

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 Pascale Scapecchi*

*Réalisé en PAO au Conseil d'Analyse Économique
par Christine Carl*

© La Documentation française. Paris, 2009 - ISBN : 978-2-11-007872-8

« En application de la loi du 11 mars 1957 (article 41) et du Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans l'autorisation expresse de l'éditeur.

Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre. »

Sommaire

Introduction	7
<i>Christian de Boissieu</i>	

RAPPORT

Politique climatique : une nouvelle architecture internationale	9
<i>Jean Tirole</i>	

<i>1. Introduction et résumé des principales recommandations</i>	9
1.1. D'une réponse inadaptée aux enjeux... ..	9
1.2.... à une approche plus ambitieuse	12
1.3. Les principaux messages	13
<i>2. À la recherche de l'efficacité</i>	18
2.1. Cohérence des prix du carbone	18
2.2. Un marché des droits d'émission négociables bien conçu	20
2.3. Les actions complémentaires à la valorisation du carbone	30
2.4. Instruments de mesure	32
<i>3. La négociation et la compensation</i>	33
3.1. Compenser par des allocations de permis	34
3.2. Des pistes d'accord insatisfaisantes	36
3.3. Comment allouer les permis ? Réalisme et éthique	38
3.4. Déléguer aux pays l'allocation nationale des quotas	40
3.5. Retour sur l'engagement des États	42
3.6. Négociation globale ou accords sectoriels ?	43
<i>4. Et si Copenhague échouait ?</i>	44
4.1. La continuation des comportements opportunistes des nations ..	44
4.2. Que vaudront les initiatives régionales ?	45
4.3. Faut-il garder ou renforcer les MDP ?	47
4.4. Faut-il instaurer des mesures d'ajustement aux frontières ?	50
4.5. La problématique plus générale des actions unilatérales	54

5. L'efficacité à chaque niveau de subsidiarité	54
5.1. La mise en place d'enchères	54
5.2. La contribution climat-énergie	56
5.3. Normes	59
5.4. Énergies renouvelables	63
6. Une Feuille de route	65
<i>Annexes</i>	
1. Comment améliorer un accord <i>a minima</i> ?	67
2. <i>Realpolitik</i>	69

COMMENTAIRES

<i>Jacques Mistral</i>	79
<i>René Sève</i>	85

COMPLÉMENTS

Avant-propos	89
---------------------------	----

1. LES FONDAMENTAUX

A. Copenhague 2009 : incertitude et prix du carbone	93
<i>Christian Gollier</i>	
B. La place des instruments économiques dans les négociations internationales sur le climat	115
<i>Christian de Perthuis, Anaïs Delbos et Benoît Leguet</i>	
C. Prospective technico-économique et politique climatique : que peut encore nous apprendre la modélisation numérique ?	145
<i>Renaud Crassous-Doerfler</i>	
D. Horizons du post-2012 et mécanismes de la concertation internationale	161
<i>Blandine Barreau</i>	

2. LES POLITIQUES ET ENJEUX NATIONAUX

A. Changement climatique : la politique européenne	187
<i>Dominique Bureau</i>	
B. Les États-Unis dans le processus de Copenhague : la tentation du <i>leadership</i>	203
<i>Hervé Pouliquen et Blandine Barreau</i>	

C. La Chine dans le processus de Copenhague : la difficile inclusion d'un grand émergent	225
<i>Johanne Buba et Blandine Barreau</i>	
D. Quand l'économie de l'énergie sous-tend les propositions pour Copenhague : l'Inde, la Russie, l'OPEP, le Canada et le Brésil	241
<i>Johanne Buba</i>	
3. LES POINTS EN DÉBAT	259
A. Au cœur du futur régime climatique international : taxes ou quotas CO₂ ?	261
<i>Patrick Criqui</i>	
B. Approches sectorielles et lutte contre le changement climatique	271
<i>Richard Baron</i>	
C. Fuites de carbone	285
<i>Élodie Galko</i>	
D. Le rôle des droits de propriété intellectuelle dans les enjeux post-Kyoto	303
<i>Rémi Lallement</i>	
E. Financer les actions d'atténuation du changement climatique dans les pays en développement	321
<i>Pascale Scapecchi et Jean-Jacques Barberis</i>	
RÉSUMÉ	341
SUMMARY	349

Introduction

À quelques encablures de la Conférence de Copenhague, voici un rapport plus que bienvenu. Jean Tirole élabore, par touches successives, une économie politique de la lutte contre le réchauffement climatique, en intégrant des arguments économiques, stratégiques et géopolitiques.

L'auteur, à rebours d'un certain nombre d'idées reçues, affirme quelques convictions fortes, qui combinent des critères d'efficacité économique et des considérations de distribution et de redistribution. Il marque une préférence nette pour une approche globale, en prônant un prix unique du carbone et une allocation mondiale des droits à polluer, et en affichant une grande méfiance à l'égard d'accords sectoriels. Cette approche globale doit être fondée sur un système unique de droits d'émission négociables. Elle est compatible avec un principe de délégation : chaque pays aurait des allocations initiales de permis gratuites, et les distribuerait comme il l'entend. Mais la contrepartie de cette délégation serait le contrôle par les pairs, avec mise en place d'un Observatoire international lié au FMI (les engagements climatiques des États étant assimilés à de la dette souveraine).

C'est à l'aune d'une telle grille d'analyse que sont évoqués et évalués des sujets d'actualité comme le prix du carbone, le système européen de droits négociables (ETS), la taxe carbone aux frontières ou la contribution climat-énergie qui va être mise en œuvre en France à la suite des travaux de la Commission Rocard. Ce rapport a l'intérêt de combiner les données et les perspectives environnementales, les politiques publiques face au défi climatique et les difficultés de la coordination internationale (même en Europe), les comportements des différents acteurs concernés et les incitations susceptibles de les infléchir. C'est justement à la lumière d'incitations négatives suscitées, au Sud comme au Nord, par le mécanisme de développement propre (MDP) que l'auteur propose une évaluation assez sévère de ce dispositif.

Jusqu'au bout, la négociation internationale va être délicate, vu la tentation pour les États d'adopter le comportement non coopératif du passager clandestin et pour les entreprises de fuir les zones trop exigeantes par une politique de délocalisation. On peut convenir avec Jean Tirole que la partie qui se joue à Copenhague va être serrée, certainement pas écrite d'avance et essentielle pour nous tous. On peut également le suivre pour l'essentiel

lorsqu'il affirme sa préférence pour un accord transitoire posant les grands principes plutôt que pour un accord à long terme peu exigeant et ne réglant que facialement certains des problèmes posés.

Ce rapport a été présenté à Jean-Louis Borloo, ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer lors de la séance plénière du CAE du 2 septembre 2009. Il a bénéficié de l'efficace concours de Lionel Ragot, conseiller scientifique au CAE.

Christian de Boissieu

Président délégué du Conseil d'analyse économique

Politique climatique : une nouvelle architecture internationale

Jean Tirole

Président de la Fondation Jean-Jacques Laffont/École d'économie de Toulouse (TSE), Directeur scientifique de l'Institut d'économie industrielle (IDEI), Toulouse

1. Introduction et résumé des principales recommandations

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

Nous sommes aujourd'hui tous conscients de l'impact des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et autres gaz à effet de serre (GES)⁽¹⁾ 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.

Je remercie pour d'utiles discussions ou suggestions Richard Baron, Jean-Paul Bouttes, Julien Daubannes, Jacques Delpla, Élodie 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.

(1) 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 %) (cf. GIEC, 4^e rapport du premier groupe de travail, 2007). On agrège ces différents GES dans la notion de tonne de CO₂ équivalent. Par exemple, la moyenne française des émissions de CO₂ par habitant était en 2005 de 6 tonnes, et celle des GES de 9 tonnes de CO₂ équivalent.

Le réchauffement climatique est par essence un problème économique et politique. L'atmosphère est un bien public mondial. Lorsque j'émetts 9 tonnes de CO₂ équivalent par an, comme le fait 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'incitation.

Pour stabiliser le niveau de concentration à 550 parts/million (ppm) en 2050⁽²⁾, on estime que chaque habitant de la planète devra émettre 2,5 tonnes de CO₂ 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⁽³⁾, 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⁽⁴⁾ 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'évolution du climat (GIEC)⁽⁵⁾. 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 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⁽⁶⁾, l'Inde et le Brésil et de la non-ratification du Protocole par les États-Unis.

(2) 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 450 ppm CO₂ équivalent, et a fixé son propre objectif, à savoir une réduction de 20 % en 2020, avec 10 % de plus dans le cas d'un accord satisfaisant.

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

(3) La moyenne française des émissions du seul CO₂ (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.

(4) Sables bitumineux, dont l'extraction émet trois fois plus de GES que l'extraction du pétrole conventionnel.

(5) IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) en anglais.

(6) 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.

Plus récemment, le Sommet du G8-G5⁽⁷⁾ 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⁽⁸⁾. 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 %⁽⁹⁾ 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⁽¹⁰⁾, 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⁽¹¹⁾.

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⁽¹²⁾. 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* »⁽¹³⁾, dans lesquelles les États fixent leurs 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

(7) Comprenant les pays du G8 plus cinq grands pays émergents : Afrique du Sud, Brésil, Chine, Inde et Mexique.

(8) Ce facteur 2 au niveau mondial n'a été acté que par les seuls membres du G8, au Sommet de Toyako en 2008.

(9) Par rapport à 2005.

(10) 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.

(11) Pour un résumé très complet des propositions existantes, on se référera à la monographie de B. Barreau (cf. complément 1D à ce rapport).

(12) Pour une discussion du Plan d'action de Bali, voir par exemple Tubiana et Wemaere (2007). 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.

(13) Popularisés par l'Administration Bush et repris par de nombreux pays 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.

1.2. ... à une approche plus ambitieuse

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 du carbone, et l'adaptation et son financement n'y sont que peu ou pas abordés⁽¹⁴⁾.

(14) Les compléments associés à ce rapport fournissent des éléments très utiles à la fois sur les thèmes centraux du rapport et sur ceux qui y sont négligés.

1.3. Les principaux messages

1.3.1. 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⁽¹⁵⁾. Un tel attentisme aurait des conséquences désastreuses ; non seulement il priverait la planète de ses gisements d'abattement les plus attractifs, mais il 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 renforcerait leur pouvoir de marchandage dans les futures négociations⁽¹⁶⁾. 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⁽¹⁷⁾ 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.

1.3.2. 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.

(15) 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.

(16) 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 (mécanisme pour un développement propre). Je reviendrai par la suite sur ces incitations, qui me semblent très insuffisantes.

(17) J'utiliserai indifféremment dans ce rapport les termes « droits », « permis » ou « quotas ».

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.

1.3.3. 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 du carbone de demain.

Bien sûr, la lisibilité à long terme 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-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 membres alors même que ces derniers bénéficient de leur appartenance à ces organisations ; il est illusoire de penser que la discipline régnera 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.

1.3.4. Une lutte efficace

Un accord trop coûteux sera immanquablement 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⁽¹⁸⁾, réduction de la déforestation, etc.

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

Il serait cependant contre-productif 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* intense. 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'intérêts ;

- 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* ;

- 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/débits 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 à 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 entre-temps (ou ne mettent pas au rencart) des équipements polluants. 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 cer-

tains 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.

1.3.5. 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⁽¹⁹⁾ ; 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⁽²⁰⁾ 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'objectif contraignant 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⁽²¹⁾ (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. À cet égard, même si elle inclut un aspect incitatif 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⁽²²⁾ ; de plus, le caractère vague de la notion d'« accord satisfaisant » permet des interprétations multiples et ôte à cet engagement

(19) Les pays riches sont responsables d'environ 70 % du stock actuel de GES.

(20) Le groupe des 77 est une coalition des pays en développement créée en 1964, et comptant actuellement 130 pays (principalement des pays d'Amérique latine et centrale, d'Afrique et d'Asie).

(21) 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.

(22) 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, mise en œuvre conjointe, 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).

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 au moins trois objectifs louables : de faire un geste vis-à-vis des pays émergents ; de ne pas complètement abandonner les réductions d'émission de GES dans les pays où les réductions sont les moins coûteuses ; 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 dus 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'émission 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 »⁽²³⁾. 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'économies 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 conciliants. Ce sujet divise et continuera de diviser les économistes pour de bonnes raisons. D'une part, la

(23) 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 »).

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.

2. À la recherche de l'efficacité

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

- unicité (cohérence) de la valeur carbone ;
- séparation entre efficacité et aspects redistributifs/compensatoires ;
- 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.

2.1. 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⁽²⁴⁾. Le raisonnement est simple : si l'émission d'une tonne de CO₂ 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 préfè-

(24) 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 (Centre d'analyse stratégique, 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.

reront 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⁽²⁵⁾. 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'émission négociables – créant un prix unique pour tous les acteurs, et remplaçant des solutions administrées différenciant implicitement les prix⁽²⁶⁾. Une célèbre étude du MIT⁽²⁷⁾ estime que la création d'un marché du dioxyde de soufre aux États-Unis a abaissé les coûts d'abattement 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⁽²⁸⁾.

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 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 CO₂. 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 de la Commission Quinet⁽²⁹⁾ 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 économi-

(25) Le même argument s'appliquerait si on imposait des prix du carbone différents selon les industries, les secteurs ou les utilisations.

(26) Voir, par exemple, Harrington, Morgenstern et Sterner (eds) (2004). Le chapitre « Leaded Gasoline in the United States: The Breakthrough of Permit Trading » (de Newell et 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.

(27) Joskow et al. (2000).

(28) Voir Tietenberg (1990) et Hahn et Stavins (1992 et 2000).

(29) Centre d'analyse stratégique (2008).

ques des politiques publiques une valeur de la tonne de CO₂ à 32 euros, croissant exponentiellement jusqu'à 200 euros en 2050. Si ces valeurs tutélares du carbone ne correspondent pas aux prix émergeant 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 %)⁽³⁰⁾ 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. À 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 5.3 et 5.4), 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.

2.2. Un marché des droits d'émission négociables bien conçu

2.2.1. Un horizon long

Les décisions des acteurs économiques en matière d'émission 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-up* 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 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

(30) Les États-Unis ont des objectifs similaires en matière d'énergie renouvelable. La proposition de loi Waxman-Markey prévoit une part de 6 % en 2012 et de 25 % en 2025 pour l'électricité renouvelable.

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 I, 2008-2012 pour la phase II, et 2013-2020 pour la phase III) fait en la matière bien pâle figure au regard des systèmes de droits d'émission négociables sur le SO₂ mis en place aux États-Unis en 1990. Cette année là, une loi bipartisan⁽³¹⁾ 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 trente ans⁽³²⁾. 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.

2.2.2. 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⁽³³⁾.

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 coû-

(31) La loi fut votée par une majorité de 401 à 25 à la Chambre et de 89 à 10 au Sénat.

(32) 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.

(33) Cf. 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 et Ghersi (2002).

teux. 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 CO₂, qu'aux États-Unis pour le SO₂, la grande surprise a été l'émergence de prix bien plus 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⁽³⁴⁾. 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⁽³⁵⁾ 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 (2008) sur la capture et le stockage du carbone⁽³⁶⁾, 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⁽³⁷⁾ 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 diffi-

(34) Voir Convery et al. (2010).

(35) L'expérience américaine sur le SO₂ 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.

(36) 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.

(37) Le prix sur le marché européen en septembre 2009 est de 15 euros la tonne.

culté 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.

La solution à ce problème semble très simple : les États peuvent s'engager à un prix plancher (par exemple, « le CO₂ ne vaudra pas moins de 100 euros la tonne en 2030 »)⁽³⁸⁾. 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 vingt ou trente 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'émission. 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'État à l'égard des émetteurs par contre ne l'est pas. Les marchés de permis sont des instruments de régulation par les volumes et pas par les prix.

(38) Cette mesure a récemment été préconisée, par exemple, par Ed Miliband, Secrétaire d'État britannique à l'Énergie et au Changement climatique.

En collaboration avec Jean-Jacques Laffont, je m'étais penché sur ce problème⁽³⁹⁾, 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 préspecifié. 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.

2.2.3. Un système de droits négociables bien conçu

Le système ETS européen⁽⁴⁰⁾ sur le CO₂ 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. À son origine il contenait cependant de nombreuses erreurs de conception⁽⁴¹⁾ n'existant pourtant pas dans le système de droits d'émission négociables mis en place en 1990 aux États-Unis pour le SO₂.

2.2.3.1. 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 ressource-

(39) Laffont et Tirole (1996a et b).

(40) Ce système ne concerne dans un premier temps que le CO₂. Il couvre environ 12 000 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 par Dominique Bureau dans le complément 2A à ce rapport.

(41) Pour plus d'information sur ces insuffisances, voir Ellerman et Buchner (2007), Convery et Redmond (2007), Convery, Ellerman et de Perthuis (2008) et Ellerman et 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 III (2013-2020).

ces 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 souhaitant entrer 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.

2.2.3.2. 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 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. À 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 préférable 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 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.

2.2.3.3. 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⁽⁴²⁾. Ceci empêche un lissage des prix et donne lieu à des inefficacités économiques, comme le montre le graphique 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)⁽⁴³⁾. 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⁽⁴⁴⁾. Ces auteurs concluent qu'avec un plafond légèrement en dessous du niveau *business as usual*⁽⁴⁵⁾, 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 autre 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⁽⁴⁶⁾ ; en effet, on apprend à ce moment si l'offre de permis est excédentaire ou insuffisante.

(42) 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.

(43) 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*).

(44) Les auteurs considèrent aussi la pluviométrie et les crédits correspondant aux projets.

(45) En ceci aussi, l'expérience ETS est très différente de celle du SO₂ et le NO_x aux États-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 %).

(46) 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.

1. Évolution des prix du carbone sur le marché européen d'échange de quotas de CO₂



Lecture : La première phase de l'EU ETS a été marquée par une baisse spectaculaire des prix du carbone en avril 2006, lorsque les premières données sur les émissions de 2005 ont été publiées, montrant que les quotas distribués avaient été plus nombreux que les émissions. Compte tenu de l'impossibilité d'utiliser les quotas de la phase I en phase II, le surplus de quotas a fait baisser leur prix, qui a fini par s'effondrer. La deuxième phase est quant à elle marquée par la corrélation entre le prix du quota européen et celui des URCE, crédits générés par les projets du mécanisme pour un développement propre. La crise économique a conduit à une baisse logique des actifs carbone fin 2008 qui se sont stabilisés entre 10 et 15 euros depuis.

Source : BlueNext, ECX.

2.2.3.4. 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⁽⁴⁷⁾ 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⁽⁴⁸⁾.

(47) 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.

(48) 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 trois quarts). Cette sanction, comme la pénalité de 30 %, serait elle aussi vraisemblablement renégociée pour garder le pays dans l'Accord.

2.2.4. 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⁽⁴⁹⁾ 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⁽⁵⁰⁾, 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 des particuliers au marché rendrait le marché des permis plus concurrentiel ;

- 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⁽⁵¹⁾, 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.

2.2.5. 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

(49) Comme pour les autres instruments financiers, cela n'implique pas nécessairement une plate-forme d'échange unique bien sûr. Cependant il s'agit d'assurer la traçabilité des titres résultant des projets.

(50) 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.

(51) Pour une discussion des diverses causes de la crise et des propositions de réforme, voir, par exemple, Tirole (2008).

(banquabilité) et, éventuellement, celle d'en emprunter. Cette dernière solution cependant est dangereuse si les emprunts autorisés sont à long terme⁽⁵²⁾, car elle crée un risque que les émetteurs n'empruntent stratégiquement des permis, et forcent les États à en émettre de nouveaux pour renflouer les acteurs ayant emprunté⁽⁵³⁾. 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⁽⁵⁴⁾. L'indexation à nos connaissances scientifiques serait, elle aussi, désirable, mais évidemment 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 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 souhaitable 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 du carbone sur des marchés organisés.

(52) 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.

(53) 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 et Tirole (2009).

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

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 au *business as usual*) iront aussi dans le sens de prix plus stables.

2.3. Les actions complémentaires à la valorisation du carbone

2.3.1. 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'infrastructures 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⁽⁵⁵⁾.

2.3.2. 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 :

- *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 douze centrales à charbon pilotes pour la capture et la séquestration du carbone ? Comment comptabiliser les contributions à l'ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) ?

(55) 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*).

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 être 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 CO₂ 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 partenariats public-privé (PPP) (par exemple, *Global Alliance for Vaccines and Immunisation – GAVI Alliance*)⁽⁵⁶⁾ vaut sans doute la peine d'être étudiée, comme il est recommandé dans la partie VI du rapport Stern (2007) ;

- *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.

2.3.3. 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.

(56) 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⁽⁵⁷⁾ 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'émission 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.

2.4. 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⁽⁵⁸⁾. 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⁽⁵⁹⁾. Un petit nombre de pays avancent 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 CO₂ d'origine énergétique que les émissions de GES agricoles ou provenant des déchets ou de la déforestation⁽⁶⁰⁾.

(57) Le texte de négociation des Nations unies (*Framework Convention on Climate Change*), préparatoire à la réunion de Bonn (du 1^{er} au 12 juin 2009) envisage trois options. La deuxième autoriserait des licences obligatoires, et la troisième exempterait globalement les technologies liées à l'atténuation et l'adaptation de la protection par le brevet.

(58) 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 sur 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.

(59) La Convention prévoit que les coûts en matière de *reportings* soient financés à 100 % par les pays développés.

(60) 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 comme une priorité.

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⁽⁶¹⁾. Le coût ne devrait pas constituer une véritable limitation ; certains 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 3.4 pour une discussion de la question de la subsidiarité.

3. 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⁽⁶²⁾ 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 sub-saharienne, deltas en Asie, îles du Pacifique, pourtour méditerranéen...).

(61) 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 CO₂. Il devait établir une carte de la distribution géographique des sources de CO₂ 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).

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.

(62) 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 États-Unis et l'Allemagne. La Chine mettait en activité avant la crise une à deux centrales à charbon par semaine.

L'opposition à un accord sur l'environnement ne représente pas un phénomène nouveau. À 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⁽⁶³⁾ décrit les nombreuses tractations qui ont précédé l'accord bipartisan de 1990 sur le contrôle des émissions de SO₂ et le NO_x 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.

3.1. 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 (2004), ont aussi appelé à une taxation des pays riches⁽⁶⁴⁾.

(63) Joskow et *al.* (2000).

(64) « Les États-Unis acceptent aujourd'hui le principe d'un superfond, par lequel les entreprises doivent rembourser les dommages passés faits à l'environnement, même – et cela me paraît singulier – lorsque la pollution n'a pas été considérée comme nocive d'un point de vue scientifique. Ainsi, les États-Unis peuvent être invités sans détour à accepter au niveau international ce qu'ils acceptent de manière domestique : le dommage passé doit être financé, avec des paiements (qui pourraient atteindre plusieurs milliards de dollars) à un superfond international. Ce fond pourrait être utilisé pour financer l'utilisation de technologies sans carbone dans les pays en développement et la recherche dans de nouvelles innovations telles que les technologies de séquestration du carbone actuellement en développement. Le fait que les États-Unis soient en pointe dans ces recherches et que son industrie puisse de ce fait espérer en tirer un profit, devrait constituer un facteur de motivation principal » (traduction de Pierre Joly pour le CAE).

Je n'ai personnellement que peu de confiance dans des mécanismes internationaux de transferts financiers de grande ampleur. De l'aide aux pays en développement 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'allocations 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 là 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 :

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

avec p , le prix d'équilibre des droits d'émission ; n_k , le nombre de droits achetés par l'entreprise k ; n_k^0 , le niveau initial de pollution de cette entreprise ; n/n^0 , le rapport entre cible globale pour les émissions et leur niveau historique ($n = \sum n_k$ et $n^0 = \sum n_k^0$).

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 ;
- 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⁽⁶⁵⁾. 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 émission 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'émission négociables sur le SO_2 et le NO_x 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.

3.2. 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.

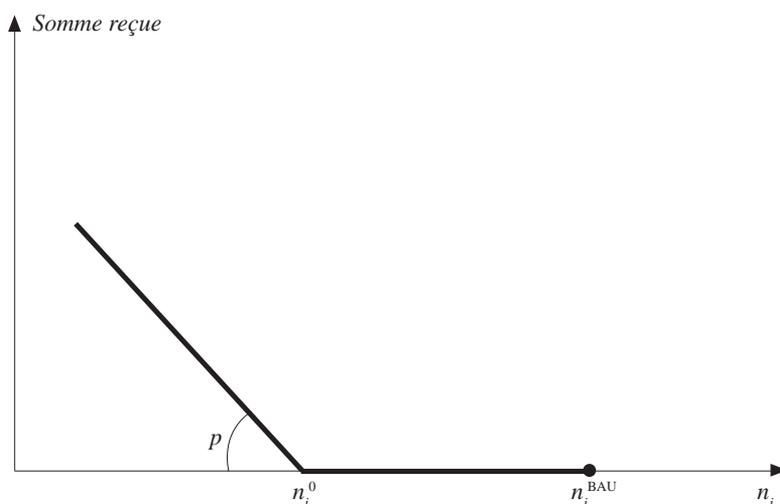
Considérons, par exemple, la proposition de ne soumettre les pays émergents à aucune contrainte d'ici 2020, et supposons que nous remplacions cette approche par une autre où les pays émergents rejoignent un accord mondial de *Cap and Trade* et reçoivent des permis en quantité égale à leurs émissions en l'absence de contrainte (c'est-à-dire le niveau « *business as*

(65) À moins que cette distribution ne permette à ces entreprises de rester solvables, alors qu'elles auraient disparu autrement.

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.

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 dans le graphique 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) peut être dupliquée par une adhésion à un accord global. Malgré ses qualités, cette solution est donc dominée par un accord global.

2. Proposition « *no-lose target* »



Lecture : n_i = pollution du pays i ; n_i^0 = seuil incitatif ; n_i^{BAU} = pollution du pays i en l'absence d'accord (« *business as usual* ») ; p = prix sur le marché des permis.

Source : Auteur.

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.

3.3. 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 recevaient 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 leurs émissions.

Le réalisme politique reflété dans une telle méthodologie cependant n'incorpore aucune considération éthique⁽⁶⁶⁾. 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⁽⁶⁷⁾, 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 un objectif ambitieux 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 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 théoriser, mais *in fine* il amène, comme tout le monde, un jugement de valeur. Par contre, il doit 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.

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

(67) Qui de plus n'a pas respecté certains engagements sur la réduction du contenu carbone de son économie.

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'émission 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⁽⁶⁸⁾.

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.

3.4. 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

(68) Il existe cependant d'autres mécanismes d'assurance disponibles à cet effet, par exemple, l'emprunt souverain indexé au PIB.

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'informations qu'une autorité mondiale par exemple) pour identifier les bonnes distributions au niveau domestique.

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. D'abord, 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 là 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 ensuite une autre situation, illustrant le fait que les gouvernements seront sans doute tentés de différencier le prix du carbone selon les secteurs⁽⁶⁹⁾. 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 préférable alors pour l'Inde de compenser ces catégories directement. Mais supposons que le pays décide néanmoins 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'État. 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 1 426 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 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.

(69) Ce point est mis en avant, par exemple, dans Hourcade, Shukla et Mathy (2009).

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 5) et, d'autre part, d'un observatoire, qui pourrait être localisé dans l'autorité mondiale, permettant⁽⁷⁰⁾ 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.

3.5. 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 bénéfices 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.

(70) À l'instar du FMI pour les questions financières.

3.6. Négociation globale ou accords sectoriels ?

De nombreux observateurs⁽⁷¹⁾, 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⁽⁷²⁾. 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 :

- *le 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 les encourage cependant 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⁽⁷³⁾ ;

- *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 ;

- *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 de 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⁽⁷⁴⁾.

(71) 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.

(72) 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.

(73) 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 et Oberndorfer, 2008, trouvent que les gros émetteurs qui simultanément ont une forte représentation de lobbyistes reçoivent plus de permis). Mais cette activité de *lobbying* ne compromet pas l'objectif d'abattement.

(74) À 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 à 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).

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.

4. Et si Copenhague échouait ?

À 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'émission 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.

4.1. 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⁽⁷⁵⁾.

(75) Helm (2008).

Quoi qu'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.

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 second 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.

4.2. 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⁽⁷⁶⁾.

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 entre-

(76) Pour une description des positions de négociation des différents pays, voir, par exemple, Le complément 2D à ce rapport de Johanne Buba .

pris 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. Premièrement, certaines actions visant à réduire les émissions de CO₂ (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 SO₂ et le NO_x. 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 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 sont entreprises, nous n'avons aucune métrique pour juger si elles 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 électors à l'idée d'une taxation carbone. L'hétérogénéité inévitable des prix du carbone⁽⁷⁷⁾ sera de plus un révélateur des différences d'ambition dans la lutte contre le réchauffement climatique. Mais ces systèmes

(77) 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.

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 transférabilité (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 ?

4.3. Faut-il garder ou renforcer les MDP⁽⁷⁸⁾ ?

L'approche par projet autorise les pays qui se sont engagés à Kyoto sur des réductions d'émission 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⁽⁷⁹⁾ 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'émission* : 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 ;
- *équité* : lorsque les pays non signataires bénéficiaires sont des PVD⁽⁸⁰⁾, 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.

(78) 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 et Ambrosi (2007).

Je ne suis pas le premier à mettre en garde contre les dangers du mécanisme MDP ; voir, en particulier, Bohm (2003).

(79) URCE (unités de réduction certifiées des émissions) ou, en anglais, CER (*Certified Emissions Reduction Credits*).

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

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⁽⁸¹⁾, le Protocole de Kyoto exige, comme nous l'avons déjà noté, que le projet concerné soit additionnel (ce qui signifie qu'il n'aurait pas eu lieu en l'absence du mécanisme MDP). Il est toujours très difficile d'établir ce qui se 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 des centrales électriques (très limitée alors) aurait eu lieu même en l'absence de subventions⁽⁸²⁾.

Du fait de l'ambiguïté sur le contrefactuel et de l'antisélection, le processus d'acceptation par l'organisme ultime⁽⁸³⁾ de certification (*CDM Executive Board*) est un processus lent. La croissance rapide des crédits MDP⁽⁸⁴⁾, 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 pose 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'émission* : 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,

(81) 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.

(82) Cette erreur de conception est habituellement appelée l'allocation d'« air chaud ». Cet exemple montre 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.

(83) Les développeurs de projet utilisent des auditeurs « indépendants », mais les rapports de ces auditeurs doivent évidemment être questionnés par le CDM EB.

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

les réductions d'émission 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 ces déforestations) étant ce qu'elle est, d'autres forêts, dans le même pays, ou ailleurs, seront exploitées en substitution. La réduction d'émission 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⁽⁸⁵⁾. 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 contre-productif. 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 de la 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⁽⁸⁶⁾.

- *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 passer 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.

(85) À la suite de l'Accord de Marrakech de 2001, seules les opérations de boisement et reboisement sont éligibles dans le cadre du MDP.

(86) 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.

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) à 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⁽⁸⁷⁾. La MOC deviendrait le seul 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. Premièrement, 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.

4.4. Faut-il instaurer des mesures d'ajustement aux frontières ?

Si le problème des fuites (*carbon leakage*)⁽⁸⁸⁾ 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⁽⁸⁹⁾.

(87) Voir le document très détaillé de la Mission interministérielle de l'effet de serre (2005) pour une description de la mécanique de ces projets.

(88) 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 au pourtour du bassin méditerranéen). Pour des estimations des fuites en carbone, voir Bernard et Vielle (2009).

(89) Le rapport Quinet pour le Centre d'analyse stratégique envisage une valeur du carbone partant de 32 euros la tonne de CO₂ 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'énergie (AIE) envisage des scénarios où cette valeur pourrait atteindre 200 ou même 500 dollars.

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 :

- 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⁽⁹⁰⁾.

Par contre, le diable est dans le détail et un tel mécanisme peut très vite s'avérer néfaste⁽⁹¹⁾ :

- 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⁽⁹²⁾. Il n'y a qu'à

(90) À ce titre, et à un niveau théorique, on pourrait même imaginer 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...

(91) Voir, par exemple, l'analyse de Monjon et Quirion (2008).

(92) Cet effet est bien mis en relief dans le rapport Landau (2007). Voir aussi les propositions d'Olivier Godard (2008).

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 faibles. 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⁽⁹³⁾. Il 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⁽⁹⁴⁾ ;

(93) Cf., par exemple, Monjon et Quirion (2008).

(94) 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 entrer 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 ?

- 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 premier 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⁽⁹⁵⁾. En revanche, si l'allocation gratuite est basée sur 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⁽⁹⁶⁾ ;

(95) Bien sûr, on pourrait interdire aux bénéficiaires de revendre ces permis. Cela reviendrait à fixer le prix du carbone pour eux à 0 s'ils produisent moins de CO₂ 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.

(96) Dans l'ETS, cette allocation est basée sur les capacités de production, ce qui rétablit en partie la neutralité concurrentielle pour ce qui est des incitations à investir, mais par pour les incitations à utiliser les installations existantes en Europe *versus* dans le reste du monde.

- un deuxième 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 ;

- dernier argument, 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 !

4.5. 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 pernicious et ne peuvent être contrecarrés 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.

5. 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.

5.1. La mise en place d'enchères

L'application de la loi de 1990 aux États-Unis pour le SO₂ et le mécanisme ETS mis en place par la Communauté européenne pour le CO₂ ont

tous deux réservé une place négligeable aux enchères : moins de 3 % des permis aux États-Unis et en Europe⁽⁹⁷⁾. 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-énergie prévoit que les secteurs exposés à la concurrence internationale continuent à bénéficier à 100 % de quotas gratuits⁽⁹⁸⁾.

De même, alors que le Président Obama avait souhaité que la totalité des droits d'émission de CO₂ soit mise aux enchères aux États-Unis, le projet de loi Waxman-Markey fixe un taux d'enchères au plus égal à 15 % jusqu'en 2030⁽⁹⁹⁾. 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'émission 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 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.

(97) 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 phase I et à 10 % dans la phase II) 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.

(98) Certes sur la base des meilleures technologies disponibles, mais cela signifie quand même une allocation majoritairement gratuite.

(99) 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).

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⁽¹⁰⁰⁾ ;

- 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 3.1.

5.2. La contribution climat-énergie

Le rapport du Groupe de travail sur la taxe carbone (ou encore, contribution climat-énergie – CCE) 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

(100) 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 et Lise (2005).

atteindre 100 euros en 2030. Comme il se doit, la contribution serait payée par ménages et entreprises⁽¹⁰¹⁾ et ne toucherait que les énergies fossiles, émettrices de GES (pétrole, gaz, charbon)⁽¹⁰²⁾. Le principe d'une extension de la 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⁽¹⁰³⁾.

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 du carbone n'ayant aucune raison d'être⁽¹⁰⁴⁾. 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 mène dans le court terme à un prix du carbone très bas. Le prix en septembre 2009 sur le marché ETS est de 15 euros la tonne, et est donc en phase avec le niveau de taxe carbone choisi par l'État français en septembre 2009 (17 euros). Nous sommes par contre loin des 32 euros précomptés par le rapport Quinet ou des 45 euros qui seraient nécessaires au niveau mondial pour atteindre les objectifs climatiques.

(101) 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.

(102) Il est clair qu'une taxe carbone doit taxer le carbone et non pas l'énergie plus généralement.

(103) 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.

(104) Comme le note le rapport.

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 aurait impliqué 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 même s'il est clair 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, un prix de 15 ou 17 euros se justifie de façon transitoire, et devra être augmenté 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, quel que 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 contribution climat-énergie porte sur la compensation (le fameux chèque vert). En effet, la taxation du carbone a un impact redistributif assez régressif⁽¹⁰⁵⁾. Dans le cas de la CCE, les estimations du coût engendré vont de 170 à 300 euros par ménage. À 32 euros la tonne de

(105) Voir Cremer et al. (2003 et 2009) et Grainger-Kolstadt (2009).

CO₂, le litre de carburant augmenterait de 7 à 8 centimes ; le fioul domestique coûterait de 60 à 170 euros supplémentaires par an. On peut concevoir des compensations, modulables selon le revenu⁽¹⁰⁶⁾, 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 influencer, par exemple, les choix de localisation.

Un dernier point au sujet des exonérations potentielles : le cas d'un impôt spécifique (TIPP⁽¹⁰⁷⁾ 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 du carbone. Mon collègue François Salanié⁽¹⁰⁸⁾ 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. Quoi qu'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.

5.3. Normes

Le système ETS européen de droits d'émission négociables ne concerne pour l'instant qu'une partie (à peine la moitié) des émissions⁽¹⁰⁹⁾. 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.

(106) L'indexation de différents minima sociaux (tels que le SMIC) sur le coût du 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.

(107) Les études du ministère de l'Écologie semblent montrer que cette taxe permet *grosso modo* de couvrir les autres externalités du transport (usure des routes, pollutions de toutes sortes hors CO₂, bruit, saturation du réseau...).

(108) Communication privée.

(109) 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.

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 CO₂ 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.

À 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 quatre-vingt pour la réduction de l'utilisation de plomb dans l'essence⁽¹¹⁰⁾, n'ait pas été officiellement retenu pour la mise en œuvre de l'objectif moyen d'émission de 130 g/km pour les véhicules légers, fixé par la Commission européenne en décembre 2008⁽¹¹¹⁾. En effet, il est inefficace

(110) 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.

(111) 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 la limite fixée de plus de 3 g, 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'Union européenne en matière d'émissions de CO₂, soit en fabriquant des voitures à très faibles émissions qui émettent moins de 50 g de CO₂/km. Dans certaines conditions, les constructeurs spécialisés peuvent être exemptés de l'application du règlement ».

Pour ce qui est des *pools* : « Pour offrir une certaine souplesse aux fins de la réalisation des objectifs qui leur sont assignés au titre du présent règlement, les constructeurs sont autorisés à constituer un groupement, de manière ouverte, transparente et non discriminatoire. Les accords de constitution de groupements ne devraient pas excéder une durée de cinq ans mais sont reconductibles. Lorsque des constructeurs constituent un groupement, il convient de considérer qu'ils ont respecté leurs objectifs au titre du présent règlement lorsque les émissions moyennes du groupement dans son ensemble ne dépassent pas les objectifs d'émissions pour le groupement », Regulation (EC) n° 443/2009 of the European Parliament and of the Council (23 avril 2009). Disponible sur <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:EN:PDF>

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

d'imposer une norme 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-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⁽¹¹²⁾. 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.)

(112) 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.

moins vorace en énergie induit une augmentation excessive de son utilisation (ou la multiplication des équipements)⁽¹¹³⁾ ;

- 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.

(113) 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 θ implique un coût d'investissement dans l'équipement $I(\theta)$ (décroissant en θ : un θ 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 θ^* correspondant à son niveau de consommation. Par contre, si l'État impose la norme θ^* mais pas de fiscalité écologique, le consommateur choisit sa consommation de la manière suivante :

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

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).

5.4. Énergies 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 États-Unis proviennent du soja et (essentiellement) du maïs. Ils sont fortement subventionnés (51 cents/gallon d'éthanol 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 où il y a peu de soleil⁽¹¹⁴⁾. La *Stern Review* (2007)⁽¹¹⁵⁾ impute un prix de la tonne de CO₂ égal à 1 048 dollars en Allemagne et 804 dollars en Espagne⁽¹¹⁶⁾. 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.

(114) 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.

(115) Part VI, page 529.

(116) Pour une étude du coût implicite de la tonne de CO₂ 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 CO₂ évitée en Californie selon que la centrale marginale utilise du charbon ou du gaz.

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⁽¹¹⁷⁾. 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 %⁽¹¹⁸⁾ 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/débits 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 flexibilité sont certes envisagés⁽¹¹⁹⁾. Un mécanisme de compensation per-

(117) 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 et 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.

(118) 23 % en décembre 2008, dont les 11,2 % d'hydraulique et les 1,5 % de renouvelable existants.

(119) Cf. article 15 de la Directive, disponible sur <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>

« Les situations de départ, les possibilités de développer l'énergie provenant de sources renouvelables et les bouquets énergétiques diffèrent d'un État membre à l'autre. Il importe donc de traduire l'objectif d'une part de 20 % dans la consommation d'énergie dans la Communauté en objectifs spécifiques à chaque État membre, en respectant une répartition juste et appropriée qui tienne compte des disparités concernant les situations de départ et le potentiel de chaque État membre, y compris le niveau actuel de l'énergie produite à partir de

mettrait 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, d'une part, 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, d'autre part, 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⁽¹²⁰⁾.

6. 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.

sources renouvelables et le bouquet énergétique existant. Pour ce faire, il convient de répartir l'effort d'augmentation totale requise de l'utilisation de l'énergie provenant de sources renouvelables entre les États membres, sur la base d'une augmentation égale de la part de chacun d'entre eux, pondérée en fonction de leur PIB, puis modulée pour tenir compte de leurs situations de départ, et comptabilisée en termes de consommation finale brute d'énergie, en tenant dûment compte des efforts que les États membres ont consentis par le passé afin de recourir aux énergies produites à partir de sources renouvelables », cf. JO de l'Union européenne, 5 juin 2009.

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

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 :

- 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 ;
- la mise en place rapide d'un système de surveillance satellitaire permettant au minimum de mesurer les émissions annuelles de chaque pays ;
- 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.

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 où 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 $C'_N(n_N) = \hat{p}$ où C_N est la fonction de coût dans le Nord.

Les graphiques ci-après⁽¹⁾ montrent que le Nord et le Sud gagnent tous deux à un tel accord⁽²⁾. Mathématiquement :

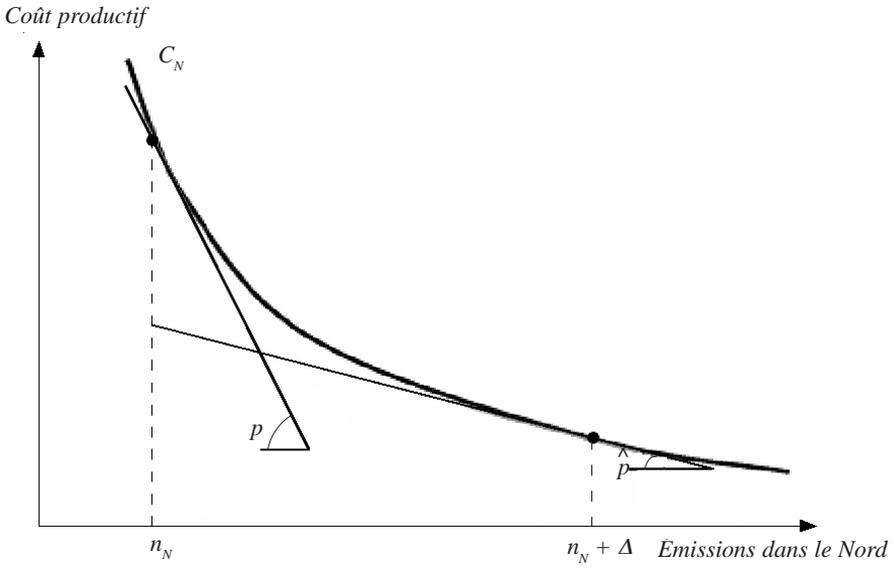
$$C_N(n_N) > C_N(n_N + \Delta) + \hat{p}\Delta \quad \text{et} \quad C_S(n_S^{BAU}) > C_S(n_S^{BAU} - \Delta) - \hat{p}\Delta$$

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.

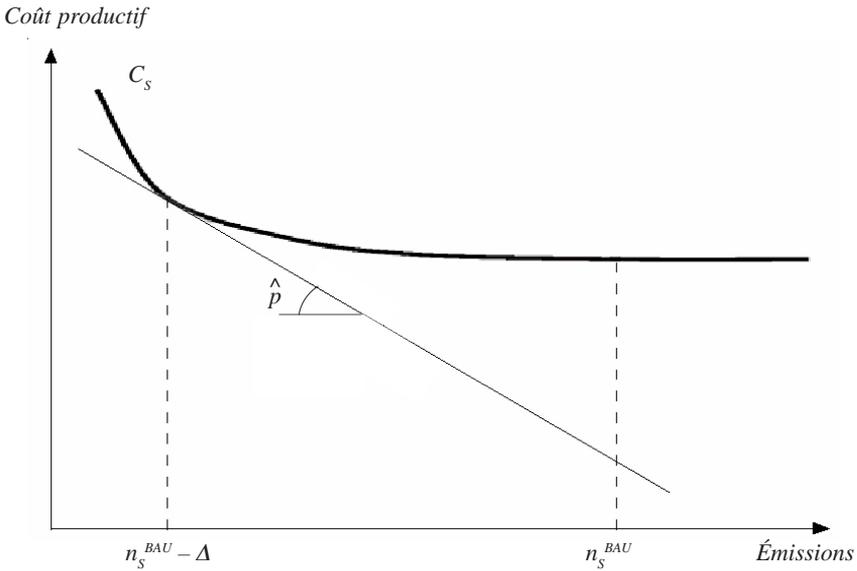
(1) Notons que la fonction de coût C_S s'applique aussi à n_S^{BAU} . L'idée est qu'en l'absence de prix du carbone, la pollution est déterminée par la production. De plus, la fonction de coût C_S peut inclure le coût local et donc internalisé de la pollution (par exemple celui de la production de SO_2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

(2) 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.

1. Coût d'émission dans le Nord



2. Coût d'émission dans le Sud



Source : Auteur.

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'émission (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'émission 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'émission 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 seconde 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 :

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

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 souffre pas trop du réchauffement climatique. Supposons ensuite que sa fonction de coût soit indexée par un paramètre θ : $C_i(n_i, \theta)$, où un accroissement de θ 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 θ 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 θ 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 θ 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).

Références bibliographiques

- Acemoglu D., P. Aghion, L. Bursztyn et D. Hemous (2009) : *Environment and Directed Technical Change*, Mimeo.
- Anger N., C. Bohringer et U. Oberndorfer (2008) : *Public Interest vs. Interest Groups: Allowance Allocation in the EU Emissions Trading Scheme*, Mimeo.
- Bagwhati J. (2004) : *In Defense of Globalization*, Oxford University Press.
- Baron R., B. Buchner et J. Ellis (2009) : « Sectoral Approaches and the Carbon Market », OECD/IEA, juin.
Disponible sur <http://www.oecd.org/dataoecd/8/7/42875080.pdf>
- Barrett S. (2009) : « Rethinking Global Climate Change Governance », *Economics-ejournal*, n° 3. Disponible sur <http://www.economicsejournal.org/economics/journalarticles/2009-5>
- Bernard A. et M. Vielle (2009) : *The Issue and the Stakes of Carbon Leakage*, Mimeo.
- Bohm P. (2003) : « Improving Cost-effectiveness and Facilitating Participation of Developing Countries in International Emissions Trading », *Idées pour le Débat (IDDRI)*, n° 3. Disponible sur http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idées-pour-le-debat/id_0303_bohm.pdf
- de Boissieu C. (dir.) (2006) : *Rapport du groupe de travail facteur 4*. Disponible sur <http://www.comite21.org/docs/economie/axes-de-travail/alimentation-dechets-energie-transports/facteur4-rapport-definitif.pdf>
- Bordier C. (2008) : « Développement des énergies renouvelables : quelle contribution du marché du carbone ? », *Note de la Caisse des Dépôts et Consignations*, n° 16.
- Borenstein S. (2008) : « The Market Value and Cost of Solar Photovoltaic Electricity Production », *University of California Energy Institute*, CSEM WP, n° 176.
- Bouttes J-P., F. Dassa et J-M. Trochet (2007) : *Assessment of EU CO₂ Regulation*, Mimeo EDF.
- Bureau D. et J-C. Hourcade (1998) : « Les dividendes économiques d'une réforme fiscale » in *Fiscalité de l'environnement*, Rapport du CAE, n° 8, La Documentation française.
- Bureau D. et M. Mougeot (2004) : « Politiques environnementales, fiscalité et compétitivité des entreprises » in *Politiques environnementales et compétitivité*, Rapport du CAE, n° 54, La Documentation française.

- Bushnell J. et C. Wolfram (2009) : *Did Emissions Trading Lower CO₂ Emissions in Europe?*, Mimeo UC Berkeley.
- Capoor K. et P. Ambrosi (2008) : *State and Trends of the Carbon Market*, Banque mondiale. Disponible sur http://wbcarbonfinance.org/docs/State__Trends_of_the_Carbon_Market_2009-FINAL_26_May09.pdf
- Centre d'Analyse stratégique (2008) : *La valeur tutélaire du carbone*, Rapport de la Commission présidée par Alain Quinet, *Rapports et documents*, n° 16, La Documentation française.
- Colombier M. et K. Neuhoﬀ (2007) : *Can Sectoral Agreements and Output Based Allocation Address Leakage?*, Mimeo Cambridge University.
- Convery F., D. Ellerman 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.
- Convery F., D. Ellerman et C. de Perthuis (2010) : *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*, Cambridge University Press, à paraître.
- Convery F. et L. Redmond (2007) : « Markets and Price Developments in the European Union Emissions Trading Scheme », *Review of Environmental Economics and Policy*, n° 1, pp. 88-11.
- Cremer H., F. Gahvari et N. Ladoux (2003) : « Environmental Taxes with Heterogeneous Consumers: An Application to Energy Consumption in France », *Journal of Public Economics*, n° 87, pp. 2791-2815.
- Cremer H., F. Gahvari et N. Ladoux (2009) : « Environmental Tax Design with Endogenous Earning Abilities (with Applications to France) », *Journal of Environmental Economics and Management*, à paraître.
- Delpla J. (2009) : « Contre la taxe carbone Borloo... pour des raisons environnementales », *Les Échos*, 6 juillet.
- Ellerman D. et B. Buchner (2007) : « The European Union Emissions Trading Scheme: Origin, Allocation, and Early Results », *Review of Environmental Economics and Policy*, n° 1, pp. 66-87.
- Ellerman D. et P. Joskow (2008) : *The European Union's Emissions Trading System in Perspective*, Pew Center Report.
- Ellerman D. et I.S. Wing (2003) : « Absolute versus Intensity-based Emission Caps », *Climate Policy*, n° 3, pp. S7-S20.
- Farhi E. et J. Tirole (2009) : *Collective Moral Hazard, Maturity Mismatch and Systemic Bailouts*, Mimeo Harvard et TSE.
- Frankel J. (2009) : « An Elaborated Global Climate Policy Architecture: Specific Formulas and Emissions Targets for all Countries in all Decades », *NBER Working Paper*, n° 14876.

- GIEC (2007) : *Changements climatiques 2007 : les éléments scientifiques*, Contribution du Groupe de travail I au 4^e Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- Godard O. (2008) : *Unilateral European Post-Kyoto Climate Policy and Economic Adjustment at EU Borders*, École Polytechnique.
- Godard O. et Cl. Henry (1998) : « Les instruments des politiques internationales de l'environnement : la prévention du risque climatique et les mécanismes de permis négociables » in *Fiscalité de l'environnement*, Rapport du CAE, n° 8, La Documentation française.
- Gollier C. (2007) : « La finance durable du rapport Stern », *Revue d'Économie Politique*, vol. 117, n° 4, pp. 463-473.
- Gollier C. (2008) : « Discounting with Fat-Tailed Economic Growth », *Journal of Risk and Uncertainty*, n° 37, pp. 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*, n° 41, pp. 439-463.
- Guesnerie R. (2003) : « Les enjeux économiques de l'effet de serre » in *Kyoto et l'économie de l'effet de serre*, Rapport du CAE, n° 39, La Documentation française.
- Hahn R. et R. Stavins (1992) : « Economic Incentives for Environmental Regulation: Integrating Theory and Practice », *American Economic Review*, n° 82, pp. 464-468.
- Hahn R. et R. Stavins (2000) : « The Impact of Economics on Environmental Policy », *Journal of Environmental Economics and Management*, n° 39, pp. 375-399.
- Harrington W., R. Morgenstern et T. Sterner (2004) : *Choosing Environmental Policy*, RFF Press, Washington DC.
- Helm D. (2008) : « Climate-Change Policy: Why Has so Little Been Achieved? », *Oxford Review of Economic Policy*, n° 2, pp. 211-238.
- Herzog T., J. Pershing et K. Baumert (2006) : *Target Intensity. An Analysis of Greenhouse Gas Intensity Targets*, World Resources Institute. Disponible sur http://pdf.wri.org/target_intensity.pdf
- Holland S., J. Hughes et C. Knittel (2009) : « Greenhouse Gas Emissions under Low Fuel Carbon Tax », *American Economic Journal: Economic Policy*, n° 1, pp. 106-146.
- Hourcade J-C. et F. Ghersi (2002) : « The Economics of a Lost Deal: Kyoto-The Hague-Marrakesh », *The Energy Journal*, vol. 23, n° 3, pp. 1-26.

- Hourcade J-C., P. Shukla et S. Mathy (2009) : « Untying the Climate-Development Gordian Knot-Economic Options in a Politically Constrained World », Chap. 5 in *The Design of Climate Policy*, Guesnerie et Tulkens (eds), MIT Press, pp. 75-101.
- Ismer R. et K. Neuhoff (2008) : « International Cooperation to Limit Use of Border Adjustment », *Climate Strategies Workshop Summary*, novembre. Disponible sur http://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2008/11/ba-workshop-report_nov-6-2008.pdf
- Joskow P., R. Schmalensee, A.D. Ellerman, J.P. Montero et E. Bailey (2000) : *Markets for Clean Air: The US 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*, n° 38, pp. 259-284.
- Laffont J-J. et J. Tirole (1996a) : « Pollution Permits and Compliance Strategies », *Journal of Public Economics*, n° 62, pp. 85-125.
- Laffont J-J. et J. Tirole (1996b) : « Pollution Permits and Environmental Innovation », *Journal of Public Economics*, n° 62, pp. 127-140.
- Landau J-P. (2007) : *Les nouvelles contributions financiers internationales*, Rapport au Président de la République, La Documentation française, Coll. 'Les rapports officiels'.
- Lecocq F. et P. Ambrosi (2007) : « The Clean Development Mechanism: History, Status, and Prospects », *Review of Environmental Economics and Policy*, n° 1, pp. 134-151.
- Lipietz A. (1998) : « Économie politique des écotaxes » in *Fiscalité de l'environnement*, Rapport du CAE, n° 8, La Documentation française.
- Mandell S. (2008) : « Optimal Mix of Emissions Taxes and Cap-and-Trade », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 56, n° 2, pp. 131-140.
- McKinsey (2008) : *Carbon Capture and Storage: Assessing the Economics*, McKinsey's Climate Change Initiative. Disponible sur http://www.mckinsey.com/client-service/ccsi/pdf/CCS_Assessing_the_Economics.pdf
- Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, Fonds français pour l'environnement mondial (2005) : *Les mécanismes de mise en œuvre conjointe (MOC)*, Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.
- Monjon S. et P. Quirion (2008) : « Border Tax Adjustments: Implications of Design Options » in *Competitive Distortions and Leakage in a World of Different Carbon Prices*, Department Economic and Scientific Policy, Parlement européen. Disponible sur <http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies/download.do?file=21551>

- National Academy of Sciences (2009) : *Letter Report on the Orbiting Carbon Observatory*, 28 juillet.
- Newell R.G. et W. Pizer (2008) : « Indexed Regulation », *Journal of Environmental Economics and Management*, n° 56, pp. 221-233.
- Newell R.G. et K. Rogers (2004) : « Leaded Gasoline in the United States: The Breakthrough of Permit Trading » in *Choosing Environmental Policy: Comparing Instruments and Outcomes in the United States and Europe*, Harrington, Morgenstern et Sterner (eds), RFF Press, Washington DC, pp. 175-191.
- Nordhaus W. (2008) : *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, Yale University Press, New Haven CT.
- de Perthuis C. (2009) : *Et pour quelques degrés de plus...*, Pearson Publisher.
- Quirion P. (2005) : « Does Uncertainty Justify Intensity Emission Caps? », *Resource Energy Economics*, n° 27, pp. 343-35.
- Rocard M. (2009) : *Rapport de la Conférence des experts et de la Table ronde sur la Contribution climat et énergie*, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, La Documentation française.
- Schmidt J., N. Helme, J. Lee et M. Hondashelt (2006) : « Sector-Based Approach to the Post-2012 Climate Change Policy Architecture », *Center for Clean Air Policy*, n° 8, pp. 494-515.
- Sijm J., S. Bakker, Y. Chen, H. Harmsen et W. Lise (2005) : « CO₂ Price Dynamics: The Implications of EU Emissions Trading for the Price of Electricity », *Energy Research Centre (ECN) of the Netherlands*, n° ECN-C-005-081.
- Stavins R. (2003) : « Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments », Chap. 9, in *Handbook of Environmental Economics*, vol. I, Mäler et Vincent (eds), Elsevier, Amsterdam, pp. 355-435.
- Stern N. (2006) : *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.
- Tietenberg T. (1990) : « Economic Instruments for Environmental Regulation », *Oxford Review of Economic Policy*, n° 6, pp. 17-33.
- Tirole J. (2008) : « Leçons d'une crise », *Toulouse School of Economics (TSE) Note*, n° 1, décembre.
- Tubiana L. et M. Wemaere (2007) : « Le Plan d'action de Bali : une première étape vers un accord global sur le climat ? », *Idées pour le Débat*, Institut du développement durable (IDDRI), n° 11.
- Tuot T. (2007) : *Grenelle de l'environnement : rapport général*, Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, Secrétariat d'État à l'Écologie, La Documentation française. Disponible sur <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/074000693/index.shtml>

- Wagoner P. (2009) : « Forest Inventories: Discrepancies and Uncertainties », *RFF DP*, n° 09-29.
- Weitzman M.L. (1974) : « Prices vs. Quantities », *Review of Economic Studies*, vol. 41, n° 4, pp. 477-491.
- Wolfram C. et J. Bushnell (2009) : *Did Emissions Trading Lower CO₂ Emissions in Europe?*, University of California, Berkeley.

Commentaire

Jacques Mistral

Directeur des études économiques de l'IFRI

Le rapport de Jean Tirole est un remarquable exercice de conseil de politique économique. Il est fortement charpenté et ne laisse pas de place aux objections dépourvues d'une hauteur de vues suffisante. Son message est simple et direct. Le problème du changement climatique donne lieu désormais à une très large prise de conscience, le temps est venu de lui donner une réponse planétaire, le sommet de Copenhague doit être *le* tournant qui met l'économie mondiale sur de nouveaux rails. La science économique nous dote heureusement des outils pour ce faire, elle nous invite à écarter l'agrégation de politiques sectorielles, elle recommande que soit établi un prix du carbone qui, pour des raisons d'efficacité, doit être unique pour tous les agents économiques et suffisamment élevé à long terme. Un tel changement, par définition couteux, suscitera bien des réticences de la part de tous ceux qui se jugeront traités d'une manière inéquitable ; ces préoccupations sont pleinement légitimes mais il ne faut pas les considérer comme un obstacle à la poursuite de l'efficacité, il faut plutôt mettre en œuvre les compensations appropriées pour atteindre les objectifs redistributifs que l'on se fixera. Débordant l'analyse économique pure du marché du carbone, il faut donc aborder la négociation puis la mise en œuvre du traité en termes d'économie politique ; les pays industrialisés doivent reconnaître ce qu'il y a de légitime dans les demandes des émergents et il faut y répondre en définissant les incitations qui pousseront ces nations à y adhérer ; il faut prévoir les aménagements, comme les ajustements aux frontières, qui préserveront la neutralité concurrentielle ; il faut enfin prévoir les sanctions qui maintiendront tous les signataires sur la ligne fixée.

Première question, la prise de conscience du public, à juste titre choisie par Jean Tirole comme point de départ du raisonnement. Elle est réelle comme l'a démontré le succès public d'un certain nombre de films, aux

Etats-Unis aussi bien qu'en Europe, et elle va au-delà des grands pays industriels ; ce serait par exemple une erreur de supposer la Chine hostile à tout engagement parce qu'elle privilégie, non sans raisons, la rapidité de son développement et l'utilisation de ses ressources en charbon. Pourtant, ce que l'on a vu jusqu'ici, c'est surtout une montée des émotions, celles que font naître les glaciers et les ours blancs ; mais il y a loin de l'émotion à la volonté d'agir. Il me paraît clair que l'on n'a pas encore véritablement exposé à l'opinion publique la contrepartie financière de l'engagement pour sauver la planète.

Au-delà de la rhétorique, on mesure précisément cet état d'esprit par les réticences quasi-universelles à utiliser l'impôt comme moyen d'infléchir les émissions de carbone. Or ce serait là la méthode la plus efficace, il suffit pour s'en convaincre de comparer l'intensité énergétique du transport automobile entre des pays, comme les Etats-Unis et l'Europe- ayant des fiscalités de l'essence très différentes ; la taxation, ce serait le moyen le plus simple, le plus direct, le plus transparent pour donner les incitations appropriées, c'est d'ailleurs la conclusion à laquelle est arrivée pendant l'été 2009, après de nombreux économistes, la commission présidée par Michel Rocard. Mais les citoyens –et leurs élus- n'y sont pas, à quelques exceptions près, préparés. Pour avancer vers un accord, la première démarche est peut être de donner aux citoyens les incitations qui rendront la conclusion de l'accord souhaitable. Or, sans même faire référence à une phrase célèbre de Keynes, l'objectif consistant à sauver la planète à long terme est sans doute trop lointain pour être attractif. L'objectif climat est bien reconnu comme potentiellement désirable mais il peut être contre-productif de le traduire sous la forme d'une pénalité ou d'une punition. Une autre voie est-elle possible ? C'est, me semble-t-il, celle que cherchent à emprunter les Etats-Unis. Le débat y est depuis plusieurs années bien lancé et il privilégie, au-delà des aspects naturellement techniques de « *cap and trade* », l'impact sur l'emploi, car c'est cela qui mobilisera évidemment l'électeur. La France s'est d'ailleurs aussi engagée dans cette direction avec le Grenelle de l'environnement. La crise économique n'a fait que renforcer ces attitudes, un récent sondage Gallup révèle que pour la première fois depuis 25 ans que l'institut pose la question, une majorité d'américains « donnent la priorité à la croissance même si cela se fait au détriment de l'environnement ». En bref, la lutte contre le réchauffement climatique a peu de chances de séduire s'il s'agit de payer demain pour les jouissances que nous a trop longtemps procurées une énergie à bon marché ; ce devraient plutôt être, pour les 25 ans à venir, des innovations, des investissements, des emplois, des entreprises qui font des profits, des institutions financières qui retrouvent un rôle utile pour la collectivité, des régions qui investissent pour le cadre de vie etc... Sans peindre de manière convaincante la façon dont un nouveau régime de croissance peut naître de l'ambition climatique, toute recommandation sur l'architecture nationale ou mondiale à mettre en œuvre risque fort de buter sur les calculs froids des électeurs, des élus et des gouvernements.

La seconde question concerne la volonté d'agir à l'échelle internationale. Les étapes récentes de la négociation ont apporté quelques bonnes nouvelles en démontrant un engagement progressivement plus large pour évoluer, partout dans le monde, en direction d'une économie à plus faible teneur en carbone. Au-delà de l'Europe qui joue depuis l'origine un rôle pionnier en la matière, les Etats-Unis, très longtemps réticents, ont avancé dans une direction mettant en avant des objectifs quantitatifs et les grands pays émergents ont adopté des plans visant à infléchir leurs émissions par rapport à un scénario « *business as usual* ». Cela crée un contexte positif mais l'on a bien vu pendant l'été 2009 combien il était difficile de faire avancer la négociation. L'Europe a toujours une posture morale élevée mais elle n'a plus le rôle qu'elle s'était attribuée à Kyoto en l'absence d'autre poids lourd. Tout a changé en 2009 avec la nouvelle administration américaine, décidée à remettre les Etats-Unis dans les arènes multilatérales, et avec la Chine, reconnue depuis le G 20 dans sa stature de grande puissance : le devant de la scène est progressivement occupé, comme on devait s'y attendre, par les principaux émetteurs, les Etats-Unis et la Chine. Je ne doute pas qu'à un niveau d'abstraction élevé le rapport de Jean Tirole soit une contribution utile dans l'ensemble des réflexions qui enveloppent de toutes parts les négociateurs. Vis-à-vis de partenaires américains ou chinois, surtout sensibles aux réalités économiques, il donne en particulier une formulation rigoureuse, « *no non-sense* », aux ambitions européennes parfois formulées dans des termes généraux ou idéalistes dont le pouvoir d'entraînement est atténué aujourd'hui par rapport aux débats ayant préparé Kyoto.

Cela dit, avec l'apparition des Etats-Unis et de la Chine comme acteurs de premier plan, la négociation planétaire change de nature : que serait désormais un accord sans ces deux pays, responsables de 40% des émissions ? On a cru voir, au printemps 2009, des signes encourageants de part et d'autre : l'Amérique débarrassée des a-priori de l'ère Bush et pratiquant la politique de la main tendue a reconnu la réalité des intentions chinoises ; au-delà des simplismes portant sur l'utilisation extensive du charbon, qui est au demeurant ne caractéristique commune des politiques énergétiques dans les deux pays, Washington a compris que la Chine se considérait elle-même comme l'un des pays très directement exposés aux risques consécutifs au changement climatique et était décidée, à sa manière, à répondre à ce qu'elle identifiait bien comme un défi. Avec le pragmatisme habituel aux américains, ce diagnostic nouveau reconnaissait aussi les difficultés immenses auxquelles faisait face ce pays sur ce terrain du fait des pressions gigantesques qu'entraîne une urbanisation rapide : la volonté chinoise de s'attaquer au problème n'était plus mise en doute, la contrainte devenait plutôt la capacité du pays à atteindre ses objectifs. De ce constat devait découler outre-atlantique une orientation politique nouvelle, tournée vers la recherche d'une coopération active entre les deux pays. Vu de Washington, la question de l'architecture prenait alors naturellement pour base l'élaboration d'un partenariat en faveur de l'énergie propre ; certains allaient

jusqu'à dire qu'un tel partenariat serait la meilleure contribution possible pour la préparation de Copenhague. Dans ce contexte, il paraissait plausible de faire pression sur les autorités chinoises pour accepter non pas un plafond d'émissions mais une inflexion significative et des procédures de vérification. Mais la réalité des positions politiques est vite apparue dans les négociations bilatérales entre les deux pays. On a vu en particulier à Pékin en juin des positions bien différentes de ce qu'avaient imaginé les négociateurs américains, les positions chinoises reflétant une posture presque idéologique en mettant en cause, au nom des intérêts des émergents, la responsabilité pleine et entière des pays industrialisés. Ce n'est pas la fin de la négociation mais cela souligne la nécessité de prendre explicitement en compte la stratégie des principaux acteurs.

