

# Consommer moins d'énergie fossile et réduire les émissions de gaz à effet de serre : quel équilibre ?

*La Rédaction*<sup>1</sup>.

La stratégie française en matière de consommation d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) non seulement correspond à une volonté nationale, mais prend également sa place dans une stratégie européenne partagée et dans une perspective mondiale. Les stratégies française et européenne s'appuient sur les conclusions du GIEC et la perspective d'une limitation de l'augmentation de température à 2° pour la fin du siècle.

Afin de faire face conjointement à la réduction des ressources en énergies fossiles et au réchauffement climatique, les stratégies mises en place visent à agir parallèlement sur la part respective des différentes sources d'énergie dans le bouquet énergétique, sur l'efficacité énergétique de l'utilisation de chacune des sources et sur le captage-stockage du CO<sub>2</sub>. La question qui peut être posée est la part respective que l'on donne à ces trois composantes.

## Perspectives énergétiques globales

Les émissions mondiales actuelles représentent de l'ordre de 30 milliards de t de CO<sub>2</sub><sup>2</sup>, dont 5 à 6 milliards pour la Chine. L'objectif du GIEC de ne pas dépasser 2° d'augmentation de température à la fin du siècle impose de diviser par deux le niveau mondial des émissions à l'horizon 2050. Le déséquilibre existant entre pays développés et pays en développement au regard des émissions par tête (dont Chine et Inde) conduit à doubler le niveau de réduction des émissions des pays développés, c'est-à-dire à adopter un facteur 4 de réduction et non plus un facteur 2. Ce facteur 4 est d'ailleurs celui retenu dans le Grenelle de l'Environnement, dont le Grenelle II, récemment adopté, précise la façon dont on va procéder sans rentrer dans le détail de l'architecture technique.

Selon les chiffres du scénario *Blue Map* de l'AIE<sup>3</sup>,

22. Chapitre 6.6.1. *The Last 2,000 Years. Northern Hemisphere Temperature Variability.*

1. Remerciements à François Moisan, Directeur exécutif de la Stratégie, de la Recherche et de l'International, Ademe, pour son aide dans l'élaboration de ce texte.

2. Dans cet article, lorsqu'on parle de CO<sub>2</sub>, il s'agit de tonnes équivalent CO<sub>2</sub>, englobant 6 gaz à effet de serre majeurs.

3. Agence Internationale de l'Énergie.

les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> étaient de 28 milliards de tonnes en 2005, un chiffre qu'il faut faire passer à 14 milliards à l'horizon 2050 sur la base du facteur 2 de réduction. À l'inverse, si on ne fait rien, on passerait à 60 milliards de tonnes d'émissions au cours de cette même période. Pour atteindre ce niveau de réduction, l'AIE propose la répartition suivante :

- efficacité énergétique (réduction de la consommation d'énergie dans les transports, le bâtiment, les centrales électriques, etc.) : 38% ;
- énergies renouvelables (ENR) : 17% ;
- nucléaire : 6%<sup>4</sup> ;
- captage - stockage (CCS) de CO<sub>2</sub> : 19% ;
- autres : 20%.

Ces chiffres, dont il n'existe pas d'équivalent pour la France seule, montrent que l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables représentent plus de 50% de l'effort à réaliser, mais que le CCS vient juste après, légèrement au-dessus des énergies renouvelables. Même si ces chiffres ne représentent que des hypothèses, ils reflètent un diagnostic d'évaluation globale sur la base des connaissances actuelles et des projections qu'on peut en tirer.

Pour l'Ademe, l'efficacité énergétique est clairement la réponse n°1 car les perspectives de ressources en combustibles fossiles sont de mieux en mieux connues, notamment en matière d'hydrocarbures, et que les voies d'amélioration de cette efficacité sont connues, sans présumer de leur mise en place effective et du financement au niveau requis. Les ENR interviennent dans trois champs : chaleur, électricité et carburants. Pour la chaleur, la biomasse, dont la France dispose de ressources importantes, devrait prendre une place significative, mais qui se retrouve en partie en concurrence avec les carburants de 2<sup>ème</sup> génération. Sur la base des connaissances actuelles, on estime que la contribution des biocarburants ne dépassera pas un quart des besoins en carburants. Il faudra en outre maîtriser la technologie de fabrication des carburants de 2<sup>ème</sup> génération, ce qui n'est pas encore acquis.

Pour l'électricité d'origine hydraulique, on peut d'abord souligner que s'il existe des perspectives mondiales pour quelques grands équipements, en ce qui concerne la France, les investissements ne concernent guère que la microhydraulique, donc des capacités marginales. Dans le domaine de l'éolien et du photovoltaïque, la baisse des coûts enregistrée au fil des années permet d'espérer que l'on se rapproche à terme de coûts non subventionnés. Dans ce panorama, il ne faut pas oublier la géothermie, depuis les pompes à chaleur individuelles jusqu'aux grandes installations collectives. Le domaine

des énergies marines fait aussi partie des perspectives.

