



FLASH N°4 - avril 2008

Le Grenelle de l'Environnement

Par Christiane Drevet (ECN 65)

Les 33 chantiers du Grenelle de l'Environnement, destinés à concrétiser ses décisions, ont été lancés le mercredi 19 décembre 2007 par Jean-Louis Borloo, ministre du MEDAD. Ils devaient tous avoir rendu début mars leurs travaux, qui seront alors intégrés dans le prochain projet de loi de programmation «Grenelle 1». Cette dernière, après passage devant le conseil économique et social et les deux Chambres du Parlement, pourrait être ainsi adoptée d'ici l'été. Une 2nde version plus technique, «Grenelle2 », devrait arriver en 1^{ère} lecture devant l'assemblée avant l'été. Avant de pouvoir en analyser le contenu, il est intéressant de faire ici un commentaire sur le processus général, puis un survol de quelques uns des 1ers rapports déjà publiés. Le MEDAD a annoncé récemment le lancement d'une lettre faisant un point régulier de l'avancement des différents chantiers.

Le processus général

Les 33 chantiers ont été pris en charge par des missions parlementaires, des groupes ad hoc, des groupes de travail et des comités de pilotage. Sans en faire ici une liste « à la Prévert », rappelons toutefois qu'ils touchent de nombreux secteurs de l'urbanisme et des bâtiments, les véhicules, les transports urbains, périurbains et multimodaux pour les marchandises, tout ce qui concerne la consommation, l'agriculture, la forêt, l'eau, les déchets, le bruit, les risques sanitaires, les collectivités territoriales, en passant par la recherche et l'éducation. Centrale-Energies, qui a choisi de focaliser son analyse sur le groupe 1 du Grenelle, « lutter contre les changements climatiques et maîtriser l'énergie » suit toutes les mesures destinées à diminuer les émissions de gaz à effet de serre, en particulier le CO₂, dans tous les processus de production et d'utilisation de l'énergie (électricité, renouvelables, stockage du CO₂, bâtiments privés et publics, transports, plans d'urbanisme et de déplacement) avec le souci constant d'accroissement de l'efficacité énergétique et de diminution des consommations. Cette analyse passe donc également par la recherche, l'éducation et le financement, indispensables à la réussite d'un tel processus.

Quelques propositions des comités connus

- celles sur les transports, avec les normes sur les émissions CO₂/km, le bonus-malus et la taxe annuelle sur les autos polluantes, l'éco-redevance sur les poids lourds, celles souhaitées concernant le retrait des annonces de projets autoroutiers, de fermetures de gares SNCF ou de compagnies aériennes *low-cost*.
- celles sur la rénovation thermique des bâtiments existants (proposition de l'ANAH), avec 44 mesures pour le logement et le tertiaire, avec contrainte à partir de 2012 (éco-prêt de longue

durée à taux zéro et crédits d'impôt pour le logement, taxation des consommations tertiaires au kW/an et m²,....), avec création d'un **observatoire sur la performance énergétique des bâtiments**.

- celles sur l'éducation au « développement durable ». Le comité, dirigé par Jacques Bregeon, directeur du CHEED, a réuni de nombreux participants issus des 5 collèges du Grenelle. Le champ d'action proposé concerne tous les enseignements, du primaire au supérieur, mais aussi des publics non scolaires. Le rapport met également l'accent sur l'effort de formation des enseignants eux-même. Enfin, il recommande la mise en place d'un financement pérenne, au travers d'une fondation nationale FNEDD, permettant à de grandes entreprise d'apporter leur soutien, mais aussi la création d'un **comité de suivi, traitant en priorité les aspects budgétaires et l'analyse des ressources**.

On peut regretter :

- que le saupoudrage de certains comités, à travers des analyses trop détaillées et disjointes, pouvant cacher la réalité d'ensemble, ne puisse engager que des réparations de fortune, aux conséquences pratiques parfois isolées
- l'absence de traduction budgétaire claire des mesures proposées, comme l'a souligné le sénat à propos du projet de loi de finances 2008.

Espérons maintenant que le processus engagé puisse commencer à transformer ces réflexions en décisions concrètes.

