

# Comment intégrer les pays en développement dans des politiques climatiques basées sur un système de quotas d'émissions ?

**Sandrine Mathy**

Centre International de Recherche en Environnement et Développement

Les politiques climatiques ne seront pas acceptées par les pays en développement tant qu'elles seront perçues comme une contrainte supplémentaire sur leur développement. La répartition du fardeau imposée par le changement climatique sur ces pays doit donc être perçue comme équitable. Cependant, la diversité des métriques envisageables pour juger du caractère équitable d'une allocation de quotas compromet la possibilité d'aboutir à un accord. Par contre, un système de permis d'émissions négociables induit des transferts compensatoires qui peuvent être importants et aider à la mise en place d'un ensemble de quotas et de mesures d'accompagnement visant la levée de barrières au développement.

Cet article vise à éclaircir le rôle des marchés de permis d'émissions négociables (PEN) pour l'intégration des pays en développement (PED) dans les politiques climatiques. On commencera par expliquer pourquoi quinze années de négociations autour de la problématique climatique ont abouti à un mode de coordination basé sur la fixation de quotas d'émissions attribués aux pays industrialisés moyennant un objectif global de réduction de 5,2% pour la période 2008-12 par rapport aux niveaux de 1990. Ceci donna lieu à la mise en place de mécanismes de flexibilité permettant d'égaliser les coûts marginaux de réduction dans chacun des pays, faisant émerger ainsi un prix international du carbone. Se pose maintenant la question de l'intégration des PED dans un système de coordination de réductions d'émissions. Elargir le système de quotas signifie qu'il faut que tous les protagonistes dans leur diversité s'accorde sur une vision d'une répartition équitable. Mais équitable en quoi ? En coût de réduction, en perte de bien être, en perte de consommation non énergétique ? Les discussions sont complexifiées par la prise en compte de la répartition des dommages. Les politiques climatiques ne seront pas acceptées par les PED tant qu'elles seront perçues comme une contrainte supplémentaire sur le développement de ces pays. Fonder un tel système sur un principe d'équité semble compromis. Par contre, l'avantage des échanges de PEN est d'induire des transferts compensatoires pouvant à terme égaliser les montants actuels de l'aide publique au développement (APD) et permettant ainsi sous la garantie de financements additionnels d'aider à la mise en place d'un « package deal » de quotas et de mesures d'accompagnement visant la levée certaines barrières au développement.

## **I. Le Nord et le Sud face aux politiques climatiques : une histoire de malentendus (1992-2003)**

Dès 1992, la signature par plus de 160 pays de la Convention de Rio sur le changement climatique reconnaît le « *principe de responsabilités communes, mais différenciées* » entre pays du Sud et pays du Nord, responsables historiques de l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. De là découle l'obligation pour ces derniers de montrer leur bonne volonté en procédant en premier à des réductions d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant, déjà avant Kyoto, ce compromis montrait ses limites lorsque le sénat américain a voté à l'unanimité la résolution Byrd Hagel déclarant qu'il ne ratifierait aucun protocole n'impliquant pas une participation significative des pays en développement (PED). Cette motion peut choquer mais elle repose sur deux arguments forts :

- le premier est que, techniquement, le contrôle des trajectoires d'émissions dans les PED est nécessaire si on veut rester en dessous de plafonds de concentration un tant soit peu stricts, puisque, selon les principaux scénarios d'émissions pris en compte par le Groupe Interministériel d'experts sur l'Evolution du Climat<sup>1</sup> (GIEC), les émissions des PED dépasseront celles des pays industrialisés dès la première décennie du XXIème siècle (Nakicenovic *et al.*, 1998) ;

- le deuxième est qu'il est incohérent de faire participer à part entière les PED à l'élaboration de règles d'instruments économiques de réductions d'émissions auxquels ils ne seront pas soumis (Bodanski, 2001). Ceci renvoie à la légitimité de la participation des PED aux négociations tant qu'ils n'ont pas adopté d'objectifs contraignants. À côté de l'argument de légitimité politique résumée par l'expression « *pas de représentation sans taxation* »<sup>2</sup> qui est très forte, non seulement aux USA, mais dans une grande partie des pays de l'OCDE, car elle touche aux fondements mêmes de leur vie démocratique, la réponse des PED, tout aussi légitime, est qu'à terme le système mis en place s'appliquera à eux et qu'il est normal de les inclure dans la négociation de sa construction<sup>3</sup>.

La position des pays dits du Sud est bien résumée par la réponse provocatrice énoncée par la délégation indienne au nom du groupe du G77 :

« *il n'y aura pas d'échanges de permis tant que le problème d'allocation des droits d'émission n'est pas résolu* »<sup>4</sup>

<sup>1</sup> En 1988, l'Organisation Météorologique Mondiale et le Programme pour l'Environnement des Nations-Unies ont mis en place le GIEC avec la mission d'évaluer et de passer en revue l'information scientifique, technique et socio-économique associée au changement climatique d'origine anthropique.

<sup>2</sup> « *no representation without taxation* »

<sup>3</sup> A ceci s'ajoute aujourd'hui, vues les positions de l'administration Bush, le choix entre placer ces négociations sous l'égide des Nations-Unies, ce qui fut fait en 1992 et celui d'en venir à des engagements pris par les pays de l'OCDE et quelques PED volontaires, coalition qui s'élargirait ensuite progressivement, mais sans contrôle des institutions internationales.

<sup>4</sup> « *There will be no emissions trading until the question of entitlement of primary emissions right is resolved* ».

Plus globalement, du point de vue de ces pays du Sud, la crainte non dissimulée était que les politiques climatiques émanant de la coordination internationale constituent une contrainte supplémentaire sur leur développement, soit par des règles d'attribution de permis d'émissions trop strictes, soit parce que les financements de développement se trouveraient conditionnés par une exigence environnementale. La négociation internationale engagée il y a maintenant plus d'une décennie s'est donc construite sur nombre de malentendus et désaccords qui ont finalement abouti au Protocole de Kyoto, faute de mieux.

