MODÈLES ÉCONOMIQUES DE LA COOPÉRATION INTERNATIONALE POUR LA PRÉVENTION DE L'EFFET DE SERRE : UNE ANALYSE CRITIQUE

YANN LAURANS

Certains économistes proposent des modèles mathématiques purs afin d'éclairer la négociation internationale concernant la prévention de l'effet de serre. Ces modèles sont-ils susceptibles d'induire la coopération nécessaire entre États ? Leur analyse conduit à en douter et à mettre les fondements de leur démarche en discussion.

Résumé en anglais p. 130

Cet article tire sa substance d'une analyse approfondie de cinq modèles économiques mathématiques abstraits parus dans la littérature scientifique avant 1992. Leur propos est d'éclairer la réflexion sur la coordination internationale des politiques de lutte contre l'accroissement de l'effet de serre[1]. Le but de l'analyse proposée est triple : d'une part, rechercher et formuler la structure commune de ces modèles ; d'autre part, "ouvrir la boîte noire", et inviter à la discussion en explicitant la structure logique de ces constructions théoriques dans un langage aussi peu spécialisé et formalisé que possible ; enfin, amorcer la discussion de leurs hypothèses et mettre en lumière la représentation du monde avec laquelle ils sont cohérents, autrement dit leur "système de légitimité"[2].

UNE QUESTION DE POLITIQUE INTERNATIONALE

La négociation de Rio (1992), et plus récemment celle de Berlin (1995), ont montré à quel point il était difficile de mettre en place une politique ambitieuse de prévention de l'effet de serre. Et pourtant les solutions techniques, en la matière, ne manquent pas. Par exemple, pour réaliser des économies d'énergie et pour réduire l'utilisation de carbone dans l'industrie et les transports, les moyens existent (transports en communs, efficacité énergétique des procédés de production, substitution des carburants, etc.). Alors comment expliquer qu'aucune de ces solutions, à l'heure actuelle, n'ait été mise en œuvre à grande échelle ? La réponse réside d'abord dans le domaine des volontés ; elle soulève aussi les multiples enjeux économiques de la lutte contre les émissions de CO_2 ; enfin elle renvoie à l'évaluation des efforts nécessaires en termes de réduction d'émissions, évaluation qui reste controversée. Ainsi la question de la mise en œuvre des solutions fait resurgir le problème de l'organisation de la gestion collective de l'environnement. C'est une question de politique, au sens large, et de politique internationale en particulier, car la prévention de l'effet de serre exige que soit mise en place une véritable coopération mondiale.

UN PROBLÈME DE COOPÉRATION

Pour mettre en place une politique efficace à l'échelle internationale, il faut agir par le biais de mécanismes d'action et de coordination. Ces mécanismes peuvent prendre la forme d'instruments "économiques" (taxes, quotas de pollution transférables), ou bien de dispositifs "administratifs" tels que protocoles chiffrés de réduction des émissions, ou autres systèmes de normes internationales. Or, tout instrument économique, tout dispositif quelque peu contraignant soulève des enjeux internationaux considérables : il agit sur la compétitivité des économies dans chaque pays, et produit des impacts économiques qui s'évaluent en points de pourcentage du PNB.

La lutte contre l'effet de serre est donc un problème qui requiert absolument une coordination des actions à l'échelle

RÉSUMÉ : Modèles économiques de la coopération pour la prévention de l'effet de serre : une analyse critique

Des modèles économiques abstraits ont été élaborés pour contribuer à résoudre les blocages de la coopération internationale pour la prévention de l'effet de serre. Ils concluent tous à la nécessité d'introduire des compensations dites « parallèles » pour rendre la coopération possible.

L'analyse que nous en proposons porte sur deux plans :

– Une analyse « interne » du raisonnement commun à ces modèles, qui conduit à souligner la vertu pédagogique de leur représentation du problème, mais à discuter la cohérence des solutions qu'ils suggèrent avec leurs propres hypothèses.

– Une analyse « externe » de l'applicabilité des modèles et des principes suggérés. On explicite alors leur vision du monde, qui place notamment les pays de la planète sur un pied d'égalité complète, ce qui est difficilement recevable s'agissant de l'effet de serre. L'analyse aboutit aussi à mettre en doute l'efficacité des compensations parallèles pour résoudre les blocages de la coopération dans le contexte de l'effet de serre.

Yann Laurans : *Économiste, chef de projets au cabinet AScA/Applications des sciences de l'action, 8, rue Legouvé, 75010 Paris.*

internationale, et dont l'enjeu économique est important pour chaque pays. Comment promouvoir cette coordination ? Elle paraît difficilement concevable sans un minimum de coopération. Or, comme pour tout problème international, la coopération se heurte à la souveraineté des nations. Il n'existe pas, à l'échelle des pays, de principe d'autorité capable d'imposer une solution à qui n'en veut pas, ni aucun moyen institutionnel d'amener un gouvernement à signer un accord contre son gré, ni même de garantir aux uns la coopération des autres. Et, dans le cas de l'effet de serre, ce problème se pose avec d'autant plus d'acuité que l'action d'un pays profite aux autres autant qu'à lui-même. La tentation est grande, alors, de laisser "les autres" agir à sa place, et de refuser tout mécanisme ou dispositif qui soit fondé sur un engagement multilatéral. Cependant, comme c'est le raisonnement que chacun peut tenir, le résultat est l'inaction collective.

Autrement dit, la coopération est une condition *sine qua non* pour la mise en place d'une politique environnementale coordonnée, quelle qu'elle soit, à l'échelle internationale. Améliorer la prise en compte de l'environnement, dans un tel contexte, signifie alors apporter les moyens pour réduire les facteurs de blocage de la coopération. Comment penser l'engagement d'un processus de coopération ? Peut-on proposer des principes et des dispositifs de coordination qui permettraient d'engager une réduction généralisée des émissions et, simultanément, qui faciliteraient la coopération, l'adhésion libre et souveraine d'un grand nombre de pays si ce n'est de leur totalité ? Telles sont les questions auxquelles les modèles économiques analysés ici tentent de répondre.

DES MODÈLES ÉCONOMIQUES ET MATHÉMATIQUES POUR GUIDER LA DÉFINITION DES PRINCIPES D'ACCORD

La réflexion économique sur ces sujets s'est notamment appuyée, depuis 1990, sur un certain nombre de modèles économiques théoriques non quantitatifs, dont le propos est de montrer sur quels principes les accords internationaux doivent se fonder, si l'on souhaite favoriser la coopération internationale (*voir encadré*).

Notre analyse s'est portée sur cinq de ces modèles, représentatifs des différentes configurations le plus souvent adoptées (Barrett, 1991, repris dans OCDE, 1992 ; Hoel, 1991 ; Hoel, 1992 ; Mäler, 1990 ; Martin, Patrick et Tolwinski, 1993). Ces analyses apparaissent comme des précurseurs ou comme des références pour ce type de modélisation (surtout les quatre premières). Elles sont citées et utilisées comme telles dans les recherches de ce type qui leur ont succédé (voir par exemple Heal, 1993, Xepapadeas, 1995, pour l'effet de serre, ou Kaïtala *et al.*, 1992, Halkos, 1994 pour les pluies acides, ou encore D'Aspremont et Gérard-Varet (éds), 1993, pour les pollutions atmosphériques en général).

1. La recherche a été financée par le Service Économie et Prospective de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) dans le cadre de son soutien au Programme de recherches français sur l'effet de serre, ÉCLAT, et plus exactement sur son volet "ESCG", Économie et Sociétés face aux changements globaux. Elle correspond aussi à la préparation d'une thèse de sciences économiques à Paris I.

2. La « problématique de la légitimité », proposée par Godard (1990), consiste à examiner les travaux entrepris dans le contexte du débat économique et scientifique sous l'angle de leur « réseau d'affinités avec certains dispositifs sociaux, certaines représentations de la nature, certains types d'intérêts humains, conceptions de l'organisation et de la coordination de la vie en société ».

DES MODÈLES PARMI D'AUTRES

Distinguons les modèles de simulation quantitatifs (sectoriels, ou d'équilibre général), d'une part et, d'autre part, les représentations abstraites, non quantitatives, dont le but est de formaliser une spéculation théorique en partant d'hypothèses restreintes. Les modèles analysés ici sont de ce deuxième type.

