

## L'économie des régimes climatiques : l'impossible coordination?

Jean Charles Hourcade  
CIREN (UMR 8568 CNRS, EHESS)  
Directeur de Recherches Cnrs  
Directeur d'Etudes EHESS

### Introduction

Traiter aujourd'hui de l'économie des régimes climatiques peut être vu comme un exercice d'économie virtuelle tant la gestion de ce dossier sera affectée par l'évolution du contexte géopolitique et par ses conséquences en termes de sécurité énergétique (J.R. Schlesinger, 1989) ou de place du multilatéralisme et du système Onusien dans la gestion des affaires du monde. Faut-il viser, dans la lignée de Kyoto, un régime intégré sous l'égide de la Convention Climat (Rio de Janeiro 1992) ? Peut-on faire vivre, sous cette même Convention, des 'régimes fragmentés' (H.D. Jacoby et al., 1998)? Faut-il revenir à des initiatives unilatérales de pays leaders se coordonnant progressivement puis élargissant le cercle d'une coalition pro-active (C. Carraro and D. Siniscalco, 1992). Tout ceci peut paraître, après la crise Irakienne affaire de politique plus que d'économie.

Le point de vue adopté ici est qu'il convient, dans un contexte propice à de savantes mais souvent volatiles conjectures politiques, tenir sur les fondamentaux de l'analyse économique, mettre à jour et aider les acteurs à percevoir les implications ultimes des diverses options. Mais l'expérience passée montre que l'économiste pour se faire entendre, doit prêter une plus grande attention à la négociabilité de solutions dont il aurait par ailleurs montré la viabilité. On ne peut, en ces domaines où les données scientifiques restent controversées et sont traduites selon divers jugements de valeur sur la solidarité avec les générations futures ou le prix de la précaution environnementale, oublier que les outils de coordination économique ne peuvent être efficaces que s'ils reposent sur une coordination préalable de croyances nécessairement divergentes.

C'est pourquoi je partirai de l'économie politique de la négociation climat démontrer que, malgré ses difficultés, Kyoto, comme le diagnostique le rapport Guesnerie (R. Guesnerie et al., 2002) la seule base envisageable aujourd'hui pour la construction d'un régime viable, garantissant un minimum d'efficacité économique (dont d'ambition écologique) et fournissant un cadre permettant de surmonter les divergences de vues sur la réalité des risques, sur le coût des politiques et sur leur équité. Par la suite, j'esquisserai une sorte de *non agenda*, de mise au clair de 'ce qu'il ne faut pas faire' et des pièges dans lesquels, au vu de l'expérience récente, il convient de ne pas tomber pour qu'un 'Kyoto amendé' puisse inciter les pays du Tiers-Monde puissent à participer aux efforts d'abattement des GES et les USA à re-adhérer au système. Dans une dernière partie je me risquerai à définir ce que devraient être de tels amendements.

## 1. L'économie politique de la négociation climat ou 'Kyoto faute de mieux'

L'expertise économique convoquée autour de l'affaire climatique a convergé autour d'une idée forte, à savoir la nécessité d'égaliser les coûts marginaux d'abattement entre pays et secteurs de façon à minimiser les coûts globaux d'atteinte d'un objectif donné et les risques de distorsion de la compétition internationale. A partir de là, deux architectures de base sont envisageables : des taxes carbone nationales coordonnées et des quotas d'émissions accompagnés de systèmes de permis d'émission négociables.

Deux arguments entrent en jeu en faveur des taxes :

- celui de Weitzmann (M.L. Weitzman, 1974) selon lequel, en cas d'incertitude, il convient, d'adopter une coordination par les prix qui fixe la dépense consentie mais ne garantit pas le niveau final d'émission lorsque les dommages par tonne émise croissent moins vite que les coûts d'abattement et une coordination par quotas dans le cas inverse. Comme l'ont systématisé Newell et Pizer (R.G. Newell et al., 1998) cela semble être le cas de l'effet de serre puisqu'il s'agit d'une 'externalités de stock.

- celui du *second dividende* fiscal généré par le recyclage du produit de la taxe sous forme de baisse d'autres prélèvements obligatoires. Le même résultat est obtenu par des permis nationaux rétrocédés aux enchères par les gouvernements, mais l'argument est plus immédiat dans le cas des taxes. Les controverses autour du fait de savoir si on peut obtenir un double-dividende 'fort', c'est-à-dire à bilan net positif, Goulder (L.H. Goulder and S.H. Schneider, 1998) ne doivent pas masquer un accord général sur le fait que jouer sur la substitution entre bases fiscales réduit le coût en bien-être des politiques par rapport à des approches normatives (IPCC, 2001).

Tentée par l'Union Européenne avant Rio (1992), cette approche fût abandonnée à COP1 (Berlin 1994) pour des raisons qui tiennent à la dynamique même de la négociation (J.C. Hourcade, 2002, 2001). Elle a eu contre elle, outre l'opposition de l'industrie lourde et la résistance de la France vis-à-vis d'une taxe mixte carbone-énergie qui cherchait à tenir compte des sentiments anti-nucléaires de ses voisins, les réflexes intellectuels en faveur en faveur des quotas prégnants chez les ONG écologistes, les diplomates et les juristes de l'environnement imprégnés par le précédent du protocole de Montréal sur l'ozone<sup>1</sup>. Elle ressurgit aujourd'hui après le semi échec de l'approche Kyoto (W. Nordhaus, 2001) (R.N. Cooper, 2001, 1998).

De même c'est la conjonction d'alea diplomatiques et de réflexes intellectuels contradictoires qui a causé l'échec de la coordination par quotas, avant même le rejet du Protocole de Kyoto par l'administration Bush, : refus de la marchandisation de l'environnement à laquelle conduiraient les permis d'émission négociables, querelle autour du *concrete ceiling*, plafond aux échanges de carbone, exigé par l'Union Européenne pour éviter que ceux-ci ne permettent de contourner le lancement de politiques domestiques, crainte, aux USA, de transferts financiers trop importants entraînés par les importations de carbone.

---

<sup>1</sup> Ce précédent était trompeur puisque la production de CFC pouvait être remplacée par des substituts disponibles alors que le seul substitut massif aux énergies fossiles reste le très controversé électronucléaire. était très concentrée, De plus, elle était très concentrée alors que, pour prévenir l'effet de serre on doit jouer sur des milliards de consommateurs et des micro-décisions à des niveaux très variés.

Mais ces paramètres, qui relèvent de l'idéologie et des cycles politiques désaccordés entre les deux rives de l'Atlantique n'auraient pas eu raison de chacune de ces tentatives si les schémas proposés avaient prêté une attention suffisante aux aspérités du monde réel, ici les industries lourdes, là les populations urbaines dépendantes de la voiture, là les régions charbonnières, ensemble d'intérêts disparates qu'il était aisé de transformer en système de blocage. Même si ce jugement est quelque peu abrupt, l'expertise mobilisée autour des deux approches de coordination internationale, a été *volens nolens*, vulgarisée sous une forme simple, celle de la nécessaire émergence d'un prix unique du carbone. Or, un tel prix unique n'assure l'optimalité des politiques que dans un monde de premier rang ; en oubliant ce fait, la vulgate économique renvoie à une sorte d'utopie de la table rase qui s'est heurtée à l'hétérogénéité des situations pré-existantes et des structures incitatives à réunir dans le monde réel. Quatre types d'hétérogénéité se sont avérés critiques:

- la *grande différenciation des impacts sectoriels* d'un prix du carbone du carbone donné : pour \$150/tc le prix de l'essence en France augmente de 8.6%, l'électricité de 9%, le gaz industriel de 34%, les produits pétroliers pour l'industrie de 70%, le charbon de 260%. Or une telle taxe, quoique insuffisante pour déclencher des mutations décisives dans le secteur des transports, heurte de façon frontale les régions ou secteurs liés au charbon qui, dans plusieurs pays clefs, constituent un des principaux lobbies contre des politiques appuyées sur des signaux prix, opposition relayée par des secteurs comme la sidérurgie. Sur le long terme, le but est bien de pousser à une utilisation efficace du charbon, à sa substitution par d'autres énergies et à la spécialisation de l'acier sur les produits où il présente des avantages importants par rapport à d'autres matériaux. Mais il reste que les politiques climatiques constituent une *modification du contrat social* implicite qui encadre ces activités et qu'on doit tenir compte des *coûts de reconversion* et des compensations qu'ils impliquent.