Contrairement aux espoirs formulés avant l'été dans le rapport de Jean Tirole, rien n'indique que Copenhague constituera le tournant définitif vers une économie à bas carbone, c'est un peu inévitable, d'ailleurs, il y a longtemps qu'en matière politique on a abandonné l'illusion du « grand soir ». Malgré le scepticisme qui s'est installé dans les esprits à l'automne, les négociateurs aboutiront sans doute fin 2009 à un accord qui ne pourra qu'être une étape vers le suivant. Les propositions du rapport conserveront donc toute leur validité mais il sera sans doute utile que le Conseil se penche à nouveau sur ce dossier. Au sein de l'architecture ainsi exposée, le Conseil pourrait en particulier revenir sur trois points.

D'abord la question des normes et des politiques sectorielles. C'est un aspect du dossier sur lequel Jean Tirole prend une position catégorique, justifiée sur le plan analytique – voir par exemple sa discussion sur les prix implicites – mais discutable d'un point de vue d'économie politique ; il me paraîtrait utile de procéder à une évaluation coûts-avantages plus concrète de ce qu'apportent par exemple les mesures d'économies en matière de logement et de transport dont certaines, pas toutes, peuvent avoir un rendement remarquable. Ce serait un moyen de réintroduire de la flexibilité, future temporaire, au sein de l'architecture.

Ensuite la formulation des objectifs et la question du calendrier. En matière de climat, comme on l'a vu à propos de la transition des économies anciennement planifiées, on a renoncé à l'idée simple suivant laquelle on ne franchit pas un précipice en deux sauts. Si l'architecture proposée par le rapport définit un cadre rationnel, parfaitement cohérent, on voit que les réponses qu'il formule judicieusement en termes d'économie politique pour définir les incitations propres à assurer le succès de la négociation pèchent encore par excès d'économie et insuffisance de politique. Sans modifier l'architecture, qui constitue un objectif de long terme, il serait intéressant d'identifier la réalité des contraintes et des objectifs des pays leaders dans cette négociation, de bien identifier les nœuds où ces stratégies interagissent et d'en déduire une stratégie phasée qui, partant de la réalité géopolitique dont on verra le résultat provisoire à Copenhague, permette d'avancer vers d'autres étapes.

Enfin, le problème soulevé par les mesures d'ajustement aux frontières. Il est bien clair que toute politique, tout engagement adoptés en Europe et aboutissant à handicaper significativement les entreprises de l'Union seraient un non-sens : être leader, c'est bien, ce ne peut être au détriment de la compétitivité. Il serait suicidaire d'adopter des mesures coûteuses et de laisser nos entreprises exposées pour cette raison à la concurrence de celles où les standards environnementaux seraient moins exigeants. L'idée de « protection » semble s'imposer d'elle-même, il s'agirait, par exemple, de taxer le carbone excédentaire que contiendraient les produits importés. Mais le sujet est loin d'être simple car on ne connaît pas le contenu en carbone (on en a eu la preuve avec l'adoption en France d'une taxe qui n'a rien d'une taxe au carbone ajouté mais qui est tout simplement une accise supplémentaire sur les produits pétroliers). Ce serait donc une taxe, ou, plus exactement, un tarif. Parfaitement logique, ce cheminement de pensée ouvre pour la meilleure des raisons une porte dangereuse dans un contexte où l'on a déjà des raisons de craindre le retour sous des formes variées d'un certain nationalisme économique. Le Conseil pourrait en conséquence, en fonction là encore des compromis noués à Copenhague, examiner comment préserver la compétitivité sans compromettre les objectifs d'ouverture commerciale.

Commentaire

René Sève

Directeur général du Centre d'analyse stratégique

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⁽¹⁾. 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 acceptent 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.

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

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.

Pour faire le point entre l'idéal du marché unique et la réalité de la situation diplomatique, certains auteurs⁽²⁾ 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

(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.

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.

Compléments

Avant-propos

Adoptée en 1992, la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques a établi un premier cadre d'action international pour répondre au défi du réchauffement climatique. Le protocole de Kyoto a fourni ensuite, en 1997, des objectifs et des moyens pour la mettre en œuvre, en fixant aux 38 pays les plus industrialisés des objectifs de réductions sur la période 2008-2012. Celui-ci est entré en vigueur en 2004, la plupart des pays signataires l'ayant alors ratifié, à l'exception notable des États-Unis. Les négociations de Copenhague en décembre 2009 apparaissent donc cruciales pour établir un cadre opérationnel pour l'après 2012, et en élargir le champ.

Ces négociations s'annoncent difficiles, en raison des divergences d'intérêt national. En effet, les pays émergents ne souhaitent pas obérer leur développement économique, les pays développés renoncer à leur mode de vie. Au-delà de ces lignes de force, les positions et les propositions des différents pays, reflètent : leur exposition au risque climatique ; leurs disponibilités en ressources énergétiques ; l'état d'avancement et leur vision de la transition vers un monde « bas carbone » ; leur insertion dans la mondialisation et les cadres multilatéraux etc.... Les négociations climatiques sont ainsi confrontées à une diversité d'intérêts à prendre en compte, et à une complexité des propositions en débat, sans équivalent.

Les contributions rassemblées ici ont été élaborées en appui au travail commandé par le Premier ministre à Jean Tirole. Le souci étant d'en faciliter l'appropriation et de rendre ces négociations plus lisibles, elles intéressent en fait tous les acteurs concernés par ces négociations, et le public. Leur champ est principalement focalisé sur les questions et les instruments économiques, objets de la négociation. Mais celle-ci est aussi déterminée

en amont, par l'évolution des connaissances sur le changement climatique et de ses impacts, d'où l'attention accrue, par exemple, au carbone forestier, aux événements extrêmes, ou encore au financement de l'adaptation. Les controverses qui ont suivi la publication du rapport Stern ont permis aussi de mieux cerner les motivations de l'action à engager, en soulignant : le caractère catastrophique de certains scénarios possibles, notamment pour les populations les plus vulnérables, dépendantes du climat et des ressources en eau ; et l'ampleur des coûts qui devraient être supportés si l'action n'est pas engagée précocement. Ces contributions visent à fournir les éléments d'expertise utiles pour la décision.

1. Les fondamentaux

- A. **Copenhague 2009 : incertitude et prix du carbone** 93
Christian Gollier
- B. **La place des instruments économiques dans les négociations internationales sur le climat** 115
Christian de Perthuis, Anaïs Delbosc et Benoît Leguet
- C. **Prospective technico-économique et politique climatique : que peut encore nous apprendre la modélisation numérique ?** 145
Renaud Crassous-Doerfler
- D. **Horizon du post-2012 et mécanismes de la concertation internationale** 161
Blandine Barreau

Complément 1A

Copenhague 2009 : incertitude et prix du carbone

Christian Gollier

Toulouse School of Economics (LERNA, IDEI) et CEDD

1. Introduction

« L'essentiel de l'élévation de la température moyenne du globe observée depuis le milieu du XX^e siècle est *très probablement* attribuable à la hausse des concentrations de gaz à effet de serre (GES) anthropiques » (GIEC, 2007). Cette phrase cruciale contenue dans le quatrième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) illustre les importants progrès qui ont été accomplis essentiellement depuis vingt ans pour mieux appréhender le problème probablement le plus important résultant de l'intervention de l'homme sur son environnement. Alors que la concentration de CO₂ était limitée à 280 parts par million (ppm) avant la révolution industrielle, elle est montée à 380 ppm en 2005. À cette date, chaque être humain émettait en moyenne 4,6 tonnes de CO₂ (tCO₂) par an, pour une émission totale d'environ 27 gigatonnes⁽¹⁾. Cette consommation est très hétérogène selon le niveau de développement et les habitudes de consommation. Elle atteint par exemple plus de 18 tCO₂ aux États-Unis. Si rien n'est fait d'ici là, cette concentration atteindra 700 ppm en 2100, et elle augmenterait probablement la température moyenne de la Terre d'environ 4 °C. Telles sont les connaissances actuelles sur le changement climatique.

(1) Une tonne de CO₂ équivaut à 0,27 tonne de carbone (unité plus souvent utilisée aux États-Unis). Une tonne de CO₂ est émise en roulant en voiture pendant environ 4 000 kilomètres. La consommation annuelle d'électricité d'un ménage moyen émet 11 tonnes de CO₂ si elle est générée par combustion de charbon.

Cet *input* des sciences du climat interpelle de façon insistante la science économique pour dépasser la phase d'évaluation des impacts environnementaux en vue de l'élaboration d'une politique effective de lutte contre l'effet de serre. À quelques mois du rendez-vous de Copenhague, il est utile de faire le point sur les deux grandes questions, l'une normative, l'autre positive, que tentent de résoudre les économistes dans ce domaine. Premièrement, quel est le niveau désirable de réduction des émissions de GES, maintenant et à l'avenir ? Deuxièmement, comment mettre en œuvre cette réduction des émissions de manière à atteindre l'objectif écologique fixé au moindre coût social ?

Le rapport de Jean Tirole aborde essentiellement la question positive de la décentralisation de la politique efficace. Les économistes connaissent depuis longtemps le challenge que posent les externalités dans l'efficacité de l'allocation des ressources. Un système de taxe ou de marché de permis d'émission permet théoriquement de réconcilier décentralisation et efficacité. Mais cette réconciliation nécessite l'existence d'une autorité supérieure capable d'imposer le mécanisme économique adéquat à toutes les sources, ce qui n'est pas le cas des externalités globales en général, et du changement climatique en particulier. Malgré tout, il faut tout faire pour tenter de se rapprocher de la règle du prix unique, de manière à ce que le coût marginal de la tonne de CO₂ évitée soit le même dans tous les secteurs, pour tous les projets, dans toutes les zones géographiques de notre planète. Cette vérité rappelée par Jean Tirole est basée sur un argument trivial et robuste. Par contradiction, si tel n'était pas le cas, si le coût marginal était par exemple de 100 dans le secteur/pays A et 50 dans le secteur/pays B, alors la réallocation de l'effort de réduction des émissions de A vers B est efficace. En particulier, si les coûts marginaux sont constants, le transfert total de l'effort de A à B permettrait de diviser par deux le coût social pour un même objectif écologique. Finalement, dans ce contexte, il existe un transfert qui rend cette réallocation gagnant-gagnant, c'est-à-dire Pareto-supérieure. On peut au contraire estimer la perte d'efficacité d'un mécanisme n'englobant que certains secteurs, ou certains pays, ou encore plus généralement qui autoriserait des prix du carbone hétérogènes. Ainsi, Nordhaus (2008, p. 121) estime que si on limitait la participation aux cinq pays les plus émetteurs (États-Unis, Chine, Russie, Inde et Allemagne), qui ne couvrirait donc qu'un peu moins de la moitié des émissions, le coût social de la lutte contre le changement climatique (à objectif écologique inchangé) serait multiplié par un facteur 3. Si on y ajoute les autres pays de l'Europe de l'Ouest, ce facteur s'abaisse à 2,3.

Cette règle du prix ou coût marginal unique s'applique aussi entre secteurs économiques. Comme on l'a vu par exemple en France dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, la tentation des politiques et bureaucrates est grande de chercher à planifier l'allocation des efforts en assignant à chaque secteur – voire à chaque source – un objectif de réduction d'émission. Cette stratégie « *Command & Control* » a l'avantage en effet de mettre en valeur l'action publique et le rôle du politique. L'imposition de nor-

mes d'isolation dans l'immobilier ou de consommation au kilomètre parcouru dans le transport ne garantit pas l'optimalité sociale, en particulier au vu du faible développement de l'évaluation économique dans notre pays (sauf dans quelques secteurs comme l'énergie ou dans certains ministères). Il en est de même pour les politiques volontaristes de subvention, comme pour les biocarburants où l'électricité d'origine éolienne ou photovoltaïque⁽²⁾. Par exemple, lors du Conseil européen de mars 2007, il fut décidé un objectif de 20 % du *mix* énergétique d'origine renouvelable d'ici 2020, et une obligation d'au moins 10 % de biocarburant incorporés dans les carburants pour le transport au même horizon. Que savons-nous de l'efficacité sociale de ces objectifs contraignants ? Ces politiques ne se justifient que si les acteurs doutent de la crédibilité des États à imposer un prix au carbone sur le long terme, et ne constitue au mieux qu'une solution de second rang.

La très connue étude de 2007 réalisée par McKinsey, actualisée en 2009, évalue la courbe de coût marginal de réduction des émissions pour l'ensemble de la planète d'ici à 2030. Plusieurs centaines d'actions ont été évaluées. Si l'on en croit cette étude, le développement du nucléaire d'ici à 2030 permettrait de réduire les émissions de 1 GtCO₂ par an à un coût marginal de 10 euros/tCO₂ par an. Notons que plus de 10 GtCO₂ d'émission annuelle sont éliminables avec un coût financier net négatif ou nul. À ce stade, ce travail a bien sûr une valeur plus indicative que réellement opérationnelle. Il a le grand avantage de donner des indications sur l'ordre de mérite des actions possibles en faveur du climat, ainsi que sur le coût global d'abattement en fonction de l'objectif de réduction.

Si la règle du prix unique doit être clairement le fil conducteur de toute politique de lutte contre le changement climatique, il reste à en déterminer le niveau. Cette valeur carbone a en effet non seulement la vocation de coordonner les efforts individuels, mais aussi celle de déterminer l'intensité de l'effort collectif. Une valeur élevée rend beaucoup de projets profitables, et augmente en conséquence l'effort global en faveur du climat. En fait, ce prix détermine le seuil critique de coût marginal qui sépare les projets socialement désirables de ceux dont la mise en œuvre réduirait le bien-être collectif. Sa détermination fait l'objet d'intenses débats parmi les économistes. Dans ce complément, je présente mon point de vue sur l'état de ce débat, et j'apporte quelques éclairages sur des questions spécifiques. Par exemple, faut-il moduler l'effort collectif selon la conjoncture économique ? Faut-il faire croître la valeur carbone dans le temps ? Comment cette valeur carbone d'aujourd'hui dépend-elle des anticipations des bénéfices attendus des efforts de R&D sur les coûts futurs d'abattement ? Comment pondérer les bénéfices futurs avec les coûts présents ? Pour répondre à ces questions, j'adopte ici une approche purement normative, sauf exceptions clairement spécifiées dans le texte.

(2) En France, les particuliers sont incités à investir dans l'énergie photovoltaïque à travers une obligation de rachat par EDF de l'électricité solaire au prix de 55 c€/kWh. Pour rappel, le coût de l'électricité nucléaire en France est estimé à 4 c€/kWh.

Un mot sur le prix observé du CO₂ sur le marché européen des permis d'émission (ETS). Ce prix est déterminé par la quantité de permis mis sur le marché par les États. Il est donc l'expression de la rareté relative imposée par les institutions politiques européennes, et n'a pas de relation directe avec les dommages futurs générés par l'augmentation de la concentration de GES. Ce marché n'a donc pas vocation à révéler la valeur socialement désirable du carbone. Au contraire, l'institut émetteur des permis devrait moduler dans le temps l'offre de manière à atteindre un prix d'équilibre en ligne avec la valeur carbone estimée par les modèles intégrés.

2. Incertitude sur la mesure des dommages anticipés

Une autre règle de base de la science économique qui s'applique dans cette thématique du changement climatique est l'égalisation du coût marginal d'abattement avec son bénéfice marginal. Ce bénéfice marginal prend la forme de la réduction des dommages que la tonne de CO₂ éliminée va permettre d'éviter. Pour vérifier cette affirmation, supposons par contradiction que le coût de la dernière tonne de CO₂ évitée soit égal à 20 euros, mais que le dommage marginal produit par la dernière tonne de GES soit égal à 60 euros. Dans ce cas, un effort de réduction d'une tonne supplémentaire a un bénéfice social net de $60 - 20 = 40$ euros. Tant que le dommage marginal excède le coût marginal d'abattement, accroître l'effort augmente le bien-être collectif. On arrive à l'optimum social lorsque l'égalisation se produit. Cette règle d'efficacité est cruciale et robuste.

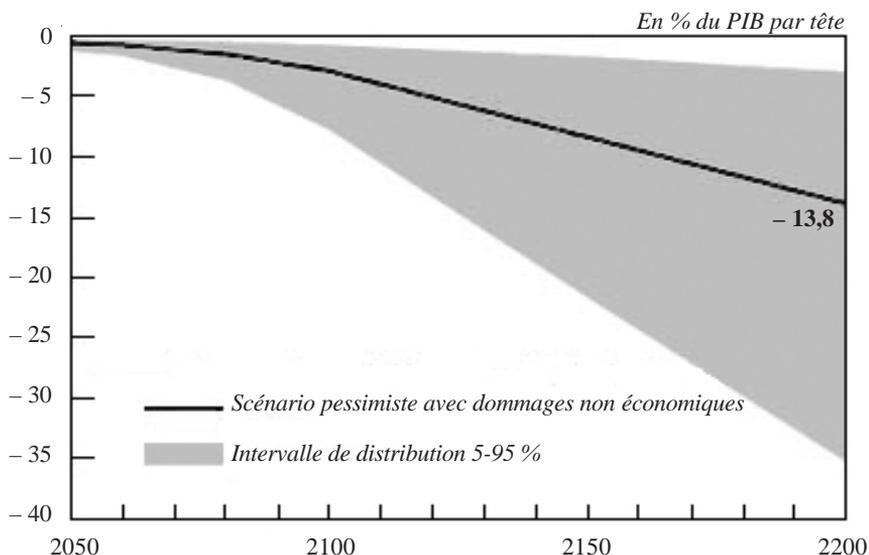
Sa mise en œuvre est rendue difficile par la complexité du calcul du dommage marginal, et par la multiplicité des sources d'incertitude qui affectent ce dommage. L'augmentation de la concentration de GES augmente la température moyenne de la terre, sans doute de façon différente selon la région. L'intensité de cette relation reste encore aujourd'hui incertaine. Par ailleurs, l'impact du changement climatique sur les équilibres écologiques et économiques est encore plus radicalement incertain. L'incertitude porte aussi sur la valeur que nous accorderons à l'avenir aux actifs environnementaux, comme la biodiversité par exemple. Finalement, on ne sait trop qu'espérer des progrès scientifiques et technologiques pour permettre une meilleure adaptation aux chocs climatiques anticipés, ou pour réduire les émissions de GES à moindre coût. Bref, le dommage marginal généré par tonne de CO₂ émise aujourd'hui dans l'atmosphère est sujet à une incertitude assez radicale. C'est pourquoi l'économie du changement climatique constitue certainement le plus grand challenge de la théorie de la décision en incertitude.

Sans surprise, cette incertitude se reflète dans la détermination de la valeur carbone. Dans son étude reprenant la littérature dans des revues à comité de lecture, Tol (2005) obtient une valeur de 12 dollars comme estimation moyenne du dommage marginal de la tonne de CO₂ émise. Mais Tol

relève aussi l'étendue considérable de ces estimations, certaines études obtenant des dommages marginaux négatifs⁽³⁾, alors que d'autres conduisent à des valeurs très élevées, pouvant atteindre 500 \$/tCO₂. Le rapport Stern (2007), qui n'avait pas comme objectif de produire une telle valeur, offre néanmoins une estimation à 85 \$/tCO₂ de 2007. Quant à Nordhaus (2008), il propose au contraire une valeur carbone de 8 \$/tCO₂, ce qui revient à 2,4 centimes par litre d'essence.

Peu d'analyses économiques intègrent l'incertitude dans l'estimation des dommages dus au changement climatique. Le rapport Stern, qui est basé essentiellement sur l'utilisation du modèle PAGE de Chris Hope (2006), constitue une exception marquante. Ce modèle utilise une approche de Monte-Carlo intégrant un grand nombre d'incertitudes, dont l'impact économique d'une augmentation de la température au-delà de 2,5 °C. Le graphique suivant décrit l'évolution du dommage net moyen sur les 200 prochaines années, dans le cadre de son scénario pessimiste intégrant des dommages non économiques. Si rien n'est fait, le dommage agrégé espéré est de 0,4 % du PIB mondial en 2060, 2,9 % en 2100, et 13,8 % en 2200. En 2200, il y a 5 chances sur 100 que le dommage soit supérieur à 35 % du PIB mondial !

L'estimation des dommages dans le rapport Stern



Source : Stern (2007).

(3) Certaines études relèvent en particulier que certains pays comme les États-Unis, la Russie ou les pays scandinaves pourraient tirer un bénéfice net positif à une hausse modérée de 2 ou 3 degrés Celsius.

Le rapport Stern a reçu un accueil qui pourrait être qualifié de triomphal en France, à contrepieds de l'attitude de la plupart des économistes américains par exemple. Pourtant, le rapport Stern est beaucoup plus pessimiste que les rapports scientifiques internationaux antérieurs sur la question, sur lesquels un certain consensus favorable existait en France. Par exemple, William Nordhaus (2008) a estimé qu'en l'absence de politique globale de lutte contre le changement climatique, la hausse de la température moyenne de la terre sera de 5,3 °C en 2200, ce qui impliquera un dommage net d'environ 7 % du PIB mondial à cette date. Mais comme Nordhaus utilise un taux d'actualisation plus élevé que Stern, le dommage équivalent immédiat et permanent n'est que de 3 % du PIB mondial, contre jusqu'à 20 % pour Stern. Il considère de plus que ce rapport doit être considéré comme un document plus « politique que scientifique ». Il critique essentiellement le choix d'un « taux d'actualisation quasi nul », qui gouverne la conclusion, sujet sur lequel je reviendrai dans la section 3. Mendelsohn (2007) considère que Nicholas Stern a un biais catastrophiste dans le choix de ses hypothèses en prenant systématiquement celles qui sont les plus favorables à la stratégie de l'action. Il conclut que « l'analyse nécessite d'être construite sur des bases scientifiques et économiques solides avant que des centaines de milliards de dollars ne soient investis dans la réduction des émissions ».

Weitzman (2009) considère que Stern a « probablement raison, mais pour de mauvaises raisons ». Stern obtient une valeur carbone élevée en prenant un taux d'actualisation faible, mais en ne tenant pas vraiment compte d'événements extrêmes pouvant remettre en cause l'existence même de l'homme sur la Terre. La critique peut paraître surprenante, précisément parce que Stern fait figure de pionner en intégrant le risque et l'aversion au risque dans son évaluation. Mais d'après Weitzman, il le fait de façon classique, en prenant une aversion au risque faible, et en sous-estimant le risque, en particulier en sous-estimant la probabilité d'événements extrêmes.

L'approche classique du risque en économie consiste à intégrer une prime de risque à l'évaluation des actions qui réduisent les risques portés par les parties prenantes. Cette prime de risque dépend du degré d'aversion au risque de ces parties. Pour estimer ce degré d'aversion au risque, faisons le petit test suivant : combien serions-nous prêts à payer pour éliminer le risque de gagner ou perdre 10 % de notre richesse avec égales probabilités ? On normalise l'indice d'aversion relative au risque notée γ en imputant la valeur $\gamma = 1$ l'agent qui répond qu'il est prêt à payer un demi-pourcent de sa richesse pour éliminer ce risque. Plus généralement, l'aversion relative au risque est égale au double de la réponse à cette question. Ainsi, pour la réponse plus réaliste de 2 %, on aura une aversion relative de 4. Barsky et al. (1997) utilisent cette méthodologie à partir de données d'enquête américaine et obtiennent les résultats suivants : le degré d'aversion au risque médian est égal à 7. Cinq pour cents de la population ont une aversion relative au risque supérieure à 33 et 5 % ont une aversion au risque inférieure à 1,3.

Stern suppose de façon un peu surprenante un indice d'aversion au risque unitaire. Dans ce cas, l'approximation d'Arrow-Pratt indique alors que cette prime, exprimée en % de PIB, est égale à la moitié de la variance de la perte effective, elle aussi exprimée en % du PIB. À partir du graphique précédent, on peut grossièrement estimer l'écart-type de la perte en 2200 à 10 %. La prise en compte de l'incertitude dans le rapport Stern conduit donc à une prime de risque de $0,5 \times (10 \%)^2 = 0,5 \%$. Ainsi, l'incertitude en 2200 équivaut à substituer une perte anticipée de 13,8 % du PIB mondial à une perte corrigée pour le risque de 14,3 %⁽⁴⁾. « Tout ça pour ça ? », pourrait-on se dire ! Weitzman (2009) s'oppose à cette analyse, et explique combien ce calcul est basé sur des hypothèses discutables. En effet, la formule d'Arrow-Pratt est basée sur une hypothèse implicite de normalité des risques encourus. L'hypothèse de loi normale présuppose elle-même par exemple que la probabilité que la perte excède la moyenne plus deux fois l'écart-type n'est que de 5 %. Dans le cas du changement climatique, il est peu probable que cette hypothèse soit vérifiée. Plus spécifiquement, beaucoup de scientifiques suggèrent une distribution très asymétrique des dommages, avec des événements catastrophiques de très faible probabilité.

La question de la prise en compte du risque dans la détermination de la valeur carbone doit donc être examinée sous un angle assez différent des approches classiques en finance ou en macroéconomie où l'hypothèse de normalité est un peu plus raisonnable⁽⁵⁾. La bonne question à se poser serait de savoir ce que nous serions collectivement prêts à payer pour éliminer le risque, même avec une infime probabilité, d'un collapsus économique, d'un retour à l'âge de pierre, voire de l'extinction de l'humanité⁽⁶⁾. Supposons le cas de l'annonce d'un risque de collision d'une météorite avec la terre dans vingt ans, cet événement conduisant à l'anéantissement de toute forme de vie sur notre planète. Supposons de plus qu'il existe une technologie permettant d'éliminer ce risque, mais qu'elle nécessite de sacrifier une part x du PIB mondial pendant les vingt prochaines années. Quelle est la valeur maximale de ce sacrifice x en fonction de la probabilité p de collision ? Pour Weitzman (2009), nous devrions être prêts à tout sacrifier pour sauver cette humanité, quelle que soit la probabilité p décrivant la vraisemblance de cette collision, dès lors qu'elle est non nulle⁽⁷⁾. Cet argument appliqué au changement climatique conduirait à recommander l'élimination très rapide de toute émission de GES, et le choix d'une valeur quasi infinie au carbone.

(4) Gollier (2007a) examine cet aspect du rapport Stern plus en détail.

(5) La théorie de la finance souffre aussi de cet excès de référence à l'hypothèse de normalité. Certains articles récents, dont Barro (2009), suggèrent que la prise en compte d'événements extrêmes, tels que ceux révélés par la crise financière actuelle, permet d'expliquer le paradoxe de la prime de risque. Le paradoxe de la prime de risque est de même nature que l'observation que la prise en compte du risque dans le rapport Stern a un effet complètement marginal sur l'analyse coût-bénéfice.

(6) Sur le degré de réalité de tels scénarios, voir Diamond (2005), qui étudie le destin de certaines civilisations disparues par le fait de la mauvaise gestion des biens communs.

(7) C'est une conséquence de l'hypothèse de constance de l'aversion relative au risque.

Je ne pense pas que l'argument de Weitzman, qui s'apparente à une interprétation catastrophiste du principe de précaution, soit très convainquant, pour les raisons suivantes. Premièrement, il existe d'autres périls globaux – réels ou fantasmés – avec un risque d'extinction de l'humanité, tels que les pandémies, l'hiver nucléaire, ou la catastrophe écologique due à une innovation biotechnologique incontrôlée par exemple. Outre l'impossibilité de classer par ordre de mérite les politiques publiques sous une telle hypothèse et la domination de ces risques extrêmes dans l'analyse des politiques économiques, cette approche conduirait très sûrement à une très forte décroissance au niveau mondial, avec des conséquences probablement encore plus apocalyptiques que les maux que ces politiques sont censées traiter. Deuxièmement, l'observation des comportements individuels indique une propension à payer relativement faible pour prévenir de tels risques au niveau individuel. Nous sommes tous confrontés au risque d'effondrement individuel, comme le décès. Nous pouvons réduire ce risque de multiples façons, comme par l'achat et l'entretien d'un véhicule plus sûr, par une alimentation plus saine, l'abandon du téléphone portable, ou l'exercice fréquent d'un sport par exemple. L'observation est que nous ne sacrifions rarement plus qu'une fraction marginale de notre budget ou de notre temps à ce type d'investissement coûteux. Nous faisons tous les jours des arbitrages entre consommation et prévention de risques catastrophiques. La valeur que nous accordons à notre propre vie n'est donc pas infinie.

Il est néanmoins incontestable que la prise en compte des événements extrêmes dans le calcul économique mérite un traitement plus adapté dont les éléments tant scientifiques qu'opérationnels restent encore à fixer. Il est possible que ce traitement joue un rôle crucial à l'avenir pour fixer la valeur carbone. Ce texte n'a pas vocation à décrire cette théorie en formation. Elle nécessite de préciser la manière d'évaluer le niveau de bien-être collectif à des niveaux extrêmes de détérioration du niveau de vie, ainsi que la manière de pondérer dans l'analyse globale les probabilités des événements très peu probables.

Le problème du traitement des queues de distribution épaisses n'est pas très éloigné du principe de précaution, dont le contexte d'application est l'imprécision des probabilités. Lorsqu'il est difficile de quantifier de façon précise la distribution du risque, par exemple parce que la valeur de certains paramètres des modèles intégrés climato-économiques est inconnue, les queues de distribution deviennent naturellement épaisses⁽⁸⁾. De plus, l'ambiguïté des probabilités mérite aussi un traitement particulier dans l'analyse. En effet, comme le montre le jeu d'Ellsberg, les individus ne perçoivent pas de la même façon un risque de perte de 10 % avec une probabilité $\frac{1}{2}$ et un risque de perte de 10 % avec une probabilité inconnue d'espérance $\frac{1}{2}$.

(8) Pour illustrer, supposons que le dommage soit normalement distribué, mais que l'espérance de cette variable aléatoire soit inconnue. Si l'espérance est elle-même normalement distribuée, la distribution non conditionnelle du dommage devient gouvernée par une loi de student- t , dont on sait qu'elle se caractérise par une surfréquence des événements extrêmes par rapport à la loi normale de même variance.

3. Désaccords sur l'actualisation

Comme l'essentiel des dommages liés à l'augmentation de la concentration des GES dans l'atmosphère se produira dans un avenir lointain, le traitement du temps dans l'évaluation économique du changement climatique fait l'objet d'une violente controverse depuis de nombreuses années, et celle-ci s'est intensifiée depuis la publication du rapport Stern. Dans ce dernier, un taux d'actualisation de 1,4 % est implicitement utilisé pour pondérer les dommages futurs par rapport aux dommages présents. Par contre, le modèle DICE de Nordhaus utilise un taux d'actualisation de 5 %. Ceci conduit à ce que les dommages encourus dans 200 ans jouent un rôle plus de 1 000 fois supérieur dans l'analyse de Stern que dans celle de Nordhaus ! Cette différence de pondération du long terme dans l'évaluation semble pouvoir expliquer l'essentiel de la différence des valeurs carbonees proposées par ces deux auteurs (85 \$/tCO₂ pour Stern, et 8 \$/tCO₂ pour Nordhaus).

J'ai, à de multiples reprises, donné mon avis sur le taux d'actualisation à utiliser dans les analyses coût-bénéfice impliquant le très long terme. En accord avec la Commission Lebègue dont je fus membre, je recommande un taux d'actualisation de 2 %. Ce taux intègre deux dimensions qui s'opposent. D'un côté, l'anticipation d'une hausse du niveau de développement économique de l'humanité dans les décennies et siècles à venir suggère un taux d'actualisation élevé, pour réduire le sacrifice des pauvres générations actuelles pour le bénéfice de nos très riches descendants. D'un autre côté, cette croissance anticipée n'est pas certaine. Cette incertitude mérite une certaine prudence, et un effort accru en faveur des générations futures qui devront la porter. Ceci milite en faveur d'un taux d'actualisation relativement faible. Reprenons en détail ces deux éléments de l'analyse⁽⁹⁾.

L'effet richesse est lié à notre désir de réduire les inégalités de consommation dans le temps. En conséquence, nous ne sommes prêts à sacrifier un peu de notre bien-être présent que si notre anticipation de l'avenir est moins favorable que ce présent, ou que si le rendement social de ce sacrifice est élevé. Au contraire, si on anticipe une hausse de revenu à l'avenir, cela réduit notre propension à épargner. La rentabilité de notre épargne doit être suffisamment accrue pour compenser l'augmentation des inégalités intertemporelles de consommation que cette épargne génère. Au niveau collectif, il existe donc un lien entre le taux de croissance de la consommation et le taux de rentabilité minimal du capital qui justifie ce niveau de sacrifice envers l'avenir. En l'absence de friction, ce taux de rentabilité est le taux d'intérêt d'équilibre sur le marché du crédit, et le taux d'actualisation socialement désirable. Plus élevé est le taux de croissance anticipé de l'économie, plus élevé est le taux d'actualisation. En un mot, pourquoi faire des sacrifices aujourd'hui pour un avenir de toute façon plus favorable ? Cette

(9) Il existe un troisième élément à l'analyse : la préférence pure pour le présent. Je considère qu'il est éthique d'utiliser un objectif intergénérationnel où le poids de l'utilité de chaque génération est le même.

relation positive entre croissance et taux d'intérêt est empiriquement vérifiée, puisque ce dernier croît lorsque les ménages anticipent une accélération de la croissance, et décroît lorsque l'économie décélère ou s'apprête à entrer en récession.

Les économistes ont cherché à quantifier le lien entre taux de croissance g de l'économie et taux d'actualisation r . La règle de Ramsey (1928) s'écrit $r = \delta + \gamma g$, où δ est le taux de préférence pure pour le présent que je normalise à 0, et γ est le coefficient d'aversion aux inégalités de consommation. En d'autres termes, γ est la réponse à la question suivante : de combien faut-il augmenter le taux (en %) de rentabilité de l'épargne lorsque le taux de croissance des revenus augmente de 1 %, de manière à laisser l'épargne inchangée ? Stern suppose que $\gamma = 1$. De plus, il suppose un taux de croissance du PIB mondial de $g = 1,3$ % et un taux de préférence pure pour le présent de $\delta = 0,1$ %. C'est pourquoi son analyse est supportée par un taux d'actualisation de 1,4 %. Le choix de Stern d'une valeur unitaire pour γ peut surprendre. En effet, Stern écrivait en 1977 que « *From estimates of demand systems, we have found a concentration of estimates of γ around 2 with a range of roughly 0-10* », Stern (1977). Nordhaus et Weitzman préfèrent le jeu de valeurs suivant : $\gamma = 2$, $g = 2$ % et $\delta = 1$ %, ce qui implique un taux d'actualisation $r = 5$ % !

Le taux de croissance du PIB réel des pays de l'OCDE a été proche de 2 % par an depuis la révolution industrielle. *A priori*, il me semble qu'il n'y a pas plus d'arguments structurels en faveur d'une baisse de cette tendance que d'une hausse de cette tendance dans les décennies à venir. C'est pourquoi, je suis favorable à l'utilisation de $g = 2$ % dans les calibrations des modèles climato-économiques de long terme. Pour des raisons, éthiques, je suis aussi favorable à imputer le même poids à toutes les générations dans la fonction de bien-être social, ce qui implique de choisir $\delta = 0$ %. Reste le choix de γ . Il ne fait pas de doute que le choix de Stern $\gamma = 1$ est trop faible. Il suggère une aversion aux inégalités relativement faible. Supposons que l'individu A soit deux fois plus riche que l'individu B. Considérons une politique de redistribution qui implique que chaque euro pris au riche A permette de donner k euro au pauvre B. Sous l'hypothèse de Stern ($\gamma = 1$), cette politique est socialement désirable dès lors que k est supérieur à $\frac{1}{2}$. Pour Nordhaus et Weitzman qui supposent une aversion aux inégalités plus forte ($\gamma = 2$), cette politique est désirable dès lors que k est supérieur à un quart. Le choix de γ revêt donc une dimension éthique qu'il n'est pas de mon ressort de trancher, mais j'aurais personnellement tendance à préférer $\gamma = 2$ ⁽¹⁰⁾. J'en conclus que l'effet richesse milite pour un taux d'actualisation autour de $r = 4$ % réel par an.

(10) Cette préférence provient de l'identité entre aversion relative au risque et aversion aux inégalités que sous-tend la théorie rawlsienne du voile d'ignorance. Une aversion relative au risque de 2 est raisonnable.

La prise en compte de l'incertitude tend à réduire ce taux, mais il n'existe pas de consensus sur l'intensité de cette réduction. Par contre, un certain consensus semble s'établir sur l'hypothèse que cette réduction est d'autant plus importante que l'horizon temporel considéré est grand. Weitzman (2007b) suggère même que cette réduction tend vers l'infini pour des horizons longs ! Reprenons l'argument pour en comprendre les implications opérationnelles. L'incertitude à laquelle les ménages sont traditionnellement confrontés tend à accroître leur épargne de précaution. En d'autres termes, l'incertitude affectant l'avenir a un effet positif sur la propension à sacrifier le présent pour améliorer l'avenir. Une forte incertitude affectant l'avenir incite les ménages à épargner même quand la rentabilité de cette épargne est faible. En conséquence, le taux d'actualisation est négativement lié à l'incertitude affectant la consommation future.

Cet effet de précaution modifie la règle de Ramsey en rajoutant un 3^e terme dans le membre de droite, de la façon suivante : $r = \delta + \gamma g - 0,5 \gamma^2 \sigma^2$, où σ^2 est la variance du taux de croissance de la consommation. L'effet de précaution $-0,5 \gamma^2 \sigma^2$ a bien un effet négatif sur le taux d'actualisation r , mais cet effet est marginal à court terme. En effet, la volatilité s du taux de croissance de la consommation au XX^e siècle est généralement estimée autour de 2 % par an. En prenant $\gamma = 2$, on obtient un effet précaution égal à $-0,08$ %, impliquant un taux d'actualisation socialement désirable de 3,92 %.

Lorsque les chocs affectant le taux de croissance de la consommation ne sont pas corrélés dans le temps, il est socialement efficace d'utiliser le même taux d'actualisation quelle que soit la durée de l'investissement considéré. Par contre, si les chocs sont positivement corrélés dans le temps, c'est-à-dire si les chocs sont persistants, l'incertitude affectant la consommation future est magnifiée dans le long terme, ce qui justifie un effet précaution qui croît avec la durée de l'investissement. La persistance des chocs sur le taux de croissance du PIB justifie donc une structure par terme décroissante du taux d'actualisation. Il y a de multiples façons de modéliser cette persistance. Le cas le plus simple se produit lorsque la loi de distribution des chocs sur le taux de croissance annuelle est inconnue. Supposons par exemple que le taux de croissance espéré soit inconnu. Dans ce cas, un taux élevé observé les premières années permet de réviser à la hausse nos anticipations de croissance future. Il y a donc un phénomène de persistance des chocs perçus. Weitzman (2007b) montre que si nos croyances sur la distribution du taux espéré de croissance ou sur sa variance ont un support non borné, alors, l'effet de précaution devient infini pour des horizons très long, et le taux d'actualisation socialement désirable tend vers -100 %. Gollier (2007b et 2008) dérive un résultat plus général relatif à la décroissance de la structure par terme du taux d'actualisation, et examine des calibrations plus réalistes des croyances. Ces travaux suggèrent qu'il est socialement efficace de prendre un taux autour de 4 % pour actualiser les bénéfices relativement proches (inférieurs à trente ans), mais d'utiliser un taux tendant vers 2 % pour des bénéfices se réalisant dans un avenir très éloigné. Ce taux de 2 % n'est pas très éloigné des 1,4 % utilisés par Stern.

4. Étalement des efforts dans le temps

J'ai décrit dans les deux sections précédentes le mécanisme de quantification de la distribution des dommages futurs, de l'évaluation de leur équivalent certain et de leur valeur actualisée. La valeur carbone socialement efficiente est égale à cette valeur actualisée du flux d'équivalents certains des dommages futurs. Cette valeur gouverne les décisions individuelles de réduction des émissions de GES. La messe serait donc dite. Cette vision des choses est bien sûr exagérément optimiste, pour plusieurs raisons. Premièrement, comme on l'a vu dans la section 1, la quantification de la distribution des dommages et le calcul des équivalents certains restent aujourd'hui encore des objectifs inatteignables étant donné la complexité et la diversité des impacts. Cela conduit à substituer souvent une analyse coût-bénéfice par une approche coût-efficacité qui élimine le problème de la détermination de l'objectif de réduction, choix cédé à la sphère politique. Deuxièmement, une majorité des décisions individuelles de réduction des émissions nécessite de disposer de la chronique complète des prix du carbone sur des horizons très longs : soixante ans pour une centrale nucléaire, plusieurs siècles pour certaines infrastructures de transport... Il est donc crucial de pouvoir donner des indications claires et crédibles sur les évolutions du prix du carbone sur le long terme. Finalement, des informations nouvelles susceptibles de modifier fondamentalement la politique de lutte contre l'effet de serre doivent être anticipées, ce qui nécessite d'introduire dans l'analyse deux outils cruciaux de gestion des risques : les valeurs d'option et la flexibilité. Cette section est consacrée à l'analyse de ces différents ingrédients.

4.1. Croissance du prix du carbone dans le temps

Une condition d'optimalité bien connue, rappelée plus haut, est qu'à tout instant, le prix du carbone soit égal au dommage marginal actualisé généré par la tonne de carbone émise. L'évolution de ce prix dans le temps est donc dictée par l'évolution du dommage marginal du CO_2 . Supposons que la concentration de CO_2 croisse dans le temps, et que le dommage soit une fonction convexe de cette concentration, comme supposé par la plupart des modèles intégrés disponibles. Dans ce cas, le coût marginal du CO_2 – et la valeur carbone – croît dans le temps. Par exemple, le modèle DICE de Nordhaus produit un prix du carbone qui croît à 2 % par an. Si on suit la politique considérée par Nordhaus (2008, p. 91) comme optimale, le prix du carbone devrait être de 9 \$/t CO_2 en 2010, 25 \$/t CO_2 en 2050, et 55 \$/t CO_2 en 2100.

Le modèle DICE explicite une comparaison des coûts d'abattement et de ses bénéfices, de manière à ce qu'à tout instant, coûts marginaux et bénéfices marginaux d'abattement s'égalisent. Cela conduit à la caractérisation d'une politique dynamique d'abattement socialement efficace. La logique de la hausse tendancielle de la valeur carbone est donc claire : dans le court terme, les dommages causés par le changement climatique sont trop

marginaux pour que nous y consacrons une fraction importante de notre capital productif, dont la rentabilité est par ailleurs élevée. Néanmoins, au fur et à mesure que la concentration de GES s'accroît la valeur actualisée des dommages marginaux tend à s'accroître, et les efforts de réduction des émissions deviennent de plus en plus rentables, socialement parlant. C'est cet argument fondamental, combiné avec un taux d'actualisation relativement élevé, que Nordhaus met en avant pour reporter les efforts de lutte contre l'effet de serre à plus tard. Le dosage précis de ce report des efforts dans le temps dépend d'un grand nombre de facteurs, dont la fonction d'impact/concentration, et l'évolution des coûts d'abattement dans le temps.

Néanmoins, la plupart des autres modèles disponibles utilisent une approche coût-efficacité dans laquelle un objectif exogène de concentration-limite est fixé, en général entre 500 et 650 ppm. Reconnaisant la difficulté à quantifier les bénéfices de la lutte contre le changement climatique, ces modèles se limitent donc à décrire la meilleure chronique d'abattement et de prix du carbone pour atteindre l'objectif de concentration-plafond exogènement fixé. Ce type de modèle prend donc comme un fait accompli les politiques du type facteur 4 français (réduction des émissions de 75 % en France d'ici 2050), ou la règle européenne de la réduction de 20 % des émissions de GES d'ici à 2020. Cette approche alternative à celle d'une optimisation globale semble contourner les principales difficultés rencontrées dans la démarche précédente puisqu'il n'est plus nécessaire de passer par l'analyse du coût social du carbone et de définir une fonction des dommages. L'objectif de réduction des émissions étant prédéfini, on considère que le stock de CO₂ susceptible d'être émis devient lui-même fini, le problème économique se transforme alors radicalement et peut être assimilé à celui dans lequel on s'interroge sur l'utilisation optimale d'une ressource rare. On est alors ramené au cas traditionnel et bien connu initié par Hotelling qui a fait l'objet lui aussi de nombreux débats et qui a été développé dans la littérature en économie de l'environnement sur la gestion des ressources naturelles épuisables. Sans entrer ici dans l'ensemble des développements théoriques, on rappellera le résultat final le plus simple qui établit que la valeur (prix) qui permet d'optimiser la consommation dans le temps de la ressource rare croît au même rythme que le taux d'intérêt, la question du prix initial restant un des points délicats de l'approche (voir Baumstark et Gollier, 2008).

L'intuition de ce résultat est simple. Considérons une stratégie consistant à reporter l'effort d'abattement à la marge de t à $t + \Delta t$. Cette stratégie est neutre par rapport à l'objectif de concentration. Mais elle permet d'épargner le coût marginal d'abattement en t , tout en augmentant le coût en $t + \Delta t$ d'un montant égal au coût marginal d'abattement prévalant à cette date. Si l'épargne en t est placée au taux sans risque, la rentabilité sociale de cette stratégie est donc égale à la différence entre ce taux d'intérêt et le taux de croissance du coût marginal d'abattement. Donc, si le coût marginal croît à un taux inférieur au taux d'intérêt, cette substitution intertemporelle est socialement désirable, et la chronique d'émission initialement considérée

ne peut être efficiente. Un raisonnement symétrique peut être fait lorsque le coût marginal croît à un taux supérieur au taux d'intérêt. En conséquence, une condition nécessaire d'efficacité est que le coût marginal d'abattement, donc la valeur carbone, croisse au taux d'intérêt⁽¹¹⁾.

Dès lors que le taux de croissance de la valeur carbone est fixé, il ne reste plus qu'un seul degré de liberté pour atteindre l'objectif de concentration : la valeur initiale du CO₂. À partir de cette valeur initiale, on déduit la chronique de valeurs sur l'ensemble de la période, ce qui permet à chaque acteur de déterminer sa stratégie d'investissement et d'émission, et d'anticiper l'évolution de cette stratégie dans le temps. Une hausse de la valeur initiale conduit à une hausse de l'ensemble de la chronique, et donc à une baisse des émissions, d'autant plus importante que l'élasticité (à long terme) des émissions au prix du carbone est importante. Il existe donc une valeur carbone initiale qui permet d'atteindre l'objectif de concentration désiré.

Dans le cadre de la Commission Quinet (2008), le Centre d'analyse stratégique a mené plusieurs études basées sur des modèles climato-économiques (IMACLIM, GEMINI-E3 et POLES) pour décrire le profil temporel de la valeur carbone. Évidemment, les résultats de ces études sont fortement sensibles aux hypothèses qui sont faites dans les modèles. De ses travaux, trois dimensions se dégagent comme affectant de façon déterminante le profil de la valeur carbone : la croissance économique, l'objectif de concentration et les hypothèses sur le progrès technique futur. Ces dimensions sont entachées de très importantes incertitudes. Une hausse de l'anticipation de croissance économique tend à accroître les émissions, ce qui doit être compensé par une augmentation de la valeur carbone. En conséquence, une modification de ces anticipations à l'avenir nécessitera une adaptation de la valeur carbone. On peut aussi raisonnablement anticiper que l'objectif ultime de réduction des émissions que les Européens se sont fixé sera sujet à réévaluation à l'avenir, en fonction des nouvelles connaissances sur les mécanismes physico-chimiques de l'effet de serre, sur l'effet d'entraînement ou non de l'exemple européen à d'autres zones géographiques du monde, ou sur l'évaluation des impacts du changement climatique. Comme on le voit dans le rapport Stern, ce dernier élément, crucial pour déterminer l'objectif de concentration maximal socialement désirable, est très incertain.

Mais l'incertitude porte aussi sur les innovations technologiques vertes que l'on peut espérer à l'avenir, dont on pense qu'elles nous permettront d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO₂ à un coût éco-

(11) On peut généraliser ce raisonnement pour tenir compte de l'absorption naturelle du carbone atmosphérique par les océans ou la photosynthèse. L'intensité de cette absorption est en première approximation proportionnelle à la concentration de CO₂ atmosphérique. Dans ce cas, il peut être intéressant d'émettre plus en début de période, en vue de bénéficier de cet effet d'absorption. Dans ce cas, il faut modifier la règle en déduisant le taux d'absorption naturel du taux d'intérêt (voir la contribution de Katheline Schubert dans le rapport Quinet, 2008).

nomique et social beaucoup plus faible qu'aujourd'hui. Ainsi, selon que nous parvenons à développer ou non la technique de séquestration du carbone, la fusion nucléaire, le solaire ou l'éolien à des coûts qui rendent ses technologies efficaces, notre vision du problème climatique sera différente. Si on est optimiste, pour forcer le trait, rien ne sert de se lancer dans des efforts coûteux aujourd'hui. En particulier, certains modèles mettent en œuvre un processus de « *learning by doing* » qui génère de fortes réductions des coûts d'abattement à l'avenir. Si on anticipe que ce phénomène permet à terme à ces technologies de devenir efficaces, cela conduit à une réduction de la valeur initiale du carbone recommandée par ces modèles. Une conséquence indirecte de cette baisse est une réduction de l'effort de R&D des entreprises, dont certains pensent justement qu'il constitue la meilleure chance de résoudre le problème climatique à long terme. Ici aussi, il est très difficile d'appréhender l'impact à long terme de la R&D sur la réduction des coûts d'abattement.

L'incertitude sur ces différentes dimensions doit gouverner la politique publique dans le sens d'une prudence raisonnée. Elle affecte la politique efficace de deux façons. Premièrement, la valeur carbone, qui doit continuer à croître *en espérance* au taux d'intérêt, devrait être flexible pour tenir compte des informations nouvelles qui seront révélées à l'avenir sur l'objectif socialement désirable de concentration ou sur l'arrivée de technologies efficaces de réduction des émissions ou de séquestration. L'aspect négatif de cette flexibilité, c'est le risque qu'elle fait porter sur les émetteurs et sur les innovateurs potentiels. Investir dans des technologies vertes pour profiter du prix du carbone devient risqué, et réduit donc les incitations. Néanmoins, ce risque n'est que le pendant normal des multiples incertitudes inhérentes au système, et il est naturel que ce risque soit porté par les acteurs. Ceci milite pour la création de marchés futurs ou d'assurance permettant de couvrir le risque des acteurs les plus risquophobes. Le problème est que flexibilité et crédibilité font rarement bon mariage, le refus de s'engager sur un prix du carbone à long terme pouvant être perçu comme une faiblesse des États à s'engager. En même temps, qui pourrait croire en la crédibilité d'une politique européenne totalement rigide basée sur l'hypothèse d'un accord mondial en faveur du climat, alors qu'un tel accord est très incertain ? Qui pourrait croire que l'Europe pourrait maintenir une politique ambitieuse de réduction d'émission et de prix élevé du carbone durant cinquante ans si elle reste la seule à le faire ? Or, la crédibilité de l'engagement à long terme est cruciale pour le succès d'une politique basée sur les signaux prix. Il s'agit dès lors d'annoncer de façon transparente non pas une chronique déterministe de prix, mais bien un mécanisme de révision du prix basé sur des règles prédéfinies intégrant les éléments affectant la valeur carbone discutés ci-dessus.

Deuxièmement, l'incertitude doit nous inciter à la prudence dans la fixation du prix initial du carbone. Ce prix doit effectivement intégrer l'espoir de l'émergence de solutions peu coûteuses au changement climatique, mais

aussi le risque que de tels espoirs ne se réalisent pas. Exactement comme les ménages augmentent leur épargne de précaution lorsque de nouvelles incertitudes s'accumulent sur leur avenir, nous devons collectivement imputer une « prime de précaution » à la valeur initiale du carbone pour tenir compte des incertitudes relatives au progrès technique vert, à la géopolitique du climat, et aux dommages liés aux modifications de ce climat. Baumstark et Gollier (2008) examinent plus en détail cette prime de précaution sur le carbone.

Sur ces bases, le rapport Quinet préconise la fixation d'une valeur initiale du carbone à 32 €/tCO₂ en 2010. Cette valeur devrait monter à 100 €/tCO₂ en 2030, puis atteindre une valeur comprise entre 150 et 350 €/tCO₂ en 2050, avec une cible à 200 €/tCO₂ compte tenu des connaissances actuelles.

4.2. Prix du carbone et crise économique

L'imposition d'une valeur de marché à une externalité est de nature à améliorer le bien-être intertemporel. Néanmoins, à court terme, cette modification structurelle de notre économie s'accompagne d'une réallocation de nos ressources et de nos investissements. Au lieu de produire des biens et des services nouveaux, une fraction non négligeable – Stern recommande jusqu'à 20 % du PIB mondial – de nos capitaux physiques et humains pourrait être réorientée vers la lutte contre l'effet de serre. Ceci pourrait représenter un sacrifice considérable pour les générations présentes. Concrètement, les ménages vont investir dans la rénovation de leur système de chauffage ou d'isolation de leur habitation (on parle d'une hausse de 15 % du coût de construction en vue de satisfaire les nouvelles normes en 2010 en France), l'achat de véhicule moins polluant. Cette réallocation des budgets domestiques se fera en défaveur de l'achat d'autres biens de consommation et de loisir. De même, la production d'électricité va être renchéri par les investissements dans des sources d'énergie renouvelables dont on sait qu'elles sont plus coûteuses que la production en base, d'origine nucléaire en France. Comme ces investissements sont pris en compte dans le calcul du PIB, ce sacrifice n'apparaîtra pas comme tel dans la comptabilité nationale. Les investissements nécessaires consécutifs aux décisions du Grenelle ou à l'imposition d'une valeur carbone élevée pourraient bien apparaître comme un moyen de relancer l'économie, et créer des dizaines de milliers d'emploi en France, mais cela se ferait paradoxalement en défaveur du bien-être des citoyens des générations actuelles. Il est difficile d'estimer ce sacrifice⁽¹²⁾. Stern (2007) l'estime à 1 % du PIB mondial de façon permanente, mais ce calcul a prêté à de vives controverses.

(12) Le calcul qui consiste à constater qu'un prix de 32 €/tCO₂ conduit à une dépense totale de 864 milliards d'euros par an, c'est-à-dire à une dépense par habitant de 144 euros par an, n'est pas pertinent puisque cette dépense supplémentaire correspond à une recette fiscale ou parafiscale pour les États.

Comme ces citoyens sont aussi actuellement confrontés à une crise financière et économique sans précédent depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, avec une chute importante du pouvoir d'achat et une hausse du chômage, on peut s'interroger sur la pertinence de mettre en œuvre une telle politique dans le contexte actuel. De même, la situation financière des entreprises n'est guère propice à l'investissement et à l'augmentation de leur coût de production, en particulier si l'on tient compte des « fuites de carbone » par la création d'une concurrence déloyale des entreprises étrangères non soumises à la valeur carbone. Plus généralement, on peut s'interroger sur la relation entre la valeur carbone et le cycle économique.

Si on raisonne sur la base que la valeur carbone à tout instant est égale à la valeur présente des dommages marginaux des émissions actuelles, la seule raison qui pourrait militer en faveur de la baisse de la valeur carbone est basée sur l'idée que la crise économique, si elle est persistante, devrait réduire naturellement les émissions sur une longue période, et freiner la hausse de la concentration dans le temps. Si la fonction de dommage est convexe avec la concentration, la valeur actuelle des dommages marginaux d'une tonne de CO₂ émise aujourd'hui devrait s'en trouver réduite. Néanmoins, si la crise économique est persistante, et si elle réduit de façon durable le taux de croissance économique, ceci devrait avoir pour effet de réduire le taux d'actualisation⁽¹³⁾. Cela aura alors mécaniquement pour effet d'augmenter la valeur carbone. Ces deux effets contradictoires pourraient bien s'annuler réciproquement dans cette configuration. Le scénario alternatif est celui d'une crise économique courte, avec un rapide retour d'anticipations optimistes sur la croissance économique. Dans ce cas, l'effet dépressif sur les émissions devient quasi inexistant, mais la hausse du taux d'actualisation dû à l'effet richesse peut avoir pour conséquence une baisse importante de la valeur carbone durant cette période de récession temporaire. Il y a donc bien une relation inverse entre le niveau de l'activité économique et la valeur carbone. Cela va bien dans le sens de lisser les efforts dans le temps, objectif désirable de l'action publique dès lors que les ménages éprouvent une aversion aux fluctuations de la consommation dans le temps.

Si on raisonne dans le schéma alternatif coût-efficacité avec un objectif exogène de concentration limite à un horizon donné, il faut prendre en compte l'effet de la récession sur les émissions. Si la crise économique affecte durablement les perspectives de croissance, les émissions en seront réduites d'autant, et la valeur carbone pourra être réduite en conséquence. Ici aussi, il y a une relation négative entre anticipation de taux de croissance économique et valeur carbone.

(13) Le taux d'actualisation dépend de nos anticipations de croissance économique. Par l'effet richesse, une baisse de ces anticipations doit nous inciter à réviser à la baisse le taux d'actualisation. Le rapport Lebègue a clairement exprimé ce point.

Je conclus ici qu'il est désirable de moduler le prix du carbone inversement aux anticipations de croissance économique. Ceci aura pour résultat d'augmenter les efforts de réduction des émissions de GES en phase haute du cycle économique, et de réduire ces sacrifices durant les périodes plus difficiles en phase basse du cycle. Si on a un objectif de relance keynésienne à l'esprit en période de récession, mieux vaut investir dans des projets générant des bénéfices immédiats pour le citoyen, que dans la lutte contre l'effet de serre dont les bénéficiaires seront les générations futures !

4.3. Valeurs d'option

Cette incertitude sur l'évolution de la valeur carbone introduit une dimension supplémentaire dans l'analyse du timing optimal de lutte contre l'effet de serre. Au niveau collectif, cette incertitude offre une prime aux actions flexibles, ou moins irréversibles. Cette « valeur d'option » est souvent invoquée comme un argument en faveur de la mise en œuvre d'actions massives et immédiates en faveur de la lutte contre l'effet de serre. En effet, l'émission de GES est essentiellement irréversible (sauf mise en œuvre de technologies de séquestration du carbone atmosphérique). S'il apparaît demain que les émissions d'aujourd'hui ont en fait un effet beaucoup plus dévastateur qu'initialement prévu, il sera impossible de revenir en arrière. Il y a donc une valeur d'option à réduire les émissions de façon conséquente dès aujourd'hui. Mais il existe une autre forme d'irréversibilité qui milite en sens inverse. La plupart des investissements en capital physique permettant de réduire les émissions sont irréversibles : parc éolien et photovoltaïque, isolation thermique... Si on apprend demain que le problème du changement climatique est moins sévère que prévu, ou si une technologie nouvelle émergeait qui permette une réduction massive des émissions à faible coût, on aurait investi aujourd'hui inutilement. Cette forme d'irréversibilité offre une valeur d'option à reporter les efforts, et milite donc en faveur d'une stratégie plus attentiste. Je ne connais aucune étude permettant de déterminer laquelle de l'irréversibilité entropique ou de l'irréversibilité de l'investissement physique domine l'autre. Il n'existe pas de modèle intégré suffisamment fin permettant de répondre à cette question. Nordhaus (2008) suggère que l'irréversibilité entropique n'a qu'un effet marginal sur la décision optimale de lutte contre l'effet de serre.

Cette incertitude au niveau collectif percole naturellement au niveau individuel, puisqu'elle génère une incertitude sur le prix futur du carbone. Je ne reviens pas ici sur la nécessité de cette approche flexible, malgré l'aversion au risque des acteurs économiques. Le fait est que cette incertitude sur l'évolution des prix a pour corollaire une valeur d'option à reporter les investissements permettant de lutter contre les émissions de GES. Cela pourrait suggérer une compensation dans le système incitatif par une hausse de la valeur initiale de la tonne de CO₂.

5. Conclusion

Au-delà de la question de la manière de mettre en œuvre une politique internationalement cohérente de lutte contre le changement climatique, se pose la question de l'intensité de cet effort et de son étalement dans le temps. De très importants désaccords prévalent aujourd'hui entre les différents spécialistes du domaine. En particulier, Stern propose une valeur carbone de 85 \$/tCO₂, alors que Nordhaus recommande plutôt une valeur carbone de 8 \$/tCO₂ ! La proposition de Stern conduirait à un changement radical de nos modes de consommation d'énergie à très court terme, avec des coûts importants de mise en œuvre, alors que la recommandation de Nordhaus n'aurait qu'un impact très marginal à court et moyen terme. Comment expliquer ces différences aussi fondamentales ?

En ce qui concerne le traitement de l'incertitude sur les dommages, les développements récents de la littérature suggèrent que les modèles actuels ne les appréhendent pas de façon efficace. En particulier, il est probable que la vraisemblance de scénarios climatiques extrêmes doive jouer un rôle beaucoup plus important dans la détermination de la valeur carbone que ce qui est proposé autant dans le rapport Stern que dans les travaux de Nordhaus. Hélas, il n'existe pas à ce jour de consensus sur la manière de traiter les événements extrêmes, ainsi que l'ambiguïté sur les probabilités. La difficulté ici est de mettre en place une méthode d'évaluation des risques qui appréhende bien les queues de distribution, sans rentrer dans le cercle vicieux du catastrophisme.

On connaît l'importance du choix du taux d'actualisation lorsque le long terme constitue un élément crucial du contexte. Nordhaus et Stern s'opposent effectivement à ce sujet. Stern sous-estime l'effet richesse en choisissant une aversion aux inégalités intertemporelles trop faible et un taux de croissance économique relativement pessimiste. Par contre, pour des horizons longs, ce pessimisme excessif est compensé par l'existence d'un effet de précaution mal appréhendé par les deux protagonistes. J'en conclus que le choix d'un taux de 1,4 % par Stern est plus proche de l'optimum social de 2 % que le taux de 5 % utilisé par Nordhaus.

Ces deux éléments militent en faveur d'une action vigoureuse de lutte contre l'effet de serre. Néanmoins la quantification de la valeur sociale du carbone reste très délicate à cause de la complexité et de la multiplicité des sources d'incertitude. C'est pourquoi l'approche favorisée actuellement est celle d'une analyse coût-efficacité dans laquelle l'objectif de concentration à un horizon donné est fixé de façon exogène. L'objectif Facteur 4 conduit à recommander un prix actuel de la tonne de CO₂ autour de 30 euros. Son évolution dans le temps devrait être flexible, de manière à tenir compte de façon transparente de plusieurs facteurs : activité économique, progrès technologique vert, adhésion de nouveaux pays à un accord global de réduction des émissions. Cette incertitude sur l'évolution du prix du carbone devrait être compensée par des mécanismes de marché permettant la couverture de

ces risques de long terme pour les opérateurs les plus sensibles ou les plus exposés à ces risques. En tout état de cause, le mécanisme prédéfini – mais flexible – devrait être tel que le taux de croissance du prix du carbone tourne autour de 4 % par an *en espérance*. Ceci implique un prix espéré de la tonne de CO₂ autour de 200 euros en 2050, en accord avec le rapport Quinet (2008).

Références bibliographiques

- Barro R.J. (2009) : « Rare Disasters, Asset Prices, and Welfare Costs » *American Economic Review*, n° 99, pp. 243-264.
- Barsky R.B., F.T. Juster, M.S. Kimball et M.D. Shapiro (1997) : « Preference Parameters and Behavioral Heterogeneity: An Experimental Approach in the Health and Retirement Study », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 112, mai, pp. 537-79.
- Baumstark L. et C. Gollier, (2008) : *La dynamique de la valeur carbone en environnement incertain*, Miméo Toulouse School of Economics.
- Diamond J. (2005) : *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*, Viking Press.
- GIEC (2007) : *Climate Change 2007: The AR4 Synthesis Report*, R.K. Pachauri (IPCC Chairman) et A. Resinger (Head of Technical Support Unit), The Core Writing Team, IPCC, Genève.
- Gollier C. (2007a) : « La finance durable du rapport Stern », *Revue d'Économie Politique*, vol. 117, n° 4, pp. 463-473.
- Gollier C. (2007b) : « The Consumption-Based Determinants of the Term Structure of Discount Rates », *Mathematics and Financial Economics*, vol. 1, n° 2, pp. 81-102.
- Gollier C. (2008) : « Discounting with Fat-Tailed Economic Growth », *Journal of Risk and Uncertainty*, n° 37, pp. 171-186.
- Hope C. (2006) : The Marginal Impact of CO₂ from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern », *Integrated Assessment*, vol. 6, n° 1, pp. 19-56.
- Mendelsohn R.O. (2007) : « A Critique of the Stern Report », *Regulation*, winter 2006-2007, pp. 42-46.
- Nordhaus W. (2008) : *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, Yale University Press, New Haven et Londres.
- de Perthuis C. (2009) : *Et pour quelques degrés de plus... : nos choix économiques face au risque climatique*, Person.

