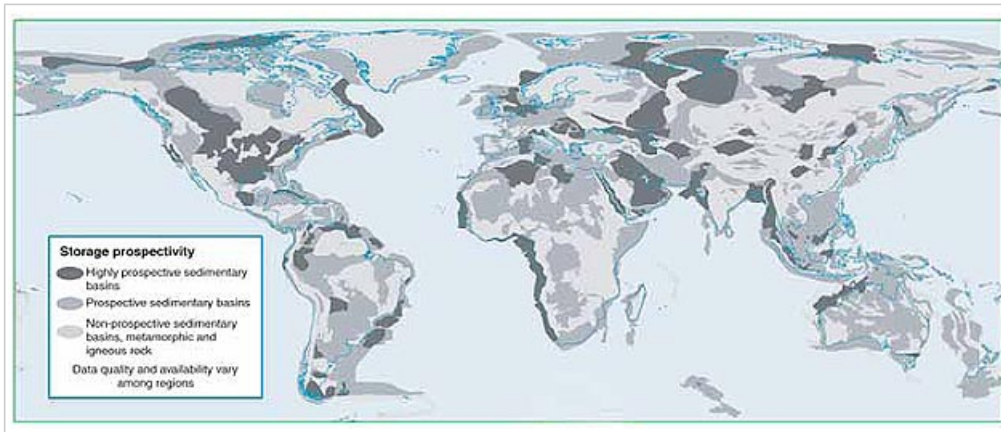
Global distribution of large stationary sources of CO<sub>2</sub> (based on a compilation of publicly available information on global emission sources, IEA GHG 2002)



Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
2. Sources of CO<sub>2</sub>, p. 20

**Figure TS.2b. Prospective areas in sedimentary basins**

Prospective areas in sedimentary basins where suitable saline formations, oil or gas fields, or coal beds may be found. Locations for storage in coal beds are only partly included. Prospectivity is a qualitative assessment of the likelihood that a suitable storage location is present in a given area based on the available information. This figure should be taken as a guide only, because it is based on partial data, the quality of which may vary from region to region, and which may change over time and with new information (Courtesy of Geoscience Australia).



Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
2. Sources of CO<sub>2</sub>, p. 21

## Annex 9:

**Table TS.12. Differences in the forms of CCS and biological sinks that might influence the way accounting is conducted.**

Property	Terrestrial biosphere	Deep ocean	Geological reservoirs
CO <sub>2</sub> sequestered or stored	Stock changes can be monitored over time.	Injected carbon can be measured.	Injected carbon can be measured.
Ownership	Stocks will have a discrete location and can be associated with an identifiable owner.	Stocks will be mobile and may reside in international waters.	Stocks may reside in reservoirs that cross national or property boundaries and differ from surface boundaries.
Management decisions	Storage will be subject to continuing decisions about land-use priorities.	Once injected there are no further human decisions about maintenance once injection has taken place.	Once injection has taken place, human decisions about continued storage involve minimal maintenance, unless storage interferes with resource recovery.
Monitoring	Changes in stocks can be monitored.	Changes in stocks will be modelled.	Release of CO <sub>2</sub> can be detected by physical monitoring.
Expected retention time	Decades, depending on management decisions.	Centuries, depending on depth and location of injection.	Essentially permanent, barring physical disruption of the reservoir.
Physical leakage	Losses might occur due to disturbance, climate change, or land-use decisions.	Losses will assuredly occur as an eventual consequence of marine circulation and equilibrium with the atmosphere.	Losses are unlikely except in the case of disruption of the reservoir or the existence of initially undetected leakage pathways.
Liability	A discrete land-owner can be identified with the stock of sequestered carbon.	Multiple parties may contribute to the same stock of stored CO <sub>2</sub> and the CO <sub>2</sub> may reside in international waters.	Multiple parties may contribute to the same stock of stored CO <sub>2</sub> that may lie under multiple countries.

Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
9. Emission inventories and accounting, p. 44

## Annex 10:

**Table TS.2. Profile by process or industrial activity of worldwide large stationary CO<sub>2</sub> sources with emissions of more than 0.1 MtCO<sub>2</sub> per year.**

Process	Number of sources	Emissions (MtCO <sub>2</sub> yr <sup>-1</sup> )
Fossil fuels		
Power	4,942	10,539
Cement production	1,175	932
Refineries	638	798
Iron and steel industry	269	646
Petrochemical industry	470	379
Oil and gas processing	N/A	50
Other sources	90	33
Biomass		
Bioethanol and bioenergy	303	91
<b>Total</b>	<b>7,887</b>	<b>13,466</b>

Source: IPCC Carbon Dioxide Capture and Storage: Technical Summary (2005) [see [http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages\\_media/SRCCS-final/SRCCS\\_TechnicalSummary.pdf](http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/SRCCS_TechnicalSummary.pdf)]  
2. Sources of CO<sub>2</sub>, p. 20

## Partenaire ayant collaboré à cette publication

Les niveaux 1 et 2 de ce dossier sont des résumés du rapport écrits par GreenFacts avec le soutien financier de la **Direction du développement et de la coopération suisse** (DDC), le soutien du Ministre de la Recherche scientifique de la **Région de Bruxelles-Capitale** et de l'**Institut d'encouragement de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de Bruxelles** (IRSIB).

