



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREMIER MINISTRE

Conseil  
d'Analyse  
économique

EN COLLABORATION AVEC



# **Politique climatique : une nouvelle architecture internationale**

Rapport  
**Jean Tirole**

Commentaires  
Jacques Mistral  
René Sève

Compléments  
Jean-Jacques Barberis, Richard Baron, Blandine Barreau,  
Johanne Buba, Dominique Bureau, Renaud Crassous-Doerfler,  
Patrick Criqui, Anaïs Delbosc, Élodie Galko, Christian Gollier,  
Rémi Lallement, Benoît Leguet, Christian de Perthuis,  
Hervé Pouliquen et Pascal Scapecchi

**À paraître à La Documentation française  
mi-octobre 2009**

# **Politique climatique : Une nouvelle architecture internationale**

**Jean Tirole**

**10 septembre 2009**

## **Résumé**

L'attentisme compréhensible des accords de Kyoto ne doit pas être de mise à Copenhague 12 ans plus tard. Un accord a minima, basé sur des objectifs nationaux non-contraignants et laissant libre cours aux lobbies de négocier des régimes spéciaux, augmenterait substantiellement le coût de la lutte contre le réchauffement climatique. Il priverait la planète de ses gisements d'abattement les plus attractifs et créerait une incitation à ne pas réduire la pollution existante dans l'anticipation de compensations futures.

A l'Ersatz d'accord qui se profile, on doit substituer une approche gagnant-gagnant basée sur un marché de droits d'émissions négociables décloisonné, sur des transferts compensatoires prenant la forme d'une distribution des permis aux États (qui bénéficieraient du principe de subsidiarité pour l'allocation interne de ces permis), et sur une lisibilité et crédibilité à long terme incitant les acteurs économiques à installer des équipements non-polluants et à innover dans les technologies vertes.

Le rapport se penche aussi sur la conception des politiques publiques en insistant sur les dangers des politiques réglementaires et sur la nécessité des instruments économiques. Il statue contre les accords sectoriels et apporte un certain nombre de pistes d'amélioration des systèmes de marchés de droits d'émission négociables.

Enfin, le rapport exprime des doutes sur la continuation du mécanisme de développement propre (MDP), une fausse bonne idée. Si ce mécanisme encourage de nécessaires transferts vers les pays du Sud, il possède de graves lacunes et de plus retarde la conclusion d'un accord global. La justice doit se concevoir au niveau des allocations, pas au niveau des objectifs.

Je remercie pour d'utiles discussions ou suggestions Richard Baron, Jean-Paul Bouttes, Julien Daubannes, Jacques Delpla, Elodie Galko, Pierre-Noël Giraud, Olivier Godard, Christian Gollier, Michael Greenstone, André Grimaud, Jean-Charles Hourcade, Bruno Lescoeur, Jacques Mistral, Michel Moreaux, Alain Quinet, Lionel Ragot, Bernard Salanié, Jean-Michel Trochet, Paul Watkinson, Bruno Weymuller, les participants à des séminaires au CAE, au CEDD et au LERNA, et plus particulièrement Dominique Auverlot, Dominique Bureau, Anaïs Delbosc, François Salanié, Christian de Perthuis, Philippe Quirion, et René Sève.

## Table des matières

<b>I. Introduction et résumé des principales recommandations .....</b>	<b>4</b>
1) <i>Un vrai accord dès maintenant pour des actions précoces .....</i>	6
2) <i>Un accord gagnant-gagnant .....</i>	7
3) <i>Un cadre de long-terme .....</i>	7
4) <i>Une lutte efficace .....</i>	8
5) <i>La mise en place d'incitations à rejoindre un vrai accord global .....</i>	9
<b>II. A la recherche de l'efficacité .....</b>	<b>12</b>
1) <i>Cohérence des prix du carbone .....</i>	12
2) <i>Un marché des droits d'émission négociables bien conçu .....</i>	13
2.1) <i>Un horizon long .....</i>	13
2.2) <i>Un engagement suffisant .....</i>	14
2.3) <i>Un système de droits négociables bien conçu .....</i>	16
2.4) <i>Finance du carbone .....</i>	19
2.5) <i>La question de la volatilité des prix .....</i>	20
3) <i>Les actions complémentaires à la valorisation du carbone .....</i>	21
3.1) <i>Projets .....</i>	21
3.2) <i>Recherche publique .....</i>	21
3.3) <i>Propriété intellectuelle et transferts technologiques .....</i>	22
4) <i>Instruments de mesure .....</i>	23
<b>III. La négociation et la compensation .....</b>	<b>25</b>
1) <i>Compenser par des allocations de permis .....</i>	25
2) <i>Des pistes d'accord insatisfaisantes .....</i>	27
3) <i>Comment allouer les permis ? Réalisme et éthique .....</i>	28
4) <i>Déléguer aux pays l'allocation nationale des quotas .....</i>	30
5) <i>Retour sur l'engagement des États .....</i>	32
6) <i>Négociation globale ou accords sectoriels ? .....</i>	32
<b>IV. Et si Copenhague échouait ? .....</b>	<b>34</b>
1) <i>La continuation des comportements opportunistes des nations .....</i>	34
2) <i>Que vaudront les initiatives régionales ? .....</i>	35
3) <i>Faut-il garder ou renforcer les MDP ? .....</i>	36
4) <i>Faut-il instaurer des mesures d'ajustement aux frontières ? .....</i>	39
5) <i>La problématique plus générale des actions unilatérales .....</i>	42
<b>V. L'efficacité à chaque niveau de subsidiarité .....</b>	<b>43</b>
1) <i>La mise en place d'enchères .....</i>	43
2) <i>La contribution climat et énergie (CCE) .....</i>	44
3) <i>Normes .....</i>	47
4) <i>Energies renouvelables .....</i>	49

<b>VI. Une feuille de route.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>53</b>
<b>Annexe 1 : Comment améliorer un accord a minima ? .....</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 2 : Realpolitik.....</b>	<b>60</b>

# I. Introduction et résumé des principales recommandations

## D'une réponse inadaptée aux enjeux...

Nous sommes aujourd'hui tous conscients de l'impact des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et autres gaz à effet de serre (GES)<sup>1</sup> sur le changement climatique, et de ses corollaires : conséquences dramatiques de la montée du niveau des océans pour les populations vivant dans les deltas et les régions côtières, pénurie d'eau en Afrique et ailleurs dans le monde, changements météorologiques, etc.

Le réchauffement climatique est par essence un problème économique et politique. L'atmosphère est un bien public mondial. Lorsque j'émetts 9 tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent par an, comme le font la moyenne des Français, je n'internalise pas l'impact de ces émissions sur le bien-être des autres citoyens du monde et des générations futures. J'adopte alors un comportement opportuniste et compte sur les autres pour réduire leurs propres émissions, ce qu'ils ne feront bien sûr pas, faute d'incitations.

Pour stabiliser le niveau de concentration à 550 parts/million (ppm) en 2050,<sup>2</sup> on estime que chaque habitant de la planète devra émettre 2.5 tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent. En comparant ce chiffre aux 23,5 tonnes annuelles par habitant des États-Unis, ou même aux 10,3 tonnes moyennes par habitant des 27 membres de l'Union Européenne,<sup>3</sup> en tenant compte de la croissance probable (et souhaitable) des pays émergents, et en considérant que le réchauffement climatique va faciliter l'exploitation des gisements de pétrole et de gaz au Canada<sup>4</sup> et en Russie, on ne peut que s'interroger quant à la manière d'y parvenir.

La réaction institutionnelle au défi climatique n'a jusqu'ici pas été à la hauteur des enjeux malgré de nombreux efforts concertés à partir de 1990, date du premier rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC<sup>5</sup>). Inspirée par ce dernier, la convention sur le changement climatique des Nations Unies de 1992, ratifiée par 192 pays, établit une responsabilité conjointe mais différenciée des pays dans le réchauffement, sans cependant adopter des mesures concrètes. L'accord de Kyoto en 1997 est le premier accord dans lequel des nations participantes (les 38 pays de l'Annexe I, c'est-à-dire en gros les pays industrialisés) s'engagent à mettre en place des objectifs de contrôle des

---

<sup>1</sup> Le dioxyde de carbone représentait en 2004 76,7% des GES anthropiques. Parmi les autres GES résultant d'activités humaines, les plus abondants sont le méthane (14,3%), l'oxyde d'azote (7,9%), et les gaz fluorés (1,1%). Source : GIEC, 4ième rapport du premier groupe de travail, 2007.

On agrège ces différents GES dans la notion de tonne de CO<sub>2</sub> équivalent. Par exemple, la moyenne française des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant était en 2005 de 6 tonnes en 2005, et celle des GES de 9 tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent.

<sup>2</sup> Le calcul du seuil souhaitable varie bien sûr avec le calcul de l'impact réel du réchauffement climatique, avec le choix du taux d'actualisation, etc. Le rapport Stern (2006) recommande un objectif de 500-550 ppm. Stern (2008) estime cependant que 550 ppm, qui conduit à une probabilité de 24% d'un réchauffement de plus de 4 degrés Celsius et de 7% d'un réchauffement supérieur à 5 degrés, est vraiment une limite supérieure.

Le Conseil de l'Europe, en mars 2007, s'est prononcé pour un taux de 450ppm CO<sub>2</sub> équivalent, et fixé son propre objectif, à savoir une réduction de 20% en 2020, avec 10% de plus dans le cas d'un accord satisfaisant.

C. Gollier a fourni un certain nombre de contributions à la compréhension des taux d'escompte sociaux : voir par exemple sa contribution récente (2008).

<sup>3</sup> La moyenne française des émissions du seul CO<sub>2</sub> (6 tonnes) est nettement plus faible que la moyenne européenne (8,4 tonnes) du fait de la part prépondérante (80%) du nucléaire dans la production de notre électricité.

<sup>4</sup> Sables bitumineux, dont l'extraction émet trois fois plus de GES que l'extraction du pétrole conventionnel.

<sup>5</sup> IPCC (Intergovernmental Panel on Climage Change) en anglais.

émissions, à savoir une réduction moyenne de 5,2% des émissions en 2008-2012 par rapport à 1990. Son impact reste cependant très limité, en partie à cause de l'absence d'objectifs quantifiés pour les pays émergents comme la Chine,<sup>6</sup> l'Inde et le Brésil et de la non-ratification du Protocole par les États-Unis.

Plus récemment, le sommet du G8-G5<sup>7</sup> à Heiligendamm en juin 2007 a pris acte de la double nécessité de parvenir à des réductions substantielles des émissions de GES et de fixer un objectif mondial. Il a suggéré un niveau de réduction mondiale de 50% en 2050 par rapport au niveau de 1990<sup>8</sup>. Cet objectif nécessite bien sûr une réduction beaucoup plus substantielle des pays développés, et est compatible avec le facteur 4 français (75%), la cible américaine de 80%<sup>9</sup>, et la plupart des autres objectifs annoncés pour 2050. Par contre, les objectifs à plus court terme sont modestes. Par exemple, le projet de loi américain, le Waxman-Markey bill<sup>10</sup>, propose pour 2020 une réduction de 17% par rapport à 2005 (soit seulement 6 à 7 % par rapport à 1990) à partir d'un système de cap-and-trade.

Le sommet de Copenhague en décembre 2009, censé définir une suite au protocole de Kyoto au-delà de 2012, est un tournant dans l'évolution des négociations internationales, et sera déterminant pour l'avenir de la lutte contre le réchauffement climatique. Malheureusement à quelques mois de ce sommet, les propositions sont nombreuses et largement contradictoires<sup>11</sup>.

Le contraste est saisissant entre les objectifs ambitieux affichés par les gouvernements, l'Union Européenne et les organismes internationaux, et l'accord a minima qui se profile depuis le Plan d'Action de Bali de décembre 2007<sup>12</sup>. Certains semblent se résigner à de vagues promesses de la part des pays où se trouvent la plupart des gisements d'économie d'émissions. Malheureusement le réalisme des intérêts nationaux est généralement un meilleur prédicteur de l'avenir de notre planète que les déclarations volontaristes et généreuses; quelle confiance pouvons nous accorder à des approches de type « pledge and review »<sup>13</sup>, dans lesquelles les États fixent leur propres objectifs et ne sont même pas tenus de les respecter ? Face à la réticence des États-Unis, de nombreux autres pays riches et des pays émergents à s'engager, le savoir-faire des diplomates sera mis à rude épreuve dans les mois à venir ; en fait l'enchaînement des prises de position depuis Bali tient de la chronique d'un échec annoncé (sans doute drapé à Copenhague sous le couvert d'une annonce d'une « avancée majeure »). Nous devons pourtant réaliser qu'un accord a minima à Copenhague aurait des conséquences sérieuses et augmenterait substantiellement le coût de l'atténuation.

### **...à une approche plus ambitieuse**

---

<sup>6</sup> Le taux d'émissions de la Chine par exemple, au regard de celui des États-Unis, est passé de 0,55 en 1997 à 1,13 dix ans plus tard.

<sup>7</sup> Comprenant les pays du G8 plus cinq grands pays émergents : Afrique du Sud, Brésil, Chine, Inde et Mexico.

<sup>8</sup> Ce facteur 2 au niveau mondial n'a été acté que par les seuls membres du G8, au sommet de Toyako en 2008.

<sup>9</sup> Par rapport à 2005.

<sup>10</sup> Ce projet de loi (« The American Clean Energy and Security Act of 2009 ») a été voté le 29 juin 2009 par la Chambre des Représentants par une majorité de 219 à 212, mais n'a pas encore été approuvé par le Sénat.

<sup>11</sup> Pour un résumé très complet des propositions existantes, on se référera à la monographie de B. Barreau (2009).

<sup>12</sup> Pour une discussion du Plan d'Action de Bali, voir par exemple Tubiana-Wemaere (2008). Comme le notent les auteurs : « ... le soutien des États-Unis au Plan d'Action de Bali a un prix, qui se traduit par le faible niveau d'ambition du cadre des négociations s'annonçant pour les deux années à venir ». Le Plan d'Action ne spécifie aucun objectif chiffré et contraignant au niveau des pays et ne mentionne aucun objectif de réduction global.

<sup>13</sup> Popularisés par l'administration Bush et repris par de nombreux pays depuis.

Essayons d'imaginer une issue positive aux négociations de Copenhague. En décembre 2009, les États résolvent simultanément les trois problèmes auxquels sont confrontés les experts :

- la mise en place d'instruments économiques incitatifs, permettant une minimisation du coût de la lutte contre le réchauffement climatique à objectif donné, seul gage d'une politique crédible et pérenne,
- la mise en place de mécanismes garantissant la pérennité de cet accord en sanctionnant les laxismes futurs, auxquels les gouvernements ne manqueront pas de succomber en l'absence de tels garde-fous. Jusqu'ici, et comme on l'a observé à Kyoto, les négociations ont fait preuve d'une grande naïveté quant aux incitations des États,
- la conception d'un mécanisme de transferts qui fasse adhérer les principaux acteurs à un accord global.

Ces trois conditions sine qua non – mécanismes économiques, engagement et compensation – seront au centre des discussions.

De plus, si l'accord « final » ne prend pas encore forme à Copenhague, il faudra aussi réfléchir au chemin qui pourrait mener à un tel accord. Les aspects économiques seront déterminants dans l'incitation des parties prenantes à s'engager au sein d'un accord, et il me semble important d'apporter un éclairage économique à la problématique de la négociation, et pas seulement à la conception d'un bon accord.

Ce rapport a pour but d'esquisser une approche économique de ces deux questions : la construction d'un mécanisme pérenne et l'incitation à adhérer à un tel accord. Ces deux questions sont complémentaires : La définition de ce qui se passerait en cas de désaccord ou accord a minima à Copenhague conditionne l'incitation des pays à entreprendre des actions précoces.

Le rapport ne peut qu'aborder quelques grands sujets ayant trait à la lutte contre le réchauffement climatique. D'autres sujets importants, tels que l'évaluation (suivant la dynamique mise en route par le rapport Stern), les mesures qui pourraient être prises pour atténuer certains effets régressifs de la fiscalité carbone, et l'adaptation et son financement n'y sont que peu ou pas abordés<sup>14</sup>.

## **Les principaux messages**

### ***1) Un vrai accord dès maintenant pour des actions précoces***

Le vrai risque est celui d'un mauvais accord à Copenhague. Face au refus très stratégique de certains grands acteurs d'envisager des engagements internationalement contraignants avant 2020, il est tentant de prôner un accord intermédiaire de plus, reprenant la logique de Kyoto et y incluant les États-Unis, maintenant mieux disposés à réagir au réchauffement climatique<sup>15</sup>. Un tel attentisme aurait des conséquences désastreuses ; non seulement il priverait la planète de ses gisements d'abatement les plus attractifs, mais il

---

<sup>14</sup> Les documents associés à ce rapport fournissent des compléments très utiles à la fois sur les thèmes centraux du rapport et sur ceux qui y sont négligés.

<sup>15</sup> Même si les États-Unis acceptaient de rejoindre un tel accord, leurs ambitions risqueraient d'être modestes, comme le montre le projet de loi Waxman-Markey.

donnerait aussi aux pays concernés une trop forte incitation à investir dans des équipements riches en carbone ou à ne pas réduire leur pollution existante, dans la mesure où cela renforcera leur pouvoir de marchandage dans les futures négociations<sup>16</sup> : En effet, un parc plus polluant rend leur non-participation à un accord ultérieur plus crédible, et leur permet d'anticiper une compensation future en échange de leur adhésion.

Et pourtant il existe des accords simples de type « cap-and-trade » (plafonnement des émissions et échange des permis d'émission correspondants), incorporant dans un système mondial de droits d'émission négociables<sup>17</sup> les pays émergents, et avantageux pour à la fois ces pays et les pays occidentaux. Refuser les actions précoces en acceptant l'absence d'inclusion de grands pays dans le système global d'échange de droits d'émission est un non-sens économique et écologique. La proposition d'établir un cap-and-trade mondial est donc la voie à privilégier.

## **2) *Un accord gagnant-gagnant***

L'adhésion de nombreux pays au projet global passe par des mécanismes de transferts. L'hésitation des négociateurs à aborder ce problème frontalement ne peut que retarder la conclusion d'un accord. Les compensations devraient se faire au détour de l'attribution des droits d'émission négociables et donc éviter des promesses de transferts monétaires directs toujours aléatoires (comme le montre la non-réalisation des engagements occidentaux d'aide au développement à hauteur de 0,7% du PIB ou de ceux liés à la lutte contre le Sida).

Il faut d'abord se fixer un objectif quantitatif *global* et ensuite compenser les pays de telle sorte qu'ils aient une incitation à rejoindre l'accord. In fine, la justice doit se concevoir au niveau des allocations, pas au niveau des objectifs.

Ce rapport réfléchit aux implications, pour la négociation climatique, du compromis classique entre politiques réaliste et éthique, et offre quelques principes de cadrage d'une allocation des permis entre pays.

## **3) *Un cadre de long-terme***

Les acteurs économiques (entreprises, ménages, administrations, États) ne choisiront des équipements non-émetteurs de GES que s'ils anticipent un prix du carbone suffisamment élevé à l'avenir. De même les entreprises ne feront les efforts nécessaires pour promouvoir de nouvelles générations technologiques non-polluantes que si elles y voient un intérêt économique. En bref, il s'agit de réduire l'incertitude sur le prix carbone de demain.

La lisibilité à long terme bien sûr présuppose une crédibilité des actions des États. Un accord international doit être juridiquement contraignant, c'est-à-dire aller de pair avec la création de mécanismes d'engagement des États. L'absence de sanctions réelles en cas de dépassement des engagements de limitation des émissions rendait l'accord de Kyoto peu crédible. Le Canada, qui se trouvait déjà en 2005 à 30% au dessus de ses promesses pour 2008-2012 selon le protocole de Kyoto, le Japon et les nombreux autres pays (Nouvelle

---

<sup>16</sup> Je passe ici sous silence l'intérêt propre des pays à limiter les impacts du changement climatique sur leur territoire et à bénéficier à court terme des transferts financiers provenant du mécanisme MDP. Je reviendrai par la suite sur ces incitations, qui me semblent très insuffisantes.

<sup>17</sup> J'utiliserai alternativement dans ce rapport les termes « permis » ou « quotas ».



Zélande, et même peut-être l'Europe) qui peinent à respecter leurs engagements en dépit de la crise économique, ne paieront pas de pénalités.

Dans d'autres domaines d'activité, l'OMC et l'Union Européenne ont déjà du mal à discipliner leurs États-membres alors même que ces derniers bénéficient de leur appartenance à ces organisations ; il est illusoire de penser que la discipline règnera d'elle-même en matière de lutte contre le réchauffement climatique dans la mesure où les pays ont au contraire une incitation forte à sortir des accords si ces derniers s'avèrent trop contraignants.

Ce rapport suggère quelques pistes dans cet esprit.

#### **4) Une lutte efficace**

Un accord trop coûteux sera inmanquablement remis en cause. L'enjeu de l'efficacité économique dans la lutte contre le réchauffement climatique n'est donc pas seulement de minimiser l'impact négatif de ces politiques sur le pouvoir d'achat des ménages à objectif donné de réduction des émissions, mais aussi de rendre cette lutte crédible.

La réduction des émissions de carbone par une gamme de politiques s'impose. Les économies d'énergie peuvent dans certains cas apporter une réponse simple. On peut aussi choisir des technologies alternatives à faible émission de carbone : énergie propre (énergies renouvelables, nucléaire, capture, stockage et séquestration du carbone, etc.), transports moins polluants, meilleure isolation des bâtiments, agriculture plus propre<sup>18</sup>, réduction de la déforestation, etc.

Il serait cependant contreproductif d'aborder ce problème par le biais de politiques fixant des objectifs de réduction dans des secteurs spécifiques. L'information fait défaut à une telle approche (dite de « command and control »), qui de plus encourage un lobbying actif. Nous ne connaissons tout simplement pas les bons gisements d'économie de GES, et toute intervention à l'aveugle est vouée à augmenter les coûts d'atténuation et, à terme, à décrédibiliser la lutte contre le réchauffement climatique. Il est plus simple et plus efficace de faire émerger un prix du carbone, qui incitera les agents publics et privés à contrôler leurs taux d'émission. En conséquence :

- Il est nécessaire de réaffirmer l'importance du principe de l'unicité du signal prix. Une tonne de carbone est une tonne de carbone et son prix ne devrait pas trop varier selon l'émetteur. Un prix uniforme réduit fortement les coûts d'atténuation. Le principe d'unicité du prix est fréquemment mentionné pour rapidement être écarté sous couvert de « pragmatisme ». Les lobbies recherchant tous, avec des fortunes diverses, des statuts dérogatoires et un cloisonnement des actions, il est effectivement tentant de pratiquer une différenciation pour satisfaire les plus influents. Comme toujours, la réflexion économique ne peut s'abstraire de la soumission éventuelle des États à la force de lobbying de certains groupes d'intérêt.
- Inversement, les lobbies sont plus aisément mobilisés si on ouvre la porte à des traitements spécifiques. Une seconde vertu d'un prix unique est sa simplicité. En mettant tous les acteurs économiques sur un pied d'égalité, il réduit les tractations et les activités de lobbying.

---

<sup>18</sup> Les ruminants, la riziculture, et les engrais comptent parmi les plus gros émetteurs de gaz à effet de serre dans l'agriculture.

- Dans cet esprit, les accords sectoriels sont à déconseiller.
- L'unicité de prix peut provenir d'un système de quotas échangeables (cap-and-trade) ou d'une taxe carbone.
- L'utilisation de normes et d'objectifs technologiques quantifiés (par exemple d'énergies renouvelables) doit faire l'objet d'un chiffrage de leur coût. L'emploi de tout autre instrument qu'un prix du carbone doit être soumis à une évaluation coûts-bénéfices, et reposer sur une compréhension claire des raisons qui fondent son emploi en sus du prix unique du carbone. Il doit surtout être accompagné de création de marchés de crédits/débets incitant les acteurs les mieux dotés en gisements d'abattement à faire mieux que la norme pour vendre les crédits en résultant aux acteurs ayant un coût prohibitif de respecter la norme. Cette approche classique a malheureusement été généralement laissée pour compte dans certaines décisions récentes.
- Il faut soit prévoir à court ou moyen terme la mise aux enchères des droits d'émission négociables, soit allouer les permis aujourd'hui pour le long terme. Sinon les acteurs anticiperont l'obtention de permis gratuits selon le principe du grand-père s'ils installent (ou ne mettent pas au rencart) des équipements polluants entre temps. La piste des enchères est à donc privilégier.
- Enfin, le système ETS (Emission Trading System) européen, s'il a été un très utile premier pas, fut au départ entaché de graves défauts. Si certains de ces défauts ont récemment été éliminés, l'expérience montre qu'ils pourraient aisément réapparaître ; il est utile de rappeler dans ce rapport comment améliorer la conception du mécanisme d'échange.

### ***5) La mise en place d'incitations à rejoindre un vrai accord global***

Les pays en développement ont une double légitimité à demander un effort important de la part des pays développés. Tout d'abord ces derniers sont responsables de la majeure partie du stock existant de GES<sup>19</sup> ; sans parler de « dette climatique », force est de reconnaître que les pays en développement peuvent légitimement s'inquiéter de ce que leur propre croissance soit handicapée par une fiscalité carbone. Ensuite, la pauvreté de ces pays fait qu'une aide internationale des pays riches semble justifiée.