- Quinet A. (2008) : « La valeur tutélaire du carbone », *Centre d'analyse stratégique, Rapports et Documents*, n° 16, La Documentation française.
- Ramsey F.P. (1928) : « A Mathematical Theory of Savings », *The Economic Journal*, n° 38, pp. 543-59.
- Stern N. (1977) : « The marginal valuation of income » in *Studies in Modern Economic Analysis*, Artis et Nobay (eds), Blackwell, Oxford.
- Stern N. (2007) : *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.
- Tol R.S.J. (2005) : The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties », *Energy Policy*, n° 33, pp. 2064-2074.
- Weitzman M.L. (2007a) : « The Stern Review on the Economics of Climate Change », *Journal of Economic Literature*, vol. 45, n° 3, pp. 703-724.
- Weitzman M.L. (2007b) : « Subjective Expectations and Asset-Return Puzzles », *American Economic Review*, vol. 97, n° 4, pp. 1102-1130.
- Weitzman M.L. (2009) : « On Modeling and Interpreting the Economics of Catastrophic Climate Change », *Review of Economics and Statistics*, n° 91, pp. 1-19.

Complément 1B

La place des instruments économiques dans les négociations internationales sur le climat

Christian de Perthuis

Université Paris-Dauphine et CEDD

Anais Delbosc et Benoît Leguet

Mission Climat, Caisse des dépôts

Introduction

Le texte fondateur de la négociation climatique internationale, la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) de 1992, pose deux principes de base devant guider la communauté internationale face au changement climatique. Le « principe de précaution » vise à empêcher que les multiples incertitudes sur le rythme et les impacts du réchauffement climatique ne soient évoquées pour retarder le lancement d'une action concertée au plan international. Le principe de « responsabilité commune mais différenciée » appelle à une action universelle puisque chaque pays engagé par la Convention reconnaît explicitement porter une part de la responsabilité, mais dans le respect de règles d'équité du fait de l'inégale distribution des responsabilités et des vulnérabilités face aux changements du climat.

Pour les économistes, le principe de responsabilité commune mais différenciée se traduit par une double exigence : les instruments économiques à mettre en œuvre pour stabiliser la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre doivent être déployés au plan global. Mais leur déploiement à grande échelle implique que les accords sur le climat répondent aux principes d'équité en respectant notamment le droit au développement des économies les moins avancées.

Le protocole de Kyoto a été la première tentative d'appliquer ces principes dans la vie internationale. Il l'a fait en interprétant de façon binaire le

principe de différenciation des degrés de responsabilité des différents pays. Les pays riches, ou considérés comme tels en 1990, ont été rangés dans la liste de l'Annexe B du protocole qui regroupe tous les pays devant accepter une restriction de leur droit à utiliser gratuitement l'atmosphère pour rejeter leurs gaz à effet de serre. Un mécanisme d'échange de permis entre États a simultanément été prévu pour donner de la flexibilité au dispositif et permettre l'émergence d'un prix du carbone. Les autres pays, considérés comme en développement en 1990, ont conservé le droit d'émettre librement des gaz à effet de serre mais ont pu accéder à un système de crédits carbone en contrepartie de la mise en œuvre de projets réducteurs d'émissions.

Simultanément à ces mécanismes de marché de permis, les accords climatiques internationaux ont prévu le développement d'instruments financiers pour contribuer au financement d'actions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique dans les pays en développement.

À la veille de la négociation de Copenhague, un large consensus rattache les économistes du climat sur le fait qu'il est impératif de dépasser la logique binaire de l'accord de Kyoto. La restriction des droits à émettre des gaz à effet de serre doit être étendue à la totalité des pays riches et aux pays émergents, ce qui implique que d'autres moyens soient trouvés pour assurer les principes d'équité sans lesquels aucun accord post-Kyoto n'est envisageable. Toute la question est de savoir comment y parvenir et avec quels instruments économiques.

Ce complément se penche sur le fonctionnement des instruments économiques qui ont été mis en place dans le sillage du protocole de Kyoto. Il cherche à en cerner les limites et à identifier les voies de progrès permettant de cheminer vers plus d'efficacité et plus d'équité. Il passe successivement en revue les marchés de permis de type *cap-and-trade*, les mécanismes de projets qui y sont associés ainsi que les autres instruments financiers de type fonds mis en place dans le cadre des accords climatiques internationaux.

1. Les mécanismes de type *cap-and-trade*

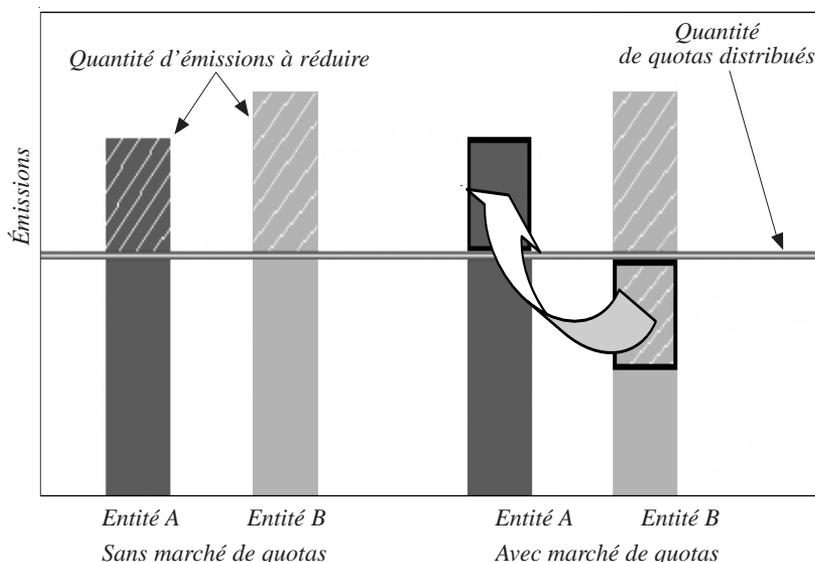
1.1. Principes de fonctionnement

Les mécanismes de *cap-and-trade*, encore appelés marchés de permis d'émissions ou marchés carbone, ont pour objectif de réguler les émissions de gaz à effet de serre (GES) par les quantités et non par les prix comme dans le cas des taxes assises sur les émissions. L'autorité régulatrice fixe un plafond global d'émissions – le *cap* –, converti en quotas d'émissions. Ces quotas sont distribués aux entités participantes (pays ou industries) qui doivent s'assurer pour être en conformité de détenir autant de quotas que leurs émissions effectives au cours d'une période donnée. Pour faciliter cette conformité, les entités participantes peuvent échanger des quotas sur un marché – le *trade* – : elles peuvent acquérir (resp. vendre) des quotas auprès

d'autres participants dont les émissions sont inférieures (resp. supérieures) au nombre de quotas alloués. Ces échanges, déterminés par l'équilibre entre l'offre et la demande, fixent un prix de la tonne de gaz à effet de serre, qui dépend donc directement de la contrainte imposée par le régulateur.

Une entité a intérêt à réduire ses émissions lorsque son coût d'abattement est plus faible que le cours du quota sur le marché, et inversement a intérêt à acheter des quotas sur le marché pour couvrir ses émissions tant que le prix du permis est inférieur à ses coûts d'abattement. Les réductions d'émissions induites par l'apparition d'un prix du carbone se font donc là où elles sont les moins coûteuses, améliorant significativement l'efficacité économique de la régulation des émissions, particulièrement dans le cas où les sources d'émissions ont des coûts d'abattement hétérogènes.

1. Principe des systèmes d'échange de permis



Lecture : Considérons deux entités économiques (pays, sociétés ou installations) émettrices de GES. Pour atteindre un niveau donné d'émissions (symbolisé par la double ligne grise), chaque entité peut réduire ses propres émissions (à gauche) ou exploiter la flexibilité autorisée par un marché de quotas (à droite). Dans ce dernier cas, l'exploitation des mécanismes du marché implique plus de réductions d'émissions pour les entités dont le coût de réduction est inférieur.

Source : Delbosq et de Perthuis (2009).

L'efficacité environnementale est atteinte simultanément à l'efficacité économique : une seule information, le prix du carbone, vient s'intégrer au processus décisionnel d'investissement et de gestion. La flexibilité des marchés carbone explique leur meilleure acceptabilité par les émetteurs régulés généralement réfractaires aux taxes ou aux normes.

1.2. Le marché international des unités Kyoto

En 1997, lors de la négociation du protocole de Kyoto, les tenants d'une taxe carbone – l'Union européenne – ont dû se résoudre à accepter la création d'un marché de permis, à la demande notamment des États-Unis⁽¹⁾. Le protocole de Kyoto fixe comme objectif pour les 38 pays les plus industrialisés du monde (dont la liste figure en Annexe B au protocole) une réduction de 5 % de leurs émissions globales de 6 gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC et SF₆) par rapport à 1990. Les pays ne figurant pas à l'Annexe B du Protocole n'ont pas d'objectifs fixés. Ces réductions doivent intervenir sur la période 2008-2012. Pour être légalement contraignant, le Protocole devait être ratifié par les institutions nationales compétentes de chaque pays signataire⁽²⁾. Les États-Unis sont le seul pays développé à ne pas l'avoir ratifié.

Le protocole de Kyoto prévoit la création d'un marché international de permis entre pays. Celui-ci s'appuie sur l'allocation d'unités de quantité attribuées (UQA) aux pays de l'Annexe B : chaque pays de l'Annexe B a reçu en 2008 une quantité d'UQA correspondant à ses objectifs d'émissions entre 2008 et 2012. Par exemple, sur la période 2008-2012, la France s'est engagée à ce que la moyenne de ses émissions annuelles égale ses émissions de 1990 soit 564 MtCO₂. Elle a donc reçu début 2008 cinq fois cette quantité sous forme d'UQA soit 2 819,6 millions d'UQA. Si les émissions réelles d'un pays sont supérieures ou inférieures à son objectif, le pays peut racheter ou revendre des UQA aux autres pays de l'Annexe B. Il peut également utiliser d'autres actifs carbone, issus de comptabilisation de la séquestration de carbone dans le système agro-forestier (unités d'absorption) ou de mécanismes de projet (mécanisme pour un développement propre – MDP – ou mise en œuvre conjointe – MOC – ; voir plus loin). À noter que les accords de Marrakech, signés en 2001, demandent aux États d'effectuer une partie significative de leurs efforts de réduction d'émissions sur leur juridiction, donc de limiter l'achat d'actifs carbone et notamment de crédits issus de mécanismes de projets. Cependant aucune limite chiffrée n'a été précisément imposée.

Le Secrétariat de la CCNUCC supervise le fonctionnement du système et des transactions via son registre, le Journal international des transactions (ITL pour *International Transaction Log*), auquel chaque pays de l'Annexe B est tenu de relier son propre registre normalisé. Chaque année, les États de l'Annexe B sont tenus de présenter leurs inventaires nationaux d'émis-

(1) Ceux-ci avaient une première expérience des marchés environnementaux avec l'instauration dans les années quatre-vingt-dix de marchés de permis de SO₂ pour lutter contre les pluies acides (programme *Acid Rain*).

(2) Le Protocole stipule en outre que les objectifs de réduction ne sont pas légalement contraignants jusqu'à ce que les pays ayant ratifié le traité représentent au moins 55 % des émissions mondiales en 1990. Ce quorum a été atteint en septembre 2004 suite à la ratification du Protocole par la Russie.

sions de l'année $n - 2$ pour tenir compte des délais de compilation des données. C'est pourquoi la mise en conformité des États de l'Annexe B au titre du protocole de Kyoto ne sera examinée au mieux qu'en 2015 (soit deux ans après la fin de la période d'engagement 2008-2012).

Les projections actuelles montrent que le nombre total d'UQA distribuées devrait être plus que suffisant pour couvrir les émissions des pays de l'Annexe B en raison de la non-ratification du Protocole par les États-Unis, qui auraient dû constituer une source importante de demande de permis, et de la générosité des allocations aux pays de l'ex-URSS. On estime actuellement le surplus global sur le marché entre 7 et 14 milliards d'UQA, selon les hypothèses de croissance envisagées pour le restant de la période d'engagement. Cependant, ce surplus n'est pas général et cache de fortes disparités : les pays déficitaires devraient manquer de 2 à 5 milliards d'actifs carbone (pour les données détaillées, cf. tableau 1 et graphique 2). Pour combler ce manque, ils peuvent acheter des crédits issus de mécanismes de projets ou acheter des UQA.

À ce jour, les transactions opérées par des pays de l'Annexe B ont surtout pris la forme d'achats de crédits issus de mécanismes de projets, et notamment du mécanisme pour un développement propre (MDP). Les transactions d'UQA ont été beaucoup plus rares pour deux raisons principales :

- la plus grande masse d'UQA disponibles provient des larges surplus de la Russie, de l'Ukraine et à un moindre degré d'autres pays d'Europe de l'Est qui n'ont pas effectué d'efforts particuliers de réduction d'émissions mais bénéficient des restructurations de leurs économies depuis 1990. Les rachats de ces surplus d'UQA, appelés « air chaud », ne correspondent pas à des bénéfices environnementaux et sont donc mal considérés. Les pays potentiellement acheteurs exigent en général un engagement du pays vendeur à utiliser les revenus de cette vente pour des actions d'atténuation ou d'adaptation (Programmes d'investissement vert ou GIS pour *Green Investment Scheme*) ;

- les UQA peuvent être mises en réserve sans limite pour être utilisées lors de phases d'engagement ultérieures. C'est probablement une des raisons qui explique que certains des grands pays potentiellement vendeurs (notamment la Russie) n'aient pas encore cherché à les valoriser.

Les échanges d'UQA sont restés jusqu'à mi-2009 confidentiels. Ils ont représenté moins de 0,5 % des échanges depuis le démarrage des échanges d'actifs carbone. Les UQA ne sont cotés sur aucune des places de marché, leurs échanges se réalisant la plupart du temps au travers d'accords bilatéraux entre pays qui ne donnent pas d'indication précise sur les volumes échangés et les prix. Dans la réalité, c'est le système plafonnant les émissions industrielles de l'Union européenne qui a véritablement donné son essor aux marchés carbone dans le monde.

1. Allocation vs émissions estimées des pays de l'Annexe B sur la période 2008-2012

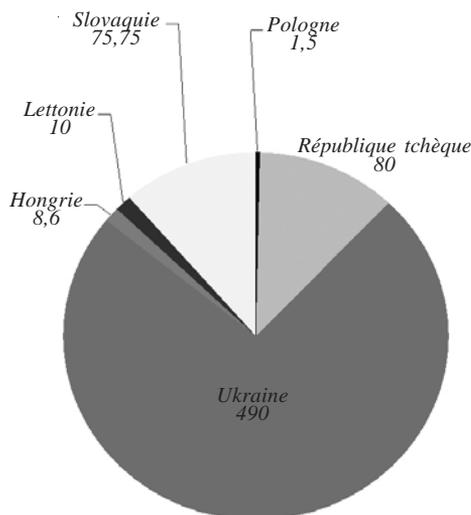
	Émissions GES 2007 (Mt)	UQA 2008-2012	Émissions GES 2007 – objectif Kyoto (Mt/an)	Scénario intermédiaire (BAU*) (Mt)		
				Émissions 2008- 2012 estimées	Émissions 2008- 2012 estimées – UQA	Pot. de vente d'UQA
Australie	541	2 958	- 51	2 815	- 143	143
Biélorussie	80	586	- 37	436	- 150	59
Canada	747	2 792	189	3 832	1 041	0
Croatie	32	171	- 2	173	- 2	0
États-Unis	7 107	19	1	36 143	7	0
Islande	5	19	189	25	7	0
Japon	1 374	5 928	0	6 935	1 007	0
Liechtenstein	0	1	0	1	0	0
Monaco	0	1	0	0	0	0
Nouvelle-Zélande	76	310	14	385	75	0
Norvège	55	251	5	281	30	0
Russie	2 193	16 617	- 1 131	11 398	- 5 220	5 220
Suisse	51	243	3	256	13	0
Turquie	373			2 269		
Ukraine	436	4 604	- 485	2 304	- 2 301	2 301
UE-15	4 052	19 621	128	20 041	420	0
• France	531	2 820	- 33	2 603	- 217	217
UE-10	983	6 942	- 405	5 101	- 1 840	1 817
Somme des déficits d'UQA à couvrir					3 485	
Somme des surplus d'UQA potentiellement valorisés sur le marché					- 10 486	
Total : somme des déficits et des surplus d'UQA				92 451	- 7 002	10 337

Lecture : Estimation basée sur la tendance d'évolution des émissions du pays entre 2002 et 2007.

Sources : CCNUCC et calculs Mission Climat de la Caisse des dépôts.

2. Échanges maximaux d'UQA conclus par les pays vendeurs au 31 mai 2009

En millions de tonnes



Lecture : Les transactions d'UQA enregistrées à ce jour ont été conclues entre des pays en situation de déficit (notamment parmi l'UE-15, le Canada et le Japon), et des pays disposant d'un surplus d'UQA (Europe de l'Est, Ukraine et Russie). Les chiffres présentés ici correspondent aux accords cadres signés entre pays acheteurs et vendeurs. Ils ne représentent pas les transactions effectives.

Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts à partir de données PointCarbon.

1.3. Le système européen d'échange de quotas de CO₂

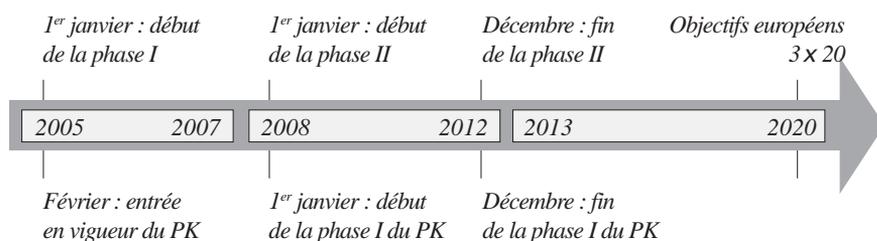
Les signataires de l'Annexe B du protocole de Kyoto sont libres de choisir les outils dont ils feront usage pour atteindre leurs objectifs en matière d'émissions. Certains ont choisi de mettre en œuvre un système de *cap-and-trade*. Le plus développé à ce jour est le système communautaire d'échange de quotas d'émissions (SCEQE ou EU ETS pour *European Union Emissions Trading Scheme*), mis en place en Europe.

Les quinze États qui étaient, en 1997, membres de l'Union européenne s'étaient collectivement engagés cette année-là sur un objectif de - 8 %, réparti ensuite pays par pays dans le cadre d'un accord interne de répartition des efforts. L'UE étant l'entité légalement responsable du respect des objectifs du protocole de Kyoto, la Commission européenne a proposé en 2001 la création d'un instrument de marché, le système communautaire d'échange de quotas d'émissions (EU ETS), pour aider les pays européens à respecter leurs engagements.

L'EU ETS a imposé dès 2005 des plafonds d'émissions contraignants pour les émissions de CO₂ des principales installations industrielles de cinq secteurs : la combustion (production électrique, chauffage urbain, cogénération et raffineries inclus) et les productions de métal (fer et acier), de ciment, de verre et de papier. Les installations couvertes ont émis un peu plus de 2 gigatonnes de CO₂ en 2008, soit environ la moitié des émissions européennes de CO₂. L'EU ETS définit pour chacune un plafond d'émissions sous forme d'allocation annuelle de quotas négociables appelés EUA (*European Union Allowance*), chaque quota donnant le droit d'émettre une tonne de CO₂. Chaque État membre doit tenir un registre national permettant le suivi des échanges de quotas. L'ensemble des registres nationaux sont connectés au registre central européen tenu par la Commission européenne : le journal indépendant des transactions communautaires (CITL pour *Community Independent Transaction Log*). Les registres nationaux et le CITL sont également connectés depuis 2008 au Journal international des transactions (ITL) instauré par la CCNUCC pour la première période d'engagement du protocole de Kyoto.

L'EU ETS a été établi sur deux périodes : 2005-2007, qui peut être considérée comme une phase de tests, et 2008-2012, qui correspond à la période d'engagement de Kyoto. Lors de ces deux premières périodes, l'allocation est déterminée au niveau national dans un Plan national d'allocation de quotas (PNAQ). Ces PNAQ sont ensuite vérifiés voire amendés par la Commission européenne, l'instance de contrôle du marché carbone. C'est elle également qui vérifie la conformité des installations chaque année : au 30 avril, les installations couvertes doivent fournir à la Commission européenne suffisamment de quotas pour couvrir les émissions de l'année précédentes.

3. Chronologie du marché européen d'échange de quotas de CO₂



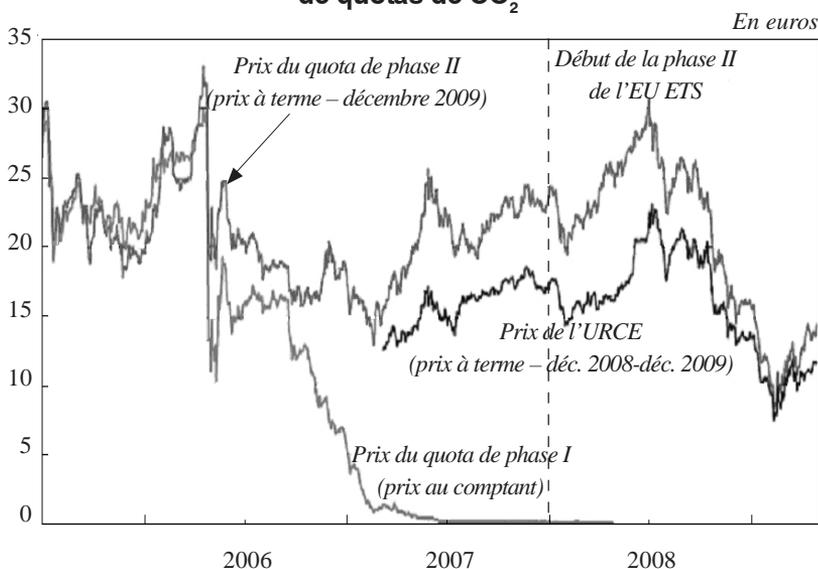
Note : PK = Protocole de Kyoto.

Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts.

L'adoption du Paquet climat-énergie européen, en décembre 2008, définit pour l'Europe des objectifs ambitieux en termes de réductions jusqu'en 2020 et confirme le rôle central du marché d'échange de quotas dans leur réalisation lors de la troisième période (2013-2020)⁽³⁾. Le Paquet apporte des changements significatifs à l'EU ETS en imposant notamment que le processus d'attribution des quotas comporte une part importante d'enchères, et en limitant l'utilisation des mécanismes de projets du protocole de Kyoto.

La première phase de l'EU ETS a pris fin en 2007, et ses impacts économiques et environnementaux ont fait l'objet d'une évaluation dans le cadre d'un programme de recherche international dont les enseignements seront détaillés dans un ouvrage à paraître d'ici la fin de l'année 2009⁽⁴⁾. On peut en retenir plusieurs éléments concernant la formation du prix du carbone.

4. Évolution des prix du carbone sur le marché européen d'échange de quotas de CO₂



Lecture : La première phase de l'EU ETS a été marquée par une baisse spectaculaire des prix du carbone en avril 2006, lorsque les premières données sur les émissions de 2005 ont été publiées, montrant que les quotas distribués avaient été plus nombreux que les émissions. Compte tenu de l'impossibilité d'utiliser les quotas de la phase I en phase II, le surplus de quotas a fait baisser leur prix, qui a fini par s'effondrer. La deuxième phase est quant à elle marquée par la corrélation entre le prix du quota européen et celui des URCE, crédits générés par les projets du mécanisme pour un développement propre. La crise économique a conduit à une baisse logique des actifs carbone fin 2008 qui se sont stabilisés entre 10 et 15 euros depuis.

Source : BlueNext, ECX.

(3) La révision de la directive EU ETS conclut également que le marché serait reconduit au-delà de 2020.

(4) Cf. Convery, Ellerman et de Perthuis (2009). Les résultats intermédiaires de ce programme sont accessibles dans un rapport intermédiaire, cf. Convery, Ellerman et de Perthuis (2008).

Émettre du carbone a maintenant un prix dans l'industrie européenne dans laquelle aucun acteur n'imagine plus revenir au régime antérieur de gratuité des émissions. Ce prix s'établit sur le marché, en fonction de l'équilibre entre l'offre et la demande et de l'anticipation qu'ont les acteurs de la rareté des droits d'émission sur le futur. Le marché répond bien aux fondamentaux économiques : les surplus de quotas, pour la première phase, ont contribué à ce que le prix tombe vers zéro en 2007 du fait de la règle de non-transférabilité possible des quotas non utilisés sur la seconde période. Cette règle a accentué la volatilité trop forte des prix, mais a heureusement été levée en seconde période. Aussi, l'entrée en récession de l'industrie européenne a également provoqué une baisse des prix fin 2008, mais la possibilité de mise en réserve des quotas pour la phase trois a amorti les fluctuations du prix du carbone qui n'est pas durablement tombé en dessous de 10 euros la tonne.

Le prix du carbone a favorisé des réductions d'émissions en Europe, malgré une allocation excessive dans certains États et secteurs. Les diverses stratégies de réduction des émissions sont estimées avoir conduit à des économies supérieures à 50 millions de tonnes par an (Buchner et Ellerman, 2006).

Le prix européen du carbone a rapidement joué un rôle de référence au plan international. Les industriels européens sont en effet les premiers demandeurs de crédits Kyoto qu'ils peuvent utiliser à hauteur de 13,5 % de leur allocation en moyenne pour leur conformité de seconde période.

Ce poids des acheteurs européens explique la liaison forte qui s'est établie entre le prix du quota européen de CO₂ et le prix des crédits issus des projets Kyoto⁽⁵⁾. C'est donc très largement la contrainte de rareté imposée aux industriels européens qui a été à l'origine du développement du marché international des projets.

Dernière caractéristique du marché des quotas européens : il s'agit d'un système multinational regroupant 500 millions de personnes de 27 pays, parlant 23 langues différentes, et dont le PIB brut par tête varie de 42 000 dollars (en Irlande) à 9 000 dollars (en Roumanie et en Bulgarie). Grâce à l'EU ETS, des nations affichant des situations différentes et ayant pris des engagements variables en matière de politique climatique se sont mises d'accord sur une contrainte commune. Le choix d'un système d'échange de quotas opéré par l'Europe a créé une « réalité » dont il serait difficile de ne pas tenir compte dans les futures négociations internationales sur le climat.

1.4. Les autres marchés de type *cap-and-trade* en développement

Hormis l'EU ETS, plusieurs marchés du carbone, bien plus étroits, ont été déjà mis en place au Royaume-Uni en 2002, en Norvège entre 2005 et 2007, en Nouvelles Galles du Sud (Australie) depuis 2005 ou encore dans 10 États du nord-est américain (RGGI pour *Regional Greenhouse Gas Initiative*). Ces marchés ne sont pas connectés les uns aux autres et repré-

(5) Pour une analyse plus détaillée voir Capoor et Ambrosi (2009).

sentent une part symbolique des échanges de carbone dans le monde. La situation risque d'évoluer du tout au tout avec les projets de développement de projets de *cap-and-trade* à couverture beaucoup plus large dans des pays de l'Annexe B (États-Unis, Canada, Australie, Nouvelle-Zélande et Japon). Le projet susceptible de changer le plus le paysage est de loin celui en discussion au Congrès américain : dans sa version actuelle ce projet vise à couvrir 85 % des émissions des États-Unis soit un volume d'émission trois fois supérieur à celui des émissions plafonnées dans le système européen d'échange des quotas.

1.5. Enseignements et voies d'amélioration

La première constatation qui peut être faite est le contraste entre les résultats obtenus par le marché des États et ceux fonctionnant à partir du plafonnement des sources privées d'émissions. Le marché international des unités Kyoto entre pays qui devait constituer dans l'esprit de ses promoteurs la clef de voûte du dispositif n'a pas véritablement démarré. À l'opposé, le système européen d'échange de quotas, malgré de nombreuses imperfections techniques et des compromis politiques qui ont conduit à une grande générosité des allocations initiales, s'est rapidement imposé comme le principal marché dans le monde. Il a représenté 80 % des échanges mondiaux de droits d'émission en 2008, établissant un prix rapidement devenu la référence internationale. Ce qui a permis l'émergence d'un prix du carbone, ce ne sont pas les engagements des États, mais les engagements que les États ont fait porter sur leurs sources d'émission internes les plus faciles à contrôler : celles provenant des installations industrielles sises sur leurs territoires.

Dans le cas de l'EU ETS, la réglementation européenne en matière d'émissions résulte d'un accord politique entre le pouvoir exécutif, le Conseil européen, et le pouvoir législatif, le Parlement européen. Les engagements sont contrôlés au niveau communautaire par la Commission qui joue *de facto* un rôle d'autorité publique centrale, et transfère ses prérogatives de contrôle des émissions de chaque installation industrielle aux États membres au travers de la transposition de la directive EU ETS dans les législations nationales. Lorsqu'un acteur n'est pas en mesure d'assurer sa conformité, il est contraint de régler, sans négociation, une amende dissuasive.

À l'inverse, le marché carbone international institué par le protocole de Kyoto, tel qu'il existe actuellement, laisse davantage de place à de multiples marchandages entre les gouvernements qui sont à la fois juges et parties. Avant l'entrée en vigueur du protocole, de nombreux pays ont renégoциé, au moment du retrait américain en 2001, leurs droits en recalculant notamment de façon plus avantageuse une partie de leurs inventaires nationaux⁽⁶⁾.

(6) L'Australie, le Canada et la Russie se sont ainsi en 2001 octroyés de généreux crédits forestiers en refaisant les calculs des émissions-absorptions de carbone résultant des changements d'usage des terres. La grande difficulté d'établir des inventaires d'émissions non contestables pour la partie agricole et forestière des émissions rend de notre point de vue non souhaitable l'intégration de ce type d'émissions dans un *cap-and-trade* commun avec les émissions liées à la production ou l'utilisation d'énergie d'origine fossile.

2. Caractéristiques des principaux cap-and-trade en projet

	Etats-Unis (projet de loi Waxman-Markey)	Canada
Date de lancement	Premier examen de conformité au 1 ^{er} avril 2012. Premières enchères le 31 mars 2011.	Plan attendu mi-2009. Marché annoncé pour 2012.
Année de référence	2005	2006
Objectifs de réduction	- 17 % en 2020 - 42 % en 2030 - 83 % en 2050	- 20 % en 2020
Périmètre	6 GES Kyoto + NF ₃ Sources d'électricité, producteurs/importateurs de carburants et de gaz fluorés, sites de production industrielle (> 25 kt/an), appareils de combustion basés sur l'énergie fossile, sites géologiques de séquestration de carbone, réseaux locaux de distribution de gaz et d'électricité.	À définir
Crédits internationaux/ domestiques	Import maximal de 2 milliards par an (28 % de l'allocation) partagés à égalité entre crédits domestiques et internationaux. Règle d'équivalence : après 2017, 1,25 crédit international = un quota. Règles d'encadrement des projets revues tous les 5 ans.	Utilisation de crédits domestiques possible. Importation de crédits MD (hors puits forestiers) limitée à 10 % des obligations.

	Australie	Nouvelle-Zélande	Japon
Date de lancement	1 ^{er} juillet 2011	1 ^{er} janvier 2009	Second semestre 2009
Année de référence	2000	2008-2012	
Objectifs de réduction	- 25 % en 2020 - 60 % en 2050	Stabilisation des émissions de GES	En discussion
Périmètre	6 GES Kyoto Emissions stationnaires énergétiques, des procédés industriels, émissions fugitives, transports, déchets, agriculture et foresterie dès que possible (2013).	6 GES Kyoto, puis tous les GES d'ici 2013. Inclusion progressive de tous les secteurs d'ici 2013.	CO ₂ Participation volontaire.
Crédits internationaux/ domestiques	Crédits domestiques et internationaux (CER) utilisables sans limite. Possibilité d'utiliser des crédits forestiers	Possibilité d'utiliser des crédits internationaux	Possibilité d'utiliser des crédits domestiques. Possibilité d'utiliser des CER et des UQA pour la conformité.

Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts.

Même si des sanctions sont formellement prévues en cas de non-conformité, il est clair qu'aucune autorité publique centrale ne jouera un rôle équivalent à celui de la Commission dans le système européen. Sur le marché Kyoto des États, un acteur qui n'est pas en mesure d'assurer sa conformité commence par négocier et peut toujours, s'il ne trouve pas les accommodements qui lui conviennent, quitter l'accord international.

Dans l'optique des futurs accords sur le climat, une voie d'amélioration pourrait être de limiter la participation au marché global du carbone aux émetteurs pour lesquelles la surveillance, la déclaration et la vérification (MRV pour *Monitoring, reporting and verification*) des émissions sont d'une qualité élevée. Il s'agit principalement des sources d'émission couvertes par les marchés actuels de GES, c'est-à-dire les producteurs et utilisateurs d'énergie (qui peuvent inclure le transport) et les industries lourdes. Des mécanismes rigoureux, cohérents et transparents de mise en conformité et d'application sont indispensables pour garantir l'intégrité économique et environnementale du marché. L'élargissement du marché de *cap-and-trade* à d'autres États pourrait être obtenu par des engagements nouveaux de plafonnement des émissions nationales, gagés sur une régulation des sources domestiques d'émissions industrielles. Ce seraient ces sources qui interviendraient sur le marché et non les États qui se concentreraient sur leur fonction d'autorité publique. Ceci permettrait de limiter les conflits d'intérêts des États engagés dans les négociations internationales.

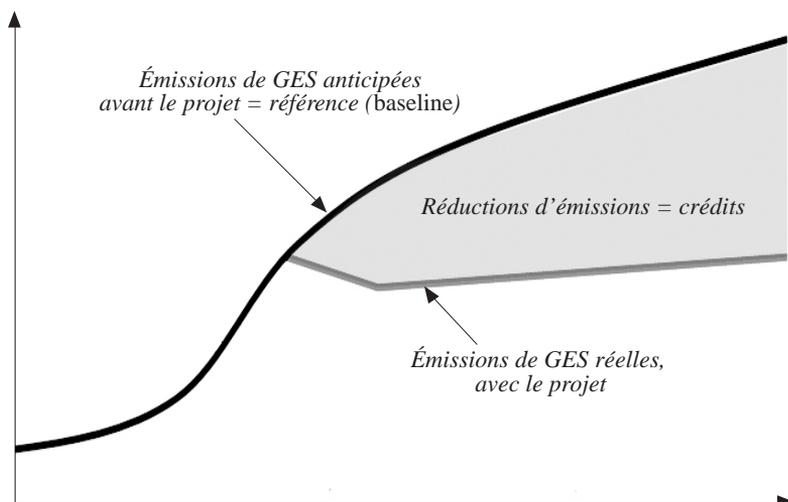
2. Les mécanismes de projets

2.1. Principes de fonctionnement

Les mécanismes de projet font partie de la catégorie des mécanismes de *baseline-and-credit*. Ils permettent à un acteur économique qui réduit ses émissions au-delà d'un scénario de référence – la *baseline* – de recevoir en contrepartie des *crédits* d'émissions utilisables pour se conformer à une obligation sur un marché de permis ou pour réduire l'assiette d'une taxe sur le carbone. L'incitation aux entités participantes est donc un signal-prix exogène de la tonne de CO₂, donné par un marché ou une taxe.

Comme pour les mécanismes de *cap-and-trade*, une entité a intérêt à réduire ses émissions au-delà du scénario de référence lorsque son coût d'abattement est plus faible que le cours du quota sur le marché ou la taxe, et inversement a intérêt à acheter des quotas sur le marché pour couvrir ses émissions, ou à s'acquitter de la taxe, tant que le prix est inférieur à ses coûts d'abattement. Les réductions d'émissions induites par l'apparition d'un prix du carbone se font donc là où elles sont les moins coûteuses. Les mécanismes de projet permettent ainsi de compléter des dispositifs contraignants de type *cap and trade* ou taxes.

5. Mécanismes de projets : le principe de « *baseline and credit* »



Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts.

2.2. Le mécanisme pour un développement propre

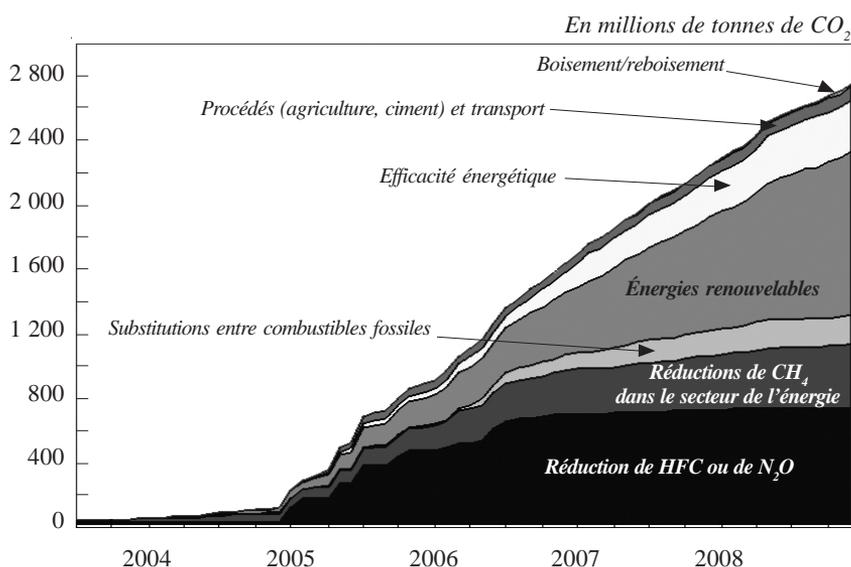
Le protocole de Kyoto a défini le mécanisme pour un développement propre (MDP), qui permet à un pays en développement (hors Annexe B) et n'ayant donc pas d'obligations de réductions d'émissions de bénéficier de crédits appelés Unités certifiées de réduction des émissions (URCE), utilisables sur le marché international des UQA.

Les URCE sont créées *ex nihilo*, et viennent donc augmenter le plafond d'émissions autorisé pour les pays de l'Annexe B. Il convient donc de s'assurer que l'émission de chaque URCE correspond, dans un pays hors Annexe B, à une réduction d'émission qui n'aurait pas eu lieu normalement : il faut démontrer le caractère *additionnel* du projet, afin d'assurer l'intégrité environnementale du dispositif. Les Nations unies ont mis en place un processus, piloté par la CCNUCC via le Conseil exécutif du MDP, et s'appuyant sur des auditeurs accrédités, pour vérifier le caractère additionnel des projets, et la réalité des réductions d'émissions.

Le mécanisme a été mis en place de façon opérationnelle fin 2001. À peine huit ans plus tard, plus de 4 600 projets sont en cours de développement, avec un potentiel de réductions d'émissions d'environ 2,8 GtCO₂ d'ici à 2012. Le MDP bénéficie aujourd'hui essentiellement aux pays émergents : Chine, Inde, Brésil, Mexique et Corée du Sud devraient contribuer à près de 85 % des réductions d'émissions générées par le mécanisme, la Chine à elle seule contribuant à 55 % des réductions d'émissions. Les pays les moins avancés sont en revanche de fait à peu près exclus du mécanisme : la part de l'Afrique se limite à 5 % des crédits projetés, essentiellement au Maghreb et en Afrique du Sud.

Les premiers projets à émerger dans le cadre de ce mécanisme – *a priori* ceux pour lesquels le coût de réduction des émissions est le plus faible – ont été des projets d’incinération des gaz à effet de serre industriels (HFC, N₂O) et dans une moindre mesure des projets de destruction de biogaz de décharge. Le potentiel de réduction de ce type de « gros » projets semble en revanche plafonner depuis début 2007, du fait du nombre limité de sites à équiper, et ce sont désormais les projets d’efficacité énergétique et de production d’énergie renouvelable, de taille en général plus modeste, qui prennent le relais.

6. Évolution du potentiel de réduction des projets MDP au cours du temps, par technologie

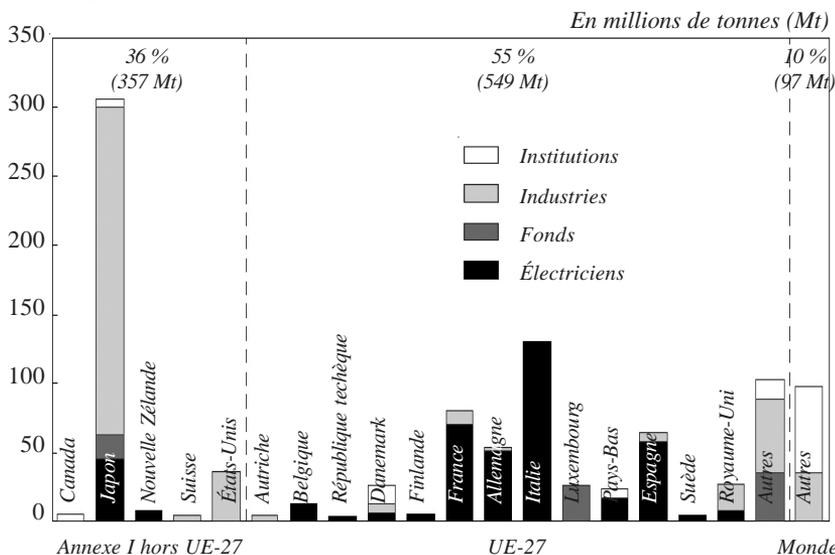


Source : UNEP-RISOE CDM Pipeline, juin 2009.

Le potentiel annoncé pour la période 2008-2012 de réductions d’émissions ne sera vraisemblablement pas atteint, du fait de délais dans la mise en œuvre des projets. D’après nos estimations, le MDP devrait plutôt générer, d’ici à fin 2012, des réductions d’émissions d’environ 1,5 GtCO₂ dans les pays en développement. Avec un prix moyen d’achat de l’URCE auprès des porteurs de projets d’environ 11 euros (*cf.* Capoor et Ambrosi, 2009), le MDP devrait ainsi donner lieu au transfert de l’ordre de 20 milliards d’euros depuis les pays développés vers les pays en développement d’ici à 2012.

À ce jour, les pays de l’Annexe B ont pu se porter acquéreurs d’URCE soit sur le marché primaire (en participant directement ou indirectement via des fonds au financement de projets réducteurs d’émissions), soit sur le marché secondaire qui s’est fortement développé depuis 2006 avec les premières délivrances physiques de crédits par le secrétariat de la CCNUCC.

7. Marché primaire de crédits issus de projets MDP : estimation de la quantité potentiellement utilisée à des fins de conformité d'ici à 2012



Lecture : Ce graphique détaille par zone géographique les achats sur le marché primaire de crédits MDP par des acteurs susceptibles de les utiliser à des fins de conformité dans le cadre d'engagements de limitation d'émissions nationaux (acteurs privés : industries, électriciens) ou internationaux (institutions publiques, fonds). Ils représentent au moins 40 % des achats de crédits sur le marché primaire.

Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts d'après données UNEP-Risoe au 1^{er} février 2009.

Au total, via les contraintes imposées à leurs industries ou directement par achat d'entités publiques, les pays de l'Annexe B se sont déjà positionnés sur le marché primaire sur près d'un milliard de crédits issus de mécanismes de projets Kyoto pour leur conformité, réduisant d'autant le déficit brut cumulé en actifs carbone sur la période 2008-2012.

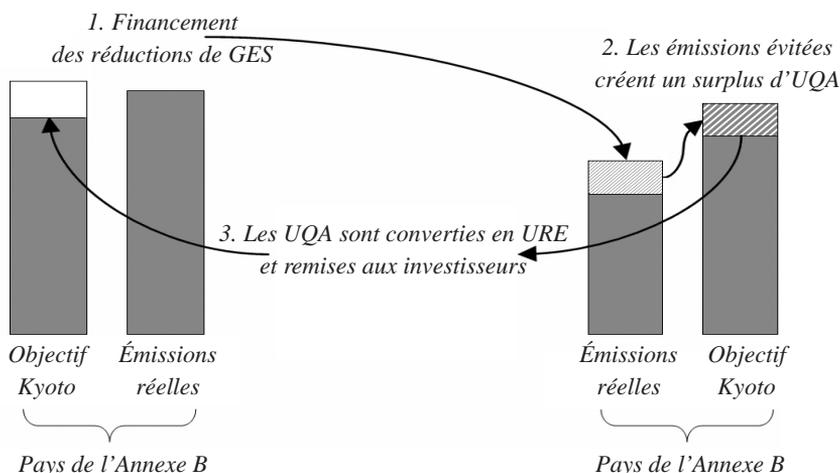
2.3. La mise en œuvre conjointe

La MOC permet de générer des Unités de réduction des émissions (URE), en contrepartie de la « mise en œuvre », « conjointement » par deux pays de l'Annexe B, d'un projet réducteur d'émissions dans l'un des deux pays. Les URE sont créées par destruction d'une quantité équivalente d'UQA : elles ne viennent donc pas augmenter le plafond d'émissions autorisé pour les pays de l'Annexe B.

La MOC est de ce fait parfois décrite comme un « jeu à somme nulle », expression qui est trop souvent mal comprise. Il ne s'agit pas pour l'un des États impliqués (par exemple l'État hôte) de perdre ce que l'autre gagne (l'État investisseur), puisque les deux États sont *a priori* gagnants à l'échange : cette expression traduit en revanche le fait que l'intégrité

environnementale du mécanisme est assurée par construction. De ce fait, la démonstration du caractère additionnel de projets ne comporte pas d'enjeu environnemental comme cela est le cas dans le MDP, mais est un enjeu purement économique : il est de l'intérêt bien compris du pays hôte, qui convertit ses UQA en URE, de s'assurer que les projets sont additionnels et ne bénéficient pas d'un effet d'aubaine.

8. Attribution de crédits dans le cadre du mécanisme de mise en œuvre conjointe entre deux pays de l'Annexe B



Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts.

Le mécanisme a été mis en place de façon opérationnelle fin 2005, après l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto. Si les États impliqués dans un projet de MOC peuvent mesurer l'impact d'un projet sur leurs inventaires d'émissions⁽⁷⁾, ils peuvent déterminer de façon bilatérale la quantité d'URE qu'ils souhaitent transférer, dans le cadre de la MOC dite voie 1. Les projets peuvent également dans tous les cas passer par la voie 2 : la quantité d'URE transférée est alors contrôlée par le Comité de supervision de la mise en œuvre conjointe, qui utilise les services d'auditeurs accrédités pour s'assurer du caractère additionnel des projets et vérifier les réductions d'émissions.

Quatre ans plus tard, plus de 200 projets sont en cours de développement, projets qui présentent un potentiel de réductions d'émissions d'environ 330 MtCO₂ d'ici à 2012. Ces projets sont essentiellement situés en Russie, en Ukraine et en Europe de l'Est. Les premiers projets à émerger – *a priori* ceux pour lesquels le coût de réduction des émissions est le plus

(7) Ils doivent pour cela en particulier avoir soumis à la CCNUCC leur dernier inventaire national d'émissions de gaz à effet de serre.

faible – ont été avant tout des projets de réduction des émissions de méthane dans le secteur énergétique (réduction des émissions fugitives des pipelines de gaz naturel, des émissions de méthane dans les mines de charbon, captage et utilisation énergétique de biogaz de décharge), puis des projets d’incinération des gaz à effet de serre industriels (HFC, N₂O). Comme pour le MDP, on voit également apparaître des projets de production d’énergies renouvelables ou d’efficacité énergétique.

2.4. La mise en œuvre conjointe en Europe : les projets domestiques

La mise en place de projets de MOC en Europe revêt un caractère particulier du fait des interactions avec l’EU ETS. Pour ne pas détériorer l’efficacité économique des deux instruments pris séparément, il faut en effet s’assurer qu’une même réduction d’émissions ne peut donner lieu à la fois à la délivrance d’une URE et à la revente d’un EUA. Afin d’éviter ce *double compte*, les installations couvertes par l’EU ETS ne peuvent l’objet d’un projet de MOC, à moins qu’une quantité d’EUA équivalente aux ERU délivrées ne soit annulée ; la même règle s’applique en cas de réduction indirecte des émissions sur une installation couverte par l’EU ETS par un projet de MOC, ce qui est par exemple le cas des projets de production d’électricité renouvelable. Cette interaction a réduit de façon drastique en Europe le nombre de projets éligibles à la MOC, notamment dans le secteur de l’énergie, déjà largement couvert par l’EU ETS.

Par ailleurs, l’accueil de projets de MOC n’est pas réduit aux pays de l’ex-bloc soviétique dont les nouveaux États membres européens qui ont tous, à l’exception de la Slovénie, mis en place les procédures pour accueillir des projets MOC sur leur territoire. Trois pays d’Europe occidentale ont également mis en place de telles procédures : l’Espagne, l’Allemagne et la France. Après 2012, la généralisation et l’harmonisation au niveau européen des projets domestiques est une possibilité ouverte par le paquet climat-énergie, dans l’article 24bis de la directive EU ETS.

3. Projets domestiques en cours de développement en France

En tonnes

	Nombre de projets	Réductions d’émissions attendues sur 2008-2012
Efficacité énergétique	3	600 000
Chaleur renouvelable	6	1 400 000
Substitution de combustible	1	80 000
Production de froid	1	16 000
Transport	1	46 500
HFC	1	1 000 000
N ₂ O	2	> 2 000 000
Total	15	> 5 000 000

Source : Mission Climat de la Caisse des dépôts.

En France, le système des projets « domestiques », s'appuyant sur l'architecture institutionnelle de la MOC voie 1, a été mis en place fin 2007. Il a permis l'émergence d'une quinzaine de projets, avec un potentiel de réduction d'émissions de plus de 5 millions de tonnes sur 2008-2012. À côté des projets de réduction de N₂O et de HFC, on voit apparaître des projets à forte assise territoriale. C'est par exemple le cas du projet mis en œuvre par la Communauté urbaine de Lille, qui consiste à alimenter les bus de transport urbain avec du biogaz issu du retraitement des déchets : la solution économiquement rationnelle, en l'absence de valorisation des réductions d'émissions, aurait été de faire rouler les bus au gaz naturel et d'utiliser le biogaz pour produire de l'électricité.

À ce jour seul un projet a reçu l'agrément des pouvoirs publics français.

En Allemagne, la mise en place d'un cadre réglementaire pour la MOC a également permis de faire émerger des projets domestiques réducteurs d'émissions. Parmi ces projets, les plus remarquables sont les quatre projets dits « programmatiques », qui s'éloignent de la logique « projet par projet », et permettent de créditer des programmes de réductions d'émissions mis en œuvre par une autorité publique ou privée. À titre d'illustration, l'agence de l'énergie de Rhénanie du Nord-Westphalie a mis en place dans ce cadre un programme d'efficacité énergétique dans la petite industrie et les bâtiments : la politique régionale de l'agence est donc en partie financée par les marchés du carbone.

2.5. Les autres systèmes de projets

Hormis les mécanismes de projet du protocole de Kyoto, d'autres mécanismes spécifiques ont été mis en place ou sont en cours d'élaboration, en général en complément d'un système de *cap-and-trade* volontaire ou réglementé : aux États-Unis (*Chicago Climate Exchange*, *Regional Greenhouse Gas Initiative*, projet de loi Waxman-Markey, etc.), au Canada, en Australie, et au Japon, systèmes qui acceptent ou accepteront en général également les crédits internationaux du protocole de Kyoto. La Nouvelle-Zélande a par ailleurs développé, bien en amont de la mise en place de son système de *cap-and-trade*, un système de projets domestiques s'appuyant sur la MOC.

Dans le cas des États-Unis, les mécanismes de projet sont toujours présents dans les systèmes régionaux ou les propositions de *cap-and-trade* fédérales. Les pratiques visant à réduire les émissions agricoles – en particulier la gestion des déjections animales – ou à augmenter la séquestration de CO₂ dans les sols agricoles et les forêts sont presque toujours éligibles, de même que la capture et l'utilisation énergétique des émissions fugitives de méthane.

2.6. Enseignements et voies d'amélioration

Quatre enseignements principaux peuvent être retenus du retour d'expérience sur les mécanismes de projet du protocole de Kyoto.

Premièrement, en présence d'un signal-prix exogène crédible, les acteurs économiques non directement soumis à des contraintes sur leurs émissions de gaz à effet de serre peuvent réduire leurs émissions. Dans le cas des mécanismes de projet du protocole de Kyoto, ce signal-prix crédible a été fourni par l'EU ETS. Les mécanismes de projet permettent donc de compléter un système de *cap-and-trade* ou une taxe carbone, qui ne peuvent en règle générale pas être appliqués dès le départ à tous les acteurs économiques pour des questions d'acceptabilité politique, des raisons techniques ou encore du fait du manque d'information de l'autorité publique. Sur certains secteurs, la mise en place de mécanismes de projets permet ainsi à l'autorité publique d'étendre progressivement la contrainte, en lui fournissant des informations sur les méthodes de mesure et les coûts d'abattement. Par exemple, les émissions de N₂O qui bénéficient en Europe de la MOC seront intégrées à l'ETS à partir de 2013.

À l'inverse, un certain nombre de sources d'émissions pourront difficilement être soumises à des quotas ou à une taxe à court terme pour des raisons techniques : c'est par exemple le cas des émissions de méthane dans le secteur énergétique ou les déchets, pour lequel les émissions sont impossibles à mesurer et difficiles à modéliser, mais pour lequel les réductions d'émissions générées sont extrêmement faciles à mesurer ; c'est également le cas aujourd'hui de larges pans des émissions du secteur agro-forestier. Dans ce cas, les mécanismes de projet permettent dès aujourd'hui de diffuser un signal-prix.

Le troisième enseignement est que le système parfait de projets n'existe pas : il faut donc accepter de travailler avec des outils imparfaits, et les améliorer progressivement. Dans le cas du MDP existait au départ un risque d'inciter à produire des gaz industriels dans le seul but de générer des crédits (Wara et Victor, 2008). Ce défaut de jeunesse a depuis été corrigé. Par ailleurs, la démonstration du caractère additionnel comporte nécessairement une part de subjectivité. La seule façon rigoureuse de prouver le caractère additionnel d'un projet consiste en effet à ne pas lui octroyer de crédits, et à constater que le projet ne voit pas le jour : ce n'est pas de cette façon que les émissions seront réduites !

Enfin, les mécanismes de projet améliorent l'efficacité globale des systèmes de contrainte mis en place, en contribuant à la convergence vers un prix unique. Les prix observés sur le système d'échange entre États du protocole de Kyoto se rapprochent ainsi aujourd'hui de ceux des URCE et donc des EUA. La presque totalité des systèmes de *cap-and-trade* en cours d'élaboration dans le monde reconnaissent aujourd'hui les crédits Kyoto, ce qui laisse augurer d'une convergence progressive du prix du carbone au niveau mondial. Une telle convergence s'observera du reste vraisemblablement sur les marchés utilisant des mécanismes de projet, même hors du système Kyoto : il suffit qu'un même projet réducteur d'émissions puisse être reconnu dans deux marchés différents pour que les acteurs économiques fassent les arbitrages pertinents.

Dans l'optique des futurs accords sur le climat, trois voies d'amélioration peuvent être tracées :

- la première est de simplifier et rendre compréhensible par le plus grand nombre d'acteurs économiques les règles des mécanismes, en particulier sur les secteurs pour lesquels ces outils constituent aujourd'hui le seul outil. L'introduction de scénarios de référence et de méthodes de démonstration du caractère additionnel standardisés – par exemple avec des facteurs d'émission de référence ou des listes de technologie positives ou négatives – pourrait être utile ;

- la deuxième est de favoriser l'accès des pays les moins avancés aux mécanismes de projet, soit via un mécanisme financier ou d'appui institutionnel dédié, soit en dirigeant de façon préférentielle la demande sur les projets mis en œuvre dans les PMA. Ces deux premières voies sont en partie suivies par l'Union européenne, qui souhaite restreindre la demande en crédits émanant de l'EU ETS par des critères qualitatifs sur les projets et sur les pays hôtes ;

- la troisième voie – et certainement la plus essentielle – est de s'intéresser à la MOC et plus largement aux systèmes de projet sous contrainte globale. Les discussions internationales tournent en effet aujourd'hui très largement autour des voies d'amélioration du MDP. C'est une erreur stratégique. L'objectif des négociations est en effet d'encourager le plus grand nombre de pays à accepter des engagements quantifiés de réductions d'émissions : dès lors, l'importance du MDP ira décroissant dans le temps, et celle de la MOC ou des mécanismes assimilés croissant. La mise en place d'un système de MOC suffisamment incitatif pourrait contribuer à faire adhérer les pays émergents au futur accord international.

3. Les autres mécanismes financiers des accords climatiques

L'article 11 de la Convention cadre prévoit un mécanisme financier permettant de transférer des ressources depuis les pays riches vers les pays en développement. L'instrument retenu en 1996 pour opérer ces transferts a été le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) qui est commun à d'autres conventions internationales (sur la biodiversité, la désertification et les polluants organiques persistants)⁽⁸⁾. Ses actions portent à la fois sur le financement de l'atténuation (promotion de technologies moins intensives en énergie, des énergies renouvelables, de modes de transport plus durables... et de leurs développements commerciaux) et de l'adaptation au changement climatique. Cet instrument financier a drainé des ressources marginales par rapport aux instruments de marché en ce qui concerne la réduction des émissions (de l'ordre de 200 millions de dollars). Il pourrait jouer un rôle un peu moins symbolique dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. Nous nous concentrons donc ici sur le seul volet adaptation.

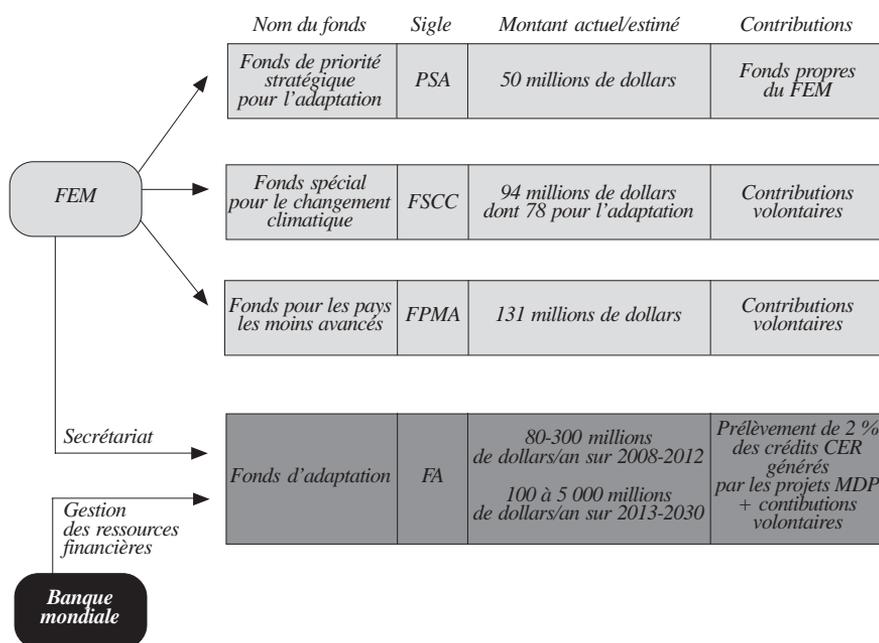
(8) Pour plus de détails sur ces mécanismes, voir Drouet (2009).

3.1. Les fonds gérés par le FEM : la limite des contributions volontaires

Le FEM assure à ce jour la gestion de trois fonds destinés à financer des mesures d'adaptation aux changements climatiques : le Fonds spécial de priorité stratégique pour l'adaptation (PSA), le Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC) et le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA). La somme de leurs ressources ne s'élève qu'à près de 300 millions de dollars, somme dérisoire face à l'estimation des besoins que les organismes internationaux estiment à plusieurs dizaines de milliards de dollars par an. Le graphique 9 détaille leurs sources de financement et évalue les ressources qu'ils étaient parvenus à mobiliser fin 2008.

L'objectif de ces trois fonds n'est pas de financer la totalité des coûts de l'adaptation puisque d'autres canaux de financement existent comme les agences bilatérales de développement et le secteur privé. Toutefois, ce sont actuellement les seuls fonds internationaux opérationnels car le seul mécanisme financier prévu par les accords climatiques existants disposant de ressources affectées, le Fonds d'adaptation, peine à se mettre en place pour des raisons de désaccords persistants sur son mode de gouvernance.

9. Les transferts financiers au titre de l'adaptation au changement climatique

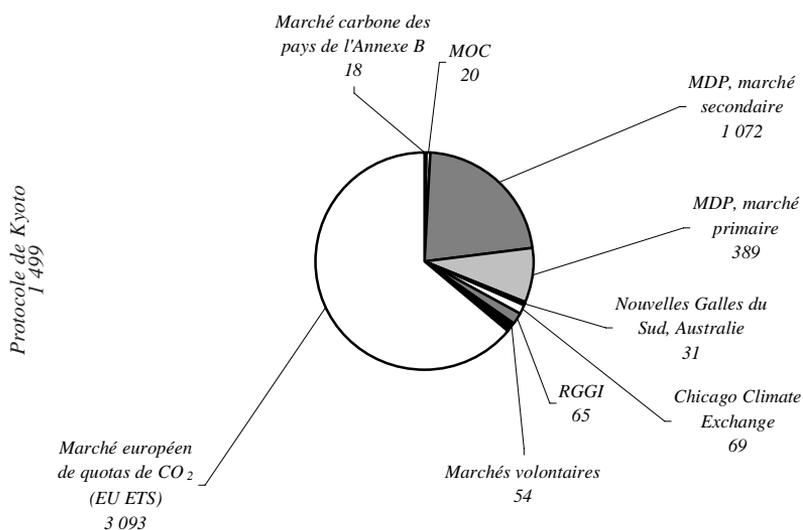


Source : Drouet (2009).

10. Les marchés du carbone 2008 en chiffres

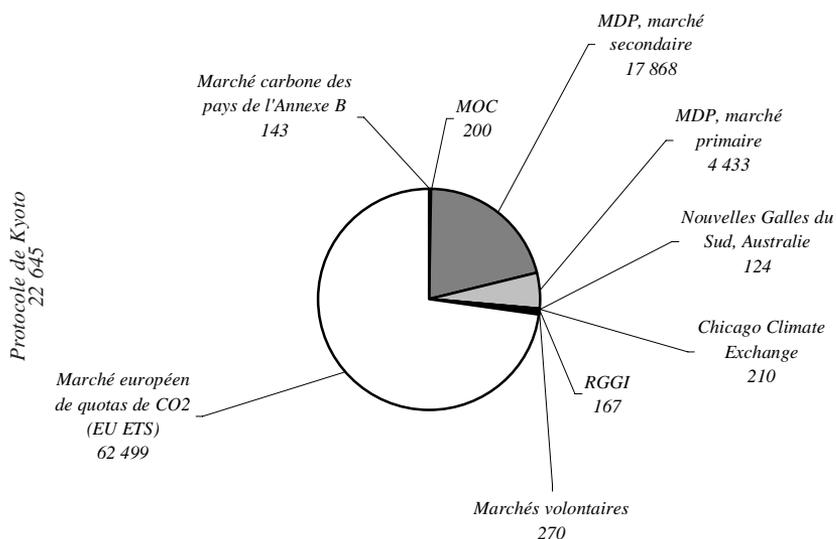
a. Transactions en volume

En millions de tonnes



b. Transactions en valeur

En millions d'euros



Source : Delbosc et de Perthuis (2009) à partir de Capoor et Ambrosi (2009).

3.2. Le Fonds d'adaptation : une ressource affectée

Créé en 2001 par les accords de Marrakech (COP-7) dans le cadre du protocole de Kyoto, le Fonds d'adaptation dispose de ressources affectées : 2 % des crédits émis au titre du MDP lui sont obligatoirement attribués. Le montant de ces ressources est donc directement tributaire de l'évolution du prix international du carbone et de l'avenir du MDP dans les futurs accords climatiques. Le secrétariat de la CCNUCC estime que ces flux pourraient atteindre plusieurs milliards de dollars par an dans les scénarios les plus optimistes (voir graphique 9). L'existence de ces ressources affectées en fait un véritable enjeu de négociation, freinant en retour sa mise en œuvre.

Le Fonds d'adaptation a pour but d'aider les pays en développement les plus vulnérables à faire face aux effets adverses du changement climatique. Il permettra de financer des programmes et des projets concrets d'adaptation au changement climatique. Le secrétariat du Fonds est assuré par le FEM et la gestion des ressources financières a été confiée à la Banque mondiale, sur une base intérimaire qui sera réexaminée tous les trois ans. Aucun projet n'avait encore été présenté à ce fonds au printemps 2009 en raison des difficultés à s'accorder sur le mode de gouvernance.

3.3. Enseignements et voies d'amélioration

L'atrophie des instruments financiers mis en place par les accords climatiques existants contraste avec l'ampleur des transferts que ne manque pas de provoquer la tarification du carbone à l'échelle internationale. Cette inadéquation affaiblit considérablement l'emprise réelle des accords climatiques sur la vie économique et le comportement des acteurs. Trois voies d'amélioration peuvent ainsi être esquissées à partir de ce constat pour les futurs accords climatiques.