Pour comprendre la situation actuelle, il n'est pas inutile de souligner à quel point le système de coordination qui a émergé à Kyoto est paradoxal au regard de l'apport de la théorie économique concernant le financement des biens publics (Samuelson, 1954) dont le climat est un exemple par excellence. Les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre sont le résultat d'actions combinées de tous les pays et sont de ce fait assimilables à un bien public : si un pays prend des mesures de réduction de gaz à effet de serre, tous les pays en bénéficieront, et inversement, si un pays augmente ses émissions, tous en pâtiront. Cependant une action unilatérale n'aurait qu'un impact marginal et non significatif sur le stock d'émissions. Ceci conduit à la nécessité de mener une action coordonnée ; se pose alors la question de la répartition équitable des efforts pour la gestion d'un bien public produit de manière décentralisée. Pour maximiser l'utilité collective, et sous contrainte conservatrice interdisant des redistributions préalables de revenus entre nations (Chichilninsky et *al.*, 2000), elle devrait se faire au prorata de l'utilité marginale des revenus des pays (Bowen (1943), Lindahl (1919), Samuelson (1954)). Un américain ayant un revenu moyen 17 fois supérieur à celui d'un indien devrait alors payer 17 fois plus que celui-ci. La leçon de ce théorème simple est donc qu'un prix unique du carbone est inéquitable sauf si sont mis en œuvre des transferts compensatoires vers les pays du Sud résultant d'autres mesures complémentaires<sup>5</sup>.

C'est pourtant autour de cette ligne directrice d'un prix unique du carbone que l'expertise économique, mobilisée sur ces questions, a convergé, l'idée étant de minimiser le coût global du respect d'un objectif donné de réduction des émissions en égalisant les coûts marginaux de réduction des émissions entre pays et secteurs. Or, si cette proposition est vraie du point de vue des coûts techniques, elle néglige l'écart entre coûts techniques et coûts en bien-être, écart qui devient évident dès lors qu'on tient compte de la forte hétérogénéité des conditions préexistantes. Par exemple, une augmentation de \$10 du prix des carburants ou du prix des énergies n'a pas le même impact pour un indien et pour un américain, pour un pays dont l'économie repose sur l'industrie lourde ou pour celui qui privilégie les services, enfin pour un pays à déjà forte fiscalité sur l'énergie et pour un pays où celle-ci est nulle. Autrement dit, l'égalisation des coûts techniques n'est optimale qu'accompagnée d'importants mécanismes de compensation.

Cette décision d'axer le système de coordination internationale sur un signal prix unique ne se comprend qu'en raison de la prégnance des craintes concernant les risques de distorsion liés à la concurrence internationale. Cette crainte concerne les industries lourdes qui seraient fortement pénalisées par un système de prix différenciés, en tout cas tant que l'Organisation Mondiale du Commerce n'autorise pas la levée de droits de douane vis à vis des pays les moins taxés. On verra dans les sections suivantes que ce point aveugle de la négociation va indirectement revenir et qu'il est incontournable.

Deux architectures de base assurant un prix unique du carbone étaient envisageables : des taxes carbone nationales coordonnées ou des quotas d'émissions accompagnés de systèmes de permis d'émissions négociables. S'il n'existe pas d'incertitudes sur les coûts de réduction d'émissions et sur la cible de concentration à atteindre pour éviter des dommages importants, et sous condition de symétrie d'information pour tous les pays participants, les deux instruments sont équivalents, mais le dossier climatique est loin de remplir ces deux conditions. Chacun des outils reporte en effet mécaniquement l'incertitude sur l'une ou l'autre des variables : dans le cas de quotas, l'objectif environnemental est fixé, et l'incertitude porte sur les coûts à consentir pour atteindre cet objectif ; dans le cas d'une taxe, on fixe le coût de réduction, mais le niveau de contrôle des émissions reste inconnu. L'incertitude (sur les coûts ou sur les dommages) à laquelle on accorde une importance prédominante devrait dicter le choix du mode de coordination.

Jusqu'en 1992-1994, on peut dire que l'essentiel de l'expertise économique a plaidé de façon dominante pour une coordination par les prix. Deux arguments entrèrent en jeu :

<sup>5</sup> D'autre part, cette règle, dite règle BLS (selon les initiales des noms des trois auteurs cités), ne tient pas compte de la plus grande vulnérabilité de certains pays, principalement les PED et de la répartition du coût de ces dommages.

- celui de M.L. Weitzmann (1974) selon lequel, en cas d'incertitude sur les dommages environnementaux, il convient, pour minimiser les coûts de l'erreur, d'adopter une coordination par les prix qui fixe la dépense consentie sans garantir 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 R. Newell et W. Pizer (1998), la coordination par les prix semblait s'imposer dans le cas de l'effet de serre puisqu'il s'agit d'une externalité de stock (une tonne émise n'accroît qu'à la marge les concentrations et donc les dommages attendus). Ceci pourrait s'inverser dans les deux cas suivants : occurrence d'une catastrophe climatique à un horizon relativement proche (quelques décennies), ou accélération du progrès technique endogène conduisant à une forte baisse du coût des technologies non-carbonées, ce qui aplatiserait à courte échéance la courbe des coûts marginaux de réduction. Ces deux dernières éventualités sont trop incertaines pour remettre en question la préférence pour un système de coordination par les prix.

- celui du « second dividende » fiscal généré par la baisse d'autres prélèvements obligatoires permise par le produit de la taxe. Le même résultat est certes obtenu par des permis nationaux rétrocédés aux enchères par les gouvernements, mais l'argument est plus immédiat dans le cas des taxes puisque la question de l'arbitrage entre rétrocession gratuite ou aux enchères ne se pose pas.

L'approche par les taxes, qui inquiétait une administration américaine élue sur le thème « *pas de nouvelle taxe* », fut proposée par l'Union Européenne et officiellement soutenue par la France. Le projet est abandonné quinze jours avant la Conférence de Rio de Janeiro en raison de l'opposition des industries grosses consommatrices d'énergie, et des défenseurs du système de quotas, notamment les ONG écologistes demandant l'affichage d'un objectif environnemental clair. Le retrait formel du soutien de la France, qui exigeait une taxe carbone alors que ses voisins voulaient une taxe carbone-énergie pour éviter la relance du nucléaire, lui porta le coup décisif (Hourcade, 1997).

