Markey manque des vertus d'efficacité du système classique de plafonnement et d'échange. Il est possible que certains de ses partisans se moquent de son peu d'efficacité à diminuer les émissions américaines et à réduire le réchauffement global tant qu'il assure à l'avenir une importante source de recettes au gouvernement. Si la loi de plafonnement et d'échange est adoptée, elle devrait l'être pour une période relativement limitée de cinq à dix ans plutôt que l'horizon de quarante ans et plus figurant dans le projet de loi Waxman-Markey. Il faut voir comment marchera le système en pratique. En particulier, on ne sait pas clairement comment fonctionneront dans tous les pays participants le contrôle du CO_2 et la conformité aux normes.

Dans ce domaine, la connaissance scientifique évolue rapidement, il faut donc que nous fassions preuve de souplesse dans notre approche du réchauffement global. Une approche importante, que des scientifiques sont en train d'explorer, la géo-ingénierie, n'est même pas reconnue, ni dans la loi Waxman-Markey ni dans la proposition originelle de l'administration. (La géo-ingénierie emploie diverses technologies pour compenser les effets de réchauffement du niveau de CO_2 dans l'atmosphère.) Si l'une au moins de ses méthodes réussit, il sera possible d'avoir des niveaux plus élevés d'émissions de CO_2 sans effets négatifs sur l'environnement. Or des niveaux supérieurs de CO_2 permettront une plus grande activité économique et un niveau de vie plus élevé. Les gouvernements du monde entier devraient consacrer plus de fonds à l'étude d'idées prometteuses.

S'il doit y avoir un plan de plafonnement et d'échange pour réduire les émissions de CO_2, mieux vaudrait éviter de créer des revenus importants par la mise aux enchères des permis et l'octroi arbitraire par le Congrès de permis gratuits à des industries et des entreprises privilégiées. Il faudrait au contraire distribuer directement à tous les ménages des permis électroniques négociables. Cette distribution pourrait refléter la dépense moyenne en biens à forte intensité de CO_2 au sein de groupes de revenus et d'aires géographiques différents. Les individus pourraient alors vendre leurs permis grâce à des échanges organisés sous forme d'enchères. Le paiement reçu compenserait la plupart des effets négatifs sur leur mode de vie dus aux prix plus élevés qu'ils auraient à payer pour des biens et des services à forte intensité de CO_2. Ce système de distribution de permis à des individus réduirait le CO_2 en ayant tous les avantages, en termes d'efficacité, d'un système strict de plafonnement et d'échange, sans pour autant augmenter les impôts et accroître le rôle du gouvernement.

Les énergies renouvelables Mythes et réalités

MICHEL DIDIER ET GILLES KOLÉDA

Avantages et coûts

L'AVANTAGE des énergies renouvelables est qu'elles permettent de produire de l'électricité sans émission de CO_2 (4). Selon nos calculs, la production d'électricité d'origine éolienne et photovoltaïque au niveau préconisé par le Grenelle de l'environnement permettrait d'éviter le rejet d'environ 5,5 millions de tonnes de CO_2 par an en 2020 (soit un peu plus de 15 % des émissions émises actuellement par le secteur de la production d'électricité). La « valeur sociale » de ces émissions évitées peut être calculée à partir de la valeur tutélaire du carbone retenue pour les choix d'investissements

(4) N.d.l.r. : Extrait du rapport de Coe-Rexecode, accompagnant la publication du document de travail de Michel Didier et Gilles Koléda, « Évaluation socio-économique du programme d'électricité éolienne et photovoltaïque », accessible sur le site : www.coe-rexecode.fr, octobre 2009.

publics (30 euros par tonne de CO_2 actuellement, 100 euros en 2030). Elle atteindrait un peu plus de 4 milliards d'euros sur l'ensemble de la période future (valeur actualisée). Mais, face à cet avantage environnemental, il faut envisager des coûts.

