

*Atelier Climat et développement
coorganisé par l'Iddri et le Cired, Nogent-sur-Marne, 1^{er} et 2 juillet 2002.*

Prix versus quantités

**Quelques considérations économiques pour de futurs
accords internationaux contre les changements climatiques**

Cédric Philibert
Agence internationale de l'énergie

Cédric Philibert est administrateur de la division Énergie et environnement, Agence internationale de l'énergie, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15. Les vues exprimées ici sont celles de l'auteur et n'engagent ni le secrétariat de l'AIE ni aucun de ses pays membres. Ce travail a bénéficié du soutien de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe).

Sommaire

Introduction	3
L'objectif ultime : une approche globale	3
Le protocole de Kyoto	3
Dynamiques de la stabilisation et objectif ultime	4
Principe de précaution et analyse coûts bénéfiques	5
Le rôle ambigu des inerties	7
Un objectif à long terme ambitieux, mais sous condition de coûts	8
Les engagements de court terme, une approche marginaliste	9
Taxes <i>versus</i> permis	9
Certitude <i>versus</i> ambition	12
Les instruments hybrides	12
Le prix plafond	15
Le niveau de prix	15
Que faire des fonds ?	16
Une mise en œuvre commune ou simplement coordonnée ?	17
Un prix plafond nul pour les pays en développement	18
Les objectifs dynamiques	19
L'indexation des montants alloués	19
Conclusion	21
Notes	22
Bibliographie	23

Prix versus quantités

Même s'il devait être mis en œuvre par tous les pays qui l'ont approuvé en 1997, le protocole de Kyoto ne constituerait qu'une toute première étape vers l'objectif "ultime" de la Convention des Nations unies sur les changements climatiques : la stabilisation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre. Le retrait américain rend un peu plus nécessaire encore de commencer à réfléchir aux traits essentiels d'un accord international susceptible d'engager une action mondiale de plus long terme vers cet objectif. Certains enseignements de la théorie économique peuvent aider à distinguer ce qu'il faudrait conserver du protocole de Kyoto – les échanges de permis d'émission – et ce qui devrait être modifié – la nature même des objectifs de court terme – afin de pouvoir impliquer tous les pays malgré les incertitudes sur le niveau optimal d'action.

Nous examinerons les questions relatives à la définition des objectifs d'abord par un examen de l'objectif ultime de la Convention, puis par une analyse dans un cadre économique plus traditionnel de type marginaliste. Nous verrons ensuite deux familles d'options pour des objectifs de court terme susceptibles d'en faciliter l'adoption par les différents types de pays : le prix plafond et les objectifs dynamiques.

L'objectif ultime : une approche globale

Le protocole de Kyoto

En adoptant le protocole de Kyoto, les pays industriels se sont engagés à réduire de 5 % en moyenne leurs émissions de six gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs et HF₆) dans la période 2008-2012 par

rapport aux niveaux d'émission de 1990. Les décisions de Bonn et Marrakech en 2001, relatives notamment à la prise en compte des forêts exploitées, ont quelque peu réduit l'ambition initiale, ramenée à - 3 % environ. Le retrait américain et l'annonce d'une nouvelle politique américaine visant à réduire de 17,5 % l'intensité en émissions à effet de serre de la croissance économique américaine – en lieu et place d'une tendance de réduction évaluée officiellement vers - 14 % conduit à estimer que le total des émissions des pays industriels à l'échéance sera d'environ 10 % plus élevé qu'en 1990. Une autre conséquence de ce retrait est que la fraction des émissions couverte par un accord international de réduction tombe de près de la moitié au tiers environ – et si l'on convient que les objectifs fixés à la Russie et à l'Ukraine n'engagent pas nécessairement d'effort de réduction, elle ne dépasse pas 20 %.

Cependant, même si le protocole originel pouvait être mis en œuvre sans restriction, son effet sur l'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre serait faible. Le premier président du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (Giec ; IPCC en anglais), Bert Bolin (1998) a évalué qu'avec Kyoto la concentration en CO₂ atteindrait 382 parties par million en 2010 au lieu de 384 environ sans Kyoto. Selon toutes probabilités, ce très modeste infléchissement serait à lui seul sans grand effet sur l'évolution climatique. On reviendra sur les implications de ce caractère très important du changement climatique : il résulte non pas des émissions courantes, mais de l'évolution lente des concentrations. Pour l'instant, tenons-nous en à ce seul constat : Kyoto représente seulement un tout premier pas, qu'il conviendra absolument d'amplifier et d'élargir si l'on veut atteindre l'objectif de la Convention.

Dynamiques de la stabilisation et objectif ultime

La stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre répond à des règles différentes selon les gaz considérés. La concentration d'un gaz à "vie atmosphérique" relativement brève comme le méthane réagit rapidement et fortement à un infléchissement des émissions. Il suffirait de stabiliser ces dernières pour, après quelques décennies, en stabiliser la concentration dans l'atmosphère. En revanche, pour stabiliser la concentration d'un gaz à longue durée de vie comme le gaz carbonique (CO₂), il faut au minimum diviser par deux les émissions mondiales. A long terme, il convient même de les diviser par dix à vingt pour les ramener au niveau des rares mécanismes naturels éliminant du carbone des échanges entre atmosphère, biomasse terrestre et océans. Ceci est vrai quel que soit le niveau de stabilisation désiré, autrement dit, c'est essentiellement le rythme de réduction des émissions de CO₂ qui déterminera le niveau de concentration atmosphérique atteint.

Or précisément, le niveau à atteindre pour les concentrations de gaz à effet de serre, tout comme le calendrier, sont deux questions pourtant décisives pour l'organisation de l'action que la Convention a laissées, si l'on ose dire, en blanc, et que les négociations ultérieures n'ont pas davantage

abordées. Voyons tout d'abord la rédaction de l'objectif ultime selon la Convention :

« L'objectif ultime de la présente Convention et de tous instruments juridiques connexes que la Conférence des Parties pourrait adopter est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable. »

Il s'agit donc de définir quel niveau de concentration de gaz à effet de serre est susceptible d'entraîner des perturbations anthropiques "dangereuses" – mais cette "dangerosité" n'est nullement définie. La phrase suivante semble combler partiellement cette lacune en se référant aux écosystèmes, à la production alimentaire et au développement durable, et pourtant il faut se méfier d'une lecture trop rapide. Elle se rapporte d'abord au délai davantage qu'au niveau – même si nous avons davantage conscience du lien intime entre délai et niveau que les négociateurs de l'époque. Le "délai suffisant" plaide pour un ralentissement de l'augmentation des concentrations jusqu'au niveau souhaité, tout comme l'adaptation naturelle des écosystèmes, cependant la référence au développement économique peut être à double sens, signifiant aussi bien que le réchauffement ne doit pas être trop rapide et que l'action de réduction des émissions ne doit pas mettre en péril le développement économique. Cette interprétation est d'ailleurs en cohérence avec le préambule de la Convention affirmant que « les mesures prises pour parer aux changements climatiques doivent être étroitement coordonnées avec le développement social et économique afin d'éviter toute incidence néfaste sur ce dernier, compte pleinement tenu des besoins prioritaires légitimes des pays en développement, à savoir une croissance économique durable et l'éradication de la pauvreté ».