Il est en premier lieu utile de poser les limites des instruments reposant sur des contributions volontaires qui permettent, dans le meilleur des cas, d'expérimenter des pilotes à petite échelle mais jamais d'atteindre une masse significative à l'échelle des besoins de financement que requiert l'action face au changement climatique. Compte tenu de la situation des finances publiques des pays riches, il est par ailleurs illusoire de compter sur une générosité accrue des gouvernements.

Deuxièmement, les transferts financiers provoqués par la tarification du carbone à l'échelle internationale sont sans commune mesure avec ceux opérés à partir des instruments financiers classiques du type fonds. À titre d'exemple, alors que l'ensemble des fonds lancés depuis 2001 n'ont pas mobilisé des ressources supérieures à 500 millions de dollars vers les pays en développement (atténuation comprise) le MDP devrait mobiliser des financements de l'ordre de 20 milliards de dollars d'ici 2012 et la Banque mondiale estime à plus de 85 milliards de dollars les transferts au titre des échanges de crédits carbone pour la seule année 2008. Il convient donc que

les futurs accords climatiques accordent une importance bien plus grande aux transferts économiques et financiers résultant de la tarification du carbone à l'échelle internationale. C'est ce que de Perthuis appelle dans son ouvrage la gestion de la « rente carbone »⁽⁹⁾.

Enfin, parmi les transferts financiers résultant de la tarification du carbone, il faut porter une attention particulière aux possibilités offertes par la mise aux enchères des permis d'émission. Cette mise aux enchères facilite l'élimination d'incitations indésirables (principalement la subvention aux investissements à forte intensité en carbone quand des permis sont délivrés gratuitement aux nouveaux entrants) mais elle permet surtout aux gouvernements de capter une part de la rente carbone en créant ainsi une nouvelle ressource publique. En Europe, le passage aux enchères durant la troisième phase devrait ainsi générer une ressource publique additionnelle de l'ordre de 30 à 60 milliards d'euros par an suivant les scénarios.

Une condition majeure d'obtention d'accords climatiques plus ambitieux est donc de construire une architecture financière bien plus sophistiquée avec une instance régulatrice internationale qui dispose des compétences et des moyens d'organiser à grande échelle les transferts économiques et financiers requis par l'action face au changement climatique. Une telle instance pourrait très difficilement être créée *ex nihilo*. Le bon sens conduirait probablement à l'adosser au FMI.

Conclusion

Les instruments économiques déployés dans le cadre des accords climatiques sont encore bien éloignés du monde idéal dans lequel l'ensemble des acteurs paieraient un prix unique pour rejeter leurs gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Face à cette situation, il est tentant d'imaginer une reconstruction radicale, et si possible simplificatrice, des accords climatiques internationaux en faisant table rase des instruments existants. L'approche plus pragmatique retenue dans ce complément conduit à identifier les voies de progrès possibles à partir du perfectionnement de l'existant. Son diagnostic dresse un bilan qui est loin d'être négligeable, d'autant plus qu'un certain nombre de défauts de jeunesse des nouveaux instruments de marché ont déjà été corrigés.

Concernant les dispositifs de *cap-and-trade*, autant le passif du marché international des unités Kyoto échangées par les États est sans appel, autant le système européen d'échange des quotas a déjà corrigé plusieurs de ses défauts initiaux : allongement des périodes couvertes, possibilité de transférer les quotas non utilisés d'une période sur l'autre, élargissement du marché et diminution de sa volatilité. Le prochain test grandeur nature sera

(9) de Perthuis (2009), voir le chapitre V « À qui profite la rente carbone ? ».

le passage d'une allocation majoritaire gratuite à une allocation majoritaire payante via des enchères qui vont drainer de nouvelles ressources vers les gouvernements. La perspective d'élargir ce marché à d'autres États prenant des engagements de régulation de leurs sources d'émissions domestiques est encouragée par les développements en cours aux États-Unis.

Le lancement des mécanismes de projets a été entaché par le poids exorbitant des crédits issus de grands projets industriels bénéficiant manifestement d'effets d'aubaine, par la complexité et les coûts de transaction du dispositif, et par l'impossibilité de trouver des critères simples et indiscutables permettant de distinguer les projets additionnels de ceux qui ne le sont pas. Avec le resserrement des règles concernant les gaz industriels et l'élargissement du portefeuille de projets dans le domaine énergétique, une partie des défauts de jeunesse ont déjà été corrigés. Un nombre croissant de projets est enfin lancé, au titre de la mise en œuvre conjointe, dans des pays sous contrainte ce qui montre que les mécanismes de projet ne sont pas en eux-mêmes des incitations aux gouvernements à ne pas prendre d'engagements. Il reste cependant beaucoup de progrès à effectuer pour que les mécanismes de projet puissent donner tout leur potentiel là où les mécanismes de *cap-and-trade* sont inadaptés : l'agriculture et la forêt. Dans ces secteurs très atomisés, l'approche programmatique fonctionnant par agrégation de projets est prometteuse. Mais elle est difficile à mettre en œuvre car elle implique de trouver des intermédiaires intègres et pose la question du bénéficiaire de l'incitation du prix du carbone.

L'indigence des moyens affectés à l'adaptation aux changements climatiques et plus généralement l'inexistence d'un instrument puissant organisant la gestion des flux financiers requis pour agir face au changement climatique semble en définitive constituer le point de faiblesse principal des dispositifs mis en place dans le sillage du protocole de Kyoto. C'est peut-être là que se situe l'enjeu le plus crucial pour la crédibilité des futurs accords climatiques : mettre en place une véritable architecture financière avec un pilote disposant, au cœur du dispositif, de puissants moyens d'intervention et d'un soutien politique clair permettrait d'organiser des transferts de ressources supplémentaires vers les pays en développement en échange d'engagements de leur part à mettre sous contrainte leurs sources d'émissions domestiques.

Références bibliographiques

- Alberola E., J. Chevallier et B. Cheze (2008) : « Price Drivers and Structural Breaks in European Carbon Prices 2005-2007 », *Energy Policy*, vol. 36, n° 2, pp. 787-797.
- Aldy J., R. Stavins et al. (2008) : *Architectures for Agreements: Addressing Global Change in the Post-Kyoto World*, Cambridge University Press.
- André Y., A. Bodiguel et B. Leguet (2008) : « Projets domestiques : rendre concret le protocole de Kyoto ». Disponible sur www.caissedesdepots.fr
- Bellassen B. et B. Leguet (2009) : *Comprendre la compensation carbone*, Pearson.
- Buchner B. et D. Ellerman (2006) : « Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005 Emissions Data », *FEEM Working Paper*, n° 139.06.
- Capoor K. et P. Ambrosi (2009) : *State and Trends of the Carbon Markets 2009*, Banque mondiale.
- Convery F., D. Ellerman et C. de Perthuis (2008) : « Le marché européen du carbone en action : enseignements de la première phase », Mission Climat de la Caisse des dépôts/MIT-CEEPR/University College Dublin.
- Convery F., D. Ellerman et C. de Perthuis (2009) : *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*, Cambridge University Press, à paraître.
- DEHSt (2009) : « German Manual for JI host Country Approval. Guidance for Applicants ». Disponible sur www.dehst.de
- Delbosch A. et C. de Perthuis (2009) : « Carbon Markets: The Simple Facts », *Climate Care Series*, ONU Global Compact Initiative.
- Drouet A. (2009) : « Financer l'adaptation aux changements climatiques », *Étude Climat*, n° 17, Mission Climat de la Caisse des dépôts.
- Ellerman D. (2008) : « The EU Emission Trading Scheme : Prototype of a Global System? », *Massachusetts Institute of Technology Discussion Paper*, n° 2008-02, Harvard Project on International Climate Agreements.
- Ellerman D. et al. (2000) : *Markets for Clean Air: The US Acid Rain Program*, Cambridge University Press.

- Ellerman D. et B. Buchner (2008) : « Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005-06 Emissions Data », *Environmental and Resource Economics*, vol. 41, n° 2, pp. 267-287.
- Godard O. (2008) : « Unilateral European Post-Kyoto Climate Policy and Economic Adjustment at EU Borders », *École polytechnique, Chaire développement durable*.
- Leguet B. et G. Elabed (2008) : « A Reformed CDM to Increase Supply: Room for Action », *Perspectives 2008*, UNEP-RISOE.
- Mansanet-Bataller M., A. Pardo et F. Valor (2007) : « CO₂ Prices, Energy and Weather », *The Energy Journal*, vol. 28, n° 3, pp. 72-92.
- de Perthuis C. (2009) : *Et pour quelques degrés de plus... Nos choix économiques face au risque climatique*, Pearson.
- Wara M. et D. Victor (2008) : « A Realistic Policy on International Carbon Offsets », *PESD Working Paper*, n° 74.
Disponible sur http://iis-db.stanford.edu/pubs/22157/WP74_final_final.pdf

Complément 1C

Prospective technico-économique et politiques climatiques : que peut *encore* nous apprendre la modélisation numérique ?

Renaud Crassous-Doerfler^(*)

*Chaire ParisTech Modélisation Prospective, AgroParisTech/CIREDD
et CEDD*

Le défi technique et économique que représente la réduction drastique des émissions mondiales de gaz à effet de serre en quelques décennies a suscité depuis trente ans une demande croissante d'évaluation quantitative des politiques et mesures possibles pour y parvenir. Depuis la fin des années soixante-dix, une véritable « industrie » de modélisation technico-économique s'est développée dans les champs de l'énergie et du climat, s'appuyant sur plusieurs dizaines de modèles énergétiques de long terme et générant au final des centaines de trajectoires énergétiques mondiales ou régionales⁽¹⁾. Aujourd'hui, les quelques dizaines d'équipes de modélisateurs à l'œuvre dans le monde continuent de produire, avec un raffinement croissant, des évaluations chiffrées des potentiels et des coûts de réduction pour différentes trajectoires de réduction, selon différentes stratégies d'action.

Paradoxalement, cette profusion de résultats quantitatifs n'a permis de tirer qu'un petit nombre de conclusions robustes pour la décision. Le contenu du quatrième rapport du GIEC publié en 2007 en est symptomatique : d'une part les incertitudes sur les résultats quantifiés restent encore extrê-

(*) Ce texte a aussi bénéficié des commentaires fructueux de Philippe Quirion, Olivier Sassi et Adrien Vogt-Schlib, chercheurs au CIREDD.

(1) On pourra s'en faire une idée concrète en consultant la base de scénarios entretenue par le NIES pour le compte du GIEC, contenant précisément 1 001 scénarios au moment de la publication du 4^e rapport d'évaluation du GIEC (Disponible sur <http://www-cger.nies.go.jp/scenario/index.html>).

mement larges, probablement *trop larges* pour fournir à nos décideurs un éclairage univoque sur les possibles stratégies de réduction des émissions ; d'autre part l'analyse de la mise en œuvre concrète des politiques et mesures reste en général purement qualitative⁽²⁾.

En fait, force est de constater que jusqu'à ce jour l'influence de ces résultats sur les négociations internationales et les décisions publiques est restée faible dans la plupart des pays : malgré des évaluations de coûts de stabilisation presque toutes cantonnées à quelques points de pourcentage de PIB en 2030 ou 2050, la mise en place de politiques de réduction des émissions est très lente dans une majorité de pays. Devant ce décalage, il nous faut rechercher quels sont les obstacles qui empêchent un diagnostic économique très favorable aux politiques climatiques (Stern, 2007) d'être converti en décisions politiques ambitieuses. Notre principal argument est que les modèles numériques existants et leur utilisation actuelle sont en partie inadaptés pour répondre aux préoccupations des décideurs. Pour étayer ce diagnostic, nous rappelons quels sont les principaux apports des modèles numériques technico-économiques utilisés dans la littérature sur les politiques climatiques, puis nous détaillons les principaux défis qui doivent être relevés par les modélisateurs pour fertiliser la décision de manière plus efficace, étant entendu que la modélisation ne peut prétendre résoudre toutes les incertitudes face auxquelles les décisions doivent être prises. Nous nous cantonnons ici aux approches coûts-efficacité, c'est-à-dire à la modélisation des stratégies de *réduction des émissions* pour un objectif climatique donné – nous n'aborderons donc pas l'évaluation économique des dommages climatiques ni la détermination du « bon » niveau de stabilisation, qui requiert une analyse coûts-bénéfices sous incertitude.

1. Chiffres, incertitudes et discours

Pour un objectif climatique donné, les éclairages attendus des modèles technico-économiques concernent quatre questions principales :

- Quels sont les itinéraires technologiques possibles (ou optimaux) permettant d'atteindre l'objectif ?
- Quel doit être le profil temporel des efforts (notamment de la valeur du carbone) ?
- Quelles sont les politiques et mesures à déployer, en tenant compte des spécificités sectorielles, pour se placer sur la trajectoire technologique désirée en temps voulu ?
- Quel sera le bilan macroéconomique de ces politiques et mesures ?

(2) Cf. le Résumé pour décideurs du quatrième rapport d'évaluation du groupe III du GIEC, dans lequel la discussion sur les difficultés réelles de bifurquer vers une trajectoire peu intense en gaz à effet de serre reste purement discursive (§22 et 23, par exemple).

Avant d'aborder chacune de ces questions, il faut préciser les contours de ce que l'on peut demander aux modèles numériques. Le but premier d'un modèle numérique étant de produire des nombres *a priori* inaccessibles au calcul mental, il est logique d'en attendre d'abord des informations quantitatives. Mais la multiplicité des modèles et les incertitudes de paramétrage peuvent générer tant de variabilité dans les résultats qu'il n'est jamais possible de faire confiance à une seule simulation pour disposer d'une évaluation robuste. C'est seulement en embrassant un grand nombre de résultats que l'on peut tenter de traiter les questions ci-dessus, en se contentant généralement de résultats formulés en intervalles d'incertitude⁽³⁾. En revanche, l'apport des modèles va plus loin que la pure production de chiffres, de barres d'incertitude et de trajectoires. Premièrement, le chiffre sert *l'argument*, et l'argument qualitatif est souvent le résultat principal qui est retenu, même lorsqu'il n'est pas vraiment robuste⁽⁴⁾. Deuxièmement, le modèle a un rôle plus indirect dans la production scientifique dans la mesure où il force son concepteur/utilisateur à penser les systèmes énergétiques et économiques dans leur ensemble, en détectant les effets de système non intuitifs (effets rebonds, rétroactions macroéconomiques, effets d'éviction sur les investissements, interactions entre instruments de politique publique, effet sur les termes de l'échange, etc.).

Revenons aux questions ci-dessus. C'est un exercice périlleux de prétendre résumer comment la masse de résultats et d'articles produits grâce aux dizaines de modèles existants permet de répondre précisément à ces grandes questions : le travail de synthèse réalisé au sein du GIEC en est la meilleure preuve. En s'appuyant sur ce travail très largement reconnu, complété par notre propre expérience plus subjective de la modélisation et des exercices internationaux de comparaison de modèles, nous tentons de rap- peler les réponses apportées par les modèles à ces quatre questions, à la fois en termes de résultats robustes, d'incertitudes et d'arguments qualitatifs.

(3) Il faut d'ailleurs préciser que la plupart du temps, ces intervalles d'incertitude ne découlent pas d'une étude de sensibilité exhaustive *en soi*, mais seulement d'une synthèse des résultats publiés dans la littérature avec des modèles disparates, ce qui n'exclut pas qu'il puisse y avoir un biais dans l'échantillon, par exemple à cause de l'utilisation généralisée de tel ou tel scénario de référence.

(4) Ce passage des chiffres à l'argument qualitatif se fait parfois au détriment de la rigueur, en oubliant que les modalités précises de production du chiffre sont au moins aussi importantes que la valeur elle-même pour permettre une interprétation juste et rigoureuse. Mais la discussion de la robustesse ou de la rigueur des arguments nécessite souvent un discours scientifique complexe qui est généralement inaudible dans le champ du politique.

Si l'on reprend l'échelle d'incertitude adoptée par le GIEC dans son dernier rapport, une évaluation *robuste* est celle qui fait l'objet d'un *fort consensus* et est étayée par un *grand nombre d'expériences scientifiques*.

1.1. Les trajectoires technologiques

L'accumulation des études sectorielles et technologiques dans tous les secteurs et l'accroissement des capacités numériques ont permis de produire des trajectoires de long terme de plus en plus précises en termes de sentiers techniques. Dans la masse de scénarios produits depuis quinze ans, il y a trop de variabilité pour dégager des fondamentaux « robustes » car les séquences de déploiements technologiques envisagées peuvent varier très significativement d'un scénario à l'autre. Il en ressort en revanche des intervalles d'incertitude sur la contribution relative de chaque technologie au panier énergétique futur (par exemple : « les énergies renouvelables peuvent assurer jusqu'à 35 % de l'énergie primaire en 2030 pour moins de 50\$/tCO₂ ») (cf. GIEC, 2007, WG III, SPM, § 10, p. 13), mais nous ne développerons pas plus ici ce niveau de détail. Le résultat principal est un *argument* beaucoup plus général mais très fort (et qui semble avoir bien « percolé » dans la sphère politique) : « La plage des niveaux de stabilisation évalués⁽⁵⁾ pourrait être atteinte en déployant tant un éventail de technologies qui existent déjà sur le marché, que celles dont on attend la commercialisation dans les décennies à venir » (GIEC, 2007, WGIII, *Résumé pour les décideurs*, p. 18, § 19).

Ce qui ressort des études les plus récentes ou en cours est sensiblement différent, du fait que le temps joue contre nous et que le diagnostic sur le changement climatique s'est aggravé du côté des climatologues. Par conséquent, les scénarios plus récents se focalisent pour la plupart sur des objectifs aujourd'hui très ambitieux, comme par exemple l'objectif européen de limitation du réchauffement à + 2 °C, avec une stabilisation autour de 450 ppm CO₂-eq (tous gaz). Dans ces scénarios, il apparaît que les projections de déploiements technologiques sont beaucoup moins variées. Pour parvenir à « résoudre » l'équation des besoins énergétiques en réduisant suffisamment les émissions et en tenant compte des limitations spécifiques à chaque type de technologie, il apparaît incontournable, *au niveau mondial*, de combiner :

- une politique transversale de sobriété maximale ;
- un développement exponentiel des énergies renouvelables ;
- un soutien du nucléaire ;
- une généralisation des dispositifs de capture et séquestration du carbone⁽⁶⁾. Bien sûr, à l'échelon national ou régional, une plus grande variété de combinaisons est possible même pour atteindre un objectif ambitieux, mais au niveau mondial, il n'existe pas ou très peu de scénarios faisant l'impasse sur l'un des quatre piliers suscités⁽⁷⁾.

(5) Cette plage comprend des scénarios de stabilisation allant de 445 à 1130 ppm CO₂-eq.

(6) Ce constat se retrouve par exemple dans l'analyse critique d'un numéro spécial de *Climate Policy* donnant un échantillon récent de résultats de modèles reconnus (Hourcade et Crassous, 2008).

(7) On trouve quand même dans les résultats de certaines équipes européennes des scénarios de stabilisation « tout renouvelable » sans nucléaire, mais cette exception est susceptible d'être biaisée politiquement et fait l'objet de sérieuses critiques d'infaisabilité.

Globalement, il apparaît donc très clairement que les scénarios les plus ambitieux ne sont envisageables qu'avec un déploiement *maximal* et à *temps* des technologies matures ou en voie de maturation – de la rénovation thermique des bâtiments à grande échelle jusqu'à la séquestration du carbone⁽⁸⁾.

Ce trait risque de se renforcer encore avec l'examen, pour le 5^e rapport d'évaluation du GIEC, des scénarios permettant de stabiliser le forçage radiatif à 2,6 W/m². Pour parvenir à calculer un tel scénario, il faut supposer que les options technologiques sont poussées encore plus loin et plus vite, voire que l'on sera rapidement capable de « pomper » du CO₂ dans l'atmosphère à grande échelle avec des centrales à biomasse avec séquestration. Apprécier la faisabilité technique d'un tel scénario est un jugement de valeur accessible seulement aux experts de chaque secteur, alors même que les modélisateurs reconnaissent généralement que ces scénarios sont « héroïques » en termes de déploiement technologique. Il est donc très clair que l'assertion du rapport du GIEC concernant la faisabilité des trajectoires de stabilisation que nous avons rappelée ci-dessus devra être clairement conditionnée au regard des « hypothèses héroïques » qui sous-tendent les nouveaux scénarios les plus bas, tout en rappelant qu'une « hypothèse héroïque » n'est jamais une incertitude qui tombe du ciel, mais dépend bien des décisions collectives prises tout au long de la trajectoire (R&D, incitations, coopération internationale, etc.).

1.2. Le profil temporel des efforts

La discussion sur le profil temporel des efforts a été très vive dans les années quatre-vingt-dix, notamment entre les partisans de l'action précoce et ceux du report de l'action. C'est un débat complexe car il peut mélanger la question du niveau de l'action (quel niveau de stabilisation ?)⁽⁹⁾ et celle du tempo de l'action (quand réduire les émissions pour rester en deçà d'un niveau de stabilisation donné ?). Pour un objectif de stabilisation fixé, les facteurs jouant en faveur d'une action précoce sont :

- l'incertitude sur les conditions économiques futures (croissance, innovation, énergies fossiles, etc.) combinée avec l'inertie des systèmes techniques, qui poussent à agir plus et plus tôt pour pouvoir conserver la possibilité de faire face à tous les futurs possibles ;

(8) Il faut noter que nous sommes déjà dans l'impossibilité de réaliser une stabilisation à 450 ppm CO₂-eq sans un dépassement temporaire de cette concentration (*overshoot*). Les résultats récents de l'Energy Modelling Forum le démontrent tous (EMF-22, *transition scenarios*).

(9) La première question n'est pas directement abordée dans ce complément, comme nous l'avons indiqué dans l'introduction. Précisons simplement que ce débat a été jusqu'à très récemment dominé par les controverses sur la valorisation des dommages ou le choix du « bon » taux d'actualisation, malgré le fait que ces controverses soient de second ordre pour la décision par rapport à certaines incertitudes, comme celle qui entoure la forme de la courbe des dommages – l'existence de seuils de rupture dans cette courbe impliquant un profil d'efforts beaucoup moins sensible au choix du taux d'actualisation. La modélisation a joué un rôle important dans ces débats, mais en général avec de petits modèles numériques permettant d'appuyer les arguments des uns et des autres, sous une forme très agrégée et parfois plus *heuristique* que *réaliste*.

- la possibilité *d'induire le changement technique* par le biais des instruments incitatifs et/ou des efforts directs de R&D, ce qui contredit la vision plus ancienne d'un progrès technique *autonome* qu'il vaut mieux attendre en reportant l'action ;

- l'existence de fenêtres d'opportunité lors de phases de renouvellement ou de construction importantes d'infrastructures et de capital à longue durée de vie, comme c'est le cas par exemple dans les pays émergents ;

- les co-bénéfices de l'action précoce sur la diminution des tensions énergétiques mondiales, qu'il est nécessaire d'anticiper plusieurs décennies à l'avance.

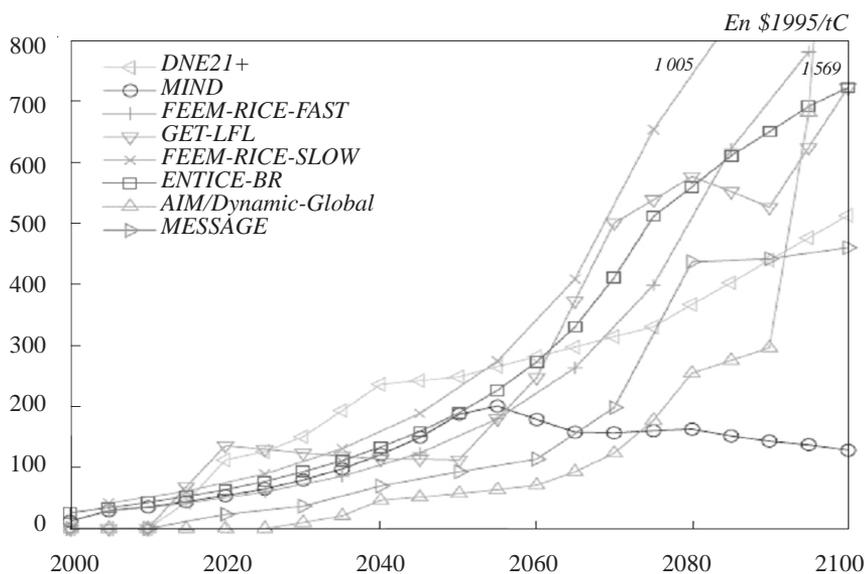
Au contraire, un report ou un étalement temporel de l'action est défendu pour éviter le surcoût du renouvellement anticipé du capital ou plus généralement le surcoût d'une transition énergétique trop rapide.

Dans tous ces débats, ce sont plutôt des modèles très compacts qui ont été utilisés, plus pour leur rôle argumentaire que pour les résultats précis qu'ils fournissent. Pour obtenir des résultats plus précis sur un profil quantitatif des efforts, ce sont les modèles plus détaillés, jugés plus réalistes, qui sont mobilisés. Tous ces modèles comportent comme « indicateur d'effort principal » la valeur du carbone, supposée représenter l'ensemble des politiques et mesures impliquant une réduction d'émissions dont le coût reste inférieur ou égal à cette valeur. Autrement dit il est important de ne pas interpréter la « valeur du carbone » qui sort d'un modèle comme un signal-prix unique sur l'ensemble des agents mais comme un ensemble d'instruments adaptés à chaque secteur et cohérents avec cette valeur. Depuis une dizaine d'années, une partie significative des modèles représente un second levier d'effort : les dépenses d'investissements en R&D pour les nouvelles technologies sobres en carbone ou en énergie (capture et stockage du CO₂, énergies renouvelables, véhicules électriques, hydrogène, économies d'énergie, etc.). Si les deux variables de commande – valeur du carbone et dépenses de R&D – sont représentées indépendantes dans les modèles, la littérature réaffirme systématiquement leur complémentarité : le succès des efforts de R&D dépend largement de la profitabilité espérée des innovations, qui dépend elle-même de la valeur future du carbone.

Si l'on regarde les sorties de modèles concernant la valeur du carbone, il n'en sort aucune trajectoire robuste à l'incertitude, comme le montre le graphique 1 réalisé à partir d'un échantillon de huit modèles (Edenhofer et al., 2006). Même la forme du profil n'est pas robuste : si une part importante des modèles existant produit un profil de type exponentiel, on trouve aussi des profils quasiment affines ou même concaves. Les modèles ne permettant pas de déterminer un « bon » profil pour un objectif donné, il est en revanche intéressant d'expliquer quelles hypothèses ou quels mécanismes sont responsables d'une modification substantielle du profil de la valeur du carbone. Nous avons ainsi souligné, lors du travail de la commission Quinet autour de la valeur tutélaire du carbone, que l'existence d'inerties im-

portantes et d'une visibilité réduite sur les futurs prix des énergies et sur la future valeur du carbone pouvait justifier un profil concave avec une croissance plus forte du signal au début de la trajectoire (CAS, 2008).

1. Illustration de l'incertitude sur la trajectoire de valeur du carbone pour une stabilisation à 450 ppm CO2



Note : Voir aussi la figure TS.9 (p. 40) du résumé technique du 4^e rapport d'évaluation du GIEC (WG III).

Source : Cf. *The Energy Journal* (2006), n° spécial.

Dans un registre plus qualitatif, les simulations démontrent de manière robuste :

- qu'un signal prix croissant sur les émissions de GES est indispensable pour stabiliser la concentration des GES (autrement dit le signal de la hausse des tensions sur les marchés énergétiques ne pourrait suffire à stabiliser dans aucun scénario de référence, contrairement aux scénarios SRES les moins émetteurs) ;
- qu'il est toujours plus intéressant d'associer simultanément un signal-prix croissant sur les émissions et des dépenses de R&D ciblées sur les technologies sobres en carbone et/ou en énergie.

Finalement, les possibilités d'utilisation des sorties actuelles des modèles en termes de valeur du carbone peuvent sembler décevantes à cause de leur variabilité, alors même qu'elles sont l'aboutissement d'efforts de mo-

délisation considérables. L'une des raisons est qu'une fois l'objectif climatique fixé, le profil de valeur du carbone est un résultat qui dépend encore de trop nombreuses hypothèses (sur la croissance future, l'évolution des techniques, sur les marchés de ressources fossiles, sur la qualité des signaux économiques, etc.) pour être robuste. En revanche, une des pistes pour permettre une meilleure valorisation de la richesse des modèles qui se cache derrière ce seul profil de valeur du carbone, serait d'exprimer les résultats en utilisant de nombreux tests de sensibilité sur les paramètres ou les spécifications d'un modèle, de manière à formuler une conclusion du type : « avec tel profil du carbone, 95 % des scénarios respectent l'objectif de stabilisation désiré ».

1.3. Les politiques et mesures à déployer

Une partie de la question du choix des instruments de politique publique a été traitée hors modèle numérique, par exemple avec les travaux analytiques sur le choix d'une régulation par les prix ou par les quantités, dans le sillage de l'article fondateur de Weizmann (1974). En fait, la plupart des modèles numériques dont nous traitons ici sont « manchots » pour décrire le détail des politiques et mesures à déployer dans chaque secteur, car la « valeur du carbone » y est supposée encapsuler un ensemble de politiques et mesures cohérentes mais non détaillées, mis à part les dépenses de R&D agrégées parfois représentées⁽¹⁰⁾. Néanmoins un certain nombre de questions peuvent quand même être explorées, du choix du mode d'allocation des quotas à la mise en place de mécanismes d'ajustement aux frontières, comme nous le mentionnons plus bas.

Auparavant, pour comprendre l'écart qui subsiste entre la représentation des modèles et les questions décisionnelles, il nous faut rappeler les notions de *potentiel économique* et *potentiel de marché*. Un *potentiel économique* de réduction des émissions décrit l'ensemble des options technologiques rentables en dessous d'une valeur du carbone donnée, qui se réaliseraient sur un marché parfait, avec des agents clairvoyants et sans coûts de transaction⁽¹¹⁾. Le *potentiel de marché* qui correspond à la même valeur du carbone ne correspond qu'aux options qui seraient choisies sur les marchés actuels, avec de nombreuses *barrières* au déploiement des technologies et des pratiques peu émettrices (comportements, normes sociales, institutions, problèmes de principal-agent, fiscalités préexistantes, etc.). Les modèles

(10) Cette question des politiques et mesures précises constitue un des « écarts » visible entre la modélisation et la décision, qui devient gênant aujourd'hui car le temps de la décision politique a rapidement rattrapé le rythme plus lent de la recherche. De ce fait l'arsenal de modélisation prévu pour étudier les trajectoires de long terme, avec une représentation assez « symbolique » de la politique climatique, se trouve face à une demande d'expertise qui concerne soudain la mise en œuvre concrète et détaillée des politiques et mesures, à relativement court terme.

(11) Cf. Box SPM-3 (GIEC, 2007, WGIII, SPM).

ne donnent en général que les potentiels *économiques* de réduction car ils décrivent un monde parfait dans lequel les barrières sont mal représentées⁽¹²⁾. Or ce sont bien ces mécanismes qu'il faut particulièrement prendre en compte lorsque l'on souhaite décliner les politiques climatiques secteur par secteur, sachant qu'il existe un grand nombre d'obstacles à ce qu'une taxe uniforme sur les carburants fossiles fasse seule le travail ; on sait que la nature de l'outil peut changer le résultat même pour une valeur du carbone sous-jacente identique⁽¹³⁾. Dans ce cas, il faut donc plutôt se tourner vers des études sectorielles plus précises, qui peuvent s'attaquer aux spécificités de chaque secteur pour définir les paquets de mesures les plus adaptés compte tenu des politiques déjà en place, des contraintes d'acceptabilité sociale, du coût administratif de la mise en œuvre, etc. L'Agence internationale de l'énergie fait, par exemple, un effort continu dans ce domaine pour différents secteurs (accords sectoriels pour l'industrie, éclairage, appareils électroniques domestiques, etc.).

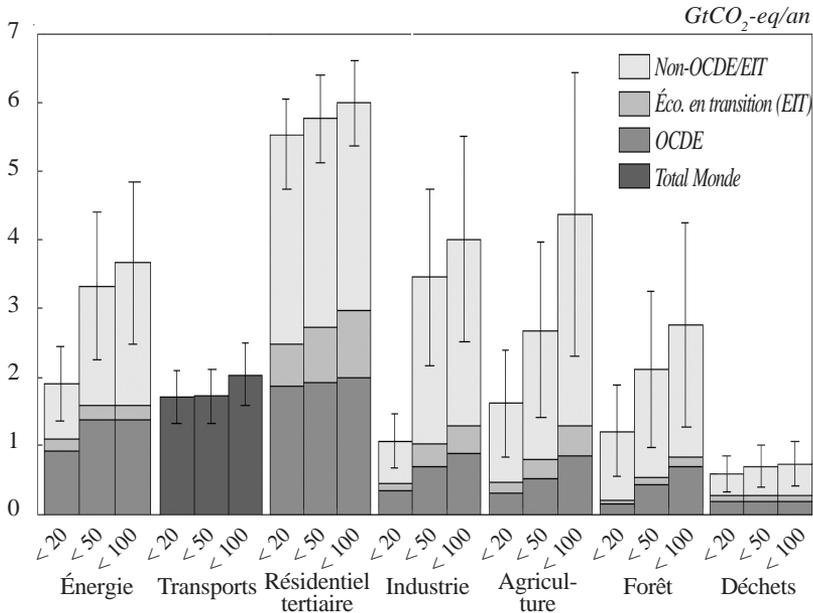
Mis à part cette question épineuse des barrières, la modélisation quantitative apporte des réponses fournies sur les potentiels de réduction et les technologies adaptées dans chaque secteur (*cf.* graphique 2). Les chiffres obtenus sont parfois entourés d'une grande incertitude, en particulier quand la représentation du réel dans les modèles agrégés reste encore très insatisfaisante (par exemple, les mécanismes qui sous-tendent la déforestation, relativement bien connus, mais difficiles à représenter à l'échelle globale) ou quand les émissions elles-mêmes restent difficiles à calculer (par exemple, dans les secteurs des déchets ou de l'agriculture).

(12) « Les études actuelles du potentiel économique, de type *bottom-up* ou *top-down*, sont toutefois limitées en ce sens qu'elles ne tiennent pas compte de tous les choix possibles de modes de vie, ni de toutes les externalités, comme la pollution locale de l'air. Elles ne représentent que partiellement des régions, pays, secteurs, gaz et obstacles » (GIEC, 2007, WGIII, SPM, Box SPM 2). En fait, pour être plus précis, les modèles sont à mi-chemin entre potentiels économiques et potentiels de marché, car ils décrivent des marchés parfaits avec information parfaite mais le calibrage des paramètres des comportements des agents économiques (élasticités par ec.) est réalisé sur la réalité imparfaite, captant une partie des barrières sans les expliciter.

Une exception notable est le modèle CIMS de l'équipe de Mark Jaccard, dont l'innovation principale est d'étayer le calibrage du modèle sur des enquêtes comportementales poussées.

(13) *Cf.* l'effet du bonus-malus à l'achat d'une automobile vs les taxes sur les carburants ou le problème locataire/propriétaire dans le ciblage des aides à la rénovation de l'habitat.

2. Potentiel économique de réduction par secteurs pour différents prix du carbone en 2030, tous scénarios confondus



Source : GIEC, 2007, WGIII, figure SPM-6.

Enfin, le sujet des fuites de carbone en cas d'asymétrie internationale sur les politiques climatiques mérite un point particulier, car il fait l'objet de débats très intenses mais peu de modèles globaux peuvent le renseigner de manière robuste. En effet, la majorité des modèles utilisés dans le champ des politiques climatiques qui représentent le commerce international utilisent, d'une part, une spécification générique pour les marchés internationaux, dite d'Armington (1969), qui ne restitue pas les dynamiques spécifiques aux grands secteurs industriels comme l'industrie du ciment, de l'aluminium ou la sidérurgie et, d'autre part, des règles de bouclage sur la balance des capitaux qui sont irréalistes à moyen terme (en général, balance constante ou convergeant rapidement vers zéro). Il faut donc prendre garde que le traitement de cette question des fuites de carbone n'est sérieux qu'à condition de concevoir et d'utiliser des modèles plus adaptés à chaque secteur (Demailly et Quirion, 2006 et Ponsard et Walker, 2008).

1.4. Le bilan macroéconomique

Du fait de leur rôle très politique dans les débats sur l'action face au changement climatique, les résultats macroéconomiques sont les plus connus. Le rapport Stern les a diffusés au grand public, reprenant les conclusions du GIEC sur les coûts de réduction des émissions. Ces conclusions rapportent que la stabilisation de la concentration des GES aux niveaux les

plus rigoureux coûterait moins de 3 % du PIB mondial en 2030 et moins de 5 % en 2050, soit 0,1 % par an de moins en taux de croissance moyen. Dit autrement, cela correspond à un retard de l'ordre d'un à deux ans de croissance en 2050 avec les hypothèses de croissance les plus courantes. Le même rapport mentionne que les coûts macroéconomiques régionaux peuvent être très différents, mais sans plus de détail, car cette information est assez rare dans la littérature.

Coût macroéconomique estimé de la réduction des gaz à effet de serre (hors gain des dommages évités)

a. À l'horizon 2030^{(b)(c)}

Niveau de stabilisation (en ppm CO ₂ -eq)	Perte de PIB (médiane) ^(d) (en %)	Intervalle de perte de PIB ^{(d)(e)} (en %)	Réduction du taux de croissance annuel moyen du PIB ^(d) (en points de %)
590-710	0,2	- 0,6-1,2	< 0,06
535-590	0,6	0,2-2,5	< 0,1
445-535	—	< 3	< 0,12

b. À l'horizon 2050^(a)

Niveau de stabilisation ^(b) (en ppm CO ₂ -eq)	Perte de PIB (médiane) ^(b) (en %)	Intervalle de perte de PIB ^{(b)(c)} (en %)	Réduction du taux de croissance annuel moyen du PIB ^{(b)(d)} (en points de %)
590-710	0,5	- 1 - 2	< 0,05
535-590	1,3	faiblement négatif - 4	< 0,1
445-535	Non disponible	< 5,5	< 0,12

Notes : (a) Pour un niveau de stabilisation donné. La réduction du PIB se poursuit dans la plupart des modèles après 2030 ; (b) Résultats d'études utilisant des scénarios de référence différents ; (c) Les études varient quant à la période où l'objectif de stabilisation est atteint, généralement en 2100 ou après ; (d) PIB mondial (taux de change) ; (e) La médiane et les 10^e et 90^e centiles des données.

Source : GIEC.

Si cette évaluation semble robuste car elle est confirmée par la quasi-totalité des modèles, il faut mentionner ici que deux aspects importants du problème restent largement inexplorés, sauf avec quelques outils encore jugés « expérimentaux » dans la littérature : il s'agit, d'une part, de la représentation des mécanismes de transition et, d'autre part, des potentiels de la « croissance verte ».

Les mécanismes de transition sont absents des évaluations quantitatives dans la mesure où presque tous les modèles sont des modèles d'équilibre de long terme, dont le « moteur de croissance » est calqué sur celui du modèle récursif de Solow ou du modèle intertemporel de Ramsey. Dès lors, la discussion des différents chemins de « traverse » (au sens de Hicks) qui permettraient de passer d'une croissance fondée sur l'usage de ressources fos-

siles relativement bon marché à une croissance découplée de l'usage de ces ressources n'est pas envisagée. En général la seule *traverse* permise dans ces modèles est un chemin de plein-emploi, ce qui néglige d'office le souci bien légitime de l'impact des politiques climatique sur l'emploi. Au contraire, un enjeu important est d'examiner quels peuvent être les différents itinéraires pour passer d'un régime permanent à l'autre – chemin de plein emploi, chemin de prix fixes, chemin de salaires fixes, situations intermédiaires – pour ensuite tenter d'orienter la trajectoire vers la traverse la plus souhaitable, par des politiques d'accompagnement sur l'emploi, les prix, la fiscalité, etc.

Les modèles existants sont aussi inadaptés à l'examen du potentiel de croissance que pourrait représenter une vague d'innovations vertes. Cette question renvoie à ce que l'on nomme l'« hypothèse Porter » selon laquelle les régulations environnementales sont susceptibles de déclencher des innovations dont le bénéfice dépassera largement le seul respect de la contrainte. Pour l'examiner, il faudrait repenser les modèles à partir d'une conception schumpétérienne de la croissance, pensée comme succession de vagues de création destructrice. À notre connaissance, le seul modèle présent dans le paysage qui tente d'aborder la question est E3MG (Barker et al., 2006), modèle macroéconométrique qui génère des gains nets de croissance lorsqu'il est forcé par des politiques climatiques⁽¹⁴⁾.

Enfin, il y a encore deux questions conjointes sous-jacentes au « bilan macroéconomique » des politiques climatiques qui sont partiellement abordées dans la littérature : l'étude des différentes possibilités de recyclage des revenus d'une taxe carbone ou des permis vendus aux enchères et les impacts distributifs des politiques. La question du recyclage a été très explorée dans les années quatre-vingt-dix (cf. Oladosu et Rose, 2007, pour une revue de littérature sur ce point), notamment sous l'impulsion des débats sur le *double dividende*⁽¹⁵⁾. Pour traiter complètement le sujet, les modèles doivent prendre en compte l'hétérogénéité des ménages au sein des pays représentés et représenter finement la fiscalité préexistante et le marché du travail, des caractéristiques assez rares dans le paysage actuel des outils. La littérature révèle peu d'études spécifiquement centrées sur l'étude des effets distributifs de la politique climatique, car seuls quelques outils ont été conçus spécifiquement pour traiter le sujet. Là encore, la nécessité très actuelle de cette question devrait inciter la communauté scientifique à faire évoluer les modèles pour y intégrer plus systématiquement, à l'échelle nationale, la dimension distributive⁽¹⁶⁾.

(14) Techniquement, ces gains s'expliquent dans le modèle par un effet keynésien du surinvestissement nécessaire pour effectuer la transition vers une économie sobre en carbone. Mais cela permet aux auteurs du modèle de lancer la discussion sur l'effet de croissance verte que pourraient avoir les politiques climatiques.

(15) Cf. *Références Économiques*, n° 4, CEDD, 2009.

(16) Cette problématique a commencé à susciter de nouveaux travaux (Garnaut, 2008, ch. 16, Burtraw et al., 2008 et Ghersi et al., 2009).

2. Quand la décision rattrape la modélisation : avis de recherches urgentes !

Notre diagnostic général est donc que les modèles fournissent un matériel abondant sur la définition des politiques climatiques, mais qu'ils présentent globalement deux défauts importants :

- une mauvaise exploitation chronique des outils existants pour renseigner la décision dans l'incertain. Par exemple, il importe d'effectuer des tirs de sensibilité systématiques et de produire des résultats en termes de stratégies de couverture contre les risques climatiques (« adoptons telle stratégie pour être sûr à 90 % de rester en dessous de tel niveau d'émissions ») et non plus en termes de trajectoires multiples dont l'incertitude est seulement examinée *ex post* (« les modèles nous disent que pour tel objectif de stabilisation, le prix du carbone est quelque part entre 2 à 89 €/tCO₂ ») ;

- un écart persistant entre les hypothèses des modèles avec les complexités économiques du monde réel. Parmi ces écarts, les plus importants nous semblent concerner :

- les hypothèses d'équilibre de long terme, tant sur la croissance qui est toujours supposée très régulière (or les perspectives énergétiques du XXI^e siècle ont peu de chances de ressembler à un long fleuve tranquille) que sur les flux de capitaux, supposés revenir à l'équilibre à moyen terme (la dette des états n'étant jamais modélisée) ;
- les hypothèses de pleine utilisation des facteurs, qui empêchent d'explorer les questions d'ajustement et d'emploi ;
- la mauvaise représentation des comportements qui dirigent les consommations finales (barrières, anticipations, normes sociales).

Nous sommes persuadés que la complexité des impacts transversaux de toute politique climatique ambitieuse sur l'économie fait que l'on ne peut guère se passer de la modélisation pour tenter de les évaluer *ex ante*. Une phase de quinze ans d'accumulation progressive d'études et de résultats quantifiés a été accompagnée, sur le plan politique, presque uniquement par la négociation des grands accords internationaux. Ces dernières années, l'agenda politique vient de rattraper très rapidement les experts modélisateurs, en se mobilisant sur les politiques et mesures domestiques à mettre en œuvre sans attendre. Par conséquent, de nombreux modèles conçus pour étudier les trajectoires de long terme se retrouvent donc, face aux questions complexes de la mise en œuvre à court et moyen terme, inadaptes. Il faut maintenant souhaiter une petite révolution dans le paysage de la modélisation pour saisir les enjeux de d'aide à la décision que nous avons détaillés au fil de ce complément.

Références bibliographiques

- Barker T., H. Pan, J. Köhler, R. Warren et S. Winne (2006) : « Decarbonizing the Global Economy with Induced Technological Change: Scenarios to 2100 Using E3MG », *The Energy Journal*, n° 27, pp. 241-258.
- Burtraw D., R. Sweeney et M. Walls (2008) : « The Incidence of US Climate Policy: Where You Stand Depends on Where You Sit », *RFF Discussion Paper*, n° 08-28.
- Centre d'analyse stratégique (CAS) (2008) : *La valeur tutélaire du carbone*, Rapport de la commission présidée par Alain Quinet, juin.
- Demaiily D. et P. Quirion (2006) : « CO₂ Abatement, Competitiveness and Leakage in the European Cement Industry Under the EU ETS: Grandfathering versus Output-Based Allocation », *Climate Policy*, vol. 6, n° 1, pp. 93-113.
- Edenhofer O., K. Lessmann, C. Kemfert, M. Grubb et J. Koehler (2006) : « Technological Change: Exploring its Implications for the Economics of Atmospheric Stabilization », *The Energy Journal*, n° 93.
- Garnaut R. (2008) : *The Garnaut Climate Change Review*, Cambridge University Press, Port Melbourne, Australie.
- Gerlagh R. et B.C.C. van der Zwaan (2004) : « A Sensitivity Analysis on Timing and Costs of Greenhouse Gas Abatement, Calculations with DEMETER », *Climatic Change*, n° 65, pp. 39-71.
- Ghersi F., J-C. Hourcade et E. Combet (2009) : « Taxe carbone, une mesure socialement régressive ? Vrais problèmes et faux débats », *WP CIRED*.
- GIEC (2007) : « Climate Change 2007: Mitigation » in *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Metz, Davidson, Bosch, Dave et Meyer (eds), Cambridge University Press, 851 p.
- Hourcade J-C. et R. Crassous (2008) : « Low Carbon Societies: A Challenging Transition for an Attractive Future », *Climate Policy*, n° 8, pp. 607-612.
- Hourcade J-C. et J. Robinson (1996) : « Mitigating Factors: Assessing the Costs of Reducing GHG Emissions », *Energy Policy*, vol. 24, n° 10-11, pp. 863-873.
- Manne A.S. et R.G. Richels (1977) : « ETA-MACRO: A Model of Energy-Economy Interactions » in *Modelling: Energy-Economy Interaction, Resources for the Future*, Hitch (ed.), Washington, DC.

- Matarasso P. (2003) : « Les origines des méthodes de modélisation dans le champs du changement climatique : de la Cowles Foundation aux modèles MARKAL, MERGE et DICE », *Working Paper CIREDE*.
- Nordhaus W. (1993) : « Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the 'DICE' Model », *American Economic Review*, vol. 83, , mai, pp. 313-317.
- Oladosu G. et A. Rose (2007) : « Income Distribution Impacts of Climate Change Mitigation Policy in the Susquehanna River Basin Economy », *Energy Economics*, vol. 29, n° 3, mai, pp. 520-544.
- Ponssard J-P. et N. Walker (2008) : *EU Emission Trading and the Cement Sector: A Spatial Competition Analysis*, Miméo, University College, Dublin, et École polytechnique, Paris.
- Popp D. (2004) : « ENTICE: Endogenous Technological Change in the DICE Model of Global Warming », *Journal of Environmental Economics and Management*, n° 48, pp. 742-768.
- Stern N.H. (2007) : *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Great Britain Treasury, Cambridge University Press, 692 p.
- Weitzman M. (1974) : « Prices vs. Quantities », *Review of Economic Studies*, vol. 41, n° 4, pp. 477-491.

Complément 1D

Horizons du post-2012 et mécanismes de la concertation internationale

Blandine Barreau

*Centre d'analyse stratégique, Département de la recherche,
des technologies et du développement durable*

La Conférence de Copenhague porte un double enjeu : en décembre 2009, il s'agira non seulement de donner suite aux engagements pris par les partenaires du Protocole de Kyoto mais aussi d'élargir la lutte contre le changement climatique à l'échelle mondiale en obtenant la participation des deux premiers pollueurs mondiaux à adopter des objectifs d'atténuation de leurs émissions de gaz à effet de serre (GES)⁽¹⁾.

Le comportement de « passager clandestin » de la Chine et des États-Unis au cours de la première période du Protocole illustre la difficulté d'orchestrer la préservation d'un bien public mondial. La négociation s'avère d'autant plus difficile qu'il n'existe pas d'équivalent aux solutions technologiques peu coûteuses qui ont endigué la détérioration de la couche d'ozone suite à l'Accord de Montréal (1987). Alors que le scénario le plus pessimiste du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)⁽²⁾ se confirme, la concertation doit dépasser la disparité des situations nationales en termes de niveau de développement et d'exposition au bouleversement climatique.

(1) Le Sommet de Copenhague sera à la fois la quinzième conférence des parties (COP-15) de la Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC) et la cinquième rencontre des partenaires du Protocole de Kyoto (MOP-5).

(2) Voir les conclusions de la conférence Global Risks, Challenges and Decisions, des 10-12 mars 2009 définissant le cadre scientifique à l'intention des négociateurs, disponible sur http://climatecongress.ku.dk/newsroom/congress_key_messages/

L'historique de la coopération révèle une avancée au coup par coup, orchestrée par l'ONU et le G8. Afin d'accélérer l'entente, la nouvelle répartition des efforts entre les partenaires pourrait retenir une typologie variée d'objectifs d'atténuation, un objectif mondial de long terme et des engagements nationaux à 2020 pour les pays de l'Annexe B⁽³⁾ et les États-Unis, renvoyant la formalisation d'un traité sur les questions irrésolues à l'année suivante. Une nouvelle étape s'est ouverte dans les négociations dont l'Europe et les États-Unis briguent désormais le leadership. Tous deux sollicitent une plus grande transparence des initiatives des pays en développement (PED) et une réelle implication des pays émergents. L'accord post-2012 pourrait donc assigner des cibles absolues de réduction d'émissions de GES aux pays développés, décliner des objectifs contraignants adaptés aux politiques énergétiques et climatiques des pays émergents (une cible d'intensité énergétique⁽⁴⁾ pourrait ainsi être proposée à la Chine) et suggérer aux pays en développement d'endosser des engagements sur le mode volontaire.

La mise en œuvre d'un marché carbone mondial n'a cependant pas disparu des débats. Elle induit une rénovation des mécanismes de flexibilité issus du Protocole⁽⁵⁾, à moins que de nouveaux systèmes d'accréditation arrimés sur des initiatives d'atténuation⁽⁶⁾ ou de préservation forestière⁽⁷⁾ ne fassent office de connexion entre pays en développement et pays industrialisés. L'équité de la concurrence entre les industries assujetties ou non à de coûteux efforts de décarbonisation est également en jeu : elle induit un recours éventuel à des accords sectoriels internationaux et un ajustement aux frontières, instruments que le Secrétariat de l'Organisation mondiale du commerce a récemment désignés comme potentiellement compatibles avec les règles du commerce international (OMC/PNUE, 2009).

(3) L'Annexe I de la CCNUCC engage les signataires, des économies développées et « en transition vers une économie de marché », à adopter des mesures nationales pour atténuer les changements climatiques. L'Annexe B du Protocole de Kyoto comprend des objectifs chiffrés de réduction des émissions de GES pour une liste de signataires qui sont sensiblement les mêmes qu'à l'Annexe I. Selon l'article 3 du Protocole : « Les parties visées à l'Annexe I font en sorte, individuellement ou conjointement, que leurs émissions anthropiques agrégées, exprimées en équivalent dioxyde de carbone, des GES indiqués à l'Annexe A ne dépassent pas les quantités qui leur sont attribuées, calculées en fonction de leurs engagements chiffrés en matière de limitation et de réduction des émissions inscrits à l'Annexe B et conformément aux dispositions du présent article, en vue de réduire le total de leurs émissions de ces gaz d'au moins 5 % par rapport au niveau de 1990 au cours de la période d'engagement allant de 2008 à 2012. ». L'Annexe I regroupe l'Australie, le Canada, l'Union européenne et ses membres, les États-Unis, l'Islande, le Japon, la Nouvelle-Zélande, la Suisse, la Turquie, la Biélorussie, la Fédération de Russie, l'Ukraine. L'Annexe B comprend les pays de l'Annexe I, sans la Biélorussie et la Turquie. S'y ajoutent la Croatie, le Liechtenstein, Monaco et la Slovénie.

(4) Exprimée en émissions de GES par unité de PIB.

(5) Mécanismes de développement propre (MDP).

(6) *Nationally Appropriate Mitigation Actions* (NAMAs).

(7) Réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts dans les pays en développement (REDD).

Malgré l'optimisme suscité par l'arrivée de la nouvelle administration américaine, l'issue des négociations reste incertaine : dans un contexte de récession économique mondiale et de défiance entre le Nord et le Sud suite à la déception des objectifs du millénaire, les pays en développement ont adopté une stratégie de surenchère vis-à-vis des pays développés en matière de contreparties technologiques et financières et d'efforts d'atténuation. La résolution des points durs de négociation sera néanmoins décisive pour dépasser les bases jetées par le Protocole de Kyoto.

Quelques mois avant l'ouverture officielle des négociations, un retour sur l'établissement progressif des fondamentaux de la coopération et l'analyse des positions adoptées par les partenaires permettent de décrire les enjeux du futur régime de lutte contre le changement climatique.

1. De la convention cadre de Rio à une vision de l'après 2012 : historique de la coopération climatique

1.1. Un processus de collaboration complexe

Le dialogue international s'organise autour de la Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC), ouverte en 1992 lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro et entrée en vigueur en mars 1994. Quelque 189 pays s'y engagent à stabiliser les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre à un niveau qui évite toute perturbation dangereuse de l'écosystème terrestre, et à prévoir, prévenir ou atténuer les causes et effets néfastes du changement climatique, en publiant notamment des inventaires d'émissions.

Sous l'égide de la Convention, le Protocole de Kyoto lie 172 États à un calendrier de réduction des émissions de GES, et assigne aux 38 pays industrialisés de l'Annexe I de la CCNUCC des engagements chiffrés pour une réduction globale de 5,2 % des émissions moyennes de CO₂ sur la période 2008-2012 par rapport aux niveaux de 1990. Toutefois, 121 pays, dont la Chine, premier émetteur mondial de GES, échappent à ces contraintes du fait de leur statut de pays en développement, tout comme les États-Unis, deuxième émetteur mondial, qui ont signé le traité sans le ratifier. Adopté en décembre 1997, le Protocole est entré en vigueur en février 2005 à l'issue de la ratification de la Russie, avant que la première rencontre des signataires (MOP-1) ne le rende applicable à partir du 30 novembre 2005.

En 2007, la treizième Conférence des Parties de la Convention et troisième Rencontre des partenaires du Protocole de Kyoto (COP-13/MOP-3)⁽⁸⁾ a adopté une Feuille de route pour les discussions sur le régime post-2012. La Conférence de Bali visait à associer les pays en développement et les États-Unis après l'expiration de la première période d'engagement du Pro-

(8) Conférence de Bali, 3-14 décembre 2007.

tole en 2012. En pratique, elle a permis aux pays en développement d'inaugurer une stratégie de négociation consistant à conditionner leur participation à l'obtention d'un accord « équitable », c'est-à-dire conforme à leurs demandes en matière de réduction des émissions des pays industrialisés, et de contreparties technologiques et financières. Contraints d'accepter la Feuille de route, les États-Unis ont néanmoins démontré leur influence sur le déroulement des négociations⁽⁹⁾.

Le Sommet a pérennisé deux enceintes de concertations parallèles lancées par la Conférence de Montréal (COP-11/MOP-1) en décembre 2005 : le groupe des pays développés astreints à des obligations d'atténuation (*Ad Hoc Working Group On Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol – AWG-KP*) qui ne comprend ni la Chine ni les États-Unis, et un groupe de dialogue « informel » issu de la conférence de Bali (*Ad Hoc Working Group On Long-Term Cooperative Action under The Convention ou AWG-LCA*) qui regroupe l'ensemble des signataires de la CCNUCC sans avoir vocation à ouvrir les négociations sur de nouveaux engagements, mais dispose de la capacité de se réunir à volonté afin de préparer la décision adoptée fin 2009, et s'impose donc en pratique comme le forum privilégié rassemblant pays en développement, pays émergents, et pays développés pour préparer l'après 2012.

1.2. La Feuille de route de Bali : une « vision partagée » encore inégalement reprise

À défaut d'objectifs concrets, le Plan d'action de Bali fixe le calendrier et les quatre principaux enjeux des négociations qui doivent aboutir en 2009 :

- la mise en place de mécanismes de marchés pour atteindre les objectifs de la CCNUCC ;
- le traitement de la technologie comme monnaie d'échange : un groupe international d'experts doit lancer un programme de travail répondant aux requêtes des pays en développement pour augmenter les transferts de technologies permettant d'atténuer les émissions de GES et de s'adapter au changement climatique. Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) doit établir des « programmes stratégiques » d'après les demandes des pays ;
- la lutte contre la déforestation : alors que cet enjeu échappait au Protocole, la Feuille de route affirme la nécessité de financer les initiatives des « pays forestiers » et intègre cette question dans le champ des négociations ;
- la mobilisation de moyens financiers « innovants » pour pallier le déficit de financement nécessaire à la lutte et à l'adaptation au changement climatique. L'ONU (2008) estime les besoins non couverts à plus de 200

(9) Une proposition du G77 visait à transformer deux groupes de dialogue parallèles en un seul processus de négociation. Les États-Unis s'y opposant du fait de dissensions sur d'autres enjeux de négociation, c'est finalement le compromis proposé par l'Union européenne prévoyant de fusionner les deux enceintes en 2009 qui fut retenu.

milliards de dollars d'ici à 2030, dont plus de 76 milliards de dollars dans les pays « non-Annexe B ». Les mesures d'adaptation représentent à elles seules un supplément de 49 à 171 milliards de dollars en 2030 à l'échelle mondiale dont 28 à 67 milliards de dollars pour les pays « non-Annexe B ». Le Plan de Bali prévoit d'augmenter les financements par un apport de 300 à 500 millions de dollars pour la période 2009-2012 au Fonds d'adaptation au changement climatique destiné aux pays en développement.

1. Le financement de l'adaptation au changement climatique : une illustration de l'inertie de la coopération internationale

La Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC) engage les signataires à mettre en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques, et à aider les pays en développement particulièrement vulnérables. Cependant, jusqu'à la publication du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les négociations se sont concentrées sur les mesures d'atténuation, renvoyant au second plan la question de l'adaptation. L'évaluation des montants dédiés à l'adaptation est malaisée – car les transferts correspondent en partie à l'aide au développement, mais il est avéré que les financements actuels ne couvrent pas les besoins. Outre les contributions du secteur privé et des agences bilatérales de développement, deux types d'instruments multilatéraux existent.

Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) de la CCNUCC gère le Fonds spécial de priorité stratégique pour l'adaptation (PSA), le Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC) et le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA). Tous trois ont été alimentés volontairement, mais insuffisamment par les États : le FEM ne destine actuellement que 4 % de ses projets à l'adaptation, soit 300 millions de dollars. En outre, le Fonds d'adaptation établi par le Protocole de Kyoto devrait d'ici à la fin de l'année 2009 devenir le principal véhicule de financement de l'adaptation : selon la CCNUCC, il disposerait de 80 à 300 millions de dollars par an entre 2008 et 2012, et de 100 millions à 5 milliards de dollars par an pour la période 2013-2030. Mais il dépend d'un prélèvement de 2 % sur les crédits carbone générés dans le cadre du MDP (mécanisme de développement propre) et constitue ainsi un système doublement critiquable. D'une part, contrairement aux préconisations de la CCNUCC, l'atténuation est basée sur un transfert Sud-Sud qui ponctionne des projets d'atténuations dans les pays en développement pour financer des mesures d'adaptation dans les pays émergents (la Chine, le Brésil, l'Inde, le Mexique et la Russie sont les principaux bénéficiaires du volet « adaptation » du FEM). D'autre part, la pérennité de ses ressources est incertaine, car indirectement liée aux cours du marché carbone européen.

La Banque mondiale dispose de deux Fonds d'investissement climatique (FIC). Le Fonds pour les technologies propres et le Fonds stratégique pour le climat (FSC) ont une approche « projet ». Le Programme pilote des FIC pour résister aux changements climatiques (PPCR) est le plus grand fonds international dédié à l'adaptation (208 millions de dollars) mais n'a encore financé aucun projet.

La « vision partagée » de Bali repose sur les prévisions alarmantes des effets du changement climatique établie par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, mais les objectifs mondiaux souhaités par l'Union européenne n'ont pas été actés lors du COP-13⁽¹⁰⁾. Du fait du refus des États-Unis, la référence aux travaux du GIEC a été réduite à une note de bas de page dans le préambule du plan d'action⁽¹¹⁾. Reste une réaffirmation de la responsabilité commune mais différenciée : les pays développés doivent assumer des objectifs quantifiés de limitation ou de réduction des émissions, tandis que les pays en développement s'engagent à mettre en œuvre des actions dites « appropriées » (*Nationally Appropriate Mitigation Actions* – NAMAs) soutenues par des transferts technologiques et financiers transparents (« mesurables, communicables et vérifiables », précision ajoutée à l'initiative du G77 et de la Chine).

1.3. Les suites de la Feuille de route : l'Europe, unique héritière de la déclaration de Bali ?

Du côté de la concertation onusienne, le bilan de la Conférence de Poznan de décembre 2008 est mitigé : réticentes à s'engager pour l'après-2012 avant un changement d'administration américaine susceptible de redéfinir les termes de la coopération, les délégations se sont bornées à lancer le Comité du Fonds d'adaptation prévu par le Protocole, malgré la multitude de sujets abordés.

1.3.1. Le G8, une instance clé dans la lutte contre le changement climatique

Au fil de son ouverture aux pays émergents, le club des pays responsables de la majeure partie des émissions de GES a acté au coup par coup les avancées du dialogue onusien en dépit de l'opposition américaine.

Dès 2005, le G8 de Gleneagles avait demandé à l'Agence internationale de l'énergie (AIE) de formuler des scénarios de lutte contre le changement climatique. Six mois avant la Feuille de route de Bali, le Sommet d'Heiligendamm a reconnu la nécessité d'une réduction substantielle des émissions de GES sans cependant mentionner d'objectif chiffré de réduction mondiale. Il a fallu attendre le Sommet de Toyako (juillet 2008) pour voir adopté un engagement visant à réduire de 50 % les émissions mondiales d'ici à 2050 : les conclusions préoccupantes du quatrième rapport du GIEC permirent sans doute de dépasser les réticences américaines. Les Chefs

(10) Il s'agissait d'une fourchette de réduction de 25 à 40 % des émissions d'ici 2020 pour les pays développés, d'un pic des émissions mondiales dans les dix-quinze prochaines années et d'une réduction des émissions mondiales d'au moins 50 % d'ici 2050.

(11) Le renvoi concerne deux scénarios prévoyant :

- une réduction des émissions de 10 à 30 % par rapport à 1990 pour les pays industrialisés d'ici 2020, avec des efforts « marginaux » de la part des pays en développement ;
- un effort plus ambitieux, recommande une réduction de 25 à 40 % d'ici 2020 des émissions les pays développés, et de 50 % pour le monde d'ici 2050.

d'État endossèrent les principes de la « vision partagée » de Bali⁽¹²⁾ et annoncèrent un renforcement des transferts technologiques et financiers, par l'apport d'une aide publique annuelle de 10 milliards de dollars pour la R&D, et un nouveau « Fonds stratégique pour le climat ». Les pays émergents invités refusèrent néanmoins de s'engager sur un objectif mondial de long terme. L'Afrique du Sud, le Brésil, la Chine, l'Inde et le Mexique avaient conditionné leur accord à la fixation d'un objectif de moyen terme de la part des pays développés, à laquelle s'opposaient les États-Unis. La timide préconisation de l'engagement de « toutes les grandes économies » dans des « actions d'atténuation significatives qui les lieront dans l'accord international à négocier d'ici la fin de 2009 » dans la déclaration finale ne tranche pas la question du changement de statut des pays émergents dispensés d'engagements contraignants.

