

VII. LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le problème du changement climatique – ou plus précisément des effets du réchauffement de la planète dû à la concentration atmosphérique grandissante des émissions de gaz à effet de serre imputables aux activités humaines – suscite un regain d'intérêt, en grande partie du fait de l'adoption du Protocole de Kyoto le 10 décembre 1997 (encadré VII.1). Les mesures qui permettraient de freiner l'augmentation des concentrations en contrôlant les émissions de gaz à effet de serre soulèvent un certain nombre de problèmes économiques. Ce chapitre en examine quelques-uns sur la base des travaux réalisés à l'OCDE, travaux dont on trouvera une description plus détaillée dans *Réchauffement planétaire* (OCDE, 1995) et dans le numéro spécial de la *Revue économique de l'OCDE* (OCDE, 1992).

Malgré l'évolution importante des connaissances liées aux aspects économiques et scientifiques du changement climatique ces dernières années, les principales conclusions des travaux de l'OCDE restent largement valables. On peut les résumer comme suit. Dans la mesure où les pays en développement connaîtront une croissance économique rapide et s'industrialiseront davantage au cours des prochaines décennies, ils contribueront de plus en plus fortement aux émissions mondiales de gaz à effet de serre. En conséquence, ces pays devront participer à tout accord tendant à stabiliser les émissions ou les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre. Deuxièmement, la nécessité de demander aux pays en développement de participer à l'effort de réduction des émissions pose le problème complexe de l'équité internationale : comment répartir la charge de la réduction des émissions, notamment entre les pays de l'OCDE et les pays en développement. Troisièmement, compte tenu des objectifs convenus de réduction des émissions, il est économiquement efficient d'opérer une péréquation des coûts marginaux de réduction des émissions entre les différents pays, entreprises et installations. On pourrait pour ce faire instituer une taxe commune sur les émissions de carbone, ou un système mondial de permis d'émission de carbone négociables. La péréquation des coûts marginaux de réduction des émissions aurait cependant pour effet que les pays où ces réductions peuvent être opérées à moindres frais – notamment bon nombre de pays en développement et, en particulier, la Chine – seraient ceux qui devraient faire l'effort le plus important et, en l'absence de transferts internationaux explicites ou implicites, supporter l'essentiel des coûts correspondants.

La section suivante examine les informations disponibles quant aux coûts d'un accord mondial visant à réduire les émissions de CO₂ et explique pourquoi les disparités régionales des coûts et des avantages d'une telle opération pèseront lourdement sur la mise au point de nouvelles mesures mondiales. La troisième section analyse les stratégies de nature à réduire autant que faire se peut le coût global qu'implique l'imposition de réductions des émissions. La quatrième section passe en revue l'expérience des pays de l'OCDE concernant les taxes et les permis négociables.

En 1995, plus de 150 pays ont adopté la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques lors du Sommet « Planète Terre » de Rio de Janeiro. Les pays visés à l'annexe I (pays de l'OCDE à l'exception du Mexique, de la Corée et de la Turquie, plus Russie, Bélarus et pays d'Europe centrale et orientale) se sont engagés à stabiliser leurs émissions de CO₂. Cette Convention a été mise au point en réponse aux données scientifiques de plus en plus nombreuses collectées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), créé en 1988 par le Programme pour l'environnement des Nations Unies et l'Organisation météorologique mondiale afin d'établir des rapports d'évaluation, rédigés et examinés par quelque 2 000 spécialistes et experts du monde entier. La conclusion générale du deuxième rapport du GIEC, publié en 1995, est que, tout bien considéré, l'homme exerce indéniablement une influence sur le climat.

Il est par la suite clairement apparu que les pays industrialisés ne parviendraient pas à respecter les engagements pris à Rio, et le principal objectif de la troisième session de la Conférence des Parties à la Convention, tenue à Kyoto en décembre 1997, a été de mettre au point des objectifs chiffrés ayant force de loi. Le résultat est un protocole en vertu duquel, pour la première fois, les pays industrialisés s'engagent à stabiliser leurs émissions de gaz à effet de serre. Ce protocole comporte les principales dispositions suivantes :

- Les pays visés à l'annexe I réduiront globalement leurs émissions de gaz à effet de serre d'environ 5 pour cent par rapport à leurs niveaux de 1990. Cet objectif devra être atteint au cours de la période 2008-2012 (première période d'engagement). Les engagements de réduction sont précisés pays par pays. Le Protocole stipule que ces engagements doivent être respectés par les pays, individuellement ou conjointement. Les objectifs de réduction vont d'une augmentation des émissions de l'ordre de

10 pour cent en Islande à des réductions de 8 pour cent pour l'Union européenne, les États-Unis devant réduire leurs émissions de 7 pour cent et le Japon de 6 pour cent. La Fédération de Russie et les pays d'Europe de l'Est stabiliseront leurs émissions à leurs niveaux de 1990, objectif qui, du fait des réformes entreprises par ces pays, pourrait être atteint sans nouvelles mesures.

- Le Protocole concerne six gaz à effet de serre : dioxyde de carbone, méthane, hémioxyde d'azote, et trois composés synthétiques fluorés.
- Le Protocole autorise l'échange de droits d'émission entre les pays visés à l'annexe I. Les réductions d'émissions peuvent être « mises en réserve », en ce sens que les pays qui font plus que satisfaire à leurs engagements au cours de la première période d'engagement peuvent utiliser les réductions en excédent pour les périodes futures d'engagement.
- Le Protocole prévoit une mise en application conjointe par le biais d'un « Mécanisme pour un développement propre » ; les investissements destinés à réduire les émissions financés par un pays visé à l'annexe I sont pris en compte pour l'évaluation de l'exécution des engagements pris.
- Les modifications des émissions nettes résultant d'un changement d'affectation des terres et des forêts sont prises en compte dans le Protocole pour les activités entreprises après 1990.
- Le Protocole entrera en vigueur 90 jours après que 55 Parties représentant 55 pour cent des émissions totales de CO₂ des pays visés à l'annexe I en 1990 l'aient ratifié. Les réunions futures définiront les règles et directives pertinentes pour l'échange de droits d'émission et les moyens de vérifier le respect des engagements pris.