La logique d'une négociation par quotas fût alors enclenchée avec le Mandat de Berlin en 1995 et c'est un an plus tard, lors de la Conférence des parties à Genève, que s'est définie une approche sur la base d'objectifs quantitatifs juridiquement contraignants. Les pays du Sud, malgré l'opposition des pays de l'OPEP, ont demandé aux pays industrialisés de démontrer leur volonté de prendre au sérieux les politiques climatiques et de se fixer des objectifs plus ambitieux que celui de la Conférence de Rio, à savoir la simple stabilisation des émissions au niveau de 1990. La Conférence de Berlin a alors opté pour la fixation d'objectifs de réduction d'émission pour les pays industrialisés pour des périodes ultérieures à 2000. La négociation sur les quotas conduira à la mise en place de mécanismes de flexibilité, avec notamment la création d'un système de permis d'émissions négociables entre les pays ayant un objectif contraignant de réduction d'émissions, pour parer à l'incertitude sur les coûts et réaliser les réductions d'émissions là où elles sont les moins coûteuses. Cependant, l'Union européenne a longtemps plaidé pour la « suppléantarité » du recours aux mécanismes de flexibilité par rapport aux réductions d'émissions domestiques effectuées par l'adoption de politiques et mesures qui doivent rester la principale option de réductions d'émissions.

Mais, ce qui devait être un signe politique fort en direction du Sud révélait surtout l'ampleur du malentendu. Certes l'Europe voulait être vertueuse, mais sur le fond, elle pensait comme les USA que l'approche de permis d'émissions négociables, en générant un apport de capitaux vers le Sud où les coûts de réductions sont les moins importants, suffirait à intéresser les pays du Sud. Or, en plaidant pour une vision restrictive de l'usage des mécanismes de flexibilité, on limitait du même coup cette perspective. En fait, comme les PED n'avaient pas de contraintes sur leurs émissions et étaient donc exclus par principe des échanges de permis d'émissions négociables, un substitut leur était proposé sous la forme d'un mécanisme d'application conjointe par lequel des industriels des pays du Nord pourraient investir dans des projets de réduction des émissions au Sud offrant des perspectives de réductions d'émissions moins coûteuses qu'au Nord pour en retirer des crédits et réduire le coût de leur contrainte carbone. C'est en raison du rejet de ce mécanisme par le sud qu'on a assisté à Kyoto à l'invention du mécanisme de développement propre, véritable surprise diplomatique de dernière minute pour sauver la négociation.

## **II. Le Mécanisme de Développement Propre : un compromis transitoire**

L'émergence du mécanisme de développement propre, inscrit à l'article 12 du Protocole visait à réconcilier les visions antagonistes entre les PED et les Etats-Unis, et ne se comprend pas sans repartir de la volonté des pays industrialisés de trouver des objectifs de réductions d'émissions à bas coût, et de la tentative agitée par le Sénat américain avec la résolution Byrd Hagel d'imposer des objectifs de réductions aux PED.

Pourtant, mis à part l'Argentine, la Corée et le Mexique qui étaient intéressés par l'idée d'un engagement volontaire (Philibert, 2002), les PED ne veulent pas d'engagement, tant que l'environnement sera perçu par eux comme une contrainte supplémentaire sur leur développement. Ils craignent entre autres un phénomène d'éviction des fonds alloués à l'aide publique au développement et l'introduction d'une conditionnalité environnementale à celle-ci.

En juin 97, lors de la préparation de la conférence de Kyoto, les brésiliens avaient fait une proposition très symptomatique des termes de la négociation prévue par le Sud, à savoir la création d'un Fonds pour le Développement Propre alimenté par des pénalités imposées aux pays ayant dépassé leur quota. Le taux de 10 \$ la tonne de carbone équivalent devait alimenter ce fond qui avait pour but de financer des projets de développement cohérents avec l'objectif de long terme de la Convention. Les PED étaient favorables à cette formule, mais les pays de l'Annexe I<sup>6</sup> ne voulaient pas, de fait, se voir imposer un système de pénalités impliquant des transferts automatiques dont l'utilisation ne serait pas contrôlée. Les pays du Nord proposaient plutôt de mettre en place un mécanisme d'investissement volontaire pour les entreprises qui permettrait de contribuer à respecter les engagements des pays.

La proposition de dernière minute de R. Estrada, Président de la Conférence de Kyoto (faite pour sauver la Conférence et aboutir à un Protocole), d'introduire le mécanisme de développement propre, peut apparaître comme purement sémantique ; en fait, elle contient un vrai renversement des perspectives, mettant au cœur du nouveau mécanisme une dimension « développement » et non la seule flexibilité recherchée par les pays de l'Annexe I. Ainsi, le mécanisme de développement propre vise à “ *aider les Parties non incluses dans l'Annexe I dans la recherche d'un développement durable, contribuer à atteindre le but ultime de la Convention, et aider les Parties de l'Annexe I à respecter leurs engagements de limitation et de réduction d'émission de gaz à effet de serre.* ” (Article 12§2 du Protocole de Kyoto). Il formule une double exigence d'additionalité (environnementale et développementale) : sans que le protocole en spécifie les modalités, le mécanisme de développement propre est censé être encadré par des conditions en termes de développement puisqu'il est censé permettre la réalisation de projets qui n'auraient pas pu avoir lieu en l'absence de ce mécanisme. En outre, même s'il permet la participation d'investisseurs publics, il se place dans une logique d'intéressement des investisseurs privés car il rend les investissements plus attractifs par l'augmentation de la rentabilité du projet grâce à la rémunération des réductions d'émissions certifiées.

Concrètement le mécanisme de développement propre repose sur la notion de projets. Ainsi, un investisseur du nord dans un projet au Sud pourrait obtenir des « crédits d'émissions certifiées » à faire valoir en face de sa propre obligation de réduire ses émissions si ce projet génère des réductions d'émissions. La question est celle de réductions vis-à-vis de quoi ? Souvent, il ne s'agira pas de réductions absolues, mais de réductions par rapport à une tendance orientée à la hausse du fait du processus de développement économique en cours. Le problème est alors de définir une référence crédible – ce qui se serait passé en l'absence du projet –, mais aussi de démontrer que ce projet et ces réductions n'auraient pas eu lieu en l'absence du mécanisme.

Ceci pourrait conduire alors à des coûts élevés de transaction et de suivi de petites installations qui pourraient fermer l'accès de ce mécanisme à certains pays hôtes n'offrant pas des perspectives de rentabilité suffisantes aux investisseurs, ou ne disposant pas des capacités institutionnelles et techniques capables de prendre en charge le suivi du projet. Ce point est crucial pour les pays les plus pauvres et de petite taille, typiquement la plupart des pays d'Afrique, et cette situation pourrait encore contribuer à renforcer les disparités géographiques<sup>7</sup> déjà existantes concernant les niveaux d'aide et de transfert de technologie<sup>8</sup>.