Pour l'éolien et, d'une façon générale, pour la plupart des investissements énergétiques, quelle que soit leur taille, le facteur d'acceptabilité sociétale a pris une importance croissante, on peut même dire prépondérante, en référence notamment à une prise de conscience de plus en plus aigüe de la fragilité de l'environnement. Pour le photovoltaïque, les choix d'usage ne se décident pas uniquement en fonction du coût en euros par kWh, mais de son intégration de plus en plus fréquente dans les constructions nouvelles. Ainsi, à partir de 2012, on passera à une réglementation thermique de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an maximum, chiffre qui se réduira à 0 kWh/m<sup>2</sup>/an en 2020. Dans les scénarios français à l'horizon 2020, on prévoit de passer à 23% d'ENR (20% pour l'Europe), l'éolien intervenant pour 35 GW et le photovoltaïque pour 5 ou 6 GW.

### Capture - stockage de CO<sub>2</sub> (CCS)

Nous retenons en première analyse la perspective de 19% proposée par l'AIE (voir ci-dessus), qui montre très clairement l'ordre de grandeur de la contribution CCS. Il faut dire qu'aujourd'hui, en dehors de la récupération assistée de pétrole (EOR), il n'y a pas d'installations industrielles de CCS en tant que telles. Nous sommes donc très clairement dans une phase de R&D, pas encore de déploiement industriel.

Comme nous le verrons dans ce numéro, les recherches se poursuivent aussi bien en matière de captage que de stockage de CO<sub>2</sub> avec en perspective 3 catégories de problèmes à résoudre : la réduction des coûts des différentes voies de captage (pré, oxy et postcombustion), la recherche de sites de stockage adéquats et la pérennité à long terme de ces sites, sans oublier bien sûr l'acceptabilité sociale des installations correspondantes.

Cette situation conduit aussi bien l'Ademe que l'Europe à soutenir des pilotes de démonstration préindustriels pour permettre la transition avec le stade industriel. On parle de 10-12 pilotes préindustriels pour l'Europe et, dans un premier temps, l'ADEME soutient 4 pilotes de démonstration en France, sur son Fonds démonstrateur de recherche :

- Pil-Ansu : captage du CO<sub>2</sub> par antisublimation (givrage/dégivrage des gaz) sur les fumées d'une centrale à charbon (Alstom, EDF, GDF Suez, Armines) ;
- France Nord : stockage en aquifère salin (Total, GDF Suez...)
- ULCOS (Ultra-low CO<sub>2</sub> Steelmaking) : essai de CCS sur l'usine sidérurgique Arcelor-Mittal à Florange ;
- C2A2 : captage par postcombustion dans la centrale

4. Pour le nucléaire, l'ampleur des investissements de construction et de sûreté ainsi que les délais conduisent à ce niveau de contribution de 6% seulement.

thermique EDF du Havre (EDF, Alstom, participation de Veolia Environnement).

Rappelons ici que le pilote de Total à Lacq est financé uniquement par la société, sans intervention de l'Ademe.

Pour revenir à la comparaison entre options stratégiques, l'ADEME soutient un plus grand nombre de projets dans le domaine de l'efficacité énergétique et des ENR que dans le champ des CCS : véhicules routiers à faible émission, biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération, énergies renouvelables marines, réseaux et systèmes électriques intelligents intégrant les ENR. Ces thèmes servent de cadre aux appels à manifestation d'intérêt (AMI) lancés par l'Ademe en 2008 et en 2009.

Dans le domaine des CCS, une composante majeure est le prix du carbone car, au-delà de la R&D, la filière capture - stockage de CO<sub>2</sub> ne pourra exister industriellement que si elle s'avère viable économiquement. Or, les prix du CO<sub>2</sub> se situent actuellement au-dessous de 15 euros la tonne face à un coût de filière de 80-100 euros la tonne. Réduction des coûts et création d'un marché du CO<sub>2</sub> sont donc des objectifs essentiels. D'ici 2020 d'ailleurs, l'Ademe ne prévoit pas de développement économique industriel de la filière, mais

beaucoup plus la mise en place de démonstrateurs.

## Conclusion

L'efficacité énergétique, les énergies renouvelables sont déjà des options industriellement lancées, même si certaines en sont encore au stade de la seule R&D et des prototypes (biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération, énergie des mers...). Dans le bâtiment, c'est une question de renouvellement du parc, dans le transport, de compétitivité des options mixtes dans lesquelles les hydrocarbures ne sont qu'une composante. Tous ces développements relèvent à la fois de la technologie et de la compétitivité.

Dans le domaine de la capture – stockage de CO<sub>2</sub>, nous n'en sommes qu'au stade de la R&D et des pilotes. Le passage à l'industrie implique que de nombreux problèmes soient résolus : techniques, financiers (coût des filières, marché du CO<sub>2</sub>) et sociétaux (acceptabilité sociétale). Il reste donc du chemin à parcourir et les ordres de grandeur de l'AIE donnés plus haut évolueront certainement en fonction de ces différents paramètres. Il n'en reste pas moins que la contribution de la capture-stockage de CO<sub>2</sub> devrait rester significative et non marginale dans ce panorama.