Les coûts d'un programme mondial visant à réduire les émissions de CO₂

Les effets du changement climatique sont incertains

Les très nombreuses incertitudes concernant aussi bien les coûts que les avantages de la réduction des émissions de gaz à effet de serre compliquent grandement l'évaluation des mesures possibles. L'une des principales raisons de ces incertitudes tient à l'extrême lenteur du changement climatique dont les effets pourraient ne se faire sentir que dans la seconde moitié du prochain siècle, alors que

l'on ne sait pratiquement rien des conditions économiques et des possibilités technologiques qui existeront dans un délai aussi éloigné. De plus, notre connaissance des liens entre les émissions et les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre, et des effets du changement climatique est encore très incomplète, bien qu'elle s'améliore.

L'analyse se limite aux émissions de dioxyde de carbone (CO₂) imputables aux activités humaines, principalement les émissions résultant de l'utilisation de combustibles fossiles. Le dioxyde de carbone est responsable de plus de la moitié de l'effet total des gaz à effet de serre sur le changement climatique, mais d'autres gaz jouent aussi un rôle important et sont explicitement couverts par le Protocole de Kyoto. L'une des principales contributions de l'OCDE a consisté à comparer les résultats de plusieurs modèles économiques mondiaux sur la base d'hypothèses normalisées (encadré VII.2)¹. On a évalué les coûts économiques d'une réduction des émissions de CO₂ en mettant en parallèle un scénario de « statu quo », fondé sur l'hypothèse qu'aucune mesure n'est prise pour réduire les émissions, et différents scénarios de réduction des émissions. Ces derniers n'ont pas été choisis pour refléter un quelconque accord particulier (et certainement pas le Protocole de Kyoto), pas plus qu'il ne faut y voir des directives particulières pour l'action à mener.

« Statu quo »

Dans le cadre du scénario de statu quo, le taux de croissance des émissions au cours du prochain siècle pourrait se situer entre 1 et 2 pour cent par an. En conséquence, en 2050, les émissions mondiales seraient de 10 à 20 milliards de tonnes de carbone par an, contre quelque 6 milliards de tonnes actuellement. L'augmentation des émissions serait essentiellement le fait de pays consommateurs de charbon et fortement peuplés, comme la Chine et l'Inde.

En l'absence de modification des politiques, les émissions de CO₂ pourraient tripler d'ici à 2050

Les principales incertitudes qui entourent ces prévisions concernent : la croissance économique supposée (les émissions tendent à augmenter au rythme de la croissance économique), le rythme supposé d'amélioration autonome du taux de rendement énergétique (en gros, l'évolution du ratio énergie/PIB, toutes choses égales par ailleurs), l'évolution des prix internationaux de l'énergie, et le moment auquel on disposera, et à quel prix, d'autres sources d'énergie non carbonée (ce que l'on appelle les « technologies de rechange »). Les incertitudes qui entourent le scénario de statu quo rendent à leur tour largement incertaine l'estimation des coûts des différents scénarios de réduction. En particulier, les engagements pris à Kyoto sont exprimés par rapport aux niveaux d'émission de 1990, de sorte que les coûts qu'implique la réalisation de ces engagements dépendront essentiellement de la façon dont auraient évolué les émissions en l'absence de mesures de réduction. En règle générale, plus cette évolution est rapide, plus les efforts de réduction requis devront être importants.

1. Un exercice analogue a été effectué par le IPCC (1996).

Encadré VII.2. Le projet de l'OCDE de comparaison de modèles

Encadré VII.2.

Le projet de l'OCDE de comparaison de modèles

Les premières études des coûts économiques entraînés par la réduction des émissions de CO₂ avaient fait apparaître d'importantes différences dans les résultats des modèles, sans qu'il soit possible d'expliquer ces différences de manière satisfaisante. Le projet de l'OCDE de comparaison de modèles devait permettre de mieux comprendre l'origine de ces différences en normalisant les hypothèses essentielles et les objectifs de réduction d'émissions et en procédant à certaines analyses limitées de sensibilité. Le projet de l'OCDE a été mené en étroite liaison avec l'exercice plus détaillé entrepris par l'Energy Modelling Forum de l'Université de Stanford (EMF12). Six modèles globaux ont été pris en compte dans le projet de l'OCDE (voir Dean et Hoeller, 1992 pour plus de détails) : le Carbon Rights Trade Model (CRTM) ; le modèle Edmonds-Reilly (ERM) ; le modèle GREEN de l'OCDE ; le modèle de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) ; le Modèle global 2100 de Manne-Richels, et le Modèle de Whalley-Wigle.

Il s'agissait dans tous les cas de modèles macroéconomiques comportant des spécifications de secteurs énergétiques nettement plus simples que celles utilisées dans les modèles énergétiques détaillés. La formulation d'hypothèses économiques fondamentales pour le scénario de statu quo et la définition d'une série de simulations communes pour la réduction des émissions de CO₂ ont permis une certaine normalisation des modèles.

