

LA SEQUESTRATION DU CO2 : UN EFFET D'EVICITION DES ENERGIES RENOUVELABLES ?

1 - Les enjeux du réchauffement climatique par l'équation du Facteur 4

L'équation du facteur 4 peut être décrite ainsi. Limitons nous au CO2 et retenons des hypothèses simplifiées. Dans l'objectif d'une stabilisation de la concentration atmosphérique en CO2 à 450 ppm, la croissance de la température s'établirait dans une fourchette comprise entre 1,5°C et 3,9°C (MINEFI, 2006). La probabilité d'un réchauffement climatique se maintenant en dessous de 2°C est inférieure à 50%.

Actuellement, la concentration atmosphérique en CO2 s'élève à 382 ppm. Avec une croissance proche de 2 ppm par an, l'objectif de 450 ppm apparaît donc comme une hypothèse basse. Pour arriver à stabiliser la concentration en CO2 à 450 ppm, il faut pouvoir limiter les émissions annuelles en 2050 à 4 Giga tonnes de carbone. En supposant une répartition des émissions au prorata du nombre d'habitants, et pour une population de 6,5 milliards, cela correspondrait à une émission annuelle de 0,6 tonne de carbone par habitant. La France, avec 61 millions d'habitants, devra limiter ses émissions à 38 Mt de carbone, soit **4 fois moins** que les émissions actuelles qui s'élèvent à 140 Mt.

L'évaluation de l'ampleur des dégâts (cf. le rapport Stern¹) incite à mobiliser tous les moyens pour limiter la concentration des émissions de CO2 dans l'atmosphère.

2 - Les sentiers du Facteur 4

Les politiques environnementales visant à contenir la concentration de la teneur atmosphérique en Gaz à Effet de Serre (GES) peuvent être classées en deux catégories. Il y a d'une part, les mesures qui ont pour objet de réduire en quantité les émissions de ces gaz, et, d'autre part, les actions qui cherchent à limiter le pouvoir de nuisance de ces derniers, parmi lesquelles figure la séquestration.

2.1 – La réduction des émissions de GES

Les mesures incitatives de réduction des émissions de GES adoptées dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique agissent aussi bien sur l'offre que sur la demande d'énergie.

a. Actions sur l'offre d'énergie

L'ensemble de ces politiques affecte l'offre énergétique qu'il faudra désormais concevoir sous la forme d'un mix-énergétique (on parle également de bouquet énergétique). Dans ce cadre, certains des progrès techniques sont déjà identifiés : des moteurs hybrides rechargeables au stockage

¹ Il existe par ailleurs une très grande littérature sur les évaluations des coûts des dommages du réchauffement du climat. A titre d'illustration, Jorgenson *et al.* (2004) évalue à partir d'un modèle d'équilibre général, les coûts d'un réchauffement climatique de 3°C à la perte de 1.2% du PIB aux Etats-Unis, dans un scénario pessimiste, et à 1% dans un scénario optimiste. Les coûts proviennent en majeure partie de la hausse des prix des produits agricoles. Ces évaluations ne tiennent pas compte des autres impacts tel que l'accroissement de la probabilité d'occurrence de cyclone, ainsi que de leur l'intensité, phénomènes qui peuvent multiplier par deux les coûts des dommages. A titre d'illustration, Katrina a coûté 125 Milliards de \$, ce qui est équivalent 1.2% du PIB des Etats-Unis. Nordhaus (2006) et l'association des assureurs Britanniques (2005) tentent d'évaluer les dégâts d'un accroissement de 6% de la force des vents d'un cyclone correspondant à un réchauffement global d'environ 3°C.

d'hydrogène en passant par le photovoltaïque et la fusion nucléaire. Ces nouvelles technologies vont assurément contribuer au développement d'une nouvelle offre énergétique. Néanmoins, il est encore difficile de mesurer l'impact de ces progrès sur la réduction des émissions de GES, compte tenu des incertitudes liées au rythme de leur développement et à leur transfert sur le marché.