Chiffres-Clés

par **Christiane DREVET (ECN 65)** et **Georges LIENS (ECP 76)**

Pour ce quatrième flash, nous consacrons notre rubrique récurrente sur le paysage énergétique français et mondial, aux émissions de GES (gaz à effet de serre).

Rappel du pouvoir de réchauffement des différents GES et notion de CO₂ eq (à 100 ans) :

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC*	PFC*	SF ₆ *
Concentration atmosphérique 2005	379 ppm	1 774 ppb	319 ppb	60,6 ppt	76,9 ppt	5,6 ppt
Durée de séjour dans l'atmosphère	entre 2 ans et des milliers d'années	12 ans	114 ans	entre 1 et 260 ans	environ 10 000 ans	3 200 ans
PRG (cumulé sur 100 ans)	1	25	298	124 à 14 800 selon le gaz considéré	7 300 à 12 200 selon le gaz considéré	22 800

Source : GIEC, 4^e rapport du 1^{er} groupe de travail, 2007.

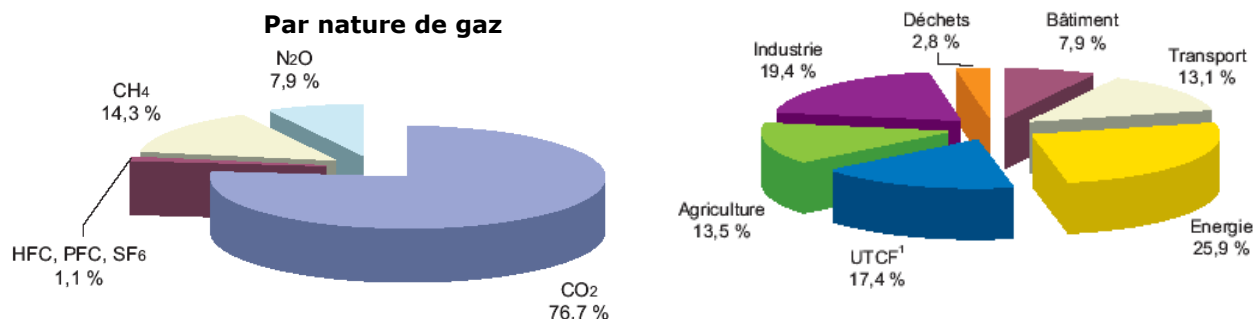
* Les gaz synthétiques fluorés présentés sont ceux référencés par le protocole de Kyoto. HFC = hydrofluorocarbures, PFC = perfluorocarbures. ppm = partie par million, ppb = partie par milliard, ppt = partie par trillion

Le **Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)** d'un gaz est le rapport entre l'énergie renvoyée vers le sol en 100 ans par 1 kg de ce gaz et celle que renverrait 1 kg de CO₂. Le PRG dépend des concentrations et des durées de vie des gaz. Par exemple, **1 kg de CH₄** et **25 kg de CO₂**, émis au même moment, auront autant réchauffé l'atmosphère au bout d'un siècle.

Les pouvoirs d'émissions sont (tCO₂/tep) : 4 pour le charbon, 3,1 pour le pétrole et 2,3 pour le gaz

Emissions mondiales de GES en CO₂ eq, en 2004 : Elles ont été de 49 Gt en 2004. Le CO₂ en a représenté les 3/4, (avec déforestation et ses conséquences)

par secteur



Emissions des GES en CO₂ eq, en France, en 2005 et évolutions par rapport à 1990 : elles ont été de 0,56 Gt en 2005. Le CO₂ en a représenté également les 3/4

en millions de tonnes équivalent CO ₂	Total hors UTCF	Total net
CO ₂	417	351
CH ₄	57	57
N ₂ O	71	73
HFC - PFC - SF ₆	14,3	14,3
total	558	495
Evolution 90/2005	-1,6%	-7,1%

Les émissions de GES en France sont dues : à **l'agriculture et la sylviculture pour 19%** à **l'industrie et à l'énergie pour 33%** aux **transports et au bâtiment pour 45%**. Ces dernières seules sources ont fortement cru depuis 1990 (+22%) et continuent de le faire (source : MIES).

