

LE CAPTAGE-STOCKAGE DU CO₂ (*)

Le captage-stockage du CO₂ (le dioxyde de carbone appelé couramment Gaz carbonique) 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 émission de CO₂.

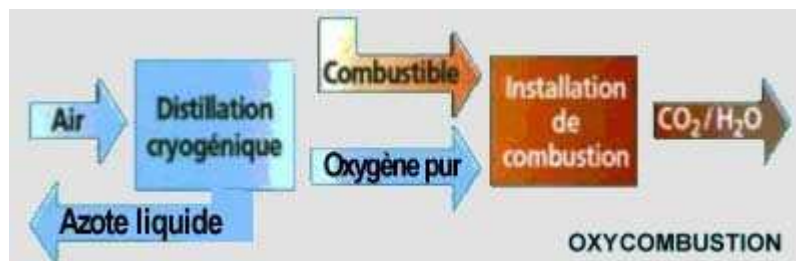
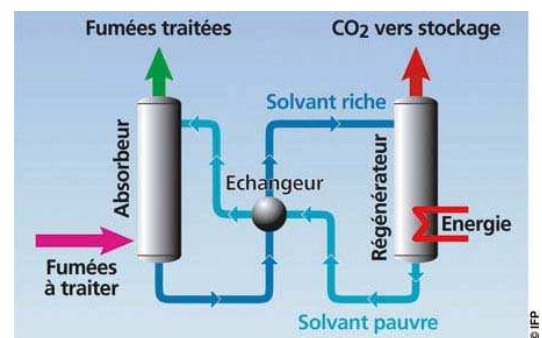
Le captage et le stockage géologique du CO₂ consistent à capter ce gaz produit par les installations industrielles avant son rejet à l'atmosphère et à le ré-injecter dans des structures géologiques adéquates pour l'y stocker sur des périodes de temps longues. Il concerne les installations fixes et centralisées de CO₂, principalement la production d'énergie à partir de combustibles fossiles et l'industrie lourde, à l'exclusion d'une autre source importante de CO₂, les transports.

Les volumes concernés sont importants. En effet les émissions de CO₂ 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 Watts) émet environ 1 Mt (million de tonnes) de CO₂ par an ; une centrale à charbon pulvérisé sur lignite : 6 Mt de CO₂ par an ; un haut fourneau : 10 Mt par an. On a environ 2 tonnes de CO₂ pour une tonne d'acier par les procédés conventionnels ; une raffinerie de 200000 barils produit environ 1,5 Mt de CO₂ par an.

1. LE CAPTAGE

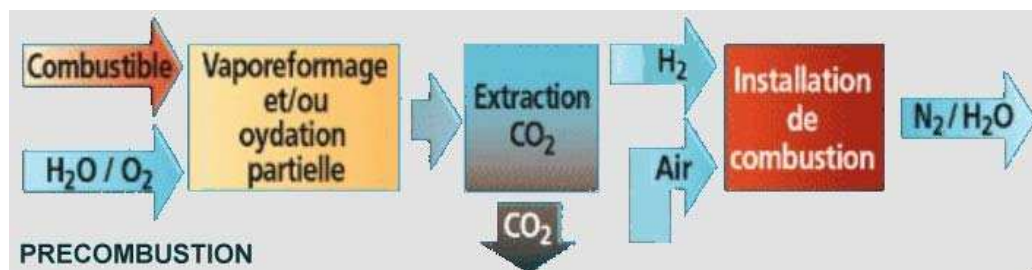
Il y a trois grandes voies de captage du CO₂ :

- Le **captage post-combustion** dans lequel on extrait le CO₂ dilué dans les fumées de combustion. Il peut s'intégrer aux installations existantes sans trop de modifications. Le procédé le plus couramment utilisé est le captage du CO₂ par un solvant organique et recyclé (dans le schéma, il s'agit de solvant « riche en CO₂ » à l'entrée du régénérateur et « pauvre en CO₂ » à la sortie).
- L'**oxycombustion** consiste à réaliser une combustion à l'oxygène pur :



Avec le recyclage d'une partie du CO₂, l'oxycombustion est bien adaptée à une remise à niveau d'une installation existante.