- le fait que *certains pays en développement ont le charbon et les hydrocarbures comme richesse naturelle majeure*. Sur le plan technique, ce problème ne se distingue pas du précédent ; il s'agit de rendre le sentier temporel d'exploitation de ces ressources compatible avec une contrainte carbone. En termes d'économie politique en revanche, il se pose d'une façon très différente car les coûts de transaction liés à la modification du contrat entre la collectivité et les intérêts acquis comptent ici nettement moins que le fait que l'on pose une contrainte sur des ressources sur lesquelles des pays comme l'Inde et la Chine comptent pour asseoir leur développement, à l'instar des pays industrialisés depuis le 19<sup>e</sup> siècle.

- les *écarts de revenu* : l'utilité de 1€ n'est pas identique selon qu'on est riche au pauvre ; le théorème de Bowen Lindhal-Samuelson établit que les cotisations au financement d'un bien public doivent être différenciées de façon à égaliser les coûts marginaux en bien-être, et être fixées au pro-rata de l'utilité marginale du revenu. L'utilité marginale du revenu est certes une donnée difficile à quantifier et la fonction logarithmique communément adoptée pour calibrer les modèles de croissance optimale n'est pas toujours convaincante. Mais, en suggérant par exemple que la contribution par tête des USA devrait être 16 fois plus forte qu'en Inde, elle a l'avantage, au delà de la fragilité du résultat, de souligner l'enjeu : sans compensations, un prix unique du carbone est inéquitable (G. Chichilnisky et al., 2000). Ceci constitue un problème central pour la négociation Nord-Sud, mais aussi un facteur central de résistance aux politiques climatiques dans les pays développés. Les mouvements de refus des hausses, mêmes modestes, de l'essence se font en effet, entre autres, au nom de leur caractère socialement régressif.

- la *diversité des structures incitatives* à mettre en place, en sus des signaux prix *pour enclencher une 'décarbonisation de l'économie' sur le long terme*. La question des transports est symptomatique ; d'un côté en effet, même un prix de 200\$/t ne pourra compenser avant longtemps l'écart de compétitivité (hors taxes) entre les carburant ex- pétrole et les carburants de substitution, de l'autre, la demande de carburants, bien qu'élastique au prix sur le long terme est gouvernée par des décisions d'infrastructure, des évolutions des processus industriels (just in time) ou des formes urbaines dans lesquelles les prix de l'énergie ne constituent qu'un paramètre de décision secondaire. En d'autres termes, des mesures autres que les prix du carbone sont ici nécessaires (péages, plans d'urbanisme, règles de sécurité) pour faire pivoter le système. On retrouve la même question pour l'habitat, et plus généralement pour les politiques d'innovation dans le secteur de l'énergie.

Au total, *l'unicité du prix du carbone* est nécessaire pour que les abattements soient effectués là où ils sont le moins coûteux, mais elle ne minimise les coûts en bien-être qu'accompagnée de dispositifs complémentaires sous forme de *transferts compensatoires*. C'est ici que le système des permis d'émission négociables présente des avantages par rapport à une coordination par les taxes. Sauf si on fait l'hypothèse de présence systématique de double-dividendes au sens fort, les taxes en effet devraient s'accompagner de transferts qui sont possibles au sein de chaque Etat mais peu réalistes à l'échelle internationale; dans un contexte de recul de l'aide au développement, tout mécanisme de ce type, à supposer même que les pays de l'Ocde l'envisagent, sera immédiatement suspecté par les pays du Tiers-Monde d'introduire une conditionnalité environnementale à l'aide. Dans le cas des permis d'émission négociables en revanche les gouvernements gardent toute latitude pour compenser en interne les effets redistributifs et la question de l'équité internationale peut être réglée, modulo quelques précautions sur lesquelles nous reviendrons, lors de l'allocation initiale des quotas.

De même un système de permis est supérieur comme structure incitative : la faiblesse de ce système, qui justifie la condition de 'supplémentarité', mal gérée entre Kyoto et La Haye à travers le concept de 'concrete ceiling'<sup>2</sup>, est la volatilité des prix du carbone et le fait que, en raison de sur-dotations accordées à tel ou tel pays (Russie et Ukraine à Kyoto, pays en développement dans le futur) ces prix pourraient s'avérer trop bas pour refléter la valeur de long terme de la contrainte. Mais une taxe, si elle pallie ce danger, de donne aucune incitation aux gouvernements pour la mise en place des dispositifs complémentaires puisque les montants collectés sont *recyclés totalement en interne*. Les permis d'émission négociables déclenchent de façon naturelle une telle incitation en *introduisant une contrainte macroéconomique sur la balance des paiements*.

C'est pourquoi on la considèrera dans ce qui suit l'approche *cap and trade* comme supérieure 'faute de mieux' et on se concentrera sur les moyens de corriger ses faiblesses de base. Mais, au préalable, il faut dire quelques mots sur une proposition de plus en plus invoquée pour en éviter les désagréments des approches jouant sur l'émergence d'un signal prix, à savoir un *effort coordonné de R&D*. Qu'on ne puisse jouer sur les seuls signaux prix pour induire une augmentation des efforts de R&D ne fait aucun doute ; en revanche, faire de la R&D une alternative aux signaux prix, c'est méconnaître :

- la *réserve de compétitivité que possèdent les énergies fossiles* ; un des exercices les plus intéressants menés par l'IIASA (A. Gritsevskii and N. Nakicenovic, 2002) est de montrer que deux scénarios contrastés sont plausibles à long terme: le premier est celui d'un retour du

---

<sup>2</sup> Limitation quantitative aux échanges de permis pour forcer les pays à remplir leurs engagements par des politiques et mesures domestiques.

charbon comme énergie dominante avec l'appui du pétrole non conventionnel, la réserve de compétitivité de ces énergies étant renforcée par la capacité des secteurs concernés à financer l'innovation ; le second est celui d'un système à basse intensité de carbone, si une structure appropriée d'incitation est mise en place rapidement pour contrebalancer ce mécanisme.

- *la réalité des mécanismes d'innovation* : lancée aujourd'hui par des milieux opposés aux approches *command and control*, l'idée d'une coordination par la R&D comme substitut aux signaux du marché suppose paradoxalement une démarche 'à la française' : financements publics massifs sur une longue période comme pour l'électro-nucléaire, ou marchés garantis comme le minitel. Outre qu'on voit mal une telle logique extrapolée à l'échelle internationale, elle néglige la réalité technologique du problème posé. Les filières de masse envisagées aujourd'hui renvoient d'abord à deux grandes énergies primaires fort controversées : le nucléaire (fermeture du cycle et sécurité) et la bio-énergie (gestion des déchets). Il faudra donc au minimum gérer cette controverse. De plus, il faudra aussi jouer sur les mécanismes d'apprentissage en matière d'équipements utilisateurs d'énergie et de sources alternatives d'énergie. Cela exige la sécurisation d'efforts d'innovation du secteur privé à une échelle très décentralisée. En d'autres termes, augmenter les efforts de R&D n'est pas une alternative à des efforts d'abattement immédiats et à la mise en place d'incitations économiques.