- Parmi les premiers, mentionnons l'exemple français d'utilisation d'Hermès-Midas pour évaluer l'impact macro-économique du projet européen de taxe mixte CO_2-énergie (équipe Érasme, École Centrale de Paris, et Université Paris I). Pour une lecture comparative des principaux modèles quantitatifs ayant été utilisés pour évaluer les *enjeux* de la prévention de l'effet de serre, voir OCDE (1993), ou Dean (in IPCC, 1994), qui compare le modèle GREEN de l'OCDE, celui de l'Agence Internationale de l'Énergie, le modèle d'Edmonds-Reilly (voir Barns, *et al.* in OCDE, 1993), le modèle "Carbon Rights Trade Models" (CRTM) de Rutherford (voir IPCC, 1994).

Tous ces modèles ont notamment l'utilité de calculer les impacts économiques, généraux ou bien sectoriels, des différents instruments de politique, ou encore d'évaluer le coût d'une politique de réduction des émissions, et sa répartition entre pays selon différentes hypothèses.

- Nordhaus (1991) est connu notamment pour avoir proposé un modèle coûts-avantages de la réduction des émissions de CO_2 pour les États-Unis. Il quantifie les coûts de la prévention et les dommages de l'effet de serre et évalue monétairement, à l'aide d'une fonction de bien-être social, quel est le "taux optimal d'effort" pour les États-Unis.
- D'un autre genre, les modèles dont nous parlons ici sont des représentations économiques abstraites de l'interaction qui existe entre les pays de la planète dans le contexte de l'effet de serre. Plus ou moins sophistiqués mathématiquement, ils ne contiennent pas d'estimations quantitatives réalistes, mais uniquement des fonctions mathématiques de coûts et d'avantages. Leur propos n'est pas *d'évaluer* les impacts de tel ou tel instrument, les coûts de l'action, ni ses bénéfices, mais de *désigner les principes* d'accord, et les dispositifs correspondants, qui permettraient de favoriser la coopération internationale en matière d'environnement.

Certains modèles mettent en scène deux pays, d'autres en supposent un nombre indéterminé *n*. Ils cherchent à montrer quel doit être le dispositif qui permettrait la coopération mutuelle de ces deux pays, ou d'une proportion suffisante des *n*. Pour cela, ils introduisent dans le modèle différents types de mécanismes ou de principes d'action parmi les plus souvent cités dans les négociations, comme un taux uniforme de réduction des émissions de gaz à effet de serre ou une taxe, par exemple. Leur but n'est pas tant d'analyser les différences entre ces mécanismes, que de montrer qu'ils doivent tous intégrer certains principes fondamentaux (*voir tableau 1*). Au vu des résultats, ils formulent des recommandations concernant les principes de répartition des efforts et, plus généralement, la conception des instruments pour la prévention des pollutions atmosphériques mondiales.

Une lecture en quatre temps

Dans un premier temps, les modèles analysés représentent le problème qu'ils souhaitent traiter, sous une forme abstraite, à partir d'un certain jeu d'hypothèses posées par convention. Dans un deuxième temps, ils introduisent, dans cette représentation du problème, *des propositions de solutions* (principes d'accord, instruments, dispositifs, etc.) ; en observant leur capacité à résoudre le problème tel qu'il est posé, ils formulent des conclusions et des recommandations quant aux voies de résolution du problème réel.

Face à ces deux temps de la modélisation, on peut proposer deux angles d'analyse complémentaires :

- l'analyse et la critique *internes*, qui étudient la structure logique des éléments du modèle ;
- l'analyse et la critique *externes*, qui étudient les modèles au regard de ce que l'on sait du problème réel.

En croisant les deux temps de la modélisation et ceux de l'analyse, on obtient une grille composée de quatre champs distincts (*voir tableau 2*). De ce fait, l'analyse empruntera ces quatre étapes dans l'ordre suivant :

- analyse interne de la représentation du problème ;
- analyse interne des solutions introduites ;
- analyse externe de la représentation du problème ;
- analyse externe des solutions introduites.

ANALYSE INTERNE DE LA REPRÉSENTATION DU PROBLÈME : UN PARADOXE PLANÉTAIRE

Les modèles étudiés sont formellement assez différents les uns des autres. Le but de cette "analyse interne" est d'en proposer une description structurelle, de tenter d'élaborer un "modèle des modèles", et cela sans recourir à la formalisation mathématique. L'exposé de cette partie distinguera donc les axiomes de base, puis la situation initiale du monde telle que les modèles la décrivent, la situation optimale qu'il faudrait atteindre telle qu'il la calculent, et enfin les raisons pour lesquelles elle n'est pas atteinte spontanément.

Axiomes de base

Les auteurs des modèles posent l'hypothèse que l'effet de serre est généré uniquement[3] par les émissions de dioxyde de carbone, ou CO_2.

Chaque pays, dans ces modèles, est décrit par deux fonctions. L'une exprime ce qu'un pays "gagne" à émettre du CO_2, et l'autre exprime ce qu'il "perd" du fait de l'effet de serre. En effet, on suppose que le

Auteur et date	But	Constantes	Variables de la modélisation	Résultat
OCDE, 1992 et Barrett, 1991	Définir les conditions préalables et les instruments à employer pour qu'une coopération internationale ait le plus de chance d'aboutir dans le domaine de l'effet de serre	– Deux pays – Forme des fonctions de coût et de bénéfice de la dépollution	– Pentes des fonctions (plus ou moins croissantes) – Principes d'accord et d'instrument	– Gain de chaque pays – Possibilité de coopération
Hoel, 1991	Déterminer dans quelle mesure il est possible qu'un système de taxation / redistribution puisse créer une situation où chaque pays soit individuellement avantagé par rapport à la situation où l'on dépollue en fonction uniquement de ses propres objectifs individuels	– n pays – Fonctions de revenu et de dommage - Quotas de redistribution de la taxe	- Taux de taxation	– Possibilité ou impossibilité de la coopération du fait d'un avantage individuel pour chaque pays
Martin *et al.*, 1993	" Identique à Hoel 1991	– deux pays – Taille des pays – Préférence pour un niveau d'émission	– Taux de taxation – Quotas de redistribution	" Identique à Hoel 1991
Hoel, 1992	Déterminer le nombre de pays susceptibles de coopérer dans un accord sur des réductions d'émissions uniformes	– n pays – Fonctions de revenus et de dommages	Principe d'accord collectif (type d'optimum)	– Nombre de pays participant – Émissions totales en résultant
Mäler, 1990	Formaliser la situation lorsque les pays dépolluent sur des bases simplement individuelles, par comparaison avec le résultat de différents types de coopération Application aux pluies acides en Europe	– Pays d'Europe – Fonctions de coût et de bénéfice de la dépollution - Matrice des transports de soufre entre pays	Principe d'accord collectif (type d'optimum)	– Gain de chaque pays – Possibilité et étendue de la coopération – Émissions totales en résultant

Tableau 1 – **Comparaison de cinq modèles théoriques non quantitatifs.**

	Représentation du problème	Solutions introduites
Analyse interne (méthodologie)	a) Quelle est la représentation du problème, fondamentale et structurelle, dans tous les modèles analysés ?	a) Quelle est la représentation des solutions dans les modèles ?
	b) Est-elle cohérente, logique ?	b) Les solutions introduites et proposées résolvent-elles le problème tel qu'il est posé par les modèles ?
Analyse externe (confrontation au réel)	a) Quelle est la vision du monde, le système de valeurs inhérent à la représentation du problème ?	a) Quel est le système de valeurs sous-jacent aux solutions proposées ?
	b) Qu'apporte le modèle pour comprendre le problème réel ?	b) Peuvent-elles contribuer à résoudre le problème réel ?

Tableau 2 – **Les quatre étapes pour l'analyse des modèles disponibles.**

3. Cela signifie qu'ils s'intéressent à ce que l'on peut appeler un équivalent-CO_2, un gaz représentatif de tous les gaz à effet de serre.

revenu d'un pays est une fonction de ses émissions de CO_2. S'il souhaite un certain niveau de revenu, il lui faut développer une certaine activité économique, et celle-ci se traduit en émissions. De ce fait, le revenu national d'un pays dépend de la quantité d'émissions qu'il s'autorise ($R_i = f_i (q_i)$, avec R pour revenu, et q pour l'émission de CO_2 dans un pays *i*).

D'autre part, les émissions de CO_2 du monde entier ont pour conséquence de provoquer un accroissement de l'effet de serre. On suppose que celui-ci provoque des dommages dans tous les pays, mais à des degrés divers, comme nous le verrons ci-dessous. Bien sûr, ces dommages seront futurs, mais l'économiste en considère la valeur actuelle, c'est-à-dire la valeur que les États leur accordent aujourd'hui. La crainte d'un dommage futur est ainsi traitée comme une nuisance immédiate. Remarquons bien que l'effet de serre n'est pas produit seulement par les émissions d'une seule nation, mais par celles du monde entier. Ainsi, dans ces modèles, chaque pays subit un "dommage", du fait de la quantité *totale* d'émissions relâchées dans le monde, y compris par lui-même, bien entendu. Donc, chacun a une "fonction de dommages", dont la variable est la somme des émissions de tous les pays ($D_i = g_i(Q)$, avec D pour dommages pour un pays *i*, et Q pour l'émission de CO_2 dans le monde).