Les coûts de production de l'électricité éolienne et surtout photovoltaïque sont aujourd'hui sensiblement supérieurs au prix de marché de l'électricité (c'est-à-dire au coût de production moyen de l'électricité par le « mix énergétique » actuel).

Le développement de la production électrique à partir de ces deux énergies renouvelables n'aurait aucune chance de se réaliser sans une aide substantielle versée aux producteurs. Pour inciter ceux-ci à créer des capacités nouvelles à base d'énergies renouvelables, la loi a mis en place un mécanisme particulier imposant aux fournisseurs historiques d'acheter aux producteurs d'électricité éolienne ou photovoltaïque la totalité de leur production pendant quinze ou vingt ans, à un tarif garanti qui couvre leurs coûts et qui est plus élevé que le prix de revient moyen de l'électricité. Le choix du renouvelable implique donc un « surcoût » qui est la différence entre d'une part le prix de revient de l'électricité d'origine renouvelable, d'autre part l'évolution future du prix de marché moyen de l'électricité qui constitue l'hypothèse de référence.

L'hypothèse de référence : une difficulté classique de toute étude « coût-avantage » est la définition de l'hypothèse de référence. Nous cherchons à mesurer l'effet du programme de développement des énergies éolienne et photovoltaïque. Mais par rapport à quoi apprécier cet effet ? Si l'on veut fournir environ 50 terawattheures de plus d'ici 2020, il faudra de toute façon augmenter notre capacité de production électrique. L'effet différentiel du programme des énergies renouvelables sera différent selon qu'on l'apprécie par rapport à une « situation de référence » dans laquelle l'accroissement de capacité viendrait par exemple plutôt du nucléaire ou plutôt de centrales thermiques. Nous pouvons éviter cet écueil en observant que, l'électricité étant désormais un bien soumis à la concurrence, il existe un prix de marché qui est censé refléter l'équilibre de l'offre et de la demande. Avec un prix du pétrole de l'ordre de 60 à 70 dollars le baril, ce qui est à peu près le cas pour l'année 2009, le prix moyen de marché de l'électricité (sur le marché de gros) est de l'ordre de 55 euros par mégawattheure (la France est aujourd'hui en dessous mais devra rattraper rapidement le prix moyen du marché). Pour l'évolution future du prix de marché de l'électricité, nous retenons un scénario de référence dans lequel le prix du pétrole atteindrait 150 dollars le baril en 2020 et l'électricité 85 euros (constants de 2008) par mégawattheure en 2020.

Les coûts du programme de développement des énergies renouvelables : selon nos calculs, le programme d'investissements à réaliser pour développer les capacités éolienne et photovoltaïque aux niveaux préconisés par le Grenelle de l'environnement s'élèverait à 36 milliards d'euros pour le développement de l'éolien entre 2007 et 2020, et à 19 milliards d'euros pour le développement des capacités photovoltaïques sur la même période (soit en tout 55 milliards d'euros), chiffres auxquels il convient d'ajouter les coûts de maintenance.

Résumé des analyses coûts-bénéfices dans les trois hypothèses d'environnement économique

	Surcoûts nets provenant des obligations d'achat			
Hypothèses	**Scénario HO** Prix du pétrole 80 $ le baril en 2020, prix de l'électricité de 55 €/MWh	**Scénario H1** Prix du pétrole 150 $ le baril en 2020, prix de l'électricité de 85 €/MWh	**Scénario H2** Prix du pétrole 250 $ le baril en 2020, prix de l'électricité de 125 €/MWh	**Avantage environnemental** (Valorisation des émissions de CO_2 évitées)
Éolien (total)	17,3	4,9	– 11,2	**3,9**
éolien terrestre	7,6	– 0,1	– 10,0	**2,8**
éolien maritime	9,7	5,0	– 1,2	**1,1**
Photovoltaïque	14,7	**10,8**	**5,7**	**0,5**

En milliards d'euros constants de 2008 cumulés et actualisés sur la période 2007-2040.