- *la course de vitesse entre offre alternative et demande* : un système incitatif à la R&D qui contournerait les signaux-prix, c'est créer un mécanisme généralisé de subventions. Politiquement attractif, il ne donne aucun signal au consommateur sur les contraintes réelles de l'offre énergétique à long terme et fait peser le risque d'une déconnexion entre croissance de la demande et rythme de l'innovation, problème majeur pour le secteur des transports.

- *les effets d'éviction* : perçues comme permettant d'éviter l'impopularité de signaux-prix, de pures subventions à la R&D risquent de multiplier les effets d'aubaine et d'engendrer des effets d'équilibre général pervers: les effets liés à la fiscalité (financement par des prélèvements sur d'autres activités des effets externes des activités polluantes) sont ici quantitativement de second ordre mais pas les effets d'éviction sur le reste de la R&D et de l'innovation (L.H. Goulder and S.H. Schneider, 1998). Il y a ici d'un côté les effets d'éviction entre innovation sur la décarbonisation et innovation sur d'autres objectifs publics (santé, éducation) ou sur la productivité générale, de l'autre, au sein des techniques de décarbonisation, les risques de lock-in dans des filières sub-optimales.

Au total, la nécessité incontestable de renforcer les efforts de R&D par des mesures 'non-prix' complémentaires ne saurait, être posée comme un substitut à un système incitatif permettant l'émergence d'un signal-prix, non seulement sur les coûts de long terme de la contrainte carbone, mais aussi sur les autres coûts externes de chacune des technologies alternatives.

## **2. Une précondition pour amender Kyoto, sortir des pièges rhétoriques**

La négociation d'amendements à Kyoto buttera sur un ensemble de pièges de raisonnement dont l'économiste doit prendre conscience au vu de l'expérience passée.

### **2.1. La perception des coûts des politiques**

Les expertises sur les coûts utilisent plusieurs indicateurs dont les utilisateurs ne perçoivent pas toujours la signification : coûts marginaux d'abattement, hausse des prix de l'énergie, dépenses d'énergie rapportées au PIB, variations de PIB, variations du bien-être agrégé.

Certes pour l'économiste, seul le dernier indicateur est pertinent, mais il n'est qu'un artefact bien moins tangible que la hausse du prix de l'essence.

Le tableau n°1 est révélateur des malentendus qui peuvent surgir à ce simple niveau; il montre que la hiérarchie des coûts de Kyoto pour quatre régions<sup>3</sup> en l'absence de marchés de permis et avec redistribution forfaitaire d'une taxe carbone, est fort différente selon qu'on considère les prix du carbone (le Japon et l'Europe apparaissent très pénalisés) ou les pertes de PIB (les USA subissent ici la charge la plus importante). Les raisons en sont connues: coûts marginaux d'abattement plus faibles aux USA mais volume supérieur à effectuer et effets d'équilibre général plus importants en raison d'une intensité carbone initiale très forte. Mais, dans les débats publics, cette inversion de hiérarchie représente une difficulté réelle<sup>4</sup>.

Au delà, le fait que l'indicateur le plus pertinent pour apprécier l'impact ultime des politiques climatiques soit le moins tangible, donc le moins susceptible d'emporter la conviction est un obstacle important pour l'adoption de politiques optimales, par exemple celles qui jouent sur les réformes fiscales et qui buttent sur le relèvement, très tangible lui, du prix des carburants.

Quant au niveau même des coûts d'abattement, on peut geler une négociation par des débats sans fin entre des évaluations optimistes qui supposent de grandes possibilités d'abattement à coûts négatif (utilisation des meilleures technologies disponibles, innovation technique) et des diagnostics plus pessimistes fondés sur l'idée que, si ces technologies étaient réellement coût-efficaces, elles seraient d'ores et déjà employées modulo l'inertie des équipements. Le rapport du Giec souligne que la moitié des objectifs de Kyoto pourrait être atteint à coût négatif, mais se garde bien de trancher sur la fraction de ce potentiel qui pourra être réellement mise en œuvre. Le tableau ci-après montre l'éventail de l'incertitude sur les coûts marginaux telle qu'elle ressortait de l'expertise précédant COP6, c'est-à-dire de 12 modèles mondiaux expertisés par l'Energy Modelling Forum puis pas le Giec.

En dehors de divergences sur le niveau de l'action (les optimistes demandant des objectifs ambitieux que les pessimistes trouveront déraisonnables) cette controverse sur les coûts a une influence sur la conception des structures incitatives. Retenir les seules bornes basses des évaluations c'est éviter de parler 'de choses qui fâchent' » c'est-à-dire des écotaxes ou des permis d'émissions et suggérer que tout peut être résolu par simples volontaires ou approches réglementaires qui ont l'apparence du gratuit.

**2.2. 'Supplémentarité' et politiques structurelles :** même si elle ne se représentera probablement comme pendant dans la période post-Kyoto sous sa forme de *concrete ceiling* la l'exigence de suppléantarité peut, comme précédemment constituer un obstacle majeur à l'accord pendant trois ans, car elle suscite des malentendus plus fondamentaux sur le lien entre systèmes de PEN, politiques domestiques, observance et intégrité environnementale.

Cette exigence vient de l'inquiétude sur le fait que les marchés de carbone permettraient aux pays les plus riches de contourner tout effort sur des variables de long terme. Il se justifie par le risque de prix trop bas qui n'induiraient ni transformation du comportement des

<sup>3</sup> la région Canz agrège l'Ocde hors USA, Europe et Japon

<sup>4</sup> Plus trivialement, le fait qu'un même prix du carbone soit imposé à la France où les taxes carbone apparentes sur l'essence sans plomb sont de \$1.43/l qu'aux USA où elles ne sont que de \$ 0.18/l ne peut manquer d'être perçu comme injuste par l'automobiliste français; cette comparaison ignore le fait que le citoyen américain paye sur d'autres bases fiscales les impôts qu'il ne paye pas à la pompe, et que, sur la longue durée, cet écart a engendré des infrastructures de transport et des structures urbaines qui, sans lui, eussent été différentes.

consommateurs ni contrainte extérieure dont devrait tenir compte les gouvernements. Ce risque est intrinsèque à une approche par quota comme le montre l'affaire du 'hot air' alloué à la Russie et à l'Ukraine. Il peut réapparaître lors de toute vague d'entrée de pays en développement dans le système, ce d'autant plus qu'on sera tenté de leur accorder des quotas généreux pour les attirer. Mais limiter les échanges a d'importants effets pervers parmi lesquels de pénaliser les pays à coût d'abattement élevé comme le Japon et de baisser le niveau international du prix du carbone (J.C. Hourcade and T. Le Pesant, 2000). La réponse est donc à rechercher en direction de systèmes d'attribution des quotas qui soient robustes à l'incertitude sur le taux de croissance économique des pays, robustesse que l'on peut renforcer par des prix planchers.