Pour autant, les propositions du G77<sup>20</sup> en général et de la Chine en particulier semblent partir d'une mauvaise analyse de la façon dont la compensation devrait être organisée. Aujourd'hui les pays émergents ne suggèrent pas d'objectifs contraignants pour eux-mêmes avant au mieux 2020, proposant une négociation ultérieure sur ce sujet, et demandent une réduction de 40% des émissions de GES des pays développés de 1990 à 2020<sup>21</sup> (plus un transfert financier à hauteur de 0,5 % à 1% du PIB des pays développés). Au risque de me répéter, la justice doit se concevoir au niveau des allocations, pas au niveau des objectifs.

Dès maintenant, une réflexion doit être engagée sur la stratégie à adopter en cas de désaccord ou d'accord a minima à Copenhague. En effet, cette stratégie conditionne la signature d'un accord satisfaisant. En imaginant que les pays allaient prendre leurs responsabilités, le débat a trop négligé les incitations à adhérer à un accord, et a par là-même fait preuve d'un dangereux optimisme. A cet égard, même si elle inclut un aspect incitatif

<sup>19</sup> Les pays riches sont responsables d'environ 70% du stock actuel de GES.

<sup>20</sup> Le groupe des 77 est une coalition des pays en développement créée en 1964, et comptant actuellement 130 pays (en gros l'Amérique Latine et Centrale, l'Afrique et l'Asie).

<sup>21</sup> Alors que les États-Unis affichent dans le projet de loi voté à la Chambre des représentants une réduction de 6 à 7 % et que l'Europe promet 30 % au plus.

sous la forme d'une augmentation de son objectif si un « accord satisfaisant » est conclu, la proposition européenne me semble renforcer les incitations des pays émergents à rester intransigeants du fait de la relativement faible augmentation (de 20% à 30%) de l'objectif européen d'abattement en cas d'un accord<sup>22</sup> ; de plus, le caractère vague de la notion d' « accord satisfaisant » permet des interprétations multiples et ôte à cet engagement une partie de sa crédibilité. L'attitude américaine, qui sous d'autres aspects pose problème, est sans doute plus propice à attirer la Chine et les autres pays émergents à la table de négociation.

Le *mécanisme de développement propre (MDP)* permet aux pays développés d'obtenir des crédits carbone en réalisant des projets réduisant les émissions de GES dans les pays en développement. Il est délicat de critiquer ce mécanisme, car il répond à plusieurs objectifs louables : en premier de faire un geste vis-à-vis des pays émergents ; en second de ne pas complètement abandonner les réductions d'émissions de GES dans les pays où les réductions sont les moins coûteuses, et d'organiser un début de convergence des prix du carbone au niveau mondial. Je ne peux que souscrire à ces objectifs.

Malheureusement, le mécanisme MDP est une fausse bonne idée. Force est de constater que le MDP a de très graves défauts. Certains ont été souvent soulignés : les forts coûts de transaction dûs à la complexité de mise en œuvre du concept d' « additionalité » (un projet ne peut bénéficier de l'octroi de crédits MDP que s'il n'aurait pas eu lieu en l'absence de ce mécanisme) ; et l'incertitude sur les réductions d'émissions dans les pays développés où les crédits correspondants sont revendus.

Moins en évidence est le fait qu'une bonne gestion du mécanisme MDP nécessite une vision globale : une réduction de la pollution à travers un projet peut entraîner une augmentation égale de la pollution ailleurs par un effet de report. [Une qualité des systèmes de cap-and-trade est qu'ils intègrent directement une approche globale du problème].

Un autre défaut important est la double incitation perverse donnée par le mécanisme MDP aux gouvernements des pays non contraints par les accords internationaux sur le climat. Le MDP encourage les pays émergents à maintenir en place des installations polluantes, voire à en installer de nouvelles, afin de pouvoir à l'avenir recevoir les crédits MDP correspondants ; ces pays de plus ont peu d'incitations à adopter des législations environnementales contraignantes, car les projets MDP ne seraient alors plus qualifiés d' « additionnels »<sup>23</sup>. Deuxièmement, le mécanisme MDP récompense les pays émergents pour un refus d'objectifs quantitatifs, et non pour l'adhésion à un accord international contraignant. Pour toutes ces raisons, il me semble très dangereux de compter sur le mécanisme MDP pour exploiter les gisements d'économie de GES dans les pays émergents.

L'autre grand sujet est la question de *l'ajustement aux frontières*, qui tente de rétablir la neutralité concurrentielle lorsque les concurrents étrangers ne paient pas pour leurs émissions, et par là de résoudre le problème des fuites de carbone vers des pays plus

---

<sup>22</sup> Plus précisément, en cas « d'accord satisfaisant », l'Union Européenne passe ses objectifs à 30 % et augmente le champ des mécanismes de projets définis à Kyoto (MDP et MOC, ou mécanismes projets qui leur succéderont), puisque la moitié de l'effort supplémentaire pourra être couverte par des crédits au titre des projets. En l'absence d'un tel accord, l'Europe reste à 20 % et le recours au MDP disparaît graduellement puisque seuls peuvent être utilisés les reliquats de ce qui n'a pas été utilisé en phase II (2008-2012).

<sup>23</sup> Notons au passage que les gouvernements ont, à l'instar de la Chine, une capacité importante à capter la rente MDP grâce à des taxes sur les crédits (« unités certifiées de réduction des émissions » ou « URCE »).

conciliants. Ce sujet divise et continuera de diviser les économistes pour de bonnes raisons. D'une part la logique de cette mesure est impeccable d'un point de vue théorique : l'ajustement aux frontières a une double vertu, celle de rétablir la neutralité concurrentielle vis-à-vis de la taxation du carbone et de résoudre ainsi le problème des « fuites » (concentrer l'industrie manufacturière dans des régions sans contrainte environnementale ne règle en rien le problème climatique) ; et celle de « mettre la pression » sur des pays qui autrement refuseraient des objectifs quantitatifs. D'autre part, le mécanisme d'ajustement aux frontières se heurte à deux écueils importants : le manque d'information sur le contenu en carbone des importations et l'utilisation protectionniste que ne manqueront pas d'en faire les pays. En bref, les mesures d'ajustement aux frontières ne se justifient qu'en cas d'accord partiel et ont des défauts graves, comme celui de nuire au libre-échange ; tout au plus peuvent-elles se justifier, de façon temporaire, comme un outil de pression pour convaincre les pays réticents à adhérer à un accord contraignant. Le diable est dans le détail, et l'on ne peut se prononcer sur cette question sans un examen approfondi de propositions concrètes. Mais il est clair qu'un ajustement aux frontières, même conçu soigneusement, ne serait qu'un pis-aller.

## II. A la recherche de l'efficacité

Quelles institutions seront-elles propices à une action concertée et crédible de lutte contre le réchauffement climatique ? A cet égard, l'économie met en lumière des idées simples :

- unicité (cohérence) de la valeur carbone,
- séparation entre efficacité et aspects redistributifs/compensatoires, et
- création de mécanismes d'engagement des États.

Cette partie du rapport énonce quelques impératifs dans la conception d'une architecture mondiale efficace. Les illustrations fournies sont par nécessité des retours d'expérience au niveau des pays ou de l'Europe.

### 1) Cohérence des prix du carbone

Idéalement, le prix du carbone devrait être le même, quelle que soit la source ou le pays dans lequel la tonne de carbone est émise<sup>24</sup>. Le raisonnement est simple : Si l'émission d'une tonne de CO<sub>2</sub> coûte en taxes ou en achat de droits d'émission négociables 50 euros à un émetteur dans le pays A et 100 euros à un autre dans le pays B, certains émetteurs du pays A préféreront polluer plutôt que de dépenser 51 euros pour éviter cette pollution alors que d'autres dans le pays B dépenseront 99 euros pour réduire la leur; à niveau de pollution donné, 48 euros auraient ainsi pu être économisés par la société<sup>25</sup>. Bien sûr, la perte moyenne est plus faible que la différence des prix, mais elle peut être substantielle.

C'est ainsi que certaines études économétriques estiment à 50 % la réduction du coût de la lutte contre certaines pollutions grâce à l'utilisation d'un instrument économique – par exemple des droits d'émissions négociables – créant un prix unique pour tous les acteurs, et remplaçant des solutions administrées différenciant implicitement les prix<sup>26</sup>. Une célèbre étude du MIT<sup>27</sup> estime que la création d'un marché du dioxyde de soufre aux États-Unis a abaissé les coûts d'abatement de moitié au regard d'une politique traditionnelle de contrôle administratif, amenant une réduction annuelle des coûts de 1 milliard de dollars. De nombreuses études portant sur les politiques environnementales incitatives indiquent des réductions de coûts supérieures à 2.<sup>28</sup>

Les conséquences de ce principe de base sont nombreuses :

- Par exemple, et contrairement à une idée commune, l'on ne doit pas différencier le prix du carbone entre secteurs économiques sur la base de l'existence ou non de technologies de

---

<sup>24</sup> Il y a aussi une nécessité de cohérence intertemporelle du prix du carbone. Les principes d'évolution du prix du carbone sont bien décrits dans le rapport de la Commission Quinet (2008). Une contribution récente à la question de l'évolution intertemporelle des prix est due à Acemoglu et al (2009). Ces auteurs arguent que la combinaison de coûts convexes du stock de carbone dans l'atmosphère, l'invention de technologies vertes et la régénération mécanique de l'atmosphère devraient dans le très long terme mener à des prix du carbone plus bas que pendant la période de transition.

<sup>25</sup> Le même argument s'appliquerait si on imposait des prix du carbone différents selon les industries, les secteurs, ou les utilisations.

<sup>26</sup> Voir par exemple Harrington-Morgenstern-Stern (eds) (2004). Le chapitre « Leaded Gasoline in the United States : The Breakthrough of Permit Trading » (R.Newell et K. Rogers) retrace le passage en 1982 d'un système de "command-and-control" des normes imposées aux raffineries sur le niveau de plomb dans l'essence à un système de crédits/débits échangeables sur un marché.

<sup>27</sup> Joskow et al. (2000).

<sup>28</sup> Voir Tietenberg (1990), Hahn-Stavins (1992, 2000).

remplacement (sans carbone) viables dans le court ou moyen terme, ou, alternativement, sur la base de l'élasticité de la demande des produits dont la production est émettrice de CO<sub>2</sub>. Discriminer de cette manière revient à confondre l'objectif de compensation avec celui d'efficacité, et in fine à alourdir le coût de la politique environnementale pour la société.

- Un autre exemple, sur lequel nous reviendrons en détail par la suite : les normes imposées dans certains secteurs doivent être guidées par la taxe ou le prix d'un droit d'émission négociable dans les autres secteurs. Il y a fort à parier cependant que la cohérence des différentes politiques mises en œuvre pour contrecarrer le réchauffement climatique laissera à désirer. Un réel effort de mise en cohérence des normes environnementales dans les différents secteurs doit être réalisé. Le rapport<sup>29</sup> de la Commission Quinet (2008) est de ce point de vue un premier pas fort utile. Il recommande que les différents services de l'État français utilisent dans les évaluations économiques des politiques publiques une valeur de la tonne de CO<sub>2</sub> à 32 euros, croissant exponentiellement jusqu'à 200 euros en 2050. Si ces valeurs tutélaires du carbone ne correspondent pas aux prix émergents sur le marché des droits d'émission négociables, la mise en cohérence des normes pourrait partir du prix de marché.
- L'impératif d'un prix unique a également été oublié par le Conseil européen lors de la conception de son paquet en mars 2007. La fixation de cibles ambitieuses d'énergie renouvelable (20%<sup>30</sup>) sans référence au coût d'une telle politique en est une illustration. Une autre illustration est fournie par la recommandation de la Commission Européenne dans son étude d'impact que la performance des pays membres sur le renouvelable soit mesurée en fonction de l'effort entrepris dans le domaine et du niveau de PIB. A cible donnée (disons les 20%), la logique économique voudrait que les pays dont l'avantage comparatif est l'éolien ou le photovoltaïque fassent l'effort correspondant, et qu'un système de crédits/débits échangeables soit mis en place, les pays ne faisant pas suffisamment de renouvelables rachetant des crédits à ceux qui en font plus que l'objectif moyen. La question de l'équité (sous-jacente à la référence au niveau de PIB) doit être traitée sous l'angle de l'allocation des permis, pas sous celui d'introduire un surcoût important dans la lutte européenne contre le réchauffement climatique. L'on objectera que des mécanismes de flexibilité « de substitution » ont été prévus (cf. sections V.3 et V.4), mais le refus d'aller jusqu'au bout de la logique économique est révélateur.

Nous rencontrerons de nombreux autres exemples d'application de ce « principe de prix unique » plus tard dans notre discussion.

## **2) Un marché des droits d'émission négociables bien conçu**

### *2.1) Un horizon long*

Les décisions des acteurs économiques en matière d'émissions de gaz à effet de serre sont souvent des décisions de long terme: construction d'unités de production d'électricité (les installations durant de 20 à 60 ans en général), immobilier, transports, forêts, etc. Par ailleurs, les entreprises ou start ups travaillant sur la séquestration du carbone, les cellules à hydrogène, le stockage de l'électricité, le photovoltaïque, l'éolien ou toute autre technologie permettant d'économiser les GES ne le feront que si elles peuvent envisager un rendement sur leurs licences et leurs brevets à un horizon long. Ce rendement sera déterminé par le coût

---

<sup>29</sup> Conseil d'Analyse Stratégique (2008).

<sup>30</sup> Les Etats-Unis ont des objectifs similaires en matière d'énergie renouvelable. La proposition de loi Waxman-Markey prévoit un pourcentage de 6% en 2012 et de 25% en 2025 pour l'électricité renouvelable.

d'opportunité des pollueurs potentiels, c'est-à-dire le prix des droits d'émission négociables ; en effet ce prix des permis à polluer fixe les royalties maximales par tonne de carbone auxquelles les innovateurs peuvent prétendre pour leurs licences de technologies sans carbone. Le prix du carbone en 2010 leur importe donc beaucoup moins que celui en 2030 ou 2050.

Les acteurs économiques ont besoin de lisibilité à long terme. Notre système européen ETS, avec ses horizons courts (2005-2007 pour la phase 1, 2008-2012 pour la phase 2, et 2013-2020 pour la phase 3) fait en la matière bien pâle figure au regard des systèmes de droits d'émission négociables sur le SO<sub>2</sub> mis en place aux États-Unis en 1990. Cette année là, une loi bipartisan<sup>31</sup> du Congrès américain, le Clean Air Act Amendment, avait adopté un objectif ambitieux de réduction de moitié des émissions de dioxyde de soufre (de 20 millions de tonnes par an à 10 millions à partir de 1995), et avait mis en place un système de droits échangeables. Ces droits d'émission négociables s'échangent sur des marchés à terme d'un horizon de 30 ans<sup>32</sup>. Ces marchés créent des « signaux prix », servant de guide aux acteurs économiques dans leurs décisions d'investissement. Ils permettent aussi à ces derniers de se couvrir contre le risque de prix correspondant.

Un autre argument clé en faveur d'un engagement sur le long terme est l'attitude que peuvent adopter les secteurs et les pays en prévision de négociations futures : L'absence d'investissement dans des technologies vertes est moins coûteuse pour ces secteurs ou pays en cas d'accord portant seulement sur le court terme, dans la mesure où ils pourront demander des compensations lors des renégociations pour accepter de participer à un accord.

## 2.2) *Un engagement suffisant*

Le débat sur les prix des droits d'émission négociables s'est focalisé sur la notion de prix plafond, ou soupape de sécurité. Cette soupape peut prendre des formes diverses. Par exemple, le projet de loi Waxman-Markey autorise l'Environmental Protection Agency (EPA) à constituer une « réserve stratégique » de permis qui pourraient être émis si le prix des permis venait à croître plus vite que prévu.<sup>33</sup>

Les industriels sont en effet inquiets de l'impact des prix des GES sur l'activité économique. En partie, cette inquiétude résulte de l'absence de taxation environnementale dans des pays commercialement concurrents. En partie aussi, cette notion de prix plafond est liée au risque que les pays participants ne décident de sortir du système si ce dernier s'avère trop coûteux. Nous reviendrons sur ces sujets. Pour l'instant, nous ne considérons qu'une situation où un accord international crédible harmonisant le prix du carbone entre les pays aurait été obtenu.

Pour toutes ces inquiétudes des industriels, aussi bien dans l'Union Européenne pour le CO<sub>2</sub> qu'aux États-Unis pour le SO<sub>2</sub> la grande surprise a été l'émergence de prix bien plus

---

<sup>31</sup> La loi fut votée par une majorité de 401 à 25 à la Chambre et de 89 à 10 au Sénat.

<sup>32</sup> De nouveaux permis sont émis tous les ans (par exemple en 2009 pour 2039). Pour éviter une incitation perverse à poursuivre une activité qui serait non-rentable au prix de marché de ces permis, ces permis vont toujours aux bénéficiaires désignés en 1990, même s'ils ont arrêté leur activité. Les permis correspondant ont en cas d'arrêt de l'activité été revendus par anticipation à des investisseurs.

<sup>33</sup> Section 726. Le projet mentionne une mise aux enchères à un prix minimal de 28 dollars (en dollars 2009 constants).

Une discussion des mécanismes de « safety valve » et de leur lien avec le respect d'un accord est fournie par Hourcade-Gherssi (2002).

faibles que ceux anticipés par les acteurs sitôt que les transactions ont commencé à s'étoffer. Le lobbying pour des allocations généreuses et une sous-estimation (peut-être entretenue) de la capacité des industriels à modifier leurs comportements y sont sans doute pour quelque chose<sup>34</sup>. Mais cette surprise illustre bien les limites informationnelles de toute politique publique en la matière.

Je suis en fait plus inquiet de la capacité des États à s'engager sur une valeur carbone<sup>35</sup> élevée et il me semble au moins aussi important de mettre en place un *prix plancher*. Comme nous l'avons déjà noté, les équipements à faible contenu en carbone ne seront mis en place dans le transport, le bâtiment, le secteur électrique et tout autre secteur que si les acteurs économiques anticipent des prix du carbone non négligeables à l'avenir. De même, les industriels ne feront de la recherche dans les technologies sans carbone que s'ils s'attendent à toucher des royalties conséquentes sur leurs innovations; et, comme nous l'avons déjà indiqué, ces royalties seront déterminées par le prix du carbone. Si l'on prend pour illustration les estimations fournies par une étude récente de McKinsey sur la capture et le stockage du carbone<sup>36</sup>, les premières installations pourraient occasionner un surcoût de 60 à 90 euros par tonne évitée, pour descendre à un niveau de 30 à 45 euros une fois la technologie mature (à un moment au delà de 2030) ; il est clair que des anticipations de prix du carbone à 10 ou 40 euros la tonne<sup>37</sup> ne stimuleront jamais la recherche dans le domaine.

Or, la crédibilité de l'engagement des États est un sujet d'inquiétude. Supposons que, comme cela est souhaitable, un système de droits d'émission négociables soit mis en place au niveau mondial, avec un horizon long (30 ou 40 ans). Une fois les permis vendus ou distribués (par exemple en 2010 pour la période 2011-2040), il peut être tentant pour les États de revenir sur leurs engagements, et d'émettre plus tard (en 2020 ou 2030) de nouveaux permis, faisant ainsi baisser les prix de ces permis. Il existe plusieurs raisons à cela :

- Tout d'abord, les États peuvent être à court d'argent (une hypothèse renforcée par la crise financière, qui mettra les finances publiques en difficulté pour de nombreuses années). Mettre de nouveaux permis aux enchères pourrait s'avérer très tentant pour ces États.
- Ensuite, les États pourraient céder devant les pressions des industriels n'ayant pas voulu, ou ne pouvant pas à coût raisonnable, faire l'effort de réduire leurs émissions.
- Enfin, les États pourraient vouloir faciliter l'accès aux technologies sans carbone en faisant baisser le prix des droits d'émission négociables, forçant ainsi les innovateurs à baisser le niveau de leurs royalties.

Dans tous les cas se pose un problème de « cohérence intertemporelle » des choix des États: ces derniers voudraient pouvoir s'engager sur des prix à terme élevés, mais une fois que le secteur privé a acquis les droits d'émission, que les industriels ont investi dans des technologies peu consommatrices de carbone et que les inventeurs ont innové, il est tentant de prendre des mesures faisant baisser le prix du carbone.

---

<sup>34</sup> Voir Convery et al (2010).

<sup>35</sup> L'expérience américaine sur le SO<sub>2</sub> invite à quelque optimisme dans la mesure où les engagements quantitatifs définis en 1990 n'ont pas été relâchés. Mais il faut nuancer ce constat en notant que les prix de marché sont restés relativement bas, rendant les tentations décrites ci-dessous inopérantes.

<sup>36</sup> Il existe encore des incertitudes fortes sur le coût de cette technologie ainsi que sur l'organisation et la capacité du stockage et des responsabilités correspondantes.

<sup>37</sup> Le prix sur le marché européen en septembre 2009 est de 15 euros la tonne.



La solution à ce problème semble très simple : les États peuvent s'engager à un prix plancher (par exemple, « le CO<sub>2</sub> ne vaudra pas moins de 100 euros la tonne en 2030 »)<sup>38</sup>. Cet engagement peut être rendu crédible par une dette contingente: les États se portent garants du niveau de prix en s'engageant à rembourser aux acquéreurs de droits d'émission négociables la différence entre le prix annoncé et le prix réalisé si cette différence s'avère positive; en d'autres termes, les États émettent des « Obligations d'État contingentes », ou « options put ». Ou, de façon équivalente, les États peuvent s'engager à racheter suffisamment de permis si leur prix tombe en dessous du seuil annoncé. L'intégration de tels mécanismes à la dette souveraine accroîtrait leur crédibilité.

Cette solution a un défaut évident. Il est difficile de prévoir avec exactitude la bonne politique en matière de lutte contre le réchauffement climatique dans 20 ou 30 ans. L'incertitude scientifique (sur l'impact exact des GES sur le climat), technologique (sur la vitesse de progrès technologique dans la lutte contre les GES), humaine (sur l'acceptabilité des mécanismes d'adaptation), et géopolitique (sur la participation des autres États) implique qu'il faut prévoir un peu de flexibilité, par exemple en se laissant la possibilité d'augmenter (de diminuer) le prix du carbone si les nouvelles scientifiques sur la vitesse du réchauffement climatique sont mauvaises (bonnes).

Au risque de me répéter, le problème n'est pas tant d'assurer un prix minimal que d'atteindre les objectifs d'émissions. Si par exemple l'ingéniosité des émetteurs conduit à une réduction supérieure aux attentes des émissions, une baisse du prix des permis est tout à fait normale et souhaitable. Une baisse des prix associée par exemple à une trop grande complaisance de l'États avec les émetteurs par contre ne l'est pas. Les marchés de permis sont des instruments de régulation par les volumes et pas par les prix.

En collaboration avec Jean-Jacques Laffont, je m'étais penché sur ce problème<sup>39</sup>, et avais examiné la politique publique optimale. Nous en avons conclu que l'optimum social consiste à émettre des droits d'émission négociables comprenant des droits de rédemption accrus au fur et à mesure que le prix du carbone baisse ; c'est-à-dire les permis sont assortis d'options put autorisant leurs propriétaires à demander le remboursement du permis à un prix plancher prespécifié. Ce mécanisme a pour objet de donner une certaine réactivité à l'État pour ajuster sa politique aux nouvelles informations scientifiques, technologiques et sociales tout en le responsabilisant quant à son incitation naturelle à ne pas tenir ses promesses sur le prix du carbone.

En résumé, une politique optimale réalise un compromis entre les objectifs de flexibilité et d'engagement. Rendre coûteuse pour les États une baisse future des prix du carbone par rapport aux prix cible permet de créer une certaine réactivité aux développements scientifiques, technologiques, géopolitiques et humains sans pour autant laisser les États ouvrir impunément les vannes des autorisations à polluer.

### *2.3) Un système de droits négociables bien conçu*

---

<sup>38</sup> Cette mesure a récemment été préconisée par exemple par Ed Miliband, Secrétaire d'Etat britannique à l'Energie et au Changement Climatique.

<sup>39</sup> Laffont-Tirole (1996a, b).

Le système ETS européen<sup>40</sup> sur le CO<sub>2</sub> a le mérite d'exister. Il a également favorisé la collecte de données relatives aux équipements, nécessaires pour un contrôle efficace des émissions. Enfin, même un prix du carbone faible incite à exploiter les gisements faciles de réduction des GES. A son origine il contenait cependant de nombreuses erreurs de conception<sup>41</sup> n'existant pourtant pas dans le système de droits d'émission négociables mis en place en 1990 aux États-Unis pour le SO<sub>2</sub> :

- *L'allocation de nouveaux permis gratuits pour de nouveaux projets.* Une allocation gratuite de permis pour la construction de nouvelles centrales par exemple ne peut que créer un effet d'aubaine pour les bénéficiaires et génère une multiplicité de prix (0 pour ces nouveaux projets, prix du marché pour les autres) entraînant une mauvaise allocation des ressources économiques. Il est tentant de penser que la gratuité des permis pour les nouveaux projets rétablit la neutralité concurrentielle vis-à-vis des entreprises en place qui reçoivent des permis gratuits. Il n'en est rien. En effet, le coût d'opportunité pour l'entreprise possédant un permis est égal au prix de marché de ce permis : elle perd la possibilité de le vendre au prix de marché quand elle produit et pollue. Une entreprise entrant sur le marché par contre ne recevra pas de permis si elle choisit de ne pas entrer ; son coût d'opportunité en termes de contribution climat-énergie est donc nul.
- *Perte des permis en cas de fermeture.* Certains pays européens ont décrété que les droits d'émission négociables octroyés à une installation seraient perdus en cas de fermeture de cette installation. Ceci de nouveau va à l'encontre du principe du prix unique. Une entreprise réfléchissant à la fermeture d'une usine en effet fait alors face à un prix du carbone de facto égal à 0, puisqu'elle ne pourra pas revendre le permis correspondant. Une telle politique incite donc au maintien inefficace d'équipements consommateurs de carbone. A vrai dire, le dispositif de perte de permis en cas de fermeture était motivé par l'objectif de limiter les fuites en carbone qui pourraient être provoquées par une délocalisation de l'activité ; il se peut effectivement que la perte de permis décourage une délocalisation, mais on peut se demander si les coûts du dispositif justifient son utilisation alors qu'il existe d'autres instruments- inefficaces eux aussi, il est vrai- pour gérer les fuites en carbone.