Cependant, les modèles introduisent une différence entre les pays. Certains sont plus "vulnérables", ou ils "craignent" plus l'effet de serre que d'autres. Par exemple les perturbations atmosphériques futures peuvent inquiéter plus fortement les pays qui sont très sensibles aux conditions climatiques, et ceux qui sont vulnérables à une élévation du niveau de la mer. À l'opposé, d'autres ne pensent pas avoir beaucoup à craindre d'un réchauffement climatique, parce que leur climat est tempéré ou froid, par exemple. Cela est traduit analytiquement dans les modèles par l'hypothèse que les mêmes émissions totales produisent chez les premiers un dommage plus élevé que chez les seconds. Leur fonction de dommages est plus "sensible".

D'un côté, donc, la richesse d'un pays est liée à ses émissions de CO_2, de l'autre ce pays subit une perte en étant soumis à une nuisance du fait des émissions mondiales. La différence entre ce qu'il gagne et ce qu'il perd est appelée son "gain net" ($G_i (q_i, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q)$, avec G pour gain net) (*schéma 1*).

La situation initiale du monde : les égoïsmes en équilibre stable

Comment un pays, défini par cette fonction de gain net, est-il censé se comporter ? Il cherche, bien entendu, à obtenir le maximum de gain net. Il est un optimisateur, comme l'est le consommateur dans la théorie micro-économique utilitariste. Le problème, c'est qu'ici un pays n'est pas maître de tous les termes de ce bien-être : son gain net dépend certes du niveau d'émission qu'il choisit pour lui-même, mais il dépend aussi de celui que choisissent les autres partenaires. Ainsi s'exprime, dans ces modèles, la nature profondément collective des pollutions "globales" comme l'effet de serre. Chacun dépend, pour sa propre situation, du choix des autres. Dans l'interprétation théorique des modèles, cette interdépendance est exprimée par le fait que chacun dépend, pour obtenir son optimum de gain net, de la quantité d'émissions (ou "niveau d'émission") choisie par les autres.

On suppose donc que chaque pays cherche à calculer le niveau d'émission qui lui apportera le maximum de gain net possible dans la situation créée par le fait que les autres font comme lui. Pour cela il lui faut donc savoir comment se comportent les autres, qui eux aussi doivent savoir ce qu'il choisit. Les choix sont interdépendants. Comment, alors, obtenir l'équilibre ?

Ici, les modèles utilisent un concept de théorie des jeux, pour résoudre ce problème de « bouclage » des stratégies. Généralement, le concept utilisé est "l'équilibre non-coopératif de Nash"[4]. Chacun choisit ce qui est le mieux pour lui, dans l'hypothèse d'une situation créée par le fait que les autres font de même[5].

Donc, comme tous les pays raisonnent de la même manière par hypothèse, et possèdent les mêmes connaissances sur la situation, on arrive à un équilibre d'optimums relatifs "individuels" (pour chaque pays, voir *schéma 2*), et cet équilibre est stable car aucun n'a intérêt à s'en écarter tant que les autres ne modifient pas leur attitude.

La situation idéale qu'il faudrait atteindre : l'optimum coopératif

Puisque, dans le modèle du monde qui nous est proposé, les pays arrivent spontanément à un équilibre de stratégies, pourquoi faut-il malgré cela une coopération internationale pour réduire le problème de l'effet de serre ?

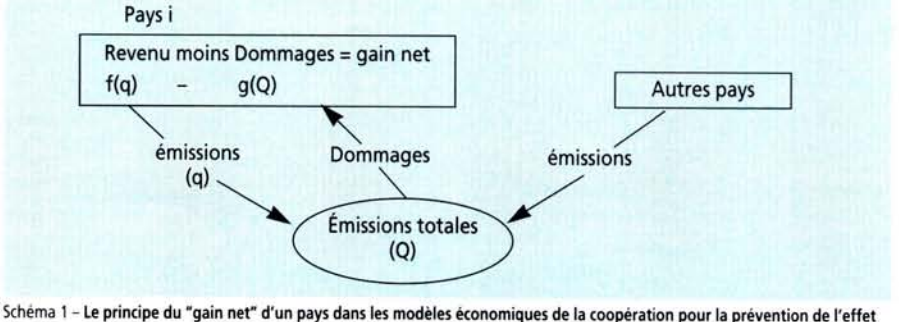

Schéma 1 – **Le principe du "gain net" d'un pays dans les modèles économiques de la coopération pour la prévention de l'effet de serre.**

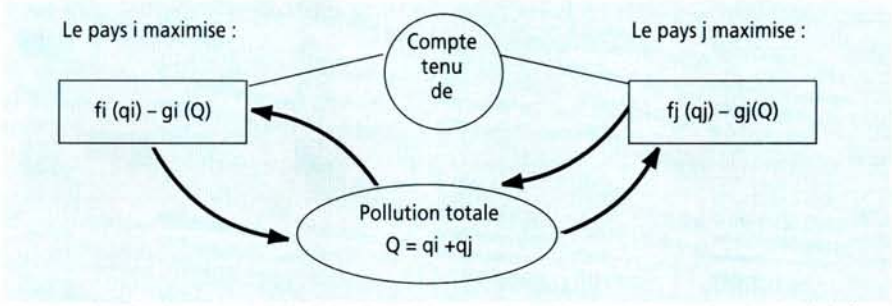

Schéma 2 – **L'équilibre d'optimums individuels dans les modèles économiques de la coopération pour la prévention de l'effet de serre.**

Parce que l'équilibre non coopératif n'est pas la meilleure situation possible pour les pays pris dans leur ensemble. Chacun optimise son propre gain net en sachant que les autres font de même, mais en ignorant les conséquences de son action sur la fonction de gain des autres. Ce faisant les pays émettent globalement beaucoup trop. Si leurs émissions étaient réglées en fonction d'un objectif défini collectivement, comme si les pays ne faisaient qu'un, elles seraient nettement inférieures. Cela signifierait des dommages moindres, et le total des gains nets serait supérieur. Plus précisément, il est possible de calculer un optimum coopératif, défini comme le maximum de gain net pour le monde dans son ensemble. Et celui-ci donne un résultat bien supérieur à l'équilibre non coopératif des fonctions de gain de chaque État. Autrement dit, dans ces modèles, l'équilibre spontané créé par les comportements individuellement rationnels n'est pas un optimum collectif. Il est "sous-optimal".

Les causes du problème

Pourquoi les pays n'atteignent-ils pas spontanément cet optimum coopératif ? Pour deux raisons :

- Parce que, on l'a vu, personne n'a intérêt à s'écarter de l'équilibre non coopératif tant que les autres ne le font pas eux-mêmes. De ce fait, pour passer de l'équilibre non coopératif à l'optimum coopératif il faudrait un autre cadre relationnel. Et pour cela, il faudrait la coopération de chacun, sans exception ou presque. Si l'ensemble des pays décide de modifier ses émissions pour améliorer la situation d'ensemble, mais que l'un d'entre eux ne le fait pas, ce dernier "exploite" les efforts des autres, et il en retire un grand bénéfice : il ne fait aucun sacrifice de revenu, et simultanément il profite du fait que les autres limitent à sa place les dommages de l'effet de serre. Ce problème, bien connu en économie publique sous le nom de "passager clandestin", a été évoqué en introduction. Il possède une solution simple lorsqu'il concerne des ménages ou des entreprises : il suffit que la puissance publique intervienne pour garantir aux uns et aux autres que leurs concitoyens participeront à l'effort collectif, notamment en sanctionnant la défection[6]. Or, dans le cas des problèmes d'environnement internationaux, les auteurs de ces modèles rappellent qu'il n'y a plus de solution simple à ce type de problème : il n'existe pas de puissance publique au-dessus des États, qui soit capable de garantir aux uns et aux autres leur coopération mutuelle. Les organismes internationaux ne sont pas susceptibles d'appliquer de véritables sanctions pour de tels problèmes. Et, en tout état de cause, il faudrait que le principe de sanctions soit voté par les pays eux-mêmes, donc qu'ils coopèrent.