### **2.3. Séquestration versus décarbonisation**

Un autre risque de contournement de politiques structurelles vient de la séquestration de carbone par la biomasse ou dans la croûte terrestre. Ce point est d'autant plus porteur de crispation que l'administration Bush et le secteur pétrolier américain (cf. le financement d'Exxon à l'Université de Stanford) vont faire porter l'effort en ce sens.

Du strict point de vue de la préservation du climat, séquestrer du carbone n'est pas moins légitime que contraindre les émissions, à la réserve près qu'une tonne séquestrée n'est pas forcément équivalente à une tonne non émise, en particulier celle séquestrée dans les écosystèmes: modification du cycle du carbone, risques de non permanence de la captation en raison des feux de forêts, risques de relargage de GES en cas de réchauffement important. L'hypothèse du stockage géologique n'a pas jusqu'ici nourri les mêmes inquiétudes mais on peut signaler que ce type d'opération aura nécessairement un coût et que, en raison de contraintes techniques, il ne peut concerner que les émissions des grandes installations (extraction, raffinage, cokéfaction, production électrique), en aucun cas les émissions diffuses.

Certes, la séquestration ne rapporte pas les 'bénéfices ancillaires' de la décarbonisation (gestion de la dépendance pétrolière, diminution des pollutions locales, réorientation des modes de développement) mais, en toute rigueur, il suffit de mettre en regard le coût net de la décarbonisation (coût brut moins bénéfices ancillaires) et le coût net de la séquestration (coût de séquestration plus ses coûts collatéraux sur la biodiversité et modulo un coefficient d'équivalence entre tonne séquestrée et tonne émise).

Au total, pour éviter le piège rhétorique de la question du contournement, il convient d'abord de bien marquer que la séquestration de carbone ne produira pas d'effet démobilisateur sur la décarbonisation si des précautions sont prises quant à sa qualité environnementale et si ses coûts, qui sont réels, ne sont pas transmis aux utilisateurs d'énergie. De plus, à supposer que des programmes massifs de séquestration puissent être réalisés à coûts faibles, un prix du carbone perçu comme trop bas à la fin de la période d'engagement signifiera simplement qu'on peut se fixer des objectifs plus ambitieux pour la période suivante.

### **2.4. 'Intégrité environnementale' et observance**

Résoudre la tension entre optimistes et pessimistes sur les coûts des objectifs de long terme restera une des conditions *sine qua non* d'un 'Kyoto amendé'. Deux propositions ont été faites avant la Conférence de La Haye, qui reviendront inévitablement en discussion: des montants plus généreux de séquestration et un prix-plafond du carbone, une 'safety valve' prévenant

tout risque de coûts trop élevé et abonde un fonds pour financer des projets permettant de récupérer une part des abattements manquants.

Ces deux propositions ne sont pas équivalentes. Des montants plus généreux de séquestration, ne constituent pas une protection très efficace vis-à-vis de risques de coûts élevés ; comme le fait apparaître la figure 1 qui transcrit l'impact des tonnes envisagées lors compromis (finalement refusé) discuté aux dernières heures de COP6, ces tonnes ne font qu'opérer une translation vers le bas des prix sans réduire de façon sensible leur variance. Le même graphe montre qu'une 'safety valve' est bien plus efficace de ce point de vue, ce qui amène D. Bodansky, membre du département d'Etat en charge de la négociation lors de COP6, à regretter ex-post que l'administration Clinton n'aie pas pris plus de risques politiques dans cette direction (D. Bodansky, 2002).

La notion de prix plafonds est en effet critiquée au nom de l'intégrité environnementale, ceci à partir d'un mode de raisonnement très prégnant qui se fonde sur quatre erreurs de base :

- chiffrer les émissions excédentaires par rapport aux engagements; c'est prendre comme base un 'scénario du Candide' (Hourcade, Gherzi 2002) sans limite à la propension à payer des consommateurs où à la capacité des Etats à importer des tonnes de carbone et à revendre à un moindre coût en interne. C'est supposer résolu le problème de l'observance,

- oublier que le prix-plafond n'opère qu'en cas de besoin ; si on est un optimiste cohérent, on doit considérer qu'il ne sera pas atteint et qu'il s'agit d'un simple moyen de rassurer les pessimistes pour adopter des objectifs significatifs,

- ignorer que l'intégrité environnementale n'a de sens qu'en dynamique: un pays qui se contente de faire pivoter son système électrique du charbon au gaz en deux décennies affiche une grande vertu environnementale, mais contribue moins au contrôle des émissions qu'un pays investissant dans la R&D ou dans la réorientation de son système de transport. Les modèles de commande optimale (Ph. Ambrosi et al., 2003) montrent que c'est à horizon 2030 que l'essentiel de pivotement du système énergétique doit s'opérer, que cela passe par une action enclenchée sans délai ; mais manquer un objectif donné de quelques millions de tonnes à un instant 't' est moins grave que ne pas assurer la viabilité d'un consensus pour l'action.

- négliger le fait qu'un prix-plafonds constitue un instrument d'incitation par l'affichage de ce qu'on est prêt à payer pour l'action, et un outil d'observance. Le dispositif d'observance actuel ne comporte pas d'outil réel d'intervention : un pays ne respectant pas ses objectifs rajoute les abattements manquant à ses engagements de la période suivante modulo un coefficient multiplicateur appelé 'pénalité'. Mais ce processus peut être reconduit sans fin, chaque gouvernement passant le fardeau à son successeur. Il y a donc risque d'accumuler ainsi une dette environnementale et le paiement d'un prix-plafond le réduit en récupérant une partie des abattements manquants et en renforçant la contrainte extérieure sur les gouvernements. Ceci ne règle pas la question de l'observance pour les gouvernements 'de mauvaise foi', mais donne aux autres un cadre qui n'existe pas dans le dispositif actuel.

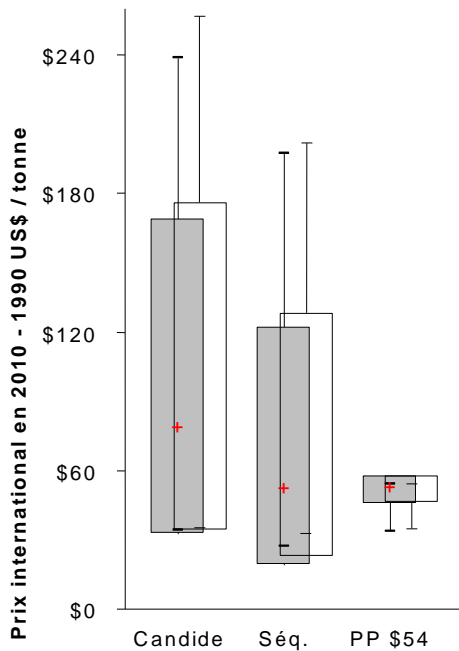


Figure 1. Séquestration vs. prix plafond (PP). Effet sur les prix

## 2.5. Équité et insertion des pays en développement

Le compromis de Rio de Janeiro (1992) imposait aux pays développés de faire le premier pas dans les politiques climatiques en raison du principe de responsabilités communes mais différenciées. Mais, ce compromis montra ses limites lorsque le Sénat américain vota à l'unanimité une résolution (Byrd-Hagel, 12 juin 1997) déclarant refuser tout protocole n'impliquant pas une participation significative des pays en développement. Cette motion peut choquer, mais au-delà du fait que le contrôle des émissions dans le Tiers-Monde est nécessaire si on veut rester en dessous de plafonds de concentration tant soit peu stricts, elle repose sur le refus politique d'associer à la gestion du régime des pays auxquels il ne s'applique pas (*no participation without taxation*). A cet argument l'Inde pour le G77, répondra que le système s'appliquera un jour à lui et qu'il veut être partie prenante de sa conception : *There will be no emissions trading until the question of the entitlement of primary emissions rights is resolved*.

