

## LE CAPTAGE-STOCKAGE DU CO<sub>2</sub>

*Le captage-stockage du CO<sub>2</sub> pourrait être une solution de transition acceptable pour diminuer les rejets de gaz à effet de serre à l'atmosphère en attendant l'avènement de moyens de production nouveaux sans émissions de CO<sub>2</sub>.*

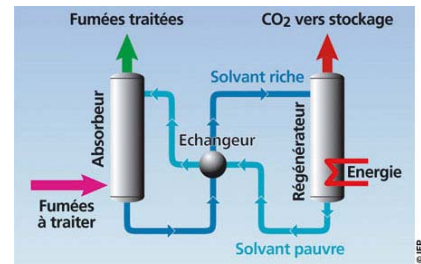
Le captage et le stockage géologique du CO<sub>2</sub> consiste à capter le CO<sub>2</sub> produit par les installations industrielles avant son rejet à l'atmosphère et à le ré-injecter dans des structures géologiques adéquates pour l'y stocker sur des périodes de temps longues. Il concerne les sources stationnaires centralisées de CO<sub>2</sub> – principalement la production d'énergie à partir de combustibles fossiles et l'industrie lourde – à l'exclusion d'une autre source importante de CO<sub>2</sub>, les transports.

Les volumes concernés sont importants. En effet les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine fossile en 2002 étaient de 24 Gt (milliards de tonnes) dont environ 15 Gt provenant de sources stationnaires : une centrale au gaz de 400 MW (million de Watt) émet environ 1 Mt (million de tonnes) de CO<sub>2</sub> par an ; une centrale à charbon pulvérisé sur lignite, 6 Mt de CO<sub>2</sub> par an ; un haut fourneau, 10 Mt par an : on a environ 2 tonnes de CO<sub>2</sub> pour une tonne d'acier par les procédés conventionnels ; une raffinerie de 200 000 barils environ 1,5 Mt par an.

### Le captage

Il y a trois grandes voies de captage du CO<sub>2</sub> :

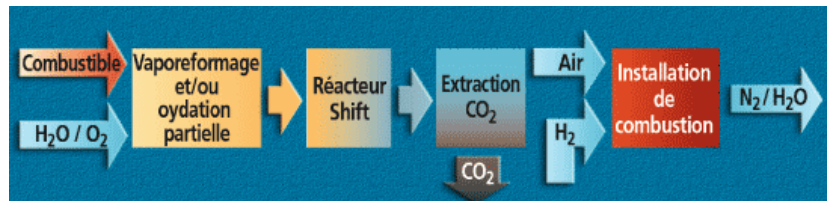
- Le **captage post-combustion** dans lequel on ne change pas le procédé de conversion énergétique et on capte le CO<sub>2</sub> dilué dans les fumées de combustion. Il peut s'intégrer aux installations existantes sans trop de modifications. Le procédé le plus couramment utilisé est la capture du CO<sub>2</sub> par un solvant.
- L'**oxycombustion** qui consiste à réaliser une combustion à



l'oxygène pur et non pas à l'air pour obtenir des fumées concentrées en CO<sub>2</sub> à 90 %. Avec le recyclage d'une partie du CO<sub>2</sub> en substitution de l'azote de l'air, l'oxycombustion est bien adaptée

à une remise à niveau (*retrofit*) d'une installation existante.

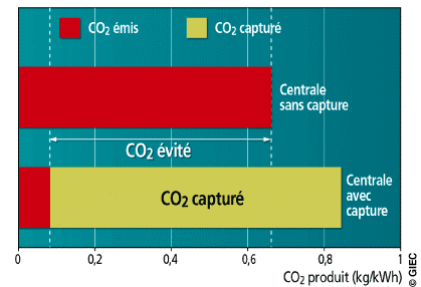
- Le **captage pré-combustion** qui vise à extraire le CO<sub>2</sub> à la source en transformant le combustible fossile avant usage en un gaz de synthèse. Ici, l'objectif est de capter le carbone avant combustion, lors du processus de fabrication du combustible : il est converti en entrée d'installation en gaz de synthèse, un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène. Le CO présent dans le mélange réagit avec l'eau au cours de l'étape de *shift-conversion* pour former du CO<sub>2</sub> et de l'hydrogène. Le CO<sub>2</sub> est alors séparé de l'hydrogène, lequel peut être utilisé pour produire de l'énergie (électricité et ou chaleur) sans émission de CO<sub>2</sub>.