Hypothèses retenues dans le scénario de statu quo

1. la population mondiale passe de 5.3 milliards en 1990 à 9.5 milliards en 2050 et à 10.14 milliards en 2100, pour se stabiliser ensuite plus ou moins à ce niveau (projections de la Banque mondiale), cette expansion démographique intervenant presque exclusivement en Chine et dans les autres pays en développement ;
2. la croissance de la production se ralentit tout au long du siècle prochain et tombe de 2.5 pour cent par an dans les années 90 à 1 pour cent seulement en 2100 dans les pays de l'OCDE, et de 4 à moins de 3 pour cent dans les pays en développement au cours de la même période ;

3. les prix du pétrole sont de 26 dollars le baril en 1990 et augmentent, en termes réels, de 6 dollars tous les dix ans pour atteindre 50 dollars en 2030 et rester ensuite à ce niveau.

Scénarios de réduction des émissions

Trois des scénarios ont été spécifiés en termes de réduction de 1, 2 et 3 points de pourcentage respectivement du taux d'accroissement des émissions dans chaque région, par rapport au scénario de statu quo. De cette façon, l'importance de la réduction des émissions est identique, en pourcentage, dans les différents modèles, même si les points de départ (le niveau de statu quo), et donc les niveaux atteints et les coûts correspondants, varient. Cette méthode isole les différences entre les structures des modèles et fait la lumière sur les facteurs économiques et techniques qui conduisent à des prévisions différentes. Le quatrième scénario prévoit une stabilisation des émissions à leurs niveaux de 1990 dans chaque région, ce qui pénaliserait le plus les régions où les émissions progresseraient le plus rapidement dans l'hypothèse de politiques inchangées (la Chine par exemple) et qui pénaliserait le moins la zone de l'OCDE.

A titre de référence, une réduction de 1 pour cent des émissions par rapport au scénario de statu quo correspondrait plus ou moins à la stabilisation des émissions dans la zone de l'OCDE et peut-être aussi dans l'ex-Union soviétique (mais pas dans tous les modèles). Cela implique un accroissement relativement rapide des émissions partout ailleurs. Une diminution de 2 pour cent impliquerait une réduction absolue des émissions dans la zone de l'OCDE et l'ex-Union soviétique, les émissions dans les autres régions augmentant dans de très faibles proportions. Une réduction de 3 pour cent n'est guère éloignée du scénario retenu par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour permettre une stabilisation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère vers le milieu du siècle prochain. A titre de comparaison, les engagements pris lors de la Conférence de Kyoto impliqueraient une réduction de 0.4 pour cent du taux de croissance annuel des émissions mondiales.

Dans tous les cas, le moyen d'action utilisé pour obtenir les réductions des émissions est supposé être une taxe sur le carbone, c'est-à-dire une taxe assise sur la teneur en carbone des sources d'énergie primaire.

Réduction de 1 pour cent de la croissance des émissions

Une réduction de 1 pour cent de la croissance des émissions ne devrait pas suffire pour stabiliser les émissions ou les concentrations...

Comparativement au scénario de statu quo, une réduction de 1 point du taux annuel de croissance des émissions dans tous les pays (ou régions) stabiliserait les émissions des pays de l'OCDE à leurs niveaux de 1990, mais celles des pays en développement continueraient d'augmenter. Les émissions mondiales poursuivraient donc leur progression au rythme de 0.5 à 1 pour cent par an selon les hypothèses de base retenues concernant la croissance économique et le rendement énergétique.

Concrètement, on pourrait ralentir le taux de croissance des émissions par une réglementation plus rigoureuse, l'imposition du carbone ou de l'énergie, ou un système de permis d'émission négociables. Ces deux dernières formules sont examinées ci-après.

L'effort nécessaire pour réduire les émissions conformément à cet objectif devrait s'intensifier au fil des ans, au moins jusqu'à ce que l'on dispose de technologies de rechange non carbonées ; ainsi, les taux de la taxe sur le carbone ou le prix des permis d'émission devraient augmenter pour inciter à de nouvelles réductions des émissions. La raison en est que les réductions initiales des émissions de carbone sont relativement peu coûteuses grâce au remplacement des combustibles fortement carbonés, comme le charbon, par des combustibles faiblement carbonés, comme le gaz naturel. A mesure que ces possibilités de substitution sont exploitées, les réductions supplémentaires sont plus coûteuses et il est nécessaire de relever les taxes pour qu'elles soient opérées. De même, l'hypothèse d'un pourcentage identique de réduction dans chaque région implique que les efforts et les coûts de la réduction des émissions varient selon les régions. Celles qui sont grosses consommatrices de charbon – comme la Chine, l'Inde et la Russie – peuvent réduire les émissions de manière relativement peu coûteuse par rapport à celles qui ont déjà largement réduit leur consommation de charbon – notamment les pays de l'OCDE. Comme on le verra plus loin, ces réductions strictement proportionnelles d'émission sont économiquement coûteuses par rapport à un programme dans le cadre duquel une plus large partie de l'effort serait le fait de pays qui peuvent réduire leurs émissions à moindres frais.

La réduction des émissions entraînerait une baisse du revenu réel, ou du PIB, en imposant une utilisation sous-optimale des ressources économiques. Cela ne constituerait cependant pas une perte nette pour la collectivité dans son ensemble, parce que la réduction des émissions présenterait également des avantages en termes d'un moindre réchauffement de la planète. La réduction des émissions et le réchauffement de la planète génèreraient à la fois des coûts de transition et des coûts à plus long terme une fois qu'un nouvel équilibre aura été atteint. Théoriquement, la réduction des émissions se poursuivrait jusqu'au moment où ses avantages l'emporteraient le plus sur ses coûts.

Les coûts économiques de la réduction des émissions, tels qu'ils sont évalués par les modèles étudiés dans le projet de comparaison de l'OCDE, prennent en compte le coût des distorsions mais non pas les coûts de transition ; ils ignorent ainsi les avantages d'un moindre réchauffement de la planète. Selon les hypothèses de base examinées plus haut, les réductions supposées des émissions d'ici 2050 se traduiraient par des coûts allant de 0.6 à 1.7 pour cent du PIB dans les pays de l'OCDE, et de 1.2 à 2.3 pour cent dans les pays non membres. Globalement, le niveau du PIB mondial serait plus faible de 0.9 à 1.8 pour cent en 2050². Il convient de souligner l'importance de l'existence supposée de technologies de rechange ; en l'absence de telles technologies, les coûts économiques de la réduction des émissions pourraient être beaucoup plus élevés.