- Généralement, même si la situation correspondant à l'optimum coopératif est meilleure au total pour l'ensemble des États,

4. Chaque pays, pour se déterminer, est censé penser ainsi : "les autres raisonnent comme moi et je connais leur fonction de gain ; je peux donc calculer ce qui est leur meilleure stratégie ; connaissant leur meilleure stratégie, je peux choisir celle qui est la meilleure pour moi ; et eux-mêmes, d'ailleurs, savent que je fais ainsi, donc ils peuvent choisir leur meilleure stratégie en connaissant la mienne ».

5. Il faut bien voir que ce choix n'est pas la meilleure situation possible pour chaque pays dans l'absolu. C'est la meilleure *compte tenu du fait que tout le monde se détermine ainsi.* Certains pourraient obtenir beaucoup mieux, mais cela n'est possible que si les autres changent de comportement. Tant que les uns s'en tiennent à l'équilibre non-coopératif, les autres ne peuvent faire mieux que d'y rester.

6. Ainsi Hobbes (1651) justifie-t-il le rôle de l'État. La puissance publique (le *Leviathan*) oblige chacun à coopérer, mais cette obligation lui est profitable, car elle est assortie de la garantie de la coopération des autres. On peut prendre l'exemple de l'impôt : l'agent accepte de participer à la création de biens publics parce que l'État lui assure la "coopération" des autres.

elle peut être moins bonne que la situation non coopérative pour certains d'entre eux. On retrouve un autre problème, lui aussi déjà évoqué en introduction : certains pays subissant moins de nuisances que d'autres, ils peuvent ne pas avoir intérêt à promouvoir l'optimum coopératif. Pour ces pays peu motivés parce que "peu concernés", les coûts à supporter l'emporteraient sur les avantages d'un climat préservé. La réduction des émissions ne leur apporte qu'une faible réduction de dommages, alors que l'effort nécessaire sur le plan des revenus leur coûte, comme aux autres. Si la collectivité y gagne, c'est malgré leur perte, et parce que le gain que d'autres en retirent fait plus que compenser leur désavantage. De même, en économie publique appliquée à des ménages et des entreprises, ce problème est connu : certains n'ont pas ou peu d'intérêt à la production de biens publics. Là encore, c'est l'autorité publique qui intervient pour assurer cette production. Or, dans le cas de pays impliqués dans une pollution globale, il n'y a pas d'État pour obliger certains à participer à un effort collectif. Un dispositif ne peut leur être imposé, il doit donc recueillir leur assentiment individuel librement consenti.

Commentaire : le pouvoir du paradoxe

Voilà donc comment les modèles micro-économiques représentent le problème de la coopération en matière d'effet de serre : la situation spontanée est un équilibre de stratégies, et cette situation est collectivement mauvaise. Mais l'intérêt collectif bute sur l'intérêt individuel de chaque pays. La planète reste dans la mauvaise situation parce qu'il n'y a pas de système de régulation imposé, capable d'une part de garantir à chacun la participation des autres, et d'autre part d'amener ceux qui y perdent individuellement à contribuer à l'effort.

Dans cette interprétation, c'est une "vacance d'autorité", pourrait-on dire, qui crée le problème de la coopération.

La représentation du problème par les modèles analysés ici est d'une puissance logique que l'on pourrait dire implacable. Sa cohérence apparaît sans faille, et il y a peu à critiquer sur ce plan. Son principe fondamental réside dans l'écart qui existe entre l'équilibre des stratégies individuelles en situation d'externalités réciproques et l'optimum coopératif. Les modèles ont donc le mérite de suggérer que, dans ces conditions, l'équilibre "spontané" des égoïsmes ne peut nous mener à la meilleure situation possible, et même qu'il peut créer une situation désastreuse. C'est une négation de la "main invisible", en somme, qui utilise les outils conceptuels de la théorie des jeux et de l'optimisation collective.

L'idée d'un écart profond entre "l'état de nature" des intérêts individuels et l'optimum social nous ramène au moins à Hobbes et Rousseau. Elle a pris une signification flagrante avec les concepts de la théorie des jeux et notamment le "dilemme du prisonnier" de Tucker. Car c'est bien ce qui fait la puissance de cette représentation : cet écart paradoxal naît de la différence de niveaux logiques entre une somme d'intérêts individuels en interaction, et l'intérêt collectif, autrement dit entre la somme des intérêts et les intérêts de l'ensemble. Ce paradoxe profond avait été interprété par Hardin et d'autres dans le contexte des biens communs d'environnement, et les modèles considérés ont le mérite de le rappeler dans celui de l'effet de serre.

C'est pour pallier cette difficulté, pour résoudre le problème ainsi formulé que les modèles simulent l'effet de dispositifs de coordination sur une telle situation, et concluent sur les caractéristiques idéales que ces derniers doivent posséder pour inciter à la coopération internationale et assurer une coordination des comportements.

ANALYSE INTERNE DES SOLUTIONS INTRODUITES : PRINCIPES ET RÉSULTATS

Selon les auteurs de ces modèles, puisqu'un système administratif de politique d'environnement n'existe pas à l'échelle internationale, il reste à se tourner vers les chances d'une coopération spontanée et librement consentie. Rappelons que dans la représentation du monde sur laquelle reposent ces travaux, les motivations et les consentements des pays sont agrégés dans leur fonction de gain net. Il faut donc que le dispositif proposé pour la coopération soit désiré par chacun sur la base de cette fonction. La tâche que se fixent les auteurs est donc de trouver le moyen d'obtenir une participation générale ou du moins très étendue, et pour cela, il faut que "personne n'y perde" au sein de la coalition potentielle. En termes économiques, les modèles sont tels qu'ils posent comme condition à la coopération une amélioration dite "paretienne" du résultat : chacun doit obtenir une situation meilleure ou aussi bonne que dans l'équilibre non coopératif de référence, aucun pays ne doit y perdre. C'est sur ces bases qu'ils proposent de concevoir les mécanismes nécessaires pour sortir de l'impasse non coopérative.

On dispose donc, par hypothèse, de la situation initiale dans laquelle les États sont placés du fait de leurs comportements individuels (l'équilibre non coopératif). La situation qu'il faut viser est elle aussi désignée, par le calcul (l'optimum coopératif). Et il existe une contrainte "paretienne" d'acceptabilité : il ne faut pas qu'un des pays soit perdant (*voir schéma* 3).

Les instruments et principes d'accord qui sont mis à l'épreuve des modèles sont essentiellement de trois types : il s'agit soit de taxes assises sur l'émission de CO_2, soit de quotas d'émission transférables, ou encore d'un taux uniforme de réduction des émissions, généralement désigné comme une "norme". Nous analyserons leurs fondements communs à travers l'exemple de la taxe.

L'exemple de la taxe

On suppose une taxe prélevée par une "agence internationale", sur la base

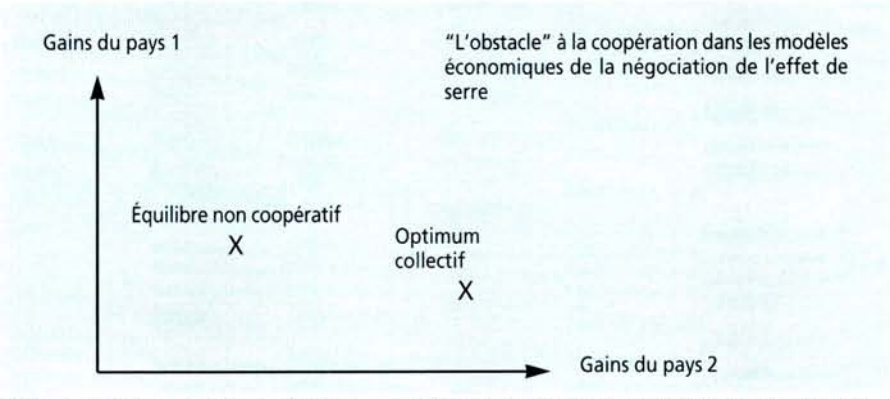

Schéma 3 – **L'optimum apporte plus de gains totaux, mais au détriment de la situation du pays 1 (ce n'est pas un optimum de Pareto) ; le pays 1 refuse sa participation.**

d'un taux de taxation par unité de CO_2 émis. Cette taxe est ensuite redistribuée aux différents pays selon une clé de répartition à définir. Le but du modèle est de définir un système de taxation qui rende possible la coopération.

■ En premier lieu, considérons seulement le moment "prélèvement" de la taxe. Chaque pays réduit ses émissions pour éviter de payer trop de taxes. De ce fait, les émissions totales étant réduites, les "dommages" de chacun diminuent. C'est l'effet "incitatif" de la taxe : on perd sur le plan du revenu, on gagne sur le plan environnemental. Pour autant, la nouvelle situation introduite par ce prélèvement brut ne correspond pas encore à la situation idéale qu'il faut viser :

– Les pays "motivés", ceux dont la fonction de dommages est très sensible, souhaiteraient encore plus d'effort, encore moins d'émissions. Leur « gain net », avec l'effet brut de la taxe, reste inférieur à ce qu'il serait dans l'optimum coopératif.