b. Actions sur la demande d'énergie

Les politiques environnementales qui portent sur la demande d'énergie ont pour objet de la modérer. Toutefois, la modification des comportements des consommateurs reste assujettie à l'élasticité-prix de la demande. Les évaluations obtenues à partir des séries longues montrent que si l'effet-prix existe, il demeure faible et les marges de manœuvre sont limitées. En revanche, les gisements d'efficacité énergétique sont importants dans le secteur de l'électroménager et de l'habitat. C'est d'ailleurs l'objet des **Certificats d'Economie d'Energie -CEE-** qui imposent aux grands fournisseurs d'énergie de réaliser, seuls ou avec leurs clients, une économie d'énergie finale de 54 TWh entre 2006 et 2009. Les collectivités locales, qui portent l'action publique à l'échelle des territoires, sont les premiers acteurs de cette politique de maîtrise de la demande énergétique.

Ces politiques de diversification de l'offre énergétique et de modération de la demande auront pour conséquence de repousser les pics pétroliers et gaziers d'autant plus loin que, celles-ci s'avèreront efficaces.

2.2 - La séquestration des émissions

Parmi les stratégies de traitement des émissions², les possibilités de capturer tout ou partie des GES, de les transporter et de les séquestrer, mobilisent fortement la recherche, tant technique³ que économique. L'objectif étant de faire passer le coût actuel du Captage et du Stockage du Carbone (CSC) de 60 € la tonne de CO₂ aux environs de 20 €. Il n'est en effet, pas possible d'envisager un développement à grande échelle de cette technologie à un prix qui ne soit pas proche du prix de la tonne de CO₂ sur le marché.

Mais **la séquestration du Carbone pourrait retarder le développement des énergies renouvelables !** Le CSC est traité dans les recherches en économie en suivant deux axes. Le premier axe aborde la question d'un point de vue sectoriel, ou "*méso-économique*", en ayant recours aux modèles d'équilibre général calculable, modèles empiriques et complexes, qui tentent d'évaluer à l'échelle d'une économie nationale ou régionale l'ensemble des effets de l'introduction du CSC. Ces modèles ont pour objet de donner une évaluation du coût des différentes politiques environnementales, à l'aune de la perte de croissance du PIB.

² Le captage et le stockage du carbone est actuellement la technologie la plus avancée mais d'autres projets de recherche européens tentent de développer des méthodes de transformation du dioxyde de carbone en combustible utile.

³ Voir à ce propos le projet européen *Castor (CO₂ from CAPture to STORage)*, piloté par l'IFP (Cf. [le site de l'IFP](#)) qui associe 30 partenaires représentant 11 pays, et vise à mettre au point les technologies permettant de capturer et de stocker 10 % des émissions européennes de CO₂, issues principalement des centrales thermiques. Plusieurs expérimentations à grande échelle sont prévues en vue de valider de nouvelles technologies de capture du CO₂ sur les fumées, susceptibles de réduire les coûts. Des études de risques et d'impact environnementaux de futurs stockages européens sont aussi conduites dans le cadre de ce projet.

Le second axe aborde la question sous l'angle micro-économique. A partir de modèles simplifiés et stylisés, il est question de mettre en évidence les dilemmes et les arbitrages à réaliser entre plusieurs options de politiques climatiques.

Dans ces deux axes de recherche, **le stockage du Carbone, qu'il soit biologique, océanique ou géologique, est un SUBSTITUT aux scénarios de réduction des émissions de GES** (Gitz V. et alii. 2006, Lafforgues G., et alii 2007), **parmi lesquelles le développement des ressources renouvelables.**

Ainsi, en substituant à des mesures coûteuses de réduction des émissions de GES, des scénarios de capture et stockage du Carbone, Gitz V. et alii. 2006, montrent que le coût total de la politique climatique des scénarios A1 et A2⁴ de l'IPCC pourrait être réduit de 35%, relâchant ainsi la contrainte sur le secteur des énergies carbonées.