La contrainte Européenne du facteur 4 en 2050 imposera une décroissance globale de 2 à 3% par an des émissions de GES (économies d'énergie, efficacité énergétique, processus moins émissifs), ce qui est un engagement fort de l'Europe, dès 2009, pour les négociations internationales concernant l'après-Kyoto de 2013.

Sources : DGEMP, GIEC et AIE

UTCF : Utilisation des Terres, leurs Changements et la Forêt

La capture et la séquestration du CO₂

Par Frederick Lockwood (ECP 01)

La capture et la séquestration du CO₂ (dioxyde de carbone) est un sujet dont on entend de plus en plus parler. Pourtant, il reste relativement peu connu du grand public. De quoi s'agit-il et pourquoi serait-il nécessaire ?

L'incontournable énergie fossile

Aujourd'hui, environ 80% de notre énergie primaire provient des sources fossiles. Pourtant, les énergies renouvelables telles que l'éolienne et le solaire font de plus en plus parler d'elles. Cela signifie-t-il que l'ère des énergies fossiles sera bientôt terminée ? Selon l'Agence Internationale de l'Énergie la réponse est non. Son *World Energy Outlook 2007* prévoit en effet que la dominance des énergies fossiles se poursuivra pendant les décennies à venir. La capture et la séquestration du CO₂ apparaissent comme une façon de réduire les émissions de CO₂ dans ce contexte énergétique.

Le principe

Qu'est-ce que la capture et la séquestration du CO₂? Réduit au plus simple, il s'agit de séparer le CO₂ d'un flux de gaz sortant d'une installation industrielle (centrale électrique, cimenterie, haut fourneau, etc) et de le transporter ensuite vers une formation géologique où il est injecté pour stockage définitif. Attardons-nous sur chacune de ces étapes.

La capture

Il existe trois « familles » de procédés de capture de CO₂ : la post combustion, la pré-combustion et l'oxycombustion.

Dans la post-combustion, une unité de séparation de CO₂ est placée sur l'effluent gazeux d'une installation industrielle sans qu'elle soit modifiée. L'unité de séparation consiste en général en un lavage par un solvant chimique. Le CO₂ réagit chimiquement avec la solution et par conséquence est séparé des autres espèces, principalement le N₂ (azote), qui provient de l'air utilisé pour la combustion. Puis, une opération de chauffage permet de régénérer le solvant et de libérer le CO₂.

La première étape d'un procédé de pré-combustion est la gazéification du charbon pour produire un mélange de CO et de H₂ (hydrogène) sous pression. Puis, le CO est transformé en CO₂ par réaction avec de l'eau. Ce mélange est ensuite séparé en CO₂ et H₂ par un solvant physique dans lequel le CO₂ se dissout de manière préférentielle. Le H₂ est brûlé dans une turbine pour produire de l'électricité.

La troisième famille est l'oxy-combustion. Le combustible y est brûlé à l'oxygène pur. Les fumées produites sont riches en CO₂ car il n'y a pas d'effet de dilution par le N₂. L'étape de séparation de CO₂ est ainsi largement simplifiée et moins coûteuse.

Le transport

Il est envisagé de transporter le CO₂ vers son lieu de stockage soit par bateau, soit par *pipe*. Les deux méthodes s'emploient d'ores et déjà dans l'industrie. Il existe déjà un réseau important de pipes aux Etats-Unis (~2500 km) pour acheminer du CO₂ (~50 Mt/an) vers les puits où il est utilisé pour extraire davantage de pétrole. Les bateaux sont utilisés pour transporter le CO₂, dit « marchand » qu'on trouve par exemple dans une bouteille de Perrier.

Le déploiement massif de la capture et de la séquestration du CO₂ nécessiterait une infrastructure importante pour le transport qui ne serait pas sans défis. Cependant, les technologies nécessaires sont déjà bien connues.