Pour illustrer le raisonnement du paragraphe précédent, supposons qu'une entreprise française fasse un profit brut de 10, et détienne un permis à polluer de valeur 30, qui lui permet d'émettre la tonne de dioxyde de carbone associée à sa production. Si elle peut garder son permis (et donc le revendre) en cas de fermeture, elle fermera car cette action lui procurera  $20 = 30 - 10$  ; le permis ainsi relâché permettra à une autre entreprise (« à la marge ») d'économiser un coût d'abattement égal à 30. Il est donc effectivement socialement désirable que cette usine polluante ferme. Par contre, si elle perd son permis en cas de fermeture, elle restera en activité, ce qui lui rapporte un profit de 10.

Supposons maintenant que la fermeture soit en fait associée à une délocalisation vers un pays non-soumis à des engagements quantitatifs d'émission. En présence de cette distorsion, c'est la possibilité de garder le permis qui induit l'entreprise à prendre la

---

<sup>40</sup> Ce système ne concerne dans un premier temps que le CO<sub>2</sub>. Il couvre environ 12000 installations, principalement des centrales électriques, des aciéries, des raffineries, et des usines de pâte à papier. Le système de droits d'émission négociables est particulièrement contraignant pour le secteur électrique, assez protégé de la concurrence en provenance de l'extérieur de l'Union Européenne et considéré comme un bon candidat pour une réduction des émissions à court terme.

La genèse de l'approche européenne et ses effets économiques sont bien analysés dans Bureau (2009).

<sup>41</sup> Pour plus d'information sur ces insuffisances, voir Ellerman-Buchner (2007), Convery-Redmond (2007), Convery-Ellerman-de Perthuis (2008) et Ellerman-Joskow (2008). D'après les discussions et réformes récentes en Europe, en particulier dans le secteur de l'électricité où des enchères ont été adoptées, certains de ces défauts seront éliminés en phase 3.

mauvaise décision du point de vue social : Elle devrait rester en France si se délocaliser implique un coût quelconque (disons, réduit le profit brut de 10 à 5). Par contre, elle gagne  $30-(10-5)=25$  en se délocalisant. En présence de tentation de délocalisation vers un pays sans taxe carbone, une inefficacité (l'absence de restitution des permis) en compense une autre (l'absence de taxation carbone dans le pays de destination de l'activité). Mais le résultat n'est toujours pas satisfaisant dans la mesure où le carbone n'est pas suffisamment taxé.

- *Absence de « banquabilité »*. Au début de l'ETS, les permis pour l'année  $t$  ne pouvaient pas être utilisés à une date ultérieure  $t'$  d'une autre phase<sup>42</sup>. Ceci empêche un lissage des prix et donne lieu à des inefficacités économiques, comme le montre la Figure 1. Cette dernière représente les prix spot et à terme du carbone en Europe. Par exemple, le prix spot en mai 2007 était proche de 0, du fait de petites erreurs de prévisions sur la demande et de l'octroi par trop généreux de permis par certains États dans la première phase (2005-2007)<sup>43</sup>. Jim Bushnell et Catherine Wolfram (2009) analysent plus en détail les différentes causes de cette chute du prix. La croissance du PIB fut un peu plus lente que prévue en 2005 et 2006, entraînant moins d'émissions ; la part du renouvelable, elle, crût plus vite que prévu en Espagne et surtout en Allemagne. Enfin les températures furent plus douces que normales en 2006.<sup>44</sup> Ces auteurs concluent qu'avec un plafond légèrement en dessous du niveau business as usual<sup>45</sup>, des erreurs faibles de prévision peuvent impliquer que l'allocation des permis excède le niveau qui aurait été atteint en l'absence de toute contrainte et donc que le prix du marché spot peut très vite tomber à 0.

Par contre le prix (à terme) d'achat en mai 2007 d'un droit d'émission pour 2008 était non-négligeable. Or, il y a très peu de différence en termes de coût social entre une tonne émise en 2007 et une émise en 2008... De nouveau le principe du prix unique est violé.

Notons enfin qu'en l'absence de banquabilité entre phases, le prix vers la fin d'une phase tend soit vers 0, soit vers la pénalité prévue en cas de dépassement<sup>46</sup> ; en effet, l'on apprend à ce moment si l'offre de permis est excédentaire ou insuffisante.

---

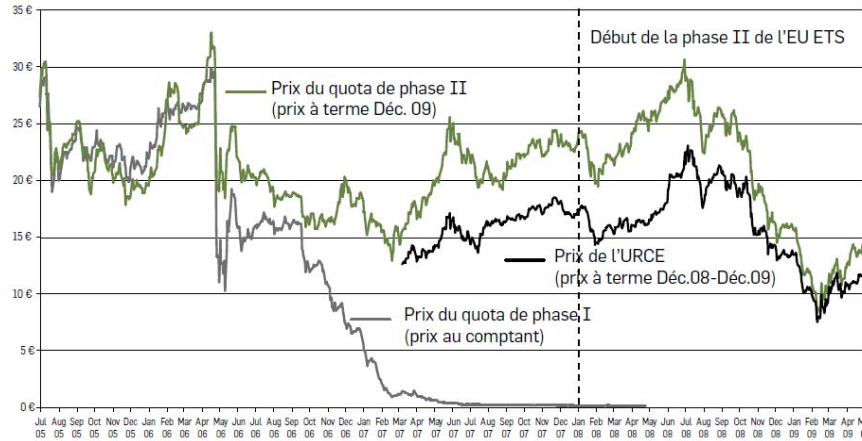
<sup>42</sup> Par contre, la banquabilité a toujours été autorisée au sein d'une phase (2005-2007, 2008-2012, 2013-2020) et a été introduite entre phases par la suite.

<sup>43</sup> Les permis ont été distribués en proportion égale sur les trois années de la phase 1 du programme ETS. Le Waxman-Markey bill par contre prévoit de distribuer un nombre de permis décroissant au cours du temps (et d'autoriser la bankability).

<sup>44</sup> Les auteurs considèrent aussi la pluviométrie et les crédits correspondant aux projets.

<sup>45</sup> En ceci aussi, l'expérience ETS est très différente de celle du SO<sub>2</sub> et le NO<sub>x</sub> aux Etats-Unis : non seulement le Clean Air Act Amendment de 1990 avait autorisé la banquabilité, mais aussi la réduction d'émissions était beaucoup plus drastique (50%).

<sup>46</sup> En absence de banquabilité le prix aurait atteint 40 euros (pénalité de la première phase) plus le prix du quota de seconde phase (pénalité non libératoire) si le marché avait été court en quotas. La pénalité est de 100 euros dans la deuxième phase.



**Figure 1**  
[Source: Christian de Perthuis]

- *Excès de subsidiarité et pénalités trop peu crédibles.* Dans le système européen, les États ont conservé au moins au début trop de pouvoir discrétionnaire. En outre, en cas de dépassement de l'objectif national, les conséquences pour les États<sup>47</sup> sont assez mineures. En fait, dans le cadre des accords de Kyoto, un accord en 2001 a spécifié une pénalité sous forme d'une augmentation (de 30%) de l'effort à entreprendre à l'avenir (un dépassement d'une tonne donnant naissance à une réduction additionnelle de 1,3 tonne par la suite) ; comme l'effort futur fera l'objet d'une négociation, il y a fort à parier que la communauté internationale passera l'éponge sur les dépassements passés afin d'arriver à un nouvel accord. Il n'y a pas vraiment de mécanisme de sanction<sup>48</sup>.

#### 2.4) Finance du carbone

La finance carbone est en dehors du champ de ce rapport. Cela ne veut bien entendu pas dire que cette question n'a pas sa place dans la conception d'un système efficace :

- Tout d'abord, la création d'un marché international unique<sup>49</sup> et accessible à tous les acteurs (États comme particuliers, pollueurs comme intermédiaires financiers) s'impose. En particulier, tandis que le Protocole de Kyoto prévoyait un marché entre États<sup>50</sup>, il s'agira d'éviter que des pays comme la Chine ou l'Inde, qui, dans la solution que je préconise recevraient beaucoup de permis, n'utilisent leur pouvoir de marché sur le marché des permis ; l'accès des entreprises et particuliers au marché rendrait le marché des permis plus concurrentiel.

<sup>47</sup> Comme indiqué précédemment, les acteurs économiques par contre font l'objet de sanctions en cas d'émissions non couvertes par des permis. Ces sanctions ont été appliquées par exemple à des industriels allemands ayant mal fait leurs calculs.

<sup>48</sup> Les autres pays peuvent cependant exclure le pays des mécanismes d'échange. Il n'est pas certain que les autres pays veuillent le faire (voir Barrett (2009), qui note qu'un amendement pour mettre en œuvre une sanction nécessite une majorité des 3/4). Cette sanction, comme la pénalité de 30%, serait elle aussi vraisemblablement renégociée pour garder le pays dans l'accord.

<sup>49</sup> Comme pour les autres instruments financiers, cela n'implique pas nécessairement une plateforme d'échange unique bien sûr. Cependant il s'agit d'assurer la traçabilité des titres résultant des projets.

<sup>50</sup> Une exception est prévue dans l'article 6 du protocole de Kyoto qui permet à un opérateur de générer des crédits d'émission en contrepartie des réductions résultant de projets dans un autre pays soumis à des engagements de réduction.

- Ensuite, la création de marchés de droits d'émission négociables nécessite une réflexion sur l'organisation de ce marché. Au vu de l'expérience récente de la crise financière<sup>51</sup>, il semble naturel que ces titres, ainsi que leurs produits dérivés, soient échangés sur des marchés organisés avec chambre de compensation. Beaucoup plus que des arrangements au gré à gré, ceci permettra une meilleure lisibilité des positions. De même, des réflexions sur la titrisation des crédits en cours de validation au sein de mécanismes de projet ainsi que sur une connexion plus rapide entre le registre onusien des crédits liés au mécanisme MDP (si ceux-ci devaient être maintenus) et les registres régionaux (comme le registre européen) devraient être engagées.
- Enfin, on devrait réfléchir à la surveillance des marchés, même si cette question n'est pas particulièrement originale dans la problématique générale des marchés financiers. Le projet de loi américain par exemple prévoit la création d'une commission fédérale de surveillance du marché.

### 2.5) La question de la volatilité des prix

Même si l'approche cap-and-trade est la seule voie réaliste sur la table de négociation, de nombreux acteurs s'inquiètent d'une volatilité potentielle des prix du carbone. Il n'y a pas de solution unique à cette question, mais plutôt un faisceau de réponses qui peuvent y être apportées :

- *Lissage intertemporel* : Comme nous l'avons déjà noté, un système ETS de droits d'émission négociables doit autoriser un lissage intertemporel important. Cela peut être réalisé par la possibilité d'épargner les permis (banquabilité) et, éventuellement, celle d'en emprunter. Cette dernière solution cependant est dangereuse si les emprunts autorisés sont à long terme<sup>52</sup>, car elle crée un risque que les émetteurs n'empruntent stratégiquement des permis, et forcent les États à émettre de nouveaux permis pour renflouer les acteurs ayant emprunté<sup>53</sup>. Le lissage intertemporel est une bonne réponse à l'existence de chocs transitoires tels que les fluctuations de l'activité économique dans le cycle. Par contre, il ne répond pas bien à la possibilité de changement permanent dans une des variables de l'équation climat.
- *Indexation* : Il conviendrait d'indexer le nombre de permis à des variables économiques et climatologiques observables<sup>54</sup>. L'indexation à nos connaissances scientifiques serait elle-aussi désirable, mais évidemment plus difficile à spécifier à l'avance.
- *Création d'une agence indépendante* : Nous avons évoqué ci-dessus la possibilité de donner à la communauté des États la possibilité d'émettre de nouveaux permis (ou d'en racheter) afin de réagir à l'information nouvelle sur les aspects scientifiques, technologiques, économiques et humains. Nous avons insisté sur le fait que les États

<sup>51</sup> Pour une discussion des diverses causes de la crise et des propositions de réforme, voir par exemple ma TSE note (2008).

<sup>52</sup> Pour des raisons techniques, les emprunts peuvent se faire sur le court terme en Europe : les bénéficiaires de permis doivent remettre leurs permis pour l'année  $t$  en  $t+1$ , peu de temps après avoir reçu leurs permis pour l'année  $t+1$ , et peuvent donc utiliser les nouveaux permis pour l'année précédente.

<sup>53</sup> Ce phénomène rappelle l'expérience récente de la crise financière. En effet de nombreux acteurs clé du système financier (en particulier les banques commerciales et d'investissement) avaient très fortement augmenté leur activité de transformation (le fait de financer des prêts longs avec des emprunts de très court terme sur le marché) et ainsi créé une vulnérabilité à une hausse des taux d'intérêt. Face à la généralisation de cette pratique, les banques centrales n'avaient pas d'autre choix que de maintenir les taux d'intérêt très bas, faute de quoi de très nombreuses institutions auraient fait faillite. Pour une théorisation de ces phénomènes de « complémentarité stratégique », voir Farhi-Tirole (2009).

<sup>54</sup> Voir par exemple Allerman-Wing (2003), Herzog et al (2006), Jotzo-Pezzey (2007), Newell-Pizer (2008) et Quirion (2005) au sujet de l'indexation des objectifs sur le PIB.

devraient être responsabilisés par des systèmes d'obligations contingentes. Une alternative à cette approche, inspirée de la délégation de la politique monétaire à des banques centrales indépendantes, est de créer une autorité en charge de « stabiliser » les prix du carbone. La création d'une autorité indépendante est une piste intéressante, mais qui requiert une réflexion plus approfondie, en particulier sur la question de son mandat ; en effet, et comme nous l'avons déjà noté, la stabilité des prix est désirable si elle résulte de simples erreurs de calcul mais peut ne pas l'être en face de changements majeurs dans le modèle sous-jacent (par exemple, une découverte que le problème du réchauffement climatique est pire que prévu devrait entraîner une hausse permanente du prix du carbone).

- *Marchés de couverture des risques de prix* : Revenant sur la question de la finance carbone, il est souhaitable que les acteurs puissent se couvrir contre les fluctuations du prix carbone sur des marchés organisés.

Enfin, on pourra se baser à l'avenir sur de meilleures prévisions, du fait des mesures de pollution accumulées entre temps. Des objectifs de réduction plus ambitieux (et pas seulement une faible décroissance par rapport à business as usual) iront aussi dans le sens de prix plus stables.

### **3) Les actions complémentaires à la valorisation du carbone**

#### *3.1) Projets*

Les États et les collectivités territoriales entreprennent des actions pour identifier et gérer des gisements de réduction des émissions de carbone : programmes d'efficacité énergétique, pompes à chaleur, utilisation de biofuels dans le réseau de transport (comme à Lille), de remplacement des ampoules incandescentes par des ampoules fluorescentes, etc. De fait, les États peuvent choisir de réaliser une partie de leurs engagements de réduction des GES sous forme de projets.

Ces projets doivent être évalués en intégrant leurs impacts environnementaux dans l'analyse coût-bénéfice. Ici aussi, la règle du prix unique s'applique, et il est désirable que la valeur tutélaire du carbone utilisée dans ces évaluations ne s'écarte pas durablement de son prix de marché. De telles approches sont utilisées en France, notamment pour évaluer les projets d'infrastructure de transport.

Enfin, notons que certains projets entrepris dans les pays en développement, tels la substitution des fours domestiques utilisant la biomasse (dangereux pour l'utilisateur et extrêmement polluants) par des fours utilisant l'énergie solaire, peuvent s'avérer très intéressants. On pourrait imaginer que la Banque Mondiale soit chargée de mettre en œuvre de tels projets, dont les crédits iraient aux pays financeurs du programme<sup>55</sup>.

#### *3.2) Recherche publique*

La recherche publique sur les technologies sans carbone est clairement indispensable pour les projets de très long terme et doit faire l'objet d'un effort important ; mais elle n'est pas simple à mettre en œuvre, surtout au niveau international. Plusieurs questions se posent, que ce rapport se contente d'évoquer sans apporter d'éléments de réponse précis:

---

<sup>55</sup> Dans le même ordre d'idées, une des grandes questions actuelles est de trouver des mécanismes de financement pour l'adaptation (à travers l'Overseas Development Assistance).

- Comment comptabiliser ces efforts en équivalent carbone ? Pour prendre des exemples concrets, comment tenir compte de la décision du Conseil européen de mars 2007 de financer d'ici 2015 la construction de 12 centrales à charbon pilotes pour la capture et la séquestration du carbone? Comment comptabiliser les contributions à ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)?

Que les projets publics soient réalisés par des États ou des consortia d'États, il est difficile de comptabiliser les projets publics à leur coût, à supposer que ce dernier puisse être mesuré. En effet, les crédits alloués au projet peuvent avoir servi en partie à des activités plus commerciales; ils peuvent aussi avoir servi à construire une expertise qui s'avérera utile dans d'autres projets. Par ailleurs, les projets eux-mêmes peuvent avoir été conçus politiquement, et destinés à bénéficier à certains groupes d'intérêt domestiques. Enfin, l'État peut avoir fait preuve d'un excès de confiance (« picking winners »). Tous ces arguments montrent bien qu'il n'est pas facile de concevoir un équivalent- tonne CO<sub>2</sub> pour des efforts de R&D publique.

- Quelle structure de gouvernance faut-il adopter ? Il est évidemment important que les projets publics de R&D produisent des résultats tangibles. L'expérience des PPP (style GAVI alliance<sup>56</sup>) vaut sans doute la peine d'être étudiée, comme il est recommandé dans la partie VI du rapport Stern (2006).
- Comment peut-on allouer les efforts de R&D dans le cas de consortia internationaux? Clairement, l'effort international en R&D, comme le réchauffement climatique lui-même, est un bien public mondial, et l'idée d'un consortium international est attrayante (voir par exemple les accords sur la quatrième génération de nucléaire). Cependant, les capacités de recherche de pointe ne sont pas distribuées uniformément sur l'échiquier international et on peut imaginer que la localisation de la recherche fasse l'objet d'âpres négociations et ne soit pas toujours guidée par l'optimisation des compétences.

### 3.3) *Propriété intellectuelle et transferts technologiques*

La question des transferts technologiques vers les pays du Sud est un point épineux des négociations. Il faut distinguer deux types de transfert : les transferts qui respectent la propriété intellectuelle et ceux qui ne la respectent pas.

Dans la première catégorie se trouve toute action, privée ou étatique, créant ou finançant l'achat de brevets sur les technologies vertes et transférant des licences vers les pays en voie de développement. De telles actions existent pour les médicaments et les vaccins (voir par exemple le PPP GAVI), et sont bien sûr souhaitables. De même, la propriété intellectuelle provenant de la recherche publique pourrait, si les États y consentent, être regroupée et mise à la disposition des pays en développement.

---

<sup>56</sup> L'alliance GAVI est une organisation non-gouvernementale financée et gérée conjointement par le secteur privé (en particulier par un don très important de la Fondation Gates), par des pays et par des organismes internationaux (OMS, ONU, Banque Mondiale). Elle finance en particulier des campagnes de vaccination dans les pays pauvres.

Au contraire, le non-respect de la propriété intellectuelle<sup>57</sup> serait le meilleur moyen de faire échouer l'émergence de technologies vertes. Notons aussi que les transferts se feront d'eux-mêmes dans une approche de marché. Des solutions innovantes au problème de la capture et séquestration du carbone pour la production d'électricité à base de charbon feront l'objet de licences aux producteurs d'électricité chinois si ceux-ci sont sujets à l'acquisition de droits d'émissions négociables en cas de pollution. L'incertitude actuelle tant sur le prix futur des droits d'émission que sur le respect de la propriété intellectuelle semble freiner la recherche privée sur les technologies vertes.

#### 4) Instruments de mesure

Notre discussion jusqu'ici a bien sûr supposé que les émissions sont mesurables (ou plutôt « calculables » de par la technologie employée). En fait toute régulation présuppose que l'on connaisse les émissions des différentes sources. Cependant, les règles en la matière, définies par la convention de 1992 puis les accords de Kyoto, ne portent que sur les pays développés figurant à l'annexe I. Ces pays préparent des inventaires annuels de leurs émissions de gaz à effet de serre, avec un contrôle par les pairs<sup>58</sup>. Les règles portant sur les pays hors annexe I (dont les grands émergents) sont moins contraignantes. Ainsi, la plupart n'ont produit qu'une seule communication nationale et la préparation est un processus long financé par le Fonds Mondial pour l'Environnement<sup>59</sup>. Un petit nombre de pays avance bien plus vite, dont notamment le Mexique qui entame sa quatrième communication nationale et fournit des inventaires presque à jour.

Pour encourager à un vrai accord international et le rendre crédible, il faut mettre en œuvre un dispositif de contrôle bien plus exigeant qu'un simple suivi statistique des émissions. Des dispositifs appropriés et certifiés (de sorte que les pays s'accordent sur l'objectivité des mesures) doivent être rapidement mis en place. Pour l'instant, il est plus facile de calculer les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine énergétique que les émissions de GES agricoles ou provenant des déchets ou de la déforestation<sup>60</sup>.

Une option attractive consisterait à mettre en place un réseau de surveillance satellitaire, dès lors que les missions scientifiques en cours en auront établi la faisabilité (qui semble proche). Une telle approche permettrait entre autres d'appréhender les émissions annuelles des pays<sup>61</sup>. Le coût ne devrait pas constituer une véritable limitation ; certains

---

<sup>57</sup> Le texte de négociation des Nations Unies (Framework Convention on Climate Change), préparatoire à la réunion de Bonn (1 au 12 juin 2009) envisage trois options. La seconde autoriserait des licences obligatoires, et la troisième exempterait globalement les technologies liées à l'atténuation et l'adaptation de la protection par le brevet.

<sup>58</sup> Par ailleurs, les pays de l'annexe I doivent fournir tous les quatre ou cinq ans une communication nationale détaillée portant non seulement sur leurs actions en matière d'atténuation et leurs projections de leurs émissions, mais aussi leurs actions de recherche et de soutien aux pays en développement. Les pays développés (à quelques exceptions près) ont déjà préparé quatre communications nationales et doivent terminer la cinquième d'ici la fin de l'année.

<sup>59</sup> La Convention prévoit que les coûts en matière de reportings soient financés à 100% par les pays développés.

<sup>60</sup> Voir de Perthuis (2009, en particulier page 66). Waggoner (2009) insiste sur les limites des mesures actuelles sur les forêts et considère l'introduction de nouveaux instruments de surveillance une priorité.

<sup>61</sup> Le satellite Orbiting Carbon Observatory (OCO) de la NASA, dont la mise sur orbite a échoué en février dernier à cause d'un problème de lanceur, avait pour mission d'étudier les émissions terrestres, d'origine humaine et naturelle, de CO<sub>2</sub>. Il devait établir une carte de la distribution géographique des sources de CO<sub>2</sub> et étudier leurs changements au cours du temps, permettant ainsi aux scientifiques d'affiner leurs prédictions sur les modifications du climat. Il devait aussi mesurer les émissions des grosses sources locales (centrales électriques, villes,...). Pour plus de détails, cf. National Academy of Sciences (2009).



scientifiques estiment en effet qu'il devrait être possible de mettre en place un système de surveillance combinant équipements au sol et satellites spécialisés pour environ 5 milliards de dollars, soit moins que les pertes occasionnées à la Société Générale par Jérôme Kerviel.

Une mesure satellitaire des émissions nationales annuelles autoriserait une délégation de la surveillance des émissions individuelles aux gouvernements de chaque pays (alors responsables de leur politique devant la communauté internationale), les laissant libres de poursuivre en interne toute politique qu'ils entendent : voir la section III.4 pour une discussion de la question de la subsidiarité.

---

Début 2009 également, le Japon a lancé le satellite GOSAT afin de mesurer la distribution globale de dioxyde de carbone, de méthane et autres GES. Si ce satellite est sans doute actuellement le plus apte des satellites en orbite à mesurer les GES, sa précision est encore insuffisante. Il détecte les variations de concentration avec une précision d'environ 4 ppm.