- Le **captage pré-combustion** qui vise à extraire le CO₂ 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.

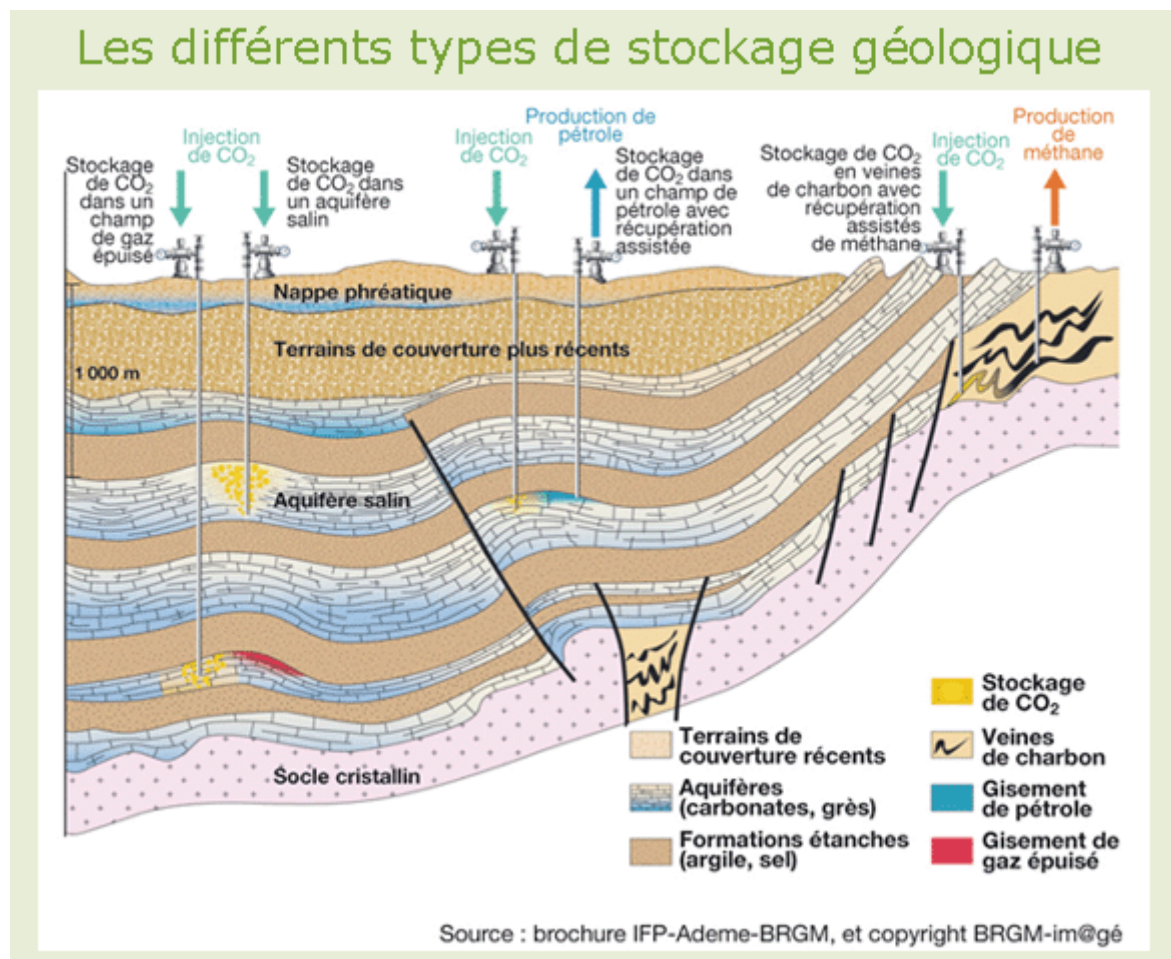
Le CO présent dans le mélange réagit avec l'eau pour former du CO₂ et de l'hydrogène. Le CO₂ est alors séparé de l'hydrogène, lequel peut-être utilisé pour produire de l'énergie (électricité et ou chaleur) sans émission de CO₂.