La séquestration

Pourquoi le CO₂ pourrait-il être stocké définitivement sous terre dans des formations géologiques? D'abord, il convient de savoir qu'il existe déjà des gisements de CO₂ naturels où le CO₂ reste piégé depuis des millions d'années. Deuxièmement, avant leur exploitation, les hydrocarbures ont pu être retenus pendant des millions d'années par les formations géologiques. La Terre a ainsi déjà démontré qu'elle est capable de piéger des gaz et des liquides pendant des périodes très longues. Le défi concernant le stockage est de comprendre suffisamment bien le comportement du CO₂ dans le sous-sol pour repérer les endroits où il restera piégé par une roche de couverture très étanche.

Trois types de stockage sont actuellement à l'étude. Le stockage dans les champs de pétrole/gaz épuisés (avec éventuellement une récupération assistée par le CO₂ injecté), dans les aquifères salins et dans les veines de charbon profondes. Des trois, le premier est de loin le plus connu. En effet, on injecte déjà le CO₂ dans les puits de pétrole pour améliorer le taux de récupération. Les deux autres sont à l'étude et ont fait l'objet de pilotes.

En termes de capacité, on estime à au moins ~2000 Gt le potentiel de stockage au monde et certaines estimations sont beaucoup plus élevées. En comparant ce chiffre avec les émissions mondiales de CO₂ actuelles, de l'ordre de 27Gt, on voit que la capacité ne devrait pas poser de problème. De plus, les sites de stockage sont souvent près des grands émetteurs. .../...

Les projets dans le monde

Des efforts importants de recherche sont actuellement menés pour comprendre le comportement du CO₂ dans le sous-sol et développer des procédés de capture efficaces et fiables. En particulier, il existe aujourd'hui trois grands projets pilotes dans le monde (et d'autres à moins grande échelle) : Sleipner en mer du nord (Norvège), Weyburn (Canada) et In Salah (Algérie). Dans chacun environ 1 Mt de CO₂ est injecté par an. A Sleipner, il s'agit d'un aquifère salin, à Weyburn d'un champ de pétrole et à In Salah d'un champ de gaz. En France, un pilote de démonstration est prévu à Lacq dans le Sud-Ouest. Il s'agit d'un procédé d'oxy-combustion (30 MW) avec stockage de CO₂ dans un champ de gaz épuisé. Le projet est mené par TOTAL, avec Air Liquide en tant que partenaire.

Perspectives

La capture et la séquestration du CO₂ se présentent comme une façon prometteuse de

réduire les émissions de CO₂ dans le monde, malgré le rôle important que les énergies fossiles vont continuer de jouer dans les décennies à venir. Concernant la partie capture, en passant par des unités pilotes, il reste à démontrer la faisabilité de la technologie à l'échelle industrielle et à réduire son coût. Pour la séquestration, il faudra s'assurer du comportement du CO₂ dans le sous-sol à travers les nombreux tests en cours et à venir. Avec des moyens de plus en plus importants mis en œuvre à ses fins, nous pouvons espérer que la filière finira par contribuer de manière significative à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

n.d.l.r.: La commercialisation d'un tel processus devrait vraisemblablement être possible aux alentours de 2020, alors que la part des émissions mondiales de CO₂ dues au charbon, sont déjà, dès aujourd'hui, en nette progression.

Dates à retenir

Par Christiane DREVET (ECN 65)

- | | |
|-----------------|--|
| 10 avril 08 | Les entreprises du secteur énergétique du 21^{ème} siècle - quelles seront-elles, suite à l'ouverture des marchés de l'énergie dont les effets sont pour l'instant peu significatifs, dans un contexte où le réchauffement climatique est une préoccupation majeure ? |
| 22 mai 08 | L'hydrogène-Energie, défis actuels et futurs , quels sont les enjeux des développements de l'hydrogène-énergie – états d'avancement des travaux de R et D – stratégies pour faire avancer la filière à court terme |
| 19 juin 08 | Transports durables , à préciser |
| 25 septembre 08 | Climat et Pôles , à préciser |

Le lieu et le mode d'inscription seront précisés sur l'invitation, insérée sur le site www.centrale-energie.fr, un mois avant chacune des conférences.

Au sommaire du prochain numéro (juin 2008)

Editorial : le prix du pétrole - chiffres-clés : bilan de l'énergie en France – le *World Energy Outlook* 2007 de l'AIE - Dates à retenir