### III. La négociation et la compensation

Il est naturel que les acteurs — entreprises, secteurs ou pays — qui sont ou seront gros émetteurs de GES s'arc-boutent pour échapper à leur taxation. Les pays en voie de développement sont inquiets quant à leurs perspectives de croissance dans un monde de taxes sur le carbone ; la Pologne et ses 90% de production électrique au charbon<sup>62</sup> ne voit pas d'un bon œil la mise aux enchères des droits d'émission négociables ; l'OPEP n'a que peu d'incitations à soutenir une initiative faisant baisser la rente pétrolière ; le secteur aérien veut échapper à l'ATS (Aviation Trading System) et sans doute encore plus à un système intégré à l'ETS (à partir de 2012 cependant, les vols au départ et à l'arrivée de l'Union Européenne seront soumis à l'ETS) ; etc. Par ailleurs, la politique mondiale contre le réchauffement climatique a un impact important sur l'inégalité au niveau mondial, dans la mesure où les perdants du changement climatique sont souvent pauvres (Afrique subsaharienne, deltas en Asie, îles du pacifique, pourtour méditerranéen,...).

L'opposition à un accord sur l'environnement ne représente pas un phénomène nouveau. A chaque fois qu'il s'est agi de combattre une pollution, la question de la compensation a été au centre des débats. Par exemple, un livre écrit par une équipe du MIT<sup>63</sup> décrit les nombreuses tractations qui ont précédé l'accord bipartisan de 1990 sur le contrôle des émissions de SO<sub>2</sub> et le NO<sub>x</sub> par le Congrès américain, les États du mid-west ayant tout fait pour éviter que leurs émissions ne soient taxées et ayant finalement été amplement compensés.

Après avoir défini une approche viable, penchons-nous donc maintenant sur la façon dont les différents acteurs peuvent être amenés à adhérer à cette approche.

#### 1) Compenser par des allocations de permis

Une méthode classique pour vaincre les réticences au niveau national est l'utilisation de « droits du grand-père » (« grandfathering »), c'est-à-dire l'octroi aux entreprises polluantes de permis gratuits sur la base d'émissions passées- à condition que ces émissions soient bien « passées » : voir un important bémol ci-dessous. Bien sûr, l'octroi de permis n'est pas la seule façon de convaincre des pays réticents de rejoindre un accord international. Des transferts monétaires directs pourraient être utilisés. De fait, le G77 demande actuellement, entre autres, que les pays développés opèrent un transfert de 0,5 à 1% de leur PIB au titre de l'environnement. Le Mexique avait en 2008 proposé la création d'un « Fonds Vert Mondial » contrôlé par l'ONU et recevant 10 milliards de dollars par an au début, pour atteindre in fine un total de 100 à 200 milliards de dollars de transferts venant des pays développés. Quelques économistes, en particulier Jagdish Bagwhati, ont aussi appelé à une taxation des pays riches<sup>64</sup>.

---

<sup>62</sup> La proportion du charbon dans la production d'électricité est environ de 80% pour la Chine et l'Australie, 70% pour l'Inde, et 50% pour les Etats-Unis et l'Allemagne. La Chine mettait en activité avant la crise 1 à 2 centrales à charbon par semaine.

<sup>63</sup> Joskow et al. (2000).

<sup>64</sup> “The United States currently accepts the principle of the Superfund, where companies must clean up past damage to the environment, even - and oddly, in my view- when the pollution was not scientifically considered harmful. So the United States can be asked simply to accept internationally what it accepts at home: the damage it did in the past must be paid for, with payments (which should be several hundred billions, for sure) going into an international Superfund. This fund could be used to finance the use of carbon-free technology in the developing countries and financing to research into new inventions including the carbon-trapping technology that is being developed. Here the fact that the United States leads in such research and therefore its industry can

Je n'ai personnellement que peu de confiance dans des mécanismes internationaux de transferts financiers de grande ampleur. De l'aide aux PVD à celle de la lutte contre le Sida, l'histoire est jonchée de promesses non-tenues quant à de tels transferts. Il y a une bonne raison à cela : les opinions publiques dans la réalité (plus que dans les enquêtes d'opinion, qui elles encouragent les déclarations de bonne volonté) ne sont pas toujours bien disposées envers de très gros transferts vers des pays tiers. Comme le montre le mécanisme MDP, les transferts sont beaucoup plus faciles à réaliser s'ils sont indirects et donc en partie opaques. De même, des transferts sous forme d'allocation de permis ont beaucoup plus de chances d'être tolérés par les opinions publiques occidentales que des transferts financés fiscalement. Ce raisonnement, je le comprends bien, fait fi de la transparence chère à la démocratie, mais il en va de la crédibilité du mécanisme de compensation et par la même de toute la lutte contre le réchauffement climatique.

Revenons donc à l'idée d'une compensation par l'octroi de permis en prenant pour illustration la compensation octroyée aux entreprises au sein d'un pays (les mêmes principes s'appliquent au problème de la compensation entre pays). Considérons par exemple le cas d'un contrôle des émissions gardant la pollution globale constante, et celui d'une entreprise gardant elle-aussi son niveau de pollution constant. Cette entreprise utilise les permis reçus gratuitement pour couvrir sa pollution et au total ne paie, ni ne reçoit rien. Cependant, pour cette entreprise le coût à la marge de sa pollution est bien le prix  $p$  des droits d'émission négociables. En effet, si elle réduit sa pollution d'une unité, elle reçoit  $p$ , le prix de vente des permis, qui est aussi son coût d'opportunité. Une entreprise qui diminue (augmente) sa pollution reçoit (paie) la valeur des permis correspondant à la réduction (augmentation).

Plus généralement, l'objectif quantitatif de l'entreprise peut être en deçà ou au-delà d'une valeur de référence, que ce soit la valeur historique ou une autre référence ; nous indexons cette valeur de référence par « 0 » dans l'équation ci-dessous. Le paiement net de l'entreprise  $k$  est alors égal à la valeur des permis utilisés moins la valeur des permis alloués par l'autorité distribuant ces permis, où ces deux valeurs sont comptabilisées au prix de marché  $p$ . Ce paiement net est donc donné par la formule suivante:

$$p \left( n_k - n_k^0 \frac{n}{n^0} \right)$$

rapport entre cible globale pour les émissions et leur niveau historique ( $n = \sum n_k$  et  $n^0 = \sum n_k^0$ )

prix d'équilibre des droits d'émission

nombre de droits achetés par l'entreprise  $k$

niveau initial de pollution de cette entreprise

Cette approche permet de séparer et d'accomplir trois objectifs distincts :

- l'objectif de contrôle global de la pollution, géré par le nombre  $n$  de permis,
- l'efficacité allocative, obtenue grâce à un système de droits d'émission négociables, qui implique que tous les acteurs font face au même prix du carbone,

---

be expected to profit from this arrangement should prove to be a major motivating factor.” (2004, “In Defence of Globalization”, Oxford University Press).

- la faisabilité politique, qui est obtenue par le système de compensation basé sur les allocations individuelles  $n_k^0$ .

La distribution de permis gratuits en elle-même n'implique pas une distorsion de concurrence, puisque le coût d'opportunité de la pollution reste, comme nous l'avons noté,  $p$  à la marge pour les entreprises qui en bénéficient<sup>65</sup>. Rappelons aussi que ces allocations individuelles peuvent très bien ne pas correspondre aux données historiques. Par exemple, dans le cas où les récipiendaires sont des secteurs ou des États, certains secteurs ou pays peuvent anticiper une croissance forte de leurs besoins en émissions et ne pas avoir dans le court ou moyen terme de substituts technologiques sans carbone. Pour obtenir l'accord de tels secteurs ou pays, un biais en leur faveur dans l'allocation des permis est sans doute nécessaire.

Un bémol crucial, cependant : le droit du grand père ne se justifie que si le niveau de base  $n_k^0$  est suffisamment ancien ou correspond à un scénario hypothétique. Par exemple, le système de droits d'émissions négociables sur le SO<sub>2</sub> et le NO<sub>x</sub> mis en place en 1990 avait pris pour base les émissions de 1987. Le droit du grand-père, accepté béatement, peut conduire à une catastrophe écologique : l'anticipation même de la prérogative du droit du grand-père conduit à une course vers les technologies riches en carbone. Le déploiement très rapide des centrales à charbon dans de nombreux pays, s'il est justifié par la croissance, n'est sans doute pas dénué d'arrière-pensées. Il est important de se mettre d'accord sur le principe que les droits du grand-père ne viendront pas récompenser l'aléa moral.

## 2) Des pistes d'accord insatisfaisantes

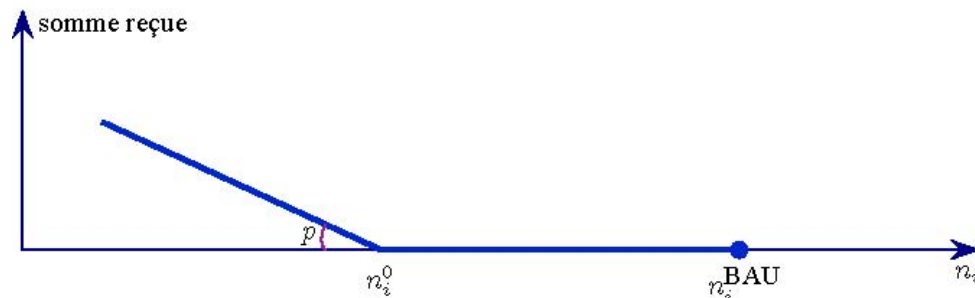
Face à la réticence bien compréhensible des pays du Sud à s'embarquer dans un système de taxation du carbone, de nombreux observateurs proposent d'offrir des « aménagements » leur permettant de rentrer progressivement dans le système. Nous ne reviendrons pas sur le fait que se priver d'actions précoces dans le Sud aurait des conséquences catastrophiques. Nous voudrions simplement constater que ces aménagements sont des solutions perdantes-perdantes par rapport à des approches assez simples.

Considérons par exemple la proposition de ne soumettre les pays émergents à aucune contrainte d'ici 2020, et supposons que nous remplacions cette approche par une autre où les pays émergents rejoignent un accord mondial de cap-and-trade et reçoivent des permis en quantité égale à leurs émissions en l'absence de contrainte (c'est-à-dire le niveau « business as usual »), les pays du Nord s'engagent sur une quantité de permis pour eux-mêmes égale au nombre de permis dans le scénario de base. Clairement les pays du Sud tirent des gains substantiels de leur adhésion à un tel accord global. Ils éliminent certaines de leurs pollutions existantes ou potentielles à très faible coût et revendent les permis correspondant aux pays du Nord à bon prix. Ces derniers sont eux aussi gagnants dans l'affaire. L'exploitation des gisements de réduction de GES dans le Sud rend moins coûteuse la réalisation de l'objectif global de pollution implicite dans le scénario de base ; ceci fait baisser le prix du carbone dans les pays du Nord et leur apporte un bien-être plus élevé. [Pour plus de détails, voir l'Annexe 1 de ce rapport.] Une précision importante : cet exercice n'est pas destiné à préconiser un accord particulier, mais à simplement faire remarquer que l'absence de contrainte ne peut constituer un accord satisfaisant pour qui que ce soit.

---

<sup>65</sup> A moins que cette distribution ne permette à ces entreprises de rester solvables, alors qu'elles auraient disparu autrement.

Une autre proposition jouissant actuellement d'une certaine popularité est celle consistant à fixer — en général de façon sectorielle — des objectifs de réduction par rapport au business as usual pour les pays du Sud, et de leur octroyer des crédits en cas de dépassement d'objectifs. L'objectif serait alors non contraignant dans la mesure où aucune sanction n'est prévue en cas de non-respect (« no-lose target »), comme indiqué en Figure 2. Ce mécanisme va dans le bon sens, mais me semble trop discontinu : le prix du carbone pour les pays concernés chute à 0 si le pays ne semble pas être en mesure de respecter ses engagements. La partie incitative (au delà de la cible) elle peut être dupliquée par une adhésion à un accord global. Malgré ses qualités, cette solution est donc dominée par un accord global.



**Figure 2** [no-lose target:  $n_i$  = pollution du pays  $i$  ;  $n_i^0$  = seuil incitatif ;  $n_i^{\text{BAU}}$  = pollution du pays  $i$  en l'absence d'accord (« business as usual ») ;  $p$  = prix sur le marché des permis]

La proposition « no-lose target » est souvent faite dans le cadre d'un étalonnage sectoriel : par exemple des crédits sont créés si les émissions par tonne de ciment restent en dessous d'un certain seuil. Cette proposition est imparfaite pour deux raisons : elle fait face à un sérieux problème d'antisélection, dans la mesure où seuls les secteurs/pays sachant qu'ils dépasseront le seuil ou pourront le dépasser à bas coût accepteront de rentrer dans le jeu (ce problème d'antisélection est très nettement allégé dans le cadre d'un accord non-sectoriel). La proposition fait aussi face au problème d'aléa moral lié à l'asymétrie des incitations discutée dans le paragraphe précédent.

### 3) Comment allouer les permis ? Réalisme et éthique

L'allocation des permis a pour objectif principal de donner à tous les pays un intérêt à rejoindre l'accord international. Au pire, et comme nous l'avons déjà remarqué, on peut allouer les permis au niveau « business as usual » (certifié par un organisme indépendant), auquel cas des gains substantiels sont déjà à anticiper. Bien entendu, une telle allocation serait encore beaucoup trop coûteuse pour l'environnement si elle concernait une part trop importante de la production mondiale. Dans le cas extrême où tous les pays recevraient un nombre de permis égal à leur pollution en l'absence de toute contrainte, le prix mondial du carbone s'établirait à 0 et les pays n'auraient aucune incitation à réduire leurs émissions !

L'allocation des permis doit répondre à deux impératifs : celui de faire participer les pays à l'accord (Realpolitik) et celui d'être « juste » (politique éthique). Ces deux impératifs doivent être considérés de façon séquentielle : une allocation qui ne ferait pas participer les pays n'en serait pas plus juste. Par exemple, la proposition indienne d'une allocation égalitaire des émissions par habitant peut être attrayante d'un point de vue éthique, mais elle menace les intérêts des pays pauvres qu'elle est censée défendre. En effet, les pays

développés ne trouveront jamais leur compte dans une telle approche, et donc ne rejoindront pas un accord la reflétant.

D'un point de vue pragmatique, il faut donc d'abord définir l'ensemble des politiques réalisables, puis appliquer des considérations éthiques pour choisir dans cet ensemble. L'Annexe 2 de ce rapport présente une analyse simplifiée de l'élaboration d'une politique réaliste. De façon intuitive, pour qu'un pays accepte de participer à un accord global, la valeur de son excédent net de permis (c'est-à-dire des permis qu'il peut revendre- ou doit acheter- sur le marché du carbone) plus le coût environnemental pour le pays associé à un refus de sa part de participer à l'accord doit excéder le coût d'abattement lié à sa participation à l'accord international. Derrière cette condition abstraite se cachent quelques implications simples :

- La conditionnalité rend l'accord plus probable. En l'absence de conditionnalité, un pays sentant que son refus de participer à un marché global ne compromettra pas la naissance ou les ambitions de ce dernier soit ne participera pas, soit devra recevoir une allocation très généreuse de permis gratuits pour participer. Cette allocation généreuse compromettra la participation des autres pays.
- Le mécanisme MDP rend moins probable un accord spécifiant un objectif ambitieux d'abattement mondial.
- La Realpolitik favorise les pays dont le PIB sera élevé ; dont les coûts d'abattement sont élevés ; qui bénéficieront ou ne seront que peu affectés par le réchauffement climatique ; et qui n'ont fait que peu d'efforts dans le passé pour limiter leur émissions.

Le réalisme politique reflété dans une telle méthodologie cependant n'incorpore aucune considération éthique<sup>66</sup>. Parfois le réalisme n'est certes pas en conflit avec l'éthique : le fait que les pays émergents, qui jusqu'ici n'ont que peu contribué au réchauffement climatique et qui de plus risquent de voir leur développement freiné par la taxation du carbone, devront recevoir beaucoup de permis pour adhérer à un accord global n'a rien de scandaleux.

Par contre, il est aisé de trouver des exemples dans lesquels l'impératif de résultat écologique va à l'encontre d'une solution juste. Par exemple, la conclusion d'un accord peut passer par une allocation avantageuse aux pays, tels que la Russie<sup>67</sup>, qui (au moins pendant un certain temps) bénéficieront du réchauffement climatique, et de ne rien donner aux pays africains qui en seront parmi les premières victimes ! De même, un refus américain d'un accord contraignant présenterait un dilemme particulièrement délicat entre l'efficacité (encourager les États-Unis à utiliser un prix du carbone plus conforme avec les normes européennes en leur allouant suffisamment de permis pour les faire changer d'avis) et l'équité.

Le problème de l'Afrique sub-saharienne, et de quelques autres pays d'extrême pauvreté, peut (et doit) évidemment être traité séparément. Mais on voit bien qu'au niveau global les aspects de Realpolitik ne peuvent pas être ignorés, faute de quoi on nuirait aux pays mêmes que l'on cherche à aider.

Au contraire des questions d'efficacité et de stratégie, l'économiste bien sûr n'a que peu de choses à dire (au delà de ce qu'il ressent en tant que citoyen) sur la question de l'équité intragénérationnelle (entre pays) et intergénérationnelle (entre générations); il peut les

---

<sup>66</sup> Des formules spécifiques essayant de concilier réalisme et équité ont été proposées par exemple par Frankel (2009).

<sup>67</sup> Qui de plus n'a pas respecté certains engagements sur la réduction du contenu carbone de son économie.

théoriser, mais in fine il amène comme tout le monde un jugement de valeur. Par contre, il se doit de tirer la sonnette d'alarme quand des arguments d'équité sont mal employés et sont utilisés pour arriver à un accord menaçant les intérêts de tous.

Il est souvent affirmé que les pays doivent faire face à des objectifs plus contraignants quand leur PIB augmente (en coupe ou alors en série temporelle). Si j'en partage évidemment la philosophie, je crois que cet argument mérite réflexion. Considérons par exemple la proposition de fixer des objectifs d'émissions uniformes par unité de PIB. Cet objectif « en intensité » oublie le fait que les différences entre pays ne se résument pas aux différences de PIB ; les pays n'ont pas les mêmes ressources naturelles, les mêmes contraintes climatiques, les mêmes parcs de production d'énergie, et ne seront pas affectés de façon égalitaire par le réchauffement climatique. Identifier le PIB comme une variable pertinente est un pas vers le réalisme, mais faire fi des autres dimensions d'hétérogénéité entre pays revient à vouer la négociation à l'échec. Ensuite il n'est pas inutile de rappeler que l'objet est de définir des transferts (par l'intermédiaire de l'allocation de permis) et non pas de définir des engagements d'émission par pays, ce qui reviendrait à confondre efficacité et compensation. Le niveau de l'« effort » ne doit pas être décidé à l'avance dans un bureau. Il n'est donc pas inutile de marteler l'idée qu'une approche de type « command and control » ne peut que sérieusement alourdir la note. Enfin, on peut concevoir des mécanismes d'assurance contre une croissance plus ou moins rapide que prévue ; par exemple l'allocation des permis définie initialement pourrait être conditionnée à la croissance du PIB<sup>68</sup>.

Un dernier mot sur la complexité de la négociation, qui est substantielle quelle que soit l'approche adoptée : Un accord global basé sur un système unique de droits négociables a au moins une simplicité presque biblique par rapport aux alternatives qui sont actuellement contemplées : régimes sectoriels multiples, marchés de droits d'émission cloisonnés, mécanismes divers de compensation, etc. Le système le plus efficace est aussi celui qui réduit le plus la complexité.

#### **4) Déléguer aux pays l'allocation nationale des quotas**

L'accord international doit stipuler un nombre de permis gratuits pour chaque pays, mais il peut laisser à ce dernier le soin de distribuer les permis tel qu'il l'entend (ou bien d'organiser une enchère). Il y a deux bonnes raisons pour adhérer au principe de délégation :

- L'externalité associée à l'émission de GES ne dépend que de la quantité totale émise par le pays. D'un point de vue écologique, l'Europe est indifférente à la décomposition de la pollution entre, disons, différents secteurs de l'économie chinoise.
- Il y a aussi un argument d'économie politique fort en faveur de la délégation. La signature d'un accord requiert de convaincre les États, et donc leurs gouvernements. Ces derniers ne suivront que s'ils trouvent les moyens politiques de faire accepter le système en interne; par exemple, ils doivent pouvoir compenser les secteurs voraces en énergie ou aider les consommateurs sur les biens de première nécessité. De plus, les gouvernements sont particulièrement bien placés (ont plus d'information qu'une autorité mondiale par exemple) pour identifier les bonnes distributions au niveau domestique.

---

<sup>68</sup> Il existe cependant d'autres mécanismes d'assurance disponibles à cet effet, par exemple l'emprunt souverain indexé au PIB.

Jusqu'où faut-il aller dans la délégation ? Doit-on par exemple refuser de respecter la souveraineté pour d'autres décisions que l'allocation des permis ? Prenons quelques exemples. Premièrement, je me suis prononcé en faveur d'un système d'enchères (au moins après une courte période de transition). Supposons qu'un pays au contraire adopte une politique de distribution gratuite et génère par la même des comportements opportunistes de ses ressortissants, qui tardent à réduire leur pollution ou en rajoutent dans l'espoir de bénéficier des droits du grand-père à l'avenir. Une telle erreur de conception ou toute autre politique (par exemple celle consistant à subventionner les émissions de certains secteurs) coûte au pays concerné, qui devra acheter des permis (ou en vendre moins) à l'étranger pour compenser le surcroît de pollution. Cela ne devient un problème pour la communauté internationale que si le pays se met dans une situation telle qu'il voudra quitter l'accord, d'où l'intérêt de créer un observatoire international (lié au FMI si les engagements sont assimilés à de la dette souveraine) surveillant les positions nettes de chaque pays.

Prenons une autre situation, illustrant le fait que les gouvernements seront sans doute tentés de différencier le prix du carbone selon les secteurs<sup>69</sup>. L'Inde pourrait refuser que la valeur carbone ne fasse croître de façon substantielle le prix du ciment, compromettant ainsi les aspirations immobilières d'une partie de la population. Comme nous le savons, il serait désirable alors pour l'Inde de compenser ces catégories directement. Mais supposons que le pays décide de subventionner en partie les permis pour les producteurs de ciment. Tant que cela ne concerne que l'utilisation domestique du ciment, cela ne regarde de nouveau que l'Inde. Si par contre cet argent subventionne les exportations de ciment à travers des subventions sur les permis, on peut s'inquiéter de l'existence d'une aide d'Etat. Mais il s'agit plus d'un sujet pour les autorités de la concurrence ou l'OMC qu'un sujet environnemental.

Enfin, il est vraisemblable que les États en interne incluront des dispositions clientélistes dans leurs lois spécifiant les modalités d'allocation des permis. La version du 29 juin 2009 du Waxman-Markey bill aux États-Unis fait 1426 pages. Clairement, cette longueur n'était pas nécessaire si l'objet avait été simplement de créer un système de cap-and-trade. L'expérience d'autres lois montre bien que des « concessions » très inefficaces se glissent dans les textes de loi pour convaincre les plus réticents. Mais de nouveau, si on peut déplorer cet état de fait, l'on doit laisser jouer la subsidiarité. Ces inefficacités sont l'affaire du pays, pas de la communauté internationale.

Mentionnons cependant un point délicat quant à l'organisation du marché ETS mondial : La Chine et les États-Unis en particulier pourraient avoir un certain pouvoir de marché sur le marché mondial des permis si leurs ressortissants sont obligés de passer par leurs États pour échanger des permis avec l'étranger. On pourrait par exemple autoriser la Chine à distribuer les permis comme elle l'entend, sous la condition que ses entreprises et citoyens puissent participer directement au marché ETS mondial. L'OMC pourrait être garante d'une telle clause.

Au final, il semble que la délégation puisse être accompagnée d'une part de la diffusion des meilleures pratiques (selon par exemple le canevas proposé en section V), et d'autre part d'un observatoire, peut-être localisé dans l'autorité mondiale, permettant<sup>70</sup> de tirer la sonnette d'alarme et de proposer des solutions quand un pays risque d'être mis en difficulté s'il respecte l'accord international.

---

<sup>69</sup> Ce point est mis en avant par exemple dans Hourcade-Shukla-Mathy (2009).

<sup>70</sup> A l'instar du FMI pour les questions financières.



## 5) Retour sur l'engagement des États

Si le *Zeitgeist* est à la confiance dans une prise de conscience des États et leur abandon de l'intérêt national, ce rapport émet des réserves sur un tel optimisme, et suggère qu'un système de sanctions crédibles soit mis en place pour éviter des comportements opportunistes et qu'une autorité mondiale soit créée (ou rattachée à un organisme multilatéral existant) pour prévenir les situations délicates et apporter un arbitrage.

Il n'est pas aisé de construire des sanctions dans un monde de pays souverains, d'autant plus que, comme nous l'avons remarqué, un pays n'a directement rien à perdre (et beaucoup à gagner) de s'exclure de l'accord, contrairement au cas du commerce international. Il faut donc cumuler les incitations diverses à respecter l'accord. La mise en « collatéral » des bénéfiques de l'OMC peut y participer. Une autre incitation devrait être la mise en réserve d'une partie des permis alloués au pays ; le pays ne recevrait plus de permis gratuits à partir du moment où il enfreindrait l'accord. Des méthodes du style « naming and shaming » similaires à celles de l'open method of coordination (OMC) de la Commission Européenne pourraient aussi être envisagées.

Enfin, je me suis déjà prononcé pour une assimilation des engagements nationaux en matière climatique à une dette souveraine. Si un pays ou ses résidents ne respectent pas l'obligation de remettre un nombre de permis égal au volume de pollution dans l'année, alors (par exemple) le FMI pourrait recevoir une créance sur le pays égale au déficit de permis converti au prix de marché en vigueur pour les permis.