Force est de reconnaître qu'aujourd'hui les pays de l'Annexe I continuent à voir dans le mécanisme de développement propre un mécanisme permettant de réduire les coûts de respect de leurs engagements et que, dans les documents préliminaires utilisés dans les négociations, la dimension “ flexibilité ” du mécanisme est explicite alors que sa dimension en terme de développement reste à un stade purement déclaratif. De plus, par rapport à l'objectif proclamé de contribuer au développement, on aboutit au paradoxe que seuls les projets

<sup>6</sup> L'Annexe I de la Convention Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique liste tous les pays développés de l'OCDE, ainsi que les pays dits à Economie en Transition. Les pays de l'Annexe I prennent l'engagement individuel de réduire les émissions en 2000 au niveau des émissions de 1990.

<sup>7</sup> Assurer une distribution géographique équitable des projets fait partie des attributions du Comité Exécutif en charge de la gestion du mécanisme de développement propre.

<sup>8</sup> Les pays de l'Afrique subsaharienne recevaient une aide publique en moyenne de 27\$ par habitant et une aide provenant des investissements directs étrangers de 3\$, alors que ces chiffres pour l'Amérique latine sont respectivement de 13\$ et 62\$.

permettant de réaliser des réductions d'émissions au moindre coût (coût du projet par unité de réduction d'émission équivalent au coût de réduction unitaire) puissent être réalisés (typiquement des projets de plantations d'eucalyptus) par ce mécanisme. Si ceux-ci devaient s'avérer, il est probable que de grands pays comme la Chine ou l'Inde resteront globalement dans une position d'attente et de grand scepticisme.

Le mécanisme de développement propre ne peut donc qu'osciller entre deux alternatives : d'une part, une recherche de précision qui limiterait considérablement le nombre de projets en augmentant les coûts de transaction et en concentrant le mécanisme sur des projets de grande dimension qui auront un rapport coût de transaction/investissement plus avantageux<sup>9</sup>, d'autre part, accepter l'imprécision et les exigences plus laxistes en termes d'intégrité environnementale.

Ceci ne signifie pas qu'un tel mécanisme ne puisse permettre une progression plus rapide sur une trajectoire de développement conduisant à une plus faible croissance des émissions (Mathy et al, 2003) : en cherchant à déclencher un effet levier des politiques climatiques sur l'adoption de politiques et mesures domestiques sans regret (c'est-à-dire dont le coût est négatif), il pourrait permettre la levée de certaines barrières au développement (contraintes en capital, fort taux d'intérêt, ...), mais, les difficultés méthodologiques et conceptuelles qui lui sont intrinsèques, limitent son potentiel à une partie seulement des sources émissions. C'est pourquoi il est, aujourd'hui, de plus en plus perçu comme un outil transitoire dans le processus d'intégration des PED au sein des engagements de réduction des émissions, c'est-à-dire dans l'affectation de quotas d'émissions aux PED et pourrait ne servir qu'à apprendre à prendre en compte la dimension climat dans les politiques de développement.

### **III. Le système des permis au risque des questions d'équité**

#### **1. Les règles d'allocation des quotas : un débat très polarisé**

Différentes propositions ont été faites concernant l'élaboration de règles d'allocation des quotas qui traduisent en fait diverses visions du concept de justice. Parmi elles, les deux règles « polaires » de la représentation du concept d'équité basées sur des critères objectivables sont l'allocation par habitant et celle des droits acquis (*grandfathering*) consistant à définir des objectifs de réduction en pourcentage par rapport aux émissions d'une année de base donnée.

C'est cette dernière qui a été retenue par le Protocole de Kyoto pour l'attribution des quotas. Ces objectifs pourraient bien sûr être différenciés, mais pour des raisons de simplicité diplomatique, c'est bien une baisse quasi uniforme qui s'est imposée à Kyoto, avec le paradoxe que l'Union Européenne qui militait pour cette uniformité a, en son sein, pratiqué une différenciation très forte entre les +27% du Portugal et les -21% de l'Allemagne. Les émissions et les réductions suivant cette règle dépendraient de la trajectoire actuelle, fruit du développement économique passé. Cette proposition ne manque pas de fondement éthique puisque les systèmes technico-économiques actuels ont été mis en place à une époque où l'on ne connaissait pas le risque lié aux émissions de gaz à effet de serre. Leur refonte précoce induirait des coûts de réductions élevés, et les pays de l'Annexe I considèrent qu'elles ne peuvent pas faire l'objet d'une dette envers les pays ayant moins émis. Il y a eu, en quelque sorte, transformation du « contrat social » mondial en 1992 et le droit qui en émerge ne saurait s'appliquer rétroactivement. Mais, vue des PED, il est clair qu'une telle approche est inacceptable en raison de leur très faible niveau actuel d'émission (Tableau 1). L'accepter reviendrait à entériner, derrière les écarts actuels de niveaux d'émissions, les écarts en terme de niveaux de développement. De plus, même s'il est clair que, à l'instar du Portugal et de la Grèce en Europe, ces pays obtiendront un accord leur permettant une hausse de leurs émissions à partir des niveaux actuels, il reste que contraindre les émissions de gaz à effet de serre, et donc l'usage des énergies fossiles, peut être immédiatement perçu comme l'acceptation d'une contrainte absolue sur le développement.

Dès 1991, A. Agarwal et S. Narain ont fait la proposition provocatrice suivante : les quotas d'émission devraient être affectés dès maintenant en attribuant à chaque individu le même droit à émettre des gaz à effet de serre. Cette proposition est ensuite devenue symbolique de la revendication d'équité des PED (Shukla, 1996). Allouer dès maintenant les quotas selon un tel principe est cependant inacceptable pour les pays développés ; en effet, ceux-ci auraient à faire face à des efforts de réduction allant bien au-delà de ce qu'ils sont prêts à payer pour

---

<sup>9</sup> Pour pallier à ces risques et limiter les coûts de transaction de façon à ne pas pénaliser les petits projets, l'Accord de Marrakech (2001) prévoit des procédures simplifiées pour les projets d'énergies renouvelables d'une capacité de moins de 15 MW, les projets d'efficacité énergétique qui conduiraient à des réductions de 15 GWh au maximum par an, et pour tout autre projet de réduction d'émission dont les émissions sont inférieures à 15.000 tCO<sub>2</sub> par an.

limiter les risques climatiques, alors que les PED recevraient des quotas fortement excédentaires pendant plusieurs décennies ce qui générerait des crédits de réductions virtuels difficiles à utiliser de façon utile. Par ailleurs, ils pourraient s'avérer, à l'instar des surplus pétroliers en 1973, contre-productifs pour les pays bénéficiaires en permettant de geler ou pire de corrompre leurs structures institutionnelles et politiques. Etant données les fortes disparités actuelles entre les émissions par habitant des pays industrialisés et celles des PED, certains pays resteraient de manière durable en dessous de la cible de convergence et recevraient donc une rente durant des décennies.