1.3.2. L'Union européenne s'engage résolument sur la voie tracée à Bali

Après s'être engagé au printemps 2007⁽¹³⁾ à restreindre les émissions communautaires de 20 % d'ici à 2020 par rapport à 1990, puis proposé de porter cet objectif à – 30 % si d'autres pays développés s'astreignaient à des efforts de réduction comparables (– 30 % d'ici à 2020 et – 80 % d'ici à 2050) et si les pays émergents contribuaient à l'entreprise d'atténuation mondiale selon le principe de responsabilité commune mais différenciée, le Conseil européen a définitivement endossé la Feuille de route en adoptant le troisième paquet énergie-climat en 2009. Malgré un contexte de récession économique mondiale, le compromis a évité l'écueil de trop grandes exemptions demandées par les secteurs et les États membres tributaires d'un modèle énergétique très carboné, ou particulièrement exposés au risque de « fuite de carbone » de par leur situation frontalière. L'Union européenne, qui a fait du changement climatique un cheval de bataille, a ainsi établi le partage du fardeau communautaire selon l'importance des émissions nationales et la richesse économique (PIB) des États membres. Le paquet prévoit cependant un recours aux mécanismes compensatoires (financement d'initiatives d'atténuation dans les pays en développement) et aménage une marge de manoeuvre temporaire aux industries en concurrence⁽¹⁴⁾, « à haute consommation énergétique » et au secteur électrique. Ce

(12) Voir le volet « Environnement et changement climatique » de la Déclaration des Chefs d'État et de gouvernement du G8 de Toyako, le 8 juillet 2008, disponible sur www.ambafrance-ch.org/spip.php?article945

(13) Extrait des conclusions du Conseil européen, des 8 et 9 mars 2007, disponible sur http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/fr/ec/93141.pdf

(14) Une mesure transitoire permet de leur allouer gratuitement des permis d'émissions. Une autre mesure temporaire permet d'attribuer gratuitement des permis d'émission aux opérateurs exposés aux fuites de carbone qui investissent dans les technologies les plus rentables. Pour les secteurs industriels non exposés au risque de fuites de carbone, le taux d'enchères à atteindre en 2020 est fixé à 70 %, et à 100 % en 2027, sachant que le niveau initial en 2013 est fixé à 20 % ; les installations dans les secteurs dits « exposés » à un risque significatif de « fuites de carbone » se verront allouer gratuitement l'intégralité des quotas à hauteur du benchmark de la meilleure technologie disponible.

dernier, qui se voit assigné une cible de réduction d'émissions de 21 % pour 2020 (base 2005), le taux d'enchères sera au minimum de 30 % des quotas en 2013 pour être progressivement porté à 100 % au plus tard en 2020.

2. Les attentes de Copenhague : vers un nouveau dialogue Nord-Sud ?

2.1. Six enjeux majeurs du Sommet de Copenhague

Il s'agit d'abord d'assurer une suite au Protocole de Kyoto au-delà de 2012, afin de pérenniser les systèmes d'échanges et les mécanismes compensatoires dits de développement propre (MDP) et de mise en œuvre conjointe (MOC)⁽¹⁵⁾. Le troisième paquet énergie-climat européen est pour l'heure le seul accord international contractualisant l'après 2012.

Un deuxième enjeu consiste à intégrer dans l'accord la Chine et les États-Unis, les deux premiers émetteurs mondiaux de GES.

La détermination d'un objectif mondial de long terme constitue un troisième enjeu. Les réticences des pays émergents exprimées à Toyako reflètent la volonté de ne pas compromettre leur développement économique et de repousser l'échéance d'objectifs de réduction d'émissions. La Chine et l'Inde réclament la fixation d'un objectif à 2020 pour les pays développés comme préalable à tout engagement sur un objectif de plus long terme à l'échelle mondiale. D'autre part, la détermination de l'année du pic d'émissions mondiales de GES est progressivement apparue comme un point central, car elle conditionne les efforts d'atténuation des partenaires de l'accord.

L'engagement des pays développés et des pays émergents dans des objectifs contraignants à horizon 2020 est un quatrième enjeu. L'équité du partage du fardeau s'impose d'abord entre les pays développés : le débat s'annonce difficile avec les États-Unis, dont les objectifs sont pour le moment jugés peu ambitieux. La répartition des efforts renvoie également dos à dos pays industrialisés et pays émergents, futurs ou actuels grands émetteurs. La nature des engagements nationaux sera abordée de manière nouvelle à Copenhague : les pays émergents pourraient acter un accord leur assignant des objectifs basés sur leurs propres stratégies nationales d'atténuation bien plus aisément que des objectifs de réduction absolus. Le renouvellement de la typologie des engagements des parties pourrait ainsi amener la Chine à accepter des objectifs d'intensité carbone⁽¹⁶⁾. Cette for-

(15) Le MDP permet à une entreprise d'un pays développé de se voir attribuer des crédits d'émission (unité de réduction d'émission certifiée – UREC) en échange d'investissements permettant une réduction des émissions de GES dans un pays en développement. Le système MOC permet à une entreprise d'un pays développé de se voir attribuer des crédits d'émission (unité de réduction d'émission – URE) sur la base d'investissements dans un autre pays développé. UREC et URE sont valables pour la période 2008-2012 du Protocole de Kyoto.

(16) Exprimée en tonne CO₂-eq par unité de PIB.

mule résoudrait le problème de l'inégale maîtrise des trajectoire d'émissions des parties⁽¹⁷⁾ qui complique la fixation d'un objectif de réduction absolu.

Cinquième enjeu, la conformité des mesures de lutte contre le changement climatique avec la réglementation OMC renvoie à la protection de la propriété intellectuelle dans les transferts technologiques, et à la régulation des « fuites de carbone » (comptabilité des émissions basée sur le lieu de consommation des produits à l'origine des émissions proposée par la Chine ou taxe carbone aux frontières).

La refonte des mécanismes compensatoires Nord-Sud représente un sixième enjeu. Les crédits qu'ils génèrent permettraient d'initier le raccordement des différents marchés carbone. À défaut d'une réforme portant sur l'évaluation des projets afin d'améliorer l'application du principe d'additionnalité, les MDP pourraient être remplacés par un mécanisme de transfert Nord-Sud sur le mode sectoriel.

2.2 Les positions des pays partenaires témoignent des prémisses d'un jeu coopératif⁽¹⁸⁾

2.2.1. Les propositions des pays développés : la logique de la contrepartie

Responsables historiques du phénomène de changement climatique, les pays industrialisés se doivent de réaliser l'essentiel de l'effort d'atténuation mais aussi d'aider les pays en développement à mener à bien leurs propres entreprises de limitation d'émissions et d'adaptation aux bouleversements climatiques par des transferts technologiques et financier.

2.2.1.1. Vers un partage du fardeau tripartite ?

Les pays développés demandent une plus grande implication des pays émergents : ils leurs proposent des objectifs d'atténuation basés sur une mesure de la déviation des émissions de GES par rapport à une trajectoire *Business As Usual (BAU)*⁽¹⁹⁾.

(17) La CCNUCCC n'imposant pas de reporting régulier, il n'existe pas ou peu de données fiables des inventaires d'émissions des pays en développement, dont pratiquement aucune après l'année 1994.

(18) Le détail des propositions citées est publié par la CCNUCC (*cf.* <http://unfccc.int>). Outre les propositions des pays, il existe des visions alternatives du régime post-2012. L'Université de Harvard décrit quatre scénarios pour l'après 2012 : un régime « Kyoto bis » reposant sur un marché carbone mondial progressivement étendu par l'attribution de quotas aux pays participants ; une taxe « carbone » universelle ; une harmonisation des normes sectorielles des émissions de GES ; le raccordement des systèmes « *Cap & Trade* » régionaux ou nationaux existants à partir d'un objectif mondial de réduction des émissions. Le World Business Council for Sustainable Development, organisme observateur de la CCNUCC sans arrimage national, imagine également la mise en œuvre progressive d'un marché carbone mondial intégrant graduellement les pays en développement par l'harmonisation des politiques nationales et des marchés d'échange régionaux, y compris celui des crédits issus du MDP, réformés en mode sectoriel (*cf.* Harvard Project on International Climate Agreements (2008) et WBCSD (2005).

(19) *Cf.* http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/B/business-as-usual_scenario

Les propositions européenne et américaine sont relativement proches. La première envisage un système « *Cap & Trade* » mondial assis sur des objectifs nationaux de réductions d'émissions définis selon un quadruple critère économique (PIB *per capita*), démographique (trajectoire démographique nationale), d'intensité énergétique, et historique selon le principe du « pollueur-payeur »⁽²⁰⁾ (trajectoire d'émissions de 1990 à 2005). Les efforts d'atténuation dépendraient donc des capacités économiques d'un pays, de sa contribution historique au changement climatique, de ses efforts d'atténuation et du droit au développement des partenaires en pleine croissance économique. L'Union européenne propose une réduction collective des émissions de GES de 30 % en 2020 par rapport à 1990 pour les pays développés, et un abattement de 15 à 30 % par rapport à une trajectoire BAU pour les pays en développement et pays émergents. Ces derniers seraient intégrés dès 2012 dans la transition énergétique mondiale, ce qui leur permettrait de recevoir des transferts technologiques et financiers, mais aussi des « crédits carbone » monétisables sur les marchés carbone existants, accordés selon la bonne tenue de leurs initiatives d'atténuation⁽²¹⁾. Désireuse de moduler son engagement en fonction des compromis de la Chine, perçue comme un concurrent économique, Washington reconnaît néanmoins⁽²²⁾ sa responsabilité en tant que premier émetteur historique de GES et le « droit au développement » des pays en développement. La proposition américaine du 4 avril suggère que l'accord distingue trois catégories de pays – et non plus seulement deux comme retenu dans le Protocole de Kyoto – selon un critère « objectif » de développement économique qui pourrait être le PIB. À horizon 2020, les pays développés seraient astreints à des objectifs de réduction absolus encore imprécis, et les pays émergents devraient adopter des stratégies nationales d'atténuation adossés à des objectifs formulés en référence à une trajectoire d'émissions BAU. Enfin, les pays en développement devraient adopter des initiatives d'atténuation sans objectif contraignant. À noter que les États-Unis s'appuient sur une trajectoire d'émissions mondiale distincte de celle des travaux du GIEC reprise par la plupart des parties.

L'approche japonaise est une variante de la redéfinition du partage du fardeau basée sur l'optimisation sectorielle des efforts de réduction d'émissions et des transferts technologiques et financiers selon les potentiels et les coûts des mesures d'atténuation : des accords internationaux et des objectifs d'atténuation pluriannuels seraient définis pour quatre secteurs clefs. Le nouveau Protocole regrouperait dans une Annexe B les pays acceptant des réductions quantifiées d'émissions d'ici à 2013, et verraient les pays émergents d'une future Annexe C, endosser des cibles nationales et sectorielles d'intensité énergétique.

(20) Prise en compte des émissions GES/PIB et de la trajectoire d'émissions, correspondant aux efforts déjà réalisés et donc à la possibilité de réduire les émissions de GES.

(21) Voir à ce propos la proposition coréenne également soutenue par le Japon et les États-Unis (*cf. infra*).

(22) *Cf.* CAS (2009a).

2.2.1.2. La difficile harmonisation des objectifs d'atténuation

Le désaccord transatlantique est flagrant sur les objectifs d'atténuation : quand l'Union européenne et dix autres pays de l'Annexe I⁽²³⁾ annoncent qu'ils augmentent⁽²⁴⁾ leurs efforts de réductions d'émission de moyen terme si la Conférence de Copenhague tenait ses promesses, les États-Unis se contentent des objectifs présentés par le volet « *Cap & Trade* » des propositions de loi de la Chambre des Représentants du Congrès, soient une diminution de 6 à 7 % des émissions en 2020 par rapport à 1990, et une diminution de 80 % en milieu de siècle (année de base 2005). Si le texte parlementaire était adopté dans sa version actuelle, les mesures prévues en complément du dispositif « *Cap & Trade* » permettraient aux négociateurs américains de dévoiler des objectifs deux fois plus ambitieux à Copenhague⁽²⁵⁾, mais si le Congrès ne formulait pas de législation avant décembre 2009, les États-Unis pourraient se borner à soutenir la conclusion d'un accord essentiellement juridique.

2.2.1.3. Des propositions éparses sur les questions financières

C'est dans le domaine des transferts Nord-Sud que l'engagement multilatéral des États-Unis pourrait connaître ses limites : ces derniers tiennent à maintenir une approche essentiellement bilatérale ou régionale, et refusent de créer de nouveaux mécanismes pour combler le déficit détecté à Bali. Certes imprécise, la proposition du 4 avril reconnaît cependant la nécessité d'augmenter considérablement les transferts financiers Nord-Sud, mais aussi de mettre à contribution le secteur privé. De même, le Japon prévoit que le secteur productif finance à la fois les transferts technologiques et les mesures d'adaptation par l'intermédiaire des recettes de la vente de quotas sectoriels d'émission. D'autres pays envisagent de créer un nouveau fonds multilatéral alimenté par l'aide publique ou les gains des enchères des permis d'émission (propositions européenne et norvégienne), d'une taxe carbone mondiale de 2 dollars/t CO₂-eq sur les émissions (proposition suisse), ou de mettre à contribution les pays émergents selon leur niveau de richesse économique (PIB *per capita* dans la proposition australienne).

(23) Proposition du 29 septembre 2008 cosignée par l'Australie, la Biélorussie, le Canada, l'Islande, le Japon, la Norvège, la Russie, l'Ukraine et la Suisse

(24) Dans le cas australien : réduction de 25 % des émissions de GES pour 2020 par rapport à 2000 si la Conférence de Copenhague tenait ses promesses, contre un effort 5 à 15 % dans le cas contraire.

(25) L'évaluation du World Resources Institute montre que la proposition de loi initialement présentée au vote de la Chambre des Représentants postulait une réduction des émissions américaines de GES de 15 % en 2020 par rapport à 2005 et de 73 % en 2050 réalisée grâce au système « *Cap & Trade* ». La prise en compte des mesures complémentaires prévues, notamment des dispositifs de préservation des ressources terrestres et forestières, permettrait néanmoins de réaliser un effort d'atténuation de 28 % en 2020 et de 75 % en 2050 ; tandis que le recours aux mécanismes compensatoires (offsets) domestiques et internationaux porterait l'objectif à - 33 % en 2020 et à - 81 % en 2050. Voir Larsen et Heilmayr (2009).

2.2.2. Les propositions des pays en développement : un équilibre en recomposition décisif pour l'issue des négociations

L'évolution considérable des positions de négociation des pays en développement depuis l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto témoigne de la nécessité de réinventer un cadre de négociation : le changement climatique a en effet remis en question l'unité des bénéficiaires d'exemptions.

2. Le G77 : un collectif en évolution

Plus grande coalition de pays en développement au sein des Nations unies, le Groupe des 77 (G77) regroupe des pays aux intérêts hétérogènes : de l'accès aux technologies « propres » réclamé par les pays émergents aux préoccupations plus élémentaires des pays les moins avancés en matière de ressources énergétiques, la palette des positions de négociation est large. Le Groupe s'est donné pour mission de promouvoir les intérêts économiques de ses 133 membres dans les négociations onusiennes. Née le 15 juin 1964 de la « Déclaration commune des soixante-dix-sept pays » lors de la première session de la Conférence de Nations unies sur le commerce et le développement (CNUCED), le Groupe s'est doté d'une structure permanente internationale auprès des institutions de l'ONU, du FMI et de la Banque mondiale. Compte tenu de leur forte croissance depuis quelques années, les intérêts économiques des pays émergents s'éloignent de plus en plus de ceux des pays en développement, et le G77 correspond donc aujourd'hui à un rassemblement de parties qui voient dans le collectif un moyen de faire contrepoids aux pays développés : ses membres ont certes formulé une proposition conjointe auprès de la CCNUCC, mais ils s'expriment également au sein d'autres forums. Outre les communications nationales du Brésil, de l'Inde, de la Chine, le Groupe africain, les pays les moins avancés et nombre de regroupements régionaux affichent ainsi désormais leurs propres positions.

2.2.2.1. La reconsidération des exemptions accordées aux pays émergents fait débat

Le statut dérogatoire des pays émergents dans la CCNUCC, et en particulier celui de la Chine, devenue en 2007 le premier émetteur mondial de GES, est de plus en plus critiqué.

Les pays en développement ont jusqu'ici fait front commun pour défendre leur dérogation : le Groupe africain tient ainsi au respect d'un « pare-feu » entre les engagements des pays développés et ceux des pays en développement. Cependant, quelques uns demandent depuis peu une participation plus active des pays émergents à la lutte contre le changement climatique. Certains, comme l'Afrique du Sud, mettent en avant des engagements

domestiques qui pourraient être inscrits dans l'accord post-2012. Le G77, qui refuse encore de distinguer les efforts assignés aux pays en développement selon un critère de développement économique, indique ainsi dans une proposition co-signée par la Chine qu'il approuverait un partage du fardeau tenant compte des initiatives nationales d'atténuation. D'autres vont plus loin en redéfinissant les efforts sur le triple critère de contribution passée, actuelle et future à la dégradation climatique comme le Mexique, et l'Alliance des petits États insulaires (APEI). Particulièrement exposée aux effets du changement climatique, l'APEI propose un seuil de développement (PIB *per capita*), à partir duquel tout pays devrait s'astreindre à des engagements contraignants selon sa responsabilité (émissions cumulées depuis 1990), sa capacité économique (PIB *per capita*, PNB *per capita*), son potentiel d'atténuation (efficacité énergétique) et son poids démographique.

2.2.2.2. Les pays émergents restent encore peu sensibles à la pression internationale

La Chine et l'Inde ne formulent pour le moment pas d'engagements. Dans l'attente du positionnement américain, la Chine a avancé une contribution prudente et récemment rappelé que le droit au développement justifiait une dérogation⁽²⁶⁾. Son adhésion à la proposition du G77 témoigne d'une volonté d'être affilié le plus longtemps possible au groupe bénéficiant d'exemptions. Pékin a cependant manifesté sa volonté de parvenir à un accord à Copenhague et de poursuivre ses efforts sur le plan domestique : elle pourrait endosser des objectifs d'atténuation en termes d'intensité carbone déjà inscrits dans sa politique climatique nationale⁽²⁷⁾. La position de l'Inde, au sortir d'une période électorale, reste peu lisible⁽²⁸⁾ : les signaux envoyés par l'ambassadeur climat du Premier ministre indien en faveur d'objectifs de limitation des émissions par rapport à une trajectoire BAU, vont à l'encontre des propositions officiellement exprimées à la CCNUCC, proches de celle du G77 et de la Chine sur la question de l'atténuation (reconnaissance de la responsabilité historique des pays industrialisés dans le partage du fardeau : l'Inde met en avant la faiblesse de ses émissions actuelles – dix à vingt fois moindres que celles des États-Unis en termes d'émissions par tête – pour refuser tout objectif contraignant avant que les États-Unis n'accroissent fortement leurs efforts) comme de l'adaptation (mise en œuvre de nouvelles institutions assorties d'évaluations de risques). Enfin, la Chine et l'Inde sont opposées à une taxe aux frontières destinée à limiter les « fuites de carbone »⁽²⁹⁾.

(26) Cf. déclaration au *Financial Times*, 3 février 2009, disponible sur <http://www.fmprc.gov.cn/ce/cebn/eng/zgxw/t535055.htm>

(27) Cf. CAS (2009b).

(28) Cf. CAS (2009c).

(29) Mesure visant à limiter les fuites de carbone dans l'éventualité de moindres efforts d'atténuation des grands exportateurs émergents.

Le Brésil et la Russie sont peu flexibles en matière d'atténuation. Le premier est revenu sur des propositions favorables à des engagements pour les pays en développement et les pays émergents : s'il accepte la fixation d'un objectif mondial, il refuse toute cible d'atténuation avant que les pays développés n'aient acté des efforts satisfaisants. D'autre part, il est malaisé d'évaluer la crédibilité des objectifs de la Russie du fait des incertitudes qui planent sur son potentiel de réduction d'émissions, de l'ampleur de la crise que son économie traverse, et enfin de sa réserve de quotas de CO₂ à l'issue de la première période du Protocole. Attendu après la signature d'une proposition conjointe de dix membres de l'Annexe I en avril, l'objectif d'atténuation annoncé par le Président Medvedev a déçu⁽³⁰⁾ : la cible de - 10 à - 15 % envisagée pour 2020 par rapport aux niveaux de 1990 pourrait en effet correspondre à une augmentation par rapport à aujourd'hui, du fait de la chute des émissions depuis 1990 en lien avec la situation économique russe.

2.2.2.3. Un front commun persiste sur les objectifs absolus demandés aux pays développés

Les pays en développement semblent résolus à faire monter les enchères sur les cibles d'atténuation des pays développés. Précédemment alignés sur la proposition chinoise, la plupart proposaient une fourchette de réductions d'émission de 25 à 40 % pour 2020 (année de base 1990), avant que le Groupe africain ne réclame une réduction minimale de 40 % pour 2020, et de 80 % pour 2050. Les propositions des pays les moins avancés et des Philippines situent le plafond haut des négociations : la première suggère une réduction de 45 % en 2020 et de 85 % pour 2050, tandis que la seconde réclame un abattement de moitié des émissions pour 2022, et de - 70 % en 2017, dont seulement 10 % pourraient être compensés par des mécanismes *offsets*. À noter que l'Annexe B du Protocole assignait aux pays industrialisés des engagements de réductions de l'ordre de 5 % par rapport aux niveaux d'émissions de 1990.

2.2.2.4. Un consensus moins net sur les transferts financiers et technologiques

Si les obligations des pays développés en matière de soutien aux politiques d'atténuation et d'adaptation des pays en développement perdurent, la montée en puissance des pays émergents réoriente les transferts technologiques et financiers internationaux selon un nouvel axe Sud-Sud.

La question financière fait l'objet d'une surenchère comparable à celle des objectifs d'atténuation⁽³¹⁾ : le G77 et la Chine prévoient de mettre exclusivement à contribution les pays industrialisés à hauteur de 0,5 à 1 % de leur PIB. Les montants proposés restent cependant hétérogènes : le Groupe

(30) Cf. déclaration du 18 juin 2009, disponible sur http://www.kremlin.ru/eng/speeches/2009/06/18/1241_type82916_218210.shtml

(31) Cf. DGTPE (2009).

africain réclame des transferts de 200 milliards de dollars d'ici à 2020 pour soutenir les initiatives d'atténuation (en comparaison, les pays les moins avancés postulent un transfert global de 2 milliards de dollars) et de 67 milliards de dollars annuels pour les mesures d'adaptation. En outre, le Groupe demande que les pays qui ne respectent pas leurs engagements s'exposent à des pénalités. La définition de l'origine des fonds est également problématique : certains estiment que le principe de responsabilité historique désigne les pays industrialisés comme des contributeurs exclusifs, mais la proposition mexicaine visant à instaurer un nouveau fonds multilatéral qui élargirait la liste des donateurs est de plus en plus reprise. Le G77, la Chine, mais aussi les seize participants du Forum des économies majeures⁽³²⁾ (FEM) de Paris en juin, puis ceux du G8-FEM de L'Aquila un mois plus tard soutiennent désormais le « *green fund* ». Provisionné par des contributions nationales selon le double principe de la responsabilité commune mais différenciée et des capacités financières, le fonds serait à double titre universel, puisque tous les pays pourraient en bénéficier à hauteur de leurs besoins, et qu'il serait alimenté par un financement déterminé librement par chaque donateur (aide publique, impôt sur les systèmes « *Cap & Trade* »...).

La divergence d'intérêt est plus grande entre pays en développement et pays émergents sur les questions technologiques : l'inflexion de la Chine, désormais moins revendicative sur la protection des droits de propriété intellectuelle témoigne d'une prise de conscience sur son *leadership* technologique naissant. Le périmètre des transferts fait également débat : nombre de pays exportateurs de pétrole militent pour que le terme d'« adaptation » englobe non seulement les conséquences directes du changement climatique, mais aussi celles de la transition énergétique mondiale (baisse de la demande d'hydrocarbures).

2.2.2.5. L'OPEP illustre les dissensions entre pays en développement et pays émergents sur la question de d'adaptation

La plupart des membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) ont un statut de pays en développement qui les dispense d'engagement contraignant, et l'OPEP a longtemps refusé de s'engager dans des réductions d'émissions d'autant plus coûteuses que la baisse de la demande mondiale d'énergies fossiles impacte ses revenus d'exportation. L'Organisation s'est donc illustrée comme une adepte du « tout ou rien » conditionnant l'adoption d'engagements de réductions d'émissions à la conclusion d'un accord sur le financement. En 2007, elle a néanmoins qualifié le changement climatique de « défi à long terme » et promis de financer la recherche technologique, essentiellement sur le développement des techni-

(32) Initialement lancés par le Président Bush comme une enceinte concurrente de la CCNUCC, les Forums sur l'énergie et le climat rassemblent les seize plus grands acteurs économiques mondiaux.

ques de capture et stockage du CO₂ (CCS) afin de transformer les gisements épuisés en dispositifs de stockage : l'Arabie saoudite propose ainsi de rémunérer les projets de développement CCS avec des « crédits » monétisables sur les marchés carbone et demande que des licences obligatoires ou des prix préférentiels facilitent les transferts technologiques.

Dépendant des revenus des énergies fossiles, les pays pétroliers sont inégaux en termes de niveau de développement et de vulnérabilité aux conséquences du changement climatique : les plus riches (Koweït, Émirats arabes unis, Qatar, Arabie saoudite), qui annoncent vouloir affecter 150 millions de dollars chacun à la recherche sur l'énergie, réclament avant tout des transferts technologiques conséquents afin de s'adapter à la transition énergétique mondiale, tandis que l'Algérie et l'Équateur demandent au contraire des transferts financiers.

Les positions des membres de l'OPEP restent peu flexibles : ils refusent de différencier les pays en développement selon leur richesse économique, rejettent des objectifs d'atténuation sectoriels préviennent que toute pression pour l'adoption d'engagements ne ferait que retarder la conclusion d'un accord mondial. Ces réticences ne sont cependant pas irréconciliables avec la conclusion d'un accord, si le dialogue entre les parties s'avérait constructif. La proposition de Singapour du 23 avril 2009, qui envisage d'aider les pays à réaliser leur transition énergétique en leur accordant des soutiens sur la base des inégalités géographiques dont ils sont tributaires pourrait ainsi satisfaire les demandes des États de l'OPEP.

3. Avancées et obstacles dans le processus de Copenhague (juillet 2009)⁽³³⁾

3.1. Des éléments d'entente sur les modalités techniques de la mise en œuvre de l'adaptation

Malgré les désaccords sur la définition de la notion d'adaptation et son extension aux coûts de la transition énergétique, nombre de parties acceptent :

- l'installation de centres régionaux pour l'adaptation proposés par la Chine, le G77, le Brésil mais aussi l'Australie pour organiser la coopération mondiale ;
- la publication périodique de stratégies d'adaptation nationales⁽³⁴⁾ afin de calibrer les transferts destinés aux pays en développement : l'Australie suggère une communication triennale ;

(33) Voir, en particulier, le compte rendu du Secrétariat du Groupe de travail *ad hoc* sur la coopération de long terme publié le 17 mars 2009 et la synthèse des propositions publiés le 19 mai 2009, disponible sur <http://unfccc.int>

(34) National Adaptation Programme of Action – NAPAs.

- le programme de travail de Nairobi sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation au changement climatique. Le programme arrive à échéance en décembre 2010, ce qui suggère que la COP de Copenhague pourrait ne pas voir de règlement majeur sur la question de l'adaptation.

3.2. La fixation d'un objectif global fait toujours débat

Les propositions incorporent l'objectif de maintien de l'élévation de la température à 2° C à l'échelle mondiale (seuil d'irréversibilité issu des travaux du GIEC), objectif acté par le G8-FEM de l'Aquila. Lors du dialogue informel, le principe d'un objectif mondial pour 2050 avait été soutenu par les participants, qui avaient évoqué la fixation d'un second objectif mondial de long terme sur la convergence des cibles de réductions des émissions *per capita*. Mais l'estimation des émissions cumulées par tête fait encore l'objet de désaccords, comme la détermination de la date du pic des émissions mondiales. Ces incertitudes servent d'argument à certains pays en développement pour refuser tout objectif basé sur une trajectoire mondiale d'émissions à moyen terme. Les discussions se cristallisent cependant autour du scénario dit GIEC ARA 4, qui pour obtenir une concentration maximale de 450 ppm postule une réduction de 25 à 40 % des émissions des pays développés de 1990 à 2020 et un infléchissement substantiel des trajectoires d'émissions des pays en développement par rapport au scénario tendanciel.

3.3. Un partage du fardeau pragmatique s'impose progressivement

La stérilité relative du dialogue sur l'adoption d'objectifs absolus de réduction des émissions de GES a peu à peu conduit à envisager une approche s'appuyant sur les stratégies nationales de lutte contre le changement climatique.

Une proposition coréenne suggère ainsi d'harmoniser les « mesures d'atténuation appropriées au plan national » (NAMAs) des pays en développement et les contreparties technologiques et financières des pays développés contractualisées par la Feuille de route de Bali. Un registre mondial servirait à évaluer les progrès réalisés et à calibrer les transferts en fonction des besoins. Cet instrument permettrait également de rémunérer les stratégies nationales d'atténuation à hauteur de leurs résultats en leur concédant des « crédits NAMA » qui pourraient soit générer eux mêmes des revenus sur les marchés carbone, soit prendre la forme de « bons » pour des transferts technologiques et financiers, soit devenir un nouveau type de mécanismes compensatoires sectoriels. Dans la vision coréenne, le financement s'organiserait ainsi, selon que les NAMAs puissent être financées par le pays lui-même, soit par un transfert Nord-Sud, soit par les recettes du marché carbone.

Malgré le consensus qui s'établit peu à peu sur la nécessité d'un tel registre, un désaccord subsiste sur les obligations assignées aux pays en

développement par le biais de ce nouvel instrument de suivi. Les pays développés font des NAMAs la pierre angulaire du calendrier des mesures d'atténuation mondiale et proposent que le registre soit renseigné de manière obligatoire, régulière et transparente (les politiques menées doivent être « mesurables, notifiables et vérifiables »⁽³⁵⁾ par tous les pays, y compris les pays en développement). Ils suggèrent également d'instaurer un outil d'évaluation des NAMAs, qui permette de « rémunérer » les efforts accomplis par le biais de transferts technologiques ou par une procédure d'accréditation. Cependant, les pays en développement refusent encore d'être contraints à adhérer à un registre international des mesures d'atténuation, dispositif qui impose de tenir à jour des inventaires d'émissions tombés en déshérence après 1990 dans la plupart d'entre eux. Pour le Brésil et l'Inde, la participation d'un pays du Sud à la tenue d'un registre d'atténuation doit rester une démarche volontaire. En outre, nombre de pays en développement voit dans l'évaluation de leurs initiatives d'atténuation une voie détournée de leur imposer des objectifs de réduction d'émissions et refusent donc de calibrer les transferts Nord-Sud en fonction des progrès réalisés, mesurés grâce à une trajectoire BAU de leurs émissions. Les plus revendicateurs vont jusqu'à s'opposer au principe d'une publication internationale des NAMAs : pour eux, seuls les transferts des pays du Nord doivent satisfaire à des critères de transparence « MRV ». Seuls les pays les moins avancés, moins exposés à la pression de la communauté internationale pour acter des objectifs d'atténuation, acceptent une évaluation transparente des NAMAs par rapport à une trajectoire de référence. Les positions évoluent cependant dans le sens de plus grands compromis de la part des pays en développement : dans sa proposition du 24 avril, l'Afrique du Sud envisage que les « crédits NAMAs » puissent avoir valeur de permis compensatoires (*offsets*).

Une seconde pomme de discorde réside dans la fusion entre les futurs « crédits NAMAs » et les mécanismes compensatoires du Protocole, qui impliquerait un décompte commun des gains d'émissions issus des MDP (dont les crédits URC sont basés sur des projets) et des NAMAs (basées sur des initiatives nationales ou sectorielles). Comme nombre de pays en développement, la Chine pourrait cependant approuver ce mécanisme d'accréditation notamment proposé par l'Union européenne dès lors qu'il ne remplace pas le très lucratif MDP. Les pays qui militent pour l'accès à des technologies « propres » sont également favorables à la création de nouveaux *offsets* basés sur les politiques d'atténuation : l'Arabie saoudite accepte l'inclusion des MDP dans les NAMAs. L'issue du débat sur le niveau d'engagement et de contrainte du répertoire des NAMAs dépendra probablement des contreparties financières et technologiques accordées aux pays en développement : le Groupe africain et l'Inde entendent d'ores et déjà que les efforts d'atténuation dépendent de l'ampleur des transferts Nord-Sud.

(35) Selon le critère Mesurable, Reportable and Verifiable – MRV.

3.4. Les questions en suspens sur lesquelles la négociation peut échouer

3.4.1. Une entente sur les transferts financiers reste nécessaire à la conclusion de l'accord

Le déficit de propositions des pays développés, principaux contributeurs financiers, est manifeste en matière de montants : seul le Royaume-Uni propose que la communauté internationale s'acquitte d'une aide annuelle de l'ordre de 100 milliards de dollars jusqu'en 2020, conformément au chiffrage évoqué à l'ouverture du FEM de Paris en mai, sans pour autant préciser la destination de ces fonds.

Les négociations devront trancher quatre points :

- le financement des mesures d'atténuation afin de répondre au déficit estimé à 175 milliards d'euros annuels : le plafond de négociation semble avoir été fixé par la proposition conjointe Chine/G77 (*cf. supra* : contribution unilatérale des pays développés à hauteur de 0,5 à - 1 % de leur PIB) et celle des pays africains, qui proposent une aide de 200 milliards de dollars d'ici à 2020 au niveau mondial. L'Union européenne préconise un transfert de l'ordre de 30 milliards d'euros annuels sous forme d'aide publique, mais l'impact de la récession économique pourrait augmenter les besoins de financement et inciter les pays contributeurs à revoir à la baisse leurs engagements ;

- le soutien permettant aux pays en développement de s'adapter au changement climatique. Les estimations onusiennes indiquent que les pays « non-Annexe B » nécessiteraient 28 à 67 milliards de dollars sur un total de 49 à 171 milliards de dollars en 2030 requis à l'échelle mondiale : le Groupe africain réclame donc un transfert annuel de l'ordre de 67 milliards de dollars jusqu'en 2020 pour les pays en développement. Cette proposition n'a cependant pas valeur de consensus car les bénéficiaires, et notamment les pays exportateurs d'hydrocarbures, ne s'accordent pas sur la définition de la notion d'adaptation ;

- la définition de nouveaux mécanismes de financement de l'adaptation, pour lesquels plusieurs propositions ont été déposées : les pays en développement et pays émergents remettent en question le système actuel, qui ponctionne les fonds destinés aux pays du Sud, et leur semble donc insatisfaisant du point de vue de l'équité et du principe du pollueur-payeur. Cependant, les États-Unis s'opposent à toute nouvelle architecture ;

- la part relative de l'aide publique internationale et d'instruments de marché dans les transferts financiers. Certaines propositions reviennent fréquemment : une aide publique internationale contractualisée sous la forme d'une proportion du revenu national des pays développés (1 % du PIB selon l'Inde, 2 % du PIB selon la Colombie), un prélèvement sur les marchés carbone (les pays les moins avancés et la Colombie envisagent de taxer les revenus des ventes des permis d'émissions à hauteur de 2 à 4 %, et les pays

d'Amérique centrale demandent que l'adaptation des pays en développement soit financée par l'intermédiaire d'une ponction de 2 % sur les *offsets* entre pays développés type « mise en œuvre conjointe ») et le transfert des recettes d'une taxe carbone mondiale ou sectorielle (le Brésil a proposé au G8 de Syracuse de taxer les bénéfices de l'industrie pétrolière à hauteur de 10 %).

3.4.2. La mise en œuvre de mécanismes assurantiels multilatéraux est incertaine

Les propositions envisageant un système permettant de se prémunir des risques induits par le changement climatique sont lacunaires. Les plus constructives proviennent de l'Inde, qui évoque les assurances récoltes, et des petits États insulaires (APEI) qui envisagent un ambitieux mécanisme international d'assurance. Les suites en sont incertaines : le mécanisme assurantiel touche à un phénomène aux coûts encore indéterminés, et empiète sur le terrain de la FAO en matière de préservation des ressources agricoles. Ces propositions méritent cependant considération dans la mesure où elles sont reprises des porteurs d'enjeux majeurs dans les négociations, et pourraient venir abonder les demandes des pays en développement en matière de transferts destinés à l'adaptation.

3.4.3. Les transferts technologiques et la protection des droits de propriété intellectuelle, un point épineux⁽³⁶⁾

La protection des droits de propriété intellectuelle apparaît comme une boîte de Pandore encore peu explorée : les divergences sont en effet de taille entre les requêtes des pays en développement et la volonté des pays détenteurs de technologies de préserver un avantage compétitif.

Le Protocole de Kyoto est relativement succinct sur cet aspect : il laisse à la COP la responsabilité de définir les modalités concrètes des transferts de technologies relevant essentiellement du domaine public – les modalités de coopération internationale dans le secteur privé restent vagues – et se contente d'appeler les Parties à coopérer afin d'assurer la mise au point et la diffusion des « technologies, savoir-faire, pratiques et procédés écologiquement rationnels présentant un intérêt du point de vue des changements climatiques »⁽³⁷⁾.

Les exigences chinoises et indiennes à l'égard des détenteurs de technologies se sont progressivement modérées, laissant penser que les pays émergents prennent conscience qu'ils seront sous peu mis à contribution. Les pays les moins avancés mentionnent d'ailleurs ces transferts Sud-Sud au

(36) Cf. Lallement (2009).

(37) Cf. Article X du Protocole de Kyoto qui mentionne notamment des technologies « appartenant au domaine public ou relevant du secteur public ».

chapitre des fondamentaux du futur accord. Au fil du dialogue informel, Pékin a gommé toute demande destinée à réduire le pouvoir de monopole conféré par les droits de propriété intellectuelle, à développer conjointement des technologies, ou les mettre à disposition des pays en développement à des conditions préférentielles, au profit d'un laconique appel à la facilitation des transferts technologiques. La position indienne, qui prône l'accélération des transferts mais aussi une juste rémunération des ayants droits, semble également à mi-chemin entre les préoccupations des pays développés et les demandes des pays en développement. Les pays émergents persistent cependant à demander que les technologies « propres » soient mises à disposition à titre gracieux, mais quel crédit accorder à ces exigences dès lors qu'elles proviennent de la Chine, premier producteur mondial de modules photovoltaïques⁽³⁸⁾ ? Outre la volonté de financer la compétitivité de l'industrie domestique par le biais de l'aide publique internationale, on peut probablement y lire le souhait d'inciter à des contreparties financières plus conséquentes.

Quels que soient les principes retenus à Copenhague, les modalités concrètes des transferts technologiques pourront être réglées ultérieurement, sous forme d'accords bilatéraux ou d'une réforme du régime multilatéral tenant compte de considérations de développement économique, sur la base des accords ADPIC de l'OMC⁽³⁹⁾. Outre les mesures coercitives actuellement évoquées (« droits de passages » au titre de considérations d'intérêt général type « licences non volontaires » proposés par l'Arabie saoudite et l'Inde, pénalités réclamées par le Groupe africain à l'encontre des pays qui ne respecteraient pas leurs engagements internationaux...), la mise en oeuvre d'un inventaire international des technologies existantes faciliterait l'identification des ayants droit ; les paniers (*patent pools*) et plates-formes communes de brevets permettraient de concéder des licences de façon groupées. Les pays détenteurs de technologies propres pourraient enfin s'engager à abandonner les licences préférentielles qui réservent l'exclusivité des fruits de la R&D publique aux entreprises domestiques. Il est en revanche peu probable que soient satisfaites les demandes de nombreux pays en développement pour une contractualisation internationale du coût des brevets et des *royalties*, qui conduirait à apprécier la valeur d'une technologie de manière générique sans tenir compte de leur périmètre d'utilisation. La proposition de l'Arabie saoudite de prix préférentiels dans certains secteurs semble plus réaliste.

(38) Rang atteint en 2007 avec une production de 1,18 GW (China Solar Association, 2007).

(39) Aspects des droits de propriété intellectuelle touchant au commerce, annexe des Accords de Marrakech instituant l'Organisation mondiale du commerce (1994).

3.4.4. La nécessaire réforme des mécanismes de développement propre⁽⁴⁰⁾

Seul mécanisme de flexibilité qui permette aux pays développés de compenser leurs émissions en finançant des projets vertueux dans les pays en développement, le MDP présente des perspectives intéressantes pour instituer progressivement un prix mondial du carbone et ainsi ancrer des pays du Sud dans la transition énergétique internationale. Le système s'est néanmoins avéré impropre à réguler certaines émissions ou à assurer le suivi de la myriade de projets suscités, et a généré des effets d'aubaine dans le secteur énergétique. Il doit donc gagner en transparence et en efficacité : l'amélioration de l'audit et de la sélection des projets est nécessaire, notamment pour assurer le respect du critère d'additionnalité garantissant que les financements abondent des projets qui n'auraient pas eu lieu sans apport. Un premier type de réforme passerait par le resserrement des règles d'accréditation et d'évaluation des projets, des engagements des pays développés en matière d'achat de permis et d'allocation des profits de la vente de ces quotas : la gestion du MDP serait confiée à un régulateur international indépendant. Une seconde voie de réforme contractualiserait précisément les efforts des pays en développement et les transferts financiers et techniques des pays développés, afin de focaliser les investissements sur les potentiels de réductions des pays bénéficiaires. Cette réorientation devrait réconcilier les points de vue des pays industrialisés, qui cherchent à compenser des émissions de GES, et des récipiendaires, qui voient dans le MDP un instrument de développement économique : ces divergences expliquent en partie l'inadéquation du mécanisme qui a souvent encouragé des projets mal adaptés aux particularités des pays en développement.

Les modalités de réforme sont cependant loin de faire consensus : en août dernier, le Mexique postulait ainsi qu'une refonte n'était pas nécessaire. L'élargissement du système aux domaines du CCS et des ressources forestières est également débattu, tout comme la création de MDP nationaux, sectoriels ou catégorisés par technologie. En outre, la fusion des permis CER issus du MDP avec de nouveaux crédits carbones accordés aux pays en développement selon les résultats de leurs mesures nationales d'atténuation est discutée : malgré l'insistance du Japon, les principaux bénéficiaires actuels du mécanisme, en particulier la Chine, y sont opposés.

3.2.5. La question récurrente de la déforestation⁽⁴¹⁾

La déforestation tropicale serait responsable de 15 à 20 % des émissions anthropiques mondiales de GES. Exclue dans la première période du Protocole pour des motifs politiques et méthodologiques, la question revient dans la négociation du régime post-2012 : il s'agit d'encourager la préservation des « puits de carbone » naturels dans les pays en développe-

(40) Cf. Ben Jelloul et Schaff (2009) et Wara et Victor (2008).

(41) Cf. Buba (2009).

ment. Les débats s'orientent autour des compensations financières des politiques de lutte contre la déforestation, et de l'évaluation de la dégradation forestière par rapport à un scénario de référence. La mise en œuvre d'un mécanisme de marché (REDD)⁽⁴²⁾ est cependant limitée par un manque de capacités institutionnelles et techniques, et son intégration au marché carbone suscite des inquiétudes : son incorporation affecterait le niveau d'engagements des États et la stabilité du prix de la tonne carbone.

3.2.6. *Quelle architecture légale pour l'Accord de Copenhague ?*

La concrétisation des négociations sous la forme d'une décision finale du COP ou d'un nouveau protocole ne sera vraisemblablement pas clarifiée avant décembre prochain. La Chine et le Japon proposent de reprendre une structure protocolaire autour des cinq piliers de la Feuille de route de Bali et d'un objectif mondial de long terme. *A contrario*, les États-Unis réclament un accord « fonctionnel » (*implementing agreement*) qui ne proroge pas le Protocole. Plus réaliste, les propositions néo-zélandaise et coréenne envisagent un traité de type « auberge espagnole » rassemblant différents engagements nationaux en vue d'un accord ultérieur plus ambitieux.

Depuis l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto, l'évolution du climat a rebattu les cartes de la coopération : inégalement confrontés à des bouleversements pour partie incertains, les pays partenaires devront surmonter l'hétérogénéité croissante de leurs situations pour installer les bases du régime post-2012. À défaut d'une répartition idéale des efforts entre les partenaires, l'accord de Copenhague pourrait dépasser cette géopolitique compliquée d'intérêts régionaux en actant des objectifs de réductions d'émissions assignés aux pays développés et une palette d'objectifs distincts pour les pays en développement et les pays émergents, basés sur les fondamentaux de leurs propres politiques énergétique et économique.

(42) Le programme de réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD), que la Feuille de route de Bali prévoit d'inclure dans le régime post-2012, repose sur la compensation financière des pays s'engageant à réduire les émissions liées à la déforestation.

Références bibliographiques

- Ben Jelloul M. et C. Schaff (2009) : Le système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre, note CAS/DAEF-03/09.
- Buba J. (2009) : Les grands acteurs dans la lutte contre le réchauffement climatique, note CAS/DRTDD-05/09.
- CAS (2009a) : Les États-Unis dans le processus de Copenhague : la tentative du leadership 06/09.
- CAS (2009b) : La Chine dans le processus de Copenhague : la difficile inclusion d'un grand émergent, 06/09.
- CAS (2009c) : D'autres pays dans le processus de Copenhague : l'Inde, la Russie, l'OPEP, le Canada, le Brésil, 06/09
- DGTPE (2009) : Financer les actions d'atténuation du changement climatique dans les pays en développement, 06/09.
- Harvard Project on International Climate Agreements (2008) : Designing the Post-Kyoto Climate Regim.
- Lallement R. (2009) : Le rôle des droits de propriété intellectuelle dans les enjeux post-Kyoto, CAS/DAEF-05/09.
- Larsen J. et R. Heilmayr (2009) : Emission reductions under the American Clean Energy and Security act of 2009, WRI, 19/05/09
- OMC/PNUE (2009) : Commerce et changement climatique, rapport OMC/PNUE, 26/06/2009, http://www.wto.org/french/news_f/pres09_f/pr559_f.htm
- Secrétariat de l'ONU (2008) : Investment and financial flows to address climate change: an update, Technical paper, 4/12/2008. Disponible sur <http://unfccc.int/resource/docs/2008/tp/07.pdf>
- Wara M. et D. Victor (2008) : « A Realistic Policy on International Carbon Offsets », *PESD Working Paper*, n° 74, avril.
- WBCSD (2005) : Pathways to 2050.

2. Les politiques et enjeux nationaux

- A. Changement climatique : la politique européenne** 187
Dominique Bureau
- B. Les États-Unis dans le processus de Copenhague :
la tentation du *leadership*** 203
Hervé Pouliquen et Blandine Barreau
- C. La Chine dans le processus de Copenhague :
la difficile inclusion d'un grand émergent** 225
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** 241
Johanne Buba

Complément 2A

Changement climatique : la politique européenne

Dominique Bureau

Délégué général,

Conseil économique pour le développement durable

Introduction

Dès le mois de janvier 2009, la Commission européenne a présenté ses propositions pour un nouvel accord climatique global, dans la perspective de la conférence de Copenhague. Celles-ci témoignent de la volonté de l'Europe d'obtenir un accord ambitieux pour lutter contre le changement climatique, et de continuer à jouer un rôle moteur dans ce processus, même si elle ne représente que 14 % des émissions mondiales de CO₂.

La proposition européenne se réfère à un seuil de 2 °C d'augmentation de la température à ne pas dépasser. Elle propose une stratégie combinant soutien financier accru pour les pays en développement et mise en place, d'ici 2015, d'un marché du carbone au niveau de l'OCDE. Il s'agirait par là d'élargir celui (ETS) mis en place au niveau européen pour réaliser les objectifs pris à Kyoto. L'adoption du paquet climat-énergie, pendant la Présidence française de 2008, établit par ailleurs une stratégie interne « bas carbone », cohérente avec cette ambition au niveau multilatéral.

L'Europe a affirmé ainsi son ambition de se poser en exemple, à la fois en termes d'objectifs retenus, que d'instruments utilisés. Elle a aussi acquis incontestablement une expérience en matière de répartition acceptable des efforts entre pays. Dans quelle mesure cet exemple est-il crédible, et à même de rallier les autres grands pays émetteurs, en premier lieu les États-Unis et la Chine, à ce niveau d'objectifs, ou à cette architecture des politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre ?

Répondre à cette question nécessite à la fois :

- de prendre la mesure de l'importance des politiques qui se sont construites en une dizaine d'années (section 1) ;
- d'en discuter l'efficacité (section 2) et la capacité à orienter l'action à long terme, notamment dans le cadre de l'ETS (section 3), qui constitue la pièce maîtresse de la politique européenne ;
- ces deux derniers points conduisent finalement à apprécier plus avant les déterminants institutionnels des politiques climatiques (section 4).

Cette description des politiques européennes sera menée avec en perspective trois des axes de réflexion proposés par Jean Tirole : la cohérence de la valeur carbone, et les limites des approches réglementaires (« *command and control* ») à cet égard ; la définition des mécanismes de transferts susceptibles de faire adhérer les acteurs à un accord global ; le cadre de long terme nécessaire pour concrétiser des engagements crédibles, et par là favoriser les actions précoces.

1. L'émergence d'une politique européenne

L'Europe a été impliquée, en tant que telle, dès le début des négociations de la Convention climat, le Conseil autorisant la Commission à y participer au nom de la Communauté européenne, le 4 février 1991. Fort de l'expérience suédoise, l'instrument fiscal avait à l'époque le vent en poupe de ce côté-ci de l'Atlantique. À Rio, la question de l'instauration d'une taxe internationale sur le CO₂ fut cependant jugée prématurée, et écartée par les États-Unis. La proposition de la Commission de septembre 1991 de créer pour chaque État membre une nouvelle taxe mixte sur le carbone et l'énergie échoua aussi. Comme dans la plupart des pays parties à la Convention, peu de mesures significatives furent prises pour réduire les émissions de gaz à effet de serre durant cette période.

Le véritable point de départ de la politique européenne est donc à situer en 1997, avec la signature du protocole de Kyoto. Le cadre est alors celui imposé par les États-Unis, d'un marché de quotas d'émissions, comparable à celui qu'ils avaient mis en place chez eux pour le SO₂ à partir de 1990. Le protocole de Kyoto combine ainsi des objectifs contraignants par pays, et de la flexibilité sur la localisation effective des efforts de réduction.

Dans ce cadre, les quinze pays qui composaient alors l'Union prirent l'engagement collectif (« bulle européenne ») de réduire leurs émissions de 8 % entre 2008 et 2012, par rapport au niveau de 1990. À l'exception de Chypre et Malte, les pays qui sont devenus depuis les nouveaux pays membres de l'Union avaient aussi pris, individuellement, des engagements à Kyoto. Mais ces pays, issus de l'Europe de l'Est, avaient alors obtenu des objectifs relativement lâches, allant en fait au-delà de leurs besoins immédiats de rattrapage économique et de transition énergétique. Ce surplus, qui a réduit l'ambition globale du protocole de Kyoto, est associé au débat sur « l'air chaud ».

Les États parties de la bulle européenne ont ensuite réparti, en interne, cet effort de réduction global (– 21 % pour l’Allemagne, 0 % pour la France, + 15 % pour l’Espagne, par exemple), en tenant compte de leurs perspectives de croissance et de progrès dans l’efficacité énergétique. Actuellement, les émissions de l’Union européenne sont inférieures de 2,2 % au niveau 1990, performance qui doit être appréciée en intégrant la complémentarité entre les émissions et la croissance.

De manière plus précise, les résultats des différents pays au regard de leurs objectifs apparaissent différenciés. L’Allemagne et le Royaume-Uni ont réussi, par exemple, à diminuer sensiblement leurs émissions, et sont en ligne avec leurs objectifs, grâce notamment : au processus de réforme économique dans l’ancienne Allemagne de l’Est dans le premier cas ; et à la substitution charbon-gaz dans le second. Au contraire, les pays du sud de l’Europe, l’Autriche et le Danemark sont loin de tenir leurs engagements. Ils devront pour cela recourir massivement à l’achat de permis d’émissions.

La pierre angulaire de la stratégie européenne a été la mise en place en son sein d’un marché de permis d’émissions, l’ETS, qui a commencé en 2005. Celui-ci concerne les secteurs les plus intensifs en CO₂ : production d’énergie (77 % des quotas, dont 50 % environ pour le seul secteur électrique), ciment, sidérurgie, etc. À la fin de sa première période de fonctionnement (2005-2007), le système ETS concernait 11 000 installations, représentant environ 50 % des émissions de CO₂ européennes (40 % des émissions de GES – gaz à effet de serre). Les secteurs en dehors de l’ETS sont des secteurs responsables d’émissions diffuses « domestiques » : transports, résidentiel tertiaire, ainsi que l’agriculture.

Le « paquet climat-énergie », adopté par les chefs d’État et de gouvernement fin 2008, a confirmé ce rôle pivot dévolu maintenant par l’Europe aux marchés de permis, en fixant le cadre de l’ETS pour la période 2013-2020. Mais il l’intègre dans un cadre global, définissant aussi des objectifs par pays pour leurs émissions diffuses. Ce cadre est celui des « trois fois vingt » proposé par la Commission début 2008 : réduction de 20 % des émissions à l’horizon 2020, par rapport au niveau 1990 ; part des énergies renouvelables portée à 20 % ; amélioration de 20 % de l’efficacité énergétique. De plus, cet objectif global serait porté à – 30 % en cas « d’accord international sur le climat jugé satisfaisant ».

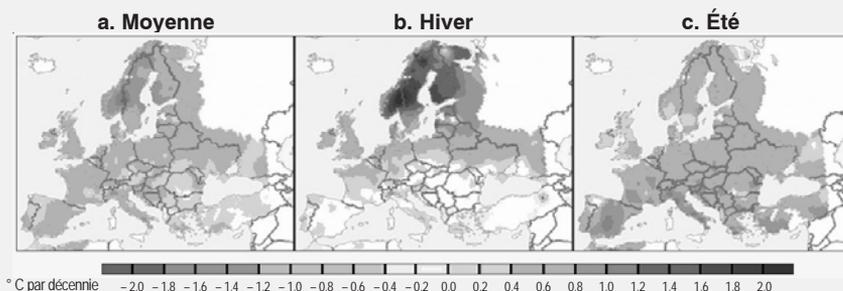
Ces objectifs globaux n’ont de sens que dans le contexte d’un accord international, établissant une stratégie coopérative des grands pays émetteurs de CO₂. Pour maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 2 °C, il faudrait en effet que les émissions mondiales atteignent leur maximum avant 2020, puis soient réduites de moitié par rapport à leur niveau de 1990, d’ici 2050. Pour cela, il faut que les grands pays émergents maîtrisent leurs émissions, et que les pays industrialisés divisent leurs émissions par quatre à cet horizon, ce qui nécessite de les diminuer justement de 30 % environ d’ici 2020. Le chiffre de – 20 % est un peu moins ambitieux. Cependant, même si l’exposition directe de l’Europe au risque climatique n’est pas négligeable (*cf.* encadré), un tel objectif n’a pas de sens non plus si les autres grands pays ne font pas d’effort équivalent.

L'impact du changement climatique en Europe

L'évaluation prospective des impacts du changement climatique a fortement progressé, comme le montre le 4^e rapport du GIEC. Les vulnérabilités les plus fortes se situent dans les pays dont l'économie est la plus dépendante du climat, c'est-à-dire ceux pour lesquels, l'agriculture et le tourisme sont des secteurs prépondérants et dont le changement climatique risque d'affecter fortement les ressources en eau, ou augmenter la fréquence et l'ampleur des événements climatiques extrêmes.

À ce titre, l'Europe est plutôt classée dans les régions disposant de capacités d'adaptation. Ceci ne signifie pas cependant que les impacts du changement climatique pour l'Europe soient négligeables. Tout d'abord, il faut rappeler en effet que la hausse des températures sera plus élevée que la moyenne : sur les continents par rapport aux océans, dans l'hémisphère nord et dans les massifs alpins, et aux latitudes élevées.

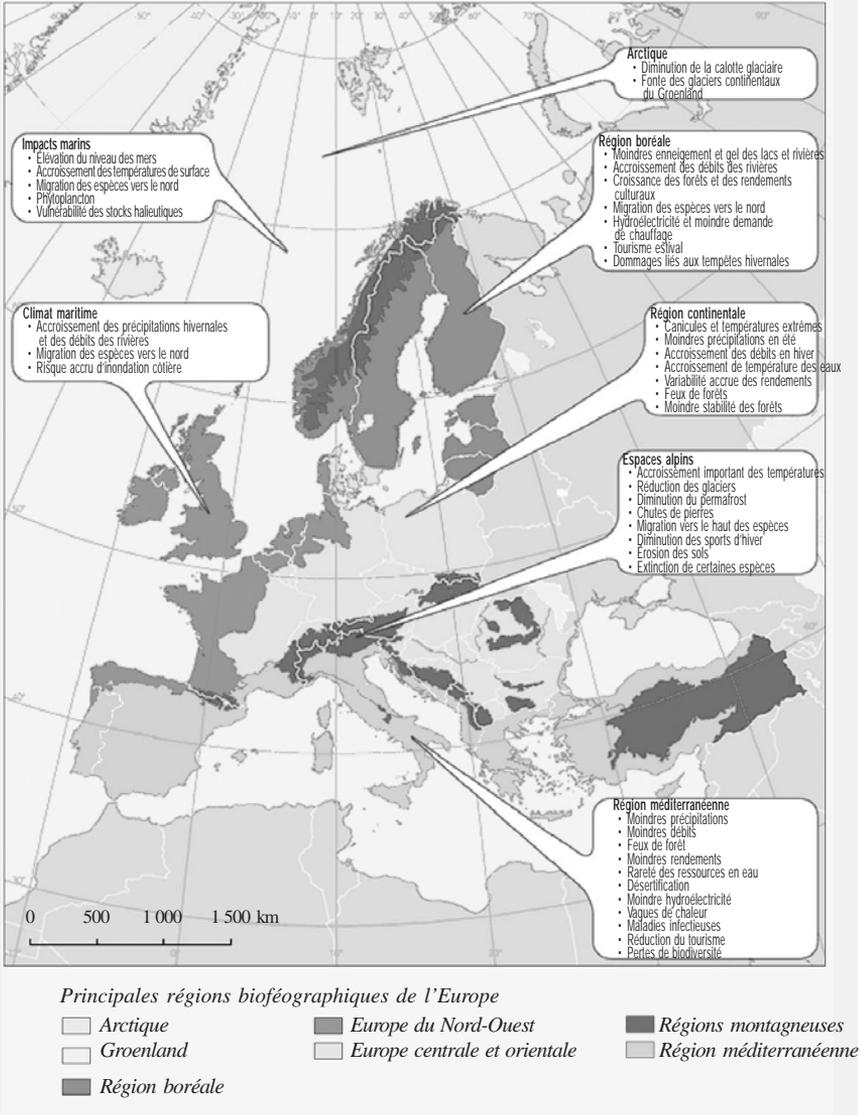
1. Changement de température en Europe (1976-2006)



Source : Agence européenne pour l'environnement (2008b).

L'Europe risque d'abord d'être affectée, indirectement, par les migrations climatiques en provenance des pays plus exposés. Mais elle le sera aussi directement, comme le montre le récent rapport de l'Agence européenne pour l'environnement, qui a actualisé ses indicateurs d'impact de changement climatique. Son rapport permet par ailleurs de différencier ces effets en fonction des types de régions biogéographiques (*cf.* carte 2).

2. Les impacts identifiés



Source : Agence européenne pour l'environnement (2008b).

L'objectif d'un seuil à ne pas dépasser de réchauffement de 2 °C correspond à une valeur cible de concentration de 450ppmCO₂eq. Une telle cible requiert une inflexion drastique des émissions, dans des conditions qui n'ont été réalisées que lors des crises économiques majeures. Corrélativement, un tel objectif, s'il est associé à un contexte de croissance, nécessite d'accepter des coûts marginaux élevés (400 €/t en 2050, par exemple, pour l'étude « Fondri », CIRED-LEPII-Enerdata, 2009) Ces éléments de bilan coûts-avantages conduisaient la « *Stern Review* » à retenir un objectif un peu moins ambitieux, plutôt de l'ordre de 500 à 550ppmCO₂eq., pour lequel les coûts d'abattements demeuraient alors raisonnables.

L'Europe se positionne donc dans la négociation climatique comme l'avocat d'un accord très ambitieux, à la hauteur du défi climatique. Sa stratégie interne vise à le crédibiliser, en montrant la faisabilité. Mais la stratégie européenne doit, pour jouer pleinement son rôle d'exemple, être convaincante en termes économiques. Le développement de l'ETS constitue un point fort en ce sens, puisque l'instauration de marché de permis vise en soi à établir un signal prix incitatif garantissant la minimisation des coûts de protection engagés, à objectif environnemental fixé. Mais il faut aussi en examiner « les détails », et l'articulation avec les autres instruments utilisés.

2. Efficacité et choix d'instruments

Les émissions de gaz à effet de serre en Europe proviennent de la production et l'utilisation de l'énergie (59 %), des transports (21 %), des *process* industriels (8 %), de l'agriculture (9 %) et du secteur des déchets (3 %) (Agence européenne pour l'environnement, 2008a). Si l'on considère plus spécifiquement les émissions de CO₂, les principales sources sont, par ordre décroissant : la production d'électricité et de chaleur (32,4 %), les transports (22,8 %), le résidentiel tertiaire (15,4 %) et l'industrie (15,4 %). Cette multiplicité des sources a pour corollaire la diversité des leviers d'abattements possibles, qu'il convient de mobiliser par ordre de mérite.

La question d'efficacité sous-jacente est d'importance, comme le montre l'étude établie par Mc Kinsey (citée dans la contribution de Christian Gollier) qui essayait justement de classer et quantifier les différents gisements, en fonction de leur coût à la tonne de carbone évitée. Celle-ci mettait en évidence des coûts très hétérogènes. Cette différenciation des coûts peut aussi être illustrée à propos des énergies renouvelables, dont les coûts à la tonne de carbone évitée vont de 23 euros pour l'éolien, à 50 environ pour l'éolien offshore et la petite hydroélectricité, à plus de 600 pour la production d'électricité solaire (Mission Climat de la Caisse des Dépôts). L'enjeu de l'optimisation des coûts d'abattement ne peut donc être ignoré, et est plus aigu même que ne le suggérait le rapport Stern, optimiste quant à l'ampleur des mesures à coût négatif « sans regret » disponibles, et à la rapidité des baisses de coûts à attendre sur les nouvelles technologies.

Dans le cas de l'Europe, il faut aussi prendre en compte le fait que les économies les plus faciles ont déjà été partiellement réalisées. En moyenne^(*), les émissions de GES par unité de PIB sont en effet inférieures à 0,5 kCO₂ eq./USD2000ppa pour l'Europe, alors qu'elles sont de l'ordre de 0,7 pour les États-Unis et le Canada, et de 1,1 pour les pays hors annexe 1 du protocole de Kyoto (cf. Mission Climat, Caisse des dépôts et consignations-MEEDAT-CGDD-SOeS, année) .

Cet enjeu d'efficacité a par ailleurs des dimensions indirectes, sur l'ambition des politiques climatiques que l'on peut faire accepter, et en termes de stratégies industrielles. En effet, la stabilisation des émissions de gaz à effet de serre nécessite à la fois de mobiliser les économies d'énergie disponibles avec les technologies existantes, mais aussi d'en développer de nouvelles. À cet égard, l'Europe a sûrement intérêt à se positionner et à essayer de se forger des avantages stratégiques sur les technologies qui ont des chances de se diffuser largement, car efficaces.

La politique européenne n'est cependant pas construite à partir de cette optimisation des coûts d'abattement, ce qui nécessiterait en effet d'explicitier le coût de la tonne de carbone évitée retenue comme pivot. Ceci n'empêche pas cependant une attention à cette préoccupation d'efficacité économique, qui s'exprime notamment :

- dans la systématisation des études d'impact qui, en général, évaluent le coût des différentes politiques alternatives. Ont ainsi été examinés sous l'angle de l'égalisation du coût marginal d'abattement, les objectifs à fixer respectivement aux secteurs ETS et non ETS dans le paquet climat-énergie ;
- et le souci de promouvoir les instruments économiques incitatifs, le cas emblématique (mais isolé) étant celui de l'ETS.

Malheureusement, la négociation des compromis entre États membres relègue souvent au second plan les enseignements qui devraient être tirés de ces études d'impact. Le cas du règlement sur les émissions de CO₂ des véhicules légers est ici illustratif.

La proposition d'un tel règlement faisait suite à l'échec de l'accord volontaire entre industriels, dit « ACEA », qui n'avait pas permis de réaliser une rupture par rapport aux tendances antérieures des réductions des consommations spécifiques des véhicules. À la fin 2006, la consommation unitaire du parc automobile mis sur le marché demeurait de l'ordre de 160 g CO₂/km, rendant hors de portée non seulement l'objectif fixé pour 2008 (140 g), que celui pour 2010 (120 g). Le règlement adopté fin 2008 retient finalement un objectif de 130 g pour les véhicules neufs vendus, qui sera mis en place progressivement à partir de 2012. Ces objectifs sont différenciés entre les constructeurs, en fonction de la masse des véhicules qu'ils commercialisent.

(*) Gaz à effet de serre y compris utilisation des terres, leur changement et la forêt.

Le principal reproche pouvant être adressé à ce dispositif est l'absence de mécanisme d'échanges performant, comme celui mis en place en Californie, qui permettrait de garantir l'unicité du prix du CO₂ évité, et ainsi d'orienter, de manière rationnelle, les choix des agents vers des véhicules favorables à l'environnement. Le mécanisme de « pools » qui a été retenu à cette fin est très incertain de ce point de vue, et potentiellement source de distorsions concurrentielles, en dépit de la provision pour garantir leur accès sans discrimination. Les simulations réalisées avec le modèle REMOVE dans l'étude d'impact soulignaient pourtant le caractère sous-optimal d'un dispositif sans flexibilité : augmentation de plus d'un facteur 2 du coût de respect de la contrainte, soit 21 milliards d'euros au lieu de 9,7.