## 6) Négociation globale ou accords sectoriels ?

De nombreux observateurs<sup>71</sup>, face à la complexité de la négociation d'un accord global, suggèrent qu'il vaudrait mieux découper le problème en morceaux et conclure des accords sectoriels<sup>72</sup>. Le plan d'action conçu à Bali en 2007 envisage aussi l'approche par les accords sectoriels comme l'une des alternatives envisageables.

Les accords sectoriels soulèvent trois questions :

- Celle du *processus* : tout secteur essaiera de limiter les contraintes pesant sur lui (sauf dans la mesure où une réduction volontaire pourrait permettre d'éviter une régulation plus contraignante). De toute évidence, le secteur ne peut être juge et partie et un accord sectoriel doit inclure les États. Cette implication nécessaire des États encourage ces derniers à essayer de se montrer conciliants vis-à-vis de secteurs dont le support politique est recherché. Une négociation globale par contre ne présente pas cet inconvénient, car l'État n'est plus contraint à exprimer sa solidarité avec des secteurs particuliers<sup>73</sup>.

---

<sup>71</sup> Par exemple le commissaire européen Günter Verheugen, vice-président et commissaire chargé des entreprises et de l'industrie. L'administration Bush avait lancé en janvier 2007 un partenariat Asie-Pacifique pour le développement propre et le climat, structuré autour de task forces sectorielles. Ces task forces (par exemple celle consacrée à la sidérurgie) ont suggéré des réductions très faibles des émissions dans leurs secteurs, et sans aucun lien avec un quelconque prix raisonnable pour le carbone.

<sup>72</sup> La théorie économique n'a que peu de pouvoir prédictif sur la question de la probabilité relative d'arriver à un accord pour des négociations sectorielles ou globale.

<sup>73</sup> Plus exactement, l'activité de lobbying se déplace vers la règle d'allocation des permis gratuits s'il n'y a pas d'enchères (sur des données allemandes, Anger-Bohringer-Oberndorfer (2008) trouvent que les gros émetteurs

- Celle de la *possibilité d'arriver à un accord*. Un cimentier opérant dans une région sans taxation environnementale n'a que peu d'incitation à négocier une norme internationale uniformisant les contraintes. Les accords sectoriels ne peuvent donc échapper à une discussion de la compensation.
- Celle de la *cohérence* : il est fort à craindre que des négociations sectorielles résultent en une forte hétérogénéité des prix du carbone, et donc en un coût important pour l'économie mondiale. De fait, les discussions sectorielles, au lieu de se focaliser sur le prix de la tonne carbone dans le secteur, portent souvent sur des critères, tels que les émissions moyennes par tonne d'acier ou les émissions moyennes de GES sur plusieurs inputs par unité d'output. Ces critères sont spécifiques au secteur (et donc difficiles à comparer entre secteurs), et de plus génèrent des inefficacités<sup>74</sup>.

Dans la mesure où tout accord sectoriel traitant les différents secteurs de façon équitable en leur allouant un prix du carbone équivalent peut de toute façon être intégré dans un accord global, il ne me semble pas conseillé de suivre la voie des accords sectoriels. Par ailleurs, des discussions sectorielles peuvent permettre de faire émerger des informations sur les technologies et leurs coûts.

---

qui simultanément ont une forte représentation de lobbyistes reçoivent plus de permis). Mais cette activité de lobbying ne compromet pas l'objectif d'abattement.

<sup>74</sup> A ce sujet, voir en particulier l'analyse par Holland et al (2009) des « low carbon fuel standards » adoptés par la Californie en 2007. Ces auteurs notent que de telles normes peuvent être respectées en augmentant la production des combustibles les moins polluants (par exemple l'éthanol se substituant partiellement pour l'essence) et montrent qu'elles peuvent en fait augmenter les émissions totales de GES. Sur les accords sectoriels, voir aussi Baron et al (2009) et Schmidt et al (2006)

## IV. Et si Copenhague échouait ?

A quelques mois de la conférence de Copenhague, seule l'Europe prône (et encore timidement!) un accord global et des objectifs contraignants et ambitieux. Il n'est malheureusement pas à exclure qu'en décembre 2009, les représentants des 192 pays se félicitent d'un « accord majeur dans la lutte contre le réchauffement climatique » tout en renvoyant une nouvelle fois cette dernière aux calendes grecques. Il faut donc dès maintenant réfléchir à un après-accord-a-minima, ne serait ce que pour nous donner une chance que Copenhague débouche sur autre chose.

Si l'on oublie l'opprobre international (traditionnellement de courte durée), la situation idéale pour un pays est de faire de vagues promesses alors qu'un accord contraint les autres pays à une politique exigeante en matière d'émissions de GES. Un pays ne rejoindra un accord international que si son bien-être au sein de cet accord dépasse celui qu'il obtient en restant en dehors. Un déterminant crucial de son bien-être dans un accord global est l'allocation initiale des droits d'émission négociables dans le cadre d'un mécanisme de cap-and-trade. Son bien-être en l'absence d'objectif contraignant lui est affecté à la fois par les accords conclus par les pays signataires (car ces accords déterminent leur niveau de contrôle des GES) et par la politique de ces derniers vis-à-vis des pays non-signataires. Cette dernière politique a plusieurs volets, dont deux au centre des discussions actuelles: les MDP et les mesures d'ajustement aux frontières.

### 1) La continuation des comportements opportunistes des nations

Il est bien connu que l'accord de Kyoto, s'il a le mérite d'exister, s'est soldé par un demi-échec. En particulier, la non-ratification par l'administration américaine et l'absence de contraintes pour les grands pays émergents (Chine, Inde, Brésil) ont écarté de l'accord une fraction importante des émissions des GES ; elles ont aussi sérieusement réduit l'empressement des autres pays à respecter et à progresser sur leurs propres engagements. La région la plus volontariste, l'Europe, a du mal à respecter ses engagements malgré la migration d'industries énergivores, l'engouement pour le gaz en remplacement du charbon, et surtout la quantité énorme d' « air chaud » allouée à l'Europe de l'Est et rachetée par l'Europe de l'Ouest<sup>75</sup>.

Quoiqu'il en soit, une réflexion sur les accords internationaux doit partir du principe que les intérêts nationaux priment la plupart du temps sur l'intérêt collectif. Cet égoïsme des nations a plusieurs conséquences néfastes pour la lutte contre le réchauffement climatique :

- le comportement du passager clandestin veut que chaque pays préfère que les autres pays plutôt qu'eux-mêmes fassent l'effort de limiter leur pollution ; ce comportement pose problème même en l'absence de tout commerce international ;
- le problème des fuites (« carbon leakage problem ») décourage encore plus les États de faire des efforts pour limiter leur pollution : quand un État taxe la pollution de ses entreprises, celles-ci peuvent être tentées de délocaliser investissements et production vers des pays moins exigeants en matière environnementale. Et si elles ne le font pas, les consommateurs peuvent de toute façon se mettre à acheter les biens (moins chers) en provenance de tels pays.

---

<sup>75</sup> Helm (2008).

Les conséquences de l'absence d'accord global sont claires : trop de pollution et, à pollution donnée, un coût trop élevé (une mauvaise allocation de l'allocation de réduction des GES). Sur ce deuxième point, le mécanisme de développement propre (MDP, « Clean Development Mechanism ») essaie de pallier l'inefficacité de l'allocation des efforts en encourageant des réductions de pollution effectuées par des acteurs des pays contraints dans les pays non-contraints par les accords de Kyoto. Mais, comme nous le verrons, il s'agit là d'un mécanisme bien imparfait.

Notons aussi que le problème des fuites n'est en rien un argument pour exempter les secteurs de biens échangeables de la taxation carbone. Tout au plus dit-il qu'il faut veiller à une certaine neutralité concurrentielle pour éviter les fuites. Nous reviendrons sur ce point.

## 2) Que vaudront les initiatives régionales ?

Comme nous l'avons déjà noté, une grande partie de la planète se refuse pour l'instant à s'engager sur des objectifs chiffrés : la plupart des grands pays émergents, la Russie, les pays membres de l'OPEP ; les États-Unis eux se fixent un objectif, mais refusent pour l'instant de faire partie d'un accord global contraignant<sup>76</sup>.

En l'absence d'objectifs chiffrés et contraignants, les pays ne resteront certes pas inactifs en matière de lutte contre le réchauffement climatique. On peut imaginer que de nombreux pays entreprendront des actions précoces de façon unilatérale. La Chine par exemple a déjà entrepris un certain nombre d'actions non financées par le mécanisme MDP, comme le choix de centrales à charbon technologiquement à la pointe ou un plus faible dispatching de centrales anciennes très polluantes ; la Chine a aussi entrepris certaines actions dans les secteurs de l'acier, du ciment et de la pâte à papier. L'Inde a fait de même dans les secteurs du transport et de l'acier. Le Mexique et le Brésil ont eux aussi déjà entrepris certaines actions unilatérales visant à limiter leurs émissions.

Par ailleurs, des initiatives régionales, à l'instar du système ETS en Europe, verront le jour si un accord global n'est pas atteint. De nombreux pays (États-Unis, Australie, Nouvelle-Zélande, Japon, etc.) envisagent déjà de créer des systèmes régionaux ETS.

Il y a plusieurs raisons pour de telles actions unilatérales, au-delà du fait que le consensus scientifique a augmenté ces dernières années et que des pays jusque là dubitatifs sont devenus plus inquiets. Tout d'abord, certaines actions visant à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (par exemple, l'installation de centrales à charbon de bon rendement) permettent de réduire simultanément les émissions d'autres polluants ayant un impact plus local tels que le SO<sub>2</sub> et le NO<sub>x</sub>. Ensuite, des pays tels que la Chine ou l'Inde, qui seront très affectés par ce réchauffement climatique, internalisent un peu, du fait de leur taille, l'impact de leurs émissions. Enfin, des actions unilatérales ont un double effet de signal : vis-à-vis des opinions publiques en interne, et vis-à-vis de la communauté internationale en externe ; à ce dernier sujet, on peut se demander très cyniquement si certaines actions ne sont pas motivées par le désir d'éviter une pression internationale en faveur d'engagements contraignants.

Pour autant, la formulation de politiques nationales de réduction des émissions (Nationally Appropriate Mitigation Actions ou NAMAs) actée dans la feuille de route de Bali

---

<sup>76</sup> Pour une description des positions de négociation des différents pays, voir par exemple Buba (2009).

me semble très dangereuse. Tout d'abord, elle a un goût de « déjà vu ». Kyoto était aussi pavé de bonnes intentions, et les résultats ne sont pas du tout au rendez-vous. Deuxièmement, même si des actions unilatérales seront entreprises, nous n'avons aucune métrique pour juger si ces actions seront « suffisantes », alors que la théorie et le retour d'expérience suggèrent tous deux qu'elles risquent d'être très insuffisantes. Après tout, un pays qui serait sur le point de faire, de façon unilatérale, un effort très important, aurait tout à gagner à s'engager dans un processus de négociation en vue d'un accord globalement contraignant. Le refus de participer à une telle négociation est en lui-même un signal inquiétant.

Les systèmes ETS régionaux auront le mérite d'exister et d'habituer certains électeurs à l'idée d'une taxation carbone. L'hétérogénéité inévitable des prix du carbone<sup>77</sup> sera de plus un révélateur des différences d'ambition dans la lutte contre le réchauffement climatique. Mais ces systèmes régionaux posent de nombreux problèmes quant à leur convergence. Que faire des permis à terme émis par certaines régions ? Et même si les régions n'émettent pas de permis à terme, la possibilité de banquabilité (combinée à une incitation certaine à émettre un nombre important de permis) de facto créera un stock résiduel de permis régionaux au moment de la fusion. Comment comptabiliser ces stocks résiduels, qui seront la propriété des secteurs privés des différentes régions, sachant que racheter ces stocks serait coûteux pour des pays déjà contraints financièrement ?

### 3) Faut-il garder ou renforcer les MDP<sup>78</sup> ?

L'approche par projet autorise les pays qui se sont engagés à Kyoto sur des réductions d'émissions de GES à réaliser, sous certaines conditions, une partie de ces réductions au travers de projets entrepris dans des pays signataires, mais sans contraintes. Des entrepreneurs peuvent réaliser des projets dans les pays émergents et, après certification du caractère additionnel de ces projets (la pollution aurait-elle existé en l'absence du projet MDP ?), recevoir des crédits<sup>79</sup> qui peuvent alors être utilisés par les pays de l'Annexe I pour remplir leurs objectifs quantifiés (par exemple, ils peuvent être revendus sur le marché ETS en Europe). Cette politique a deux avantages importants :

- *Exploitation de gisements peu coûteux de réduction d'émissions.* Elle permet d'utiliser des gisements intéressants d'économie de coût ; les acteurs des pays signataires peuvent ainsi substituer des dépollutions à coût faible à d'autres à coût élevé. Plus généralement, l'approche est une approche de marché dans la mesure où elle impose une comparaison entre le coût du gisement de réduction avec le prix du carbone dans le pays développé où les crédits seront utilisés.

---

<sup>77</sup> Bien sûr, il y aura des interconnexions indirectes entre systèmes. En particulier, les projets MDP, s'ils sont maintenus, rechercheront l'obtention de crédits dans les régions à prix ETS élevé. Les plafonds sur le nombre de crédits MDP dans chaque système régional freineront cependant cette harmonisation du prix carbone au niveau mondial. De même, les projets MOC, définis par l'article 6 du Protocole de Kyoto, participeront à une convergence des prix.

<sup>78</sup> Le mécanisme de développement durable des Nations Unies MDP ne devrait pas être confondu avec d'autres systèmes de crédits comme le « cap-and-trade system » implémenté par le Chicago Climate Exchange, dans lequel l'obtention de crédits se fait sur des critères moins rigoureux que ceux du MDP.

Pour une description du MDP et l'émergence d'un marché des crédits MDP, voir par exemple Lecocq-Ambrosi (2007).

Je ne suis pas le premier à mettre en garde contre les dangers du mécanisme MDP ; voir en particulier Bohm (2002).

<sup>79</sup> URCE (unités de réduction certifiées des émissions), ou en anglais CER (certified emissions reduction credits).

- *Équité.* Lorsque les pays non-signataires bénéficiaires sont des PVD<sup>80</sup>, ce mécanisme crée une aide au développement, ce qui n'est pas négligeable au vu de la faiblesse générale de l'aide internationale. Il a aussi un aspect symbolique, dans la mesure où les pays riches sont responsables d'une majeure partie du stock de GES.

Par contre, les mécanismes MDP ont un certain nombre de désavantages :

- *Coûts de transaction.* Ils impliquent des coûts de transaction élevés. Pour éviter les effets d'aubaine<sup>81</sup>, le Protocole de Kyoto exige, comme nous l'avons déjà noté, que le projet concerné soit additionnel (en gros, n'aurait pas eu lieu en l'absence du mécanisme MDP). Il est toujours très difficile d'établir ce qui ce serait passé en l'absence du mécanisme de MDP (le « contrefactuel ») : « cette usine de cycle combiné à gaz aurait-elle été construite en l'absence du MDP ? pourquoi une ferme d'éoliennes chinoise est-elle éligible pour le mécanisme MDP alors qu'une centrale nucléaire ne l'est pas ? ». [Une analogie peut être utile pour illustrer ce problème : lors de la création du système européen ETS, les pays de l'Est reçurent une rente importante du fait qu'une forte réduction des émissions liée à la simple amélioration de l'efficacité (très limitée alors) des centrales électriques aurait eu lieu même en l'absence de subventions<sup>82</sup>].

Du fait de l'ambiguïté sur le contrefactuel et de l'antisélection, le processus d'acceptation par l'organisme ultime<sup>83</sup> de certification (CDM Executive Board) est un processus lent. La croissance rapide des crédits MDP<sup>84</sup>, et les nombreux appels à une expansion encore plus forte du mécanisme créent des pressions très fortes pour une accréditation superficielle. On peut parier sans trop de risque que de nombreux crédits pour des projets n'économisant pas ou peu de GES seront accordés si ces appels sont entendus.

L'incertitude liée à l'obtention des permis crée aussi problème. Par exemple, elle empêche les concepteurs de projets de titriser rapidement leurs crédits et donc d'obtenir des liquidités qui pourraient s'avérer précieuses pour entamer de nouveaux projets.

- *Effets de report et difficultés de mesure des économies d'émissions.* Au regard du critère d'additionnalité, on peut noter que l'organisme de certification devrait souvent adopter une perspective globale (ce qu'il ne fera sans doute pas, ne serait-ce que par manque d'information) pour savoir si le projet conduit effectivement à des économies de carbone et pour déterminer la taille des réductions correspondantes. Prenons le cas de la déforestation, qui représente actuellement 20% des émissions. Supposons (ce qui n'est pas possible actuellement) qu'un territoire d'un pays émergent soit à l'origine de crédits basés sur un engagement de renoncer à la déforestation. Les réductions d'émissions par rapport à la situation où cette forêt aurait été exploitée sont fictives, car, la demande pour le bois (ou plutôt des produits agricoles, tels que le soja ou l'huile de palme souvent à l'origine de

<sup>80</sup> Ce qui est généralement le cas (notons cependant que la Corée du Sud a bénéficié d'un nombre non négligeable de crédits MDP).

<sup>81</sup> Même avec des critères contraignants, les mécanismes de développement propre ont été critiqués pour être dispendieux. Certains estiment à 100 millions d'euros le coût pour la Chine de réduction des émissions de gaz HFC-23, qui a rapporté au moins 4,3 milliards d'euros en crédits.

<sup>82</sup> Cette erreur de conception est habituellement appelée l'allocation « d'air chaud ». Cet exemple montre aussi que le problème d'information se pose aussi pour l'allocation des permis dans un système de cap-and-trade. Mais pour les raisons discutées ci-dessous, ce problème est beaucoup plus ennuyeux dans le cadre de la procédure MDP.

<sup>83</sup> Les développeurs de projet utilisent des auditeurs « indépendants »; mais les rapports de ces auditeurs doivent évidemment être questionnés par le CDM EB.

<sup>84</sup> Leur valeur était de 12 milliards d'euros en 2007, le triple de leur valeur en 2006. Voir Capoor-Ambrosi (2008) pour l'état des lieux en la matière.

ces déforestations) étant ce qu'elle est, d'autres forêts, dans le même pays ou ailleurs, seront exploitées en substitution. La réduction d'émissions réelle est égale à 0 ! De tels effets report jettent de sérieux doutes sur la capacité d'une agence, aussi compétente et intègre soit-elle, à estimer les économies d'émission au niveau du projet (ou même d'un groupe de projets).

Ces réflexions me paraissent particulièrement pertinentes pour les discussions sur le dossier épineux de la déforestation. Cette dernière constitue une composante importante des émissions anthropiques de GES, en particulier pour des pays comme le Brésil et l'Indonésie. En décembre 2007 à Bali, la Conférence des Parties a désigné la réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD ou Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries) comme l'un des mécanismes à inclure dans le futur accord pour le post-2012<sup>85</sup>. L'idée est de dédommager financièrement les pays pour leurs actions contre la déforestation. Il serait cependant préjudiciable que la feuille de route de Bali se traduise par une extension du mécanisme MDP à la déforestation. Attaquer le problème au niveau de projets et même de pays est contreproductif. Seule une approche globale peut avoir un impact.

- *Incitations perverses pour les pays bénéficiaires du mécanisme MDP.* La perspective même de pouvoir bénéficier à l'avenir de la manne du MDP n'incite guère à réduire la pollution, et pourrait même pousser à certains investissements riches en carbone. Une illustration d'un tel comportement est fournie par le gaz HFC-23, qui constitua la majeure partie du programme MDP entre 2004 et 2006. La possibilité de vendre des crédits à la suite de la capture et destruction du HFC-23 encouragea la production de réfrigérants donnant naissance au HFC-23, le contrôle de ce dernier devenant une activité rentable en elle-même.

De même, le mécanisme MDP décourage les pays émergents d'adopter des législations favorables à l'environnement, car les projets perdent alors leur caractère additionnel<sup>86</sup>.

- *Retardement de l'accord global.* Enfin, et directement liée au sujet de cette section (les incitations à rejoindre un accord), la manne potentielle liée au MDP accroît l'incitation au comportement de passager clandestin. Le mécanisme MDP rend moins probable la conclusion d'un accord global.

Pour résumer, et en forçant un peu le trait, il vaut bien mieux aider les pays émergents par une allocation généreuse de permis au sein d'un accord global que de renforcer une « usine à gaz » les incitant à la fois à polluer plus et à rester en dehors d'un accord contraignant.

Concluons cette section par une brève discussion de l'autre mécanisme de flexibilité mis en place à la suite du Protocole de Kyoto : La Mise en Œuvre Conjointe (MOC) autorise un pays de l'Annexe I (c'est-à-dire s'étant engagé sur un objectif de réduction des émissions) d'obtenir des crédits à partir de projets réalisés dans un autre pays de l'Annexe I. Par exemple des entreprises françaises peuvent obtenir des crédits à travers de projets réalisés en Russie ou en Ukraine, à condition que ces projets soient bien additionnels<sup>87</sup>. La MOC deviendrait le seul

---

<sup>85</sup> A la suite de l'accord de Marrakech (2001), seules les opérations de boisement et reboisement sont éligibles dans le cadre du MDP.

<sup>86</sup> Dans le même ordre d'esprit, Roger Guesnerie (2003) dans son rapport au CAE sur le réchauffement climatique, argue (page 49) que le mécanisme MDP augmente les incitations à la délocalisation.

<sup>87</sup> Voir le document très détaillé du Ministère des Finances et al (2005) pour une description de la mécanique de ces projets.

mécanisme de projet possible en cas de généralisation du plafonnement des émissions dans un accord post-Kyoto.

Il y a deux différences par rapport au MDP. Tout d'abord, les deux pays concernés ayant tous les deux des objectifs de réduction, les projets MOC ne créent pas de droits d'émission ex nihilo : les crédits obtenus par un pays proviennent du stock de crédits de l'autre pays. Deuxièmement, et de façon reliée, le pays hôte, dont l'approbation est indispensable, a intérêt à s'assurer que le projet génère bien des réductions d'émission effectives. Bien appliqué, le mécanisme MOC pousse à une uniformisation des prix du carbone entre les deux pays ; pour prendre un exemple simple, si les deux pays ont mis en place un ETS, le pays hôte sera celui dont le prix de marché sera le plus faible. Si cette implication répond bien à l'objectif louable d'unicité de prix, on peut toutefois s'interroger sur la logique d'ajout d'un processus administratif lourd au mécanisme de marché, et se demander si la convergence des systèmes recommandée par ce rapport ne serait pas une approche plus simple et efficace.

#### **4) Faut-il instaurer des mesures d'ajustement aux frontières ?**

Si le problème des fuites (carbon leakage)<sup>88</sup> n'est pour l'instant qu'assez mineur dans la mesure où les prix du carbone sont restés très modérés et applicables seulement à quelques secteurs, il pourrait devenir important dans l'hypothèse (souhaitable) où les prix du carbone correspondraient aux objectifs annoncés<sup>89</sup>.

Pour contrecarrer le problème des fuites, il est souvent proposé que les États signataires d'un accord puissent taxer les importations en provenance de pays ne respectant pas les accords, ou, de façon alternative, de demander aux importateurs d'acheter des droits d'émission négociables correspondant au contenu carbone des importations. Inversement, les exportateurs à destination de pays ne taxant pas le carbone se verraient restituer le prix du carbone à la frontière. La France en particulier a très tôt proposé d'inclure dans le système ETS européen les importateurs localisés dans les pays n'étant pas contraints par les accords internationaux. L'Europe a accueilli avec beaucoup de réserve la proposition française. Le projet de loi américain par contre envisage la possibilité de compenser les secteurs soumis à la concurrence internationale de pays ne taxant pas les GES, ce qui suscita des protestations chinoises.

Bien sûr, un ajustement aux frontières ne peut pas résoudre le problème du passager clandestin : les biens produits et consommés dans des pays non-contraints y échappent. Tout au plus, l'ajustement aux frontières peut-il rétablir quelque peu la neutralité concurrentielle et donc limiter les fuites.

La logique et les bénéfices des mesures d'ajustement aux frontières sont clairs :

---

<sup>88</sup> La Commission Européenne, dans son étude d'impact, liste l'aluminium, l'acier, la chimie, les engrais parmi les secteurs les plus exposés à un différentiel de traitement du prix carbone entre régions du monde. L'exposition dépend de multiples facteurs, dont le contenu carbone et l'exposition aux importations (par exemple, l'industrie européenne du ciment est protégée par de forts coûts de transport, sauf aux pourtours du bassin méditerranéen). Pour des estimations des fuites en carbone, voir Bernard-Vielle (2009).

<sup>89</sup> Le rapport Quinet pour le Centre d'Analyse Stratégique envisage une valeur du carbone partant de 32 euros la tonne de CO<sub>2</sub> en 2012 pour atteindre 100 euros en 2030 (valeurs qui ont été reprises dans le récent rapport Rocard sur la taxe carbone). L'Agence Internationale pour l'Energie envisage des scénarios où cette valeur pourrait atteindre 200 ou même 500 dollars.



- L'ajustement aux frontières permet de restaurer la neutralité concurrentielle, et par là-même de diminuer la pollution globale en empêchant que les consommateurs ne se tournent vers des importations peu coûteuses car riches en carbone. Il évite aussi que les entreprises ne délocalisent la production fortement émettrice de GES dans la zone ne participant pas à l'accord pour éviter le coût des permis.