Le bilan

Nous rapprochons maintenant les avantages et les coûts des programmes éolien et photovoltaïque (dans l'hypothèse centrale d'évolution du prix du pétrole vers 150 dollars et du prix du marché de l'électricité allant vers 85 euros par mégawattheure en 2020).

Bilan prévisionnel du programme éolien : les investissements cumulés nécessaires pour installer une capacité supplémentaire permettant de réaliser l'objectif de production de 59 terawattheures d'origine éolienne en 2020 est de 36 milliards d'euros (dont 22 milliards pour l'éolien terrestre et 14 milliards pour l'éolien maritime), avec une forte pointe d'investissements en 2012. En tenant compte des coûts de maintenance (qui vont jusqu'en 2040), on peut calculer le coût de production moyen de l'électricité éolienne. Ce coût demeure aux environs de 82 euros jusqu'en 2020 (la décroissance des coûts moyens de production de l'éolien terrestre et maritime vers respectivement 63 et 103 euros étant compensée par la part croissante de l'éolien maritime). Ces chiffres sont à comparer au prix de gros moyen de l'électricité qui augmenterait jusqu'à 85 euros par terawattheure en 2020. Il en résulte au total un surcoût cumulé actualisé de 4,9 milliards d'euros, surcoût qui sera répercuté sur les consommateurs par le mécanisme des charges de service public de l'électricité (CSPE). En résumé, l'avantage (environnemental) est de 3,9 milliards d'euros, le coût économique est de 4,9 milliards d'euros. Le bilan global est donc légèrement négatif. Compte tenu des incertitudes de chiffrage, on peut le considérer comme proche de l'équilibre.

Bilan prévisionnel du programme photovoltaïque : les investissements cumulés nécessaires pour installer d'ici 2020 une capacité photovoltaïque de 5,4 terawatts (et assurer une production de 5,4 terawattheures en 2020 en partant de zéro) sont de 19 milliards d'euros. Le coût de production moyen de l'électricité photovoltaïque est de 290 euros (en moyenne sur la période 2007-2020), et encore de 260 en 2020 malgré les gains de productivité considérés. En comparant ces coûts au prix de gros de l'électricité, on parvient à un surcoût (cumulé actualisé) de 10,8 milliards d'euros. En résumé, l'avantage (environnemental) du photovoltaïque est de 0,5 milliard d'euros, le coût économique est de 10,8 milliards d'euros. Le bilan global est donc très fortement déséquilibré.

Sensibilité au prix du pétrole

Les résultats précédents sont obtenus dans le scénario économique où le prix du pétrole augmenterait à 150 dollars en 2020 et le prix de gros de l'électricité à 85 dollars. Nous examinons ce qu'ils deviendraient si le prix du pétrole était beaucoup plus haut (250 dollars en 2020) ou beaucoup plus bas (80 dollars en 2020), les prix de gros de l'électricité associés étant respectivement de 125 euros et de 55 euros par mégawattheure (constants de 2008).

Le programme éolien : pour un prix du pétrole de 250 dollars, le « surcoût » de l'éolien devient un fort avantage (11 milliards d'euros) car le prix de revient de l'éolien devient rapidement inférieur au prix du marché de l'électricité. Pour un prix du pétrole de 80 dollars, le programme éolien serait fortement déficitaire.

Le programme photovoltaïque : pour un prix du pétrole de 250 dollars, le surcoût du photovoltaïque serait de 5,7 milliards, à rapprocher d'un avantage environnemental de 0,5 milliard d'euros. Le programme resterait déséquilibré même dans cette hypothèse. Il le serait bien plus si le prix du pétrole restait limité à 80 dollars (le surcoût s'élèverait alors à 14,7 milliards d'euros).