Il convient également de souligner que des réductions de 1 point de l'accroissement des émissions par rapport au scénario de statu quo ne stabiliseraient ni les émissions ni les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre. La stabilisation des émissions à leurs niveaux de 1990, objectif plus ambitieux qu'une simple réduction de 1 pour cent de leur accroissement, pourrait entraîner une perte de 5 pour cent de PIB

*... et pourrait coûter jusqu'à
2 pour cent du PIB*

2. Des études plus récentes aboutissent à une fourchette plus large des estimations de coût (Azar, 1996 ; Repetto et Austin, 1997).

dans certains pays en développement, selon des simulations effectuées avec le modèle GREEN de l'OCDE. Même ainsi, cela ne suffirait pas pour stabiliser les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre au niveau de référence, soit deux fois plus qu'avant le début de l'ère industrielle.

L'importance d'une participation de tous les pays

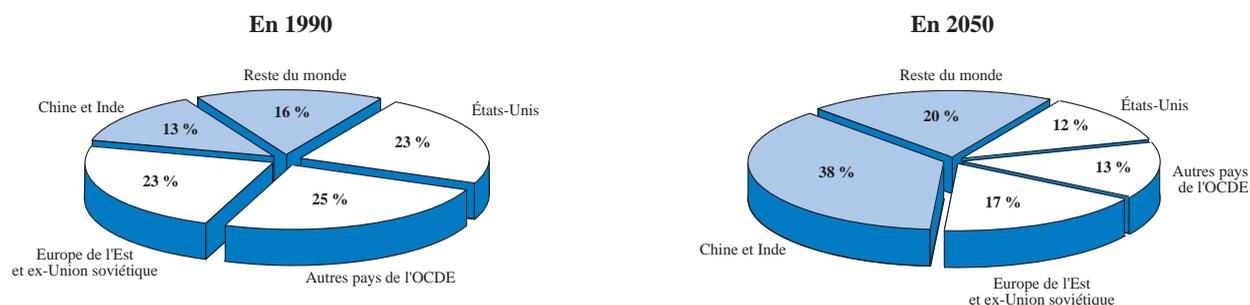
Les pays en développement compteront pour une part croissante des émissions de CO₂

Le graphique VII.1 illustre la répartition des émissions futures telle qu'elle est prévue par le modèle GREEN de l'OCDE, et met en lumière l'importance grandissante des pays en développement. D'ici 2050, les émissions de CO₂ des pays de l'OCDE, qui représentent actuellement près de la moitié des émissions mondiales, n'en représenteront plus que 25 pour cent seulement, tandis que la part des pays en développement passera aux alentours de 60 pour cent. Si l'on en croit des données plus récentes, ces prévisions pèchent par optimisme dans la mesure où la croissance des émissions des pays en développement paraît être plus forte qu'on ne l'avait antérieurement prévu. Si cette tendance devait persister, les pays en développement représenteraient une plus large proportion des émissions et les émissions mondiales augmenteraient naturellement aussi plus vite.

Par conséquent, les pays de l'OCDE ne peuvent pas à eux seuls stabiliser les émissions mondiales

L'une des conséquences de ces prévisions concernant les émissions est que, dans la pratique, il est peu probable que les pays industrialisés puissent à eux seuls stabiliser les émissions mondiales de gaz à effet de serre. De plus, l'efficacité d'une action unilatérale des seuls pays industrialisés pourrait être éventuellement réduite par ce qu'il est convenu d'appeler des « fuites de carbone ». Une réduction des émissions de carbone dans les pays industrialisés accroîtrait l'avantage comparatif des autres pays pour la production de produits à forte intensité d'énergie, et ces activités se déplaceraient en conséquence pour échapper aux mesures de réduction des émissions. De ce fait, les efforts de réduction des émissions des pays industrialisés seraient partiellement annulés par l'augmentation induite des émissions dans d'autres régions du monde. Dans ces conditions, pour assurer la réalisation de l'objectif mondial, il faudrait que les pays industrialisés procèdent à des contrôles encore plus rigoureux. L'ampleur des fuites de carbone dépend d'un certain nombre d'élasticités essentielles au niveau de l'offre et de la substitution, et les estimations les concernant varient très fortement (OCDE, 1995).

Graphique VII.1. Émissions annuelles de CO₂ : l'importance croissante des pays en développement



Réduire les coûts du contrôle des émissions

La réduction strictement équivalente des émissions dans les différentes régions ou pays, décrite dans la section précédente, est une façon relativement coûteuse d'atteindre un objectif mondial. Certaines réformes pourraient à la fois réduire les émissions et améliorer l'efficacité économique. C'est ce que l'on appelle les options « sans regrets » parce qu'elles valent la peine d'être mises en œuvre même si le réchauffement planétaire ne devait finalement pas constituer une menace. On pourrait réaliser de substantielles économies sur les coûts si les réductions des émissions étaient organisées selon un calendrier permettant de réduire au minimum les coûts de transition, notamment l'obsolescence du capital, et d'exploiter la possibilité de voir apparaître à l'avenir des techniques de rechange meilleur marché. Enfin, l'uniformisation du coût marginal de la réduction des émissions pour tous les pays ou régions permettrait de réduire au minimum les coûts totaux pour un niveau donné de réduction à l'échelle mondiale. Ce dernier point repose sur un raisonnement simple : si les coûts marginaux ne sont pas égaux, une réduction plus réduite des émissions dans un pays où les coûts marginaux sont élevés et une augmentation équivalente des émissions dans un pays où ces coûts sont faibles se traduiraient par une baisse des coûts globaux. Ce raisonnement s'applique de la même façon aux entreprises et aux installations d'un même pays.