**Tableau 1: émissions par tête (tonne de carbone) en 2000 et en 2030**

	2000	2030
Union Européenne (15)	2,41	2,83
Etats-Unis	5,50	5,78
Japon	2,44	2,80
Canada, Océanie	3,82	4,09
Suisse, Turquie, Norvège	0,99	1,61
Europe de l'est	1,76	2,45
Ex URSS	2,06	3,21
Chine	0,84	1,63
Inde	0,30	0,85
Brésil	0,49	1,00
Moyen Orient & Afrique du Nord	1,99	1,86
Afrique subsaharienne	0,18	0,51
Asie (autres)	0,50	0,99
Amérique latine (autres)	0,72	0,97

Dans cette même perspective, l'attribution d'un même quota d'émission par habitant a été ensuite posée comme un objectif non plus à réaliser immédiatement, mais à atteindre à terme. Ce principe de convergence peut être décliné de plusieurs manières : selon la date de convergence, selon le niveau de convergence, selon le seuil à partir duquel un PED intégrerait l'Annexe B<sup>10</sup>. On peut alors envisager les modalités suivantes : intégration de l'ensemble des PED à une même date avec des cibles différenciées allouées selon les émissions actuelles puis convergence des émissions par habitant (Meyer, 2002), ou fixation d'un seuil minimal de revenu par habitant au delà duquel le niveau d'émissions par habitants est maintenu constant. Ce niveau sera rejoint par la suite par les pays de l'Annexe I. Dans cette lignée Jacoby *et al.* (1998) proposent une règle d'entrée visant à éviter au maximum l'idée d'une contrainte supplémentaire sur le développement. Elle prévoit une intégration progressive des PED consistant à définir un seuil de PIB par habitant en deçà duquel les émissions des PED ne sont pas contraintes, et ceux-ci restent en dehors de l'Annexe I ; dès ce seuil franchi, ils doivent respecter un taux maximum de croissance de leurs émissions qui diminue au fur et à mesure de leur enrichissement, jusqu'à devenir négatif. Cette règle ne permet cependant pas de se prémunir contre l'incertitude du scénario de base et fait peser une charge supérieure aux pays de moindre croissance par rapport aux prévisions ex-ante<sup>11</sup>.

Dans le prolongement de la règle établie par Jacoby, l'Agence Internationale de l'Energie (2001) a proposé des objectifs dynamiques indexés sur la croissance économique réelle. La difficulté de ces options est qu'elles requièrent une grande confiance dans la mesure de l'activité économique comme dans celle des émissions de gaz à effet de serre, ce qui est loin d'être le cas partout dans les PED<sup>12</sup>. Cependant, en rassurant les gouvernements sur les coûts encourrus, c'est peut-être la meilleure façon de les amener à prendre des engagements ambitieux.

D'autres règles s'appuyant sur d'autres principes éthiques de la justice ont été considérées. L'une d'entre elles, la proposition brésilienne (Den Elzen *et al.*, 2002) vise à indexer les allocations de quotas sur la base des responsabilités relatives de chacun des pays à la hausse de température que nous connaissons. Elle prend son origine dans le principe de responsabilité causale et se traduit dans le champ du changement global par le

<sup>10</sup> L'Annexe B du Protocole de Kyoto liste les Etats ayant accepté d'avoir des engagements contraignants ainsi que les niveaux de réductions d'émissions auxquels ils se sont engagés. Elle comprend tous les Etats de l'Annexe I de la Convention sauf la Turquie et la Biélorussie.

<sup>11</sup> Le ratio énergie/PIB se dégrade fortement à tout retournement de conjoncture en raison du sous emploi des capacités et des rigidités techniques

<sup>12</sup> Ce genre d'option inquiète les environnementalistes, puisque l'on ne connaît pas d'avance le niveau des émissions et que chacun a intérêt à augmenter ses émissions avant son entrée dans le système de limitation.

principe pollueur/payeur. Comme pour la règle de contraction et convergence, une cible globale est fixée et les quotas sont répartis ensuite.

## 2. Le jeu des incertitudes

Toutes ces règles peuvent être adaptées de manière à ce que les quotas retenus dans chacune des règles permettent d'atteindre un niveau de stabilisation de la concentration considéré comme équivalent à un volume d'émissions cumulées entre 2000 et 2050 ou 2100<sup>13</sup>. Il suffit de calibrer les paramètres d'entrée (PIB, niveau d'émissions...) et d'évolution des règles dans le temps en fonction de ce volume d'émissions à ne pas dépasser (Lecocq et Crassous, 2003). Cette tâche semble aisée, puisque chacune de ces règles prend en compte des paramètres observables. Ils sont listés dans le tableau 2. Les autres paramètres doivent être négociés entre les pays.

**Tableau 2 : paramètres négociables et observables propres à chacune des règles proposées**

	Paramètre négociable	Paramètre observable
Convergence	Niveau d'émission par tête	Population
Grandfathering	Année de référence	PIB (seuil pour entrée)
Contraction et convergence	Année de référence, année et vitesse de convergence, quota mondial	Population, émissions de l'année de référence
Jacoby	Niveau de PIB par tête seuil, taux de croissance initial des émissions permis, taux de croissance des émissions sur le court et long terme	PIB par tête à la date d'entrée
Multicritère	Paramètres de pondération entre la population, les émissions et le PIB	PIB, population, émissions des périodes précédentes.
Proposition brésilienne	Emissions passées et présentes.	
Cibles sectorielles	Hypothèses de croissance pour chacun des secteurs, benchmarks pour estimer les réductions potentielles	Indicateurs économiques sectoriels (production, croissance...)

L'évolution de ces paramètres observables et des scénarios de référence a donné lieu depuis plus de 10 ans à nombre d'exercices de modélisation. On en recense 416 (GIEC, 2001) traitant d'évolutions différentes du monde mais auxquelles on ne peut attacher une probabilité d'occurrence plus forte pour l'un que pour l'autre. Cette incertitude sur les scénarios de référence se reporte mécaniquement sur les allocations de quotas propres à chaque règle.