Mais les questions d'équité dans l'allocation de base des permis peuvent être une source de blocage majeure du processus, ceci pour trois raisons:

- un accord sur des règles traduisant une même conception normative de l'équité apparaît impossible. Ainsi, l'allocation par tête peut-être contestée dans une telle fonction (A. Godard, 2000) : elle ne tient pas compte des diversités géographiques, elle générerait des 'windfall credits' pouvant pervertir le développement des bénéficiaires, elle ignore qu'une part significative de la population brésilienne ou Indienne émet plus de carbone que le 'français moyen'. A l'inverse, les droits du grand-père, inacceptables par le Sud car entérinant des intérêts acquis, peuvent être défendus en raison du caractère non rétrospectif du droit. La philosophie morale est loin de fournir ici des principes reconnus de tous, certains pays soupçonnant même l'Occident de vouloir imposer par ce biais ses propres valeurs,

- raisonner en termes de justice 'conséquentialiste', en fonction de la distribution anticipée des coûts, simplifie le débat sans le résoudre en raison de l'incertitude sur les taux de croissance des pays en développement à échéance de 12 ans (délai séparant la négociation d'une période budgétaire et la fin de cette même période) et de l'influence de la métrique utilisée pour juger du fardeau : prix du carbone ? part des dépenses d'abattement dans le PIB ? les pertes en PIB ? utilité marginale du revenu ? avec quelle hypothèse de politiques domestiques ?,

- la prise en compte des dommages : les évaluations existantes, très fragiles en raison des incertitudes sur les résultats des modèles climatiques au niveau régional, indiquent que les pays en développement seront les principaux perdants du réchauffement. Ceci conduit au paradoxe qu'ils sont les bénéficiaires de l'action et qu'un effort des pays du Nord relève de la pure bénévolence. Les choses ne changent que si on tient compte de l'incertitude sur la répartition géographique des impacts et des risques de propagation de chocs économiques locaux frappant des zones déjà fragilisées, via des tensions régionales et la multiplication de *réfugiés climatiques* (Cf., (IPCC, 2001).

Si on intègre les potentiels de manipulation de controverses éthiques dans une machinerie de négociation si complexe (J.C. Hourcade and M.A. Toman, 1999), il apparaît impossible de fonder les règles d'allocation des quotas sur des principes explicites. Cela ne signifie pas qu'on n'ait pas besoin de principes autour desquels organiser la discussion, et d'attracteurs incorporant une certaine idée de convergence. Mais, une chose est de les utiliser, comme le fût l'approche 'tryptique'(H. Groenenberg et al., 2000) pour la répartition des quotas au sein de l'Union Européenne, pour cerner plusieurs 'paquets' (quotas, mesures d'accompagnement) admissibles et les renvoyer au jugement des Parties, une autre est de prétendre en dériver de règles quantitatives ex ante.

Pour sortir des pièges rhétoriques autour de l'équité, il faut revenir au nœud Gordien des politiques d'environnement, relevé dès Stockholm en 1972, à savoir que la participation du Tiers-Monde est nécessaire à ces politiques, mais qu'il s'y refusera tant qu'elles seront perçues une nouvelle contrainte au développement. Parler de quotas d'émissions et de partage du fardeau présente ce risque. Il faut donc passer de cette problématique à celle d'un effet levier sur la croissance permis par la contribution des politiques climatiques au financement des infrastructures, à la maîtrise de la demande d'énergie, à l'accès aux services de base des segments de population qui en sont exclus, à l'exploitation soutenable des énergies de biomasse traditionnelles, à la réduction des pluies acides et des poussières en Asie.

La base d'un tel effet levier est l'apport des échanges de carbone qui, à échéance 2012 auraient pu représenter plus du double de l'aide publique actuelle. Reste bien sûr à veiller à la qualité de l'affectation des fonds (S. Mathy et al., 2001) mais le point central, avancé par M.Grubb dans son *Negotiating Targets* (M. Grubb, 1989), et repris par A. Lipietz (A. Lipietz, 2003) est que ces échanges sont une occasion sans précédent de transferts Nord-Sud en une sorte de Plan Marshall orienté sur les enjeux d'environnement global. De ce point de vue, le mécanisme de développement propre, innovation sémantique lancée à Kyoto, est un dispositif par projets moins transparent que les marchés de permis et plus coûteux en coûts de transaction ; mais il suppose la mise en place de systèmes de mesure des émissions qui apportent sur l'intégrité de l'usage des fonds une garantie souvent manquante dans les mécanismes d'aide.

Certes, ceci ne pourra satisfaire la demande répétée d'aide additionnelle pour financer l'investissement organisationnel préalable aux marchés de carbone et les efforts d'adaptation aux dommages climatiques. Un tel fonds est prévu par l'accord de Marrakech, mais il reste symbolique et la demande subsiste devant laquelle le Nord résiste par peur d'ouvrir la porte à des demandes incontrôlables. Le Brésil soutint dès 1997, une idée qui a le mérite de fournir une base objective et d'être sous-tendue par un principe d'équité : une pénalité levée sur les pays manquant à leurs engagements, et qui abonderait un fonds en direction du Sud. Une autre hypothèse est celle de l'extension aux marchés de permis de la taxe sur MDP, et qui pénalise les abattements faits dans les seuls pays en développement.

### 3. Feuille de route pour amender Kyoto

A partir de ce là, on peut définir les impératifs que doit respecter un Kyoto amendé. Dans leur définition interviennent à la fois le souci d'un cadre incitatif efficace et les caractéristiques d'un processus de négociation qui peut à tout moment être bloqué par des controverses de second ordre ou biaisées interdisant toute compréhension des intérêts bien compris de chacun.

#### 3.1. Engagements différenciés et assurance vis-à-vis de l'incertitude

La conciliation de ces deux impératifs permet de définir le type d'engagement à partir desquels négocier, engagements qui doivent être déclinés de façon différente selon qu'il s'agit des pays de l'Annexe B ou des pays en développement.

Pour les premiers l'engagement sur des quotas absolus avec un prix plafonds et un prix plancher rassemble les avantages d'une coordination par les prix (un contrôle des coûts) et ceux d'un système par quotas (lisibilité des performances environnementales, transferts internationaux). Le système de quotas relatifs (en fonction du PIB) tel qu'il apparaît en filigrane dans la politique américaine, constitue une alternative sérieuse mais ne protège pas vraiment contre l'incertitude vis-à-vis du scénario de base (P. Quirion, 2003) et fait peser une charge supérieure aux pays en moindre croissance par rapport au prévisions (le ratio énergie/PIB se dégrade à tout retournement de conjoncture en raison du sous-emploi des capacités et des rigidités techniques).

Pour les pays en développement des quotas absolus ne sont pas acceptables avant que leur revenu par tête n'ait rejoint celui du Portugal en 1997 (pays le plus pauvre de l'UE). C'est pourquoi, au-delà d'un mécanisme de développement propre réformé pour garantir un effet levier avec des politiques nationales, la formule acceptable est celle de *quotas dynamiques non contraignants* (C. Philibert and J. Pershing, 2002); les pays peuvent participer aux échanges de carbone s'ils émettent moins les quotas qu'ils reçoivent, quotas calculés selon un ratio émissions/PIB, sans être pénalisés s'ils émettent plus. Cette formule permet d'éviter toute contrainte au développement, de cadrer le débat en termes d'accès à des performances technologiques supérieures et de contourner les pièges du raisonnement sur l'équité.