Principe de précaution et analyse coûts bénéfices

Autrement dit, il conviendrait dans l'idéal de procéder à une analyse coûts-bénéfices rigoureuse des politiques de lutte contre les changements climatiques afin de définir le niveau (et donc le délai) de concentration de gaz à effet de serre à atteindre. Une telle lecture de l'objectif ultime de la Convention n'est, contrairement à ce que l'on croit parfois, nullement incompatible avec le principe de précaution. Dans son acceptation la plus courte, celui-ci se borne à affirmer qu'on peut requérir des mesures de contrôle d'émissions polluantes "avant qu'un lien de cause à effet soit formellement établi sur la plan scientifique" (deuxième Conférence internationale sur la mer du Nord, 1987), ou encore qu'en « *situation de risque, une hypothèse non infirmée devrait être tenue provisoirement pour valide même si elle n'est pas formellement démontrée* » (Arrêt du Conseil d'Etat dans l'affaire du sang contaminé, avril 1993).

Toutes les définitions plus précises font intervenir la notion de coût. Ainsi, la loi du 2 décembre 1995 dite Loi Barnier évoque le principe de précaution « *selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économique acceptable* ». Plus récemment, la Commission, dans une Communication sur le principe de précaution, énonce que « les mesures basées sur le principe de précaution devraient être notamment (...) basées sur un examen des bénéfices et des charges potentiels de l'action ou de l'absence d'action (y compris, le cas échéant et dans la mesure du possible, une analyse de rentabilité économique) ».

S'il était cependant possible de préciser l'objectif ultime sans qu'il soit fait référence aux coûts de la stabilisation du climat, on voit mal pourquoi la communauté internationale ne devrait pas alors viser à stabiliser les concentrations aux niveaux actuels – voire à revenir aux niveaux pré-industriels. Le changement climatique est en cours et produit déjà certains effets néfastes – il n'est déjà plus sûr que les récifs de coraux, par exemple, seront à même de “s'adapter naturellement”. Mais bien entendu, le coût économique et social qui résulterait d'une réduction immédiate de moitié des émissions de dioxyde de carbone serait considérable, à la mesure de l'importance du rôle des énergies fossiles aujourd'hui. Charbon, pétrole et gaz assurent en effet quelque 80 % de la fourniture globale d'énergies commerciales et leur combustion entraîne un pourcentage à peu près équivalent des émissions mondiales de CO₂.

Le problème est qu'une analyse coûts-bénéfices du niveau de stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre est impossible à conduire. Côté bénéfices, il convient de rappeler tout d'abord l'incertitude scientifique sur l'ampleur et le rythme du changement climatique. Ainsi, le Giec estime-t-il dans son troisième rapport, publié l'an dernier, qu'un doublement de la teneur préindustrielle en CO₂ conduirait, à l'équilibre, à un réchauffement de 1,5°C à 4,5°C. Cette incertitude d'un facteur trois sur la sensibilité climatique de la planète n'a d'ailleurs pas varié depuis dix ans. Par ailleurs, les conséquences régionales et locales probables d'un réchauffement global restent entachées de nombreuses incertitudes. Il est encore plus malaisé de leur attribuer une valeur actuelle. En effet, les dommages évitables se situent dans un futur plus ou moins lointain et la procédure de l'actualisation tend à leur donner une valeur présente dérisoire. Les actifs naturels (espèces, écosystèmes, etc.) ni substituables ni reproductibles devraient en toute logique voir leur valeur croître au fil du temps à un rythme proche du taux d'actualisation et donc dominer l'évaluation des dommages évitables (voir Philibert, 1999 ; Neumayer, 2001). Malheureusement, ce sont des valeurs qui ne se révèlent que très partiellement sur des marchés et dont l'estimation est donc particulièrement difficile.

Côté coûts, les incertitudes sont sans doute moins grandes. Elles n'en restent pas moins importantes. Les scénarios d'émissions “*business-as-*

usual” du Giec se caractérisent par une grande dispersion. Les coûts des technologies énergétiques sans carbone à échéance de trente, cinquante ou cent ans nous sont inconnus. De plus, à chaque instant, ces coûts dépendent en partie des politiques suivies jusqu’alors en fonction de ce qu’on nomme le “changement technique induit”. Difficile, dans ces conditions, de chiffrer précisément les coûts de trajectoires compatibles avec divers niveaux de stabilisation.

C’est pourquoi le Giec s’est toujours refusé à formuler une préconisation précise relative à l’objectif ultime de la Convention. Non seulement le Giec considère à juste titre que de telles décisions sont *in fine* politiques, mais plus encore il suggère qu’elles sont prématurées (IPCC, 2001) :

« Le processus de décision en matière de changement climatique est un processus séquentiel dans un contexte d’incertitude générale. (...) La littérature suggère une résolution par étapes visant à stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre. Cela impliquera aussi de soupeser les risques d’une action excessive ou insuffisante. La question pertinente n’est pas ‘quel est le meilleur chemin pour les cent prochaines années’, mais plutôt ‘quel est le meilleur chemin pour le court terme étant donné les changements climatiques attendus à long terme et les incertitudes qui l’accompagnent’. »

Le rôle ambigu des inerties

Pour autant, il convient de tenir compte des phénomènes d’inertie de toutes natures qui viennent compliquer singulièrement le débat. La première inertie est celle des concentrations atteintes : sauf à coupler à grande échelle utilisation de la biomasse et capture du CO₂, nous n’avons guère de moyen de réduire la concentration de CO₂ une fois acquise. L’inaction élimine donc progressivement des niveaux croissants de concentration de gaz à effet de serre du champ des possibilités. A cette inertie s’ajoutent celles du réchauffement des océans, de la fonte des glaces et autres, qui retardent les manifestations visibles du changement climatique tout en assurant qu’elles se prolongeront bien après la stabilisation des concentrations.

L’inertie de nos systèmes techniques est également importante – au double sens du mot. Le capital technique du secteur de l’énergie se caractérise par des durées importantes : raffineries, centrales électriques, pipe-lines, barrages, transformateurs durent quarante à soixante ans voire plus. Nos équipements consommateurs d’énergie ont des durées de vie technico-économique allant de quelques années à des décennies. Les bâtiments peuvent durer des siècles – de même que les schémas d’urbanisation qui déterminent largement les besoins de transport. Cette inertie combinée aux effets de “verrous” peut du reste ne pas permettre aux marchés de sélectionner seuls les techniques les plus efficaces.

Cette inertie appelle une action relativement douce mais précoce. Les coûts d’un remplacement prématuré du stock de capital technique suggèrent que les changements doivent s’opérer graduellement. Mais le niveau élevé d’investissement planifié ou nécessaire dans le secteur de

l'énergie au cours des décennies à venir suggère que des signaux clairs doivent être envoyés aux décideurs afin d'éviter des effets de verrou et de rendre tout effort futur de réduction d'émissions prohibitif et probablement très difficile politiquement.