– Les pays "peu motivés", à l'inverse, se voient demander un effort qui est nuisible à leurs intérêts : du fait du coût de la taxe, ils doivent réduire leurs émissions, et donc leur revenu. Ce qu'ils y gagnent en termes de dommages "évités" ne compense pas cet effort, puisque précisément ces dommages sont faibles chez eux.

■ En deuxième lieu, la taxe est redistribuée. Puisque les situations individuelles ne sont pas encore satisfaisantes avec l'effet incitatif du système, il suffit de rechercher une redistribution qui va "compenser" les différents pays, en leur apportant un gain supplémentaire pour obtenir un optimum collectif. C'est l'effet "redistributif". Ainsi, en combinant ses effets incitatif et redistributif, la taxe incite les États à atteindre cet optimum et à dégager un surplus collectif maximal.

■ Cependant, les pays les moins motivés ne sont toujours pas gagnants à l'optimum collectif ainsi produit (optimum non paretien). Pour ces pays, la redistribution de la taxe ne produit pas un gain suffisant pour conserver une situation aussi bonne que dans l'équilibre non-coopératif. La perte de revenu causée par l'effet incitatif de la taxe n'est pas suffisamment compensée par la redistribution. Or il faut, par hypothèse, que chacun soit individuellement gagnant à la nouvelle situation, puisque dans le cas contraire il refuserait sa participation, et qu'on ne peut l'y forcer.

C'est ici qu'intervient le principe fondamental des dispositifs de coordination suggérés par ce type de modèle : la taxe doit "compenser" aussi, en plus, les pays les moins motivés, ceux qui seraient perdants en cas de réalisation de l'optimum coopératif. En

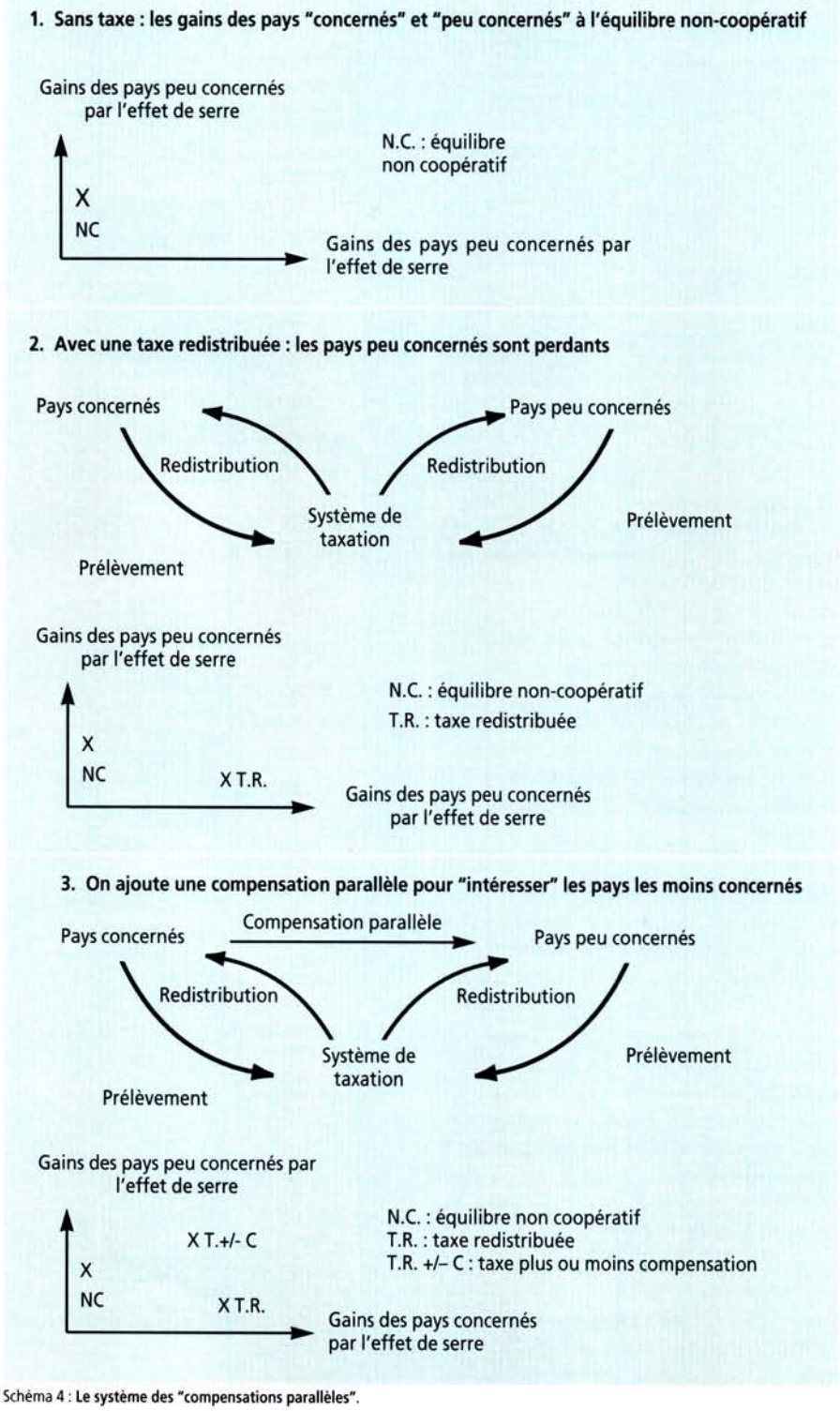

Schéma 4 : **Le système des "compensations parallèles".**

FORMULATION MATHÉMATIQUE DU SYSTÈME DE COMPENSATIONS PARALLÈLES

- En situation normale d'équilibre non-coopératif, le gain net d'un pays *i* est donné par :

$G_i (qi, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q)$

Avec G pour la fonction de gain net, q pour l'émission individuelle, f pour la fonction de revenu, et g pour la fonction de dommages, Q pour les émissions totales.

Dans cette situation, les pays peu concernés par l'effet de serre

(g_i (Q) petit ou nul pour tout Q) cherchent donc à émettre beaucoup (jusqu'au point où f'_i (qi) = 0).

- En situation taxée, le gain du pays *i* est :

$G_i (q_i, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q) - \{t_i (q_i) - \beta_i \Sigma t_i q_i\}$

Avec t pour le taux de taxe, et β pour le quota de remboursement ou de redistribution, pour chaque pays *i*, du produit total de la taxe.

Cette situation n'est pas avantageuse pour les pays peu concernés : puisque q_i est grand, $t_i q_i$ l'est aussi ; et comme leurs dommages sont faibles ou nuls, la redistribution qui leur est allouée est faible, β_i est petit. Ils contribuent beaucoup au système, et n'en reçoivent que peu de remboursements.

Alors, pour obtenir leur adhésion malgré cela, on suppose un "transfert" sous la forme,

– soit d'une somme prélevée :

Pays concernés : $G_i (q_i, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q) - \{t_i (q_i) - \beta_i \Sigma t_i q_i\} - T$

Pays peu concernés : $G_i (q_i, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q) - \{t_i (q_i) - \beta_i \Sigma t_i q_i\} + T$

Avec T pour le transfert ou compensation parallèle ;

– soit sous la forme d'une réduction ou d'une augmentation de leur quota de redistribution :

Pays concernés : $G_i (q_i, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q) - \{t_i (q_i) - (\beta_i - \varepsilon) \Sigma ti q_i\}$

Pays peu concernés : $G_i (q_i, Q) = f_i (q_i) - g_i (Q) - \{t_i (q_i) - (\beta_i + \varepsilon) \Sigma t_i q_i\}$

Avec ε pour la réduction ou augmentation du quota de redistribution.

leur offrant un supplément de gain, prélevé sur le gain total que la taxe produit, on leur procure une situation au moins aussi bonne qu'elle l'était dans l'équilibre non coopératif. Autrement dit, une taxe efficace, dans ces modèles, est telle que l'on prélève une part du surplus de bien-être que procure à l'ensemble la réalisation de l'optimum collectif, pour le distribuer à ceux qui n'en bénéficient pas individuellement. C'est ce qu'on appelle des "compensations parallèles" (*side-payments*).

La clé de redistribution résulte ainsi d'un double transfert.