#### 3.2. Clarifier la comptabilisation de la séquestration par voie de biomasse

Les résultats les plus récents font apparaître que la séquestration est un paramètre déterminant de la viabilité économique d'objectifs de stabilisation tant soit peu ambitieux (450 ppm voire même 550 ppm). La réévaluation de l'importance de la séquestration est due au fait que la déforestation et la reforestation modifient la réponse globale du cycle du carbone (V. Gitz and P. Ciais, 2003) ; en faisant disparaître des puits terrestres la déforestation amoindrit les

capacités de captation des émissions et réduit donc le budget des émissions nette disponibles pour respecter une contrainte donnée de concentration, ceci dans des proportions sous-estimées jusqu'ici. Dès lors l'action sur la séquestration par la biomasse devient clairement un complément nécessaire de l'action sur les émissions ou sur la séquestration géologique.

On doit répondre aux préventions légitimes vis-à-vis de cette variable d'action a) en définissant un coefficient d'équivalence entre tonnes séquestrées et tonnes non émises b) en tenant compte de contraintes de biodiversité, c) en s'assurant que les pays hôtes des activités de séquestration disposent des moyens légaux et de l'expertise nécessaire pour évaluer leur impact en termes de développement, en particulier à l'échelle locale.

### **3.3. Un système d'observance crédible : fonds d'observance et liens avec l'OMC**

Le système d'observance adopté à Marrakech repose sur l'idée que le pays manquant à ses engagements sera juridiquement forcé à un effort supérieur mais ne comporte aucune pénalité économique. Aux USA, la résistance à tout traité incorporant de telles pénalités dépasse les clivages entre unilatéralistes et multilatéralistes. Ces derniers acceptent certes des conséquences selon un 'gentleman agreement' mais répugnent à les voir édicter par une juridiction internationale. La preuve même du caractère fictif des articles observances de l'accord de Marrakech est d'ailleurs que la délégation américaine les avait accepté.

Tout jouer sur le juridique semble illusoire tant que la Communauté Internationale n'est pas un Etat de droit avec force coercitive ; même en Europe après trente cinq ans d'effort d'intégration, il n'est pas sûr que les critères de Maastricht résistent à des volontés nationales fortes de les transgresser. Pour répondre à cette difficulté, les promoteurs américains de la 'Safety Valve' (R. Kopp et al., 1997) la concevaient comme un outil d'observance acceptable par la constitution américaine : prenant acte de l'impossibilité d'avoir des pénalités économiques imposées internationalement, ils expliquaient que l'existence d'un prix plafonds introduirait une incitation efficace à l'observance pour les pays 'de bonne foi'. Abondant un 'fonds d'observance' finançant des abattements supplémentaires, assorti d'un mécanisme d'enchères inversées pour sélectionner les projets de façon à éviter les risques de corruption et de manipulation stratégique, il renforce la contrainte extérieure sur les gouvernements et, comme les projets les moins coûteux seront probablement dans les pays en développement, crée un mécanisme qui rejoint la proposition Brésilienne. En termes d'acceptabilité constitutionnelle, ce mécanisme d'*incitation à l'observance* ne pose pas de problème car il peut-être inclus dans les articles 'mécanismes' et non dans les articles sur l'observance.

Reste maintenant la question des pays 'de mauvaise foi'. Ici, la seule réponse crédible est à trouver en dehors de la Convention Climat. Elle ne suppose pas d'autre démarche qu'une clarification des règles de l'OMC telles qu'elles ressortent de la jurisprudence. Une fois que des engagements sont actés dans un traité international sur l'environnement, il est en effet possible de se retourner vers l'OMC pour légitimer des mesures de protection vis-à-vis des pays en non observance. Jusqu'ici, le débat a été évité en raison du 'Seattle Syndrom' et de la crainte des défenseurs de l'environnement de voir la gestion internationale de l'environnement soumise aux exigences du commerce mondial. L'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto renverserait la problématique puisque l'OMC deviendrait alors le lieu d'une menace crédible vis-à-vis de ceux qui manquent à leurs engagements.

### **3.4. Création de chambres de compensation internationales.**

A partir de la conférence de Buenos Aires, les débats autour des marchés de permis ont implicitement fait l'hypothèse que seuls les acteurs privés interviendraient sur les marchés de permis. Or cette hypothèse n'est pas la seule envisageable si les Etats veulent pouvoir utiliser les revenus des exportations de carbone au mieux de leurs priorités de développement. Si tel est le cas il convient de garantir que les achats et ventes de carbone par les Etats se fassent de façon transparente et ne soient pas utilisés dans des marchandages stratégiques. C'est pourquoi il convient d'introduire une clause explicitant que les achats et vente de carbone se feront publiquement sur des chambres de compensation.

### **3.5. Un espace Kyoto de la R&D :**

Une fois garantie l'émergence de signaux économiques appropriés, le renforcement des efforts de R&D, condition *sine qua non* de la décarbonisation à long terme de l'économie, devient possible sans effets pervers. Comme il paraît illusoire de s'accorder sur deux ou trois énergies massives de substitution il convient alors d'organiser la coopération scientifique internationale sur plusieurs dossiers (échanges des données, protection des découvertes et des brevets etc ....). Pour éviter des blocages politiques forts au cœur de l'Europe sur le dossier nucléaire (que plusieurs pays veulent bannir), il faudrait que les gouvernements s'engagent dans rééquilibrer une structure de financement de la recherche qui continue à pencher de façon dominante en faveur du nucléaire et des énergies fossiles. On peut aussi penser, sur le modèle du Giec, à créer une instance qui évalue l'état de l'art des diverses technologies en particulier en ce qui concerne leurs effets externes autres que les émissions de GES (effets environnementaux locaux, biodiversité, problèmes de sécurité etc )

### **3.6. Prévenir les risques de 'veto' : entre subsidiarité et coordination**

Même si un système hybride quotas – prix plafond et plancher permet mieux que d'autres options, de s'adapter aux aspérités de l'économie réelle, il reste que le système de Kyoto ne peut suffire à construire une légitimité interne forte dans chaque pays et à déplacer des intérêts acquis qui s'opposent à des politiques, même 'Pareto – améliorante' (J.E. Stiglitz, 1998). La nécessité de coller aux réalités nationales et de ne pas imposer aux gouvernements des contraintes qui les empêcheraient de gérer politiquement les tensions internes a engendré des réserves quant à la coordination des politiques domestiques mais il n'est pas sûr que tout puisse être laissé à la seule subsidiarité. La question se pose pour certains dossiers qui sont les principales sources de veto au Protocole:

*a) Les industries et régions charbonnières* : lever cette force de blocage commune à des pays aussi différents que les USA, l'Australie, l'Inde et la Chine renvoie à deux dimensions :

- la profitabilité des firmes : ici, la réponse réside dans l'allocation gratuite de tout ou partie des quotas. Une allocation gratuite accroît en effet la profitabilité des firmes de façon plus ou moins importante selon l'élasticité de la demande. On peut alors déterminer qu'elle part de quota allouer gratuitement et quelle part vendre aux enchères pour maintenir le profit des firmes (Goulder, Bovenberg 2001) et les aider à investir dans l'innovation et la reconversion de leurs activités,