Une réduction identique des émissions dans chaque région serait une façon coûteuse d'atteindre les objectifs de baisse de la pollution

Options « sans regrets »

L'illustration la plus évidente des options « sans regrets » est la réforme des subventions énergétiques. La priorité d'une action dans ce domaine a été reconnue à l'Article 2 du Protocole de Kyoto, qui préconise la réduction progressive des subventions et une réforme de la fiscalité pour le respect des engagements de réduction. La suppression des subventions réduirait l'utilisation des combustibles fossiles, et par là même les émissions de CO₂, tout en éliminant une distorsion dans l'affectation des ressources. Les résultats obtenus avec le modèle GREEN de l'OCDE indiquent que la suppression des subventions réduirait les émissions de 18 pour cent en 2050 par rapport au niveau du scénario de statu quo et accroîtrait le revenu réel mondial de 0.7 pour cent. (Les coûts de transition n'ont cependant pas été pris en compte.) Dans une certaine mesure, les pays ont déjà commencé à agir dans ce sens : en particulier, les réformes opérées en Chine, dans les pays d'Europe centrale et en Russie ont contribué à réduire l'écart existant dans ces pays entre le prix local et le prix mondial de l'énergie.

Une réforme du régime des subventions et la suppression des entraves à l'utilisation de technologies à rendement énergétique élevé permettraient à la fois de réduire les émissions et d'accroître le bien-être

On pourrait également réduire les émissions si la structure des taxes existantes sur l'énergie reflétait mieux la teneur en carbone des combustibles. A l'heure actuelle, le pétrole et le gaz sont habituellement confrontés à des taxes implicites élevées sur le carbone alors que le charbon reçoit des subventions (Hoeller et Coppel, 1992). Un rééquilibrage des taxes existantes en fonction de la teneur en carbone de chaque combustible fossile pourrait réduire les émissions des pays de l'OCDE de 12 pour cent et diminuer le coût économique associé aux taxes existantes sur l'énergie pour le ramener de 0.4 à 0.1 pour cent du PIB.

Une autre option « sans regrets » consisterait à encourager les technologies propres à accroître le rendement énergétique. Un certain nombre de celles-ci sont déjà disponibles sur le marché : techniques améliorées d'isolation, de réfrigération et d'éclairage ; utilisation de véhicules électriques ; utilisation accrue des transports publics et

du télétravail ; et réduction du poids des véhicules. Quant à savoir dans quelle mesure il s'agit véritablement là d'options « sans regrets », cela dépend en partie des raisons pour lesquelles ces technologies ne sont pas d'ores et déjà plus largement utilisées. Certains considèrent que les entreprises et les ménages les auraient déjà adoptées si elles étaient effectivement moins coûteuses. Auquel cas, encourager leur adoption ne serait pas véritablement une option « sans regrets ». Il est en revanche possible que de nombreuses défaillances du marché entravent l'adoption de ces technologies – manque d'information, problèmes liés aux protagonistes (ce ne sont pas les payeurs qui décident de la technologie à adopter) et imperfections des marchés des capitaux (certains opérateurs ne peuvent pas emprunter pour payer d'avance l'installation de la nouvelle technologie). En remédiant à ces défaillances du marché, on améliorerait le bien-être de la collectivité en même temps que l'on réduirait les émissions de gaz à effet de serre.

Le calendrier de la réduction des émissions

Une réduction progressive des émissions ferait baisser les coûts mais impliquerait un plus grand risque à long terme

Les coûts qu'implique la réalisation d'un objectif en matière d'émissions dépendent aussi de la façon dont les efforts de réduction sont organisés dans le temps. Il est probable que la réduction des émissions deviendra moins coûteuse au fil des ans parce que les technologies utilisées s'amélioreront et parce que l'on disposera, éventuellement à moindre coût, de sources d'énergie de remplacement peu carbonées. La réduction progressive des émissions pourrait aussi faire baisser les coûts dans la mesure où on laisserait les équipements existants se déprécier naturellement. En revanche, le fait de retarder l'adoption de mesures ne va sans risques, puisqu'elle pourrait se traduire par une augmentation des concentrations de carbone dans l'atmosphère, toutes choses égales par ailleurs. Une réduction rapide pourrait donc se justifier du point de vue de la gestion des risques, et le fait que le réchauffement de la planète puisse avoir des conséquences imprévues et catastrophiques vient renforcer cet argument. Bien que l'on ait utilisé des modèles pour évaluer les coûts de différents calendriers de réduction des émissions, les résultats de ces travaux sont entourés de très nombreuses incertitudes. Outre celles qui résultent de facteurs déjà mentionnés concernant les simulations des modèles, les coûts relatifs des différents calendriers dépendent aussi des chances de voir découvrir des technologies moins coûteuses de réduction des émissions, du taux social d'actualisation utilisé et, compte tenu du problème de la gestion des risques, du degré supposé d'aversion pour le risque.

Uniformisation du coût marginal de la réduction des émissions

L'usage des instruments économiques permet d'atteindre les objectifs de réduction des émissions au moindre coût

Dans la mesure où le coût marginal de la réduction des émissions de gaz à effet de serre diffère fortement selon les pays et les régions, les réductions strictement proportionnelles d'émissions prises en compte dans le scénario examiné plus haut constituent une méthode coûteuse pour assurer la réalisation d'un objectif mondial. Avec l'uniformisation du coût marginal de réduction des émissions, les pays ou régions où ces coûts sont les plus faibles procéderaient à des réductions plus importantes. Ce résultat pourrait être obtenu soit par l'application d'une taxe uniforme mondiale sur les émissions de carbone, soit par un marché mondial de permis d'émission négociables avec un prix unique pour tous les pays.