L'absence de neutralité concurrentielle a plusieurs implications : une consommation excessive de biens importés (le consommateur achetant des biens qu'il n'aurait pas achetés autrement, simplement parce qu'ils sont – de façon artificielle – moins chers) ; et l'émission excessive de GES due à une part de marché excessive pour les importations.

- L'ajustement aux frontières exerce une pression sur les pays non-contraints pour qu'ils rejoignent un accord contraignant.<sup>90</sup>

Par contre le diable est dans le détail, et un tel mécanisme peut très vite s'avérer néfaste<sup>91</sup> :

- Tout d'abord, il est très difficile de déterminer le *contenu carbone* direct et indirect d'un bien, car il dépend des technologies utilisées pour la production du bien et des biens intermédiaires auparavant<sup>92</sup>. Il n'y a qu'à regarder la mise en œuvre des mesures anti-dumping pour mesurer l'étendue du problème.

Bien sûr, on peut utiliser un étalonnage ; mais un tel benchmark est peu incitatif, dans la mesure où il ne discrimine pas entre entreprises étrangères ; par exemple, il pénalise les entreprises étrangères vertueuses.

On pourrait utiliser le contenu carbone moyen du pays exportateur, à supposer qu'il soit mesurable. Mais cela n'est pas satisfaisant. Supposons par exemple qu'il s'agisse d'électricité exportée, que le pays exportateur possède une quantité fixe d'énergie hydroélectrique (énergie propre) et une quantité illimitée de charbon (et donc à contenu carbone élevé). La centrale marginale est donc une centrale à charbon, dont les émissions de carbone sont largement supérieures à la moyenne d'émissions du secteur électrique du pays exportateur.

Le même exemple montre qu'il est difficile d'exonérer une firme exportatrice pouvant prouver que sa production a un contenu carbone réduit (c'est l'option de la mesure certifiée par un organisme indépendant) ; un producteur d'électricité hydraulique connecté à un importateur peut prétendre que ses émissions de carbone sont réduites. Mais l'exportation crée une substitution par le charbon au niveau domestique. Plus généralement, si l'ajustement des taxes frontalières est calculé sur la base des émissions réelles à la source, on peut penser que les produits propres seront réservés à l'exportation et les produits à contenu carbone élevé à la consommation domestique.

Il est aussi souvent proposé de baser l'ajustement aux frontières sur la meilleure technologie disponible (Best Available Technology, BAT). Dans de nombreux cas, où certaines options sont non-polluantes, ceci reviendrait à ne pas taxer du tout. Par exemple, l'électricité d'origine hydraulique ne produit pas de carbone. L'on peut raffiner la mesure BAT bien sûr, mais il n'est pas clair que le produit de cette construction mesure correctement l'impact marginal de la production correspondante sur l'environnement<sup>93</sup>. Il

<sup>90</sup> A ce titre, on pourrait même imaginer théoriquement que la taxe excède le prix des droits d'émission, afin de pénaliser le manque inévitable de taxation de la production pour autoconsommation mentionné ci-dessous. Mais cette surtaxe représenterait alors un instrument bien imparfait...

<sup>91</sup> Voir par exemple l'analyse de Monjon et Quirion (2008).

<sup>92</sup> Cet effet est bien mis en relief dans le rapport Landau. Voir aussi les propositions d'Olivier Godard (2008).

<sup>93</sup> Cf. par exemple Monjon-Quirion (2009).

en va de même pour les mesures basées sur le contenu carbone au sein du pays importateur (disons, l'Union Européenne).

En règle générale, une mesure du contenu carbone, pour être pertinente d'un point de vue économique, nécessite un contenu informatif important et induit un coût administratif substantiel. Des mesures plus sommaires peuvent être sans relation aucune avec l'impact marginal des importations ou exportations sur l'environnement<sup>94</sup>.

- Une critique majeure de ces mesures d'ajustement est qu'elles ouvrent la porte au protectionnisme, dans laquelle les pays ne seront que trop heureux de s'engouffrer. Il faut donc éviter que les accords généraux de l'OMC ne soient remis en cause de façon insidieuse sous couvert de lutte contre le réchauffement climatique.

Une condition sine qua non pour la mise en œuvre de telles taxes me semble être que les États ne puissent pas être juges et parties ; la proposition est donc celle d'un « global deal » commerce-environnement, dans lequel les pays ne seraient pas autorisés à faire la police eux-mêmes. L'OMC permet l'imposition de droits d'importation en cas de concurrence déloyale, ce qui inclut le dumping environnemental, et s'est récemment prononcé en faveur de la conformité entre droits d'ajustement et accords sur le commerce international. Et si l'on juge le processus OMC trop lourd ou inefficace, on pourrait envisager une instance indépendante ad hoc (même si celle-ci ferait quelque peu doublon avec l'OMC et pourrait rentrer en conflit avec elle).

Il est clair que même bien conçu, un mécanisme d'ajustement aux frontières est une « usine à gaz », et qu'il ne représente qu'un pis-aller, destiné essentiellement à faire pression pour que les pays prennent leurs responsabilités.

#### *L'octroi de permis gratuits est-il un substitut aux taxes d'ajustement aux frontières ?*

La Commission Européenne et la très grande majorité des pays européens (à l'exception de la France, plus favorable à l'ajustement aux frontières) se sont récemment fait les chantres de l'allocation gratuite de permis ETS aux secteurs exposés. Cette position est injustifiée :

- Un argument contre l'allocation gratuite est qu'elle ne résout en rien la distorsion concurrentielle si elle est basée sur des variables passées. Les permis gratuits fournissent à leurs bénéficiaires une rente ou une compensation (selon que l'on considère la présence de permis ou leur absence comme contrefactuel), mais ces derniers gardent un coût d'opportunité égal au prix de marché des permis ; en effet, les bénéficiaires ont l'option de revendre le permis au prix de marché<sup>95</sup>. En revanche, si l'allocation gratuite est basée sur

---

<sup>94</sup> Même en oubliant le problème de manque d'information sur le contenu carbone des biens importés, calculer « la bonne taxe » est complexe pour une autre raison. Supposons par exemple qu'un pays ne veuille pas rentrer dans un accord international parce qu'il estime que la R&D est le meilleur moyen de combattre le réchauffement climatique, qu'il contribue par ailleurs au bien public mondial en faisant de la recherche publique fondamentale sur les cellules à hydrogène ou le nucléaire de quatrième génération, et que cette activité (dont les résultats sont lointains) n'est pas prise en compte correctement dans l'allocation initiale des permis. Doit-on pénaliser un tel pays par des taxes sur ses exportations ?

<sup>95</sup> Bien sûr, on pourrait interdire aux bénéficiaires de revendre ces permis. Cela reviendrait à fixer le prix du carbone pour eux à 0 si les bénéficiaires produisent moins de CO<sub>2</sub> qu'ils n'ont de permis. Si une telle mesure aurait le mérite de restaurer la neutralité concurrentielle, elle créerait de très mauvaises incitations pour les consommateurs, dans la mesure où toute la production du secteur (importée ou non) serait exonérée de taxes sur le carbone.

la production courante, la neutralité concurrentielle est rétablie, mais au prix d'une suppression de l'incitation à réduire la production des biens intensifs en GES<sup>96</sup>.

- Un second argument est que l'on crée un précédent. Un secteur exposé n'a que peu d'incitations à passer à des technologies vertes s'il anticipe que demain l'argument de distorsion de concurrence pourra être invoqué afin d'obtenir des permis gratuits. En d'autres termes, si la distribution gratuite de permis n'altère pas le prix du carbone perçu par le secteur dans la phase considérée, elle peut rendre ce prix égal à 0 pour les phases futures et donc orienter ses choix d'investissement vers des technologies riches en carbone.
- Enfin, il est clair que la notion de « secteur exposé » est floue, ce qui ne manquera pas de créer un lobbying intense. De fait, les discussions actuelles en Europe tendent à considérer la plupart des secteurs comme exposés !

### **5) La problématique plus générale des actions unilatérales**

La section précédente a mis l'accent sur les fuites liées au déplacement de la production et de l'investissement vers des pays peu contraints. D'autres types de fuites liées aux actions unilatérales sont plus pernicieuses et ne peuvent être contrecarrées par des ajustements aux frontières, car elles portent sur des biens en partie non-échangeables. En particulier, une fiscalité carbone dans un groupe de pays fait baisser le cours du pétrole et incite les ménages dans les pays non soumis à une fiscalité carbone à utiliser plus de pétrole pour leurs déplacements et leur chauffage. Dans le cas extrême où l'offre de pétrole serait inélastique, l'efficacité d'une taxe carbone autonome serait strictement nulle.

Il ne faut donc pas s'illusionner sur l'efficacité de politiques réduites à l'Europe. Si tous les observateurs s'accordent à dire qu'un accord global serait idéal, certains voient un accord partiel comme un pis-aller sans conséquences majeures. Une des conclusions majeures du rapport est que ce n'est pas le cas.

---

<sup>96</sup> Dans l'ETS, elle est basée sur les capacités de production, ce qui rétablit en partie la neutralité concurrentielle pour ce qui est des incitations à investir, mais pas pour les incitations à utiliser les installations existantes en Europe versus dans le reste du monde.

## V. L'efficacité à chaque niveau de subsidiarité

Nous avons noté que l'accord pourrait respecter le principe de subsidiarité. Si les politiques internes peuvent être déléguées aux États, il n'en reste pas moins qu'il est important de connaître (ne serait-ce que pour leur application au niveau européen) les principes de bonne gestion des politiques climatiques. Cette partie du rapport se penche donc sur la question de l'efficacité des politiques nationales ou régionales.

### 1) La mise en place d'enchères

L'application de la loi de 1990 aux États-Unis pour le SO<sub>2</sub> et le mécanisme ETS mis en place par la Communauté européenne pour le CO<sub>2</sub> ont tous deux réservé une place négligeable aux enchères : moins de 3% des permis aux États-Unis et en Europe<sup>97</sup>. Par contre, la Commission européenne prévoit l'utilisation d'enchères après 2013, tout d'abord pour l'industrie électrique (à 100%), puis pour les autres secteurs (pour qui les enchères couvriront 20% des permis en 2013, pour s'élever progressivement vers 70% en 2020). À écouter les discours de la classe politique européenne, on doit néanmoins s'attendre à une exonération importante pour de nombreux secteurs, ce pour des motifs/prétextes variés (fort contenu énergétique, production d'électricité à forte proportion de combustibles fossiles, secteurs « exposés », etc.). De fait, le troisième paquet Climat-Energie prévoit que les secteurs exposés à la concurrence internationale continuent à bénéficier à 100% de quotas gratuits<sup>98</sup>.

De même, alors que le Président Obama avait souhaité que la totalité des droits d'émission de CO<sub>2</sub> soit mise aux enchères aux États-Unis, le projet de loi de Waxman et Markey fixe un taux d'enchères au plus égal à 15% jusqu'en 2030<sup>99</sup>. Cette disposition du projet de loi est désastreuse à plusieurs titres. Tout d'abord, de par sa durée, qui par ailleurs pourrait être prolongée car les lobbies ne manqueront pas d'en demander une extension. Ensuite, du fait que les allocations gratuites seront en partie basées sur la production, allant à l'encontre des incitations écologiques. Enfin, parce que de nombreux bénéficiaires seront surcompensés. À tous ces titres, le projet de loi est une excellente illustration de la discussion suivante.

D'une manière générale, l'utilisation d'enchères est désirable. Elle garantit que les acteurs qui n'auront pas mis en œuvre une politique d'investissements réducteurs d'émissions devront en supporter les conséquences en termes d'achat de permis dans les phases ultérieures du système.

Un autre argument en faveur des enchères est que la distribution gratuite de permis peut s'avérer une subvention inutile du secteur. Prenons le cas d'une demande inélastique en aval et un marché concurrentiel dérégulé: le coût du permis à polluer est alors entièrement

---

<sup>97</sup> Même les plafonds peu ambitieux de la directive européenne quant aux enchères de droits d'émission négociables (une fraction égale à 5% des droits dans la première phase et à 10% dans la deuxième) n'ont pas été contraignants. Par exemple, dans la première phase les enchères ont porté sur 0.13% des droits. Voir Ellerman et Buchner (2007). La fraction mise aux enchères dans la deuxième phase est plus importante en Allemagne (8%) et au Royaume-Uni (7%), mais elle reste encore très faible même dans ces deux pays.

<sup>98</sup> Certes sur la base des meilleures technologies disponibles, mais cela signifie quand même une allocation majoritairement gratuite.

<sup>99</sup> Les quotas gratuits iront au secteur électrique (35%), aux secteurs à production riche en carbone tels que l'acier ou le ciment (15%), et à différents autres bénéficiaires (par exemple les États recevront 10% s'ils s'engagent dans des programmes d'énergie renouvelable et d'économies d'énergie).

supporté par le consommateur final, et les bénéficiaires avant la distribution de permis restent inchangés pour l'industrie quand le carbone a un prix positif. Toute distribution de permis crée alors un effet d'aubaine.

Bien sûr, cet effet d'aubaine peut ne pas exister ou être limité:

- Tout d'abord, dans des secteurs tels que celui de l'électricité, le régulateur peut empêcher l'entreprise d'augmenter ses prix pour refléter le prix du carbone à la marge ; les régulateurs peuvent être réticents à répercuter l'augmentation du coût dû à la fiscalité écologique dans les prix de l'électricité, surtout en période de hausse des prix ; la gratuité des permis permet alors de transférer discrètement l'augmentation de prix vers les contribuables (présents et souvent futurs) et donc de rendre cette dernière moins visible. Cette approche, qui est adoptée par exemple par le projet de loi Waxman-Markey aux États-Unis (spécifiant que la valeur des permis gratuits octroyés aux compagnies d'électricité doit bénéficier intégralement aux consommateurs), doit être proscrite : En effet, elle désincite complètement le consommateur à réduire sa consommation. Pour être écologiquement incitatif, le coût du carbone doit être internalisé par le consommateur (sous la forme d'un surcoût de l'électricité), et non pas par le contribuable (sous forme d'absence de transfert aux finances publiques).
- De même, lorsque la concurrence est limitée et le régulateur se base sur les coûts de l'opérateur pour déterminer le prix au consommateur, le fait que les permis soient gratuits ou payants ne change rien au profit de la compagnie régulée. Sur cette base, Ellerman et Joskow (2008) arguent que l'effet d'aubaine associé à une distribution gratuite est sans doute beaucoup plus important dans les pays dont la dérégulation est suffisamment avancée et les marchés de gros bien développés<sup>100</sup>.
- Ensuite, lorsque la demande finale est élastique, sa contraction se répercute sur les profits des entreprises. Ces dernières peuvent alors légitimement demander une compensation, mais il reste que la distribution gratuite de permis génère probablement des effets d'aubaine au profit du secteur.

Enfin, notons que l'utilisation d'enchères n'est nullement incompatible avec la compensation, le revenu des enchères pouvant être redistribué selon une clé de répartition similaire à celle énoncée en section III.1.

## 2) La contribution climat et énergie (CCE)

Le rapport du groupe de travail sur la taxe carbone présidé par Michel Rocard et rendu public en juillet 2009 propose de compléter le système de droits négociables par une taxe carbone pour les sources d'émission non-couvertes par le système ETS. Il suggère une taxe en conformité avec la valeur du carbone préconisée par le rapport Quinet : 32 euros dans l'immédiat, croissant par la suite pour atteindre 100 euros en 2030. Comme il se doit, la contribution serait payée par ménages et entreprises<sup>101</sup> et ne toucherait que les énergies fossiles, émettrices de GES (pétrole, gaz, charbon)<sup>102</sup>. Le principe d'une extension de la

---

<sup>100</sup> Cet effet d'aubaine éventuel associé à la distribution gratuite de permis n'a aucun impact sur les prix de l'électricité, qui sont déterminés par le coût d'opportunité des permis et non pas par la façon dont ils ont été alloués.

Pour une estimation de la transmission du prix des permis dans le prix de l'électricité en Allemagne, voir Sijm-Bakker-Chen-Harmsen-Lise (2005).

<sup>101</sup> La Suède, qui a institué une telle taxe carbone sur la consommation d'énergie en 1991, exonère les industries d'environ quatre cinquièmes de la taxe prélevée sur les ménages.

<sup>102</sup> Il est clair qu'une taxe carbone doit taxer le carbone, et non pas l'énergie plus généralement.

valorisation du carbone pour englober la fraction la plus grande possible de l'économie est indiscutable et en cela le rapport constitue une avancée majeure. La discussion doit donc se focaliser sur ses modalités.

Une question porte sur l'opportunité d'utiliser une taxe plutôt que d'étendre la portée du système ETS européen (rappelons-nous que les États-Unis prévoient de soumettre 85% de leurs émissions au système de permis négociables). C'est-à-dire, et comme le note Jacques Delpla (2009), on pourrait de façon alternative demander aux raffineries ou aux gazoducs d'acheter des permis, plutôt que de demander aux ménages et aux entreprises de payer une taxe quand ils se chauffent ou utilisent leurs voitures ou camions. Coûts de transaction mis à part, les deux approches, de valorisation du carbone en amont ou en aval, sont équivalentes tant que la taxe carbone reste alignée sur les prix des permis ETS<sup>103</sup>.

Si par contre le niveau de la taxe est déconnecté du prix des permis sur le marché ETS, la puissance publique introduit un différentiel de prix carbone n'ayant aucune raison d'être<sup>104</sup>. Cet argument milite donc pour indexer la taxe au prix de marché pour assurer une cohérence entre les deux dispositifs. Cette indexation de plus rend la taxe, en supposant qu'on choisisse cette option plutôt que l'assujettissement des producteurs d'énergie fossile au système ETS, plus crédible dans le temps ; elle évite de se poser la question de la manipulation progressive de la taxe au niveau national.

Si je suis partisan de l'indexation (ou de l'élargissement du système ETS), force est de reconnaître qu'elle mènerait dans le court terme à un prix du carbone beaucoup trop bas. Le prix en septembre 2009 sur le marché ETS était de 15 euros la tonne, et non pas des 32 euros qui paraîtraient beaucoup plus raisonnables dans la perspective d'atteindre les objectifs climatiques. De fait le paquet climat-énergie avait été conçu sur des bases de 26 euros la tonne en 2013 ; la différence avec le prix actuel sur le marché ETS ne s'explique pas par la crise économique, puisque cette dernière n'est que très temporaire par rapport au pas de temps du problème climatique et que la banquabilité des permis est autorisée. La mise en œuvre des recommandations du rapport Rocard impliquerait une certaine schizophrénie de l'État français en la matière : l'État attribuerait deux valeurs radicalement différentes- 15 et 32 euros- à la même tonne de carbone. Le rapport propose de taxer les énergies fossiles dans le transport ou le bâtiment à 32 euros, mais ne préconise pas une surtaxe compensatoire (au niveau de 17 euros en juin 2009 par exemple) pour les installations industrielles actuellement soumises à l'ETS !

Il n'y a pas de réponse aisée à ce problème lorsque, comme moi, l'on pense que le prix du marché ETS est « trop bas ». Mais on peut au moins identifier deux visions cohérentes, selon qu'on adopte une vision stratégique ou morale de la fiscalité carbone :

- « L'approche unilatérale n'est pas propice à un bon accord international, et il vaut mieux conditionner un effort supérieur à un engagement mondial ». Dans ce cas, le prix de 15 euros se justifie de façon transitoire, et devra être augmenté

---

<sup>103</sup> Pour simplifier, je passe ici sous silence le débat sur le choix entre approches prix (taxe) et quantité (permis), initié par Weitzman (1974). Les deux approches donnent des résultats différents en situation d'incertitude sur le coût de la pollution ou celui de l'abattement. Par exemple, si la fonction de coûts d'abattement est beaucoup plus convexe que celle des bénéfices environnementaux, la taxe est préférable.

En conséquence, une coexistence des deux instruments affectant des secteurs différents est en théorie envisageable (Mandell 2008). Cependant, le manque d'information sur les fonctions de bénéfice et de coût suggère que les gains d'une coexistence d'institutions seront au mieux du deuxième ordre par rapport au manque de cohérence- lui parfaitement certain- entre les différents systèmes.

<sup>104</sup> Comme le note le rapport.

substantiellement si un bon accord est trouvé. La taxe carbone doit alors être indexée dès aujourd'hui sur le niveau du prix ETS.

- « La France choisit de façon unilatérale de donner le bon exemple et impose dès maintenant une valorisation du carbone plus en phase avec les objectifs mondiaux de lutte contre le réchauffement climatique. » Dans ce cas, la taxe carbone doit être fixée, comme préconisé dans le rapport Rocard, à 32 euros, valeur tutélaire choisie par le rapport Quinet. Mais alors, une surtaxe compensatoire doit amener le prix du carbone pour les industriels soumis au système ETS au niveau de 32 euros. Cette surtaxe compensatoire susciterait néanmoins quelques inquiétudes quant à la compétitivité de l'industrie française par rapport à celles de ses voisins européens.

Notons que quelque soit le point de vue adopté, une vision cohérente du problème mène à un prix unique du carbone, c'est-à-dire à une indexation de la taxe carbone sur le prix ETS ou à celle (domestique, par une surtaxe compensatoire) du prix ETS sur la taxe carbone.

Une autre question porte sur la convergence internationale de telles taxes. Rien que dans l'Union Européenne, toute uniformisation de la taxation est soumise à l'unanimité et est donc quasiment impossible ; ce point fut en fait un argument majeur en faveur de l'adoption d'un système de permis comme instrument d'uniformisation de la valeur carbone au niveau européen.

Un second débat sur la CCE porte sur la compensation (le fameux chèque vert). En effet, la taxation du carbone a un impact redistributif assez régressif<sup>105</sup>. Dans le cas de la CCE, les estimations du coût engendré vont de 170 à 300 euros par ménage. A 32 euros la tonne de CO<sub>2</sub> le litre de carburant augmenterait de 7 à 8 centimes ; le fioul domestique lui coûterait de 60 à 170 euros supplémentaires par an. On peut concevoir des compensations, modulables selon le revenu<sup>106</sup>, le lieu, le type d'habitation, l'activité, etc. Mais un point est clair : il est crucial de ne pas transformer ces compensations forfaitaires en exonérations, même partielles. Le prix du carbone doit être à l'avenir répercuté intégralement pour chaque émission supplémentaire, pour chaque acteur économique et pour toute localisation de l'émission ou type d'habitat. Par exemple, la compensation doit être calculée à partir de la situation *actuelle* des ménages, quitte à être étalée dans le temps, mais pas en fonction de leurs choix futurs. La taxe doit impacter par exemple les choix de localisation.

Un dernier point au sujet des exonérations potentielles : Le cas d'un impôt spécifique (TIPP<sup>107</sup> plutôt que TVA) pose problème quant à la mesure du niveau de la taxe carbone pour l'essence. En effet, toute taxe carbone peut être compensée par une réduction équivalente de la TIPP. On ne peut parler de prix du carbone dans un secteur que si les autres formes de taxation de ce secteur sont déconnectées du prix carbone. Mon collègue François Salanié<sup>108</sup> a suggéré de transférer le revenu de la taxe carbone sur l'essence à un pays tiers (moyennant compensation forfaitaire adéquate) de sorte que la France perçoive (à la marge) cette taxe carbone comme étant équivalente à une simple augmentation du prix mondial du pétrole.

---

<sup>105</sup> Voir Cremer et al (2003, 2009) et Grainger-Kolstadt (2009).

<sup>106</sup> L'indexation de différents minima sociaux (tels que le SMIC) sur le coût de panier de consommation de consommateurs pas aisés (ouvriers) atténue la régressivité de la taxe carbone. Par contre, la taxe carbone crée des redistributions des ménages ruraux vers les ménages urbains.

<sup>107</sup> Les études du MEEDDAT semblent montrer que cette taxe permet grosso modo de couvrir les autres externalités du transport (usure des routes, pollutions de toutes sortes hors CO<sub>2</sub>, bruit, saturation du réseau,...).

<sup>108</sup> Communication privée.

Quoiqu'il en soit, il s'agit d'être vigilant et d'éviter que cette taxe ne soit compensée par une baisse de la TIPP, faute de quoi les comportements ne seraient pas affectés.

### 3) Normes

Le système ETS européen de droits d'émission négociables ne concerne pour l'instant qu'une partie (à peine la moitié) des émissions<sup>109</sup>. Il ne couvre pas le bâtiment, l'agriculture, le transport, le traitement des déchets, ou les petites installations industrielles. Ces secteurs par contre sont régis par des normes de pollution. L'utilisation de normes plutôt que de prix explicites du carbone ne veut bien sûr pas dire qu'il n'y a pas de prix du carbone. Ce prix est *implicite* ou latent, et correspond au coût marginal d'abattement généré par le respect de la norme.

L'imposition d'un standard n'exclut pas le recours à des mécanismes de marché, bien au contraire. Dans un autre registre et pour fournir une analogie, on comprend bien que la Pologne, avec ses 90% d'énergie électrique à base de charbon, ne peut pas avoir les mêmes émissions de CO<sub>2</sub> pour sa production d'électricité que la France, dont la production est à 80% nucléaire ; l'important est d'uniformiser le coût d'abattement à la marge, ce qui a été accompli grâce au système ETS. De même, dans le cas d'une norme, il convient de fixer un objectif moyen et de mettre en œuvre un système de certificats ou crédits/débits échangeables, où les entreprises vertueuses (dépassant les objectifs) retirent des profits de la vente de crédits aux entreprises qui le sont moins; ce système de droits échangeables permet d'assurer une cohérence intrasectorielle du prix du carbone, à défaut de créer une cohérence intersectorielle.