- Le premier transfert est assis sur les quantités d'émissions, et pénalise les pays qui émettent le plus de CO_2 dans l'équilibre non-coopératif. Or, par hypothèse, ces "gros émetteurs" sont aussi les moins concernés par l'effet de serre : ils n'ont pas peur des changements climatiques, donc leur fonction de dommages est faible. Pour eux, il est avantageux d'émettre beaucoup puisque les dommages associés à l'effet de serre ne sont que peu ou pas dissuasifs. Ainsi leur optimum individuel en situation non coopérative est tel qu'ils émettent beaucoup. Par conséquent, il sont fortement taxés, alors que la réduction des émissions mondiales leur apporte peu.
- Les compensations parallèles corrigent cette situation, et pallient la perte subie afin d'obtenir pour chacun une situation au moins aussi bonne que sans la taxe (amélioration paretienne, voir *schéma 4* et la formalisation mathématique de ce principe). Dans les hypothèses des modèles, cela est possible car la taxe génère des bénéfices collectifs si élevés que, même en en restituant une partie à certains, il subsiste une amélioration d'ensemble. En quelque sorte, c'est le gain collectif qui paye les conditions de sa propre réalisation.

Généralisation à tous les instruments et principes d'accord

De même, lorsque l'on met à l'épreuve un principe de quotas d'émission ou de normes fixes, ou n'importe quel principe d'accord sur un niveau d'émission, on retrouve la même situation et la même solution[7]. Les pays motivés sont avantagés, et le ou les pays peu motivés y perdent. Cependant, là encore, le gain pour les premiers est tellement supérieur à l'équilibre non-coopératif, qu'ils peuvent en rétrocéder une partie aux seconds, tout en restant gagnants.

De ce fait, tous les modèles analysés ici concluent qu'il faut qu'un dispositif international, quel qu'il soit, contienne une *compensation* pour les pays les moins motivés, payée par les pays les plus motivés. Là est leur résultat fondamental, souvent libellé sous la forme d'une recommandation, d'une préconisation pratique concernant tout instrument d'action internationale en matière d'environnement mondial (*voir encadré 2*).

Les compensations parallèles résolvent-elles le problème tel qu'il est formulé ?

En quoi les "solutions proposées", c'est-à-dire les systèmes de compensations parallèles et réciproques, sont-elles susceptibles de résoudre le problème théorique *tel qu'il est formulé par les modèles eux-mêmes ?*

Examinons le rôle que les compensations sont censées remplir. Rappelons qu'elles sont conçues pour faire passer le monde d'un équilibre stable des égoïsmes à un optimum collectif. Le problème qu'elles doivent résoudre, nous dit-on, est causé par une absence de coopération. Mais pourquoi les États ne coopèrent-ils pas ? On peut mettre en avant plusieurs raisons possibles : les coûts d'organisation à supporter par celui qui en prendrait l'initiative, l'incertitude *ex ante* sur le succès final, les craintes de défection de certains États, le manque d'intérêt de certains pays (intérêts divergents, etc.). Il s'agit donc de rechercher de nouveaux principes d'accord, ce qui signifie, pour ces modèles, compenser les perdants.

7. De ce point de vue, la taxe présente cependant un avantage sur les autres dispositifs. Elle crée un revenu fiscal, qu'il est possible de redistribuer, éventuellement sous la forme de ces "compensations parallèles".
Les autres dispositifs ne créent pas systématiquement un revenu fiscal (encore que les permis d'émission négociables puissent être mis en vente par une agence internationale, qui dans ce cas perçoit un revenu à redistribuer). Il faut alors prendre ailleurs l'argent nécessaire pour compenser les pays peu concernés. Il faut supposer que les pays concernés prélèvent sur leurs gains (bien qu'en partie environnementaux et non monétaires) une partie qu'ils restituent aux pays qu'ils souhaitent intéresser au système. On voit que ce système est moins réaliste, dans le cas de dispositifs autres que la taxe ou tout système qui "lève" une contribution monétaire dans tous les pays.

AMBITIONS ET PORTÉE AFFICHÉE DES MODÈLES ANALYSÉS

■ Pour Barrett, le problème à résoudre est libellé comme suit :

« Bien que les détails de chaque problème de gestion (de l'environnement mondial) soient différents, ils ont en commun deux caractéristiques. La première est que, alors que les pays peuvent admettre que *quelque chose* doit être fait, ils peuvent être en désaccord sur *qui* fait *quoi*. Le deuxième est que les engagements pris par les signataires potentiels ne peuvent être maintenus que si le passager clandestin peut être dissuadé. » (1991, p. 12).

Il dégage plusieurs conclusions de son modèle théorique : l'accord entre deux pays n'est pas difficile si leurs fonctions de coût et de bénéfices sont identiques, autrement dit, si les pays sont strictement semblables. Dans les autres cas, un instrument à taux uniforme crée toujours un perdant ; il faut donc moduler son taux pour que tous les pays soient gagnants, notamment en ajoutant un système de « compensations parallèles ». Ainsi, « Les négociations, [...] devront comporter des obligations de réduction non uniformes [...] ou des obligations uniformes assorties de compensations parallèles, ou une taxe uniforme sur les émissions [...] elle aussi éventuellement assortie de compensations parallèles. Comme les avantages marginaux des réductions d'émissions varieront certainement selon les pays, un accord entre un nombre important de pays nécessitera une forme ou une autre de compensation. » (p. 134).

■ Après avoir rappelé que les conclusions ne valent que ce que valent les hypothèses, l'une des conclusions de Mäler est que :

« a) Les bénéfices nets de la coopération seront répartis inégalement entre les pays [...]. Cela signifie qu'un système de compensation est nécessaire pour redistribuer les gains de la coopération d'une manière équitable (ou juste : *fair*) et qui fournisse aux pays des incitations à la coopération » (1990, p. 94)

De même l'extrapolation du problème du soufre à l'effet de serre l'amène à penser qu'« il semble nécessaire de développer l'idée de paiements compensatoires dans les cadres institutionnels à venir afin d'obtenir la coopération mondiale tant nécessaire pour limiter les menaces sur le climat planétaire » (1990, p. 100).

■ Enfin, Hoel analyse le problème comme les autres.

Ses *conclusions* sont les suivantes : en comparant l'équilibre non-coopératif aux différents optimums mondiaux calculés, il constate que la meilleure solution collective suppose « de plus grandes réductions (*d'émissions*) dans les pays les plus concernés par l'environnement... » (1992, p. 151).

Ces modèles ont donc l'ambition :

1. De traiter des difficultés de la coopération en apportant notamment des solutions au passager clandestin, c'est-à-dire à ce qui incite chaque pays à refuser sa participation à un accord international, même lorsque celui-ci est meilleur collectivement.

2. De fonder, sur leur analyse, des recommandations pratiques et politiques concernant les dispositifs et instruments à adopter pour la coopération internationale en matière d'environnement.

Les instruments "à compensations", tels qu'ils sont conçus, ne prétendent pas directement susciter une coopération entre les pays. Par exemple, dans ces modèles, le fonctionnement d'une taxe ne nécessite aucun changement dans la logique de comportement des États. Chacun continue à optimiser uniquement son gain net, exactement de la même manière que dans l'équilibre non coopératif. Simplement, la taxe "corrige" la situation de manière exogène. Elle modifie les termes du calcul individuel des pays ; les termes seulement, et non pas le mode de calcul. Au lieu d'optimiser son gain net en fonction de son revenu et de ses dommages, un pays va désormais prendre en compte le prélèvement que lui impose la taxe, et le revenu qui lui est restitué par la redistribution de son produit. La situation "corrigée" se présente comme un équilibre tout aussi non coopératif que le précédent, mais avec l'avantage de procurer les gains attachés à l'optimum collectif, tout simplement parce que le dispositif d'incitation est mathématiquement calculé pour cela[8].

En d'autres termes, la solution proposée pour dépasser les blocages résultant de l'absence de coopération consiste non pas à provoquer un basculement dans les logiques de comportement, mais à modifier les conditions dans lesquelles ces dernières se déploient. Il s'agit de changer les règles du jeu, pour que les mêmes conduites aboutissent à un résultat meilleur. Plus exactement, on peut dire que les dispositifs conçus par les modèles proposent une *coordination*, qui prend la forme de l'optimum collectif de second ordre, mais qu'ils laissent entière la question de l'engagement de la coopération qui permettrait d'établir ladite coordination.