Ainsi par exemple, si dans la règle de Jacoby, le niveau de PIB par tête marquant l'entrée des PED dans le système de réductions d'émissions est fixé à 3000\$, la date moyenne d'entrée des PED oscille entre 2015 pour le scénario de référence le plus optimiste en terme de croissance des PED et 2035 pour le plus pessimiste. De la même manière, si une règle est basée sur le niveau d'émissions de la période précédente, l'effort à fournir dépend du scénario de référence et cette incertitude se répercute période après période puisque le taux de variation d'une année sur l'autre est fixé.

Cette incertitude se reporte sur le niveau d'émissions finales avec le risque de voir les émissions dévier par rapport à l'enveloppe globale que l'on s'était fixée pour répondre à un objectif de stabilisation. Ce n'est pas la même chose de commencer à contraindre les émissions des PED en 2015 ou en 2035. Même si une croissance

<sup>13</sup> Ainsi, se fixer pour objectif, la stabilisation de la concentration en 2100 à 450ppm peut être en première approximation considéré comme équivalent à émettre sur toute la période entre 365 et 735 GtC selon les modèles de cycle de carbone, et entre 590 et 1370 GtC pour 550ppm (GIEC, 2001)

économique plus faible peut signifier une croissance des émissions plus faible, il est peu probable que celle-ci compense du point de vue du volume cumulé d'émissions une action retardée de vingt ans. De la même manière, lorsqu'une règle est exprimée par tête (PIB/hab. par exemple), l'incertitude sur la croissance de la population détermine le niveau d'émissions cumulées avec le risque dans le cas d'une croissance démographique supérieure aux prévisions de dépasser la cible de concentration fixée.

### 3. Pluralité et non convergence des critères d'évaluation

Le choix d'un critère représentant un droit moral d'émettre se heurte également au partage de la charge en terme de coût de réduction. On peut ainsi raisonner en terme de justice conséquentialiste, c'est-à-dire en fonction de la distribution anticipée du fardeau pour une règle donnée. Cette approche permet de clarifier les termes, mais ne permet pas de résoudre la difficulté, puisqu'il y a plusieurs métriques envisageables pour juger du fardeau :

- **Le prix du carbone émanant du système de permis d'émissions négociables et son impact sur le prix de l'énergie** : dans un scénario idéal, un prix du carbone sera relayé par une taxe sur les énergies fossiles<sup>14</sup> qui, étant donné l'éloignement des économies en développement par rapport à un équilibre compétitif a peu de chances d'être efficace. D'autre part, l'ampleur du double dividende dont peuvent bénéficier les pays par le recyclage de cette taxe dépend des systèmes productifs et fiscaux préexistants.

- **Les effets en bien-être, une fois pris en compte les effets d'équilibre général** : ils dépendent des conditions pré-existantes dans chacun des pays et, dans le cas d'une taxe, l'ampleur du double dividende obtenu sera fonction du mode de recyclage de son produit au sein de l'économie nationale, ou dans le cas de quotas, du mode d'allocation des permis (gratuits ou aux enchères) qui aura un impact différencié en terme de signal-prix envers les consommateurs.

- **Les effets de richesse** : sous son unicité apparente, le prix du carbone (égal au coût de réduction marginal de la dernière tonne de carbone réduite) sera ressenti de manière inversement proportionnelle au revenu par tête dans chacun des pays ; juger de l'impact sur les niveaux d'utilité nécessite un ajustement du prix selon les niveaux du revenu par tête des pays (25 fois inférieur en Afrique qu'aux Etats-Unis par exemple). Un américain devrait alors contribuer autant de fois plus qu'un africain aux efforts de réduction.

- **Les transferts opérés par les échanges de permis** peuvent être très importants et dépasser le niveau des investissements directs à l'étranger. Leur montant est à mettre en balance avec le surcoût énergétique. Leur recyclage au sein de l'économie dépendra des structures technico-économiques (modes de productions intensifs ou non en capital) préexistantes. Leur répartition pose également des problèmes d'ordre géopolitique et notamment dans le cas d'une forte polarisation de ceux-ci vers seulement un ou deux pays comme on peut le craindre avec le Protocole de Kyoto pour la Russie avec l'« air chaud<sup>15</sup> » et la Chine qui recevrait la majorité des crédits issus du mécanisme de développement propre.

### Un exercice de quantification

Les tableaux n°3 et 4 montrent, à partir d'un exercice couplant le modèle Poles de l'Institut d'Economie et de Politique de l'Energie et le modèle Imaclim du Centre International de Recherche en Environnement et Développement, comment « l'anticipation » des résultats nets de deux règles contrastées d'attribution varie selon le critère retenu pour évaluer le partage du « fardeau » (Ghersli et al., 2003).

<sup>14</sup> Il est également possible qu'un pays reçoive un certain quota d'émissions et mette en place une politique de normes (de consommation des centrales électriques par exemple).

<sup>15</sup> Certains pays auront en effet un excès de droits d'émissions par rapport à leur année de référence. C'est le cas de l'ancienne URSS et des pays de l'Europe de l'Est. Le niveau de leurs émissions a décliné entre 20 et 46% par rapport à l'année de référence. Ces pays auront un excès de quotas qu'ils pourront ainsi vendre sur le marché de permis. Après d'âpres négociations sur l'inclusion ou l'exclusion des échanges d'une partie de cet air « chaud », l'accord de Marrakech (2001) n'apporte aucune restriction sur l'échange de permis issus de celui-ci. Ce transfert de droit ne représente aucune réduction réelle par rapport au scénario de référence et les réductions d'émission correspondantes sont atteintes à un coût nul. Cette quantité d'air « chaud » ampute d'autant l'objectif de réduction global de -5,2% par rapport aux émissions de 1990 fixé par le Protocole de Kyoto.