A ce sujet, on ne peut que regretter que le système de crédits/débits échangeables, qui avait été adopté par exemple en Californie dans les années 1980 pour la réduction de l'utilisation de plomb dans l'essence<sup>110</sup>, n'ait pas été officiellement retenu pour la mise en œuvre de l'objectif moyen d'émission de 130g/km pour les véhicules légers, fixé par la Commission européenne en décembre 2008<sup>111</sup>. En effet, il est inefficace d'imposer une norme

---

<sup>109</sup> Le projet de loi Waxman-Markey propose cependant une couverture de 85% de l'économie américaine dès 2016 par un marché de droits d'émission.

<sup>110</sup> Stavins (2003) estime que les marchés de permis négociables ont, dans le cas des carburants, généré une économie annuelle de 250 millions de dollars en comparaison des approches traditionnelles.

<sup>111</sup> Cf. la décision du Conseil du 6 avril 2009 adoptant le paquet législatif énergie-climat : « Les constructeurs qui n'auront pas atteint les objectifs fixés, les émissions de leur parc dépassant les valeurs limites, devront payer des primes dont le montant sera calculé en fonction de l'ampleur du dépassement et du nombre de voitures particulières neuves qu'ils auront construites. Dans la période 2012 - 2018, il y aura lieu de payer 5 euros par voiture nouvellement immatriculée lorsque l'objectif sera dépassé de 1 g ou moins. Ce montant s'élèvera à 15 euros pour le deuxième gramme de dépassement et il atteindra 25 euros pour le troisième gramme de dépassement. Pour les émissions dépassant de plus de 3 g la limite fixée, le constructeur devra payer 95 euros par voiture nouvellement immatriculée. À partir de 2019, la prime à payer s'élèvera à 95 euros par voiture neuve pour chaque gramme de dépassement. Les constructeurs peuvent améliorer leurs performances en matière d'émissions, soit par un recours aux éco-innovations, c'est-à-dire des technologies innovantes dont l'incidence n'est pas mesurée au moyen de la procédure d'essai standard de l'UE en matière d'émissions de CO<sub>2</sub>, soit en fabriquant des voitures à très faibles émissions qui émettent moins de 50 g de CO<sub>2</sub>/km. Dans certains conditions, les constructeurs spécialisés peuvent être exemptés de l'application du règlement ».

Pour ce qui est des pools: "In order to provide for flexibility for the purposes of meeting their targets under this Regulation, manufacturers may agree to form a pool on an open, transparent and non-discriminatory basis. An agreement to form a pool should not exceed five years but may be renewed. Where manufacturers form a pool, they should be deemed to have met their targets under this Regulation provided that the average emissions of the pool as a whole do not exceed the target emissions for the pool." REGULATION (EC) No 443/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (23 April 2009)  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:EN:PDF>



unique sur les émissions de GES par les véhicules automobiles. Certes, des Ersatz de marché ont été introduits sous la forme de mécanismes de flexibilité. Les avis des experts sur l'efficacité à attendre de ces mécanismes de flexibilité divergent ; mais on ne peut que s'interroger quand les opposants à l'introduction du mécanisme très simple de certificats négociables expliquent que des bricolages complexes produisent des résultats équivalents, et quand une différenciation injustifiée de la norme selon la masse du véhicule a été mise en place. Une remarque similaire sera faite lors de la discussion des objectifs d'énergie renouvelable.

L'utilisation de normes a des coûts et des bénéfices :

- Un argument en faveur des normes est, dans certains contextes, qu'un signal prix est une condition nécessaire de bonne gestion de l'environnement, mais pas une condition suffisante à cause d'un problème d'information auquel est confronté l'émetteur de GES. Dans le cas du bâtiment, il serait a priori plus logique de taxer, comme le propose le rapport Rocard sur la contribution climat et énergie, les émissions liées à l'utilisation de diverses sources énergétiques, par exemple le fioul domestique, que d'imposer une norme. Ces émissions cependant dépendent non seulement du comportement de l'utilisateur, mais aussi de paramètres (d'isolation ou d'efficacité thermique d'une chaudière) qu'il ne contrôle pas s'il est locataire, et surtout dont il n'a que peu de connaissance et de compréhension<sup>112</sup>. Une norme est alors une méthode indirecte, certes imparfaite, de pallier le problème.
- Une critique classique des normes est qu'elles portent en général sur des équipements (bâtiment, chaudière, automobile, etc.), et non sur l'utilisation de ces équipements. Ceci pose problème. Une norme est similaire à une taxe forfaitaire. L'utilisateur d'une voiture émettant moins de GES paie plus cher à l'achat, mais fait face à un prix du carbone à la marge égal à 0 (à moins qu'une taxe carbone ne vienne alourdir le prix du fioul domestique ou la TIPP, comme il est prévu dans le rapport Rocard). Les incitations individuelles à une bonne maîtrise de la consommation (par exemple utilisation réduite, carpooling, utilisation de transports en commun pour l'automobile) n'y sont pas.

Il se peut de plus qu'une norme plus ambitieuse ait des effets modestes du fait de ce qui est communément appelé l'effet rebond. Par exemple, une norme rendant un type d'équipement (réfrigérateurs, automobiles, etc.) moins vorace en énergie induit une augmentation excessive de son utilisation (ou la multiplication des équipements)<sup>113</sup>.

---

Ce mécanisme de pools exigera une surveillance de la part de la DG Concurrence de la Commission.

<sup>112</sup> Si le locataire était bien informé à la fois sur la performance énergétique de son habitation et sur les conséquences de cette dernière pour sa consommation énergétique, alors le loyer refléterait cette performance énergétique, ce qui donnerait au propriétaire une incitation à l'améliorer.

Un autre argument pour des normes dans le bâtiment peut être la difficulté pour des copropriétaires à se mettre d'accord sur l'isolation et autres décisions conditionnant l'utilisation énergétique.

<sup>113</sup> Pour illustrer ces points, considérons une consommation  $q$  d'un bien (déplacement, utilisation du réfrigérateur, etc.), procurant une utilité  $u(q)$  au consommateur. Une norme de pollution  $\theta$  implique un coût d'investissement dans l'équipement  $I(\theta)$  (décroissant en  $\theta$  : un  $\theta$  plus élevé correspond à une norme plus laxiste), un coût de production  $C(q, \theta)$  et une pollution  $n(q, \theta)$ , où  $\partial n/\partial q > 0$ ,  $\partial n/\partial \theta > 0$  et  $\partial^2 n/\partial q \partial \theta > 0$ . En présence d'une valeur tutélaire du carbone  $p$ , le choix de la norme et la consommation devraient résoudre :

$$\max_{\{q, \theta\}} \{u(q) - pn(q, \theta) - I(\theta) - C(q, \theta)\}.$$

En présence d'une fiscalité carbone au niveau  $p$ , il n'est pas besoin d'imposer une norme si le consommateur est bien informé : ce dernier choisira de lui-même la norme optimale  $\theta^*$  correspondant à son niveau de consommation. Par contre, si l'Etat impose la norme  $\theta^*$  mais pas de fiscalité écologique, le consommateur choisit sa consommation de la manière suivante:

- Une autre critique assez fondamentale des normes est qu'elles ont tendance à donner naissance à un système de prix multiples pour le carbone. Cet état de fait est, comme nous l'avons déjà noté, très dommageable pour l'efficacité du système. Il crée de surcroît une incitation forte pour les groupes de pression sectoriels à demander un traitement laxiste spécifique au secteur concerné. En d'autres termes, la segmentation naturelle liée à l'établissement de normes crée des distorsions tant économiques que politiques.
- Il est souvent proposé de combiner normes et benchmarking. Par exemple, on pourrait définir une norme technologique basée sur les technologies les plus récentes (disons les dernières générations de centrales à charbon) et octroyer des permis à ceux qui font mieux que la norme. De telles approches sont à proscrire pour deux raisons. Tout d'abord, elles ne sont pas vraiment contraignantes dans la mesure où les investissements se font généralement sur les dernières technologies disponibles. Et surtout, elles n'incitent pas au bon choix entre technologie concernée par la norme et les technologies alternatives ; par exemple, une centrale à charbon même 5 % plus efficace que la norme pollue beaucoup plus que la plupart des sources d'énergie alternatives.

Au final, les normes ne sont qu'un pis-aller. Il semble important, pour atténuer leur inconvénient majeur, qu'une évaluation du prix implicite du carbone soit effectuée afin de les rationaliser et d'éviter les passe-droits.

#### 4) Energies renouvelables

La mise en place d'objectifs pour l'énergie renouvelable (énergie éolienne, solaire, etc.) peut être un frein à la minimisation des coûts. Diverses considérations sont à l'origine de la popularité de ces politiques.

La première, liée au « learning-by-doing », c'est-à-dire à la décroissance des coûts de production avec l'expérience, est que l'apprentissage est en partie un bien public dans la mesure où l'entreprise créatrice de savoir ne peut pas se l'approprier entièrement. Cet argument n'est pas spécifique aux énergies renouvelables, et est aussi pertinent pour toute technologie émergente. Son implémentation exige d'apporter des réponses aux questions suivantes : quel impact peut avoir l'apprentissage dans la réduction des coûts de production ou dans une meilleure efficacité ? Peut-on s'approprier le savoir lié à l'apprentissage (si oui, il n'y a pas lieu de subventionner la technologie) ?

Le deuxième argument est en quelque sorte un aveu de faiblesse : fixer des objectifs pour l'énergie renouvelable se justifie si les autorités ne peuvent s'engager à maintenir demain des prix de carbone suffisants pour conduire aujourd'hui à l'émergence d'énergies renouvelables efficaces contre le réchauffement climatique.

La troisième possibilité est nettement moins favorable aux énergies renouvelables : les États cherchent à plaire à une opinion publique mal informée ou à des groupes d'intérêt. Une des pires illustrations en est la politique américaine sur les biocarburants sous l'administration Bush. Les biocarburants de première génération aux Etats-Unis proviennent du soja et (essentiellement) du maïs. Ils sont fortement subventionnés (51 cents/gallon d'éthanol

---


$$\max_{\{q\}} \{u(q) - I(\theta^*) - C(q, \theta^*)\}.$$

Il choisit donc de surconsommer par rapport à l'optimum social. Si de plus  $\partial^2 C / \partial q \partial \theta > 0$ , une norme plus ambitieuse augmente la consommation (en prenant l'absence de fiscalité carbone comme donnée).

mélangé à l'essence) et n'ont semble-t-il qu'un impact limité sur les émissions de gaz à effet de serre. Un autre exemple de politique peu écologique est fourni par les très généreuses subventions à l'énergie solaire dans les pays il y a peu de soleil<sup>114</sup>. La Stern Review (2006)<sup>115</sup> impute un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> égal à 1048 dollars en Allemagne et 804 dollars en Espagne<sup>116</sup>. Si l'on met un prix de marché du carbone à 20 dollars la tonne, cela veut dire que, par exemple en Allemagne, 52 tonnes auraient pu être économisées avec cet argent quand on en a économisé une seule ! De telles subventions n'ont donc rien d'écologique.

Cette dernière thèse est étayée par la préférence souvent accordée par les États au coûteux mais très visible déploiement de générations courantes technologiquement médiocres à une recherche sur des générations futures d'énergies renouvelables plus performantes. Or, il me semble qu'à coût égal, la R&D sur les énergies renouvelables est bien plus importante pour la lutte contre le réchauffement climatique que le déploiement d'installations aux performances limitées.

Comme dans le cas des normes, deux mesures devraient être ajoutées aux objectifs d'énergie renouvelable :

- L'une consiste à inclure l'estimation des coûts par tonne de gaz à effet de serre évitée (qui varie beaucoup selon les énergies renouvelables et les pays) ; cette approche permet aussi une comparaison avec d'autres politiques dont celle de subvention de la R&D en faveur des futures générations d'énergies renouvelables<sup>117</sup>. Les études sur la compétitivité des énergies renouvelables, telles que celles réalisées par la DGTPE et la Mission Climat de la Caisse des Dépôts, sont à cet égard très utiles. Par exemple, cette dernière, dans un document récent (2008), calcule le prix des permis d'émission incitant au basculement vers des énergies renouvelables pour la production d'électricité sur le marché européen. Par exemple, le gaz fait place à l'éolien onshore à 23 euros la tonne, à l'éolien offshore à 53 euros, et au solaire à 634 euros. [Les chiffres exacts sont sujets à discussion, mais le rapport des coûts entre éolien et solaire fait l'objet d'un relatif consensus.]
- Ensuite, l'introduction de mécanismes de marché réduit le coût de cette approche. Si nous considérons par exemple l'objectif de l'Union Européenne, soit 20%<sup>118</sup> d'énergie renouvelable en 2020, il est évident que les coûts de production de l'énergie éolienne et solaire varient beaucoup selon les pays. Un système de crédits/débets négociables permettrait aux pays possédant un avantage comparatif en la matière d'assurer la majeure partie de l'effort en matière d'énergies renouvelables. L'approche d'un marché de certificats négociables a malheureusement été rejetée. Des mécanismes de

---

<sup>114</sup> Les « feed-in tariffs » pour l'énergie solaire en 2005 en Autriche et en Allemagne étaient égaux à 48,87 et 53,50 centimes d'euro par kWh respectivement (15 centimes en France). Les tarifs d'achat sont aujourd'hui plus élevés en France qu'en Allemagne.

<sup>115</sup> Part VI, page 529.

<sup>116</sup> Pour une étude du coût implicite de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée, voir Borenstein (2008). Ses estimations, qui incluent les bénéfices indirects de l'énergie solaire (par exemple le fait que sa production est corrélée avec la pointe de demande en énergie en Californie) portent à 300 et 600 dollars le coût de l'économie d'une tonne de CO<sub>2</sub> évitée en Californie selon que la centrale marginale utilise du charbon ou du gaz.

<sup>117</sup> Dans la mesure où la recherche et développement engendre des externalités positives (diffusion non-tarifée de savoir technologique), un prix du carbone ne suffit pas à induire le bon niveau d'investissement en R&D privée (voir par exemple Grimaud-Rouge 2008 et Acemoglu et al 2009). Un deuxième instrument (une subvention à la R&D) est alors nécessaire ; cet argument n'est pas spécifique aux technologies vertes.

<sup>118</sup> 23% en décembre 2008, dont les 11,2% d'hydraulique et les 1,5% de renouvelable existants.

flexibilité sont certes envisagés<sup>119</sup>. Un mécanisme de compensation permettrait à un pays européen de transférer une partie de ses obligations en matière d'énergies renouvelables. Parmi les outils proposés par la Directive se trouvent la possibilité pour les États membres d'exporter ou d'importer des énergies renouvelables d'autres États membres en bénéficiant sous certaines conditions des transferts statistiques équivalents contribuant à l'atteinte de leurs objectifs en matière d'énergies renouvelables ; et la possibilité pour les États-membres de coopérer avec d'autres États membres ou des pays tiers pour l'atteinte de leurs objectifs en finançant de nouvelles capacités de production ou encore en développant conjointement des programmes de recherche et développement. Ces mécanismes de flexibilité iraient dans le bon sens, mais on peut se demander pourquoi l'Union Européenne ne va pas au bout de cette logique. Comme dans le cas des normes, les avis des experts sur l'efficacité à attendre de ces mécanismes de flexibilité divergent<sup>120</sup>.

---

<sup>119</sup> Cf. article 15 de la Directive

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>.

“The starting point, the renewable energy potential and the energy mix of each Member State vary. It is therefore necessary to translate the Community 20 % target into individual targets for each Member State, with due regard to a fair and adequate allocation taking account of Member States' different starting points and potentials, including the existing level of energy from renewable sources and the energy mix. It is appropriate to do this by sharing the required total increase in the use of energy from renewable sources between Member States on the basis of an equal increase in each Member State's share weighted by their GDP, modulated to reflect their starting points, and by accounting in terms of gross final consumption of energy, with account being taken of Member States' past efforts with regard to the use of energy from renewable sources.”, JO de l'Union Européenne, 5 juin 2009.

<sup>120</sup> Notons en particulier le mélange de considérations d'équité (la mention du PIB) et d'efficacité dans le texte de la Directive.

## VI. Une feuille de route

Ce rapport a tenté d'apporter un éclairage économique sur l'élaboration d'un accord international sur le changement climatique. Il a mis l'accent sur la nécessaire distinction entre efficacité de la lutte contre le réchauffement climatique, obtenue grâce à un marché non-segmenté du carbone, et compensation, basée sur une allocation mondiale des droits d'émission. Ce rapport a également insisté sur les vertus de la subsidiarité en matière de politiques climatiques, une fois les pays responsabilisés pour leur pollution totale ; et sur la nécessité d'un engagement crédible au niveau international, construite inter alia autour d'un deal commerce-climat et d'une assimilation des engagements climatiques des États à une dette souveraine.

Le Protocole signé à Copenhague manquera sans doute d'ambition. Et pourtant renvoyer aux calendes grecques la signature d'un vrai accord international aurait des conséquences dramatiques. L'effort serait très insuffisant même si les promesses faites à Copenhague étaient tenues ; de plus, ces promesses auraient de bonnes chances de ne pas être tenues, et ce d'autant plus que le maintien ou le renforcement du contenu carbone des économies permettra aux pays d'exiger plus de compensations lors des négociations futures.

De même qu'un accord sur un objectif mondial de réduction des émissions a pris du temps à se cristalliser, mais est maintenant en vue, il serait souhaitable de jeter dès maintenant les bases d'un accord sur le cadre d'une bonne gouvernance mondiale de lutte contre le réchauffement climatique, de sorte qu'un consensus (au moins parmi les principaux acteurs) se forme et que les négociations concrètes sur la compensation au sein de ce cadre puissent être entamées.

Dans cet esprit, plutôt que reproduire Kyoto par un accord a minima jusqu'en 2020 et y inclure quelques « rustines » très fragiles, l'objectif pour Copenhague pourrait être d'obtenir un accord transitoire de plus courte durée spécifiant, outre des actions de court terme :

- 1) un accord de principe sur le fait que l'accord plus permanent définira
  - une trajectoire d'émissions mondiales compatible avec les données scientifiques sur le réchauffement climatique,
  - un marché de quotas unique,
  - une gouvernance et une surveillance des engagements incluant le FMI et l'OMC, ainsi que des mécanismes d'incitation à respecter les engagements.
- 2) la mise en place rapide d'un système de surveillance satellitaire permettant au minimum de mesurer les émissions annuelles de chaque pays,
- 3) la mise en place d'un processus de négociation de l'allocation des permis entre pays.

Cet accord serait accompagné d'une déclaration par les pays développés de volonté d'abandon inconditionnel à cet horizon des mécanismes de flexibilité définis par le protocole de Kyoto. Une telle date butoir pour l'abandon des très inefficaces mécanismes d'offset (en particulier le mécanisme de développement propre) mettrait les pays développés et émergents devant leurs responsabilités.

L'accord de principe permettrait de circonscrire la négociation tout en la recentrant sur une approche efficace. Atteindre ces objectifs représenterait dans les circonstances actuelles un vrai succès.

## REFERENCES

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. et D. Hemous (2009) « Environment and Directed Technical Change », mimeo.
- Anger, N., Bohringer, C. et U. Oberndorfer (2008) « Public Interest vs. Interest Groups: Allowance Allocation in the EU Emissions Trading Scheme », mimeo.
- Baron, R., Buchner, B. et J. Ellis (2009) « Sectoral Approaches and the Carbon Market », OECD, June.
- Barreau, B. (2009) *Etat des lieux et horizons du post-2012 : Les mécanismes de concertation internationale*, Conseil d'Analyse Stratégique.
- Barrett, S. (2009) « Rethinking Global Climate Change Governance », *Economics-ejournal*, 3. <http://www.economics-ejournal.org/economics/journalarticles/2009-5>.
- Bernard, A. et M. Vielle (2009) « The Issue and the Stakes of Carbon Leakage », mimeo.
- Bohm, P. (2002) « Improving Cost-effectiveness and Facilitating Participation of Developing Countries in International Emissions Trading », disponible à [http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/id\\_0303\\_bohm.pdf](http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/id_0303_bohm.pdf).
- Borenstein, S. (2008) «The Market Value and Cost of Solar Photovoltaic Electricity Production », University of California Energy Institute, CSEM WP 176.
- Bouttes, J.P., Dassa, F. et J. M. Trochet (2007) « Assessment of EU CO<sub>2</sub> Regulation », mimeo, EDF.
- Buba, J. (2009) « Quand l'Economie de l'Energie Sous-tend les Propositions pour Copenhague : Inde, Russie, OPEP, Canada et Brésil », Centre d'Analyse Stratégique, mai.
- et B. Barreau (2009) « Note d'Analyse : Chine. Une Problématique Fondamentale de l'Après-Kyoto : La difficile Inclusion d'un Grand Emergent », Centre d'Analyse Stratégique, mars.
- Bureau, D. (2009) *Changement climatique : La politique Européenne*, rapport.
- Bushnell, J. et C. Wolfram (2009) « Did Emissions Trading Lower CO<sub>2</sub> Emissions in Europe? », UC Berkeley.
- Caisse des Dépôts et Consignations (2008) « Développement des Energies Renouvelables : Quelle Contribution du Marché du Carbone ? », note 16, écrite par Cécile Bordier.
- Capoor, K. et P. Ambrosi (2008) « State and Trends of the Carbon Market », Banque Mondiale. <http://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/State&Trendsformatted06May10pm.pdf>

Centre d'Analyse stratégique (2008) *La valeur tutélaire du carbone*. Rapport de la Commission présidée par Alain Quinet. [www.strategie.gouv.fr](http://www.strategie.gouv.fr).

Colombier, M. et K. Neuhoff (2007) « Can Sectoral Agreements and Output Based Allocation Address Leakage? », mimeo, Cambridge University.

Convery, F. et L. Redmond (2007) « Markets and Price Developments in the European Union Emissions Trading Scheme », *Review of Environmental Economics and Policy*, 1: 88-11.

Convery, F., Ellerman, D. et C. de Perthuis (2008) *The European Carbon Market in Action: Lessons from the First Trading Period. Interim Report*, University College Dublin, MIT, et Mission Climat Caisse des Dépôts.

----- (2010) *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*, à paraître, Cambridge University Press.

Cremer, H., Gahvari, F. et N. Ladoux (2003) « Environmental Taxes with Heterogeneous Consumers: An Application to Energy Consumption in France », *Journal of Public Economics*, 87: 2791-2815.

---- (2009) « Environmental Tax Design with Endogenous Earning Abilities (with Applications to France) », à paraître, *Journal of Environmental Economics and Management*.

Delpla, J. (2009) « Contre la Taxe Carbone Borloo...pour des Raisons Environnementales », les Echos, 6 juillet.

de Perthuis, C. (2009) *Et pour quelques degrés de plus...* Pearson publisher.

De Perthuis, C., Delbosq, A. et B. Leguet (2009) « La Place des Instruments Economiques dans les Négociations Internationales sur le Climat », CDC Mission Climat.

Ellerman, D. et I.S.Wing (2003) « Absolute versus Intensity-based Emission Caps », *Climate Policy* 3, S7-S20.

Ellerman, D. et B. Buchner (2007) « The European Union Emissions Trading Scheme: Origin, Allocation, and Early Results », *Review of Environmental Economics and Policy*, 1: 66-87.

Ellerman, D., et P. Joskow (2008) *The European Union's Emissions Trading System in Perspective*, Pew Center report. [pewcenter at pewclimate.org](http://pewcenter.atpewclimate.org)

Farhi, E. et J. Tirole (2009) « Collective Moral Hazard, Maturity Mismatch and Systemic Bailouts », mimeo, Harvard and TSE.

Frankel, J. (2009) « An Elaborated Global Climate Policy Architecture: Specific Formulas and Emissions Targets for all Countries in all Decades », NBER working paper 14876.

Godard, O. (2008) « Unilateral European Post-Kyoto Climate Policy and economic Adjustment at EU borders », Ecole Polytechnique.