Dans le cadre du projet de comparaison de l'OCDE, on a mis au point un scénario dans lequel le rythme de progression des émissions mondiales était réduit de 2 points par rapport au scénario de statu quo, mais où l'on procédait à une

péréquation des coûts marginaux de la réduction des émissions sur l'ensemble des régions. Le coût de ce scénario, évalué au moyen de trois modèles, a été comparé avec les coûts d'une même réduction mondiale des émissions obtenue au moyen de réductions strictement proportionnelles dans toutes les régions (tableau VII.1). Ces trois modèles font tous apparaître une économie de coût grâce à l'uniformisation des coûts marginaux, le modèle GREEN de l'OCDE étant celui qui conclut à l'économie la plus importante : en 2050, la formule des permis d'émission négociables permettrait de réduire d'environ un tiers le coût global. L'économie estimée de coût est fondée sur des hypothèses concernant les différences préalables des coûts marginaux de réduction des émissions selon les différentes régions (plus ces différences sont importantes, plus l'économie réalisée l'est aussi), et le rythme auquel entrent en service les technologies de rechange (plus elles tardent à apparaître, plus l'économie est grande).

Tableau VII.1. Coût des stratégies de réduction des émissions

En pourcentage du PIB

	Modèle ERM (Edmonds-Reilly)		Modèle GREEN de l'OCDE		Modèle MR (Global 2100 ; Manne-Richels)	
	[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]
2020	1.9	1.6	1.9	1.0	n.a.	n.a.
2050	3.7	3.3	2.6	1.9	n.a.	n.a.
2100	5.7	5.1	n.a.	n.a.	8.0	7.5

[1] Réductions équi-proportionnelles des émissions.

[2] Égalisation des coûts marginaux de réduction.

Source : OCDE (1993).

Un programme d'uniformisation des coûts marginaux de la réduction des émissions a par ailleurs des effets distributifs très différents de ceux d'un programme de réductions strictement proportionnelles, pour n'importe quel objectif mondial (Oliveira-Martins *et al.*, 1992). Si l'objectif est de réduire de 2 points le rythme de progression des émissions par rapport au scénario de statu quo, le modèle GREEN aboutit à la conclusion que les pays de l'OCDE – où les coûts marginaux de réduction des émissions sont élevés – contribueraient pour 22 pour cent à la réduction totale dans le premier cas, contre 32 pour cent dans le second. En conséquence, la perte de PIB des pays de l'OCDE serait réduite de plus d'un tiers. En revanche, l'uniformisation des coûts marginaux impliquerait une réduction plus importante de la part des pays en développement, et les coûts qui seraient à leur charge pourraient même augmenter par rapport à un programme de réductions proportionnelles des émissions.

En conséquence, il est possible que ces pays préfèrent un programme inspiré de la répartition strictement proportionnelle des réductions (ou même un programme qui pèse plus que proportionnellement sur les pays de l'OCDE) parce qu'il réduirait leurs coûts même au prix d'une augmentation des coûts mondiaux. On est ainsi amené à se poser la question du partage de la charge de la réduction, que nous traiterons dans la section suivante dans le cas particulier des taxes sur le carbone et des permis d'émission négociables.

*Une réduction au moindre coût
risque de pénaliser les pays
en développement*

*Par conséquent, des mesures
redistributives seront
nécessaires pour minimiser
les coûts globaux*

Taxes sur le carbone et permis d'émission négociables

Taxes et permis : la théorie

Les taxes sur le carbone et les permis négociables sont deux moyens de réaliser les objectifs en matière d'émissions

Il est de plus en plus admis que les instruments économiques sont plus efficaces que les réglementations pour contrôler les externalités au niveau de la pollution, notamment celles associées aux émissions de gaz à effet de serre. En un mot, les instruments économiques permettent aux entreprises et aux ménages de satisfaire à des objectifs d'environnement à moindre coût, alors que les réglementations imposent souvent le maintien de technologies ou de pratiques commerciales qui se révèlent inefficaces.

Mais ils diffèrent par la façon dont les coûts de réduction sont répartis

Les deux instruments économiques le plus souvent envisagés dans le contexte du réchauffement de la planète dû aux émissions de CO₂ sont les taxes sur le carbone et les permis négociables d'émettre du carbone³. Les taxes sur le carbone élèveraient le coût des émissions, que l'on serait donc incité à réduire. Si les taxes sur le carbone étaient uniformes (par tonne de carbone émis), on serait incité à uniformiser le coût marginal de la réduction des émissions pour les différents pays, industries, entreprises et installations. La même incitation jouerait dans le cas de permis d'émission, mais de manière moins directe. Des permis seraient délivrés qui autoriseraient l'émission d'un volume fixé de carbone, dans la limite de l'objectif de réduction des émissions. Les décisions concernant la réduction des émissions dépendraient du prix des permis sur le marché : pour un prix donné, les pays où les coûts de réduction des émissions sont relativement élevés préféreraient acheter des permis et accroître leurs émissions, alors que ceux où la réduction est relativement peu coûteuse auraient intérêt à vendre des permis et réduire davantage leurs émissions. Sur un marché fonctionnant correctement, ce processus se poursuivrait jusqu'à ce que le coût marginal de la réduction des émissions dans chaque pays (industrie, etc.) soit égal au prix mondial des permis.