**Tableau 3 : Règle de convergence avec une allocation gratuite des permis, réductions nécessaires par rapport au scénario de référence en 2030, prix du carbone, coût de réduction dans chaque pays, évolution de la consommation et transferts induits**

	Réductions d'émissions en 2030	MC (\$/tC)	ΔC	Transferts (milliards de dollars 1990)
Union Européenne(15)	42%	43 (56)	-0,31%	12.2
Etats-Unis	63%	43 (43)	-0,94%	33.6
Japon	39%	43 (52)	-0,62%	4.7
Canada, Océanie	59%	43 (60)	-0,68%	5.9
Suisse, Turquie, Norvège	30%	43 (82)	+0,25%	1.0
Europe de l'est	29%	43 (125)	-2,28%	1.6
Ex URSS	38%	43 (163)	-2,45%	5.8
Chine	26%	43 (189)	-1,57%	-4.2
Inde	-14%	43 (391)	-2,16%	-22.2
Brésil	-3%	43 (163)	-0,12%	-1.1
Moyen Orient & Afrique du Nord	19%	43 (168)	+0,05%	2.0
Afrique subsaharienne	-78%	43 (1006)	+3,95%	-21.0
Asie (autres)	-4%	43 (202)	-0,77%	-15.3
Amérique latine (autres)	-7%	43 (151)	+0,28%	-2.8

Note: MC : coût marginal de réduction, 1990 USD par tonne ; les chiffres entre parenthèses désignent le coût marginal ajusté selon le niveau de revenu du pays; DC : variation de la consommation finale de biens non énergie; les transferts se font de (positif) vers (négatifs)

**Tableau 4 : Règle "Soft Landing", réductions nécessaires par rapport au scénario de référence en 2030, prix du carbone, coût de réduction dans chaque pays, évolution de la consommation et transferts induits**

	Réductions d'émissions	MC (\$/tC)	ΔC	Transferts milliards de dollars 1990)
Union Européenne (15)	29%	43 (56)	-0.21%	6.5
Etats-Unis	41%	43 (43)	-0.66%	15.2
Japon	22%	43 (52)	-0.54%	2.2
Canada, Océanie	43%	43 (60)	-0.47%	3.7
Suisse, Turquie, Norvège	26%	43 (82)	+0.28%	0.7
Europe de l'est	8%	43 (125)	-1.46%	-0.9
Ex URSS	3%	43 (163)	+1.71%	-6.9
Chine	11%	43 (189)	-1.18%	-18.9
Inde	16%	43 (391)	-3.03%	-7.0
Brésil	20%	43 (163)	-0.36%	1.0
Moyen Orient & Afrique du Nord	6%	43 (168)	+1.36%	-1.4
Afrique subsaharienne	12%	43 (1006)	+0.22%	0.6
Asie (autres)	32%	43 (202)	-1.15%	5.0
Amérique latine (autres)	9%	43 (151)	+0.05%	0.3

Une allocation respectant le critère normatif de convergence des émissions par tête à moyen terme (tableau 3) entrainerait l'entrée précoce d'un pays à croissance de l'économie et des émissions rapide comme la Chine qui devrait alors très tôt contraindre ses émissions à l'opposé de régions comme l'Inde, l'Afrique Subsaharienne, des autres pays asiatiques ou dans une moindre mesure le Brésil qui recevraient un excès de quota et qui donc bénéficieraient de transferts importants.

Par contre, l'hypothèse d'un élargissement sur la base de l'architecture du Protocole de Kyoto<sup>16</sup> avec une entrée progressive des PED selon leur niveau de revenu (tableau 4) impose une contrainte effective sur les émissions dès l'entrée des pays dans le système. Le niveau des transferts en jeu pour chaque pays est moins important que

<sup>16</sup> Réductions de 20% en 2030 pour les pays industrialisés, entrée dans le système en 2015 pour les pays émergents et en 2045 pour les pays les moins avancés

pour la règle précédente et les PED doivent faire face à un prix du carbone ajusté selon les niveaux de revenus très élevé (390 \$/tC en Inde ou 1.006 \$/tC en Afrique). Ces prix conduisent à des pertes de consommation importantes notamment dans les pays asiatiques hors Chine où les ménages sont de forts consommateurs d'énergie. Dans le cas où les permis sont vendus aux enchères, les prix de carbone ajustés sont, bien sûr, encore plus importants, ainsi que les transferts, mais le revenu de ces ventes peut être recyclé au sein de politiques et mesures fiscales aux niveaux nationaux notamment dans les économies éloignées de leur frontière de production, ce qui permet des gains d'efficacité des systèmes de production. Le coût privé du prix du carbone est alors atténué par le coût social prenant en compte les effets des politiques mises en oeuvre.

Cet exercice montre la difficulté de choisir un critère de sélection de la règle sur laquelle tous les pays puissent s'accorder.

La prise en compte des dommages, peu présente tant qu'on raisonnait dans le cadre d'un effet de démonstration à la charge des pays industrialisés rajoute un niveau additionnel de difficulté. La contradiction majeure de l'affaire est que les données existantes sur les impacts et les résultats des modèles mondiaux semblent indiquer que les PED seront les perdants principaux d'un réchauffement climatique. Ce résultat est finalement peu étonnant puisque, dans les PED, 13% du PNB se concentrent dans l'agriculture, secteur directement exposé au changement climatique (contre 2% dans les pays développés) et plus de 50% de la population est directement employée par ce secteur (contre respectivement 2 et 1% dans les pays développés (Nordhaus, 1999, WDI, 2002)). L'Afrique pourrait ainsi endurer des pertes représentant 2 à 9% du PIB en 2080. Vue la difficulté d'accès de certains pays aux marchés internationaux, certaines communautés vulnérables, comme les « urban poors » ou les communautés rurales qui vivent souvent de l'agriculture vivrière, ne pourront peut-être plus satisfaire leurs besoins fondamentaux. En même temps, le bilan peut inclure chômage, déplacement des populations vers la périphérie des villes (IIASA, 1995). Enfin, pour une hausse du niveau des mers d'environ 40cm vers 2080 et même en présence d'importantes mesures de protection des côtes, on évalue à 93 millions le nombre d'individus touchés annuellement par une inondation (contre 13 millions sans hausse du niveau des mers), dont le plus lourd tribut serait endossé par les zones côtières du littoral de l'Océan Indien (du Pakistan à la Birmanie) et les régions littorales de l'Indonésie, de l'Indonésie et des Philippines. Le fait que les PED soient les plus touchés et en même temps les plus vulnérables conduit à un résultat paradoxal, à savoir que les PED devraient prendre l'initiative de l'action et qu'une action des pays du Nord, les moins touchés et les plus aptes à s'adapter au changement climatique relèverait de la pure bénévolence.

## **Conclusion**

C'est pourquoi, tenant compte de la capacité de manipulation de controverses scientifiques et éthiques dans un processus de négociation porté par une machinerie si complexe, on ne pourra sortir de cette contradiction que si on renonce à fonder les règles d'allocation des quotas sur des règles explicites d'équité (Ashton et Wang, 2003). Cela ne signifie pas qu'on n'ait pas besoin d'un accord sur un attracteur de long terme qui ne peut être que centré sur une certaine idée de convergence autour duquel organiser la discussion. Mais, une chose est de l'utiliser pour établir une base à partir de laquelle engager les discussions sur un ensemble de quotas et de mesures d'accompagnement de façon à déboucher sur un compromis jugé comme « équitable » par les Parties, une autre est de prétendre le fonder sur des principes d'équité.