De même, dans le domaine des énergies renouvelables, la Commission a écarté la mise en place d'un mécanisme d'échanges, de type « certificats verts », compte tenu de l'opposition de certains États membres à leur égard.

Comme dans la plupart de ses États membres, la politique européenne demeure ainsi construite suivant une logique de « *command and control* », consistant à identifier, secteur par secteur, des sources d'abattement possibles, qui sont ensuite mises en œuvre : essentiellement au travers de réglementations sur les équipements ; et sans s'assurer de la cohérence en termes de coût de la tonne de carbone évitée. Cette approche réglementaire a généralement comme inconvénient de ne pas contrôler les « effets rebonds », car on sait que le gain sur l'efficacité des équipements est souvent compensé par un accroissement de leur usage, avec comme cas illustratif celui des véhicules. Par ailleurs, ce type de réglementation n'incite pas à aller au-delà de la norme. Il ne favorise donc pas un dynamisme d'innovation, susceptible de procurer à l'Europe des avantages stratégiques dans le domaine des éco-technologies.

Les directives correspondantes, qui, souvent, seront rénovées dans le cadre des paquets « climat-énergie » et « efficacité énergétique », concernent : la performance énergétique des bâtiments ; l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et les services énergétiques ; l'étiquetage énergétique des produits consommateurs d'énergie ; les exigences de rendement de différents équipements (chaudières, réfrigérateurs/congélateurs, éclairage...) ; l'éco-conception, etc.

Le « trois fois vingt » du paquet climat-énergie manifeste lui aussi ce cloisonnement, alors même qu'un résultat économique de base est que la minimisation des coûts à engager pour atteindre un objectif donné de réduction d'émissions requiert l'application d'un prix unique du carbone. Si ce n'est pas le cas, des efforts de réduction excessifs sont en effet demandés à certains, alors que les gisements de réductions peu coûteuses demeurent dans d'autres secteurs. À l'aune de ce critère, la multiplication des dispositifs et des sous enveloppes d'émissions (ETS, hors ETS par pays, pour les énergies renouvelables (ENR), voire au niveau des plans nationaux par type d'ENR, ou de biocarburant, etc.) porte en germe des risques d'inefficacité majeurs.

Ceci ne signifie pas qu'il faille organiser dogmatiquement la fongibilité la plus complète entre les différents objectifs ou enveloppes d'émissions. En effet, on peut considérer que l'enveloppe spécifique ENR vise à la fois à établir un prix du carbone, et à corriger le manque d'« appropriabilité » privée des bénéficiaires des innovations en ce domaine. Mais il convient d'être capable de distinguer les domaines où le prix visé devrait être le même, où la fongibilité ne devrait donc pas être restreinte, de ceux où leur différence est justifiée. De plus, il faudrait alors, autant que possible, élargir la palette d'instruments utilisés pour rétablir un système de prix cohérent.

3. Les leçons du marché européen du carbone

Dans ce contexte, l'ETS constitue une exception notable, et significative, puisqu'a été établi ainsi un marché unique du carbone portant sur environ la moitié des émissions, celles des grosses installations, soumises par ailleurs fortement aux contraintes de la concurrence intra-communautaire.

Dans sa version initiale, qui a été appliquée pour les deux premières périodes (2005-2007 phase test, puis 2008-2012 correspondant à la période d'engagement de Kyoto), ce marché de permis d'émissions CO₂ reposait sur des allocations définies dans des plans nationaux (PNAQ), contrôlés par la Commission, chaque État établissant par ailleurs le régime de sanctions applicables en cas de restitution insuffisante de quotas (minimum de 100 €/tonne de CO₂).

Les enseignements de la première phase de son fonctionnement ont montré un certain nombre de résultats encourageants, étudiés en détail par Convery, Ellerman, et de Perthuis (2008). Ceux-ci soulignent que :

- la phase pilote a été utile. L'expérience acquise alors a déjà été mise à profit, comme l'ont confirmé les choix d'allocation présentés pour la phase II. Ainsi, les pays ont appliqué des règles d'allocation mieux harmonisées, et les quotas demandés dans les plans nationaux d'allocation ont diminué ;
- le carbone a maintenant un prix effectif, qui s'établit en fonction de l'équilibre entre l'offre et la demande. La stabilité des prix pendant la deuxième phase reflète par ailleurs la rareté anticipée par les acteurs du marché. L'ensemble des grands acteurs industriels et financiers acceptent désormais l'idée que le carbone n'est plus gratuit en Europe. Ce prix du carbone a favorisé certaines réductions d'émissions. Bien que le basculement du charbon au gaz naturel ne se soit pas développé autant que prévu, d'autres stratégies inattendues de réduction des émissions ont été utilisées, y compris la substitution interne de combustibles observée en Allemagne, et l'amélioration de l'efficacité en termes d'émissions de CO₂ constatée au Royaume-Uni ;
- le prix du carbone a eu un impact limité sur la compétitivité industrielle ;
- le marché européen du carbone a eu des répercussions externes. Deux nouveaux États membres l'ont rejoint (Bulgarie et Roumanie), et la Norvège a relié son propre programme d'échange de quotas au système com-

munautaire. Le rattachement au marché international des crédits Kyoto a accéléré la mise en œuvre des projets (MDP) dans les pays en développement et a favorisé des réductions supplémentaires d'émissions dans le cadre des projets de « mise en œuvre conjointe ».

De 2005 à 2007, le marché européen s'est donc imposé comme le premier marché de CO₂ au monde. Le volume des échanges a été multiplié par sept, passant de 262 millions de tonnes en 2005 à 818 millions de tonnes en 2006, puis 1,5 milliard en 2007. La valeur des échanges a atteint 30 milliards d'euros en 2007, soit une progression de 350 % depuis 2005. Après avoir capté plus de 80 % de la valeur des échanges mondiaux de carbone en 2005 et 2006, selon la Banque mondiale, le marché européen est ainsi devenu la référence internationale pour le prix du carbone.

Les quantités échangées et les prix des quotas (2005-2007 *versus* 2008-2012) ont cependant évolué selon deux trajectoires distinctes : les transactions de quotas de phase I n'ont cessé de décroître et les prix, de décliner ; l'approche de la deuxième phase a activé le développement des échanges de quotas de phase II.

L'expérience accumulée sur l'ETS depuis son entrée en vigueur en 2005 a confirmé la faisabilité technique de ce type de dispositif. Elle a mis aussi en évidence un certain nombre de problèmes, que les économistes avaient en général anticipés. Trois éléments de constat sont notables à cet égard :

- bien que les producteurs d'électricité aient bénéficié de quotas gratuits, leur prix a été répercuté dans les prix de l'électricité, conformément à ce que laissait prévoir une analyse de coût marginal ;
- l'absence d'harmonisation des règles d'allocation des quotas, et l'allocation gratuite de quotas aux nouvelles capacités, ont créé des distorsions majeures sur les marchés concernés, et réduit l'incitation recherchée à diminuer les émissions. L'exemple emblématique à cet égard est la différenciation par type de combustible retenue par l'Allemagne ;
- la volatilité des prix a été mal maîtrisée, avec l'effondrement des prix début 2006, lorsque les acteurs ont pris conscience de la sur-allocation pour la première période, et l'absence de « *banking* », c'est-à-dire de report possible des quotas disponibles sur les périodes ultérieures.

Le premier élément illustre la nécessité de bien distinguer les effets incitatifs d'un marché de quotas sur le comportement des acteurs, de ses effets redistributifs sur la valeur des entreprises ou le pouvoir d'achat. Ces deux types d'effets sont séparables, si les allocations sont forfaitaires, car les effets incitatifs, qui sont associés à l'établissement d'un signal-prix pour le carbone, ne dépendent normalement que de l'allocation globale des permis. De plus, l'efficacité du marché est d'autant plus grande que celui-ci est atomisé et liquide, ce qui devrait conduire à n'en exclure que les installations pour lesquelles les coûts de vérification seraient vraiment excessifs. L'argument selon lequel les marchés devraient être réservés aux gros émetteurs est en général discutable, le CO₂ devenant un facteur de production comme un autre des entreprises, si son marché est bien organisé.

La répartition de l'allocation initiale détermine, elle, une distribution de « richesse » entre les pouvoirs publics et les entreprises concernées. À la limite, celle-ci n'affecte pas leurs comportements de production et d'émissions (ou encore les prix), dès lors que tout se passerait comme si chaque acteur pouvait commencer par « vendre tous ses quotas ». Le choix entre « enchères » ou « *grandfathering* » traduit alors principalement un choix d'équité entre l'application du principe pollueur-payeur, ou la reconnaissance de besoins « impérieux » qu'il serait équitable de servir.

Mais, le second élément (notamment les conséquences des allocations gratuites aux nouvelles capacités) souligne cependant que, dans ce dernier cas, l'application de règles d'allocation qui ne sont pas véritablement forfaitaires, car conditionnant la distribution de quotas (présents ou futurs) à des choix de production ou d'émissions, crée souvent de fortes distorsions : entrée inefficace, maintien en activité de firmes non performantes, course à la référence etc. Les dispositifs discriminant positivement les entrants, comme les réserves « nouveaux entrants », sont ainsi à proscrire. La mise aux enchères (qui est d'autant plus aisée que les coûts des entreprises sont finalement transmis dans le prix de leurs produits) est à privilégier. Évidemment les conditions de redistribution de la recette ne doivent pas recréer d'incitations inappropriées sur les politiques menées par les États.

Le troisième élément souligne que le point essentiel est d'établir une trajectoire lisible et cohérente du prix du CO₂, sachant que, pour les investisseurs, ce qui est important est leur anticipation de prix à l'horizon des émissions qui seront affectées par leurs projets, et non le prix de « première période ». De plus, ce dernier est pratiquement impossible à stabiliser si les objectifs portent sur des périodes courtes, surtout si les possibilités de « *banking* » sont restreintes. En effet, soit l'allocation est trop courte, et l'on risque alors de précipiter une crise comme l'a connue l'industrie électrique californienne au moment de la mise en place de son marché de quotas pour les oxydes d'azote. Soit elle est trop large, et le prix de première période est quasi-nul. Combiné à l'annonce d'un resserrement fort des quotas futurs, ceci peut même conduire à des comportements d'offre augmentant transitoirement les émissions. Au contraire, l'absence de restriction au « *banking* » permet de faire « remonter » aux premières périodes les anticipations de prix futur, qu'il faut donc établir en tout état de cause.

La directive concernant le futur ETS remédie partiellement à ces dysfonctionnements. Tout d'abord, le système actuel des 27 plafonds nationaux a été remplacé par un plafond unique, diminuant de 1,74 % par an. Par ailleurs, le mode d'attribution des quotas évoluera progressivement vers les enchères. Mais leur champ a été finalement circonscrit au motif de limiter les « fuites » de carbone. Si le principe de mise aux enchères de 100 % des quotas est confirmé pour le secteur électrique, il ne sera mis en place que graduellement pour les autres secteurs, et l'allocation aux enchères restera partielle.

Certes, les industries qui continueront à bénéficier d'allocations gratuites sont fortement soumises à la compétition internationale, ce qui peut justifier un dispositif pour maintenir leur compétitivité, tant que leurs concurrents ne sont pas soumis à un prix du carbone comparable. Mais la distribution de quotas gratuits, type « *grandfathering* », n'a pas grand-chose à voir avec ce problème, même si elle intéresse « l'actionnaire » des industries concernées.

Le bilan que l'on peut tirer de ces évolutions est donc ambigu. D'un côté, l'Europe a démontré sa capacité à établir un marché du carbone fonctionnant sur une échelle importante, et à en faire évoluer sa gouvernance. De l'autre, son horizon demeure limité (à 2020), alors qu'il faudrait établir des trajectoires de prix lisibles et crédibles dans la durée, pour favoriser les investissements. Dans les « détails », celui-ci demeure encore établi sur des bases fragiles, qui reflètent les contraintes institutionnelles que rencontre l'élaboration de ces politiques.

4. Le rôle déterminant des institutions

La mise en place d'une politique globale de lutte contre le changement climatique bute en général sur l'absence d'autorité supranationale pouvant mettre en place les instruments appropriés. Ceci ne peut alors se faire que dans le cadre d'un accord librement consenti par ses parties, avec la difficulté d'échapper aux comportements de « passager clandestin ». À cet égard, la mise en place, au niveau européen, de sa politique climatique interne bénéficie d'atouts institutionnels importants.

En effet, le Traité instituant la Communauté européenne établit que celle-ci a notamment comme mission de « promouvoir un niveau élevé de protection et d'amélioration de la qualité de l'environnement ». Il est précisé par ailleurs, mais en termes généraux, que sa politique dans le « domaine de l'environnement » est fondée sur les « principes de précaution et d'action préventive, sur le principe de la correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement et sur le principe pollueur-payeur ». Les décisions en ce domaine sont donc prises à la majorité qualifiée.

Deux autres éléments sont aussi précieux dans cette perspective :

- les principes du marché intérieur, qui permettent en théorie d'assurer que les politiques environnementales ne soient pas sources de distorsions de concurrence injustifiées. La définition d'un encadrement sur les aides d'États liées à l'environnement répond à ce souci, vis-à-vis des politiques nationales. S'agissant de la politique européenne en matière climatique, cette dimension est restée implicite, alors qu'elle aurait sans doute justifié un transfert immédiat des compétences en matière d'allocation de quotas ou d'organisation des enchères. Mais il est notable cependant que le champ de l'ETS couvre justement les industries qui sont fortement en concurrence

au niveau du marché communautaire, et peut être donc envisagé comme s'inscrivant dans une démarche de marché unique du carbone ;

- la disponibilité d'instruments budgétaires, qui permettent de réaliser certains transferts. Certes le budget communautaire demeure limité, notamment dans sa dimension redistributive. Les fonds structurels constituent cependant un élément important. Leur évolution permet de plus de les considérer souvent comme un instrument de « compensation », pour garantir que les étapes successives de la construction européenne soient bénéfiques, notamment pour les pays les plus pauvres. Dans le cadre actuel (2007-2013), le Fonds de cohésion, qui concerne les pays dont le PIB est inférieur à 90 % de la moyenne communautaire, a d'ailleurs comme domaine d'intervention la protection de l'environnement, au travers de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Il finance donc la transition énergétique de ces pays. Mais il n'a pas été fait de lien explicite avec le paquet climat-énergie, qui, lui, a naturellement abordé les aspects redistributifs en premier lieu au travers des règles d'allocation des quotas et de répartition des efforts, avec notamment le fonds de solidarité pour les pays les plus pauvres (12 % des quotas).

Ce cadre européen, favorable à l'élaboration d'une politique commune, a cependant des limites. Tout d'abord, l'environnement n'est pas une compétence propre de la Communauté, dont l'intervention doit donc respecter le principe de subsidiarité, face à des États qui renâclent à transférer certaines compétences réglementaires. Le maintien de la règle de l'unanimité pour l'harmonisation fiscale introduit par ailleurs un biais dans le choix d'instruments, l'éco-fiscalité incitative se trouvant ainsi pratiquement exclue. Cette contrainte pousse à privilégier les instruments réglementaires, même si ceux sont, in fine, beaucoup plus coûteux pour l'économie. Un argument de neutralité justifierait pourtant : de distinguer entre fiscalité contributive et fiscalité environnementale incitative ; et d'appliquer à cette dernière les mêmes règles de décision que pour ses instruments alternatifs. L'article 93 ne permet malheureusement aucune interprétation en ce sens.

La mise en place de marchés de permis relève en revanche de la majorité qualifiée. Elle est donc beaucoup plus accessible, même si elle demeure en pratique plus difficile que la réglementation traditionnelle, parce que : il s'agit d'instruments plus complexes ; qui requièrent la définition de pénalités ou sanctions éventuelles sur des agents économiques, ce qui pose souvent des problèmes juridiques délicats ; et surtout, qui nécessite la définition de critères pour la répartition des efforts.

À cet égard, le critère retenu, dans le cadre du paquet climat-énergie pour les objectifs d'émissions par pays, est principalement lié au PIB, avec quelques corrections. L'Europe a donc démontré (certes pour des pays plus homogènes que les parties à la Convention climat) qu'il était possible de trouver une règle acceptable de répartition des efforts, malgré les difficultés tenant aux problèmes de régulation interne aux États, et surtout, aux

risques de capture que rencontrent ces négociations, compte tenu de la forte concentration des industries concernées face à des bénéficiaires diffus et futurs.

Dans le cas de l'ETS, les problèmes d'acceptabilité sectoriels ont été résolus essentiellement par l'allocation de quotas gratuits, dans des conditions qui (sous-réserve du règlement d'application à venir) remettent moins en cause l'ambition et l'efficacité du marché, que cela n'avait été le cas lors de ses deux premières phases. Le paradoxe qui demeure cependant est que ces quotas ont été distribués sur des arguments économiques fallacieux, de préservation de compétitivité ou de prix à la consommation de l'électricité alors qu'il ne s'agira que de « *windfall profits* » pour les industries concernées.

De plus, un impact éventuel néfaste sur l'efficacité peut perdurer dans la mesure où, les règles futures d'allocation étant incertaines, les entreprises peuvent avoir intérêt à se forger des « références » pour leurs objectifs futurs, plutôt que d'engager des actions précoces. Pour le hors ETS, qui n'établit pas de mécanismes de « *trading* », la répartition des efforts retenue constitue par ailleurs nécessairement un compromis entre efficacité et acceptabilité, avec des valeurs du carbone différenciées entre pays, et donc un surcoût global. Cet arbitrage s'exprime à propos des conséquences à tirer des écarts d'émissions unitaires entre les pays, l'efficacité réclamant de mobiliser à plein les gisements dans les pays en transition, l'équité de ne pas peser sur leur décollage économique. Des mécanismes d'échange permettraient justement de réconcilier ces deux objectifs...

La négociation européenne a mis en évidence le poids de certains « lobbies » industriels, et le risque de capture du processus en résultant. Un moyen de rééquilibrer les choses pourrait être de donner plus d'influence aux études d'impact. On pourrait imaginer en ce sens, par exemple, que leurs données de base soient actualisées, et (à nouveau) présentées (et rendues publiques) systématiquement par la Commission au moment de l'adoption des projets de directives par les Conseils concernés, ce qui obligerait à justifier l'introduction de certaines dérogations et jouerait alors un rôle dissuasif. De plus, il serait souhaitable que ces études visent systématiquement l'efficacité économique, et l'impact sur l'innovation.

Au travers de la stratégie de Lisbonne, ou plus spécifiquement pour les éco-technologies, l'Europe insiste sur ces enjeux d'innovation et de compétitivité. La comparaison avec l'ambition actuellement affichée aux États-Unis fait craindre cependant qu'elle prenne du retard en ce domaine, alors même que : l'atténuation du risque climatique nécessite de combiner économies d'énergies « traditionnelles » et nouvelles technologies ; et que c'est un enjeu stratégique sur le plan industriel. L'interprétation communautaire trop restrictive des règles de concurrence vis-à-vis des partenariats industriels est souvent mise en avant comme obstacle à l'essor des projets européens en ce domaine. Au vu de ce qui précède, le biais instrumental vers la

réglementation mérite au moins autant l'attention. Ceci justifierait de favoriser réellement l'utilisation des instruments économiques incitatifs, en renforçant la visibilité à long terme, et en évitant donc les redondances d'instruments qui découragent l'innovation ou les actions précoces.

Conclusion

Appréciée au regard de sa valeur d'exemple pour les négociations internationales, la politique européenne montre qu'il est possible de faire fonctionner un marché carbone sur une grande échelle, et de résoudre, dans le cadre de l'allocation des quotas, le délicat problème de répartition acceptable des efforts. La mise en place d'un dispositif satisfaisant dans ce contexte prend cependant beaucoup de temps, par comparaison avec ce qui a pu être fait aux États-Unis pour le marché du SO₂. De plus, le souci de cohérence des prix, ou celui d'en établir une lisibilité sur un horizon long pour orienter les choix d'investissements, demeure insuffisamment pris en compte dans les politiques européennes.

Pour une part, cette situation traduit un manque de prise de conscience de ces enjeux et d'efficacité et de crédibilité. Dès lors que les émissions concentrées deviennent régulées au niveau européen et que les quotas sont mis aux enchères, l'allongement de l'horizon temporel de l'ETS pourra cependant devenir plus aisé. Mais elle traduit aussi les contraintes d'une négociation de type intergouvernemental, même si celles-ci sont de moindre ampleur au niveau européen que les divergences d'intérêts qu'il faudra résoudre à Copenhague, d'où l'importance des réflexions de Jean Tirole sur ce sujet.

Référence bibliographiques

- Agence européenne pour l'environnement (2008a) : « Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2008. Tracking Progress Towards Kyoto Targets », *EEA Report*, n° 5/2008. 19 décembre.
Disponible sur http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_5
- Agence européenne pour l'environnement (2008b) : *Impacts of Europe's Changing Climate-2008. Indicator-Based Assessment*, Joint EEA-JRC-WHO Report.
- Bordier C. (2008) : « Développement des énergies renouvelables : quelle contribution du marché du carbone ? », Notes d'Étude CDC (Mission Climat, Caisse des Dépôts et Consignations), n° 16, décembre.

CIREN-LEPII-Enerdata (pour EpE-Iddri) (2009) : *Scénarios de transition vers un monde économe en carbone en 2050 : quels enjeux pour l'industrie ?* Disponible sur http://www.epe-asso.org/5-1.php?id_rap=95

Convery F. , D. Ellerman et C. de Perthuis (2008) : *Le marché européen du carbone en action : enseignements de la première phase*, Rapport pour la Mission Climat de la Caisse des Dépôts et Consignations, mars. Disponible sur http://www.aprec.net/documents/actualite/08-03-25_interim_report_fr.pdf

Mission climat Caisse des dépôts et consignations et MEEDAT-CGDD-SOeS (année) : *CO2 et énergie : France et monde. Chiffres clés.*

Complément 2B

Les États-Unis dans le processus de Copenhague : la tentation du *leadership*^(*)

Blandine Barreau et Hervé Pouliquen

*Centre d'analyse stratégique, Département de la recherche,
des technologies et du développement durable*

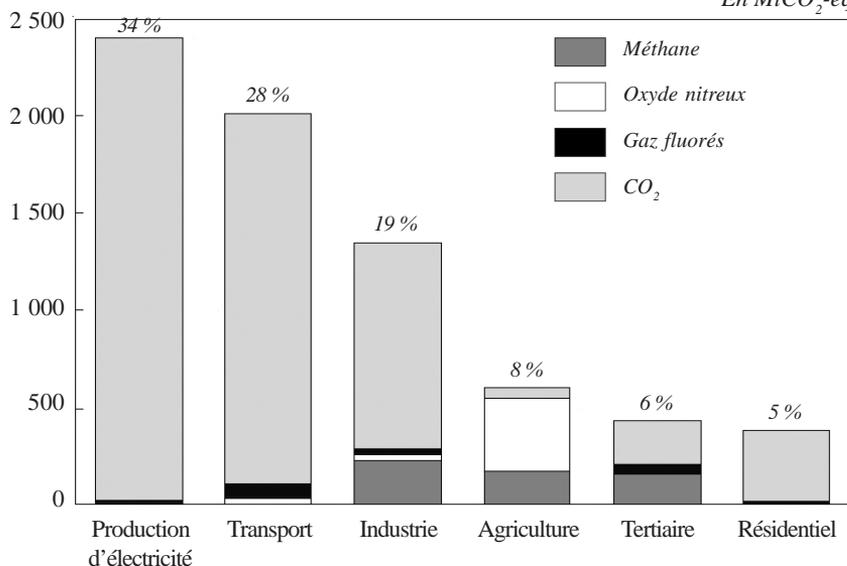
La participation américaine à la coopération multilatérale est cruciale pour la conclusion d'un accord ambitieux en matière de lutte contre le changement climatique lors de la Conférence de Copenhague. Premiers émetteurs mondiaux de gaz à effet de serre (GES) en termes d'émissions par habitant, les États-Unis ont longtemps souhaité préserver un mode de vie gourmand en énergie. Le changement d'équipe à Washington, précédé de nombreuses initiatives régionales, a créé un effet d'attente vis-à-vis de la politique climatique nationale comme du processus international de négociations. Le Président Obama a exprimé sa volonté d'aboutir à un accord mondial de lutte contre le changement climatique et d'infléchir la trajectoire américaine d'émissions de GES. Cette nouvelle doctrine a depuis été relayée par la Chambre des représentants : la proposition de loi votée le 22 mai par la Commission de l'énergie et du commerce envisage par rapport à 2005 une baisse de 20 % des émissions (soit une diminution de 6 % par rapport à 1990) et une réduction de 83 % en 2050, des objectifs atteints par le biais d'un futur marché carbone national. L'attitude du Sénat sera cependant déterminante dans la mise en œuvre de la politique américaine de lutte contre le changement climatique. L'adoption du traité international qui pourrait se concrétiser en décembre 2009 reste également incertaine, puisqu'elle requiert l'aval des deux tiers de la Chambre haute. Les efforts d'atténuation sur lesquels les États-Unis accepteront de s'engager dans un accord mondial et les transferts financiers qu'ils proposeront aux pays les plus vulnérables au changement climatique conditionnent en grande partie la participation de la Chine et l'issue des négociations.

(*) Texte rédigé en juin 2009.

1. Répartition par secteur des émissions de GES des États-Unis

a. Par type de GES

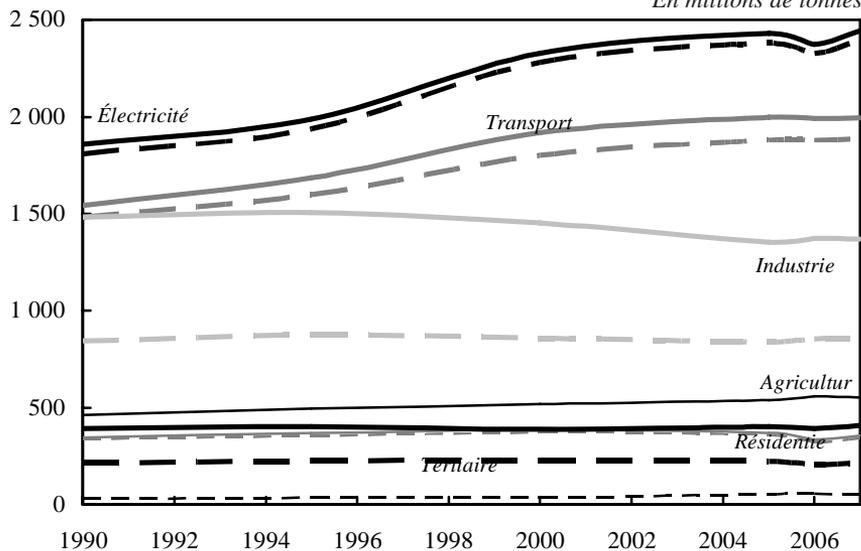
En MtCO₂-eq



Source : Caisse des Dépôts d'après US EPA Inventory 1990-2005.

b. Évolution historique

En millions de tonnes



Lecture : Trait plein = GES ; Trait en pointillés = CO₂.

Source : CAS d'après US EPA Inventory 1990-2005.

1. État des lieux : un modèle énergétique qui doit être réorienté

1.1. Le système énergétique américain reste tributaire des énergies fossiles

Les États-Unis font partie des plus grands émetteurs de GES de la planète. Au-delà de leur mode de vie, trois facteurs économiques principaux expliquent cette situation : un PIB par habitant parmi les plus élevés (34 000 euros par habitant, soit 10 000 euros de plus que l'Union européenne), une croissance plus forte qu'en Europe et un *mix* énergétique qui reste fortement carboné malgré des progrès significatifs en matière d'efficacité énergétique et d'intensité carbone.

En termes d'émissions par habitant, les États-Unis restent loin devant les autres pays avec 20 tCO₂eq/hab. contre environ 10 tCO₂eq/hab. pour l'UE-25 et 5 tCO₂eq/hab. pour la Chine. En quantités absolues, les émissions chinoises de CO₂ ont toutefois dépassé celles des États-Unis en 2007. De 1990 à 2005, les émissions américaines de CO₂ ont progressé de 21 % et celles de GES de 16,5 % (Environmental Protection Agency, 2008). Durant cette période, les émissions de GES corrigées de l'absorption par les sols et les forêts ont augmenté de 14,5 %. Seule l'industrie a enregistré une baisse de 8,7 %, tandis que le secteur électrique et les transports connaissaient une augmentation de 31 et 27 % (graphiques 1a et b). Ces deux derniers secteurs représentent deux tiers des émissions de GES du pays, loin devant l'industrie (19 %) et le bâtiment (11 %).

L'importance des émissions s'explique par un recours massif aux combustibles fossiles : les renouvelables et le nucléaire ne représentent que 14 % de la consommation d'énergie primaire et 28 % de la production d'électricité. La moitié de l'électricité est produite à partir de centrales à charbon particulièrement polluantes. Les dernières projections tendanciennes de l'Energy Information Agency (2009b), prévoient un ralentissement des émissions de CO₂ entre 2007 et 2030 : ces dernières augmenteraient de 0,3 % par an, soit un rythme moindre que la croissance annuelle de 0,8 % enregistrée de 1980 à 2007, pour atteindre en 2030 un niveau supérieur de 7 % à celui de 2007.

1.2. De Kyoto à Copenhague, une comparaison des efforts à accomplir de part et d'autre de l'Atlantique

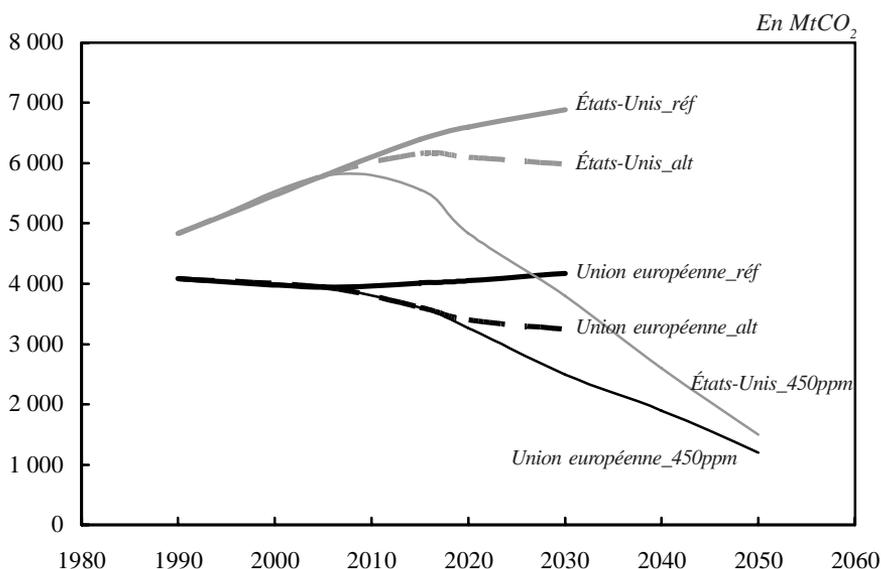
Les projections de l'Agence internationale de l'énergie (2007) confirment que l'écart entre l'Union européenne et les États-Unis se creuserait considérablement en termes de trajectoire d'émissions à court terme. De leur niveau de 4 832 Mt en 1990, les émissions américaines de CO₂ atteindraient ainsi 6 600 Mt en 2020, quand celles de l'Union européenne passeraient de 4 084 à 4 050 Mt sur la même période.

Depuis 1992, l'Europe s'est inscrite dans une dynamique de réduction de ses émissions. Au travers du Paquet énergie-climat adopté en décem-

bre 2008, l'UE-27 se fixait un objectif de réduction de 20 % en 2020 par rapport au niveau d'émission de 1990, une cible bien plus ambitieuse que celle assignée à l'Union européenne (UE-15) par le Protocole de Kyoto (- 8 % en 2012). Cette dynamique apparaît dans les projections du scénario alternatif de l'AIE⁽¹⁾ et dans le scénario environnemental d'une concentration atmosphérique de GES de 450 ppm éq. CO₂⁽²⁾ (graphique 2). En conséquence, alors que les émissions européennes de CO₂ baissaient de 3,5 % entre 1990 et 2005, elles ont fortement crû outre-Atlantique (+ 20 %).

Les États-Unis ne sont pas pour autant restés inactifs depuis 1990. La baisse de l'intensité énergétique mesurée entre 1990 et 2002 (- 1,4 % par an) a été plus rapide qu'en Europe (- 0,9 % par an). La croissance moyenne américaine, de + 3,2 % par an entre 1990 et 2005, s'est traduite par une augmentation de la consommation d'énergie de 1,2 % par an. Dans le même temps, la croissance de l'Union européenne a été deux fois moindre (+ 1,5 % par an) tandis que la consommation énergétique européenne a augmenté de 0,2 %. Les émissions de CO₂ ont augmenté de 1,2 % par an aux États-Unis et baissé de 0,2 % par an pour l'Union européenne. Ainsi, l'augmentation des émissions de CO₂ aux États-Unis est en grande partie due à l'impact du surcroît de croissance.

2. Émissions de CO₂ des États-Unis et de l'Union européenne



Source : CAS d'après AIE-WEO 2008 et modèle GEMINI, Commission Valeur du carbone du CAS, 2008.

(1) Scénario traduisant les mesures décidées ou quasi sûres, cf. AIE (2009).

(2) Le Protocole de Kyoto, non ratifié par les États-Unis, prévoyait un engagement chiffré de - 7 % pour la partie américaine.

Pour mémoire, dans les scénarios de référence établis en 2007 par l'AIE, les hypothèses de croissance américaine et européenne sont voisines, respectivement de + 2,4 et + 2 % par an⁽³⁾ d'ici à 2020. Par rapport à cette projection de référence, les États-Unis devraient donc réduire leurs émissions de CO₂ de 27 % pour atteindre leur objectif de revenir au niveau d'émissions de 1990 ; pour l'Union européenne, la baisse serait de 19 % par rapport à la référence pour aboutir à l'objectif de - 20 % fixé par le paquet énergie-climat.

1.3. Une mobilisation tangible de certains États et de grandes entreprises

Alors que l'Europe a pris une certaine avance, notamment par la mise en place effective d'un marché d'échanges de permis d'émissions, l'action des États-Unis reste morcelée.

Ces dernières années, la politique climatique américaine a plutôt mis l'accent sur le développement technologique. L'*Energy Policy Act* du 8 août 2005, qui sert de base à l'*Advanced Energy Initiative* lancée en 2006 par le Président Bush et à la Loi *Energy Independence and Security Act* de décembre 2007, se focalise ainsi sur la substitution des carburants fossiles des véhicules et sur le basculement des modes de production électrique vers une utilisation accrue du charbon propre, du nucléaire avancé, du solaire et de l'éolien. La loi de 2007 vise à promouvoir les nouvelles technologies énergétiques pour réduire la dépendance des États-Unis aux importations d'hydrocarbures, protéger l'environnement et stimuler la croissance économique.

Palliant la relative inertie fédérale, plusieurs programmes et coopérations se sont aussi mis en place. Les États-Unis disposeront d'ici 2010-2012 de plusieurs marchés de permis régionaux. Trois projets de systèmes « *cap and trade* » rassemblant une vingtaine d'États participants et une dizaine d'États observateurs, tant au sein des États-Unis qu'au Canada et au Mexique, ont ainsi été créés pour atteindre des objectifs communs de réduction des GES : la *Western Climate Initiative* (WCI), le *Midwest Regional Greenhouse Gas Reduction Accord*, et la *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI) lancée au 1^{er} janvier 2009 entre les États du Nord-Est.

Ces initiatives portaient en germe la mise en œuvre d'un marché carbone à l'échelle nationale, et, en raison de leur dimension transnationale, le raccordement des marchés américains aux marchés canadien, mexicain et ultérieurement aux systèmes d'échange internationaux. Toutefois, il est probable que la mise en place d'un marché national ne soit pas envisageable avant 2012-2015.

(3) Réactualisées à 2,2 et 1,8 % en 2008.

2. La relance de la politique environnementale américaine

2.1. Le volet énergie du *National Recovery Act*

Deux signes corrélés de l'importance accordée à la problématique climatique sont apparus au cours des premiers mois de l'année 2009 : le volet énergie est central dans le plan de relance américain (*National Recovery Act*), et Steven Chu, ancien prix Nobel de physique, a été nommé au secrétariat à l'Énergie. La nouvelle stratégie est d'autant plus ambitieuse que les éco-activités sont potentiellement créatrices d'emplois. Un nouveau marché mondial s'ouvre, que les États-Unis comptent investir en tant que leader.

Le plan de relance prévoit d'investir 150 milliards de dollars sur les dix prochaines années pour permettre de développer les énergies alternatives et les infrastructures correspondantes (notamment un réseau électrique numérique). Cette transformation de l'économie américaine créerait 5 millions d'emplois. Elle devrait également avoir un impact important sur la sécurité énergétique du pays et sur les marchés mondiaux : d'ici à 2020, la consommation américaine de pétrole diminuerait d'environ 35 %.

Dans l'automobile, de nouvelles normes visent une baisse de 20 % des consommations dans le même délai ainsi qu'une réduction de moitié de la consommation unitaire en 18 ans⁽⁴⁾. Afin d'atteindre 1 million de véhicules hybrides rechargeables dès 2015 pour les véhicules construits aux États-Unis, une incitation à l'achat de 7 000 dollars par voiture serait créée. Cette cible reste néanmoins modeste au regard des 300 millions de voitures circulant sur les routes américaines. Cependant, l'amélioration de l'efficacité énergétique doit également toucher les bâtiments : il est question de rénover un million de logements par an (soit 1 % du parc) et trois quarts des bâtiments publics. L'investissement dans les énergies renouvelables doit se traduire par une proportion de 10 % d'électricité renouvelable en 2012 (contre 8,8 % aujourd'hui) et de 25 % en 2025. L'équipe du Président Obama a annoncé des garanties d'emprunt significatives pour les projets éoliens et solaires. Le recours à la production nationale d'énergies fossiles sera encadré par la construction d'un gazoduc depuis l'Alaska et par le développement des technologies de capture et séquestration du CO₂ (CCS). Si le nucléaire n'est pas cité explicitement dans le plan, il était mentionné comme un recours incontournable dans le volet énergie du programme du candidat Obama⁽⁵⁾. Enfin, le budget fédéral en matière de recherche et développement des sciences de base serait doublé dans la décennie à venir. Le secrétaire d'État Chu entend spécialiser les laboratoires du Department of Energy

(4) Norme CAFE, *Corporate Average Fuel Economy*.

(5) Le programme des colistiers Barack Obama et Joe Biden était explicite : « L'énergie nucléaire représente plus de 70 % de notre électricité générée par une source non carbonique. Il est peu probable que nous puissions atteindre nos objectifs climatiques ambitieux si nous éliminons l'option de l'énergie nucléaire », cf. « Barack Obama and Joe Biden: New Energy For America » (2009).

(DoE) sur plusieurs technologies de rupture, comme les agrocarburants de seconde génération, les batteries automobiles, les bâtiments basse consommation, le solaire photovoltaïque et le stockage de l'électricité.

Le plan de relance fixe un objectif national de réduction des émissions de GES de 80 % en 2050. Le *National Recovery Act* a été accueilli très favorablement par le secteur de la finance verte, qui appelle à un « *New Deal vert* », et par l'industrie *high-tech*, notamment les groupements *Business for Innovative Climate and Energy Policy* et *United States Climate Action Partnership*.

2.2. La réponse du Congrès

Depuis 2007, une dizaine de propositions de lois fédérales sur les émissions de GES ont été élaborées. L'*American Clean Energy and Security Act* publié le 31 mars 2009 par le camp démocrate de la Chambre des représentants a été le premier à répondre à la demande présidentielle. Déjà validé par sa commission d'origine, le texte des représentants Waxman et Markey sera sans doute débattu début août au Congrès, après son approbation par la Chambre (*cf.* tableau page suivante).

La proposition concrétise la nouvelle politique climatique américaine sous la forme d'objectifs fédéraux en matière d'énergies renouvelables, d'efficacité énergétique, de normes d'intensité carbone pour les centrales à charbon, le secteur du transport et celui du bâtiment. Elle incite au développement de techniques de capture et stockage du carbone, financé à hauteur de 10 milliards de dollars. Un marché de permis d'émissions de GES couvrant 85 % de l'économie américaine dès 2016 serait lancé en avril 2011, afin d'atteindre un objectif de réduction d'émissions plus ambitieux que les annonces précédentes de la Maison-Blanche, à moyen terme (– 17 % de 2005 à 2020, contre une cible précédente de – 14 %) comme à long terme (– 83 % en 2050, plus que les – 80 % prévus). Le marché s'étendrait aux secteurs clefs du transport et du résidentiel tertiaire : il inclurait non seulement les émissions des raffineries comme en Europe, mais aussi la teneur en CO₂ des produits vendus par l'industrie pétrolière.

La reprise explicite de cette proposition par les membres de l'administration Obama démontre qu'elle a valeur de mise de jeu pour les négociations de Copenhague. Elle conditionne ainsi les transferts technologiques accordés par les États-Unis à la signature d'un accord international et crée un fonds pour l'adaptation au changement climatique d'envergure mondiale. Enfin, le raccordement au système « *cap and trade* » européen reste possible : le texte écarte un plafond de prix, qui aurait compliqué une telle interconnexion, au profit d'une réserve de permis actionnable en cas de hausse importante du prix du carbone, complétée par d'autres amortisseurs, dont des mécanismes de crédits compensatoires et d'emprunts de permis.

Les analyses de l'EPA (2009a et b) basées sur les deux versions de proposition Waxman-Markey apparues au fil du débat parlementaire montrent

Caractéristiques principales de la proposition Waxman-Markey à l'issue de son adoption par la Commission de l'énergie et du commerce (21 mai 2009)

a. Efficacité énergétique et énergies renouvelables

Énergies renouvelables	Obligation des distributeurs (> 4 GWh) de fournir de 6 % (2012) à 20 % (2020) d'électricité à partir de sources renouvelables dont un quart à partir de mesures d'efficacité énergétique (40 % en cas d'accord avec l'État local, soit 12 % de renouvelables et 8 % d'économies d'énergie). Programme fédéral d'achat d'énergies renouvelables.
Capture et stockage du CO ₂ des centrales à charbon	Programme de démonstration et d'incitations pour lancer le déploiement du CCS. Établissement à la majorité des deux tiers des producteurs d'électricité d'un centre de recherche sur le CCS, au sein de l'Electric Power Research Institute, doté de 1 milliard de dollars par an pour accélérer le programme. Programme de distribution de permis, accordés en fonction du nombre de tonnes de CO ₂ séquestré.
Véhicules propres	Possibilité de subvention du DoE à la reconversion de l'industrie automobile et au développement des batteries, incitation aux programmes de démonstration de véhicules électriques, et aux programmes de déploiement. Appel aux compagnies d'électricité pour le développement des infrastructures de recharge.
Réseaux intelligents	Développement de la planification des réseaux ; facilitation du développement des technologies, en particulier pour réduire les pointes, gérer la demande et moderniser les réseaux.
Efficacité énergétique	Promotion et durcissement des normes de consommation sur les appareils.
Transports	Harmonisation des normes de consommation et d'émissions des véhicules. Fixation d'objectifs aux États pour réduire la pollution des transports. Mise en place de plans de déplacements et d'organisation pour les grandes métropoles de plus de 200 000 habitants. Sanctions en cas de manquement. Programme collaboratif de réduction de consommation pour les camions.
Distributeurs d'électricité et de gaz	Programme de maîtrise de la demande auprès des clients obligeant à obtenir 1 % d'économies d'électricité en 2012 (0,75 % gaz) et en cumulé 15 % en 2020 (10 % gaz).
Industrie	Nouvelles normes d'efficacité énergétique.
Bâtiments publics	Réglementation thermique des bâtiments neufs : - 30 % en 2010 ; - 50 % en 2016. Aide à la rénovation d'immeubles jusqu'à 50 % du coût des travaux. Subvention de 7 500 dollars pour l'achat de logement, destinée aux plus démunis.

b. Réduction globale de la pollution (en cohérence avec les propositions de l'US Climate Action Partnership)

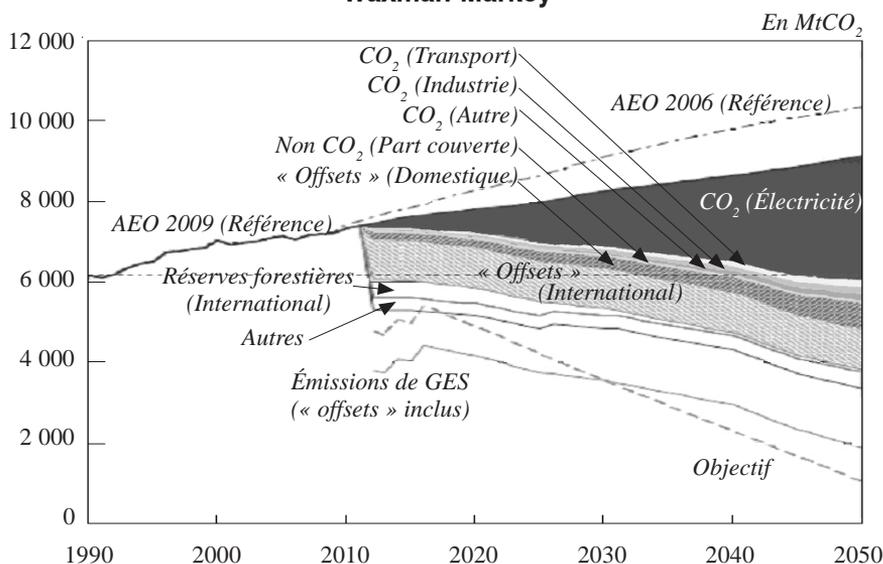
Objectifs globaux	Réduction des émissions par rapport à 2005 de - 3 % en 2012 ; - 20 % en 2020 ; - 42 % en 2030 ; - 83 % en 2050.
Marché de permis	Marché incluant les secteurs de l'énergie (électricité, pétrole, gaz, charbon) et la grande industrie, couvrant 85 % des émissions des États-Unis (émetteurs > 25 000 tCO ₂ e/an). Diminution de la quantité de permis alloués chaque année pour réduire les émissions des secteurs couverts de - 3 % en 2012 ; - 17 % en 2020 ; - 42 % en 2030 ; - 83 % en 2050 (année de base 2005).
Déforestation internationale (réduction supplémentaire)	Programme de réduction de la déforestation sous le contrôle de l'EPA et de l'Agence fédérale pour le développement international (USAID). Allocation de permis pour des réductions supplémentaires concernant la déforestation (5 % de la valeur des permis entre 2012 et 2025).
Offsets	Certains types de projets sont éligibles sous le contrôle d'un organisme de surveillance. Identification par le DoE des secteurs/pays destinataires à l'international. Total des <i>offsets</i> limité à 2 Gt/an.
Banking et borrowing des permis	Possibilité de placement (<i>banking</i>) et d'emprunt (<i>borrowing</i>) sous conditions.
Réserve stratégique de permis	Création d'une réserve à hauteur de 2,5 milliards de permis pour atténuer des hausses excessives du prix des permis.
Surveillance de marché	Création d'une Commission fédérale de régulation.
Normalisation	Programme spécifique pour certains gaz.

c. Transition vers une économie décarbonée

Compétitivité	Possibilités d'indemnités pour compenser les coûts du carbone dans les secteurs soumis à la concurrence internationale. Remises sous conditions pour certaines industries (concurrence, surcoûts pour le consommateur, etc.).
Emplois verts	Promotion de nouvelles formations.
Transfert de technologies	Possibilité d'assistance aux pays adhérents à un accord international (déploiement de technologies propres)
Adaptation au changement climatique	Programmes d'analyse des risques et plans d'adaptation. Création d'un fonds d'adaptation. Création d'un plan d'adaptation USAID pour les PED les plus exposés.

que la législation réduirait les émissions jusqu'à - 83 % en 2050 par rapport à 2005⁽⁶⁾, surtout dans le secteur électrique, dont les émissions diminuent nettement grâce aux projets domestiques et internationaux (« *offsets* »). Les émissions du transport et l'industrie n'évoluent que marginalement (graphique 3). Le prix de la tonne carbone irait de 13 à 26 \$/tCO₂eq en 2015 ; de 17 à 33 \$/tCO₂eq en 2020, et de 28 à 54 \$/tCO₂eq en 2030, et augmenterait sensiblement sans recours aux projets internationaux. En comparaison, les incitations prévues pour la mise en place de la capture et du stockage du CO₂ dès 2020-2025 coûteraient l'équivalent d'un prix de la tonne carbone bien supérieur, soit entre 50 et 90 \$/tCO₂eq pour chaque tonne capturée (suivant la capacité du stockage).

3. Émissions de GES du scénario EPA relatif à la proposition Waxman-Markey



Source : EPA (2009).

La loi modifierait profondément le *mix* énergétique américain. D'ici à 2020, il serait constitué pour moitié de charbon classique, afin de ramener les émissions du secteur à 2 180 MtCO₂ en 2025 contre 2 400 en 2007. Entre 2020 et 2050, le nucléaire augmenterait jusqu'à atteindre la moitié de la production d'électricité, et la moitié du *mix* serait couverte en proportions égales par les énergies renouvelables et les centrales fossiles équipées de CCS. La décarbonisation de la production d'électricité interviendrait entre 2020 et 2050.

(6) Cette amélioration reste néanmoins en partie due à la baisse du PIB par rapport au scénario de référence de l'EIA (2009b).

Les propositions budgétaires publiées en février dernier par la Présidence prévoyaient de redistribuer les profits de la mise aux enchères de l'intégralité des permis d'émissions du dispositif « *cap and trade* », estimés à 646 milliards de dollars sur la période 2012-2019, aux consommateurs les plus touchés par la hausse du prix de l'énergie. Or, des concessions ont d'ores et déjà été accordées par la Chambre des représentants à certains secteurs : si la loi était adoptée en l'état, seuls 15 % des permis seraient effectivement soumis aux enchères dans la période initiale. Il est cependant prévu de mettre fin à ces dérogations à partir de 2026. La proposition reste cependant muette sur les transferts financiers aux consommateurs, qui seront sans doute précisés dans le débat parlementaire.

La proposition Waxman-Markey est également peu consistante sur l'impact des nouvelles mesures sur l'économie américaine, même si de récentes études en ont évalué les coûts et les bénéfiques (encadré 1).

Le volet redistributif de la législation, clef de voûte de la doctrine climatique de la nouvelle présidence, est détaillé dans une proposition publiée le 1er avril dernier par le député Chris Van Hollen. Si ce *Cap and Dividend Act of 2009* était débattu à la Chambre des représentants parallèlement à la proposition Waxman-Markey, les deux textes pourraient être combinés avant la prochaine étape d'une transmission au Sénat.

La proposition du démocrate Van Hollen prolonge en effet l'*American Clean Energy and Security Act* sur trois points. D'abord, elle avance des objectifs de réductions plus ambitieux de – 25 % en 2020 par rapport à 2005 (– 20 % dans la proposition initiale Waxman, devenus – 17 % après le débat préliminaire à la Chambre), – 45 % pour 2030 (contre – 42 %) et – 85 % pour 2050 (contre – 83 %). D'autre part, Van Hollen envisage des règles concrètes pour la redistribution des profits issus du système « *cap and trade* » : dans la lignée des promesses de campagne du candidat Obama, la redistribution des revenus issus de la vente des permis d'émissions s'organise autour d'un fonds – le *Healthy Climate Trust Fund* – et d'un transfert financier mensuel aux consommateurs. Les critères d'éligibilité restent cependant très vagues – ou peu stricts, car le texte prévoit de réallouer la totalité des revenus du dispositif à l'ensemble des citoyens américains alors que le Président avait évoqué les consommateurs les plus vulnérables à la hausse des prix des énergies. En outre, le montant du fonds n'est pas précisé. La proposition envisage enfin très clairement une taxe carbone aux frontières qui n'apparaissait qu'en filigrane dans la proposition Waxman-Markey : cet instrument perdurerait tant que les « fuites de carbone » ne seraient pas endiguées par un accord international suffisamment étendu.

L'issue des débats à la Chambre des représentants, qui a d'ores et déjà modifié la proposition Waxman-Markey, est d'autant plus incertaine que le Sénat pourrait lui-même élaborer une proposition début août. D'autre part, si le système « *cap and trade* » défendu par Waxman et Markey semble devoir devenir la clef de voûte de la future politique climatique fédérale,

les partisans d'une taxe carbone restent présents. Ainsi, quatre propositions de loi visant à mettre en œuvre une fiscalité à laquelle les consommateurs et le secteur productif restent réticents existent à l'heure actuelle au Congrès (Ben Jelloul, 2009).

2.3. L'EPA, un relais de secours pour la nouvelle politique climatique américaine ?

Si les travaux du Congrès n'aboutissaient pas, la nouvelle administration pourrait recourir au levier réglementaire : l'Environmental Protection Agency est en effet acquise à la réorientation amorcée en matière de politique climatique.

Le 17 avril dernier, l'EPA a ainsi réactivé une procédure abandonnée en 2007 à l'instigation de l'Administration Bush et reconnu la dangerosité de six types de GES. En concluant à l'atteinte à la santé et au bien-être public que représentent les GES, l'EPA a déclenché une procédure de fond, qui doit l'amener à statuer sur une inclusion des émissions de GES dans le champ d'application du *Clean Air Act*. Une telle décision se traduirait, à terme, par la formulation de normes et de schéma de régulation fédérales appliquées aux plus importantes sources d'émissions, dont les secteurs du transport et de l'électricité. La reconnaissance de la dangerosité des GES par l'Agence pourrait déboucher sur la formulation de réglementations qui s'adresseraient d'abord aux secteurs les plus émetteurs – notamment celui du transport – et couvriraient progressivement l'ensemble de l'économie américaine. Mais cette régulation suppose une procédure plus longue qu'une formulation législative : à l'issue d'une première période de deux mois pendant laquelle l'agence devra recueillir les commentaires publics, une série de deux auditions, de durée indéterminée, s'impose avant que le projet de réglementation ne voit le jour. L'EPA ne saurait constituer un recours crédible en cas d'enlisement du processus législatif d'ici à l'ouverture de la Conférence de Copenhague censée trancher en fin d'année sur les nouvelles voies de coopération internationale.

La décision du 17 avril correspond donc bien plus à une prise de position symbolique, destinée au reste de la communauté internationale et à un signal envoyé à la nouvelle administration : avec ce geste inaugural, l'Administratrice Lisa Jackson aura sans doute manifesté son soutien à l'engagement américain en matière de lutte contre le changement climatique, et fait pression sur le Congrès pour accélérer l'adoption d'une loi visant à limiter les émissions de GES.

1. Coûts et compensation de la politique climatique : un débat central aux États-Unis

1. Un obstacle récurrent à la mise en œuvre d'une politique climatique aux États-Unis

L'impact de la régulation environnementale sur le consommateur et le secteur productif a jusqu'ici constitué un obstacle récurrent à la mise en œuvre d'une politique climatique aux États-Unis

Du fait de la hausse du prix des énergies, le consommateur final devra faire face à une augmentation de ses dépenses annuelles de l'ordre de 3 à 5 %, selon son niveau de vie, si la législation adoptée se conformait au principe de mise aux enchères totale prévue par la première version de la proposition Waxman-Markey (Grainger et Kolstad, 2008).

Au cours de l'examen de la proposition à la Chambre des Représentants, le camp républicain a utilisé les conclusions d'une étude qui évaluait deux ans auparavant à plus de 366 milliards de dollars l'impact d'un dispositif « *cap and trade* » (Paltsev, Reilly, Jacoby, Gurgel, Gilbert, Metcalf, Sokolov et Holak, 2007) pour en tirer une estimation de coût de 3 128 dollars par an et par foyer. Cet argument a toutefois perdu de son panache du fait de la réponse des auteurs de l'étude, dont la réactualisation des estimations sur les bases de la proposition débattue fait apparaître un montant bien moins impressionnant (340-440 dollars par an et par foyer) (Paltsev, Reilly, Jacoby et Morris, 2009).

L'évaluation officielle de l'EPA fait apparaître un coût nettement plus faible pour les ménages, estimé en moyenne à moins de 150 dollars par an d'ici à 2050, soit moins de 0,2 % de la consommation des foyers américains (98 à 140 dollars par an selon les populations considérées et l'efficacité de la redistribution des profits du système). À l'échelle de l'économie nationale, l'impact de la hausse du prix des énergies se ferait ressentir à hauteur de 2 à 4 % du PIB d'ici à 2030, l'équivalent d'un retard de croissance de quelques mois (Environmental Protection Agency, 2009a).

Des disparités interrégionales sont cependant à prendre en compte : la norme relative aux ENR contenue dans la proposition initiale devrait faire baisser le prix de l'électricité dans les États du Nord, quand d'autres régions enregistraient une augmentation de 1 à 6 % d'ici à 2020 (Energy Information Administration, 2009a).

2. L'argument des partisans de la législation climatique : les vertus de l'économie d'énergie

Face aux réticences qu'inspirent ces évaluations de coût, les lobbys industriels favorables au développement des énergies renouvelables et à l'amélioration de l'efficacité énergétique mettent en avant les économies d'énergie induites par la proposition de loi, dont l'effet vertueux pourrait être accentué par une récession économique qui incite les ménages à diminuer leur consommation énergétique.

Les dispositions initiales relatives aux objectifs d'intensité énergétique et de norme de recours aux énergies renouvelables permettraient au consommateur de réaliser une économie annuelle de 231 milliards de dollars dès 2020 (American Council for an Energy-Efficient Economy, 2009). L'étude sollicitée par H. Waxman auprès de l'EIA montre également que le consommateur américain ne devrait ressentir l'effet de la norme *Renewable Energy Standard* initialement présentée qu'après 2020, quand le prix de l'électricité connaîtrait une augmentation restreinte (moins de - 3 % en moyenne nationale) qui irait en s'atténuant (pour atteindre + 1 % dès 2030), du fait des économies d'énergie que suscite la réglementation (EIA, 2009a). À noter cependant que cette analyse, élaborée par le *think tank* American Council for an Energy-Efficient Economy, ne prend qu'imparfaitement en compte le futur équilibre offre/demande qui déterminera définitivement l'évolution du prix de l'électricité. Le dispositif « *cap and trade* » prévu devrait également permettre de diminuer la demande en énergie électrique de 6 % d'ici à 2020, et jusqu'à 13 % en 2050 (EPA, 2009). Quant aux normes relatives à l'efficacité énergétique, elles généreraient dès 2020 une baisse de la demande de 4 % pour l'électricité et de 3 % pour le gaz naturel.

Au total, si la nouvelle législation devait induire une hausse du coût de l'électricité de l'ordre de 20 % d'ici à 2030, et de 13 à 17 % du gaz naturel, les dépenses des ménages n'augmenteraient que de 8 à 9 % sur la même période du fait de l'effet vertueux des économies d'énergie (EPA, 2009).

3. La doctrine présidentielle déplace le débat sur le terrain de la justice sociale

Les bénéfices générés par une mise aux enchères de l'intégralité des permis d'émission dans la période initiale du système « *Cap and Trade* » sont évalués à 237 milliards de dollars, soit un peu plus de 10 % du budget fédéral. Cette manne permettrait de compenser l'effort demandé aux catégories les plus défavorisées, dont les revenus annuels seraient sept fois plus affectés par la hausse du coût des énergies que les catégories aisées⁽¹⁾.

La question des modalités de redistribution des bénéfices retirés de la vente des permis d'émission est donc cruciale : en dépit des orientations indiquées par le Président Obama, la proposition Waxman-Markey ne dicte pas d'orientation définitive sur le sujet.

Un schéma compensatoire destiné au consommateur final pourrait prendre la forme de transferts directs ou de réductions de l'impôt sur le revenu : réajuster l'effort demandé aux différentes catégories de population autour de 2 % du revenu annuel net supposerait de procéder à des compensations individuelles de l'ordre de 504 à 280 dollars pour les consommateurs les moins aisés (Grainger et al., 2008). Une diminution de la fiscalité indirecte, essentiellement sous la forme de réductions de charges salariales ou de TVA, peut également être mise en œuvre.

(1) Évaluation basée sur une valeur de la tonne carbone de 30 dollars, cf. Grainger et al. (2008).

Un schéma pérenne de redistribution doit également donner au secteur productif les moyens de réaliser la transition énergétique. Les lobbys industriels militent pour le recyclage d'une partie des profits du marché d'échange de permis d'émissions à hauteur de 15 à 20 milliards de dollars dans des programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique au cours des sept années à venir. Dans une lettre adressée au Représentant Waxman, ils demandent ainsi que soient réalloués en ce sens 26 % de la valeur des permis envisagés, équivalents à des investissements de 30 milliards de dollars par an. Les secteurs exposés réclament quant à eux des rabais sur le prix des permis d'émissions (allocation gratuite ou subventions).

4. Le recours aux mécanismes compensatoires internationaux et domestiques est fondamental

Les mécanismes compensatoires sont indispensables à la bonne tenue des objectifs nationaux de réduction d'émissions de GES et permettent également de minorer le coût des quotas : sans les mécanismes *offset* prévus par la proposition Waxman le prix de la tonne carbone fixée par les échanges de permis d'émission pourrait ainsi doubler, laissant présager des coûts autrement plus importants pour le secteur productif et le consommateur⁽²⁾.

(2) Cf. EPA (2009). À noter que la proposition Waxman-Markey initiale prévoit un dispositif *offset* de 25 milliards de tonnes éq. CO₂ équivalent à 1 milliard de tonnes d'émissions domestiques.

3. Le nouvel engagement américain dans la coopération internationale

3.1. Des déterminants de politique intérieure pourraient restreindre la marge de manœuvre des négociateurs américains à Copenhague

Historiquement, les États-Unis font figure de « mauvais élève » du Protocole de Kyoto : premier émetteur mondial de GES jusqu'en 2007, dorénavant deuxième derrière la Chine, ils ont signé l'accord sans pour autant le ratifier afin d'éviter un objectif contraignant. La première puissance économique mondiale déroge ainsi au principe du pollueur-payeur, justifiant par là même les critiques qui dénoncent un comportement de « passerager clandestin ».

En dépit d'un récent changement de gouvernement, l'engagement américain est largement conditionné par des considérations de politique nationale : le soutien du Congrès et surtout celui du Sénat restent aujourd'hui incontournables pour la mise en œuvre d'une politique climatique.

Pour preuve, la première administration Bush avait signé la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en 1992, avant que le rejet des termes du Protocole de Kyoto par le Sénat ne conduise les États Unis à ne pas ratifier l'accord. Depuis lors, les administrations successives ont dû endosser les arguments des sénateurs pour justifier le refus des contraintes d'émissions et de l'échéancier prévus dans l'Annexe B du traité, jugés trop coûteux pour l'économie domestique, ainsi que les exemptions prévues pour les PED, au motif qu'elles pourraient pénaliser la compétitivité de l'économie américaine, notamment vis-à-vis des pays émergents, perçus comme des concurrents de tout premier ordre.

En filigrane, l'enjeu est donc avant tout électoral : il s'agit de préserver le niveau de vie du consommateur américain et la compétitivité industrielle nationale. Le Sénat ayant affiché son refus, il était inenvisageable pour le Président Clinton de se risquer par la suite à soumettre la ratification du Protocole au vote parlementaire. Ces mêmes motifs ont largement influencé le comportement de son successeur : en 2001, Georges Bush a explicitement écarté la perspective d'un engagement sur le mode international au profit d'un programme national volontaire comportant des objectifs d'intensité énergétique (réduction de 18 % entre 2002 et 2012 de l'intensité en GES de l'économie américaine par des engagements volontaires du secteur industriel) et de développement technologique.

3.2. Le Président Obama ne peut miser avec certitude sur l'adoption par le Sénat du traité post-2012

L'adoption du texte des députés Waxman et Markey par la Chambre des représentants ne devrait pas poser de difficulté majeure. L'approbation de la proposition dans sa Commission d'origine à une majorité assez conséquente (33 voix sur 25) le 21 mai dernier pourrait être de bon augure : seuls trois représentants démocrates ont maintenu leur ferme opposition à la proposition qui a réussi à rallier un suffrage républicain.

Cependant, le sentiment d'urgence instillé par l'ouverture de la Conférence de Copenhague en fin d'année ne suffira probablement pas à recueillir suffisamment de suffrages au Sénat, bastion des opposants à un instrument économique de régulation des émissions de GES. Si l'adoption de la proposition de loi par le Parlement nécessite de rassembler soixante voix au Sénat afin d'éloigner toute menace d'obstruction le Président Obama ne serait autorisé à ratifier un traité international qu'avec le soutien de deux tiers des sénateurs, soit soixante-sept voix.

Malgré sa position majoritaire théorique dans chacune des deux chambres, le camp démocrate devra durement batailler pour rallier les soutiens

susceptibles de laisser carte blanche aux négociateurs américains à Copenhague, car la question climatique remet en jeu les clivages partisans. Il est en effet encore malaisé de prédire combien des 56 sénateurs démocrates, des 2 indépendants et des 41 républicains voteront dans le sens d'un changement de politique qui s'avérera à court terme coûteux dans certaines régions. Le résultat des dernières élections ayant rebattu les cartes, pas moins de 26 sénateurs démocrates représentent désormais des États où la transition énergétique impliquera de conséquents efforts : les sénateurs du Colorado, du Delaware, de la Géorgie, de l'Indiana, du Wyoming... (États où les centrales à charbon dominent la production électrique bien au-delà d'une moyenne nationale de 49 %) pourraient notamment être tentés de s'opposer au texte pour des motifs électoraux. Le « gang des 16 » regroupe d'ores et déjà de manière informelle les élus des États de la *rust belt* dans l'opposition à une législation trop contraignante, et ce malgré leur sensibilité démocrate.