Ainsi, les taxes comme les permis auraient, du moins en théorie, le même résultat sur le plan de l'efficacité économique. Leurs effets diffèrent cependant à d'autres égards. S'agissant par exemple de la répartition de la charge que représentent les coûts de la réduction des émissions, l'uniformisation des coûts marginaux aurait pour effet que les pays en développement supporteraient une plus large partie de cette charge que dans le cas de réductions strictement proportionnelles, et même celles-ci pourraient leur faire supporter une charge inacceptable. Cette charge pourrait être cependant déplacée au moyen d'un système de transferts internationaux. Les transferts pourraient s'avérer très importants. Ils pourraient être opérés aussi bien dans le cadre d'un système de taxes que dans le cadre d'un système de permis. Dans le premier cas, ils devraient être explicites, alors que dans le cas des permis, la redistribution découlerait implicitement de la distribution initiale et de la vente ultérieure des permis. Les effets d'un programme de réduction des émissions sur les revenus nationaux dépendraient alors à la fois de l'ampleur de la réduction opérée (qui affecterait le PIB) et des transferts explicites ou implicites (encadré VII.3).

Ils diffèrent aussi du fait de l'incertitude entourant les coûts de la réduction des émissions...

Une deuxième différence entre les taxes et les permis concerne les incertitudes. Les gouvernements ne connaissent pas avec certitude les coûts marginaux de la réduction des émissions pour les différents pays, industries, entreprises et installations, et les émetteurs sont bien évidemment tentés de les exagérer. Une taxe sur le carbone ajoute un

3. Des taxes sur l'énergie ont été également envisagées. Néanmoins, comparativement aux taxes sur le carbone, elles tendraient à déplacer la charge des sources d'énergie fortement carbonées, comme le charbon, vers les sources faiblement carbonées, comme le gaz naturel ou même l'énergie hydroélectrique et nucléaire. Elles seraient donc plus coûteuses du point de vue du changement climatique.

montant connu au coût de l'émission, ce qui permet de déterminer le coût marginal de la réduction. Néanmoins, l'ampleur de la réduction ne peut être connue avec certitude *a priori* : par exemple, si les coûts marginaux augmentaient plus vite que le gouvernement ne l'a prévu, le point auquel le coût marginal de la réduction est égal à la taxe serait atteint à un niveau de réduction plus faible que prévu. En revanche, la limitation des émissions au moyen de permis permettrait de déterminer avec beaucoup plus de certitude le niveau de la réduction, dans la mesure où celui-ci correspondrait simplement au nombre de permis délivrés, les problèmes de mise en application exclus. Néanmoins, le coût qu'impliquerait la réalisation de cette réduction ne serait pas connu avec certitude.

Encadré VII.3.

Différentes formules de redistribution des coûts

La redistribution des coûts de la lutte contre les gaz à effet de serre peut être déterminante pour la conclusion d'un accord international, et elle figurera de toute façon au tout premier plan des négociations sur un quelconque accord de ce genre. Les chiffres du tableau sont fondés sur le scénario selon lequel les principaux émetteurs (pays visés à l'annexe I plus la Chine et l'Inde) réduisent en moyenne de 0.5 point de pourcentage le taux de croissance annuel de leurs émissions (ce qui équivaut à la réduction nécessaire pour stabiliser les émissions des pays visés à l'annexe I). On suppose que ce résultat est obtenu par l'application d'une taxe uniforme sur le carbone ou un système de permis négociables.

La première partie du tableau indique les effets sur les revenus réels d'une taxe uniforme sur le carbone appliquée

sans redistribution du produit de la taxe, ce qui équivaut à une « taxe harmonisée », chaque pays/région participant conservant ses propres recettes fiscales. En l'absence de redistribution, ce sont la Chine et l'Inde qui subiraient les pertes de revenu réel les plus importantes. La partie centrale du tableau compare différentes règles d'attribution initiale des permis. Avec la règle de la « protection des droits acquis », les pays en développement seraient plus défavorisés que dans le cas du scénario ne prévoyant aucune redistribution. La règle « redistributive » favorise les pays pauvres densément peuplés, comme la Chine et l'Inde. La partie de droite montre les effets d'une autre formule de redistribution d'une partie des recettes d'un fonds international alimenté par la taxe sur le carbone.

Variations du revenu réel et redistribution internationale

	Pas de redistribution	Permis négociables		Taxe sur le carbone avec redistribution ³
		Protection des droits acquis ¹	Redistribution ²	
OCDE	-0.25	-0.30	-1.00	-0.69
Ex-Union soviétique et Europe de l'Est	0.27	1.80	-2.05	-2.27
Chine et Inde	-1.08	-1.60	3.30	2.03
Reste du monde	0.06	0.07	0.04	0.04
Pays visés à l'annexe I	-0.20	-0.10	-1.10	-0.84
Principaux émetteurs	-0.35	-0.36	-0.35	-0.35
MONDE	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25

1. Permis attribués sur la base de la contribution passée du pays/région aux émissions.

2. Permis attribués en proportion inverse du PIB par habitant du pays/région, correction faite de la taille de la population.

3. 75 pour cent des recettes de la taxe sont prélevés et redistribués en fonction de la population.

Source : Sur la base des travaux de Coppel et Lee (1995).

Une troisième différence concerne le rôle du secteur public. Dans les deux cas, le suivi et la mise en œuvre du système posent des problèmes importants (collecte de la taxe dans le premier cas et émissions supérieures aux permis détenus dans le second). Néanmoins, pour qu'un système de permis d'émission négociables obtienne les résultats souhaités, il faut qu'il existe un marché secondaire de permis, actif et efficient. Comme on le verra dans les paragraphes qui suivent, l'expérience pratique limitée que

Et le rôle du secteur public n'est pas le même dans les deux cas

L'on a des permis donne à penser qu'un nombre relativement important de « négociants » et une réglementation gouvernementale minimale des transactions permettent d'assurer à la fois une activité soutenue du marché et de faibles coûts de transaction.