Bref, il n'apparaît pas simple de « soupeser les risques d'une action excessive ou insuffisante ». Si nous agissons trop peu, la double inertie des sociétés industrielles et du climat peut nous conduire à des niveaux de concentration de gaz à effet de serre insupportables. Si nous agissons trop vite et trop fort nous pourrions payer trop cher un avantage environnemental trop mince.

Un objectif à long terme ambitieux, mais sous condition de coûts

Comment résoudre ce dilemme ? Une solution consisterait à opter pour un objectif de concentrations de gaz à effet de serre "le plus bas possible", tout en acceptant qu'il ne soit pleinement atteint que sous condition de coût. En d'autres termes, l'objectif serait défini en fonction d'hypothèses optimistes quant aux coûts des énergies sans carbone mais la pleine réalisation des objectifs de court terme compatibles avec la trajectoire d'émissions ainsi définie dépendrait des coûts réels rencontrés en chemin. En réalité, et très légitimement, c'est l'objectif ultime qui serait ainsi lui-même révisé à la hausse si les coûts pour l'atteindre s'avèrent plus élevés que prévus.

Nous verrons dans un instant comment l'analyse économique confirme le bien-fondé d'une telle proposition, puis comment la mettre en œuvre dans le contexte des accords inter-nationaux contre l'effet de serre tout en facilitant l'élargissement de l'action de réduction des émissions. Il faut préciser que les mécanismes qui pourraient ainsi faire dépendre les objectifs de court terme des coûts réels de réduction des émissions ne sont pas exclusifs des mécanismes, déjà prévus par la Convention et le protocole de Kyoto, de réexamen périodique des engagements pris à la lumière des avancées de nos connaissances scientifiques et techniques – et qui sont, eux, toujours susceptibles de conduire à des révisions à la baisse de l'objectif ultime.

Une conclusion inévitable d'une telle approche est la nécessité d'une incorporation rapide des pays en développement dans le cadre global d'action. Même si les pays industriels ramenaient leurs propres émissions à néant, la poursuite à l'identique de la croissance actuelle des émissions du monde en développement ne permettrait pas d'atteindre à la stabilisation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre – et moins encore à un niveau relativement faible tel qu'envisagé ici. Il conviendra donc d'examiner les options pour des engagements futurs de ces pays susceptibles de rendre ceux-ci attractifs – et à tout le moins telles qu'ils ne seraient pas perçus comme une contrainte supplémentaire au développement économique et à l'éradication de la pauvreté.

Les engagements de court terme : une approche marginaliste

Devant l'ampleur du problème du changement climatique et le coût potentiel des stratégies de réponse les instruments économiques se sont rapidement imposés dans le débat. Taxes et permis négociables permettent également de répartir l'effort de réduction là où il est le moins coûteux – à condition que les marchés fonctionnent correctement, ce qui peut nécessiter d'autres types d'instruments en complément. Cette grande efficacité économique est trop souvent présentée comme permettant simplement d'atteindre un objectif environnemental quelconque au moindre coût pour la société. Dès lors que l'objectif de long terme ne peut être fixé à l'avance, on conviendra que, dans une approche dynamique où les leçons d'une période servent à déterminer le niveau d'effort des périodes ultérieures, l'efficacité économique devient une clé de l'efficacité environnementale du dispositif. Elle permet d'atteindre l'objectif environnemental le plus ambitieux pour un coût donné – celui que nos sociétés accepteront en définitive de payer pour parer aux menaces des changements climatiques

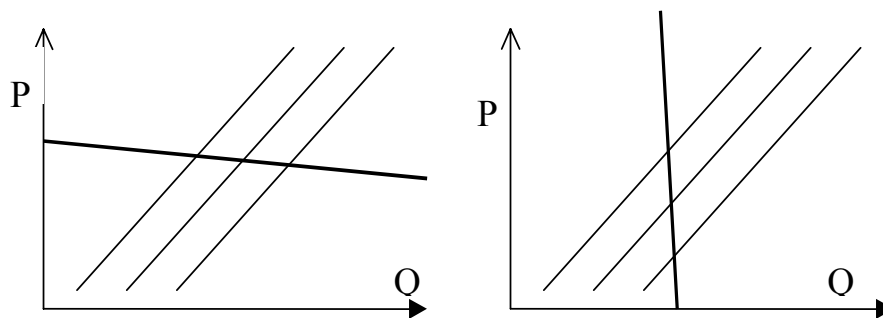
Taxes versus permis

Convient-il de préférer les taxes ou les permis négociables ? De nombreux éléments peuvent entrer en ligne de compte pour les décideurs. Les taxes sont souvent impopulaires, et peuvent affecter la profitabilité des entreprises fortement consommatrices d'énergie si elles sont en concurrence avec celles d'une zone non taxée. Il est difficile de conserver une incitation forte à la marge tout en exemptant ces entreprises d'une part essentielle des taxes. Avec les permis, on peut plus facilement combiner allocation gratuite et allocation payante – l'allocation gratuite préservant cette profitabilité et l'allocation payante permettant, comme avec les taxes, un certain "double dividende" par réduction d'autres taxes pesant par exemple sur l'emploi¹. On estime souvent que les permis ne peuvent concerner que les grandes entreprises et que les taxes s'imposent pour les émetteurs dispersés, cependant rien n'interdit de concevoir un système de permis en amont dans lequel c'est l'introduction du carbone dans l'économie nationale qui est régulée. Par ailleurs, pour atteindre une efficacité économique mondiale, il conviendrait d'adopter partout le même niveau de taxes – condition pour que les réductions moins chères soient partout entreprises et que les réductions plus coûteuses ne soient nulle part réalisées. Cependant, un tel schéma se heurte d'abord aux souverainetés nationales mais plus sûrement encore aux différences de volonté et de capacité à payer – d'autant plus grandes que notre monde reste profondément marqué par de très importantes inégalités de revenus. L'avantage considérable des échanges de permis est de permettre une dissociation de l'efficacité et de l'équité, en clair, de permettre une répartition acceptable des coûts entre nations, puis de redistribuer les efforts de réduction réels là où ils sont les moins coûteux.

Pourtant, si l'on met pour un moment entre parenthèses la division du monde en près de 200 nations souveraines et qu'on examine le choix entre taxes et permis comme le ferait un décideur unique (un gouvernement mondial) – alors il conviendrait de choisir sans hésiter les taxes. En effet, d'un point de vue économique, si les coûts d'abattement sont connus, les deux types d'instruments sont équivalents. Définir un objectif quantifié revient à définir un coût, définir un niveau de taxation permet de connaître le niveau d'émission qui en résultera. Si les coûts d'abattement sont inconnus ou incertains, on sait depuis Martin Weitzman (1974) que le choix repose essentiellement sur une comparaison des pentes des courbes de coûts et de bénéfices au voisinage de l'optimum supposé. Une pente plus forte de la courbe des coûts appelle le choix d'instruments basés sur les prix, une pente plus forte de la courbe des bénéfices appelle le choix d'instruments fondés sur les quantités.