Pour chacune des 3 grandes voies de captage il y a donc, à un moment donné, une séparation gazeuse:  $N_2/CO_2$  (post-combustion),  $O_2/N_2$  (oxycombustion) et  $CO_2/H_2$  (pré-combustion). On dispose de tout un ensemble de technologies de séparation gazeuse. Certaines existent à l'échelle industrielle, d'autres ne sont disponibles qu'au laboratoire et nécessitent la réalisation de démonstrateurs. Toutes font encourir une pénalité énergétique qu'il faut réduire.

### Le $CO_2$ évité ou le $CO_2$ capturé ?

Le captage du  $CO_2$  représente une dépense supplémentaire d'énergie, elle-même génératrice de gaz carbonique. Les émissions de gaz carbonique évitées, les seules qui comptent, sont évaluées en comparant les rejets à l'atmosphère d'une centrale sans captage et d'une centrale avec captage. Celle-ci consommant plus d'énergie, la quantité de  $CO_2$  capturé est toujours supérieure à la quantité de  $CO_2$  évité.



**C'est, bien entendu le  $CO_2$  évité qu'il faut prendre en considération dans les évaluations de performance.**

### Le transport

Une fois le  $CO_2$  capturé par l'une de ces trois voies, on le comprime ou on le liquéfie selon le mode de transport : par pipeline ou par bateau pour l'envoyer vers un site de stockage où il est injecté. Le transport par pipeline n'est intéressant que si le site de stockage n'est pas très éloigné du site de captage.

### Le stockage

Trois types de stockage géologique sont regardés :

- L'injection dans les aquifères salins profonds – sites dans lesquels on n'ira pas ensuite chercher l'eau puisqu'elle est salée.
- L'injection dans les réservoirs d'hydrocarbures – pétrole ou gaz – déplétés, avec la possibilité de faire de la récupération assistée de pétrole par injection de  $CO_2$ , ce que pratiquent déjà des pétroliers en utilisant du  $CO_2$  provenant surtout de gisements naturels.
- L'injection dans les veines de charbon en profitant du fait que le charbon a une affinité encore plus grande pour le gaz carbonique que pour le méthane : il peut en adsorber deux fois plus que de méthane. D'où l'idée de stocker du  $CO_2$  dans le charbon tout en récupérant le méthane qui peut se trouver ainsi libéré. A cause de la faible porosité du charbon, on ne peut obtenir des débits élevés.

### Des opérations en cours

**Un exemple de captage pré-combustion** : l'unité de gazéification dans le Dakota du Nord, produit du gaz naturel de synthèse à partir de charbon, avec captage du  $CO_2$  produit dans le procédé. Il s'agit du captage de l'ordre de 1,5 millions à 2 millions de tonnes de  $CO_2$  par an, qui est envoyé par pipeline pour injection dans un champ pétrolier à 330 km pour faire de la récupération assistée. Ainsi, sur ce projet, on fait les 3 opérations de captage, transport, stockage.

**Un exemple de stockage en aquifère salin profond** : Le champ de Sleipner opéré par Statoil dans lequel Total est partenaire réalise la séparation du gaz naturel et son injection dans un aquifère profond de la Mer du Nord. Cette opération a vu le jour en 1996 et injecte, depuis, un million de tonnes de  $CO_2$  par an. Il s'agit de la première opération industrielle de stockage géologique de  $CO_2$  à des fins environnementales, pour lutter contre l'effet de serre. Les frais, considérables, d'injection sont compensés par l'existence en Norvège d'une taxe sur les émissions de  $CO_2$  offshore.

## **Conclusion**

Le captage-stockage de CO<sub>2</sub> est une opération coûteuse sur le plan énergétique et financier (on estime qu'elle double le coût d'investissement, qu'elle augmente au moins de 30 % les coûts de production). Elle ne sera réalisée à grande échelle que si des taxes significatives sont imposées aux rejets de CO<sub>2</sub> à l'atmosphère, comme c'est le cas dans l'exemple norvégien (champ de Sleipner). Les potentiels de stockage sont importants mais tout de même limités, les questions de droit et d'acceptabilité par les populations sont encore incertaines. Elles ne représentent pas, a priori, des obstacles insurmontables.

Il est évident qu'une réduction des rejets anthropiques de CO<sub>2</sub> à l'atmosphère est obtenue de façon plus sûre et moins coûteuse grâce au recours à des sources d'énergie non émettrices de CO<sub>2</sub>, en remplacement des combustibles fossiles. La production d'électricité est une des industries pour laquelle cette transition est possible, grâce au nucléaire et aux renouvelables. On pourrait alors réserver les techniques de captage-stockage aux industries qui ne peuvent fonctionner sans les combustibles fossiles.

**Elisabeth Huffer**