Les instruments ou principes d'accord "à compensations" se révèlent ainsi, à l'analyse, insuffisants pour résoudre la totalité du problème considéré au départ par les modèles[9]. Une véritable étape de coopération est nécessaire pour la mise en place des principes suggérés. En effet, pour que fonctionnent les systèmes de compensation entre pays concernés et moins concernés, il faut d'abord que les États aient mis en place une agence internationale dotée de la capacité reconnue à taxer chacun d'eux. Il faut ensuite qu'ils aient négocié des quotas de remboursement en faveur des pays les moins motivés, et que ces quotas soient librement acceptés par tous. Il faut encore que les pays aient correctement estimé leurs revenus, leurs dommages, et fait parvenir ces informations sans les biaiser à l'agence internationale. Il faut enfin qu'ils s'acquittent du prélèvement net qui leur est imposé. C'est ce que l'on peut appeler sans nul doute un comportement coopératif. Ainsi, dans tous les modèles, sans exception, ce comportement est nécessaire pour permettre l'existence d'un optimum collectif distinct de l'équilibre non coopératif, et la possibilité d'une solution de redistribution ayant les propriétés d'améliorer la situation de chaque pays.

C'est-à-dire que l'on *propose que les pays s'entendent* pour créer l'agence internationale, pour s'attribuer des quotas de redistribution, et qu'ils ne biaisent pas les informations les concernant. Pourtant, on l'a vu, c'est précisément l'absence de coopération, et l'impossibilité d'imposer la meilleure solution collective, qui fonde le problème.

Rappelons que les modèles identifient deux obstacles différents, mais associés, à la coopération des pays :

- le fait que certains y perdraient[10] ;
- le fait que chacun a intérêt individuellement à ne pas coopérer, même et surtout si "les autres" le font[11] ; autrement dit, le fait que la définition d'une situation meilleure collectivement ne suffit pas en soi à l'obtenir : il faut encore un changement de comportement de la part des pays, il faut encore vaincre l'équilibre stable des intérêts nationaux.

Ces modèles proposent un principe d'accord susceptible de lever l'une de ces difficultés. Mais ce dispositif ne peut fonctionner que si, à un moment donné, les pays ont collectivement changé d'attitude. Il faut donc supposer, sans l'expliquer, que les États sont capables de sortir de l'équilibre non coopératif, alors que pourtant celui-ci est le seul résultat possible des hypothèses de rationalité que les modèles ont eux-mêmes posées, et sur lesquels leur fonctionnement formel repose.

Autrement dit, ces modèles supposent implicitement que leurs hypothèses admettent une exception lorsqu'il s'agit de mettre en place un système tel qu'ils le conçoivent.

Leur raisonnement revient donc à dire que les pays ne sont pas à même de coopérer spontanément, car leur rationalité est telle qu'ils recherchent leur profit national et que, dans la situation de l'effet de serre, cette attitude mène à un résultat non coopératif sous-optimal. Il faut prendre cela comme un état de fait et ne pas compter sur une autre attitude, tant que l'on n'a pas démontré que les pays se comportent différemment. Il faut donc chercher un dispositif qui en tienne compte et qui, malgré cela, puisse améliorer le résultat. On peut alors proposer un système qui lève l'un des blocages que cette situation crée. Mais ce système nécessite pour cela une attitude coopérative des pays.

Cette argumentation tombe alors sous le coup de la critique suivante : si on suppose que les pays sont capables de coopérer effectivement pour produire un dispositif de coordination, pourquoi celui-ci prendrait-il nécessairement la forme que proposent ces modèles ? En effet, les dispositifs qu'ils suggèrent sont supposés nécessaires précisément et uniquement parce que les pays ne coopèrent pas spontanément.

ANALYSE ET CRITIQUE EXTERNES DE LA REPRÉSENTATION DU PROBLÈME

Il s'agit à présent d'évaluer l'apport de ces modèles au regard du problème réel qu'ils ont l'ambition de contribuer à traiter. Autrement dit d'examiner *la portée* pratique que contient la représentation du problème.

Tout d'abord, les modèles isolent certains paramètres du réel pour observer leur fonctionnement. Le jeu des hypothèses est globalement le même dans tous les modèles analysés :

- un pays est représenté par deux fonctions (généralement très simples mathématiquement) ;
- et il se comporte en optimisateur de son utilité totale.

Bien entendu, toute modélisation passe par une simplification ; par définition, il n'y a pas de modèle parfaitement réaliste. En revanche, une modélisation est un choix : choix d'hypothèses, choix des paramètres que l'on simplifie pour se donner les moyens d'en représenter d'autres de manière plus complexe. C'est donc au regard des choix opérés pour simplifier que les résultats du modèle s'apprécient.

Dans les simulations qui font l'objet de cette analyse, le choix de simplification témoigne entre autres d'une forte asymétrie dans la représentation de la réalité. En effet, le mode de décision, le principe de choix politique d'un État concernant ses émissions est représenté avec une grande simplicité

8. Le dispositif produit un certain optimum collectif, mais pas un optimum coopératif.

9. Ils ont en fait, dans leur univers formel, le statut de conditions nécessaires mais pas suffisantes.

10. Problème généré par le caractère non-paretien de l'optimum coopératif.

11. Problème du passager clandestin généré par le caractère non exclusif des bénéfices de la prévention de l'effet de serre.

(les deux fonctions qui donnent la fonction de gain net). En revanche, on trouve parfois une certaine sophistication mathématique pour représenter le processus d'équilibrage de ces stratégies simples, entre les États. Ainsi, par exemple, Hoel (1991) calcule-t-il un « équilibre parfait de Markov », concept complexe de mathématique appliquée à la théorie des jeux, et Martin, Patrick et Tolwinski (1993) font-il appel à un algorithme informatique. On a donc d'un côté un processus décisionnel national très simplifié, et de l'autre, un processus décisionnel international sous la forme d'un calcul mathématique compliqué. Autrement dit, le processus de décision à l'échelle de l'État est extrêmement simplifié, et c'est cela qui permet ensuite de représenter sous une forme mathématique le processus d'ajustement stratégique, à l'échelle de la planète.

Ce n'est pas l'écart entre ces hypothèses et la réalité qui est en question, c'est le statut qu'il faut donner à cette représentation. Si on retient comme principe unique de rationalité des négociations une optimisation "individuelle" des pays de type coûts-avantages[12], la conclusion est inéluctable, et s'impose d'elle-même sans calcul : les bénéfices de chacun doivent au moins compenser ses coûts, sans quoi aucune coopération n'est possible. Comme énoncé général, ce résultat est presque tautologique, comme l'est toute déduction logique. Mais en termes pratiques, il ne l'est pas. Certes, il propose un calcul qui permet d'identifier les solutions convenables et celles qui seraient à exclure, si les États se comportent vraiment comme il est supposé. Mais cette qualité pratique n'est acquise qu'au prix d'un défaut qui conserve (voire aggrave) la difficulté posée par hypothèse, comme l'a montré l'analyse interne des solutions proposées ; cela réduit la portée pratique à en attendre. À partir de là, déduire qu'un dispositif international doit intégrer, dans la réalité, une compensation des "non-motivés" par les "motivés", c'est oublier le poids des hypothèses conventionnelles, que personne (et certainement pas leurs auteurs) ne prétend réalistes. Il est certes intellectuellement profitable de spéculer et de calculer des résultats à partir d'hypothèses restrictives ; la recherche ne saurait progresser sans cela. Il est donc admissible de considérer le problème de la coordination sous l'angle exclusif de ces hypothèses, et le résultat négatif obtenu n'est pas négligeable. Mais il est difficile alors de prétendre appliquer directement le modèle à des cas réels, en prenant des résultats contingents à leurs hypothèses et conventions pour des recommandations pratiques. C'est bien ce glissement implicite mais direct de la modélisation non réaliste à des recommandations pratiques qui doit être révélé et discuté.

Par ailleurs, la vision perceptible derrière les hypothèses de ces modèles signifie que l'on considère les États comme des éléments équivalents et interchangeables. Elle n'introduit pas de dissymétrie entre les nations, sur le plan des responsabilités passées et futures, ou sur le plan des capacités à payer. Ces hypothèses tombent alors sous le champ d'une critique très ancienne des développements économiques fondés sur une conception paretienne : vouloir améliorer la situation d'ensemble sans détériorer celle d'aucun individu, et proposer ce principe comme objectif pour la société, revient implicitement à se satisfaire de la répartition initiale des richesses[13]. Si l'on considère que la répartition actuelle des richesses, des pouvoirs et des dommages environnementaux n'est pas pertinente pour comprendre les problèmes de coordination et de coopération autour de la prévention de l'effet de serre, on peut assimiler la recherche d'un optimum paretien à l'objectif collectif. Dans le cas contraire, il est discutable de placer les États sur un pied d'égalité. Car alors la base économique et politique des solutions repose sur les seuls droits et inégalités acquis. Une telle position peut parfaitement se tenir, notamment au motif du réalisme, ou de l'efficacité. Il est cependant préférable qu'elle soit explicite, pour qu'elle soit éventuellement confrontée à d'autres systèmes de valeurs, car les États ayant à se coordonner ont aussi, implicitement au moins, à s'accorder sur ce qu'ils considèrent comme acceptable sinon juste. Selon que les États considèrent ou non la situation de référence "avant le jeu" comme une donnée pertinente, ils peuvent admettre ou non "l'efficacité" des solutions proposées.