La figure 1 illustre ce raisonnement. Une pente forte de la courbe de bénéfices marginaux signifie que le dommage augmente rapidement avec le niveau de pollution. Il vaut alors la peine d'acquérir une certitude sur le niveau de pollution, plutôt que de risquer de souffrir d'un dommage environnemental trop important. Si, au contraire, la courbe de bénéfice marginal est plate, cela signifie que le dommage s'accroît lentement avec le niveau de pollution. Il est alors préférable d'acquérir une certitude sur le coût marginal de réduction des émissions, plutôt que de risquer de payer trop cher un bénéfice environnemental supplémentaire trop petit.

Figure 1. Prix versus quantités selon Weitzman



P pour prix, Q pour quantités de réductions d'émissions. L'origine représente le niveau incontrôlé d'émissions. La ligne épaisse représente le coût marginal des dommages, c'est-à-dire le bénéfice marginal de la politique examinée, les trois autres lignes représentent trois possibles courbes de coûts marginaux (au milieu, la "meilleure estimation").

Ce résultat est peut-être davantage intuitif avec des situations extrêmes. Par exemple, dans le cas d'une catastrophe survenant au-delà d'un certain

seuil d'émission, avec un dom-mage infini. Avec une courbe de bénéfice verticale, un instrument quantitatif serait absolument nécessaire. A l'inverse, si le coût marginal est constant (sa courbe horizontale), définir une taxe à ce niveau exact assurerait un résultat optimal quels que soient les coûts. Un instrument fondé sur le prix serait donc le meilleur choix.

Dans le cas du changement climatique, les coûts dérivent des réductions d'émissions, tandis que les bénéfices dérivent des concentrations. Étant donné l'importance du stock actuel de gaz carbonique dans l'atmosphère (730 PgC) par rapport aux émissions anthropiques annuelles (environ 8 PgC), les concentrations changent lentement. Il est donc très probable que durant n'importe quelle courte période, les coûts marginaux croissent plus vite que les bénéfices marginaux. Diverses études – notamment celle de Newell et Pizer (2000) – ont suggéré que même en tenant en compte tous les effets à long terme des réductions d'émissions², les instruments prix (les taxes) seraient largement préférables aux instruments quantités (les permis). On peut bien entendu discuter les valeurs retenues pour les principaux paramètres dans ces travaux, cependant ces résultats semblent relativement robustes car il faudrait des dommages climatiques coûtant plusieurs milliers de fois plus que les estimations pour renverser la préférence pour les taxes.

L'intuition confirme ce résultat. Selon l'analyse de Bert Bolin rappelée ci-dessus, la pleine réalisation du protocole de Kyoto réduirait au mieux de 2 ppm la concentration en CO₂ attendue en 2010. Quel que soit le coût marginal du changement climatique résultant d'une tonne supplémentaire de CO₂, il est simplement difficile de concevoir qu'il puisse être très différent au voisinage de 384 ppm et au voisinage de 382 ppm.

Bien sûr, une autre possibilité serait que le coût des dommages climatiques s'accroisse soudain très rapidement – dans le cas de “mauvaises surprises”, c'est-à-dire des changements climatiques globaux importants et non-linéaires, comme l'interruption des courants océaniques ou la fonte des calottes glaciaires. Le Giec estime « très faible » la probabilité actuelle de tels événements mais elle augmenterait dans le futur avec l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre.

Cependant, si l'on estime que des dommages aussi importants sont possible, alors il convient de choisir non seulement un instrument quantité mais aussi de réduire très vite les émissions mondiales afin de stabiliser les concentrations de CO₂ à un niveau proche de leur niveau actuel. Une analyse de sensibilité conduit en effet Newell et Pizer à estimer que les quantités deviendraient préférables si les réductions à court terme étaient égales ou supérieures à 40 % des émissions mondiales. Autrement dit, les quotas sont cohérents avec des réductions très fortes. Si la communauté internationale choisit un rythme de réduction moins rapide, alors il vaudrait mieux choisir des instruments basés sur les prix.

Certitude versus ambition

Cet argument n'épuise pourtant pas le sujet des relations entre l'ambition des politiques de réduction des émissions et le choix des instruments optimaux. Revenons un instant sur la démonstration de Weitzman. Celui-ci compare les coûts et bénéfices espérés avec deux instruments : taxes et quotas. Ces instruments sont calés de façon à fournir des réductions d'émissions identiques en fonction de la meilleure estimation possible des coûts de réduction. Weitzman montre que l'instrument prix, par rapport à l'instrument quantités, réduit les coûts espérés, mais réduit également les bénéfices espérés (voir encadré 1 page suivante).

Des coûts espérés moindres, mais aussi des bénéfices espérés moindres, avec les instruments prix : voilà qui explique sans doute une préférence spontanée des environmentalistes pour les quantités – mais la bonne méthode consiste bien sûr à comparer la taille des bénéfices perdus et des coûts évités avec les prix.

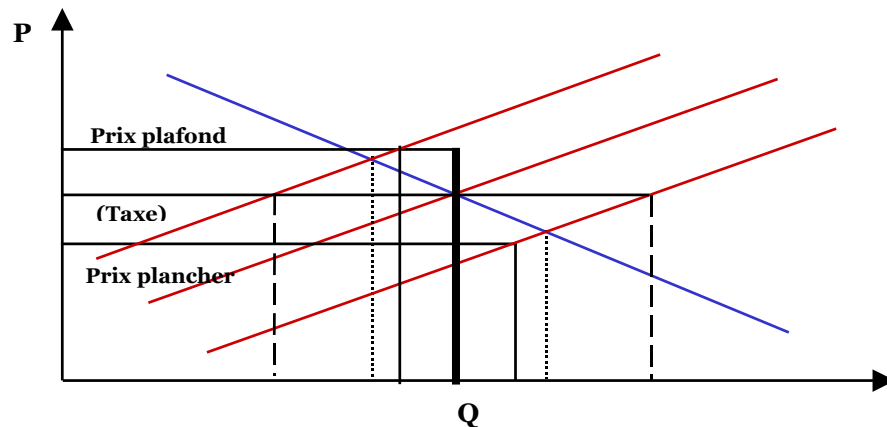
Surtout, nous voyons là qu'il est toujours possible de définir avec les instruments prix une politique plus ambitieuse, mais moins coûteuse (en coûts attendus) que celle qu'on aurait définie avec des quotas. Si les paramètres économiques du problème font pencher la balance en faveur des instruments prix, cela signifie que le renoncement à la certitude sur le niveau d'émission atteint avec les quantités importe moins que la possibilité de définir des objectifs plus ambitieux avec les prix. Ainsi, si par exemple un accord ne peut être trouvé sur une "meilleure estimation" du coût marginal des dommages en contexte d'incertitudes, il pourra s'avérer possible de s'accorder sur un politique plus ambitieuse mais relativement moins coûteuse en utilisant le "bon" instrument. Mais celui-ci n'est pas nécessairement un pur instrument prix. Au contraire, il a toutes les chances d'être plutôt un instrument de type hybride.

Les instruments hybrides

Dès 1976, Roberts et Spence montraient qu'un instrument hybride, constitué d'un objectif quantitatif assorti d'un prix plafond et d'un prix plancher, était généralement préférable à l'un ou l'autre des instruments purs. Si les coûts sont plus faibles que prévus, l'Etat verse une subvention pour acquérir un surcroît de réduction d'émissions. Si les coûts sont plus élevés que prévus, l'Etat met en vente des permis supplémentaires au prix plafond.