En avril dernier, la chambre haute du Parlement américain avait déjà envoyé un signal négatif aux partisans d'une politique climatique nationale, en bloquant une proposition visant à autoriser les parlementaires à incrémenter un projet de marché d'échange de permis d'émissions au budget fédéral. Si les sénateurs adoptent la proposition, ce sera sans doute au prix de nombreuses concessions et amendements. L'idée d'une taxe carbone aux frontières rallie ainsi les suffrages de beaucoup d'entre eux. D'autre part, la sénatrice Boxer laisse entendre qu'elle pourrait produire une proposition de loi concurrente à celle de la Chambre des représentants au cours de l'été, un rebondissement qui ralentirait le travail parlementaire.

3.2. Un argumentaire de négociation en cours de refonte

Historiquement, la position américaine en matière de lutte contre le changement climatique a d'abord témoigné d'une ouverture à l'entreprise de collaboration internationale : au cours des deux décennies soixante-dix et quatre-vingt, les États-Unis ont largement soutenu la recherche sur le climat et la création du GIEC. La signature du traité de la CCNUCC par le Président Georges H.W. Bush en octobre 1992, puis, trois ans plus tard, l'acceptation par les négociateurs américains du principe d'objectifs contraignants pour les pays de l'Annexe 1 de la Convention lors de la conférence des parties (COP), laissait présager un engagement durable dans cette voie. Toutefois, le revirement imposé par le Sénat a fondé le refus américain vis-à-vis d'objectifs contraignants.

En 2001, le Président Bush avait annoncé une volonté de stabiliser les émissions américaines à horizon 2025, avant de signer la Feuille de route de Bali engageant les partenaires à œuvrer pour un accord post-Kyoto six ans plus tard. L'arrivée de l'administration Obama entérine l'acceptation d'objectifs d'atténuation plus ambitieux, conformément à des promesses de campagne prévoyant de revenir au niveau de 1990 en 2020.

Les contributions américaines au dialogue informel orchestré par la CCNUCC pour la définition du régime post-2012 reflètent la prééminence accordée au progrès technologique par le biais du Partenariat de l'Asie-Pacifique et du Fonds pour les technologies propres. Elles invitent également à actualiser les termes de la CCNUCC afin de mettre à contribution les pays émergents. Enfin, la position américaine défend la nécessité de définir un objectif mondial de long terme sous la forme d'une réduction globale d'émissions de GES. Si la plupart de ces positions sont avancées sous la forme de réflexions, certains points résultent de la doctrine américaine et seront donc difficilement négociables :

- le refus de se voir assigner un objectif de réduction basé sur un critère d'émissions *per capita*, au sein d'un accord qui ferait peser l'essentiel des efforts sur les États-Unis⁽⁷⁾ ;
- l'affirmation d'une souveraineté nationale en matière de gestion des mesures d'adaptation et d'atténuation vis-à-vis du changement climatique ;
- la demande de réforme des transferts technologiques et financiers Nord/Sud pour un meilleur suivi des bénéfices retirés.

3.3. Cinq leviers possibles pour entraîner les États-Unis dans un accord mondial

Au premier rang des enjeux de la Conférence de Copenhague, la perspective d'un engagement de la Chine transparait clairement dans la proposition américaine, qui vise à assigner aux « pays émergents » un objectif de réduction comparable à celui des pays de l'Annexe B du Protocole.

La révision des mécanismes de soutien Nord-Sud, et notamment des mécanismes de développement propre (MDP) constitue un second point d'inflexion potentielle des négociations.

L'amélioration de l'encadrement des transferts technologiques et financiers consentis par les pays du Nord pour l'évaluation des actions d'atténuation et d'adaptation entreprises par les PED fait l'objet de demandes récurrentes des futurs partenaires de Copenhague. Les États-Unis semblent favorables à une approche sectorielle qui permettrait de définir les potentiels de réductions d'émissions dans les économies en développement, d'organiser les transferts et d'uniformiser le suivi des politiques concernées. De même, la protection des droits de propriété intellectuelle, fondamentale pour l'accès aux transferts technologiques, est susceptible d'amener les États-Unis à s'engager plus avant dans la coopération.

Quatrième enjeu de négociation, la compétitivité économique joue doublement comme un motif d'incitation à la coopération pour les États-Unis.

(7) Les propos de la secrétaire d'État Hillary Clinton relevés par le quotidien *China Daily*, le 22 février 2009 à Pékin, sont particulièrement explicites, cf. <http://www.state.gov/secretary/rm/2009a/02/119435.htm>

Le Président Obama a d'ores et déjà intégré cet argumentaire dans son discours à l'égard du Congrès américain : « Nous savons que le pays qui sera en tête au XXI^e siècle sera celui qui maîtrisera les énergies propres et renouvelables (...) la Chine a fait le plus gros effort de l'histoire pour faire de son économie une économie efficace au plan énergétique (...) Les voitures hybrides rechargeables qui sortent des chaînes de montage américaines sont équipées de batteries fabriquées en Corée (du Sud). Il est temps pour les États-Unis d'être à nouveau en tête »⁽⁸⁾.

Enfin, la recherche d'une nouvelle légitimité diplomatique est l'une des facettes du retour américain dans le système multilatéral après l'approche bilatérale qui a caractérisé le double mandat du Président Bush. Les États-Unis briguent désormais ostensiblement un *leadership* sur les négociations climatiques qui était précédemment l'apanage de l'Europe.

3.4. Les critères du partage du fardeau sont encore en débat

Les États-Unis proposent de distinguer trois catégories de pays, et non plus seulement deux comme retenu dans le Protocole de Kyoto, selon un « critère objectif de développement économique » qui pourrait être le PIB :

- les pays développés se verraient astreints à des objectifs de réduction absolus en 2020, qui n'ont pas pour le moment été explicitement quantifiés ;
- à cet horizon, les pays émergents devraient adopter des stratégies nationales d'atténuation⁽⁹⁾ adossées à des objectifs formulés en référence à la trajectoire tendancielle d'émissions⁽¹⁰⁾ ;
- enfin, les autres PED adopteraient des initiatives comparables en matière de lutte contre le changement climatique, sans objectif contraignant.

Tout comme l'Union européenne, la proposition américaine soutient un mécanisme proposé par la Corée du Sud permettant d'intégrer au plus vite les non-membres de l'Annexe I dans la transition énergétique mondiale. Ces derniers se verraient concéder des crédits carbone sur une base sectorielle, à la hauteur de la bonne tenue des politiques qu'ils ont volontairement adoptées. L'effet incitatif du dispositif tient dans la monétisation de ces crédits sur les marchés carbone. Cette proposition repose cependant sur des objectifs à court terme que certains PED refusent, même si la Chine laisse entendre qu'elle pourrait l'approuver dès lors qu'elle ne remplace pas les lucratifs *offsets* du Protocole de Kyoto. L'Inde approuve également un registre mondial des politiques d'atténuation permettant de calibrer les transferts financiers et technologiques Nord/Sud.

(8) Discours prononcé le 9 février 2009, *Concord Community High School*, Elkhart, Indiana : http://www.whitehouse.gov/blog_post/indiana/

(9) NAMAs ou « Nationally appropriate mitigation actions » selon le vocabulaire onusien retenu dans la feuille de route de Bali.

(10) Ou *Business As Usual (BAU)*.

3.5. La question des transferts financiers peut s'avérer fondamentale dans la négociation à venir

Si les États-Unis reconnaissent la nécessité d'accroître les versements aux pays les plus vulnérables au changement climatique, ils jugent également nécessaire de réévaluer l'ampleur des contributions et la liste des bénéficiaires, en raison de la montée en puissance économique de pays émergents non-membres de l'Annexe I, qu'ils estiment désormais en mesure de financer leurs propres politiques d'atténuation et d'adaptation.

En outre, les États-Unis refusent pour le moment de créer de nouveaux mécanismes pour combler le déficit de financement identifié à Bali, estimant qu'il importe avant tout de mobiliser les institutions existantes. L'intransigeance américaine sur cette proposition relayée par nombre de PED et de pays émergents, mais aussi par l'Union européenne, pourrait cependant évoluer au cours des négociations.

3.6. Plusieurs évolutions peuvent être attendues en matière de coopération bilatérale

Un rapprochement avec la Chine pourrait intervenir. La reconnaissance du droit au développement des pays émergents à l'issue de la Conférence de Bali et les efforts de réduction des émissions affichés par le nouveau gouvernement sont des signaux susceptibles d'amener le partenaire chinois à accepter une révision de son statut au sein du Protocole de Kyoto. L'intérêt commun pour le développement de technologies d'atténuation constitue un levier de coopération, si les discordes au sujet des droits de propriété intellectuelle et du suivi des trajectoires d'émission, se résolvent (*cf.* complément 3D de Rémi Lallement).

La coopération régionale à l'échelle de l'ALENA pourrait faire naître une stratégie commune de lutte contre le changement climatique, autour du *Partenariat des Amériques sur l'énergie et le climat* annoncé lors du 5^e Forum des Amériques le 19 avril dernier. L'initiative semble cependant susciter moins d'enthousiasme de la part du Canada que du Mexique, qui sera en juin prochain l'hôte du *Forum des économies majeures* lancé par les États-Unis comme une enceinte concurrente de la CCNUCC.

Ultime piste, une voie de coopération transatlantique a été ouverte en janvier dernier par le Commissaire chargé de l'environnement⁽¹¹⁾. Le dialogue avec l'Union européenne semble relancé par le résultat mitigé du dialogue amorcé par Washington auprès de la Chine.

(11) *Lettre ouverte du Commissaire Dimas au Président Obama*, 26 janvier 2009, *cf.* http://ec.europa.eu/commission_barroso/dimas/news/doc/letterpresidentObama.pdf

Conclusion

Le positionnement américain dans la coopération internationale, qui conditionne la participation du deuxième grand émetteur qu'est la Chine, fait encore l'objet d'une double incertitude, qui n'est pas anormale. D'une part, les propositions officielles ne permettent pas de savoir si les États-Unis vont accepter une réduction plus importante de leurs émissions et souscrire à une augmentation notable des transferts financiers Nord/Sud. Les négociateurs américains se contentent de répéter les objectifs proposés par la Présidence et maintiennent leur détermination à obtenir une plus grande implication des pays émergents. D'autre part, la proposition de loi actuelle ne sera adoptée par le Sénat qu'au prix d'un certain nombre de concessions. Il n'est donc pas assuré que les ambitions présidentielles se concrétisent avant décembre prochain. Si Washington n'était pas en mesure d'afficher une politique solide, la Conférence de Copenhague pourrait bien n'aboutir qu'à un accord d'envergure limitée en attendant que la position américaine soit plus précisément arrêtée.

Références bibliographiques

- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2007) : *World Energy Outlook*.
- American Council for an Energy-Efficient Economy (2009) : *Reducing the Cost of Addressing Climate Change Through Energy Efficiency*. Disponible sur <http://aceee.org/pubs/pubsinfo.htm#copyright>
- Ben Jelloul M. (2009) : « Politique climatique aux États-Unis : quel instrument économique pour un signal-prix carbone ? », *La Note de Veille*, n° 127, Centre d'analyse stratégique, mars. Disponible sur http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=945
- Energy Information Administration (EIA) (2009a) : *Impacts of a 25-Percent Renewable Electricity Standard as Proposed in the American Clean Energy and Security Act Discussion Draft*. Disponible sur <http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/acesa/execsummary.html>
- Energy Information Administration (EIA) (2009b) : *American Energy Outlook*.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2008) : *Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2007*.

- Environmental Protection Agency (EPA) (2009a) : *EPA Preliminary Analysis of the Waxman-Markey*, Discussion draft, 20 avril.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2009b) : *Ways in Which Revisions to the American Clean Energy and Security Act Change the Projected Economic Impacts of the Bill*, 17 mai.
- Grainger C. et C. Kolstad (2008) : « Who Pays for a Carbon Tax? », Department of Economics, Stanford University Working Paper. Disponible sur <http://stanford.edu/dept/france-stanford/Conferences/Climate/Kolstad.pdf>
- Paltsev S., J. Reilly, H. Jacoby, A. Gurgel, A. Gilbert, E. Metcalf, A. Sokolov et J. Holak, (2007) : « Assessment of US Cap-and-Trade Proposals », *NBER Working Paper*, n° 13176. Disponible sur http://web.mit.edu/globalchange/www/MITJPSPGC_Rpt146.pdf
- Paltsev S., J. Reilly, H. Jacoby et J. Morris (2009) : « The Cost of Climate Policy in the United States », *MIT Report*, n° 173.

Complément 2C

La Chine dans le processus de Copenhague : la difficile inclusion d'un grand émergent^(*)

Blandine Barreau et Johanne Buba

*Centre d'analyse stratégique, Département de la Recherche,
des Technologies et du Développement durable*

En l'absence de la ratification par les États-Unis et la Chine, premier émetteur mondial de gaz à effet de serre (GES) depuis 2007, l'accord éventuel à Copenhague ne sera pas jugé satisfaisant. Les émissions chinoises représentent aujourd'hui un quart de celles de la planète : à leur rythme d'évolution actuel, elles pourraient doubler d'ici à 2030, et dépasseraient alors les quantités limites retenues à l'échelle du monde comme objectif en 2050⁽¹⁾.

Consciente de la nécessité de réorienter son modèle énergétique, la Chine a entrepris de réels efforts afin d'asseoir son développement économique sur des bases durables en s'écartant d'un modèle énergétique « à l'occidental » insoutenable à moyen terme. Ses premières initiatives ont cependant été en partie entravées par une croissance extraordinaire, qui a déjoué les prévisions et les objectifs fixés, et par la complexité de la gouvernance centralisée d'un vaste territoire.

(*) Texte rédigé en juin 2009.

(1) Si les évaluations officielles ne sont pas exemptes d'incertitudes, le *Netherlands Environmental Assessment Agency* estime que les émissions chinoises de CO₂, auraient atteint 6,1 Gt en 2007. D'après l'Agence internationale de l'énergie, environ 78 % des GES émis par la Chine proviendraient de CO₂, 13 % de CH₄, et 8 % de NO₂. Les émissions de carbone chinoises croissent au rythme très élevé de 8 % par an (2007) et représentent une proportion supérieure à celles des États-Unis (21 % des émissions mondiales) (*cf.* *Netherlands Environmental Assessment Agency*, 2008 et AIE, 2007).

Pékin entend toutefois prendre une part active aux négociations pour l'élaboration du régime post-2012 en matière de lutte contre le changement climatique, mais la volonté de préserver un rythme de développement économique synonyme de stabilité sociale l'amène pour le moment à refuser tout objectif absolu de réduction d'émissions réclamé par les pays développés, désormais au fait de la prépondérance chinoise en matière de dégradation climatique comme sur les marchés internationaux. La Chine fait donc face à la pression de la communauté internationale qui l'incite à renoncer au statut dérogatoire dont elle bénéficie au titre du Protocole de Kyoto, tandis qu'elle souhaite de son côté proroger l'architecture du traité fils de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Les mécanismes de flexibilité comme le mécanisme de développement propre bénéficient en effet actuellement à l'économie chinoise.

La Chine ne gagnerait pas à l'échec de la coopération internationale, surtout si l'issue des concertations de Copenhague la désignait comme responsable de l'échec. Aussi, dans la mesure où les pays développés accepteraient des objectifs ambitieux de réduction à 2020 et concéderaient des contreparties technologiques et financières substantielles, elle pourrait acter un objectif de division par deux des émissions mondiales à 2050, s'engager sur des objectifs de réduction d'intensité carbone à 2020 et rejoindre le marché international de permis d'émissions susceptible d'être instauré entre les principaux porteurs d'enjeu de l'Annexe I. Un tel accord suppose cependant l'engagement d'un véritable jeu coopératif avec les États-Unis et l'Union européenne, qui, en juin 2009, tarde à s'engager.

1. La Chine tente d'infléchir sa trajectoire d'émissions dans une économie carbonée

1.1. Les déterminants des émissions chinoises

L'envolée économique et le poids démographique de la Chine l'ont hissée au rang de second consommateur mondial d'énergie, derrière les États-Unis. La politique de développement chinoise s'appuie en grande partie sur d'importantes réserves de charbon, garanties de sécurité énergétique à laquelle elle ne renoncera pas à court terme. Le pays en est le premier producteur mondial avec 38 % de la production annuelle. L'utilisation de ce combustible solide est massive en particulier dans le secteur électrique (à l'origine de 80 % de l'électricité produite) et dans l'industrie. À eux seuls, ces deux secteurs représentent 85 % du charbon consommé en Chine (Asia Society, 2009) et 80 % des émissions de CO₂. Par ailleurs, le premier « atelier du monde » s'est positionné comme un acteur majeur du commerce international et 15 à 34 % de ses émissions de CO₂ proviendraient de la fabrication de produits destinés à l'exportation. Cependant, la Chine est soucieuse de pérenniser son rattrapage économique, une préoccupation commune aux pays émergents. Si elle devait garder la même structure de pro-

duction avec une population consommant « à l'américaine », les émissions de CO₂ chinoises seraient cinq fois plus importantes que celles des États-Unis et égaleraient ainsi les émissions mondiales actuelles.

1. Quelques indicateurs de richesses et de consommation

	PIB/habitant (\$/hab.)	Énergie primaire consommée par hab. (ktep/hab)	Électricité consommée par habitant (MWh/hab)	Véhicules pour 1 000 hab. ⁽¹⁾	Intensité énergétique (tep/US\$ppp 2000)	CO ₂ émis par hab. (t/hab)	CO ₂ par PIB (kg/\$2000) ⁽²⁾
États-Unis	37 209	8,4	12,8	840,5	0,22	19,8	0,51
France	36 550	4,5	7,1	491	0,16	6,6	0,26
Chine	5 882	1,4	1,9	26,6	0,34	4,6	2,68

Sources : Energy Information Administration (2008), *International Energy Outlook* ; (1) US Department of Energy (2008) : *Transportation Energy Data Book*, Chapitre 3 ; (2) OCDE (2008) : *OECD in Figures 2008*.

Quelques indicateurs peuvent témoigner de la tendance actuelle de croissance :

- chaque année 10 millions de personnes migrent de la campagne vers la ville (McKinsey & Company, 2009), rendant nécessaire la construction de 20 milliards de m² de logements supplémentaires (Climate Group, 2008), l'équivalent de la structure européenne existante. Or un urbain consomme trois à quatre fois plus d'énergie qu'un consommateur rural ;
- la production électrique a augmenté de 165 % en dix ans, atteignant 2 864 TWh⁽²⁾ ;
- en 2007, la production de voitures a augmenté de 22 % pour atteindre 8,9 millions de véhicules. Actuellement, le nombre de véhicule est faible (26,6 pour 1 000 habitants). Certains travaux prédisent que la flotte devrait atteindre le triple de l'actuelle flotte américaine en 2030. Cette estimation repose sur un équipement de la population chinoise encore faible : 270 véhicules pour 1 000 habitants, le tiers de l'équipement des États-Unis.

(2) À noter que la France produit 570 TWh (2006) avec une croissance de + 11,8 % entre 1996 et 2006.

2. Projections de l'AIE et potentiel de réduction

	Prévisions	Potentiel de réduction
Secteur électrique	1 300 GW supplémentaires, soit deux fois la capacité actuelle 8 670 TWh consommés	Réduction de 12 % de la demande électrique, soit 1 040 TWh
Secteur industriel	1 046 Mtep de consommation	Réduction de 18 %, soit 187 Mtep
Transport	Importation de 13,1 millions de barils par jour (contre 3,5 en 2006)	
Total	3 819 Mtep	Réduction de 15 %, soit 563 Mtep

Source : World Resources Institute (2008).

La perspective d'un tel rattrapage augure d'une aggravation de la pollution qui touche d'ores et déjà la Chine : celle-ci compte treize des vingt villes les plus polluées au monde, un quart de son territoire subit régulièrement des pluies acides (Valençon et Massol, 2007) et la désertification se propage à l'intérieur des terres. L'urgence environnementale plaide ainsi pour une voie de développement s'écartant du « modèle occidental ».

1.2. Le tournant environnemental de la Chine, un enjeu écologique mais aussi social

En raison de l'impact préoccupant de la pollution sur la population, l'environnement est l'une des tribunes privilégiées dans la société civile chinoise. Le gouvernement est ainsi conduit à reconnaître les déséquilibres issus de la contradiction entre le développement socio-économique et les contraintes sur les ressources et l'environnement, et soutient donc régulièrement l'action locale des quelque 3 300 ONG environnementales en activité⁽³⁾. Alors que les plans quinquennaux des années quatre-vingt-dix avaient mis l'accent sur la croissance économique et le développement de l'industrie et de l'agriculture, le onzième Plan (2006-2010) change de perspective et fixe des objectifs plus équilibrés entre la structure économique, l'environnement et les questions sociales, définissant la consommation et le développement des services comme des chantiers prioritaires. Pour la première fois, le plan quinquennal fixe des objectifs quantitatifs d'intensité énergétique, indicateur défini comme la consommation énergétique par unité de PIB. Après une diminution entre 1980 et 2000, sa brusque augmentation depuis 2000 reflète en grande partie la vigueur du développement de l'industrie et de la croissance économique.

(3) En 2005, on estimait que 51 000 manifestations populaires pour des revendications environnementales avaient eu lieu.

1. Objectifs principaux du 11^e plan quinquennal chinois (2006–2010)

- Réduction de l'intensité énergétique : 20 % par rapport à 2005
- Diminution de la consommation d'eau par unité de valeur ajoutée de l'industrie : 30 % par rapport à 2005
- Limitation de l'irrigation dans l'agriculture à son niveau actuel
- Augmentation du recyclage des déchets industriels solides de 60 %
- Réduction des émissions totales de polluants majeurs de 10 %
- Préservation d'une couverture forestière de 20 %
- Contrôle des gaz à effet de serre

Si les efforts en matière de lutte contre le changement climatique disparaissent dans le 11^e plan, l'année 2007 marque un tournant en matière de politiques environnementales avec la parution de deux textes fondamentaux : le *National Climate Change Programme*, qui prévoit un éventail de mesures destinées à économiser quelque 950 Mt de CO₂ d'ici à 2010 et un plan de développement à moyen et long terme pour les énergies renouvelables, qui fixe notamment deux objectifs de production d'énergies propres dans la consommation d'énergie primaire : 10 % à 2010 et 15 % à 2020.

3. Objectif pour 2010 du plan sur le développement des énergies renouvelables

	Actuel (2005) ⁽¹⁾	Objectif pour 2010
Hydraulique	132 (2006)	190 GW
Centrale biomasse	2 GW	5,5 GW
Bio-éthanol	1 Mt	2 Mt
Bio-diesel	0,05 Mt	0,2 Mt
Éolien	12,2 GW (2008) ⁽²⁾	10 GW
Solaire PV	70 MW	300 MW
Solaire thermique	15 Mm ²	150 Mm ²

Sources : (1) NDRC (2007) ; (2) GWEC (2009).

Ces textes ont été suivis d'actions concrètes. On peut notamment évoquer un projet de loi sur la conservation de l'énergie qui fixe des standards sur les nouvelles capacités de production et des objectifs régionaux de réduction des consommations. Les autorités chinoises ont également mis en place un programme visant à astreindre les 1 000 entreprises les plus pol-

luantes à une réduction globale de leur consommation (100 Mt équivalent charbon) et de leurs émissions (61 Mt de CO₂ annuellement), d'ici à 2010.

Cependant, les ambitions du pouvoir central restent entravées par une difficile traduction au niveau local, face à des provinces chinoises soucieuses de conserver leur compétitivité. Disposant de peu de moyens humains et financiers, le ministère de la Protection de l'environnement (MEP) peine à imposer sa tutelle auprès des bureaux locaux. La difficile application des mesures gouvernementales tient également au morcellement du paysage industriel.

1.3. Un succès encore en demi-teinte : une inflexion de la trajectoire d'émissions qui n'est pas à la mesure des ambitions de la Chine

Après un début laborieux mais prometteur, l'année 2008 illustre l'efficacité des mesures mises en œuvre par les autorités : l'objectif de réduction annuel de 4 % de l'intensité énergétique a été dépassé. Il est cependant peu probable que l'engagement de réduire cet indicateur de 20 % par rapport à 2005 soit atteint en 2010, au vu du retard pris en 2006 et 2007 (réduction de 1,3 % en 2006 et 3,3 % en 2007).

Outre la construction de nouvelles centrales bien plus performantes (centrales supercritiques : 41 % de rendement contre environ 33 % pour le parc à 14,4 GW de capacité fermés en 2007, *cf.* Legett, Logan et Mackey, 2008).

L'incertitude qui prévaut sur les émissions de GES chinoises contrarie les ambitions de la politique climatique de Pékin : le dernier inventaire officiel date de 1994 et les estimations amorcées en 2007 pour déterminer le niveau d'émissions de l'année 2004 sont entravées par l'émiettement des secteurs industriels et électriques.

La Chine mise également sur les énergies renouvelables avec près de 12 milliards de dollars investis dans la filière en 2007. L'éolien connaît un essor important et illustre le succès du plan de développement des énergies renouvelables. Entre 2007 et 2008, sa capacité a augmenté de 5,9 GW à 12,2 GW (contre 23 GW en Allemagne), dépassant largement les objectifs prévus pour 2010 (GWEC, 2009). Cependant, avec une consommation énergétique augmentant de 8,5 % par an sur ces deux dernières années, la part des énergies renouvelables a diminué, contrairement aux objectifs fixés.

Afin de réduire sa dépendance en pétrole, la Chine expérimente différentes alternatives. Les normes de consommation et donc d'émissions des véhicules particuliers chinois sont bien plus contraignantes, avec un niveau Euro III depuis 2006 (170 gCO₂/km), et bientôt Euro IV (OCDE, 2007), que celles pratiquées aujourd'hui aux États-Unis (250 gCO₂/km). La Chine développe des bus et des taxis alimentés au gaz naturel, et promeut la production de bicyclettes, y compris électriques. La recherche chinoise explore la piste des carburants de synthèse à partir de biomasse ou de char-

bon. En développant des véhicules électriques, la Chine pense aussi concurrencer les pays industrialisés sur le marché de la voiture du futur, à l'international, mais surtout sur son propre marché, qui s'annonce gigantesque (60 000 véhicules alternatifs envisagés dès 2012, selon le ministère des Affaires étrangères, 2009).

Cependant, la crise économique mondiale peut jouer à l'encontre des impératifs de développement propre, qui risquent de passer au second plan des préoccupations gouvernementales après les questions d'ordre économique et les politiques d'emploi. Annoncé en novembre 2008, le plan de relance chinois a ainsi vu son volet environnemental et énergétique diminuer de 350 milliards à 210 milliards de yuans (soit 5 % du total) par rapport aux annonces initiales.

2. La fin du mutisme dans les négociations du régime post-2012

2.1. La vision chinoise du partage du fardeau repose sur une interprétation historique du principe « pollueur-payeur »

La Chine illustre le statut particulier des « pays émergents » en matière de lutte contre le changement climatique : tout comme l'Inde et le Brésil, elle a ratifié la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en 1993, puis le Protocole de Kyoto en 2002, mais son statut de pays en développement (PED) la dispense de tout objectif contraignant.

Pékin a peu dévié des positions présentées l'année dernière lors du débat informel de la Convention, publiées conjointement et indépendamment du Groupe des 77 (G77)⁽⁴⁾. Elle a jusqu'à présent relayé les positions des PED afin de maintenir son statut dérogatoire vis-à-vis des engagements prévus par le Protocole. La remise en question de son appartenance au groupe non-membre de l'Annexe I de la Convention⁽⁵⁾ est en effet devenue récur-

(4) Née lors de la première session de la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement (CNUCED) en 1964, le G77 est une large coalition de PED destinée à promouvoir les intérêts économiques de ses 133 États membres et à renforcer leur poids dans les négociations onusiennes. Il regroupe néanmoins des pays aux intérêts hétérogènes en matière de lutte contre le changement climatique : compte tenu de leur forte croissance depuis quelques années, les pays émergents s'éloignent ainsi du reste du groupe. Les membres du G77 voient cependant toujours dans le rassemblement un moyen de faire contrepoids aux pays développés : ils ont certes formulé une proposition conjointe, mais nombre d'entre eux s'expriment indépendamment, ou dans d'autres groupes.

(5) L'Annexe I de la CCNUCC désigne des économies développées et en transition vers une économie de marché, qui s'engagent à adopter des mesures nationales pour atténuer les changements climatiques en limitant leurs émissions et en renforçant les puits et réservoirs de GES. L'Annexe B du Protocole de Kyoto regroupe les objectifs chiffrés de réduction des émissions de GES pour une liste de signataires qui sont sensiblement les mêmes qu'à l'Annexe I de la Convention : cf. http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/background/items/1351.php

rente au cours des négociations : conscients de la diversité de leurs intérêts économiques, certains membres du G77 plaident aux côtés des pays développés pour que son statut soit réévalué.

La Chine refuse catégoriquement de s'engager sur des objectifs chiffrés de réduction, arguant à la fois de son droit au développement et de l'ampleur des efforts qu'elle réalise pour « décarboniser » son modèle économique. Elle reprend ainsi le principe de « responsabilité commune mais différenciée » au cœur de la « vision partagée » de la Feuille de route de Bali, qui distingue les efforts assignés aux pays développés et aux PED selon leur responsabilité historique au phénomène de dégradation climatique et leurs capacités respectives de lutte et d'adaptation⁽⁶⁾.

Lors de la Conférence de Poznan⁽⁷⁾, Pékin a fait de l'engagement des pays industrialisés sur des objectifs de moyen terme un préalable à la fixation d'objectifs mondiaux de long terme. Arguant de la responsabilité historique des pays développés dans le changement climatique, elle a milité lors de la phase précoce du dialogue informel pour l'assignation de ces derniers à des réductions d'émissions de GES à hauteur de 25 à 40 % pour 2020 par rapport à 1990. Elle sollicite également une mise à contribution unilatérale de ces mêmes pays en matière de transfert financier (de l'ordre de 0,5 à 1 % de leur PIB) et technologique afin d'aider les PED à faire face aux coûts des mesures d'atténuation et de l'adaptation au changement climatique.

De tels objectifs de moyen terme seraient extrêmement difficiles à atteindre, en particulier pour les États-Unis, seconds émetteurs mondiaux de GES. La cible de réduction proposée a donc récemment été explicitée par un officiel en marge du dernier *Forum des économies majeures* : il s'agirait moins d'une cible absolue que d'une adresse à l'ensemble des pays développés, négociable après l'échéance de Copenhague⁽⁸⁾. L'intransigeance affichée laisse entrevoir une certaine flexibilité à l'égard des efforts demandés aux pays développés. Ainsi, après avoir requis dans un premier temps de ces pays un effort d'atténuation d'émissions de 40 %, suivant ainsi les demandes des États africains, la Chine est revenue à une cible de – 25 à – 40 %.

(6) Les pays développés doivent endosser des obligations accrues en raison de leur empreinte écologique laissée par la révolution industrielle, mais aussi de l'importance relative de leur haut niveau d'émissions actuelle, qui contribue à entretenir le phénomène de changement climatique. Ainsi, en matière d'atténuation, ils se voient assigner des objectifs quantifiés de limitation ou de réduction de leurs émissions, tandis que les PED, soutenus par des transferts financiers et technologiques, s'engagent à mettre en œuvre des actions dites « appropriées », cf. http://unfccc.int/meetings/cop_13/items/4049.php

(7) *China's views on the fulfilment of the Bali action plan and the components of the agreed outcome to be adopted by the conference of the parties at its 15th session*, 06/02/09, cf. <http://unfccc.int>

(8) Déclarations de Gao Guangsheng, membre de la Commission chinoise de Coordination nationale sur le changement climatique en marge du Forum sino-américain sur les énergies propres, Pékin, 26/05/09, cf. <http://www.reuters.com/article/idUSTRE54P4ON20090526>

Pékin est également opposée à la proposition d'une taxe carbone aux frontières destinée à réajuster les conditions de concurrence entre les pays développés membres de l'Annexe I et ceux qui éludent les objectifs de réduction des émissions de GES (Mareuge, 2008). Récemment mentionnée dans la proposition de législation climatique Waxman-Markey en débat au Congrès américain comme option soumise à décision présidentielle, cette taxe a été qualifiée de « prétexte à une pratique du protectionnisme commercial »⁽⁹⁾ par les autorités chinoises. Le sujet a suscité une polémique à la suite des déclarations du secrétaire d'État américain à l'Énergie mentionnant la taxe carbone aux frontières comme une possibilité associée au futur système « *cap and trade* » américain⁽¹⁰⁾, et laisse augurer l'ouverture d'une guerre commerciale en cas de riposte chinoise. La Chine propose une solution alternative pour limiter les « fuites de carbone », sous la forme d'une comptabilité des émissions basée sur le lieu de consommation plutôt que sur le lieu de production, puisqu'une bonne partie des émissions chinoises est la conséquence de la demande des consommateurs occidentaux.

2.2. Comment faire entrer la Chine dans l'Annexe I ?

Afin de préserver sa croissance économique future, la Chine refusera vraisemblablement des objectifs de réduction d'émissions indépendants de l'évolution du PIB. L'enjeu des négociations de Copenhague consiste cependant à l'encourager à endosser de véritables cibles d'atténuation. Aussi la clef d'un tel accord tient-elle dans la définition et la mise en œuvre d'un schéma de coopération suffisamment incitatif.

Quel que soit le compromis retenu, il devra jouer sur le triple levier qui détermine le périmètre des intérêts chinois.

En premier lieu, la question du financement est présentée comme un volet essentiel de la contribution des pays développés. En réponse au déficit identifié par la Feuille de route de Bali, la Chine a endossé la proposition du G77 d'un nouveau fonds multilatéral, alimenté par les pays industrialisés regroupés dans l'Annexe B du Protocole, à hauteur de 0,5 à 1 % de leur PIB. La proposition chinoise insiste en outre sur l'ampleur des montants requis et souligne que les pays développés ne pourront se prévaloir du contexte de crise financière pour se soustraire à leurs engagements.

D'autre part, les transferts technologiques seront tout aussi déterminants. Ils portent en germe la rénovation du régime international des droits de propriété intellectuelle (DPI), question d'autant plus complexe que la Chine devrait devenir l'un des leaders mondiaux du développement des technolo-

(9) Voir les déclarations de Xie Zhenhua, Responsable de la Commission chinoise sur le changement climatique, rapportées par Reuters (18/03/09) « *China Minister rejects US pollution duty idea* », cf. <http://www.reuters.com/article/latestCrisis/idUSN18469068>

(10) Déclarations de Steven Chu rapportées par le *New York Times* (12/02/09), « *Big Science Role Is Seen in Global Warming Cure* », cf. <http://www.nytimes.com/2009/02/12/us/politics/12chu.html>

gies propres. Alors que les PED ont intérêt au transfert de technologies dans les perspectives de l'atténuation, de l'adaptation au changement climatique et du développement économique, la Chine se trouve dans une position plus ambiguë : c'est probablement elle qui déposera dans le futur le plus grand nombre de brevets et qui fera donc l'objet de demandes de transferts de la part des autres pays du G77. La proposition chinoise relaie pour le moment officiellement celle du G77 pour demander un transfert massif de technologies Nord-Sud selon les besoins des pays bénéficiaires, ainsi qu'une coopération multilatérale destinée à diffuser les nouvelles technologies et développer les technologies existantes, financée par les secteurs public et privé (prélèvements ou utilisation des marchés financiers, recours aux marchés carbone, mise à contribution des secteurs technologiques...). Cependant, la position de Pékin a évolué sur la question des droits de propriété intellectuelle (DPI), passant de la promotion d'un principe proche de la licence ouverte et du traitement préférentiel des PED à une demande plus laconique de révision du régime de DPI. Ce glissement peut être interprété comme une conséquence de la montée du leadership technologique de la Chine à l'échelle internationale, qui pourrait en faire le premier contributeur aux transferts accordés aux PED dans les années à venir. D'autre part, le Protocole de Kyoto représente une manne financière et technologique particulièrement intéressante pour une économie encore en construction, comme l'illustre la mise en œuvre d'une véritable gestion des mécanismes de développement propre (MDP) par les autorités chinoises. La Chine a intérêt à pérenniser ce dispositif contesté en raison de son efficacité sous optimale : quand les partenaires réunis à Copenhague réclameront unanimement la réforme, voire, pour certains, la suppression du MDP, elle voudra s'assurer que la réforme ne contrevienne pas à un mode de transfert qui lui a été particulièrement profitable (encadré 2).

2. Le recours aux mécanismes de développement propre, un enjeu considérable

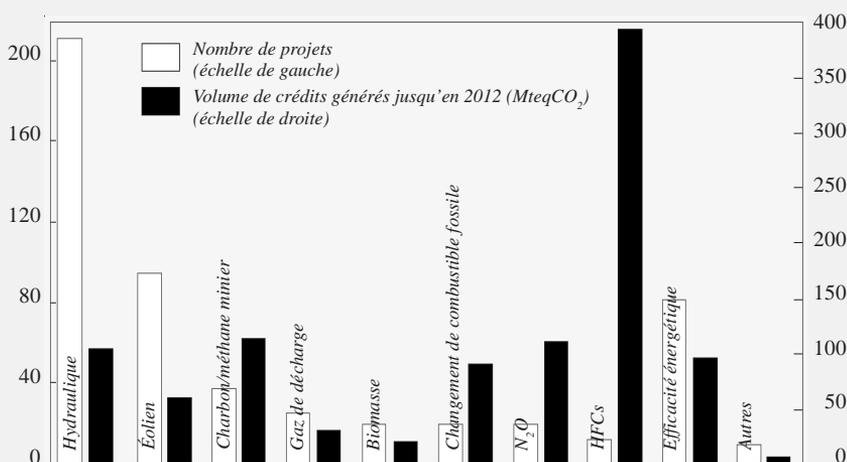
À l'échelle mondiale, la Chine est le premier bénéficiaire de ce mécanisme de flexibilité institué par le Protocole de Kyoto, et le premier émetteur d'unités certifiées d'émissions^(*). La mise en œuvre d'un encadrement efficace par les pouvoirs publics, le dynamisme du secteur privé chinois et la faiblesse du risque perçu par les investisseurs expliquent que le territoire chinois s'impose désormais comme la première destination d'implantation des mécanismes de développement propre (MDP).

(*) URE ou certificats CER pour *Certified Emission Reductions*, équivalents à des quotas d'émissions générés par les projets MDP.

Les revenus de la vente des crédits associés ont ainsi bénéficié d'incitations fiscales privilégiant les initiatives basées sur des technologies qui permettent de remplir les objectifs fixés par le Programme national pour le changement climatique et faisant la part belle aux projets à plus haut retour en matière de transfert technologique : les énergies renouvelables et les techniques de captage de biogaz sont ainsi soumises à un taux d'imposition réduit de 2 % contre 65 % pour l'incinération d'hydro-fluorocarbure. Le profil de ce dispositif incitatif s'explique par le fait que dans une première phase, les MDP se sont concentrés sur les émissions de HFC23 (pour 73 % des projets), dont les coûts de destruction sont faibles et les crédits engendrés importants. La réorientation de la fiscalité a depuis lors cherché à recentrer les initiatives sur l'atténuation des émissions de CO₂.

L'arsenal réglementaire mis en œuvre par le Comité national de coordination pour le changement climatique (CNCCC) garantit également que les bénéfices retirés alimentent l'économie nationale : la vente des crédits est encadrée par un prix minimum, et seules les sociétés à capital majoritairement chinois sont éligibles dans le cadre du MDP, obligeant ainsi les entreprises étrangères à passer par un intermédiaire local ou à renoncer à leur pouvoir de décision. Enfin, depuis novembre 2007, les recettes fiscales alimentent un fonds national destiné à capitaliser des projets en lien avec le climat et la recherche technologique par le biais de prêts à taux préférentiels, lesquels devraient atteindre 2,5 milliards d'euros à l'échéance de la première période du Protocole de Kyoto.

Principales caractéristiques des projets MDP chinois au 31 mai 2007



Source : Caisse des Dépôts, d'après UNEP/RISOE CDM Pipeline.

Les négociations internationales devront donc aboutir à des modalités de transferts technologiques dans des termes susceptibles de satisfaire les intérêts de la Chine, qui milite pour que le pilotage opérationnel des transferts de technologies « propres » destinés à l'adaptation soit confié à des centres régionaux localisés dans les pays bénéficiaires des transferts technologiques et financiers, sous la houlette d'organes relevant de la Convention, dont l'architecture sera déterminée par la COP⁽¹¹⁾, destinés à garantir le pouvoir décisionnel des pays bénéficiaires. Outre l'aide publique, la Chine n'exclut pas que les pays développés recourent à une finance de marché pour alimenter ces fonds, par le biais d'un fond de capital-risque, d'un fond basé sur l'assurance-climat, à une taxe environnementale ou énergétique ou à une mise à contribution des marchés d'échange de permis d'émissions (vente d'une portion des permis). Parmi les monnaies d'échanges possibles, des partenariats public-privé portant sur les technologies propres alignées sur les orientations de la politique de développement industriel chinoise (notamment la technique de capture et stockage du charbon) pourraient s'avérer plus intéressants pour la Chine que les transferts financiers.

Enfin, les garanties données par le partenaire américain seront cruciales, car la Chine conditionne implicitement sa participation à l'engagement des États-Unis dans un dispositif contraignant. Depuis l'arrivée de la nouvelle administration, quatre visites officielles ont consacré la reprise du dialogue sino-américain et institué le changement climatique comme terrain privilégié de coopération. Option aujourd'hui peu reprise par Pékin en dépit de la main tendue par la nouvelle administration américaine, la probabilité d'un G2 climatique se renforcerait en cas d'échec de la concertation internationale de Copenhague : le nouvel accord bilatéral en préparation sur les techniques de capture et stockage du charbon et les véhicules propres, pourrait dans cette éventualité comprendre des engagements réciproques en matière de réduction d'émissions de GES.

Le calendrier de l'intégration de la Chine dans un marché d'échange de permis d'émissions et/ou de l'engagement de Pékin dans des cibles de réductions reste donc un point difficile des négociations. Le lancement d'un système « *cap and trade* » domestique figurait cependant dans le Plan national pour le changement climatique publié en 2007 comme dans le rapport de la Commission nationale de la réforme et du développement (NDRC) auprès du Parlement chinois qui indiquait la volonté de « poursuivre les expérimentations en matière de système d'échange '*cap and trade*' » en 2009⁽¹²⁾.

(11) Fonds d'adaptation de la convention et fonds multilatéral pour l'acquisition de technologies.

(12) NDRC, *China's National Climate Change Programme*, 06/07.

2.3. Quelles évolutions attendre du partenaire chinois à Copenhague ?

En filigrane, l'incertitude sur les horizons de la croissance fonde également le refus d'engagements contraignants. Les réticences de la Chine vis-à-vis d'un objectif de réduction des émissions à 2020 s'expliquent en partie par des difficultés de prévisions : il n'existe en effet aucune expérience antérieure combinant industrialisation, urbanisation, transition énergétique, et maîtrise des émissions de GES à un stade aussi précoce de développement.

L'incertitude qui règne sur la trajectoire de croissance de la Chine est en effet prégnante : comment estimer l'évolution des consommations énergétiques, quand l'envolée du PIB, puis le risque de surchauffe économique ont surpris jusqu'aux observateurs chinois au cours des années précédentes⁽¹³⁾ ? Le contexte actuel de crise économique et la progression démographique sont autant de facteurs qui accroissent la marge d'erreur sur les hypothèses de croissance. Le risque est bien celui d'une sous-évaluation de la croissance, qui impliquerait que les limites de consommations et d'émissions soient atteintes avant la date prévue par les objectifs. Ce scénario pessimiste ne laisserait à la Chine que deux solutions : payer les surplus d'émissions et réduire la production, au risque de mécontenter la population et de nuire à la compétitivité des entreprises chinoises sur la scène internationale.

S'ajoutent à cette difficulté de prévision macroéconomique la méconnaissance des émissions de GES chinoises précédemment évoquée, ainsi qu'une incertitude sur le coût des mesures de lutte contre le changement climatique. Les observateurs étrangers situent les seuls coûts environnementaux et sanitaires du changement climatique à 10 % du PIB chinois, et le coût des investissements nécessaires aux mesures d'atténuation autour de 150 à 200 milliards d'euros annuels dans les vingt ans à venir⁽¹⁴⁾.

La Chine consentira donc à endosser des efforts dans la mesure où ils n'entravent pas sa dynamique de développement.

(13) Dès le premier semestre 2006, craignant des phénomènes de bulles et de surproduction associés à une croissance du PIB d'environ 11 %, les autorités avaient pris une série de mesures destinées à ralentir la croissance du crédit et à freiner l'envolée de la croissance : hausse du ratio de réserves obligatoires des banques commerciales, restriction du crédit dans les secteurs de l'immobilier, l'acier, l'automobile, le charbon...

(14) McKinsey & Company (2009). Au-delà des objectifs officiels, cette mesure correspond à la réalisation du potentiel d'atténuation atteignable grâce aux solutions technologiques dont dispose la Chine, qui induirait une réduction de 50 % des émissions de GES en 2030 (soit 8 Gt éq. CO₂) par rapport à un scénario *baseline*. À noter que cette étude n'englobe que cinq secteurs clefs (électricité, industrie fortement émettrice, bâtiment et équipement, transport routier, agriculture et forêt), et ne prend pas en compte un certain nombre de coûts associés à la mise en œuvre des technologies mobilisées (droits de douanes, impôts et subventions, coûts sociaux, coûts associés au prix de la tonne carbone – scénario *baseline* : amélioration de 17 à 18 % de l'intensité énergétique au cours des deux décennies à venir. Émissions de 15 Gt éq. CO₂ en 2030).

En dépit du contexte de récession mondiale, les autorités ne dévient pas de leur objectif d'un quadruplement du PIB entre 2000 et 2020, qui se traduit pour l'année 2009 par une cible de croissance de + 8 %. Le souci de préserver un rythme de développement garantissant la stabilité sociale explique que les négociateurs chinois fassent une interprétation particulière du « principe de responsabilité commune mais différenciée », système initialement conçu par la Norvège et qui vise à redéfinir les efforts endossés. Pékin est ainsi très réservée vis-à-vis des pays non encore astreints à des objectifs absolus de réduction d'émissions en se basant sur les initiatives d'atténuation qu'ils ont spontanément mis en œuvre⁽¹⁵⁾. Reprise par l'Europe, les États-Unis, mais aussi d'autres pays en développement, cette proposition vise à inscrire les politiques concernées dans un registre international, suffisamment transparent pour permettre à la communauté internationale de mesurer les économies d'émissions réalisées et de créditer les participants de quotas d'émissions échangeables sur les marchés carbone à hauteur de ces résultats. La Chine entend cependant destiner un tel dispositif au seul calibrage des contreparties financières et technologiques versées par les pays développés. Le principe de la participation volontaire des PED, qui ne se verraient astreindre aucun objectif de performance, serait ainsi préservé. Pour le partenaire chinois, l'adoption d'engagements nationaux en matière de lutte contre le changement climatique restera donc conditionnée par l'objectif de développement économique.

Les objectifs qui seront inscrits dans le 12^e plan quinquennal (2011-2015) en préparation, et le second Plan d'action pour le changement climatique (prévu en 2010) devraient donc probablement suivre les orientations déjà actées des politiques précédentes et servir de base aux efforts que la Chine endossera auprès de la communauté internationale. Les signaux émis par l'administration chinoise font ainsi émerger trois scénarios alternatifs concernant les offres que fera par Pékin à la table des négociations.

Dans le premier, l'engagement s'articulerait autour d'une cible de réduction de l'intensité carbone, telle qu'elle est défendue par l'Académie chinoise des sciences depuis mars dernier. Cette dernière envisageait un objectif de réduction de l'intensité carbone⁽¹⁶⁾ de 50 % d'ici à 2020 (année de base 2005), couplé à un objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique de 40 à 60 %, modulé en fonction des efforts nationaux, mais aussi des transferts des pays développés. C'est une première pour la Chine, qui n'avait envisagé jusqu'à présent que des objectifs de réduction de l'intensité énergétique⁽¹⁷⁾ et non des objectifs d'intensité carbone. Traduits en termes de réduction d'émissions totales, ces objectifs d'intensité sont plus ambitieux que certaines demandes des pays industrialisés. À hypothèses de croissance⁽¹⁸⁾ égales, la comparaison de l'objectif proposé par l'Académie avec les propositions européennes est révélatrice : en 2020, les émissions chi-

(15) « NAMAs » ou « *Nationally Appropriate Mitigation Actions* » dans le vocabulaire onusien.

(16) Émissions de CO₂ par unité de PIB.

(17) Contenus dans le 11^e plan quinquennal.

(18) Hypothèses du JRC (2009) : 6,8 % de croissance du PIB entre 2005 et 2020.

noises n'augmenteraient que de 34 % par rapport à 2005⁽¹⁹⁾ si la cible de l'Académie était respectée. Un tel effort d'atténuation surpasse l'objectif proposé par la Commission européenne, qui envisage dans son scénario « action globale appropriée » (Commission européenne, 2009), étayé par une modélisation, une inflexion des émissions chinoises par rapport à un scénario de référence se traduisant par une augmentation des émissions de 55 % en 2020 par rapport à 2005.

L'adoption d'un objectif d'intensité énergétique déjà présent dans le 11^e Plan quinquennal porté par la NDRC, très impliquée dans les négociations sur le dossier climatique, constitue une seconde option. Les déclarations du Premier ministre chinois prévoyant que « la Chine inclue ses politiques en matière de réduction d'émissions domestiques dans un accord international » vont également en ce sens⁽²⁰⁾.

Une approche plus parcellaire, sur le mode d'objectifs de limitation des émissions de GES définis pour un certain nombre de secteurs, apparaît marginalement dans le débat. D'abord formulée dans une déclaration conjointe sino-japonaise en mai 2008, cette approche sectorielle a été reprise dans la proposition chinoise auprès de la CCNUCC. Il s'agit d'améliorer le suivi des émissions dans les secteurs clefs de l'économie domestique et de disposer de calculs coût/bénéfice concernant les mesures d'atténuation. Elle pourrait être défendue par le prochain rapport de l'Institut chinois de recherche sur l'énergie dont la parution est prévue pour le mois de juillet prochain.

Conclusion

La Chine aborde le Sommet de Copenhague avec les certitudes que lui donne son nouveau poids dans l'économie mondiale. À la fois volontariste et intransigeante, sa position laisse entrevoir un arbitrage subtil entre une entreprise de transition énergétique et la préservation du développement économique, et se précise progressivement en réaction aux avancées du dialogue international et du processus de redéfinition de la politique énergétique amorcée en interne. De fait, l'objectif de réduction des émissions de GES envisagé par l'Académie chinoise des sciences (Chinese Academy of Sciences, 2009) est loin d'être négligeable : sa reformulation en termes d'objectifs absolus surpasse la cible proposée par la Commission européenne. Si la Chine entrait dans l'Annexe I en actant des objectifs voisins de ceux énoncés par l'Académie (réduction de l'intensité carbone de 50 % d'ici à 2020), la Conférence de Copenhague conduirait vraisemblablement à mettre à contribution d'autres puissances émergentes, notamment l'Inde, et pourrait dès lors déboucher sur un accord véritablement ambitieux.

(19) Selon l'équation utilisée, le rapport des émissions de 2020 et 2005 est égal au taux de croissance sur quinze années, divisé par un facteur 2 (correspondant à la volonté de réduire par 2 l'intensité carbone).

(20) Entretien avec le Président de la Commission européenne, avril 2008.

Références bibliographiques

- Asia Society (2009) : *A Roadmap for US-China Cooperation on Energy and Climate Change*, Asia Partnership Center on US-China Relation and Pew Center on Global Climate Change, janvier.
- Chinese Academy of Sciences (2009) : *Sustainable Development Strategy Study Group - China Sustainable Development Strategy Report 2009: China's Approach towards a Low Carbon Future*, 03/09.
- Climate Group (2008) : *China's Clean Revolution*, The Climate Group, Londres.
- Commission européenne (2009) : *Communication from the Commission, Towards a Comprehensive Climate Change Agreement in Copenhagen, Extensive Background and Analysis*, part 2, 01/09.
- GWEC (2009) : *Global Wind 2008 Report*.
- JRC (2009) : *Economic Assessment of Post-2012 Global Climate Policies*, European Commission.
- Legett J.A., J. Logan, et A. Mackey (2008) : *China's Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Policies*, Congressional Research Service.
- Mareuge C. (2008) : « Régulation climatique globale : quels mécanismes d'inclusion des importateurs de carbone en Europe ? », *La Note de Veille*, n° 104, Centre d'analyse stratégique, juin.
- McKinsey & Company (2009) : *China's Green Revolution: Prioritizing Technologies to Achieve Energy and Environmental Sustainability*, McKinsey & Company, Beijing .
- Ministère des Affaires étrangères (2009) : *La Chine, Leader Mondial des Énergies Propres*, Bulletin électronique du 13 mars.
- NDRC (2007) : *Medium an Long term Development Plan for Renewable Energy in China*, 09/07.
- OCDE (2007) : *Environmental Performance Review: China*.
- Valenchon S. et O. Massol (2007) : *Le charbon en Chine : état des lieux et perspectives*, Panorama 2008, Institut français du pétrole.
- World Resources Institute (2008) : *China's Booming Energy Efficiency Industry*.

Complément 2D

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

Centre d'analyse stratégique

À six mois de la Conférence de Copenhague, les positions de certains pays sur la définition d'un nouvel accord pour le post-2012 ne sont pas totalement clarifiées. Si les propositions chinoise, américaine ou encore européenne sont largement relayées et analysées, en raison de la responsabilité passée mais surtout future de ces pays à l'égard du changement climatique, d'autres acteurs méritent d'être mentionnés, comme intervenants majeurs dans la négociation et reflets de problématiques communes : l'Inde, les pays de l'OPEP, la Russie, le Canada et le Brésil. Le succès des négociations à venir repose en partie sur la bonne compréhension des positions de chacun, préalable à la définition de politiques communes et volontaristes pour lutter contre le changement climatique. L'analyse des positions de ces quelques pays, pour la plupart membres du G20, permet de mettre en exergue trois problématiques majeures. Les économies émergentes cherchent à préserver leur sécurité énergétique tout en maintenant leur trajectoire de développement. Les pays exportateurs d'hydrocarbures sont partagés entre la crainte de voir leur économie affaiblie par une volatilité accrue des cours du pétrole, voire par une baisse de la demande, induite par les futurs accords et la nécessité de lutter contre le changement climatique. Le Canada et la Russie, tous deux membres de l'Annexe I et du G8, font face aux pressions des pays industrialisés pour endosser des objectifs de réduction ambitieux dans un accord contraignant. Le Canada est d'autant plus incité à rentrer dans un futur accord qu'il est loin de respecter ses objectifs ins-

(*) Texte rédigé en juin 2009.

crits dans le Protocole de Kyoto et qu'il exploite de plus en plus ses sables bitumineux. Si la forêt a joué un rôle incitatif dans les négociations climatiques au début des années 2000, elle pourrait être davantage intégrée, comme le demande le Brésil, dans l'accord post-2012.

1. L'Inde, une économie émergente : l'arbitrage entre sécurité énergétique et lutte contre le changement climatique

En raison d'une croissance économique de 7 % en moyenne sur les dix dernières années (CSIS, 2006), d'un poids démographique important (17 % de la population mondiale, soit 1,1 milliard d'habitants) et d'une utilisation massive de charbon, l'Inde est devenue le quatrième émetteur mondial de CO₂ (1,2 Gt de CO₂ dues à l'énergie en 2006) (cf. Caisse des dépôts, 2009), loin derrière la Chine (5,6 Gt de CO₂) et les États-Unis (5,7 Gt de CO₂). Elle a toutes les caractéristiques d'un pays encore en développement : un taux d'électrification très bas (44 % en 2004) (cf. ECOAL, 2009), une population majoritairement rurale (72 %), et un niveau de pauvreté élevé (35 % de la population subsistent avec moins d'un dollar par jour) (cf. FES, 2007).

Arguant à juste titre d'un statut de pays émergent, revendiquant son droit au développement et sa faible responsabilité au phénomène du changement climatique, l'Inde ne souhaite pas s'astreindre à un objectif national de réduction d'émissions. Par conséquent, elle s'est alignée sur la position du G77⁽¹⁾ dans les négociations climatiques du post-2012 tout en communiquant ses propres propositions en parallèle.

L'Inde est moins sous le feu des projecteurs que la Chine dans la discussion qui s'engage sur le post-2012. Ses niveaux de consommation énergétique par habitant sont trois fois moins importants que ceux de la Chine, ce qui explique que certains membres de l'administration indienne ont pu préconiser dans un premier temps un objectif de réduction national pour l'ensemble des pays signataires basé sur un critère d'émissions par habitant⁽²⁾. Abandonnant ensuite l'idée d'astreindre les pays en développement à des objectifs chiffrés, elle s'est rangée derrière les propositions du G77 et prône l'adoption volontaire de NAMAs⁽³⁾ dans le cadre d'un nouvel accord. Dans un souci d'équité, l'Inde souligne l'importance d'une convergence des émissions par habitant vers la moyenne des pays industrialisés.

(1) Née lors de la première session de la Conférence de Nations unies sur le commerce et le développement (CNUCED) en 1964, le G77 est une large coalition de PED destinée à promouvoir les intérêts économiques de ses 133 États membres et de renforcer leur poids dans les négociations onusiennes. Économies très hétérogènes, les membres du G77 voient ce rassemblement comme un moyen de faire contrepoids aux pays développés.

(2) Un droit d'émissions, évoqué par Anil Agarwal.

(3) *Nationally Appropriate Mitigation Action* ou stratégies nationales d'atténuation volontairement adoptées par les PED.

Le gouvernement entreprend des efforts pour limiter ses émissions, comme en témoigne la réduction de l'intensité carbone depuis les années quatre-vingt (Parikh et Parikh, 2002). Même si l'Inde est consciente des enjeux environnementaux, la situation énergétique du pays est davantage abordée sous l'angle de la sécurité des approvisionnements que sous celui de ses conséquences sur le climat. À l'instar de la Chine, elle possède d'importantes réserves de charbon, s'appuie essentiellement sur cette source d'énergie carbonée pour son développement et ne compte pas y renoncer. La mauvaise qualité de ce minerai ainsi que l'absence de réserves de pétrole impose à l'Inde d'importer une grande partie de son énergie : 12 % du charbon et 70 % du pétrole. Une course s'est d'ores et déjà engagée avec la Chine pour acquérir des parts dans des projets d'exploration/production pétrolière à l'étranger. L'Inde tente donc de diversifier ses sources d'énergie, en privilégiant néanmoins le charbon (ressource plus stable au niveau géopolitique) et d'améliorer l'efficacité énergétique (notamment les rendements des centrales). Les pertes importantes sur le réseau de distribution (seulement 70 % de l'électricité est facturée du fait d'un système de distribution sous optimal) ainsi que l'inadéquation des prix (ils ne reflètent pas les coûts de production et intègrent peu la hausse des prix de l'énergie) ont conduit les infrastructures du secteur électrique à enregistrer un déficit de 4,8 milliards de dollars environ. Les finances des entreprises d'État, qui détiennent majoritairement le secteur énergétique, sont au plus bas et ne permettent pas de moderniser comme il le faudrait le secteur ou d'investir dans des technologies plus innovantes (Chikkatur, 2008). Le gouvernement mise donc sur l'afflux de capitaux étrangers mais semble pénalisé par une gouvernance complexe.

Les futurs accords climatiques constitueraient un levier possible à la diffusion de technologies, principalement par le biais d'afflux de capitaux étrangers et de transferts technologiques, que l'Inde semble privilégier à une réforme du Mécanisme de développement propre (MDP). Sa proposition auprès de la Conférence-cadre des Nations unies pour le changement climatique (CCNUCC) comporte ainsi nombre de préconisations visant à réformer en ce sens le régime de droits de propriété intellectuelle (DPI) (Government of India, 2009). Elle prône ainsi l'accélération des transferts technologiques, notamment à titre gracieux, en provenance des pays industrialisés, ainsi qu'une juste rémunération des auteurs de l'innovation. L'Inde revendique un transfert technologique s'appuyant sur le codéveloppement de technologies, sur le partage des DPI, mais aussi sur la garantie d'investissements directs à l'étranger.

2. Les pays producteurs : les rentes pétrolières mises à mal par les négociations climatiques ?

2.1. Les réticences de l'OPEP :

Copenhague, synonyme de baisse de la demande pétrolière ?

La plupart des membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) ont ratifié le Protocole de Kyoto (à l'exception de l'Angola, de l'Iraq et de la Libye), mais ne sont pas astreints aux contraintes de réduction d'émissions, du fait de leur statut de PED. L'OPEP s'est longtemps refusée à s'engager dans une bataille climatique d'autant plus coûteuse que son économie pourrait se trouver affaiblie par une baisse des cours du pétrole, voire par une baisse de la demande pétrolière à plus long terme. Ces réticences se sont également exprimées par le recours à certains artifices destinés à ralentir ou à bloquer les négociations : partiellement alignée sur la position du G77 en matière de mise à contribution des pays développés, l'OPEP s'est ainsi illustrée comme un adepte du « tout ou rien » conditionnant l'adoption d'engagements de réductions d'émissions à la conclusion d'un accord sur le financement. Les pays industrialisés, conscients qu'il est nécessaire d'amener à la table des négociations les pays de l'OPEP, ont insisté sur l'importance du pétrole dans l'économie globale future : Y. de Boer (CCNUCC)⁽⁴⁾ a ainsi déclaré que la lutte contre le changement climatique « est une lutte contre les émissions, pas contre le pétrole », rappelant également que « les hydrocarbures occuperont encore pendant de nombreuses décennies une place centrale dans l'éventail des sources énergétiques, en raison notamment de la hausse de la demande mondiale »⁽⁵⁾. De même, le dialogue entre l'Union européenne et l'OPEP tente d'envoyer des signaux positifs en termes de visibilité de la demande future en pétrole.

En 2007, l'OPEP a néanmoins reconnu le changement climatique comme un « défi à long terme » et formulé une promesse de don pour financer la recherche sur l'environnement et l'énergie – essentiellement par le développement des techniques de capture et stockage du CO₂ (*Carbon capture and storage* ou CCS), le but étant à terme de transformer les champs de gaz ou de pétrole épuisés en dispositifs de stockage. Sur la question des transferts financiers, les positions sont hétérogènes entre des pays certes tous dépendants des revenus des énergies fossiles mais inégaux en termes de niveau de développement, de vulnérabilité aux conséquences du changement climatique, et donc de capacité d'adaptation.

L'Arabie saoudite, premier producteur de pétrole au monde, serait l'une des économies les plus touchées par les aléas du marché pétrolier : ses revenus tirés de l'exportation pétrolière s'élevaient, déjà en 2006, à 90 % de

(4) Déclarations du Secrétaire exécutif de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, séminaire organisé par l'OPEP à Riyad en novembre 2007.

(5) Les scénarios de l'AIE ne prévoient pas une baisse de la demande mondiale avant 2020-2030.

l'ensemble des gains (exportations et revenus de l'État confondus), et représentaient 40 % de son PIB (cf. EIA, 2008b). La proposition saoudienne vise ainsi à obtenir des contreparties financières afin d'atténuer les impacts du changement climatique et de la volatilité des marchés pétroliers sur son développement économique et social, essentiellement tiré par la vente d'hydrocarbures. Elle insiste également sur les transferts technologiques, qui lui permettraient de développer la technologie de capture et stockage du carbone. Elle prône l'inclusion du CCS dans les mécanismes de flexibilité, du type MDP.

2.2. Le désengagement de la Russie, une décision stratégique

La Fédération de Russie est confrontée à un quadruple enjeu qui donne le ton des futures négociations climatiques :

- elle est le troisième émetteur mondial de CO₂, derrière la Chine et les États-Unis, ce que certains justifient par une géographie particulière et un climat froid, mais que d'autres mettent sur le compte d'un gaspillage énergétique (Ministry of Energy of the Russian Federation, 2003). En effet, 15 % des émissions de GES constituent ce que l'on appelle des « émissions fugitives » (CCNUCC, 2006) liées à des pertes sur le réseau de distribution ou au torchage du gaz ;

- en 2000, Vladimir Poutine, alors Président, a annoncé que le PIB russe doublerait en une dizaine d'années (Royal Institute of International Affairs, 2004). Une augmentation des émissions russes est donc attendue ;

- l'économie repose en grande partie sur la production et la vente d'hydrocarbures. Les estimations du FMI et de la Banque mondiale indiquent que le secteur gazier génère plus de 60 % des revenus liés à l'exportation et représente 30 % des investissements directs à l'étranger (EIA, 2008a) ;

- les champs géants, aux coûts de production hautement compétitifs, s'épuisent, annonçant la fin de l'ère du gaz « bon marché ». Le gouvernement souhaite donc minorer les consommations intérieures de gaz, afin de privilégier les exportations. Dans sa stratégie énergétique pour 2020 (Ministry of Energy of the Russian Federation, 2003), il prévoit ainsi un doublement de la production de charbon, ressource importante du sol russe.