1.1. LE TRANSPORT

Une fois le CO₂ capté 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.

1.2. LE STOCKAGE

Trois types de stockage géologique sont envisagés.



- **L'injection dans les gisements d'hydrocarbures** – pétrole ou gaz – en fin d'exploitation, avec la possibilité de faire de la récupération de pétrole assistée par injection de CO₂, ce que pratiquent déjà des pétroliers en utilisant du CO₂ provenant surtout de gisements naturels.
- **L'injection dans les aquifères salins profonds.** Ces nappes souterraines d'eau salée sont situées à grandes profondeurs. Elles ne constituent une ressource ni en eau potable, ni en eau d'irrigation. Elles offrent de plus grandes capacités de stockage que les gisements d'hydrocarbures et sont relativement mieux réparties à la surface du globe. Les capacités mondiales de stockage de CO₂ dans ces aquifères profonds seraient extrêmement importantes.
- **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 CO₂ 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.

1.3. DES OPERATIONS 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 CO₂ formé dans le procédé. Il s'agit du captage de l'ordre de 1,5 à 2 millions de tonnes de CO₂ 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 CO₂ par an. Il s'agit de la première opération industrielle de stockage géologique de CO₂ à des fins environnementales, pour lutter contre l'effet de serre. Les frais d'injection, considérables, sont compensés par l'existence en Norvège d'une taxe sur les émissions de CO₂ offshore.

Un pilote de démonstration à Lacq (**)

Pour la première fois, un programme va tester en France la chaîne complète du processus de captage et stockage du CO₂ depuis l'installation émettrice de CO₂ (une chaudière), jusqu'au stockage souterrain. Il s'agit de convertir en **oxycombustion** l'une des cinq chaudières de vapeur existantes de la centrale du site de Lacq, de capter et de comprimer le CO₂ émis pour ensuite le transporter par gazoduc sur 27 Km et l'injecter dans un réservoir en fin de vie du gisement de gaz de Rousse, à une profondeur de 4500 m.

Ce pilote devrait démarrer à fin 2008, après 2 ans d'études et de préparation

2. CONCLUSION

Le captage-stockage de CO₂ est une opération coûteuse sur le plan énergétique, le rendement est de l'ordre de 20%.

Il est coûteux au plan financier, le coût total (captage, compression, transport, stockage) est évalué(***) à 50€ la tonne de CO₂ séquestré. On estime qu'il double le coût d'investissement, et qu'il augmente d'au moins 40 % les coûts de production.

Il ne sera réalisé à grande échelle que si des taxes significatives sont imposées aux rejets de CO₂ 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.

La pérennité du stockage du CO₂ en couche profonde est un problème peu discuté alors que celle exigée pour le stockage des déchets nucléaires est supérieure à 100.000 ans. Chaque site devrait faire l'objet d'une étude de caractérisation pour ses capacités de rétention au même titre que ce qui est fait pour les déchets nucléaires. La capacité de rétention du CO₂ devrait être supérieure à 1000 ans.

Il est évident qu'une réduction des rejets de CO₂, dus à l'activité humaine, dans l'atmosphère est obtenue de façon plus sûre et moins coûteuse grâce au recours à des sources d'énergie non émettrices de CO₂, en remplacement des combustibles fossiles. La production d'électricité est une des industries pour lesquelles 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.

Références :

(*)Ce texte est très largement extrait d'une note de Mme Elisabeth Huffer parue dans le journal du « colloque pré-Grenelle » organisé le 10/10/07 par SLC. *Texte intégral sur notre site www.energetique.com*

(**)Le paragraphe « *Pilote de Lacq* » et le schéma « *différents types de stockage* » proviennent du site www.total.com

(***)The geographical sequestration of CO₂ - Arlie J.P & His St ; Panorama 2003

.....