ANALYSE ET CRITIQUE "EXTERNE" DES SOLUTIONS PRÉCONISÉES : UN PRINCIPE "VICTIME-PAYEUR" INADAPTÉ AU CONTEXTE

Les résultats de ces modèles montreraient qu'un instrument, pour produire une situation optimale, doit permettre d'indemniser les pays les moins concernés, ceux qui ne craignent pas ou peu de "dommages". En d'autres termes, cela veut dire que les principales victimes potentielles de la pollution doivent payer pour que ceux qui sont (ou se croient) à l'abri consentent à participer à l'effort collectif. Ce "principe victime-payeur"[14] est une conséquence logique des hypothèses fondamentales retenues dans ces modèles, comme on l'a vu plus haut.

Une fois encore, ce résultat est dû notamment au fait que l'on ignore la répartition initiale des richesses. Si l'on suppose tous les pays strictement équivalents sur tous les points de vue, et toutes les autres conditions du modèle énoncées plus haut, il n'y a aucune raison pour qu'une rétribution des moins concernés par les principales victimes potentielles soit contestable. Puisque tout le monde y gagne, et que cela seul est pris en compte, le résultat est cohérent[15]. Mais il pose un problème pratique et rencontre un obstacle de légitimité dans le cas de l'effet de serre. Fonder un raisonnement sur l'hypothèse que le Bangladesh, les Maldives et le Vanuatu, pour prendre des cas extrêmes, dédommagent les États-Unis et l'Europe pour leurs efforts de réduction des émissions, limite certainement la portée du raisonnement en question.

Alors que dans les modèles étudiés, les compensations sont censées rendre "plus

facile" la coopération, et sont même conçues comme sa condition nécessaire, il s'agirait plutôt, dans le cas de l'effet de serre, d'un sujet de difficultés supplémentaires et d'un enjeu de négociation particulièrement conflictuel.

Ainsi, en voulant traiter de la coopération internationale, ces modèles définissent une solution de coordination qui la présuppose, renvoyant la question posée à d'autres recherches. Sous cette réserve, ils éclairent une sous-partie du problème d'ensemble. Cependant la validité de cet éclairage est dépendante d'un système de valeurs discutable, non seulement d'un point de vue éthique, mais de celui du réalisme de l'approche de la négociation. Dans un contexte de négociation internationale, impliquant tous les pays de la planète, il est difficile de ne pas tenir compte de la répartition initiale des richesses et des responsabilités, et de considérer les nations sur le même plan en termes de moyens et de pouvoirs, sans le justifier.

Le meilleur démenti a été apporté par la Convention de Rio sur les changements climatiques. Des responsabilités communes mais différenciées y sont reconnues, ainsi que l'inégalité des moyens pour faire face aux problèmes. Les pays signataires se sont rangés en deux classes qui ne sont pas soumises aux mêmes obligations, et aucun schéma de compensation n'a été établi entre les pays de la même classe, par exemple au sein des pays de l'OCDE. Certes, cette convention est loin de représenter la solution optimale de coordination recherchée par les économistes. Mais son existence prouve la possibilité d'une voie de coopération qui ne se réduit pas à celle que donnent à voir les modèles considérés. Le jeu de la négociation implique l'acceptation de concessions aux demandes des uns et des autres et la convergence ne va pas de soi. Mais il implique aussi des dispositions et des attitudes de la part des États qui ne sont pas prises en compte dans la manière dont les modèles économiques représentent leur comportement. ■

(Article reçu le 22 mai 1995).

Références

Barrett S. (1991). International Environmental Agreements as Games, in Pethig ed., *Conflicts and Cooperation in Managing Environmental Resources*, Springer-Verlag.

D'Aspremont C., Gérard-Varet L.A. (éds, 1993). *Négociations internationales en présence de pollutions réciproques*, Programme Éclat, Ministère de l'Environnement, CNRS, European Science Foundation, Fonds National de la Recherche Scientifique.

Godard O. (1990). *Effet de serre et politiques publiques : quand la question des instruments se joue entre efficacité, équité et légitimité*, Cired, miméo.

Halkos G. (1994). Optimal Abatement of Sulphur Emissions in Europe, *Environmental and Resource Economics*, 4.

Heal G. (1993). International Negotiations on Emission Control, in Carraro, C. (ed), *Trade, Innovation, Environment*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.

Hobbes T. (1651). *Leviathan, traité de la matière, de la forme et du pouvoir de la république ecclésiastique et civile*, Sirey, Paris, 1971 pour la traduction française.

Hoel M. (1991). Emission Taxes in a Dynamic Game of CO_2 emissions, in Pethig (ed.), *Conflicts and Cooperation in Managing Environmental Resources*, Springer-Verlag.

Hoel M. (1992). International Environment Conventions : the Case of Uniform Reduction of Emissions, *Environmental and Resource Economics*, 2.

I.P.C.C. (1994). Climate Change : Policy Instruments and their Implications, *Proceedings of the Tsukuba Workshop of IPCC W.G. III*, January 17-20.

Kaïtala V., Pohjola M. & Tahnoven O. (1992). Transboundary Air Pollution and Soil Acidification : A Dynamic Analysis of an Acid Rain Game between Finland and the USSR, *Environmental and Resource Economics*, 2.

Mäler K.-G. (1989). The Acid Rain Game, in *Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economics*, Folmer & van Ierland (eds.), Elsevier.

Mäler K.-G. (1990). International Environmental Problems, *Oxford Review of Economic Policy*, 6-1.

Martin W., Patrick R., Tolwinski B. (1993). A Dynamic Game of a Transboundary Pollutant with Asymetric Players, *Journal of Environmental Economics and Management*, 24.

Nordhaus W. (1991). To Slow or not to Slow : the Economics of Greenhouse Effect, *The Economic Journal*, 101.

OCDE (1992). *Convention sur le changement climatique : aspects économiques des négociations*. Paris.

OCDE (1993). *The Cost of Cutting Carbon Emissions : Results from Global Models*, Paris.

Xepapadeas, A. (1995). Managing the International Commons : Resource Use and Pollution Control, *Environmental and Resource Economics*, 5.

12. Cette fonction coûts-avantages est supposée agréger toutes les considérations pertinentes, principales et secondaires, liées par exemple aux enjeux technologiques, concurrentiels, à l'opinion publique, aux intérêts stratégiques internationaux, à la politique interne du pays, etc.

13. Où alors l'on exclut ce problème de l'analyse économique, ce qui n'est pas logique dès lors que, sur ces bases, on se propose de conseiller des solutions politiques.

14. Qui n'a ici aucun rapport direct avec le théorème de Coase, mais simplement découle de la contrainte paretienne en situation où certains pays sont "plus victimes" que d'autres.

15. Dans le cas de pollutions "transfrontières" locales, des transferts peuvent être justifiés, et il en existe effectivement un certain nombre d'exemples (voir par exemple les dispositifs de la Convention Internationale pour la Protection du Rhin). Mais ils concernent alors des sommes marginales à l'échelle des économies nationales ; ils n'ont pas d'effet significatif sur les richesses nationales (les coûts et bénéfices peuvent être représentés par des fonctions "séparables").

ABSTRACT : Economic modelling of co-operation to prevent greenhouse effect : analysis and critics.

Preventing global change requires broad international co-operation. However, countries are unequally willing to begin efforts to reduce atmospheric emissions. Hence, in order to promote efficient agreements, some economic and mathematical modelling have been suggesting the use of « side payments » between countries. Such payments would allow countries that are willing to prevent global change to induce more reluctant countries to join in an international agreement for abating emissions of greenhouse gases.

This paper presents a double analysis of these models and results :

– "Internal" analysis of their common logical framework. It suggests that such models hold convincing properties to represent the problem itself, and powerful instructive qualities. However, theoretical consistence of the promoted solutions (side payments) with the very assumptions of the models designed to advocate them is to be discussed.

– "External" analysis of their qualities for practical use in the economic and geographical context of the global change issue. Particularly, it shows that such models take all the countries in the world for totally equal in all terms of initial distribution (of wealth, power,...), which seems a considerable weakness for applying their conclusions effectively in real world negotiations. The analysis suggests important difficulties for applying the conclusions of these models to concrete negotiations.