Mais ceci renvoie en fait à un enjeu plus essentiel, celui d'une mutation plus fondamentale des termes du débat avec les pays du Sud. Depuis la Conférence de Stockholm en 1972 et la réfutation des thèses du Club de Rome selon lesquelles la sauvegarde de l'environnement nécessiterait un ralentissement de la croissance, il est clair que le nœud des politiques d'environnement est le fait que la participation des PED est nécessaire à ces politiques, mais que, en même temps, ces pays refuseront d'y participer tant qu'elles seront perçues comme imposant une nouvelle contrainte au développement. Il est inimaginable, au nom du changement climatique dont ils ne sont aujourd'hui que marginalement responsables au vu des émissions passées des pays du Nord, d'empêcher la Chine ou l'Inde d'asseoir leur développement sur l'utilisation d'un charbon dont ils disposent en grande quantité et à faible coût.

On peut au contraire inverser la perspective et démontrer que les politiques climatiques peuvent être un moyen de résoudre des problèmes structurels qui s'opposent au développement d'infrastructures énergétiques et de transport cohérentes avec les besoins des pays les moins avancés. L'équation à résoudre: contraintes en capital, dynamique de demande mal maîtrisée en raison de la sous-tarifcation des énergies commerciales, manque de technologies adaptées aux contextes locaux, dualisme social par manque d'accès de larges segments de la population aux services de base, exploitation écologiquement peu soutenable des énergies de biomasse (bois de feu, bouses), pollutions locales importantes en Inde et en Chine (pluies acides, poussières).

En générant un apport de capitaux qui, à échéance peuvent représenter plus d'un doublement de l'aide publique actuelle, les politiques climatiques fournissent l'occasion d'un effet levier conséquent à condition que l'on veille à la qualité de l'affectation des fonds. Le point central ici, bien perçu par M.Grubb dès 1990 dans son « Negotiating Targets » est que l'allocation de quotas d'émissions est une occasion sans précédent d'organiser des transferts de capitaux Nord-Sud et un cercle vertueux entre économies développées et en développement, sous réserve que ces transferts soient encadrés par un bon système de gouvernance assurant une meilleure efficacité des fonds alloués que pour l'aide publique au développement aujourd'hui.

## Bibliographie

**Agarwal A., Narain S.** [1991] *"Global warming in an unequal world"*, Center for Science and Environment, New Delhi.

**Ashton J., Wang X.** [2003]. Equity and Climate: in principle and practice. In Adly J. et al. (2003): Beyond Kyoto: advancing the international effort against climate change. *Pew Centre on Climate Change*

**Bodanski D.** [2001]. Bonn Voyage. Kyoto's uncertain revival. *The National Interest*. pp. 45-55.

**Bowen H.R.** [1943] "The interpretation of voting in the allocation of economic resources", *Quarterly Journal of Economics* 58(1), 27-48.

**Chichilnisky G., Heal G., Starrett D.** [2000] Equity and Efficiency in Environmental Markets: Global Trade in CO2 Emissions. In *Environmental markets: Equity and efficiency*. Columbia University Press.

**Den Elzen M, Berk M., Schaeffer M., Olivier J., Hendricks C., Metz B.** [1999] The Brazilian proposal and other options for international burden sharing : an evaluation of methodological and policy aspects using the FAIR model, RIVM report N° 728001011, Bilthoven.

**Ghersi F., Hourcade J.C., Criqui P.** [2003] Viable responses to the equity-responsibility dilemma: a consequentialist view.

**GIEC** [2001] Synthesis report.

**Grubb M.** [1990]. The greenhouse effect: Negotiating targets. Royal Institute for International Affairs, London

**Hourcade, J.Ch.,** [1997]. Enjeux explicites et implicites de la Conférence de Kyoto, les Annales des Mines, pp31-37, octobre 1997.

**IEA** [2001] International Emission trading, from concepts to reality, IEA, Paris

**IIASA & WEC (International Institute for Applied Systems Analysis et World Energy Council)** [1995] *Global energy perspectives to 2050 and beyond*, IIASA, Laxenburg, 110p.

**Jacoby H.D., Prinn R.G., Schmalensee R.** [1998] "Kyoto's unfinished business", *Foreign Affairs* 77(4), 54-66.

**Lecocq K., Crassous R.** [2003] International climate regime beyond 2012. Are quota allocation rules robust to uncertainty ?Policy research working paper 3000.

**Lindhal E.** [1919] "Just taxation, a positive solution", in Musgrave R.A., Peacock A.T. (eds.) *Classics in the theory of public finance*, St Martin's, New York, pp.165-200.

**Mathy S., Hourcade J.Ch., de Gouvello C.,** [2001]. Clean Development Mechanism : leverage for development? *Climate Policy* 1 pp.251-68.

**Meyer A** (2002). Contraction and convergence, the solution to climate change, Schumacher Briefing N°5, Green Books.

**Nakicenović N., Grübler A., Mc Donald A.** (eds.) [1998] *"Global energy perspectives"*, IIASA - WEC, Cambridge University Press, Cambridge, 300p.

**Newell R., Pizer W.** [1998] "Regulating stock externalities under uncertainties", *Discussion Paper 99-10*, Resources for the Future, Washington DC, 29p.

**Nordhaus, W.**[1999] Biens publics globaux et changement climatique. in Conférence annuelle de l'Institut d'Economie Industrielle. Toulouse.

**Philibert C.** [2002] Spécificités du changement climatique : au delà de Kyoto, in Economies et Sociétés- Cahiers de l'ISMEA, Tome XXXVI, n°6, Hors Série n°38, juin 2002. pp 895-913.

**Samuelson P.A.** [1954] "The pure theory of public expenditure", *The Review of Economics and Statistics* Vol.36, 387-389.

**Shukla P.R.** [1996] "When and where aspects of climate change mitigation actions: a developing country perspective", communication au symposium IPCC *Lessons from the IPCC as an integrated assessment process*, Toulouse, 24-26 octobre, 17p.

**United Nations** [1992] United Nations Framework Convention on Climate Change

**United Nations** [1997] Kyoto Protocol

**Weitzman M.L.** [1974] "Prices vs Quantities", *Review of Economic Studies* 41(4), 477-491.

**World Development Indicators.** [2002], the World Bank: Washington (DC).