L'impact macroéconomique et industriel

À côté des coûts d'investissement et des avantages environnementaux permis par le développement accéléré de la production d'électricité d'origine renouvelable, d'autres effets (notamment économiques) peuvent-ils être attendus ? Les conséquences du développement de l'éolien et du photovoltaïque sur le PIB et l'emploi global résultent de deux effets. Le premier effet est la dynamique créée par les investissements nécessaires au développement des capacités des deux éner-

gies renouvelables et ses conséquences en termes d'activité et d'emploi. Il est clair que les secteurs producteurs d'électricité éolienne et photovoltaïque ainsi que leurs fournisseurs devront créer des emplois. Mais il serait erroné de s'arrêter là en ignorant que le financement du programme par la CSPE fait peser un surcoût sur l'ensemble de l'économie française. Ce surcoût, et l'augmentation du prix moyen de l'électricité qui en découlera, aura un impact négatif sur le pouvoir d'achat des ménages, la compétitivité des entreprises et la croissance française. Les calculs effectués à l'aide du modèle NEMESIS donnent au total une hausse du niveau général des prix de 0,3 % et une baisse du PIB de 0,2 %, et un impact final peu significatif sur l'emploi.

Trois conclusions

Trois conclusions se dégagent de ces analyses.

La première conclusion est que le développement accéléré des énergies renouvelables imposera un surcoût pour les consommateurs et pour l'économie française.

Une deuxième conclusion, au demeurant conforme au bon sens, est que plus le prix de l'énergie augmenterait, moins le surcoût des énergies renouvelables serait élevé. Au-delà d'un prix du pétrole de l'ordre de 150 dollars le baril, ce surcoût deviendrait un bénéfice économique pour l'énergie éolienne terrestre, mais ni pour l'énergie éolienne maritime, ni pour le photovoltaïque qui impliqueront toujours des surcoûts élevés. Le bilan du programme photovoltaïque resterait négatif même avec un prix du pétrole de 250 dollars en 2020. Il faudrait que le prix du pétrole aille très au-delà pour que le bilan global du programme demeure positif. Naturellement, cela n'est pas impossible. Le programme photovoltaïque peut ainsi s'interpréter comme une prime d'assurance contre un choc pétrolier de grande ampleur. Nous n'examinons pas ici la question de savoir si c'est la prime la moins coûteuse.

Enfin, une troisième conclusion tout aussi essentielle est que, quelles que soient les hypothèses sur l'environnement économique futur, l'impact en termes d'emploi pour notre économie sera fortement lié à notre capacité à créer une filière industrielle amont le plus rapidement possible afin de capter les retombées du surcoût imposé aux consommateurs. Cette conclusion concerne tout particulièrement le développement de la production d'électricité d'origine photovoltaïque, les jeux étant déjà largement faits pour l'éolien. Compte tenu des surcoûts qui seraient imposés à notre économie, seul le développement d'une filière industrielle photovoltaïque peut justifier pleinement les efforts à consentir.

Pour un nouveau système électoral européen

ALAIN LANCELOT

ALORS que le Parlement européen prend une place et un rôle de plus en plus importants dans le système des institutions européennes (5), les élections dont il découle s'enfoncent dans l'abstentionnisme et le localisme : les électeurs inscrits n'ont participé au vote en majorité que dans 8 seulement des 27 États membres et les Verts, présents dans un peu plus d'une dizaine d'États, sont les seuls qui peuvent passer pour l'ébauche d'un parti multinational (6). [...]

Méconnaissance des enjeux

Ce manque d'intérêt massif pour les élections européennes – qui touche 70 % des

(5) N.d.l.r. : Article publié sous le titre « Lettre aux électeurs qui souhaiteraient des élections réellement européennes », Fondation Robert Schuman, *Questions d'Europe,* septembre 2009.

(6) N.d.l.r. : Voir l'article d'Alain Lancelot, « Éléments statistiques pour l'Europe et la France », *Commentaire,* n° 128, automne 2009, p. 721-734.