- Gollier, C. (2008) « Discounting with Fat-Tailed Economic Growth », *Journal of Risk and Uncertainty*, 37: 171-186.
- Grainger, C. et C. Kolstadt (2009) « Who Pays a Price on Carbon? », mimeo, University of California Santa Barbara.
- Grimaud, A. et L. Rouge (2008) « Environment, Directed Technical Change and Economic Policy », *Environmental Resource Economics*, 41 : 439-463.
- Guesnerie, R. (2003) « Kyoto et l’Economie de l’Effet de Serre », rapport 39, CAE.
- Hahn, R. et R. Stavins (1992) « Economic Incentives for Environmental Regulation: Integrating Theory and Practice », *American Economic Review*, 82: 464-468.
- (2000) « The Impact of Economics on Environmental Policy », *Journal of Environmental Economics and Management*, 39: 375-399.
- Harrington, W., R. Morgenstern et T. Sterner (2004), *Choosing Environmental Policy*. RFF press.
- Helm, D. (2008) « Climate-Change Policy: Why Has so Little Been Achieved? », *Oxford Review of Economic Policy*, 2: 211-238.
- Herzog, T., Pershing, J. et K. Baumert (2006) « Target Intensity. An Analysis of Greenhouse Gas Intensity Targets », <http://www.wri.org/publication/target-intensity>.
- Holland, S., Hughes, J. et C. Knittel (2009) « Greenhouse Gas Emissions under Low Fuel Carbon Tax », *American Economic Journal: Economic Policy*: 1: 106-146.
- Hourcade, J.C. et F. Gherzi (2002) « The Economics of a Lost Deal: Kyoto-The Hague-Marrakesh », *The Energy Journal*, 23(3): 1-26.
- Hourcade, J.C., Shukla, P. et S. Mathy (2009) « Untying the Climate-Development Gordian Knot-Economic Options in a Politically Constrained World », chap. 5, dans *The Design of Climate Policy*, édité par R. Guesnerie et H. Tulkens, MIT Press, 75-101.
- Ismer, R. et K. Neuhoff (2008) « International Cooperation to Limit Use of Border Adjustment: Workshop Summary », disponible à <http://www.climatestrategies.org/component/reports/category/27/79.html>.
- Joskow, P., Schmalensee, R., Ellerman, A.D., Montero, J.P. et E. Bailey (2000) *Markets for Clean Air: The U.S. Acid Rain Program*, Cambridge University Press.
- Jotzo, F. et J. Pezzey (2007) « Optimal Intensity Targets for Greenhouse Gas Emissions Trading under Uncertainty », *Environ. Resource Economics* 38: 259–284.
- Laffont, J.J. et J. Tirole (1996a) « Pollution Permits and Compliance Strategies », *Journal of Public Economics*, 62: 85-125.



——— (1996b) « Pollution Permits and Environmental Innovation », *Journal of Public Economics*, 62: 127-140.

Landau, J.P. (2007) « Les instruments économiques du développement durable », rapport du Groupe de travail sur les nouvelles contributions financières internationales.  
[http://www.globalgovgroup.com/media/pdf/Rapport\\_Landau.pdf](http://www.globalgovgroup.com/media/pdf/Rapport_Landau.pdf).

Mandell, S. (2008) « Optimal Mix of Emissions Taxes and Cap-and-Trade », *Journal of Environmental Economics and Management*.

Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, Fonds Français pour l'Environnement Mondial (2005) *Les Mécanismes de Mise en Œuvre Conjointe (MOC)*, Paris.

Monjon, S. et P. Quirion (2008) « Border Tax Adjustments: Implications of Design Options », <http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies/download.do?file=21551>

National Academy of Sciences (2009) *Letter Report on the Orbiting Carbon Observatory*, July 28.

Newell, R.G. and K. Rogers (2004) « Leaded Gasoline in the United States: The Breakthrough of Permit Trading », dans *Choosing Environmental Policy: Comparing Instruments and Outcomes in the United States and Europe*, pp. 175–191, édité par W. Harrington, R. Morgenstern, et T. Sterner. Washington, DC: RFF Press.

Newell, R.G. et W. Pizer (2008) « Indexed Regulation », *Journal of Environmental Economics and Management* 56: 221–233.

Nordhaus, W. (2008) *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, Yale University Press, New Haven, CT.

Lecocq, F. et P. Ambrosi (2007) « The Clean Development Mechanism: History, Status, and Prospects », *Review of Environmental Economics and Policy*, 1: 134-151.

Quirion, P. (2005) « Does Uncertainty Justify Intensity Emission Caps? », *Resource Energy Economics*, 27: 343–35, [http://www.centre-cired.fr/perso/quirion/quirion\\_REE.pdf](http://www.centre-cired.fr/perso/quirion/quirion_REE.pdf)

Schmidt, J., Helme, N., Lee, J., et M. Hondashelt (2006) « Sector-Based Approach to the Post-2012 Climate Change Policy Architecture », Center for Clean Air Policy.

Sijm, J., Bakker, S., Chen, Y., Harmsen, H. et W. Lise (2005) « CO2 Price Dynamics: The Implications of EU Emissions Trading for the Price of Electricity », Energy Research Centre of the Netherlands (ECN) Publication ECN-C-005-081.

Stavins, R. (2003) « Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments », chap. 9 dans *Handbook of Environmental Economics*, volume I, édité par K.-G. Mäler et J. Vincent, Amsterdam: Elsevier, 355-435.

Stern, N. (2008) *The Economics of Climate Change*, Richard Ely lecture, 2008.

Tietenberg, T. (1990) « Economic Instruments for Environmental Regulation », *Oxford Review of Economic Policy*, 6: 17-33.

Tirole, J. (2008) « Leçons d'une crise », TSE note 1, décembre.

Tubiana, L. et M. Wemaere (2008) « Le Plan d'Action de Bali : une première étape vers un accord global sur le climat ? », IDDRI.

Wagoner, P. (2009) « Forest Inventories: Discrepancies and Uncertainties », RFF DP 09-29.

Weitzman, M. (1974) « Prices vs. Quantities », *Review of Economic Studies*.

Wolfram, C. and J. Bushnell (2009) « Did Emissions Trading Lower CO2 Emissions in Europe? », University of California, Berkeley.

### **D'autres références...**

Le Conseil d'Analyse Economique (<http://www.cae.gouv.fr/>) a consacré plusieurs rapports au problème du réchauffement climatique et plus généralement aux politiques publiques sur l'environnement : rapports

- 8 (Liepietz-Bureau-Hourcade-Godart-Henry 1998),
- 39 (Guesnerie 2003),
- et 54 (Bureau-Mougeot 2004).

Plus récemment, d'excellents rapports et notes ont disséqué la problématique de la valeur carbone : par exemple,

- le rapport de Boissieu sur le facteur 4 (2006, <http://www.comite21.org/docs/economie/axes-de-travail/alimentation-dechets-energie-transports/facteur4-rapport-definitif.pdf>),
- le rapport Quinet pour le Centre d'Analyse Stratégique sur la valeur du carbone (2008, [http://www.strategie.gouv.fr/IMG/pdf/Valeur\\_tutelaire\\_du\\_carbone-rapport\\_final-6juin2008.pdf](http://www.strategie.gouv.fr/IMG/pdf/Valeur_tutelaire_du_carbone-rapport_final-6juin2008.pdf)).
- Le rapport Landau (2007, [http://www.globalgoupgroup.com/media/pdf/Rapport\\_Landau.pdf](http://www.globalgoupgroup.com/media/pdf/Rapport_Landau.pdf)) traite de façon assez générale du problème des transferts internationaux et de la gouvernance mondiale.
- Les six rapports correspondant au Grenelle de l'Environnement (2007, <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/074000693/index.shtml>) sont aussi à consulter.
- Le rapport Stern (2006, <http://www.hm-treasury.gov.uk/>) est évidemment un classique.
- L'article de Christian Gollier (2007, *Revue d'Economie Politique*) sur la finance durable dans le rapport Stern est aussi recommandé.
- Le Conseil Economique pour le Développement Durable et le Commissariat Général au Développement Durable ([http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id\\_article=4493](http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=4493)), le Conseil d'analyse Stratégique (<http://www.strategie.gouv.fr/>), la mission Climat de la CDC (<http://www.caissedesdepots.fr/spip.php?article647>) offrent des notes très documentées de veille sur le sujet.

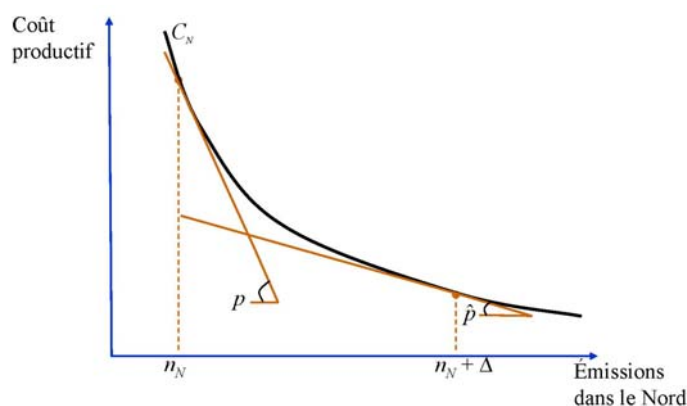
## Annexe 1 : Comment améliorer un accord a minima ?

Considérons un accord a minima dans lequel les pays du Nord s'engagent sur un objectif d'émissions  $n_N$  et un prix correspondant  $p_N$  (ignorons l'incertitude pour simplifier), et les pays du Sud n'ont pas d'objectif contraignant et donc s'orientent vers un niveau d'émissions  $n_S^{BAU}$  (où "BAU" réfère à "business as usual").

Supposons à la place que les pays du Sud soient intégrés au système de quotas et reçoivent une allocation  $n_S^{BAU}$  de quotas gratuits. Le prix mondial s'établit alors à  $\hat{p} < p$  puisque la même quantité de réduction d'émissions est produite à un plus faible coût. La pollution diminue dans le Sud de  $n_S^{BAU}$  à un niveau  $n_S$  tel que  $C'_S(n_S) = \hat{p}$ , où  $C_S$  est le coût de production dans le Sud quand le niveau d'émission est  $n_S$ .  $C_S$  est nécessairement décroissant et convexe. De même le niveau d'émissions dans la Nord passe de  $n_N$  à  $n_N + \Delta$  où  $\Delta \equiv n_S^{BAU} - n_S$ , et  $C'_N(n_N + \Delta) = \hat{p}$ , où  $C_N$  est la fonction de coût dans le Nord.

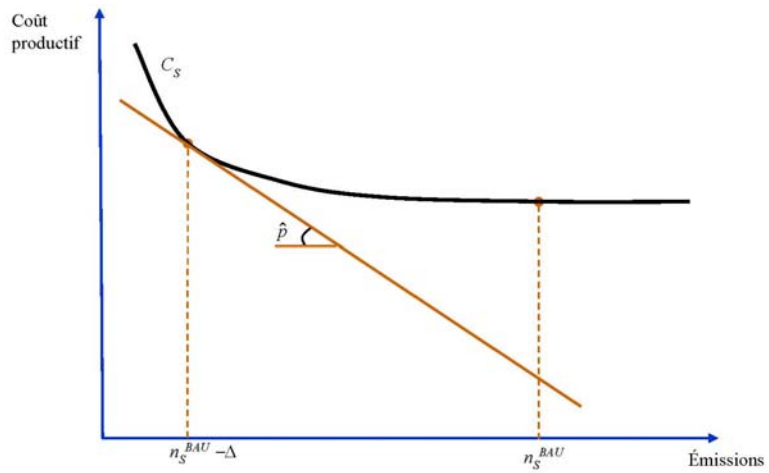
Les graphiques ci-dessous<sup>121</sup> montrent que le Nord et le Sud gagnent tous deux à un tel accord.<sup>122</sup> Mathématiquement :

$$C_N(n_N) > C_N(n_N + \Delta) + \hat{p} \Delta \quad \text{et} \quad C_S(n_S^{BAU}) > C_S(n_S^{BAU} - \Delta) - \hat{p} \Delta.$$



<sup>121</sup> Notons que la fonction de coût  $C_S$  s'applique aussi à  $n_S^{BAU}$ . L'idée est qu'en l'absence de prix carbone, la pollution est déterminée par la production. De plus, la fonction de coût  $C_S$  peut inclure le coût local et donc internalisé de la pollution (par exemple celui de la production de  $SO_2$  ou de  $NO_x$  par des centrales à charbon, qui a des effets plus locaux que le  $CO_2$ ).

<sup>122</sup> Ceci ne veut pas nécessairement dire que le nouvel accord soit celui qu'on recherche : On peut vouloir atteindre un objectif plus ambitieux ou répartir les gains différemment. Le seul point de ce raisonnement est qu'il est irraisonnable de se contenter d'un accord où un groupe de pays n'a pas d'engagements contraignants.



Plus généralement, quelle que soit l'allocation des biens et des émissions que l'on considère, elle peut être améliorée au sens de Pareto (c'est-à-dire au profit de tous les pays) en distribuant à chaque pays autant de permis que ce qu'il émet dans cette allocation, et en créant un marché unique de permis.

## Annexe 2 : Realpolitik

Considérons un accord global établissant un marché unique du carbone et un prix  $p$ . On peut imaginer que l'on parte d'un niveau d'émissions mondial  $n$  souhaitable et que l'on en déduise une valeur tutélaire du carbone  $p$  correspondante. Soient  $n_i$  et  $C_i(n_i)$  les émissions et le coût de production correspondants dans le pays  $i$ .  $C_i(n_i)$  est nécessairement décroissant et convexe dans le niveau d'émissions (convexe, car les permis servent à économiser des coûts d'abattement de plus en plus faibles au fur et à mesure que le nombre de permis s'accroît). Finalement, soit  $D_i(n)$  le dommage pour le pays  $i$  associé à un niveau global d'émissions  $n$  (ce terme est a priori croissant, mais est décroissant si le pays bénéficie du réchauffement climatique).

Supposons que le pays  $i$  décide de ne pas participer à l'accord international et d'émettre au niveau business as usual  $n_i^{BAU}$ . Une question importante pour ce pays est d'évaluer l'impact de sa décision sur l'accord. Soit  $n'$  la pollution globale qu'il anticipe en cas de non-participation. Deux cas polaires sont les suivants :

- Le pays  $i$  est « pivot » : l'accord échoue complètement s'il ne participe pas. Alors  $n' = n^{BAU}$ , le niveau mondial business as usual.
- Le pays  $i$  n'est pas « pivot », car négligeable à l'échelle mondiale. Le niveau d'ambition mondial reste  $n' = n$ .

En général, le pays peut s'attendre à un niveau intermédiaire entre ces deux valeurs extrêmes, sauf pour les petits pays, qui clairement ne sont pas pivots.

Nous ignorons dans un premier temps le mécanisme MDP. La *contrainte de participation* du pays  $i$  dicte de lui accorder un niveau de permis gratuits  $n_i^0$  satisfaisant :

$$(n_i^0 - n_i) p + [D_i(n') - D_i(n)] > C_i(n_i) - C_i(n_i^{BAU}).$$

En d'autres termes, la valeur de l'excédent de permis plus le coût environnemental pour le pays  $i$  associé à un refus de sa part de participer à l'accord doit excéder le coût d'abattement lié à sa participation à l'accord international.

La somme des  $n_i^0$  sur tous les pays étant égale à la somme des  $n_i$  sur tous les pays (les permis utilisés sont égaux aux permis existants), et l'accord générant un surplus mondial (le gain en termes de réduction des dommages excédant le coût d'abattement), la sommation des contraintes de participation génère deux conclusions simples :

- Il existe des distributions des permis  $\{n_i^0\}$  générant une participation de tous les pays (il y a des gains d'échange) si tous les pays ou la plupart des pays (en importance) se sentent pivots.
- Si tous les pays ou la plupart des pays (en importance) ne se sentent pas pivots, alors aucun accord international ne peut être conclu.

La deuxième conclusion (qui n'est qu'une transposition du problème du passager clandestin) montre bien l'intérêt de la conditionnalité. En l'absence d'une dose suffisante de conditionnalité (c'est-à-dire si  $n'$  est proche de, ou égal à  $n$ ), les pays participants sont globalement perdants.

Introduisons maintenant le mécanisme MDP. Supposons qu'il porte sur toutes les activités d'un pays en développement  $i$  (ce n'est bien sûr pas encore le cas, mais il est utile, après avoir considéré le cas sans MDP, de regarder l'autre cas polaire). Supposons que l'objectif global d'émissions  $n$  et donc le prix des permis  $p$  dans les pays de l'Annexe I reste le même qu'auparavant, mais que maintenant le mécanisme MDP fait en sorte que les pays de l'Annexe I achète des crédits dans les pays en développement.

Le bien-être du pays  $i$  est alors :

$$n_i p - C_i(n_i) > - C_i(n_i^{BAU})$$

(le pays accepte toujours de participer au MDP, même s'il n'est pas pivot).

Par rapport à l'absence de conditionnalité, le pays  $i$  gagne :  $2 n_i p - n_i^0 p$ .

Supposons par exemple que la contrainte de participation en l'absence de MDP soit mordante (le pays  $i$  ne gagne ni ne perd à l'accord). Le surplus du pays  $i$  en présence de MDP est alors :

$$2 n_i p - n_i^0 p = [n_i p - (C_i(n_i) - C_i(n_i^{BAU}))] + [D_i(n') - D_i(n)].$$

Les deux termes dans le membre de droite sont positifs. Le premier correspond à l'appropriation des gains sur l'abattement et le second à l'absence de conditionnalité implicite au mécanisme MDP.

La condition de participation des pays riches devient alors plus difficile à satisfaire.

*Statique comparative.* Analysons maintenant le nombre minimal de permis  $n_i^0$  pour que le pays  $i$  accepte l'accord international. Il est clair que ce nombre est plus élevé si le pays ne se perçoit pas comme pivot ou s'il ne souffrira pas trop du réchauffement climatique. Supposons ensuite que sa fonction de coût soit indexée par un paramètre  $\theta$  :  $C_i(n_i, \theta)$ , où un accroissement de  $\theta$  augmente la demande du pays pour des permis à prix du carbone donné :

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left( - \frac{\partial C_i}{\partial n_i} \right) > 0.$$

Par exemple, un accroissement de  $\theta$  pourrait correspondre à un parc énergétique plus polluant ou à un PIB plus élevé (qui augmente la demande pour les permis). En utilisant le théorème de l'enveloppe, le nombre minimal de permis varie en fonction de  $\theta$  selon :

$$\begin{aligned} p \frac{dn_i^0}{d\theta} &= - \frac{\partial C_i}{\partial \theta}(n_i^{BAU}, \theta) + \frac{\partial C_i}{\partial \theta}(n_i, \theta) \\ &= \int_{n_i}^{n_i^{BAU}} \left[ - \frac{\partial^2 C_i}{\partial \tilde{n}_i \partial \theta} \right] d\tilde{n}_i > 0. \end{aligned}$$

Quand  $\theta$  augmente, le pays doit recevoir plus de permis.

Enfin, notons que le cas d'actions préalables d'atténuation peut être analysé comme une troncation de la fonction de coût  $C_i(n_i)$  à un point  $\hat{n}_i^{BAU} < n_i^{BAU}$ . La formule donnant le

niveau  $n_i^0$  montre alors que le pays ayant engagé de telles actions est en position de faiblesse dans le marchandage (son  $n_i^0$  a diminué).

## Commentaire

**René Sève**

*Directeur général du Centre d'analyse stratégique (CAS)*

Le rapport de Jean Tirole souligne le contraste actuel entre les déclarations appelant à une réduction substantielle des émissions de gaz à effet de serre et les positions d'un grand nombre d'États qui refusent de s'engager dans un accord post-2012 (certains pays du G77) ou dont les efforts sont insuffisants (États-Unis, Russie, Canada). Il s'interroge donc sur les incitations économiques à mettre en œuvre pour obtenir un accord post-Kyoto réellement englobant.

Pour Jean Tirole, seule l'unicité du signal prix de la tonne de carbone dans l'ensemble des pays et des secteurs de l'économie constitue un gage d'optimalité, d'où l'intérêt d'un marché de quotas échangeables<sup>(1)</sup>. Le rapport insiste évidemment sur la nécessité d'obtenir l'adhésion du plus grand nombre possible de pays, en particulier des pays émergents, à un protocole post-Kyoto. Des réductions d'émissions sont nécessaires dans les pays émergents qui sont – pour la Chine – et seront – pour l'Inde – les principaux émetteurs de gaz à effet de serre et qui disposent de gisements de réductions à coût relativement faible. Cependant, il est illusoire de penser que ces pays accepteront un accord qui pourrait freiner leur croissance sans aucune compensation. L'intégration des pays émergents, et plus précisément de la Chine, dans l'Annexe 1 du Protocole de Kyoto devrait être obtenue alors par des allocations généreuses de quotas (en évitant de soulever les oppositions au sein des pays développés à ces transferts).

Cette position cohérente n'est pas facile à insérer immédiatement dans une négociation internationale organisée en chapitres plus disjoints. Il n'est cependant pas exclu que ceux-ci, dans la mesure où ils seraient organisés dans la perspective d'objectifs globaux de réduction, soient dessinés également pour se fondre à terme dans un dispositif de marché unique de quotas.

Toutefois, au-delà même de cette situation politico-diplomatique, il demeure que le trajet vers un marché unique mondial des permis, au moins entre États, sera long. En effet, l'infrastructure de contrôle d'éventuels participants à un marché mondial reste embryonnaire et il est donc difficile de s'assurer de la quantité des émissions des différents pays qui ont souvent intérêt à les sous-estimer. L'établissement d'un contrôle global des émissions annuelles des pays (par exemple, par voie satellitaire) et d'une mesure de l'incertitude associée aux dispositifs de mesure devra constituer une condition importante de la réussite de la lutte contre le changement climatique dans le cadre d'un accord global. Il pourrait constituer une des fonctions importantes d'une Organisation mondiale de l'environnement.

---

(1) Ou d'une taxe uniforme mais cette dernière est difficilement envisageable dans le cadre mondial.



Pour faire le point entre l'idéal du marché unique et la réalité de la situation diplomatique, certains auteurs<sup>(2)</sup> ont considéré que, lorsque les instances administratives et les moyens réglementaires pour effectuer des contrôles crédibles ou organiser un marché de permis d'émissions viennent à manquer, il peut être judicieux d'envisager une architecture complémentaire transitoire. C'est le cas notamment si les opportunités permettant d'obtenir des réductions substantielles sont généralement concentrées dans un petit nombre de secteurs et dans un petit nombre de pays qui sont toutefois soumis à des contraintes variées.

L'établissement entre les pays développés, participant à un marché global et certains pays en développement d'accords individualisés sous la forme d'engagements précis en termes de politique climatique en échange d'avantages spécifiques (financement, assistance administrative, transfert technologique, allocation de quotas monnayables sur le marché carbone), est alors une piste envisageable. Cette approche permettrait de concentrer les efforts diplomatiques sur les pays qui présentent un fort potentiel de réduction de leurs émissions en leur proposant des accords compatibles avec leur développement économique tout en induisant de moindres coûts aux pays développés. Le but d'un tel mécanisme de convergence, similaire aux procédures d'accession à l'OMC, permettrait d'augmenter les incitations à rejoindre un marché global. Il s'appuierait sur les intérêts et le potentiel de réduction des pays concernés en identifiant un nombre limité de projets tout en essayant de bénéficier d'un fort effet de levier diplomatique pour minimiser l'investissement extérieur. L'intégration explicite de cet objectif de convergence dans les « mesures d'atténuation appropriées au plan national » (ou « NAMAs ») permettrait d'éviter certains inconvénients, parfois attribués aux MDP, qui viendraient affaiblir les incitations à rejoindre un accord global.

Enfin, une aide substantielle aux *autres* PED pourrait être octroyée à travers un « *green fund* » comme proposé par le Mexique auprès de la CCNUCC et qui rallie de plus en plus de suffrages au sein de la communauté internationale. L'intérêt de ce fonds serait de mettre à contribution une majorité de pays à la hauteur de leurs moyens pour traiter de questions telles que la lutte contre la déforestation, les transferts technologiques et le régime international de propriété intellectuelle. Il devrait permettre de financer les actions qui, du fait de la nature des émissions concernées ou du niveau de développement des pays concernés, ne trouveraient pas leur place dans les dispositifs précédents. Il permettrait d'élargir le soutien à un accord global à Copenhague.

En rappelant le mécanisme économiquement optimal de lutte contre le réchauffement, le rapport de Jean Tirole peut donc encourager à replacer clairement les négociations climatiques actuelles dans la perspective à moyen terme d'une régulation de marché commune.

---

(2) Victor D.G. (2008) : « Climate Accession Deals: New Strategies for Taming Growth of Greenhouse Gases in Developing Countries », *Harvard Project on International Climate Agreements Discussion Paper Series*, n° 08-18, décembre.

# *Politique climatique : une nouvelle architecture internationale*

## COMPLÉMENTS

### 1. LES FONDAMENTAUX

- A. Copenhague 2009 : incertitude et prix du carbone  
*Christian Gollier*
- B. La place des instruments économiques dans les négociations internationales sur le climat  
*Christian de Perthuis, Anaïs Delbos et Benoît Leguet*
- C. Prospective technico-économique et politique climatique : que peut encore nous apprendre la modélisation numérique ?  
*Renaud Crassous-Doerfler*
- D. État des lieux et horizon du post 2012 : les mécanismes de concertation internationale  
*Blandine Barreau*

### 2. LES POLITIQUES ET ENJEUX NATIONAUX

- A. Changement climatique : la politique européenne  
*Dominique Bureau*
- B. Les États-Unis dans le processus de Copenhague : la tentation du *leadership*  
*Hervé Pouliquen et Blandine Barreau*
- C. La Chine dans le processus de Copenhague : la difficile inclusion d'un grand émergent  
*Johanne Buba et Blandine Barreau*
- D. Quand l'économie de l'énergie sous-tend les propositions pour Copenhague : l'Inde, la Russie, l'OPEP, le Canada et le Brésil  
*Johanne Buba*

### 3. LES POINTS EN DÉBAT

- A. Au cœur du futur régime climatique international : taxes ou quotas CO<sub>2</sub> ?  
*Patrick Criqui*
- B. Approches sectorielles et lutte contre le changement climatique  
*Richard Baron*
- C. Les fuites de carbone  
*Élodie Galko*
- D. Le rôle des droits de propriété intellectuelle dans les enjeux post-Kyoto  
*Rémi Lallement*
- E. Financer les actions d'atténuation du changement climatique dans les PED  
*Pascal Scapecchi et Jean-Jacques Barberis*