- l'économie des régions charbonnières ; c'est un problème de reconversion dans les pays du Nord, et de mise en exploitation efficace dans les pays en développement. Dans les

deux cas, maintenir la profitabilité du secteur, pour qu'il puisse financer des gains d'efficacité et une diversification vers des activités à haute valeur ajoutée, est certainement une réponse. Mais elle risque d'être insuffisante pour des pays comme l'Inde et la Chine qu'il convient d'aider, sous le label MDP ou non peu importe ici, pour accélérer des gains d'efficacité. En termes de volume améliorer de quelques pourcent l'efficacité de la filière charbon apportera bien plus de baisse d'émission que la pénétration des énergies nouvelles dans les toutes prochaines décennies. Mais ceci présente deux limites : la première est qu'une vraie contrainte au développement du charbon pèsera à échéance 2020-2030, la deuxième est l'effet pervers de gains d'efficacité sur la filière, à savoir un risque de 'lock-in' technologique si l'aide à l'industrie charbonnière est trop massive (A. Grübler et al., 2002). C'est pourquoi, on ne peut éviter de faire le lien entre ce dossier et la question de la séquestration. En permettant à l'industrie charbonnière de compenser ses émissions par des opérations de séquestration, on ralentit certes la récession du charbon, mais, en même temps on évite des dispositifs incitatifs de rationalisation de la filière produisant à terme un 'lock-in' charbonnier.

*b) Industrie et compétition internationale* : dans tous les pays, les industries lourdes exposées à la concurrence internationale posent un problème réel qui explique les réticences à l'action. En fait, seule une part très minoritaire de l'industrie est réellement touché par la contrainte carbone (de l'ordre de 15 % de la valeur ajoutée) et, pour ces industries, les problèmes viennent moins (industrie pétrolière exceptée) de la compétitivité produit (ces industries sont moins exposées internationalement que la moyenne) que de l'impact sur les profits. Dans une économie où la valeur boursière des firmes est très volatile, des firmes soumises à des contraintes différenciées peuvent être très fortement pénalisées, surtout avec des modes différents d'allocation des quotas (enchères ou quotas gratuits).

C'est pourquoi, contrairement aux réflexes prévalant jusqu'ici dans la négociation il n'est pas évident qu'on puisse éviter une harmonisation des régimes à appliquer à quelques industries concernées, ceci d'autant plus que le problème du 'carbon leakage' en direction des pays en développement pourrait s'aggraver. La solution est à rechercher dans deux directions :

- des allocations fondées sur les objectifs de performance ; ceci n'est pas contradictoire avec des quotas absolus pour les pays puisque, on doit le rappeler, il s'agirait d'un dispositif touchant 15% seulement des émissions et que le report de charge sur les autres secteurs en cas d'incohérence entre quotas absolus d'un pays et allocation par objectif de performance ne devrait pas être important. Ce dispositif a un double avantage : établir les base d'un dialogue avec des industries internationalisées qui déclarent être prêtes à des accords volontaires internationaux, insérer plus aisément les industries des pays en développement qui pourraient d'ailleurs bénéficier de dispositifs de MDP pour accélérer leur modernisation,

- l'harmonisation de la part d'allocation gratuite : on sait en effet calculer la part d'allocation gratuite qui stabilise le profit d'un secteur donné (les résultats sont robustes aux scénarios envisagés) et on pourrait définir des bornes minimales et maximales à respecter. Une part croissante de ventes aux enchères est ensuite nécessaire, non seulement du point de vue des effets d'équilibre général (contrôle de la rente aux pollueurs et articulation avec des réformes fiscales), mais aussi pour permettre l'accès au marché à de nouveaux opérateurs.

*c) La question des transports individuels* : le prix des carburants constitue, dans tous les pays, un véritable plafonds de verre qui contraint la négociation. Malgré les effets d'annonce, les carburants ex-hydrocarbures resteront dominants jusqu'au milieu du siècle. De plus, la hausse de leur prix ne suffira pas à infléchir la demande et il faudra jouer sur d'autres paramètres,

comme le prix du foncier et les politiques urbaines. Rien de plus 'national' et local en apparence. Mais en même temps il est illusoire de penser que cela permettra d'éviter les impopulaires hausses des prix des carburants ; des moteurs plus efficaces sont par exemple d'autant plus insuffisants qu'il faut compter sur l'effet rebonds de la demande qui annule une partie des gains. Un Kyoto amendé est donc nécessaire pour faire émerger un signal prix et pousser les gouvernements à des politiques structurelles. Il l'est aussi du point de vue politique pour briser l'idée que de bas prix des énergies fossiles sont de l'intérêt bien compris des consommateurs et pour ouvrir une réflexion sur le problème spécifique des infrastructures dans les pays en développement ; ces pays en effet ne sauraient refaire ce que l'Europe a fait pendant le 19<sup>e</sup> siècle et le début du 20<sup>e</sup> en matière de transports par rail ceci en raison du manque de capital, de la rapidité de l'explosion urbaine, et de l'existence de la voiture individuelle qui n'était à l'époque que balbutiante en Europe.

## Conclusion

J'ai essayé de montrer ici qu'un régime de coordination des politiques climatiques qui soit à la fois économiquement efficace et politiquement viable repose sur un système hybride 'prix-quantité'. Un tel système présente le triple intérêt de pallier les problèmes d'incertitude sur les coûts de l'action, de faire émerger un signal prix et de donner un cadre suffisamment flexible pour s'adapter aux aspérités du monde réel. J'ai listé quelques unes de ces aspérités et les mesures complémentaires à prendre pour en tenir compte : des modalités d'engagement différentes pour les pays industrialisés et les pays du G77, un système d'observance s'appuyant sur le recours à l'OMC, (Fischer, C., Hoffmann, S., and Yoshino, Y., 2002) la création d'une chambre de compensation pour les échanges entre gouvernements, la création d'un espace Kyoto de la R&D, une politique spécifique pour déminer l'opposition des régions charbonnières, en particulier dans les pays en développement, le rôle de la séquestration, une harmonisation des modes de rétrocession aux entreprises des permis d'émission négociés par les Etats, la question du transport.

Mais tout ceci restera vain si subsiste ce que j'ai appelé un 'plafonds de verre' à propos du prix des carburants. C'est lui qui explique le jeu des intérêts mal compris autour de la fiscalité, qui réduit le coût en bien-être d'une contrainte carbone mais qui est devenu un sujet tabou dans les débats publics. Bon nombre des gesticulations tactiques autour des régimes climatiques, de l'abandon de la taxe carbone, à la promotion de la technologie comme alternative globale en passant par le choix des permis gratuits par rapport aux permis aux enchères s'expliquent par la synergie entre des réflexes anti-fiscaux et une gestion politique qui préfère les coûts implicites, qui ont l'apparence de la gratuité, aux coûts explicites. Certes, tout ne peut se jouer sur le seul prix du carbone, c'est évidemment le cas pour les transports. D'autres signaux sont nécessaires mais ces signaux eux-mêmes ne se justifieront que si la contrainte climatique est replacée au sein d'un contexte plus général incluant les questions d'environnement local, de liens entre mobilité et formes urbaines, de sécurité énergétique et de transition énergétique sur le siècle. Il y a certes là des 'bénéfices ancillaires' qui réduiront le coût net des politiques climatiques. Mais ces signaux à leur tour se heurteront au même type de 'plafonds de verre' si on continue de préférer l'apparence de la gratuité à l'émergence d'un système de prix qui pour reprendre la vieille expression de M. Boiteux (M. Boiteux, 1987), doit dire les coûts comme les horloges doivent dire l'heure.