Comme le montre la figure 2, un tel instrument permet de mieux "approximer" la courbe des bénéfices marginaux. Que les coûts soient plus élevés que prévu ou plus faibles, on reste toujours plus proche de la réduction optimale qu'on aurait pu l'être avec une quantité seule ou une taxe seule. L'instrument hybride se ramène à la taxe si les coûts sont parfaitement constants et se ramène à la fixation d'une simple quantité si les coûts sont en un point quelconque infinis (courbe verticale).

Figure 2. L'instrument hybride selon Roberts et Spence



En rouge, trois courbes de coûts marginaux. En bleu, la courbe de dommage marginal. L'origine représente le niveau incontrôlé d'émissions. Si les prix plafond et plancher sont bien ajustés, le niveau réel de réductions d'émissions obtenu (figurés par les traits pleins) selon que leur coût marginal est inférieur ou supérieur au coût attendu permet d'être toujours plus proche des niveaux optima (compte tenu des coûts réels, figurés par les lignes grisées) qu'on ne pourrait l'être avec un instrument pur, qu'il s'agisse du quota (ligne épaisse) ou de la taxe (lignes pointillées)

Ceci suggère que la démonstration du caractère plutôt "plat" (horizontal) de la courbe des bénéfices de l'action de réduction des émissions de gaz à effet de serre n'est pas indispensable au plaidoyer en faveur d'un instrument hybride. Elle le renforce toutefois puissamment quand l'alternative envisagée est, du point de vue de l'économiste, le moins adapté des instruments purs – en l'occurrence la fixation d'une quantité.

Encadré 1 (Weitzman, 1974)

Selon Martin Weitzman, la valeur des coûts espérés résultant du choix d'un instrument prix plutôt que d'un instrument quantité s'écrit :

$$E[C_{prix} - C_{quantite}] = -\frac{\sigma^2}{2c}$$

où c représente la pente de la courbe des coûts marginaux et σ^2 la variance de la fonction de coût.

Cette valeur est toujours négative : les coûts attendus avec les prix sont inférieurs aux coûts attendus avec les bénéfices. Une intuition de ce résultat est la suivante : avec une taxe, si les coûts sont plus faibles qu'attendus, davantage de réductions sont entreprises. Si les coûts sont plus élevés qu'attendus, moins de

réductions sont entreprises. Le coût total des réductions supplémentaires dans le premier cas est toutefois inférieur au coût total des réductions non entreprises dans le second – puisque le coût marginal croît avec le volume des réductions entreprises (au cours d’une même période).

La valeur des bénéfices espérés résultant du choix d’un instrument prix plutôt que d’un instrument quantité s’écrit quant à elle :

$$E[B_{\text{prix}} - B_{\text{quantité}}] = -\frac{\sigma^2}{2c^2}b$$

où b représente la pente de la courbe des bénéfices marginaux.

Cette valeur est toujours négative : les bénéfices attendus avec les prix sont inférieurs aux bénéfices attendus avec les quantités. Intuitivement, on conçoit que le volume des bénéfices supplémentaires, dans le cas où les coûts sont inférieurs aux attentes, est moins élevé que le volume des bénéfices perdus si les coûts sont supérieurs aux attentes. Ceci reflète le fait que le bénéfice marginal décroisse avec la quantité de réduction d’émissions entreprise au cours d’un même période – conformément à l’hypothèse de coûts croissants des dommages.

La différence entre les bénéfices nets espérés avec les prix et les bénéfices nets espérés avec les quantités s’écrit :

$$\Delta = \frac{\sigma^2}{2c^2}(c - b)$$

Elle est d’autant plus grande que l’incertitude est grande – et son signe, surtout, dépend exclusivement du rapport des pentes respectives des courbes de coûts et bénéfices marginaux – CQFD.

Ceci étant, la quasi-totalité des auteurs qui ont préconisé une sorte d’hybride s’en sont jusqu’alors tenus à plaider pour l’introduction d’un prix plafond, une “soupape de sécurité” – jamais pour celle d’un prix plancher (outre Newell & Pizer, voir notamment Courne de & Gastaldo, 2000, Aldy *et al.*, 2001, Jacoby & Ellerman, 2002). Cette répugnance à envisager un prix plancher peut être inspirée par le sentiment d’une infaisabilité politique sur le plan international. Elle peut plus sûrement reposer sur la critique économique de l’utilisation de subventions comme instruments de lutte contre la pollution. En effet, des subventions visant directement les réductions d’émissions risquent, tout en réduisant les émissions des entreprises individuelles d’un secteur économique quelconque, de ne pas réduire et même d’augmenter les émissions totales de ce secteur (voir Baumol et Oates, 1988). Force nous est alors de réfléchir à la conception d’un système hybride asymétrique – composé d’un objectif quantifié et d’un prix plafond, mais sans prix plancher.

Le problème saute aux yeux : si l'objectif quantifié est fixé sur la meilleure estimation de coût, le risque de sous-investissement dans la politique environnementale au cas où les réductions d'émissions s'avèreraient moins coûteuses que prévu n'est pas corrigé, du fait l'absence de prix plancher. Il convient donc d'opter d'emblée pour une politique plus ambitieuse – une quantité d'émissions inférieure – afin de corriger ce risque. Ce que nous décrivions plus haut comme une simple possibilité dans le choix d'un instrument prix – adopter une politique plus ambitieuse permise par des coûts attendus moindres – devient une exigence d'optimalité dans le cas d'un instrument hybride asymétrique constitué d'une quantité assortie d'un prix plafond.

Cependant, on peut se demander si l'avantage économique d'un tel instrument par rapport à une simple taxe est important lorsque la courbe des bénéfices marginaux est très plate, comme c'est sans doute le cas – au cours de toute période courte – avec le changement climatique. La réponse est probablement négative. Mais la taxe, ou plutôt, dans un monde de près de deux cent nations de niveaux de développement économique très variés, des taxes domestiques coordonnées à l'échelle internationale, ne constituent pas véritablement une option. Seuls les systèmes de quotas permettent, au travers des échanges d'émissions, de faire financer les réductions peu coûteuses des pays pauvres par les pays riches. On peut toutefois concevoir des options pour des engagements futurs capables de combiner cet avantage avec ceux des taxes – au premier rang desquelles, bien entendu, l'adjonction d'un prix plafond au système de quotas et de permis.

Le prix plafond

Nous allons maintenant examiner la mise en œuvre pratique du concept de prix plafond, ce qui nous amènera à distinguer le cas des pays industriels de celui des pays développés.

En pratique, un prix plafond peut prendre simplement la forme de permis d'émissions supplémentaires en quantité illimitée vendus à prix fixes. Reste à savoir qui peut vendre ces permis, à quel prix, et ce qu'il conviendrait de faire des fonds éventuellement recueillis. La question du prix se subdivise elle-même en plusieurs : comment doit-on fixer le prix en théorie ? Faut-il un prix unique au plan mondial ? Et si oui, un accord sur un tel prix est-il possible ? Commençons par ces dernières questions.