Les taxes et les permis : la pratique

Quelques pays européens appliquent des taxes sur le carbone et l'énergie

L'expérience des pays de l'OCDE en matière de taxes explicitement destinées à réduire les émissions de CO₂ est limitée : seuls le Danemark, la Finlande, les Pays-Bas, la Norvège et la Suède ont adopté des taxes sur le carbone ou sur l'énergie. Des taxes mixtes carbone/énergie ont été utilisées dans certains cas, et tous les systèmes comportent de nombreuses exemptions, concernant souvent l'électricité, les industries lourdes et les entreprises qui utilisent beaucoup d'énergie ou qui affrontent la concurrence des marchés internationaux. La plupart des pays ont adopté des taxes différenciées selon les secteurs et les utilisateurs, s'écartant ainsi nettement du principe d'une taxe uniforme qui réduirait au minimum les coûts globaux de la réduction des émissions.

Les États-Unis ont mis en place des permis négociables, notamment pour les émissions de dioxyde de soufre

Pratiquement aucune expérience n'a été faite avec des permis négociables des émissions de CO₂, et les États-Unis sont le seul pays à avoir pris des mesures de ce type dans d'autres domaines. Le programme le plus important, et celui qui a obtenu le plus de succès, est le programme d'autorisations d'émissions de dioxyde de soufre (SO₂), lancé en 1995, qui visait à réduire ces émissions de 40 pour cent par rapport aux niveaux de 1980. Au cours de la Phase I, qui concernait 110 centrales électriques fonctionnant au charbon, les coûts de transaction ont été peu élevés et de nombreux échanges de permis sont intervenus, aussi bien au sein des entreprises qu'entre elles. Deux autres programmes – crédits de réduction d'émission (qui couvrent tout un éventail de polluants atmosphériques) mis sur pied en 1990, et permis concernant les effluents aqueux, lancé en 1997 – ont été plutôt moins satisfaisants.

L'expérience des États-Unis donne à penser que les permis ont une efficacité optimale quand les coûts de transaction sont bas et les marchés fluides

Une différence essentielle entre le programme relatif au SO₂ et les autres programmes concerne le degré d'intervention de l'État sur le marché des échanges de permis. S'agissant du programme SO₂, le gouvernement ne joue pratiquement aucun rôle au-delà de la délivrance initiale des permis et du contrôle du respect du dispositif. En revanche, dans le cas du programme de crédits de réduction d'émission, les échanges de permis ne peuvent intervenir qu'avec l'autorisation du gouvernement. Cette autorisation peut prendre cinq à douze mois, et 40 pour cent des demandes d'autorisation ont été rejetées. De même, dans le cadre du programme relatif aux effluents aqueux, chaque échange devait recevoir l'approbation du gouvernement, ce qui a, semble-t-il, alourdi les coûts de transaction à un point tel que les échanges ont été très peu nombreux et que les économies réalisées ont été de ce fait limitées. Une autre différence concerne le nombre de participants. En particulier, le programme relatif aux effluents aqueux ne comptait que peu de participants, ce qui limitait le nombre des échanges et peut avoir conduit à des opérations stratégiques ou monopolistiques.

Enfin, les projets dits d'application conjointe, prévus à l'article 6 du Protocole de Kyoto, sont une forme limitée d'échange de droits d'émission. Les projets d'application conjointe sont des accords bilatéraux dans le cadre desquels un partenaire finance des investissements de réduction des émissions chez un autre partenaire en échange de la réduction de ses propres efforts de réduction des émissions. Cette formule a jusqu'à présent été limitée à de petits projets pilotes intéressant des pays (Mexique et Norvège ; Pays-Bas, Pologne et Inde), bien que le Protocole de Kyoto autorise aussi la conclusion de tels accords entre des entités juridiques. L'un des principaux problèmes que posent les systèmes de ce genre est que les crédits attribués à la partie qui réduit les

émissions sont calculés sur la base d'une évaluation de la réduction d'émissions liée à un investissement donné et par rapport à un niveau de référence. Les évaluations de ce type sont extrêmement incertaines et sont fréquemment contestées. Les coûts de transaction risquent donc d'être élevés, à moins que la confiance de l'investisseur ne soit renforcée par la présence d'institutions assurant la surveillance, l'information (échanges d'information, courtage, etc.) et l'indemnisation.

RÉFÉRENCES

AZAR, C. (1996)

« Technological change and the long-run cost of reducing CO₂ emissions », *Working Paper 96/84/EP5*, INSEAD Centre for the Management of Environmental Resources, Fontainebleau, France.

COPPEL, J. et H. Lee (1995)

« Simulations sur modèle : hypothèses et résultats », dans OCDE (1995), Paris.

DEAN, A. et P. Hoeller (1992)

« Coûts de la réduction des émissions de CO₂ : éléments d'information fournis par six modèles globaux », dans OCDE (1992), Paris.

HOELLER, P. et J. Coppel (1992)

« Energy taxation and price distortions in fossil fuel markets: some implications for climate change policy », *Documents de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE*, n° 110, Paris.

IPCC (1996)

« Climate change 1995: economic and social dimensions of climate change », *Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.

OCDE (1992)

« Les coûts économiques de la réduction des émissions de CO₂ (Numéro spécial) », *Revue économique de l'OCDE*, n° 19, Hiver, Paris.

OCDE (1993)

Les coûts de la réduction des émissions de carbone : résultats tirés de modèles mondiaux, Paris.

OCDE (1995)

Réchauffement planétaire : dimensions économiques et réponses des pouvoirs publics, Paris.

OLIVEIRA-MARTINS, J., J.M. Burniaux, J.P. Martin et G. Nicoletti (1992)

« The costs of reducing CO₂ emissions: a comparison of carbon tax curves with GREEN », *Documents de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE*, n° 118, Paris.

REPETTO, R et D. Austin (1997)

The Costs of Climate Protection: a Guide for the Perplexed, World Resources Institute, Washington D.C.