## Coûts privés – coûts macroéconomiques – l'exemple des objectifs de Kyoto

Model	Prix du carbone en 2010			Pertes en PIB en 2010		
	USA	EU	Japan	USA	EU	Japan
<b>ABARE-GTEM</b>	<b>3</b> 322	<b>1</b> 665	<b>2</b> 645	<b>1</b> 1,96	<b>2</b> 0,94	<b>3</b> 0,72
<b>AIM</b>	<b>3</b> 153	<b>2</b> 198	<b>1</b> 234	<b>1</b> 0,45	<b>2</b> 0,31	<b>3</b> 0,25
<b>G-Cubed</b>	<b>3</b> 76	<b>1</b> 227	<b>2</b> 97	<b>3</b> 0,42	<b>1</b> 1,50	<b>2</b> 0,57
<b>MERGE3</b>	<b>2</b> 264	<b>3</b> 218	<b>1</b> 500	<b>1</b> 1,06	<b>2</b> 0,99	<b>3</b> 0,80
<b>MS-MRT</b>	<b>2</b> 236	<b>3</b> 179	<b>1</b> 402	<b>1</b> 1,88	<b>3</b> 0,63	<b>2</b> 1,20
<b>RICE</b>	<b>3</b> 132	<b>2</b> 159	<b>1</b> 251	<b>1</b> 0,94	<b>3</b> 0,55	<b>2</b> 0,78
<b>Moyenne</b>	<b>3</b> 202	<b>2</b> 320	<b>1</b> 408	<b>1</b> 1,30	<b>2</b> 0,98	<b>3</b> 0,80

Ce tableau montre les résultats des PIB mondiaux pour le Japon, l'Europe et les USA concernant le prix du carbone et les pertes de PIB. Les chiffres du centre montrent la hiérarchie des coûts par ordre décroissant selon chaque modèle.

## Références bibliographiques

- Ambrosi, Ph. ; Hourcade, J.C.; Hallegatte, S.; Lecocq, F.; Dumas, P. and Ha Duong, M.** "Optimal Control Models and Elicitation of Attitudes Towards Climate Damages." *Environmental Modeling and Assessment*, 2003, (n° spécial "Modeling the economic response to global climate change").
- Bodansky, D.** "Quatre Leçons Du Processus De Kyoto." *Projet*, 2002, (270), pp. 77-84.
- Boiteux, M.** "Le Calcul Économique Dans L'entreprise Électrique." *Revue de l'Energie*, 1987, (390), pp. 81-88.
- Carraro, C. and Siniscalco, D.** "The International Dimension of Environmental Policy." *European Economic Review*, 1992, (36), pp. 379-87.
- Chichilnisky, G.; Heal, G. and Starrett, D.** "Equity and Efficiency in Environmental Markets : Global Trade in Carbon Dioxide Emissions," G. Chichilnisky and G. Heal, *Environmental Markets. Equity and Efficiency*. Columbia University Press, 2000, 46-67.
- Cooper, R.N.** "The Kyoto Protocol : A Flawed Concept." *Environment Law Reporter*, 2001.
- \_\_\_\_\_. "Toward a Real Global Warming Treaty." *Foreign Affairs*, 1998, 77, pp. 66-79.
- Gitz, V. and Ciais, P.** "Amplifying Effects of Land-Use Change on Future Atmospheric Co2 Levels." *Global Biogeochemical Cycles*, 2003, 17(2), pp. 35.
- Godard, A.** "Sur L'éthique, L'environnement Et L'économie : La Justification En Question." *Cahier du Laboratoire d'Econométrie de l'Ecole Polytechnique*, 2000, (513).
- Goulder, L.H. and Schneider, S.H.** "Achieving Carbon Dioxide Concentration Targets: What Need to Be Done Now?" *Nature*, 1998.
- Gritsevskii, A. and Nakicenovic, N.** "Modelling Uncertainty of Induced Technical Change," A. Grübler, N. Nakicenovic and W. Nordhaus, *Technological Change and the Environment*. IIASA RFF, 2002,
- Groenenberg, H.; Phylipsen, G.J.M. and Blok, K.** "Differentiating Commitments World Wide : Global Differentiation of Ghg Reductions Based on Triptych Approach - a Preliminary Assessment." *Energy Policy*, 2000, 29, pp. 1001-30.
- Grubb, M.** *The Greenhouse Effect: Negotiating Targets*. London, Royal Institute of International Affairs, 1989.
- Grübler, A.; Nakicenovic, N. and Nordhaus, W.** *Technological Change and the Environment*. Resources for the Future, 2002.
- Guesnerie, R.; Ambrosi, Ph. and al., et.** "Kyoto Et L'économie De L'effet De Serre," Bureau JCH, Boîte G: Conseil d'Analyse économique, 2002, 265.
- Hourcade, J.C.** "Dans Le Labirynthe De Verre." *Critique internationale*, 2002, (15), pp. 143-59.
- \_\_\_\_\_. "Le Climat Au Risque De La Négociation Internationale." *Le Débat*, 2001, (113), pp. 137-45.
- Hourcade, J.C. and Le Pesant, T.** "Negotiating Targets, Negotiating Flex-Mex: The Economic Background of a Us-Eu Controversy," C. Carraro, *Efficiency and Equity of Climate Change Policy*. Bureau JCH: Kluwer Academic Publishers, 2000, 63-90.
- Hourcade, J.C. and Toman, M.A.** "Policies for the Design and Operation of the Clean Development Mechanism," *Workshop Cired-RFF*. Paris, 1999, 8.
- IPCC.** *Climate Change 2001 : Mitigation*. Cambridge University Press, 2001.
- Jacoby, H.D.; Prinn, R.G. and Schmalensee, R.** "Kyoto's Unfinished Business." *Foreign Affairs*, 1998, 77(4), pp. 54-66.
- Kopp, R.; Morgenstern, R. and Pizer, A.W.** "Something for Everyone: A Climate Policy That Both Environmentalists and Industry Can Live With," Bureau JCH, Boîte K: RFF, Washington DC, 1997, 1-4.
- Lipietz, A.** "Commentaires," R. Guesnerie, *Kyoto Et L'économie De L'effet De Serre*. La Documentation française, 2003, 93-96.
- Mathy, S.; Hourcade, J.C. and Gouvello, (de) C.** "Clean Development Mechanism: Leverage for Development?" *Climate policy*, 2001, (1), pp. 251-68.

**Newell, R.G.; Jaffe, A.B. and Stavins, R.N.** "The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change." *Quarterly Journal of Economics (The)*, 1998, pp. 1-39.

**Nordhaus, W.** "After Kyoto : Alternative Mechanisms to Control Global Warming," Bureau JCH, Boîte N, 2001, 18 p.

**Philibert, C. and Pershing, J.** *Beyond Kyoto. Energy Dynamics and Climate Stabilisation.* IEA/OCDE, 2002.

**Quirion, P.** "Relative Emission Caps: Correct Answer to Uncertainty or Case of Regulatory Capture?," *European Association of Environmental and Resource Economics 12th Annual Conference.* Bilbao, 27-30 June, 2003.

**Schlesinger, J.R.** "Energy and Geopolitics in the 21st Century," 1989.

**Stiglitz, J.E.** "The Private Uses of Public Interests: Incentives and Institutions." *Journal of Economic Perspective*, 1998, 12(2), pp. 3-22.

**Weitzman, M.L.** "Prices Vs. Quantities." *Review of Economic Studies*, 1974, 4(41), pp. 477-91.