Le niveau de prix

En théorie les choses sont claires : pour conserver dans la plupart des cas tous les avantages d'un système d'échange de permis d'émissions, le prix plafond doit être choisi dans la moitié supérieure des estimations de coûts associées à l'objectif quantifié global choisi. Ainsi, ce sera seulement si les coûts réels sont plus élevés que prévu que le prix plafond conduira à

relâcher l'objectif quantifié. Dans tous les autres cas, le prix plafond ne sera simplement pas activé.

Le besoin d'harmonisation est clair : si deux pays pouvant échanger leurs permis sans restriction disposent de prix plafond différents, le pays avec le prix plafond le plus bas sera incité à vendre ses permis à un prix supérieur à son prix plafond, puis à compenser le surcroît d'émission en achetant des permis supplémentaires au prix plafond. Non seulement le prix le plus bas s'imposerait comme le seul, mais de plus le système profiterait largement au pays avec le prix le plus bas.

Cependant, on peut concevoir des échanges entre deux pays avec des prix plafonds différents avec certaines restrictions. Il suffirait en réalité de s'assurer que le pays avec le prix le plus bas ne revend pas plus cher des permis achetés au prix fixe, c'est-à-dire qu'il ne vend que si ses émissions réelles sont effectivement inférieures à la quantité qu'il a reçue initialement. Autrement dit, un pays ne pourrait être à la fois vendeur et acheteur. Nous verrons plus loin comment une telle idée peut s'avérer utile pour intégrer les pays en développement dans la lutte contre le changement climatique.

On n'imagine pas pour autant que chaque pays soit doté de son propre prix plafond : le système d'échange mondial de permis deviendrait alors excessivement complexe. Une harmonisation du prix plafond entre pays de niveaux de développement relativement comparables serait très souhaitable. Est-elle possible ? Certains analystes ont estimé que négocier un prix plafond unique serait un "cauchemar" dès lors qu'un consensus est nécessaire (Müller *et al.*, 2002). La négociation des quantités permet la différenciation – mais ceci serait perdu dans la négociation d'un prix plafond commun. Or la volonté à payer diffère d'un pays à l'autre. Par ailleurs, on peut craindre que la négociation simultanée de quantités et d'un prix plafond commun rende la négociation plus difficile parce que plus complexe.

Cependant, la volonté à payer des pays se reflète avant tout dans un concept comme celui du niveau d'effort (les coûts totaux exprimés en proportion du PIB) plutôt que dans celui de coût marginal. Tandis que le prix plafond limite le coût marginal de l'effort global, les coûts totaux de chaque pays, et donc leur niveau respectif d'effort, seront davantage influencés par leurs engagements quantifiés – et ceux-ci peuvent être largement différenciés entre pays. Par ailleurs, la négociation d'un prix plafond complique la négociation, mais son existence peut faciliter la négociation des quantités allouées à chacun en réduisant les risques économiques associés, si bien qu'au final il est difficile de dire si un prix plafond accroîtra ou réduira la difficulté globale des négociations futures.

Que faire des fonds ?

On a parfois suggéré que les achats éventuels de permis supplémentaires au prix plafond doivent permettre une "restauration" complète de "l'intégrité" environnementale de l'accord, en achetant des réductions d'émissions supplémentaires en quantité suffisante. Mais c'est impossible

par construction, car il ne resterait nulle part de réductions d'un coût inférieur si l'accord est global. Si ces fonds sont utilisés pour financer des réductions supplémentaires, celles-ci seront progressivement plus coûteuses – et en principe leur coût sera supérieur au bénéfice marginal qu'elles procureraient. Au mieux, ces fonds permettraient ainsi de réduire un peu l'écart entre le niveau global d'émissions et l'objectif initial, ce qui pourrait rendre le prix plafond plus acceptable pour certains.

Les choses pourraient être différentes si certains types de réduction ne sont pas admis au titre des objectifs quantifiés. Dans les accords de Bonn et Marrakech, l'usage des puits (forêts) dans les pays en développement via le Mécanisme de développement propre a été plafonné. Diverses raisons ont conduit à limiter cet usage des puits, par exemple la crainte qu'une recherche de la maximisation des captures de carbone dans ce contexte puisse conduire à sacrifier d'autres objectifs légitimes de la foresterie (biodiversité, protection des nappes phréatiques, réduction de l'érosion, amélioration des possibilités d'agroforesterie pour les populations locales). Certaines d'entre elles pourraient n'être pas opposables à un financement par cet argent supplémentaire, dès lors que la maximisation des captures ne seraient plus un critère décisif, comme l'ont suggéré Sclamadinger *et al.*, 2001.

Un autre usage possible de ces fonds serait de financer l'adaptation. Le prix plafond ne saurait être éloigné de ce que nous pensons être le coût de l'externalité due au changement climatique. Quand l'adaptation est possible, son coût peut être considéré comme une approximation du coût de l'externalité elle-même. Le prix plafond représente alors le niveau au-dessus duquel l'argent est mieux utilisé pour financer l'adaptation que pour réduire davantage les émissions. On peut donc plaider que cet argent devrait venir gonfler le Fonds pour l'adaptation créé par l'accord de Bonn.

Un autre usage intéressant serait le financement d'efforts coordonnés pour accélérer le développement et la dissémination de technologies sans carbone spécifiques. Il s'agirait moins de restaurer l'intégrité à court terme de l'accord que de participer directement à l'un de ses plus importants objectifs – rendre disponibles à coûts acceptables les technologies qui seront nécessaires au cours des périodes suivantes pour accomplir des réductions bien plus importantes.

Une mise en œuvre commune ou simplement coordonnée ?

Il y a deux façons distinctes d'envisager le prix plafond. Celle qui vient le plus spontanément à l'esprit est sans doute l'achat par les pays de permis supplémentaires au prix plafond, qui seraient mis en vente par une institution internationale (on pense par exemple au Fonds pour l'environnement mondial). Pourtant, le concept n'implique pas que les pays paient, mais plutôt que les agents économiques seront confrontés à ce prix, – qui pourrait être payé à chaque gouvernement. Le prix plafond pourrait prendre la forme de pénalités domestiques en cas de non-conformité. Les fonds pourraient alors être utilisés pour financer la R&D de technologies sans carbone à l'échelle du pays, pour réduire d'autres taxes ou pour tout autre objet.

Un tel schéma suppose toutefois que tous les émetteurs potentiels soient régulés au travers d'un système de permis "amont" (le permis est nécessaire pour introduire des combustibles fossiles dans l'économie) ou que les émetteurs qui ne seraient pas régulés par un système de quotas le soient par une taxe carbone située au même niveau que le prix plafond. En définitive, ceci pourrait bien être aussi difficile à négocier que des taxes carbone domestiques coordonnées au plan international. A l'inverse, certains pays pourraient ne pas accepter aisément l'idée de paiements internationaux.