Le développement des stratégies de séquestration a donc des conséquences directes sur le développement des ressources renouvelables. Séquestration et ressources renouvelables apparaissent alors comme des stratégies substituables pour parvenir au même objectif, un plafond de concentration des émissions de GES dans l'atmosphère à ne pas dépasser.

Le modèle de Lafforgues G. et alii (2007) met en exergue ces deux options. Dans le cas d'un réchauffement accéléré du climat, imposant des limites très fortes à la consommation des énergies fossiles, et par voie de conséquence un coût très élevé en termes de croissance économique, la société disposerait de deux options pour relâcher la contrainte sur la consommation des énergies carbonées. L'une consisterait à substituer les ressources renouvelables non polluantes aux ressources non renouvelables polluantes, l'autre consisterait à séquestrer les émissions de GES. Chacune de ces stratégies a un coût marginal direct, monétaire, mais chacune a également un coût d'opportunité. L'une des séquences dans les stratégies d'exploitation d'une ressource fossile et d'une ressource renouvelable, mise en exergue par les auteurs, montre que **la ressource fossile, accompagnée du stockage du CO₂, est exploitée jusqu'à son extinction**, i.e. avant d'avoir recours aux énergies renouvelables. Les deux ressources, renouvelables et non renouvelables, sont exploitées de façon séquentielle, et non pas de façon simultanée.

3 - Conclusion

Alors qu'intuitivement l'on pourrait penser que toutes les stratégies doivent être mises en œuvre pour parvenir le plus rapidement possible à la stabilisation de la concentration des GES dans l'atmosphère, **cette note met l'accent sur les risques d'un effet d'éviction économique** d'une stratégie sur l'autre.

Le recours exclusif aux premières solutions conduit à repousser les pics gazier et pétrolier de sorte que l'on ne pourra compter sur l'épuisement des ressources fossiles pour parvenir à l'objectif du

⁴ Dans son dernier rapport, le GIEC examine la possibilité du recours au Piégeage et stockage du dioxyde de carbone comme moyen de maintenir temporairement une économie essentiellement basée sur les énergies fossiles, réduisant ainsi les efforts nécessaires au développement commercial des énergies alternatives non carbonées (IPCC, 2005).

Facteur 4 en 2050 ; tandis que le développement des technologies pour le traitement des rejets pourrait libérer la contrainte sur le flux de consommation des énergies fossiles. Le développement de chacune de ces stratégies dépendra de la relativité de leurs coûts d'opportunité.

La problématique est d'autant plus stratégique pour les entreprises énergétiques, que celles-ci programment des investissements dans les énergies renouvelables et dans le stockage du CO2.

- **Existe-t-il alors un espace pour le développement simultané de ces deux instruments de lutte contre le réchauffement climatique ?**
- **Faut-il programmer les investissements dans le stockage et dans les énergies renouvelables de façon simultanée ou séquentielle ?**
- **Quel est l'impact de la séquestration sur le prix de la tonne de CO2 sur le marché ?**

Tels sont les questions que soulève la séquestration du CO2 !

Fady HAMADÉ

Bibliographie

Gitz V., Ambrosi P., Magné B., Ciais P., 2005, *"Is There an Optimal Timing for Sequestration to Stabilize Future Climate?"* American Geophysical Union, Geophysical Monograph, Washington, DC

IPCC, 2005, *(Intergovernmental Panel on Climate Change) Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage*, Cambridge University Press

Jorgenson, D.W., R.J. Goettle, J.B. Smith, B.H. Hurd, 2004, *"US market consequences of global climate change"*, Washington, DC, Pew Center on Global Climate Change.

Lafforgue G., Magné B., Moreaux M., 2007, DT, *"Energy substitutions, climate change and carbon sinks"*.

MINEFI, 2006, Facteur 4, Rapport du groupe de travail *"Division par quatre des émissions de GES de la France à l'Horizon 2050"*.

Nordhaus, W.D. (2006), *"The economics of hurricanes in the United States"*, CO2 Annual Meetings of the American Economic Association