Un prix plafond nul pour les pays en développement

On n'imagine pas les pays en développement s'accorder avec les pays riches sur un prix unique qui représenterait le coût marginal de l'effort – à moins d'être certains de se voir accorder d'emblée des quantités de permis supérieures à leurs besoins, y compris avec les hypothèses de croissance économique les plus optimistes. D'où l'idée d'engagements "non-contraignants" pour les pays en développement (Philibert, 2000). Avec un tel système, le pays en développement peut émettre plus que son quota, mais il est incité à ne pas le faire par la perspective de pouvoir vendre au prix international son surcroît de permis d'émissions si ses émissions réelles sont inférieures à son quota. Pour éviter la tricherie, plusieurs systèmes sont concevables, le plus séduisant étant sans doute la responsabilité limitée aux permis vendus, complétée par la réserve de période d'engagement instituée par les accords de Bonn et Marrakech (Philibert et Pershing, 2001). En fin de compte, ces engagements non-contraignants ne constitueraient rien d'autre que l'application aux pays en développement du concept de prix plafond – celui-ci étant nul.

Il faut souligner qu'un tel concept, s'il n'assure pas la participation effective des pays en développement, la facilite cependant grandement : de tels engagements ne risquent jamais de devenir une contrainte sur le développement économique, raison première du refus des pays en développement (PED) de s'engager. De plus, il est possible de négocier des engagements relativement plus ambitieux avec cette formule que ce ne serait le cas avec des engagements contraignants : ce qui vaut pour tout prix plafond vaut *a fortiori* pour un prix plafond nul. Plus simplement, on discutera avec les PED de la taille d'un avantage, non de l'ampleur d'un risque économique – et c'est probablement la seule façon d'obtenir l'adhésion des pays en développement sans ajouter de grandes quantités d'air chaud, c'est-à-dire de surplus de droits d'émissions, dans le système.

On notera que cette proposition ne nécessite pas un improbable accord sur un schéma à long terme explicite de répartition des émissions entre pays. Toute tentative d'aller plus ou moins rapidement vers une distribution de droits à émettre sur une base égalitaire par habitant risque d'entraîner pour les pays industriels des coûts bien supérieurs à ceux requis pour la stabilisation des concentrations. Il leur faudrait en effet "racheter" l'air chaud ainsi généreusement alloué aux pays en développement, et ce à un

prix qui dépendra du niveau de réduction globale des émissions entrepris. A supposer même qu'un tel schéma soit acceptable dans son principe, son risque évident serait de freiner l'action contre les changements climatiques – la disponibilité à payer des pays riches n'étant pas élastique à l'infini. En revanche, elle postule qu'une base possible pour un accord est que les pays en développement – du moins la plupart d'entre eux, ceux dont le revenu par tête est clairement inférieur à celui des moins bien lotis des pays développés – n'aient, au moins dans l'immédiat, rien à payer au titre de l'atténuation des changements climatiques. Bref, au lieu de considérer la répartition des droits à émettre, elle considère en premier lieu la répartition des coûts de réduction des émissions – et en dispense les plus pauvres.

Les objectifs dynamiques

L'option du prix plafond, pour séduisante qu'elle soit, n'est toutefois pas la seule à pouvoir satisfaire notre cahier des charges. Dans une certaine mesure, des objectifs "dynamiques", indexés sur la croissance économique, sont également capables d'ajuster le niveau d'effort aux coûts réels des politiques suivies – notamment dans la mesure où ces coûts dépendent partiellement de l'ampleur des réductions nécessaires pour atteindre un objectif fixe en fonction d'un scénario de référence qui est, lui, incertain. Selon cette option, les émissions ne sont pas plafonnées en termes absolus. Des montants alloués sont définis *a priori* sur la base d'une prévision de croissance, puis ajustés en fin de période en fonction de la croissance réelle.

Les objectifs dynamiques ou indexés sur la croissance économique ont d'abord été suggérés comme une solution pour intégrer les pays en développement, notamment par Frankel, 1997, puis Baumert *et al*, 1999. En 1998, l'Argentine proposait d'adopter un engagement de ce type. Plus récemment s'est posée la question de savoir si ce type d'objectifs pour des pays industriels pouvait également contribuer à la lutte contre les changements climatiques et à l'élaboration de futurs accords, notamment dans le cadre des travaux du Groupe des experts de l'Annexe 1, dont l'AIE et l'OCDE assurent le secrétariat. Elle se pose avec encore plus d'acuité depuis l'annonce de la nouvelle politique des Etats-Unis vis-à-vis du changement climatique, qui s'appuie notamment sur un "objectif intensité".

L'indexation des montants alloués

Les objectifs dynamiques permettent une différenciation étendue entre pays. Elle peut porter sur les montants eux-mêmes mais aussi sur la formule d'indexation. Un "objectif intensité" représente un cas extrême : l'objectif est exprimé par un ratio fixe, celui des émissions par rapport au PIB, ce qui nécessite un ajustement de la quantité allouée au départ strictement proportionné à l'écart du PIB par rapport à la prévision. Si Lisowski (2002) défend le principe des objectifs "intensité" pour tous pays,

rien n'interdit de prévoir que si le PIB est supérieur ou inférieur de 10 % à la prévision, le montant assigné sera ajusté de 8 %, ou 5 % ou 2 %. On peut préférer une indexation "moins que proportionnelle" des montants alloués – sans aller jusqu'à l'autre extrême, qui nous ramènerait aux objectifs fixes. En effet, en cas de croissance économique plus forte que prévu, il y aura sans doute une accélération de la rotation du stock de capital fournissant plus d'occasion de réductions bon marché. Surtout, en cas de récession ou de faible croissance, les besoins énergétiques de base de la population ne diminueront pas, au contraire de ceux qui sont relatifs aux activités économiques. Des pays encore faiblement industrialisés devraient se voir accorder une augmentation relative d'intensité énergétique en cas de récession, afin d'éviter le risque souligné par Müller *et al.* (2002) de voir les objectifs climatiques "doubler la peine". Il est toutefois possible que les objectifs dynamiques offrent aux pays en développement une protection jugée insuffisante contre les risques économiques, comme le montre Lutter (2000), ce qui pourrait conduire ces derniers à préférer des objectifs non-contraignants. Cependant, on notera que des objectifs non-contraignants dynamiques pourraient davantage assurer la participation effective des pays en développement aux échanges de permis d'émissions.

Certains critiques (Moor *et al.*, 2002) ont toutefois estimé que l'incertitude sur les objectifs quantifiés dynamiques pourrait rendre les échanges de permis difficiles. Cependant, si le lien entre la croissance et les émissions est vérifié, ce ne sera pas le cas. Au contraire, les incertitudes sur ces deux éléments se compenseront. L'incertitude sur le déficit ou le surplus de permis en fin de période sera réduite, et non augmentée, par des objectifs dynamiques en comparaison avec des objectifs fixes. En revanche, il est certain que les objectifs dynamiques requièrent plus d'informations que les objectifs fixes. La mesure du PIB, en particulier, peut être discutable dans nombre de pays en développement. Un problème de moindre gravité est celui du choix des unités de mesure du PIB. Cependant, si l'on renonce à vouloir comparer les pays entre eux pour s'intéresser avant tout aux évolutions du PIB au sein de chaque pays, l'utilisation de monnaie locale constante peut généralement convenir.

L'utilisation d'objectifs dynamiques par des pays industrialisés suscite des craintes différentes, qui tiennent à l'incertitude sur les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre inhérente à cette option (Moor *et al.*, 2002). Müller *et al.* (2002) souligne que les niveaux d'émissions ne peuvent pas être garantis. Ils suggèrent que des "objectifs intensité" ne peuvent délivrer des réductions substantielles que si la réduction d'intensité requise est supérieure à la croissance (ce qui est exact) et que de tels objectifs perdraient dès lors leur intérêt par comparaison avec des objectifs fixes du type Kyoto. C'est là passer à côté de l'essentiel, l'existence d'une incertitude sur les coûts de réduction, en partie due à l'incertitude sur les projections de croissance. Naturellement, si la projection de croissance sur laquelle l'objectif est fondé se réalise, la quantité assignée ne sera pas ajustée et les coûts réels seront les mêmes, que les objectifs soient fixes ou dynamiques. La différence repose sur les coûts attendus avant que l'incertitude soit levée.

Tout en fournissant davantage de réductions si les coûts sont plus bas qu'attendu, les objectifs dynamiques reviennent moins cher que les objectifs fixes quand les coûts marginaux s'avèrent plus élevés que prévu. C'est ce qui permet l'adoption d'objectifs plus ambitieux pour des espérances de coûts inférieurs – au bénéfice de l'environnement. Mais bien entendu, la possibilité avérée d'adopter des objectifs dynamiques plus ambitieux que des objectifs fixes ne signifie pas que le choix d'objectifs dynamique sera nécessairement associé à une plus grande ambition. La négociation de futurs objectifs fixes ne fournit d'ailleurs pas davantage de garanties – plutôt moins probablement.

Conclusion

L'impossibilité de fixer un niveau optimal de concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère combinée à la nécessité d'agir cependant sans délai conduit à préconiser l'adoption d'objectifs à long terme ambitieux mais sous conditions de coûts. Les options d'objectifs de court terme indexés sur la croissance économique, d'un côté, ou de prix plafond (pour les pays industriels) et d'objectifs non-contraignants (pour les pays en développement) permettent de mettre concrètement en œuvre cette recommandation. Autorisant une différenciation large des divers paramètres en fonction des circonstances des divers pays, ces options peuvent permettre de créer un cadre global d'action étendu à tous les pays. Les échanges de permis, innovation fondamentale de Kyoto, devront être conservés pour permettre de réconcilier l'équité dans la détermination des montants assignés aux divers pays et l'efficacité économique résultant de la redistribution des efforts là où ils seront les moins coûteux – deux conditions essentielles du succès à long terme.

Notes

1. La possibilité d'un double dividende a été questionnée, en particulier à partir de modèles économiques d'équilibre général. Supposant acquis le plein emploi, ceux-ci peuvent en effet difficilement mettre en évidence un bénéfice pour l'emploi. Le consensus est cependant très large dans la classe politique pour attribuer une part de responsabilité dans le haut niveau de chômage en France aux charges et impôts, et devrait donc être aussi important en faveur de la possibilité d'un double dividende grâce à la fiscalité écologiste.

2. Newell & Pizer modifient l'analyse de Weitzman pour tenir compte des effets des réductions d'émissions au cours d'une période sur les périodes suivantes. Ces correctifs augmentent la valeur de l'instrument quantitatif – mais sont loin de pouvoir renverser la préférence pour les prix dans le cas du changement climatique.

Bibliographie

Aldy, J.E., P.R. Orszag & J.E. Stiglitz. 2001. Climate change: an agenda for global collective action, Prepared for the conference on “The timing of climate change policies”, Pew Center on Global Climate Change, October.

Baumert, K.A., R. Bhandari & N. Kete. 1999. What might a developing country climate commitment look like? Climate Notes, World Resources Institute, Washington D.C.

Baumol, W.J. & W.E. Oates. 1988. The theory of environmental policy. Second edition. Cambridge University Press, MA.

Bolin, B. 1998. The Kyoto negotiations on climate change: a science perspective. Science, vol. 279, 16 January: 330-331.

Cournede, B. & S. Gastaldo. 2000. Combinaison des instruments prix et quantités dans le cas de l'effet de serre. Journées AFSE 2000, Marseille, mai.

Frankel, J.A. 1999. Greenhouse gas emissions. Policy Brief 52, Brookings Institution, June.

IEA. 2002. Beyond Kyoto - Energy & climate in the 21st century, IEA/OECD, Paris, à paraître.

IPCC. 2001. Climate change 2000, (Volume I: Science; Volume 2: Impacts; Volume 3: Mitigation; Synthesis Report), Third Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, N.Y.

Jacoby, H.D. & A.D. Ellerman. 2002. The “safety valve” and climate policy. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. MIT, Cambridge, MA, February.

Lisowski, M. 2002. The emperor's new clothes: redressing the Kyoto Protocol. climate policy. A paraître.

Lutter, R. 2000. Developing countries' greenhouse emissions: uncertainty and implications for participation in the Kyoto Protocol. *The Energy Journal*, Vol. 21, N°4.

Moor, A.P.G. de, M.M. Berk, M.G.J. den Elzen & D.P. van Vuuren. 2002. Evaluating the Bush climate change initiative. RIVM rapport 728001019/2002. RIVM, Bilthoven, NL.

Morgenstern R.D.. 2002. Reducing carbon emissions and limiting costs. Resources for the future. February (<http://www.rff.org/climatechangemorgenstern.pdf>).

Müller, B., A. Michaelowa & C. Vrolijk. 2001. Rejecting Kyoto, A study of proposed alternatives to the Kyoto Protocol. *Climate Strategies*. <http://www.climate-strategies.org>

Neumayer, E. 2001. *Weak versus strong sustainability*. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA.

Newell, R.G. & W.A. Pizer. 2000. Regulating stock externalities under uncertainty. Discussion Paper 99-10. Resources for the Future, Washington DC, February.

Philibert, C. 1999. The economics of climate change and the theory of discounting. *Energy Policy* vol. 27 n°15, December.

Philibert, C. 2000. How could emissions trading benefit developing countries. *Energy Policy* vol. 28, n°13, November. Earlier draft (1999) available at: www.oecd.org/env/docs/cc/philibert.pdf

Philibert, C. & J. Pershing. 2001. Des objectifs climatiques pour tous les pays: les options. *Revue de l'énergie*, n°524, février.

Roberts, M.J. & M. Spence. 1976. Uncertainty and the choice of pollution control instruments. *Journal of Public Economics*, vol.5, April/May.

Schlamadinger, B., M. Obersteiner, A. Michaelowa, M. Grubb, C. Azar, Y. Yamagata, D. Goldberg, P. Read, M.U.F. Kirschbaum, P.M. Fearnside, T. Sugiyama, E. Rametsteiner & K. Böswald. 2001. Capping the cost of compliance with the Kyoto Protocol and recycling revenues into land-use projects. *The ScientificWorld*, 1, 271-280.

Weitzman, M. L. 1974. Prices vs. quantities, *Review of Economic Studies*, vol.41, October.