La dépendance des pays industrialisés à l'égard de ce pays exportateur de gaz risque également d'influer sur l'ampleur de l'engagement russe. Le gouvernement a cherché à asseoir davantage sa position diplomatique en s'assurant le contrôle majoritaire des grandes compagnies d'hydrocarbures, telles que Gazprom, et en investissant à l'étranger. Cette politique de restructuration de l'industrie énergétique vise à améliorer l'efficacité du secteur tout en maintenant un contrôle rapproché de l'État, permettant en partie de piloter les relations internationales.

La Fédération de Russie a décidé de ratifier le Protocole de Kyoto en 2004. Après le départ des États-Unis de la table des négociations en 2001, la ratification de la Russie était nécessaire à la mise en œuvre du Protocole

de Kyoto, qui requerrait la participation de 55 pays totalisant 55 % des GES. Jouant de cette position de force, elle a bénéficié de conditions favorables et a obtenu un objectif pour 2012 de stabilisation de ses émissions par rapport à 1990. Fer de lance dans la lutte contre le changement climatique, l'Union européenne a pesé dans la décision russe, en facilitant l'entrée de celle-ci dans l'OMC (Korppoo et Moe, 2007). La ratification du protocole de Kyoto a ainsi servi à réhabiliter la Russie sur la scène internationale, la faisant apparaître comme un sauveur des négociations climatiques⁽⁶⁾.

Malgré son statut de pays membre de l'Annexe I⁽⁷⁾ et du G8, la Russie, économie en transition, tente d'obtenir un statut dérogatoire. Elle refuse ainsi d'endosser des objectifs contraignants et espère se soustraire à une mise à contribution pour le transfert technologique et financier, qui pourrait la freiner dans son développement. La Russie souhaiterait revoir les classifications des pays retenus par les annexes de la CCNUCC du Protocole de Kyoto afin de tenir compte de la nouvelle donne économique. Si elle reconnaît l'objectif à long terme de division par deux des émissions mondiales de GES comme un but ultime à atteindre, elle considère que celui-ci reste indicatif et ne doit pas justifier la mise en place de sanctions. Par cette position radicale, elle rompt les liens avec ses anciennes alliances (les pays de l'Union européenne) pour rejoindre les positions des pays émergents ou des pays producteurs (OPEP). La Russie propose, en effet, des engagements volontaires non contraignants et souhaite instaurer un statut particulier pour les économies tributaires de la production, de l'exportation et/ou de la consommation d'énergies fossiles.

L'adhésion de la Fédération de Russie à un accord post-2012 pourrait donc se jouer autour de trois leviers d'incitations :

- un intérêt à améliorer l'efficacité énergétique de ses technologies et ainsi diminuer sa consommation de gaz et de pétrole, par des mécanismes de flexibilité, tels que la mise en œuvre conjointe, mécanisme similaire au MDP mais au sein des pays de l'Annexe I ;
- l'effondrement du bloc soviétique a provoqué une chute importante des émissions de GES, créant un surplus de crédits carbone non liés à des actions anthropiques (34 % en dessous des émissions de 1990). Le report de cet « *hot air* » sur le post-2012 constitue une clé de négociation importante ;
- l'engagement des pays industrialisés, notamment des États-Unis et des grands émergents, pourrait faire bouger ses lignes de position. En refusant les termes d'un accord significatif et ambitieux, la Russie s'isolerait des autres membres du G8 (Korppoo, 2008).

(6) En référence aux propos de Vladimir Poutine le 23 avril 2009 « *For example, the Kyoto Protocol would not have come into force without Russia's contribution* ».

(7) Pays de l'Annexe I : EU-15, Bulgarie, République tchèque, Estonie, Lettonie, Lituanie, Roumanie, Slovaquie, Suisse, Canada, Hongrie, Japon, Pologne, Nouvelle-Zélande, Fédération de Russie, Ukraine, Norvège, Australie, Islande, États-Unis, Turquie, Biélorussie.

Sa signature de la proposition conjointe de certains pays de l'Annexe I⁽⁸⁾ laisse envisager une évolution de sa position. En témoigne la nouvelle doctrine climatique⁽⁹⁾, endossée par le gouvernement russe en mai, en dépit du fait que ce plan n'évoque ni objectif ni échéance et se focalise davantage sur des mesures d'adaptation au changement climatique plutôt que d'atténuation des émissions. La CCNUCC attend la proposition russe fixant une cible de réduction pour l'horizon 2020 pour le mois de juillet. Le vendredi 19 juin 2009, lors d'une interview télévisée⁽¹⁰⁾, le Président Dmitry Medvedev a annoncé une réduction des émissions de GES de 10 à 15 % pour 2020 par rapport à 1990, un objectif qui se traduirait par une augmentation de 30 à 35 % des émissions nationales par rapport au niveau actuel.

3. Le Canada, un eldorado pétrolier et un partenaire privilégié des États-Unis

Le Canada illustre le subtil arbitrage entre deux concepts quasi antinomiques : d'un côté la volonté de ne pas rester au ban de la diplomatie en refusant un engagement dans la lutte contre le changement climatique, et de l'autre, la défense de ses intérêts économiques en lien avec ses ressources naturelles. En effet, le sol canadien – principalement la région de l'Alberta – recèle d'importants gisements de pétrole, propulsant le pays à la deuxième place en termes de réserves mondiales (Alberta Department of Energy, 2007), après l'Arabie saoudite. Ce pétrole d'Alberta, dit « non conventionnel », plus lourd, nécessite des méthodes d'extraction plus coûteuses, mais il se justifie économiquement dans l'hypothèse d'un prix élevé du baril de pétrole sur le marché. Le revers de la médaille réside dans une dégradation des conditions environnementales, en termes de biodiversité, de couverture forestière et de gaz à effet de serre. En effet, l'extraction des sables bitumineux reste bien plus polluante que celle d'un pétrole dit « conventionnel » : 85,5 kg de CO₂ par baril en moyenne contre 28,6 kg de CO₂ par baril de pétrole conventionnel (WWF et Co-operative Financial Services, 2008). Le Canada, pays de l'Annexe I du Protocole de Kyoto et membre du G8, prévoyait de réduire ses émissions de 6 % par rapport à 1990 d'ici à 2012. Cependant, la CCNUCC indique qu'en 2007, les émissions de GES canadiennes, abstraction faite des absorptions dans le secteur agricole

(8) Australie, Biélorussie, Canada, Commission européenne, Islande, Japon, Nouvelle-Zélande, Norvège, Russie, Suisse, Ukraine.

(9) Eur'Activ, « Russia's climate policy fails to raise hopes », *Eur'Activ*, 19 mai 2009, cf. <http://www.euractiv.com/en/climate-change/russia-climate-policy-fails-raise-hopes/article-182458>.

(10) President of Russia, *Conversation between Dmitry Medvedev and Director of News Programmes at Russia's Channel One*, Kirill Kleimenov, 18 juin 2009, Official Web Portal, Moscou.

ou forestier, ont augmenté de 26 % par rapport à 1990 (Point Carbon, 2009a). Ce fossé entre l'objectif de Kyoto et les émissions réelles risque de se creuser, ce que confirment les estimations pour 2015 du *National Energy Board* qui prévoit un triplement de la production, soit un doublement des émissions. La principale raison du développement intensif des sables bitumineux, expliquant la hausse constante des émissions canadiennes, est à chercher dans les bénéfices engendrés par ce nouveau pétrole.

Véritable aubaine pour le Canada, les sables bitumineux viennent contrebalancer l'épuisement des réserves de pétrole conventionnel, situées principalement à l'Ouest. Les sables bitumineux sont une manne économique extraordinaire pour l'Alberta, érigé comme un modèle de réussite au sein du territoire canadien. Les indicateurs socio-économiques y sont ainsi bien plus élevés que la moyenne. Les opportunités économiques sont nombreuses : la région peut se targuer d'un taux de chômage peu élevé de 3,5 % (moyenne canadienne d'environ 6 %), les emplois liés au secteur de l'énergie y fleurissent (147 000 directement rattachés à l'exploitation des mines et à l'extraction de gaz et de pétrole). Les retombées sur l'économie régionale ainsi que nationale sont nombreuses : un emploi sur treize en Alberta est directement lié à l'énergie, mais la majorité des postes sont à chercher dans les services, la construction, etc., rayonnant ainsi sur l'ensemble du territoire (Government of Alberta, 2008).

Croissance de certains indicateurs entre 1997 et 2007

	Alberta	Canada
Population	+ 24,1	+10,1
Emplois	+ 35	+ 23,1
PIB	+ 46,5	+ 38,6
Exportations	+ 144,3	+ 50
Investissement	+172,5	+ 91,8

Source : Government of Alberta (2009).

Espérant accroître sa production de sables bitumineux sans être pénalisé, le Canada est le seul pays du G7 à avoir proposé des objectifs sous forme d'intensité énergétique⁽¹¹⁾. À Bali, en 2007, le Canada a fait montre d'une forte réticence lors de discussions sur les modalités d'un accord post-2012. Évoquant la reconnaissance de « circonstances nationales » (climat, superficie du territoire, production de pétrole, de gaz et de charbon, etc.), le pays s'est opposé à la fourchette de réduction de 25 à 40 % en 2020.

(11) Mesure des émissions par unité de PIB.

Mais la position du Canada s'infléchit progressivement :

- sa feuille de route « Prendre le virage : un plan d'action pour réduire les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique »⁽¹²⁾ publiée en 2007 prévoit des objectifs de réduction de ses émissions de 20 % en 2020 et de 50 % en 2050, par rapport à l'année 2006, même si les réglementations mises en place sont encore anecdotiques. Ils ont été repris dans la nouvelle proposition canadienne à la CCNUCC (datée du 6 juin 2009), avec un resserrement de l'objectif à l'horizon 2050 à 60-70 %. Cette cible s'aligne sur celle des États-Unis (17 % par rapport à 2005) ; cependant au vu de la croissance des émissions canadiennes, elle revient à une augmentation de 1,6 % par rapport au niveau de 1990 ;

- l'arrivée du nouveau président américain fait bouger les lignes canadiennes. En effet, les États-Unis sont un partenaire commercial privilégié : 63 % du pétrole canadien y est exporté, le reste étant consommé nationalement. Le gouvernement américain a évoqué l'idée d'un marché régional du carbone, dans lequel le Canada semble actuellement réticent à s'investir en l'absence de réglementation claire pour l'atténuation de ses émissions. Dans la perspective d'une harmonisation des deux systèmes et d'un alignement sur son principal partenaire commercial, le gouvernement canadien étudie diverses propositions : un marché carbone *intra-muros* ou encore une proposition de loi, ayant reçu l'appui de la Chambre des Communes début avril et visant des objectifs plus ambitieux (25 % de réduction en 2020 par rapport à 1990). Le Canada vient d'édicter les grandes lignes du fonctionnement des futurs mécanismes de compensation dans un marché carbone domestique, qui devrait voir le jour à l'horizon 2011, soit un an avant le système « *cap and trade* » américain ;

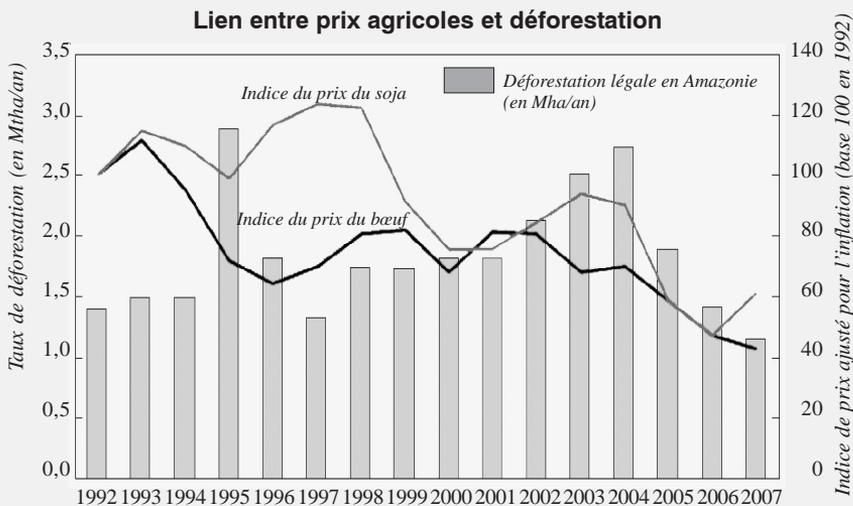
- l'adoption possible d'une taxe aux frontières, proposée dans les différents projets de loi, a accéléré le débat sur le changement climatique.

La politique canadienne a tenté jusqu'à présent d'octroyer un statut dérogatoire à la province de l'Alberta. Le secteur industriel, astreint à des objectifs d'intensité carbone, tente d'améliorer l'efficacité énergétique de ses installations, sans toutefois diminuer ses émissions totales, représentant pourtant la moitié du total canadien. Le gouvernement jette aujourd'hui les bases d'un marché carbone national mais ne se prononce pas encore sur les normes à appliquer à différents secteurs – notamment celui de l'industrie automobile – attendant de mieux cerner la politique environnementale des États-Unis pour se décider sur de futurs engagements plus contraignants pour son industrie mais indispensables à son commerce extérieur. Il est important de souligner que certaines provinces canadiennes, telles que l'Ontario, le Québec ou encore la Colombie britannique, ainsi que certains États américains sont membres de la *Western Climate Initiative* (WCI), qui vise à la mise en place d'un marché carbone entre états et provinces volontaristes d'Amérique du Nord pour le 1^{er} janvier 2010.

(12) Cf. http://www.ec.gc.ca/doc/virage-corner/2008-03/pdf/COM-541_Cadre.pdf

1. La compétitivité du Brésil sur les marchés agricoles : cause de déforestation ?

Même si l'occupation illégale des terres publiques et les problèmes de gouvernance freinent l'application de la nouvelle politique fédérale, le plan national contre la déforestation a largement participé aux progrès réalisés. Cependant le ralentissement s'explique aussi par une conjoncture économique propice. Les causes de la déforestation sont nombreuses : exploitation forestière, ramassage de bois de chauffage, développement des infrastructures routières, pression démographique, colonisation de l'Amazonie incitée par le gouvernement, etc. (CERDI, 2005). Les facteurs économiques sont également une clé de compréhension intéressante, puisqu'ils joueraient un rôle dans 81 % des cas de déforestation (Geist et Lambin, 2002). Le taux de déforestation semble ainsi étroitement lié au prix des produits agricoles, et en particulier à celui du soja et du bétail depuis l'an 2000.



Source : Caisse des dépôts.

Le Brésil a fortement développé son agriculture industrielle et son élevage extensif de bétail. L'élevage s'est développé au moment de l'ouverture des fronts pionniers, par le biais d'incitations financières de la part du gouvernement. La dévaluation de la monnaie brésilienne, ainsi que la demande croissante en produits carnés ont transformé l'activité d'élevage en une manne formidable pour les producteurs. Entre 1988 et 2004, le bétail est passé de 135 millions à 195 millions, provoquant ainsi une augmentation des surfaces dédiées à l'élevage de 33 millions d'hectares (sur 45 millions d'hectares perdus au total). Avec une croissance de 10 millions d'hectares sur la même période, le soja est la deuxième cause de déforestation. Le Brésil est devenu le premier producteur de soja en particulier sur les terres propices à sa culture, l'Amazonie.

3. La matrice énergétique brésilienne : entre lutte contre la déforestation et défense des intérêts agricoles

Le Brésil est le quatrième émetteur de GES (*cf.* Point Carbon, 2009b). D'après les données de la FAO, la déforestation conduirait à des émissions annuelles de l'ordre de 1,5 milliard de tonnes de CO₂ équivalent, soit 62 % des GES brésiliens (FAO, 2009). Depuis les années soixante-dix, 20 % de la forêt amazonienne ont été déboisés. Suite aux mesures mises en œuvre par le gouvernement, le taux de déboisement annuel a reculé fortement depuis 2004, passant de 20 000 km² en moyenne en 2005 à 12 500 km² en 2008 (une diminution d'environ 40 %), le but étant de réduire de 70 % le rythme de déforestation d'ici à 2018 par rapport à 2005 (Gouvernement du Brésil, 2007). Si les prix des produits agricoles sont indirectement liés à la déforestation, ils expliquent également en partie le ralentissement de ce phénomène observé ces dernières années (prix bas sur les marchés de 2003 à 2007). Le Brésil est devenu le premier producteur de soja, et un des premiers exportateurs de bœuf. Il doit certes compter avec la volonté de certains exploitants de s'implanter durablement sur le marché des produits agricoles, mais également sur une matrice énergétique verte, tournée vers les agrocarburants.

Son système électrique est l'un des plus décarbonés au monde, puisque 84 % de l'électricité est produite à partir de barrages hydrauliques. Les gouvernements, en réponse notamment aux chocs pétroliers successifs, ont impulsé le développement de l'éthanol (17 % des carburants vendus en 2006) et celui d'une flotte de véhicules fonctionnant à la fois à l'essence et au bioéthanol (voitures « Flex-fuel ») (De Almeida, Bomtempo et De Souza E Silva, 2007). La préservation de l'Amazonie semble être mise à mal par la production croissante des agrocarburants. Même si l'éthanol et le biodiesel ne sont pas directement responsables de la déforestation, ils pourraient le devenir dans un contexte d'exportations massives sur le nouveau marché des carburants verts.

Après avoir obtenu une clause particulière sur la comptabilisation des émissions liées aux puits de carbone (Article 3.7 du Protocole de Kyoto, qui comptabilise les émissions dues à la déforestation dans les émissions prises comme référence en 1990), le Brésil a ratifié le Protocole de Kyoto en 2002.

Acteur actif des négociations sur le post-2012, le Brésil tente de concilier son entrée sur des marchés porteurs (biocarburants, produits agricoles) et la lutte contre la déforestation. Il milite pour l'intégration de la déforestation dans le cadre de la CCNUCC, mais hors des mécanismes de marchés prévus dans le cadre d'un futur accord (type mécanismes de flexibilité, ou marchés de permis d'émissions). Proposant la création d'un fonds bénévole, il refuse la traduction des efforts réalisés en crédits carbone, injectés par la suite sur un marché mondial du carbone. Le Brésil entend bien ne pas

2. La déforestation : instrument incitatif ou réel enjeu pour le climat ?

La déforestation tropicale serait responsable de 15 à 20 % des émissions anthropiques (Caisse des Dépôts, 2008) mondiales de GES. Dans les pays en développement, environ un tiers des émissions de GES provient du changement d'affectation des terres et de la foresterie, notamment de la déforestation. Ce chiffre peut atteindre 60 % pour les pays les moins avancés (Schoene et Netto, 2005). La prise en compte des forêts en tant que puits de carbone dans le Protocole de Kyoto correspond davantage à une décision politique visant à intégrer certains pays dans le processus, qu'à une réelle volonté d'endiguer le phénomène de déforestation des forêts primaires. Le sujet a été longuement débattu, en particulier par certains pays du groupe « Umbrella »^(*) qui ont fait montre d'un antagonisme fort. Ces négociations se déroulant après la fixation des objectifs de réduction pour 2012, ces derniers voyaient dans l'intégration des puits de carbone au Protocole un moyen d'alléger leur engagement chiffré en matière de réduction. La règle retenue (comptabilisation dite brute/nette) permet aux pays de l'Annexe I de déduire partiellement de leurs émissions à une année t les absorptions supplémentaires des forêts depuis 1990 (exclu) dues à une activité anthropique ; mais d'autres articles ont été ajoutés dans le cas où cette comptabilisation durcirait l'objectif fixé pour certains participants. Ces règles ont été introduites afin de permettre aux pays de l'Annexe I de réduire leur effort global de réduction tel que fixé par le Protocole. En décembre 2007 à Bali, la Conférence des Parties a adopté une feuille de route, désignant 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. Ce programme repose sur l'idée que les pays désireux de réduire les émissions liées à la déforestation devraient être dédommagés financièrement pour leurs actions.

(*) Les États-Unis, le Japon, le Canada, la Russie, l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

3. Les articles du Protocole de Kyoto liés à la forêt et leurs interprétations

Article 3.3. Les variations nettes des émissions de gaz à effet de serre par les sources et de l'absorption par les puits résultant d'activités humaines directement liées au changement d'affectation des terres et à la foresterie et limitées au boisement, au reboisement et au déboisement depuis 1990, variations qui correspondent à des variations vérifiables des stocks de carbone au cours de chaque période d'engagement, sont utilisées par les Parties visées à l'annexe I pour remplir leurs engagements prévus au présent article [...].

Article 3.4. [...] À sa première session, ou dès que possible par la suite, la Conférence des Parties agissant comme réunion des Parties au présent Protocole arrête les modalités, règles et lignes directrices à appliquer pour décider quelles activités anthropiques supplémentaires ayant un rapport avec les variations des émissions par les sources et de l'absorption par les puits des gaz à effet de serre dans les catégories constituées par les terres agricoles et le changement d'affectation des terres et la foresterie doivent être ajoutées aux quantités attribuées aux Parties visées à l'annexe I ou retranchées de ces quantités [...]. Cette décision vaut pour la deuxième période d'engagement et pour les périodes suivantes. Une Partie peut l'appliquer à ces activités anthropiques supplémentaires lors de la première période d'engagement pour autant que ces activités aient eu lieu depuis 1990.

Article 3.7. [...] Les Parties visées à l'annexe I pour lesquelles le changement d'affectation des terres et la foresterie constituaient en 1990 une source nette d'émissions de gaz à effet de serre prennent en compte dans leurs émissions correspondant à l'année ou à la période de référence, aux fins du calcul de la quantité qui leur est attribuée, les émissions anthropiques agrégées par les sources, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, déduction faite des quantités absorbées par les puits en 1990, telles qu'elles résultent du changement d'affectation des terres.

La comptabilisation mise en œuvre a été conçue pour présenter un certain nombre de degrés de liberté afin de convaincre certains pays d'adhérer à l'ensemble du processus : dans le principe, les émissions de GES des pays en 1990 ne prennent pas en compte l'utilisation des sols, les objectifs déterminés à Kyoto restent inchangés, et les actions humaines conduisant à une réaffectation des sols (boisement/reboisement/déboisement) depuis 1990 sont incluses dans la comptabilisation des émissions effectuée sur la période 2008-2012 ;

- première entorse, sur la période 2008-2012, l'on prendra en compte toutes les actions de boisement ou reboisement intervenues depuis 1990 et l'on ne gardera que les déboisements intervenus entre 2008 et 2012 ;

- deuxième entorse, l'on admet (article 3-7) qu'un pays qui a effectué de très importants déboisements en 1990 puisse comptabiliser les émissions correspondantes dans son total de 1990 et, en gardant son objectif de réduction fixé par le protocole de Kyoto, augmenter ses volumes d'émissions possibles sur la période 2008-2012 : ainsi, l'Australie qui devait sur la période 2008-2012 respecter un objectif de 299 MteCO₂ (dans l'hypothèse d'une comptabilisation brute/nette) a désormais adopté un objectif de 390 MteCO₂. L'adoption de cet article a largement contribué à la ratification du protocole de Kyoto par le Brésil.

- troisième entorse (article 3-4), pour tenir compte d'une gestion forestière favorisant l'absorption des émissions, un pays peut ajouter à son objectif de CO₂ considéré sur la période 2008-2012, une valeur globalement équivalente à 15 % (et pratiquement fixée par l'annexe Z de la décision de Marrakech de manière politique) des absorptions totales par les forêts gérées ; l'objectif de la France a été ainsi rehaussé de 564 MteCO₂ à 567,2 MteCO₂, ce qui constitue une augmentation relativement faible de 0,6 % de son plafond. À l'inverse, grâce à cette règle, les objectifs du Canada et du Japon ont été rehaussés respectivement de 4 et de 7,3 %.

4. Les débats sur les *Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries* (REDD)

La nouvelle interrogation pour le post-2012 est de savoir comment engendrer des incitations concrètes en matière de protection ou de meilleure gestion des forêts, afin de permettre une réduction globale des émissions tout en accentuant l'implication des pays en développement (PED) dans la lutte contre le changement climatique (Wertz-Kanounnikoff et Tubiana, 2007). Quatre points apparaissent cruciaux dans les débats sur l'intégration de la forêt dans un accord climatique :

- quel mécanisme de marché utiliser ? Outre des interrogations techniques, et des problèmes de gouvernance, l'intégration directe d'un mécanisme de crédits REDD au marché du carbone suscite de nombreuses inquiétudes quant à la stabilité de celui-ci sous l'hypothétique déferlement massif de crédits REDD à bas prix, marché jouant le rôle de signal prix permettant d'atteindre les objectifs fixés (Karsenty et Guéneau et *al.* 2008) (proposition de l'Australie, ou CfRN⁽¹⁾). L'autre alternative envisage le recours à des fonds spécialisés pour financer les mesures REDD, provenant du secteur privé, d'une aide publique au développement, d'une taxe carbone ou encore des revenus issus des marchés carbone. Cette solution génère des flux non stables et peu durables, contrairement au mécanisme de marché, mais pourrait permettre une plus grande équité dans la distribution des fonds, alimentant gouvernements mais surtout acteurs locaux (proposition du Brésil). Certains pays ou groupes de pays envisagent un mécanisme mixte (COMIFAC⁽²⁾, Panama, Paraguay).

- la comptabilisation des émissions, ainsi que la définition de la déforestation et l'inclusion de la dégradation des forêts⁽³⁾ ;

- la question institutionnelle. L'intégration des mécanismes REDD dans le Protocole de Kyoto affectera le niveau d'engagement de l'ensemble des participants. Un protocole séparé (proposition du Brésil) pour ce secteur spécifique freinerait les substitutions des énergies fossiles par des biomatériaux ; ces dernières entraîneraient effectivement la réduction des GES mais diminueraient également la capacité d'absorptions des puits de carbone ;

- l'établissement d'un scénario de référence, qui prendrait ou non en compte les efforts historiques réalisés à l'échelle nationale (proposition du Brésil).

(1) Rainforest Coalition, menée par la Papouasie Nouvelle-Guinée et le Costa Rica.

(2) Commission des forêts d'Afrique centrale.

(3) La dégradation, sans destruction totale de parcelle, vise notamment les coupes anarchiques opérées pour récolter du bois de feu. Elle est largement pratiquée dans les pays pauvres qui par ailleurs pratiquent peu la déforestation (par exemple, pays du Bassin du Congo).

offrir aux pays de l'Annexe I, une échappatoire abordable par l'achat de crédits REDD, ces derniers étant considérés comme responsables du phénomène climatique. Un fonds volontaire serait bien moins coûteux qu'un mécanisme de marché, demandant moins de contrôle et de vérification. De manière sous-jacente, cette prise de position exprime un refus de l'ingérence indirecte des pays développés sur la gestion des ressources forestières. Autre point de la négociation, la réduction de la « déforestation nette » (différence entre déforestation et boisement/reboisement) serait rétribuée par le fonds volontaire à hauteur des efforts réalisés en termes d'hectares et non de quantités de carbone : cette comptabilisation est contestable dans la mesure où il serait alors possible de diminuer la surface forestière déboisée tout en remplaçant des arbres natifs par des monocultures d'arbres, tels que les eucalyptus (potentiellement utilisés pour produire du charbon de bois), portant ainsi atteinte à la biodiversité.

Le Brésil se dit prêt à adopter des cibles de réduction nationales à la condition que les pays industrialisés accentuent leurs efforts en la matière. Il a tout à gagner d'un engagement fort de l'ensemble des pays, y compris des PED, puisqu'un tel mouvement pourrait développer le commerce des biocarburants, grands atouts du pays.

La nécessité de mettre en œuvre des actions fortes pour lutter contre le changement climatique semble avoir été assimilée par tous, mais chacun tente de concilier son économie et sa sécurité énergétique avec les impératifs climatiques, en mettant sur la table des propositions souvent contradictoires. Comment répondre aux besoins croissants de sa population, tout en évitant d'utiliser en grande quantité le charbon, source d'énergie bien trop polluante pour répondre aux normes environnementales futures ? Comment conserver ses rentes liées à l'exportation de ses ressources d'hydrocarbures, aujourd'hui valorisées mais peut-être condamnées à l'avenir ? Ou encore comment réduire le phénomène de déforestation, étroitement lié avec un développement social et économique ? Ces problématiques multiples augurent d'âpres discussions lors des futures négociations pour le post-2012. Un engagement de l'ensemble des pays est un pari gagnant pour la planète, mais ne se réalisera que dans la mesure où la communauté internationale fera montre d'une réelle volonté de comprendre les enjeux de chacun. Le succès des négociations de fin d'année à Copenhague sera grandement déterminé par la capacité de forums économiques tels le G8, mais davantage encore le G20 ou le MEF (Forum des économies majeures sur l'énergie et le climat) à formuler des positions communes et volontaristes afin de lutter ensemble contre le changement climatique.

Références bibliographiques

- Alberta Department of Energy (2007) : *Alberta's Oil sands 2006*, décembre.
- Caisse des Dépôts (2008) : *Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts : quelle contribution de la part des marchés du carbone ?*, septembre.
- Caisse des dépôts (2009) : *CO₂ et énergie, France et monde*.
- CCNUCC (2006) : *Database Interface*.
- CERDI (2005) : *Insécurité foncière et déforestation dans l'Amazonie brésilienne*.
- Chikkatur A.P. (2008) : *A Resource and Technology Assessment of Coal Utilization in India*, Pew Center, octobre.
- CSIS (2006) : *India's Energy Dilemma*, septembre.
- De Almeida E.F., J.V. Bomtempo et C.M. De Souza E Silva (2007) : *The Performance of Brazilian Biofuels: An Economic, Environmental and Social Analysis*, OCDE/ITF.
- ECOAL (2009) : *A Focus on India*, juillet.
- EIA (2008a) : *Country Analysis Briefs: Russia*, mai.
- EIA (2008b) : *Country Analysis Briefs: Saudi Arabia*, août.
- Eur'Activ (2009) : « Russia's Climate Policy Fails to Raise Hopes », 19 mai. Disponible sur <http://www.euractiv.com/en/climate-change/russia-climate-policy-fails-raise-hopes/article-182458>
- FAO (2009) : *State of the World's Forests 2009*.
- FES (2007) : *Global Energy Security, India's Energy Security, Dialogue on Globalization*, septembre.
- Geist H.J. et E.F. Lambin (2002) : « Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation », *BioScience*.
- Gouvernement du Brésil (2007) : *National Plan on Climate Change. Executive Summary*, novembre.
- Government of Alberta (2008) : *Talk About Oil Sands*, juin.
- Gouvernement of Alberta (2009) : *Responsible Actions: A Plan for Alberta's Oil Sands*, février.

- Government of India (2009) : *The Road to Copenhagen: India's Position on Climate Change Issues*, février.
- Karsenty A. et al. (2008) : *Régime international, déforestation évitée et évolution des politiques publiques et privées affectant les forêts dans les pays du Sud*, Collaboration CIRAD, IDDRI, Cifor, Science Po, GIP Ecofor, juillet.
- Korppoo A. (2008) : *Russia and the Post-2012 Climate Regime: Foreign rather than Environmental Policy*, novembre.
- Korppoo A. et A. Moe (2007) : « Russian Climate Politics: Light at the End of the Tunnel », *Climate Strategies*, avril.
- Ministry of Energy of the Russian Federation (2003) : *The Energy Strategy of Russia for the Period of up to 2020*.
- Parikh J.K. et K. Parikh (2002) : *Climate Change: India's Perceptions, Positions, Policies and Possibilities*, OECD.
- Point Carbon (2009a) : *Canada's 2007 Emissions Rise 26% over 1990 Levels*, 21 avril.
- Point Carbon (2009b) : *Brazil has Potential for Deep Emissions Cuts: McKinsey Report*, 24 avril.
- Royal Institute of International Affairs (2004) : *Russia Energy and CO₂ Emission Prospects: Evidence from Domestic Analyses and International Comparisons*, mars.
- Schoene D. et M. Netto (2005) : *Le Protocole de Kyoto : que signifie-t-il pour les forêts et la foresterie ?*, FAO.
- Wertz-Kanounnikoff S. et L. Tubiana (2007) : *Intégrer la déforestation évitée dans un nouvel accord sur le climat*, IDDRI, mai.
- WWF et Co-operative Financial Services (2008) : *Unconventional Oil, Scrapping the Bottom of the Barrel*, juillet.

3. Les points en débat

- A. Au cœur du futur régime climatique international : taxes ou quotas CO₂ ?** 261
Patrick Criqui
- B. Approches sectorielles et lutte contre le changement climatique** 271
Richard Baron
- C. Fuites de carbone** 285
Élodie Galko
- D. Le rôle des droits de propriété intellectuelle dans les enjeux post-Kyoto** 303
Rémi Lallement
- E. Financer les actions d'atténuation du changement climatique dans les pays en développement** 321
Pascale Scapecchi et Jean-Jacques Barberis

Complément 3A

Au cœur du futur régime climatique international : taxes ou quotas CO₂ ?

Patrick Criqui

LEPII, Université de Grenoble, CNRS et CEDD

Dès le début des années soixante-dix la panoplie des instruments utilisables pour la mise en œuvre des politiques environnementales est à peu près complète. La théorie pigouvienne de l'internalisation des coûts environnementaux existe depuis 1920, alors que les contributions de Coase (1960) puis de Dales (1968) ont permis de concevoir les systèmes de droits d'accès à l'environnement négociables sur un marché. Côté pratique, les normes et standards techniques ont été appliqués massivement dans les années soixante, en particulier aux États-Unis dans la lutte contre les pluies acides. C'est avec le renforcement et la diversification des régulations environnementales que s'engagent, dès les années soixante-dix, les débats sur le choix des instruments, dans le triptyque : normes, taxes ou quotas ?

En 1992, peu avant le sommet de la terre à Rio, deux économistes américains rendent compte des acquis de l'économie de l'environnement (Cropper et Oates, 1992) et concluent en indiquant que l'expérience et les savoirs auparavant accumulés dans ce domaine vont maintenant pouvoir être utilement mobilisés pour traiter les questions d'environnement global, qui émergent sur l'agenda international. Leur analyse est tout à fait prémonitoire car les apports de l'économie de l'environnement constitueront bien le socle sur lequel vont se construire les politiques climatiques. Dans le même temps cependant, il faut reconnaître que malgré les apports de la théorie, le problème n'est toujours pas tranché dix-sept ans plus tard : pour lutter efficacement contre le changement climatique, vaut-il mieux instaurer un système de taxes ou un système de quotas CO₂ ?

Pour éclairer les enjeux de ce débat très actuel, il faut le poser d'abord et avant tout au plan international. Car il convient en effet de considérer que le choix des instruments ne peut pas être considéré de manière abstraite et qu'en particulier l'échelle de mise en œuvre – internationale, régionale-européenne, nationale, locale – est un élément essentiel de ce choix. Cela, même si les niveaux d'action sont interdépendants et qu'il faudra donc veiller à la cohérence d'ensemble des dispositifs. Nous proposons de procéder en trois étapes : en retraçant d'abord l'histoire de ce débat dans la négociation-climat, de Rio à Copenhague ; puis en reprenant l'essentiel des arguments mobilisés aujourd'hui dans la controverse sur « taxes ou quotas ? » au plan international ; enfin en analysant les perspectives de l'une et l'autre solution, compte tenu des principales données de la négociation-climat pour le post-2012.

1. Taxes ou quotas ? Une brève histoire de la négociation internationale

1.1. Rio

En 1992 est signée à Rio la Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique. Bien que survenant deux ans seulement après la création du GIEC, la Convention témoigne déjà d'une claire vision des enjeux puisque son article 2 stipule que les pays signataires s'engagent « à limiter les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau permettant d'éviter des interférences anthropiques dangereuses avec le système climatique ». Cependant la Convention ne fournit aucune indication chiffrée sur ce que serait un tel niveau de concentration. De même, la discussion sur les instruments tournera vite court. Seuls quelques pays européens, au premier rang desquels figure la France, proposent l'instauration d'une taxe internationale sur le CO₂. Ils se heurtent cependant à l'opposition des États-Unis. Les conditions ne sont pas réunies et, dans les années qui suivent, les Européens eux-mêmes ne parviendront pas à se mettre d'accord sur la taxe carbone.

1.2. Kyoto

Après la ratification de la Convention commence la longue série des COPs⁽¹⁾. À partir de 1995, l'administration Clinton assure un véritable « leadership structurel » en imposant les objets mêmes de la négociation internationale. Les termes de la négociation vont se construire d'abord autour de la notion de QELROs – *Quantitative Emission Limitation or Reduction Objectives*. Peu après, l'Administration américaine propose, à la surprise assez générale, que ces objectifs soient considérés comme « légalement

(1) Conférence des Parties à la Convention.

contraignants » (*legally binding targets*). La scène est dressée pour la négociation de Kyoto en 1997. Celle-ci peut être résumée en quelques mots de la manière suivante : les Européens partent avec un objectif de réduction des émissions identique pour tous les pays industrialisés, de 10 à 15 % en 2010 par rapport à 1990 ; les Américains souhaitent seulement avoir à stabiliser leurs émissions pour cet horizon et veulent imposer un dispositif de marché des émissions, comparable à celui qu'ils ont mis en œuvre au début des années quatre-vingt-dix dans le cadre du Clean Air Act pour le SO₂. Toute la négociation conduira à une augmentation de la réduction imposée aux États-Unis, jusqu'au niveau de 7 % pour 2010 (8 % pour l'Europe et 6 % pour le Japon), en contrepartie de laquelle les Européens devront accepter le principe d'une double flexibilité : « *what flexibility* » sur le fait de ne pas considérer le seul CO₂, mais un panier de six gaz à effet de serre et « *where flexibility* » sur la possibilité pour un pays de réaliser dans un autre pays les réductions qui lui sont imposées⁽²⁾. Cette dernière dimension est essentielle car elle crée un système international de *cap and trade*, par limitation des quantités d'émission autorisées, avec échange de quotas d'émission⁽³⁾. Chaque partie a fait dans la négociation d'importantes concessions : sur le volume des réductions pour les Américains, sur le principe des marchés de quotas pour les Européens.

1.3. La Haye

Trois ans après, la donne sera complètement changée. Avant la COP6 de La Haye en 2000, les Européens sont devenus convaincus des mérites de l'approche par la fixation des quantités, plutôt que par la taxe qu'ils ont discutée sans succès au long des années quatre-vingt-dix. L'argument de l'« intégrité environnementale » en particulier est décisif aux yeux de la Direction générale Environnement de la Commission européenne : avec un système *cap and trade*, on est sûr en principe d'atteindre l'objectif environnemental, contrairement à ce qui se produit avec une taxe ; l'échange de quotas permet ensuite d'introduire l'efficacité économique et de minimiser le coût d'une politique environnementale ambitieuse. On peut, à ce moment de la négociation, penser que les violons sont accordés et que la même partition va pouvoir être jouée des deux côtés de l'Atlantique. Mais peu avant COP6 Al Gore, l'artisan de Kyoto, est défait face à George Bush aux présidentielles américaines. À La Haye, la négociation achoppe sur des difficultés techniques. Peu après sa prise de pouvoir, le nouveau président américain décide du retrait complet des États-Unis du dispositif de Kyoto.

(2) Les Européens résisteront en revanche sur la troisième dimension de la flexibilité, la « *when flexibility* » qui aurait permis d'emprunter sur des budgets futurs des droits d'émission consommés auparavant : le *banking* des permis sera autorisé dans le Protocole, mais pas le *borrowing*.

(3) Soit au sein d'un marché international entre les pays sujets à une contrainte d'émission, soit par les « mécanismes-projet » permettant de mettre en œuvre des projets de réduction, notamment dans des pays du Sud, et de bénéficier de droits d'émission correspondants.

1.4. 2001-2008

Dès lors, le processus se déroule à fronts inversés : les Européens deviennent les champions des quotas d'émission et, devant l'impossibilité de mettre en œuvre un dispositif « Kyoto sans les États-Unis », s'attellent à la construction de leur propre système de quotas d'émission négociables⁽⁴⁾. Celui-ci concerne les industries grosses consommatrices d'énergie et le secteur électrique, soit 40 à 50 % des émissions européennes selon les gaz pris en compte. Aux États-Unis, l'État se contente essentiellement d'un effort de R&D pour les technologies bas carbone, alors que les économistes revisitent la théorie et redécouvrent les vertus de la taxe carbone. Jusque-là, la négociation-climat s'apparente donc à un grand rendez-vous manqué, en 2000, autour des systèmes de quotas d'émission négociables : la proposition américaine initiale est devenue, au fil des ans, celle des Européens alors même qu'elle est abandonnée outre-Atlantique. Mais le changement d'administration en 2009 marque sans doute un nouveau départ pour la négociation.

2. La controverse et ses développements récents

Dans un contexte doublement bouleversé par la crise économique et par l'élection de Barak Obama, la balle semble aujourd'hui du côté de l'administration américaine. Car du côté européen – de la Commission et de la plupart des grands États membres – l'engagement en faveur d'objectifs quantitatifs ambitieux se maintient (20 à 30 % de réduction en 2020, 60 à 80 % en 2050), tout comme le soutien à la création du marché du carbone. Côté américain deux positions coexistent. D'une part la quasi-totalité des nominations dans la nouvelle administration sur les sujets énergie-climat mobilisent d'anciens protagonistes de la politique environnementale de l'administration Clinton, donc des tenants de l'approche *cap and trade*. Mais d'autre part, le courant en faveur de la taxe carbone se renforce parmi les économistes les plus connus⁽⁵⁾, dont certains proches du nouveau président. Il faut donc à ce stade réexaminer les arguments.

En théorie économique, le débat « taxes ou quotas » semble tranché pour ce qui concerne les politiques climatiques. En 1974 en effet, Weitzman, examinant les avantages respectifs des approches par les quantités et par les prix des politiques environnementales démontre qu'en situation d'incertitude, l'approche par les quantités (les quotas) est préférable lorsque la pente des coûts marginaux des dommages est supérieure à celle de la courbe des coûts marginaux de réduction... et inversement pour l'approche par les prix (la taxe). Pizer (1998) applique cette problématique au changement climatique et montre que dans les cas de pollution-stock l'augmentation du dommage lié à la dernière unité émise est en général faible par rapport au

(4) L'European Emission Trading System (ETS).

(5) Dont Nordhaus, Stiglitz, Sachs, Mankiw, Summers... dans une recension non exhaustive.

dommage environnemental accumulé (effet de pollution-stock) : on est donc dans le deuxième cas, celui qui devrait voir s'imposer l'approche par les taxes. Nordhaus, l'un des économistes qui a depuis le plus longtemps travaillé sur la question, a repris cet argumentaire lors du dernier colloque international sur le climat à Copenhague⁽⁶⁾.

2.1. Un système international de taxes carbone nationales harmonisées ?

Pour Nordhaus l'approche Kyoto, associée à des objectifs ambitieux du type de ceux avancés par la Commission européenne (limiter à 2 °C l'augmentation de température par rapport à la situation préindustrielle) ne sera ni efficiente ni efficace. Elle ne sera pas efficiente car elle risque d'engager la communauté internationale vers des politiques trop coûteuses au regard des coûts d'adaptation encourus. Elle ne sera pas non plus efficace car, compte tenu des coûts des politiques d'atténuation, les risques seront très grands de voir les pays, soit refuser de participer à un accord de ce type, soit faire défection après s'être engagés dans un premier temps.

Afin d'assurer un cadre incitatif à la participation des différents pays et une politique efficiente, il n'y a pour lui qu'une solution à mettre en œuvre : celle d'un accord international sur des taxes carbone perçues nationalement ; celles-ci devraient en théorie être de même niveau partout, mais d'un point de vue pratique ne seraient dans un premier temps qu'harmonisées. Pour lui le bon niveau de taxe serait de 30 à 50 \$/t C aujourd'hui – soit 6 à 10 €/t CO₂ – croissant progressivement dans le futur. Dans son argumentaire pour la taxe carbone harmonisée, il rajoute que le système permettrait de minimiser les coûts de transactions et les problèmes de souveraineté, favorisant ainsi l'adhésion de nouveaux pays. Dans son attaque contre les architectures de type Kyoto, il souligne la complexité du dispositif, et indique que les certificats de réduction d'émission sont l'équivalent pour le climat des produits financiers dérivés.

2.2 Les systèmes hybrides

La présentation des différentes options ne serait pas complète s'il n'était fait mention des dispositifs hybrides qui permettent, de différentes manières, de combiner taxes et systèmes de quotas. Une fois de plus la motivation de ces approches est celle d'une meilleure gestion de l'incertitude qui s'impose toujours dans l'élaboration des politiques environnementales. Les précurseurs dans ce domaine ont sans doute été Baumol et Oates qui, dès 1971, proposaient la mise en œuvre d'un système *Standards and Charges*⁽⁷⁾, limi-

(6) 10-12 mars 2009.

(7) Originellement *Standards and Prices*, mais le titre du papier repris dans leur ouvrage de 1988 mérite d'être rappelé : « *Efficiency Without Optimality: The Charges and Standards Approach* ».

Principaux avantages et inconvénients des dispositifs « taxe carbone » ou « système de quotas » au plan international

	Avantages	Inconvénients
Système international de taxes carbone nationales harmonisées	<ul style="list-style-type: none"> • Efficience-efficacité • Simplicité • Faibles coûts de transaction • Adhésion non contraignante • Stabilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Incertitude sur le signal à retenir • Acceptabilité par l'industrie • Pas de redistribution internationale
Système international de quotas d'émission négociables	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrité environnementale • Enchères ou gratuité • Équité par allocation • Consolidation institutionnelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence d'incitation à l'adhésion et non-participation • Risque de coûts excessifs et d'échec • Instabilité, « produits dérivés » pour le climat

Source : Avantages de la taxe et inconvénients des quotas d'après la présentation de Nordhaus à la Conférence IARU sur le climat de Copenhague, 11 mars 2009.

tant les quantités de polluants, mais laissant la possibilité de payer une pénalité en cas d'impossibilité de respecter la norme. Avec une grande pénétration, ils montrent que ce dispositif permet en particulier de révéler l'information sur les coûts de réduction, dans un processus d'élaboration de la politique environnementale de type récursif.

Le concept est transposé à la négociation climat à la fin des années 1990 (soit avant la rupture de La Haye) par les économistes de Resources for the Future⁽⁸⁾ qui proposent d'instaurer un système de quotas avec « soupape de sûreté » ou *Safety Valve*. Elle permettrait d'imposer un plafond au prix des permis par la création d'un « deuxième guichet » où les acteurs peuvent acheter des permis supplémentaires, à prix fixé. En France, l'idée est reprise par Gastaldo et Cournède (2002) qui proposent un prix plafond et un prix plancher des quotas. Philibert (2003) montre qu'avec un prix plafond les risques de non-respect des objectifs quantitatifs sont largement compensés par le renforcement attendu des engagements : il s'agit alors d'augmenter l'ambition des politiques parce que l'on réduit l'incertitude sur leur coût.

Enfin, dans le cadre de la mise aux enchères des permis ETS, on pourrait aujourd'hui très bien imaginer un prix plafond avec quotas additionnels et un prix plancher, ou prix de retrait des quotas lors des enchères. Les instruments hybrides constituent à l'évidence un vaste domaine à explorer pour profiter du « meilleur des deux mondes », taxes et quotas.

3. L'architecture du futur régime climatique international dans la négociation post-2012

Si l'on revient à la négociation internationale, les arguments avancés de tous bords doivent évidemment être considérés et pesés avec attention. Et pourtant on a toutes les raisons de penser que la mise en œuvre d'un système d'objectifs quantitatifs nationaux, complété par un marché international du carbone, demeure la solution la plus probable dans la négociation sur la future architecture internationale pour le climat.

3.1. Vers le maintien d'un système international d'objectifs quantitatifs et de quotas

La première raison est sans doute que les impacts du changement climatique, tels qu'appréhendés par les sciences du climat, sont continuellement réévalués à la hausse : l'une des principales critiques faites aujourd'hui au quatrième rapport d'évaluation du GIEC est, bien que pour des raisons de délais dans la validation scientifique des résultats, il ne prend pas en compte

(8) Notamment dans plusieurs contributions Kopp, Pizer, Morgenstern et Toman, avant la CoP-6 de La Haye (2000).

des observations alarmantes récentes, par exemple, sur la fonte accélérée de la calotte glaciaire arctique. La seconde raison est que ce quatrième rapport met en relief le fait que la fonction de distribution de probabilité du facteur de sensibilité climatique⁽⁹⁾ indique que, dans les scénarios peu contraignants, des risques non négligeables existent d'augmentation des températures au-delà de 6 °C. Selon Weitzman (2007) dans son analyse du rapport Stern (2006), on sort alors du domaine de la gestion d'un risque quantifiable et de l'approche coût-avantage, pour entrer dans le domaine de l'incertitude radicale. Sans doute celui où doit s'appliquer le principe de précaution.

Dans ce contexte, un consensus s'est progressivement formé sur la nature des trajectoires d'émission à adopter pour maintenir le changement climatique dans des proportions acceptables : en particulier, l'objectif d'une réduction des émissions de 50 % au plan mondial en 2050 fait de plus en plus consensus dans la « communauté épistémique » des climatologues. Il se décline en une réduction de 80 % pour les pays industrialisés, comme le conçoivent de plus en plus de politiques, en Europe mais aussi aux États-Unis, puisqu'il s'agit du chiffre avancé, pour cet horizon 2050, par le président américain. Dans cette optique, les avantages offerts par la consolidation d'un dispositif de type Kyoto qui permettrait de fixer des objectifs quantitatifs clairs et différenciés par grandes catégories de pays – industrialisés, émergents et moins avancés – sont tout à fait considérables.

Cela alors même que dans un système de taxes harmonisées, il ne serait pas du tout facile de dégager un accord sur la plage de taxe qui permettrait la nécessaire bifurcation des systèmes énergétiques. Rappelons que la taxe proposée par Nordhaus commence à 6-10 €/t CO₂, alors que le rapport Quinet (2009) sur la valeur tutélaire du carbone en France propose 32 €/t CO₂ en 2010, évoluant vers 200 à 300 €/t CO₂ en 2050, un écart de un à cinq pour le seul point de départ !

L'Administration Obama se met à peine en place, et déjà la négociation internationale sur le climat pourrait être, d'ici la COP15 à Copenhague, à la croisée des chemins : soit les arguments à la Nordhaus, tirés de l'approche coût-avantage l'emportent aux États-Unis, soit ce pays revient sur la scène climatique avec des propositions « Kyoto-compatibles ». Dans le premier cas, on doit s'attendre à une nouvelle période d'incertitudes, au cours de laquelle les Européens devront réexaminer leur position ou plus probablement persisteront dans leur effort pour consolider les institutions issues de Kyoto, mais avec une faible efficacité. Le second cas n'est cependant plus improbable, compte tenu de la nomination comme assistante du président pour les questions énergie-climat de Carol Browner – directrice de l'Environmental Protection Agency lors de l'instauration du marché du SO₂ – ou de Todd Stern – ancien de la négociation Kyoto – comme envoyé spécial

(9) *Climate Sensitivity Factor*, qui mesure l'augmentation de température attendue pour un doublement des concentrations.

pour le climat. Il est alors possible qu'un accord, même partiel et préliminaire, se fasse à Copenhague sur la base d'objectifs quantifiés, au moins dans un premier temps pour les pays industrialisés. On retrouverait alors la logique des QELROs, à l'origine du dispositif Kyoto. Les bases d'un Kyoto 2 seraient jetées, elles incorporeraient automatiquement la perspective d'un marché international du carbone.

3.2. Des taxes-carbone nationales dans un système international de quotas

L'instauration et la consolidation d'un système international de quotas CO₂ ne signifierait pas pour autant l'abandon de toute idée de taxe carbone. Car une fois spécifié les objectifs nationaux et la possibilité d'échanges internationaux de quotas, il reste à construire les systèmes d'incitation à l'intérieur de chaque pays. C'est ici qu'il faut se référer aux différents niveaux de construction des politiques climatiques évoqués dans l'introduction, au jeu de « poupées russes » : international, régional-européen, national, local...

En Europe le système ETS serait très certainement conforté par l'adoption d'une architecture Kyoto-compatible. On devra alors s'attendre à ce que les industries intensives et le secteur électrique, d'autres peut-être dans le futur et dans d'autres régions du monde, soient gérés dans ce dispositif. L'ETS constitue une avancée décisive en matière de construction des institutions pour le climat. Plutôt que le remettre en cause, il faut s'attacher à corriger ses défauts de jeunesse, qui disparaîtront d'ailleurs d'autant plus rapidement qu'il communiquera avec des systèmes équivalents dans d'autres pays.

Mais restera la question des dispositifs d'incitation pour les émissions diffuses des secteurs transport et bâtiment. Ici la taxe carbone, ou la Contribution climat-énergie aujourd'hui examinée en France, a toutes les chances de constituer la base d'un signal-prix du carbone donné aux acteurs économiques décentralisés, que l'État devra proportionner à l'ampleur des efforts requis dans ces secteurs du fait de l'existence de la contrainte internationale.

On arriverait ainsi à une architecture d'incitation combinant sur différents niveaux plusieurs instruments économiques pour l'environnement, les quotas au plan international, les taxes pour les secteurs d'émissions diffuses au plan national. Cette architecture imposerait certes un certain niveau de complexité mais elle demeurerait lisible. Elle présenterait par ailleurs une bonne cohérence en permettant de jouer au bon niveau d'action des avantages comparatifs des différents instruments économiques pour l'environnement.

Références bibliographiques

- Baumol W.J. et W.E. Oates (1988) : « Efficiency Without Optimality: The Charges and Standards Approach » in *The Theory of Environmental Policy*, 2^e édition, Cambridge University Press, pp. 159-176.
- Coase R. (1960) : « The Problem of Social Cost », *Journal of Law and Economics*, n° 3, pp. 1-44.
- Cournède B. et S. Gastaldo (2002) : « Combinaison des instruments prix et quantités dans le cas de l'effet de serre », *Économie et Prévision*, n° 156, pp. 51-62.
- Cropper M. et W.E. Oates (1992) : « Environmental Economics: A Survey », *Journal of Economic Literature*, vol. 30, n° 2, pp. 675-740.
- Dales J.H. (1968) : *Pollution, Property and Prices*, Toronto University Press.
- Kopp R.J., W.A. Pizer, R.D. Morgenstern et M.A. Toman (2000) : « A Proposal for Credible Early Action in US Climate Policy » in *Flexible Mechanisms for Efficient Climate Policy: Cost Saving Policies and Business Opportunities*, Brockmann et Stonzik (eds), Physica-Verlag, Heidelberg.
- Nordhaus W.D. (2009) : *Economic Issues in Designing a Global Agreement on Global Warming*, Communication à Climate Change: Global Risks, Challenges & Decisions, Copenhague, 10-12 mars.
- Philibert C. (2003) : « Prix versus quantités : taxes ou permis contre le changement climatique » in *Kyoto et l'économie de l'effet de serre*, Rapport du CAE, n° 39, La Documentation française, pp. 205-219.
- Pizer W. (1998) : « Prices vs. Quantities Revisited: The Case of Climate Change », *Resources for the Future, Discussion Paper*, n° 98-02.
- Quinet A. (2009) : *La valeur tutélaire du carbone*, La Documentation française, 421 p.
- Stern N. (2006) : *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, UK House of Commons, 575 p.
- Weitzman M. (1974) : « Prices vs. Quantities », *Review of Economic Studies*, vol. 41, n° 4, pp. 477-491.
- Weitzman M. (2007) : « A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change », *Journal of Economic Literature*, vol. 45, n° 3, pp. 703-724.

Complément 3B

Approches sectorielles et lutte contre le changement climatique

Richard Baron

Agence internationale de l'énergie (OCDE) et CEDD

Introduction

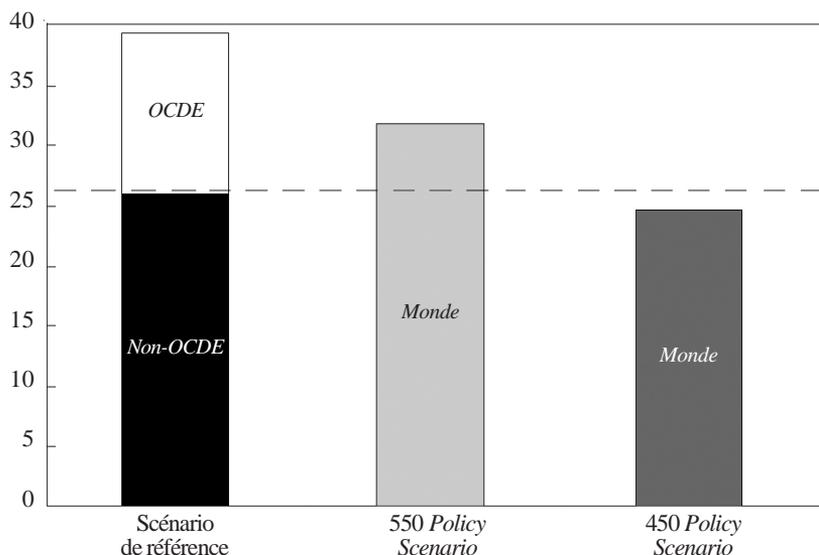
La négociation d'un accord international pour faire suite au Protocole de Kyoto sur la limitation des émissions de gaz à effet de serre est en quête de nouveaux moyens d'accroître les efforts pour réduire les émissions mondiales. L'approche ouverte à Kyoto reste appropriée pour les pays développés, tout à fait à même de mettre en place des politiques et mesures pour atteindre les objectifs d'émissions entérinés à l'échelle internationale. L'apport de Kyoto est, sans contexte, la mise à disposition d'un mécanisme de coordination grâce à la possibilité – pas l'obligation – d'échanger des quotas entre pays. Les États-Unis, en dehors de Kyoto, ont récemment engagé le débat sur un objectif domestique de réduction et sur un système de quotas d'émissions échangeables. D'autres, comme le Mexique et la Corée du Sud, désormais membres de l'OCDE, envisagent de faire de même, sans doute dans le cadre d'objectifs d'émissions nationaux qui formeraient leur engagement à la Convention Climat. Ces pays semblent ainsi se rapprocher de la démarche initiale du Protocole de Kyoto, amplement reprise par les pays européens avec la mise en place d'un système de quotas échangeables appliqués à l'industrie et aux secteurs producteurs d'énergie. L'Europe a ainsi construit un élément essentiel de la politique climatique internationale avec un marché opérationnel du carbone. Ce marché a d'ailleurs permis d'engager des projets de réduction dans les pays en développement, par le biais du Mécanisme de développement propre (MDP), prévu à l'Ar-

ticle 12 du Protocole de Kyoto. Mais ces projets sont très loin d'infléchir la croissance des émissions des pays en développement.

Ceux-ci, grands pays émergents compris, ont à faire face à de multiples défis : développement des infrastructures, partage des richesses d'une croissance galopante, accompagnée d'une augmentation très importante des besoins énergétiques et des émissions de CO₂ associées⁽¹⁾. Cependant, pour une part importante de la population des pays dits en développement, l'éradication de la pauvreté reste une priorité.

Il ne fait néanmoins aucun doute que la stabilisation des concentrations à un niveau soutenable – qu'il s'agisse des 2 degrés avancés par l'Union européenne ou une concentration à 450 ppm – ne pourra se faire que si les pays émergents réduisent leurs émissions par rapport à la tendance, comme le montre le graphique 1. Quand bien même les pays de l'OCDE parviendraient à réduire à néant leurs émissions d'ici 2030, le reste du monde continuerait d'émettre à un niveau supérieur à la contrainte globale imposée par un scénario à 450 ppm.

1. Émissions de CO₂ de l'OCDE et du reste du monde pour divers scénarios climatiques



Note : Les scénarios « 550 Policy Scenario » et « 450 Policy Scenario » permettraient une stabilisation des concentrations en gaz à effet de serre, tous gaz confondus, aux niveaux de 550 et 450 ppm.

Source : AIE (2008c).

(1) Depuis quelques années déjà, les pays de l'OCDE représentent une part décroissante des besoins énergétiques mondiaux et des émissions de CO₂ associées (AIE, 2008a).

Reste ouverte la double question des instruments à mettre en place à l'échelle internationale pour engager les pays en développement (PED), et du partage de l'effort. À ce stade, les PED ont beau jeu de faire remarquer les tendances d'émissions des pays de l'OCDE et de rappeler un des éléments fondateurs de la Convention Climat : les pays visés à l'Annexe I doivent prendre « l'initiative de modifier les tendances à long terme » des émissions (Article 4.2.a de la Convention Climat). D'autre part, un certain nombre d'indicateurs objectifs rappellent un déficit de capacité et de moyens, qui rendent encore difficile la mise en place de politiques réellement contraignantes sur les émissions des pays du Sud (on pensera aux émissions ou au PIB par tête de l'Inde). Que faire en attendant que les plus gros émetteurs parmi les pays en développement s'engagent souverainement dans la lutte contre la croissance des émissions globales ?

C'est dans ce cadre, non définitif, que les approches sectorielles ont commencé à émerger, à la fois dans l'esprit d'observateurs de la négociation climat et de secteurs souhaitant prendre, pour ainsi dire, leur destin en main.

Comme nous allons le voir, les motivations et formats proposés pour ces approches sectorielles sont divers, et il n'est pas encore possible de dire où cette discussion aboutira dans la négociation actuelle. Il n'en reste pas moins que les approches sectorielles ont soulevé des questions très importantes s'agissant de la gestion du problème climatique global. Quel que soit le cadre d'action internationale sur lequel les Parties se mettront d'accord lors de la conférence de Copenhague (et celles qui suivront...), ces questions resteront.

1. Motivations et options en vue d'approches sectorielles

Deux éléments très distincts ont amené à réfléchir autour d'instruments sectoriels pour la gestion des émissions de gaz à effet de serre (GES) :

- la reconnaissance de l'insuffisance des mécanismes de soutien aux réductions d'émissions dans les pays en développement (essentiellement, aujourd'hui, le MDP et l'aide bilatérale) ;
- l'apparition de distorsions de compétition dont souffriraient les industriels des pays développés du fait de la contrainte sur leurs émissions.

Nous commençons par exposer ce dernier aspect, pour revenir ensuite sur les solutions proposées pour augmenter la participation des pays en développement à l'effort de réduction.

1.1. Politique climatique et compétitivité

Les enjeux industriels d'une contrainte forte sur les émissions de CO₂ sont multiples, tant l'industrie se trouve à la fois au cœur du problème et détentrice d'une partie des solutions (EpE-Iddri, 2008). C'est néanmoins sur un seul aspect que se sont focalisés les débats : les effets négatifs pour

l'industrie d'une contrainte asymétrique sur les émissions de gaz à effet de serre. Aujourd'hui encore, c'est l'argument qui pousse le gouvernement australien à retarder l'adoption d'un système de quotas échangeables, et qui fait amender les objectifs d'émissions des propositions de loi au Congrès des États-Unis. C'est également pour ces raisons que les législateurs (Europe incluse) optent encore pour une allocation gratuite, plutôt que la mise aux enchères systématique des quotas.

C'est sans doute en Europe, puisqu'elle a été en pointe dans la mise en œuvre des politiques de réduction, que la discussion est la plus vivace. Les éléments principaux de cette discussion sont relativement simples (voir à ce sujet Bureau et Mougeot, 2004, Reinaud 2005, OCDE, 2003 et Demailly, 2007) :

- une région du monde met un prix sur les émissions de CO₂ (légitime au vu du dommage climatique) de certaines de ses activités économiques, dont certaines sont en concurrence forte avec le reste du monde ;
- le reste du monde n'impose aucun coût similaire et voit sa compétitivité améliorée par le surcoût payé par ses compétiteurs ;
- dans certaines conditions, le reste du monde gagnera des parts de marché, augmentera sa production et, ce faisant, verra croître ses émissions de CO₂ associées, compensant ainsi pour partie les efforts de réduction de la première région. On parle alors de fuite de carbone, mesurée par un taux égal au ratio de l'augmentation des émissions dans les régions sans contrainte et des réductions effectuées dans la zone contrainte. Un taux de 100 % ou plus implique l'annihilation complète des efforts de réduction.

La mise en place du système européen de quotas d'émissions échangeables (SEQEN ou encore EU ETS) en 2005 a suscité de très vives discussions sur la question des fuites de carbone. De nombreuses études économiques, à base de modélisation économétrique ou de simulations en équilibre partiel, sont venues éclairer cette question, rendue difficile par une mise en œuvre du SEQEN assez éloignée de l'idéal théorique (ainsi, si les émissions d'une installation au-dessus de son allocation initiale doivent être compensées par un achat de quotas, une nouvelle installation pourrait quant à elle jouir d'une allocation gratuite au titre de nouvel entrant...).

Reinaud (2008), dans sa revue de ces travaux met en exergue l'extrême divergence des résultats, avec des taux de fuites qui varient entre moins de 1 % et plus de 70 % selon les secteurs, la région appliquant la contrainte et les valeurs du carbone. Certaines hypothèses sur les élasticités prix et sur la substituabilité des biens importés aux biens domestiques jouent également un rôle prépondérant. La prise en compte des coûts de transport est également variable dans ces analyses.

Une analyse *ex post* des flux commerciaux lors de la première période d'application de l'EU ETS n'a guère révélé les fuites prévues par la modélisation économique. Comme le montre Reinaud (2008), les conditions de

la mise en œuvre du système européen entre 2005 et 2007 laissent prévoir des fuites de carbone très limitées, voire nulles :

- les secteurs industriels les plus exposés ont bien souvent reçu des allocations excédentaires, qui n'encouragent guère à une gestion économique rationnelle des quotas, lors d'une phase initiale ;
- les secteurs vulnérables du fait de leur consommation d'électricité (en particulier l'aluminium) jouissent encore, à ce moment, de contrats d'approvisionnement avec les producteurs d'électricité, contrats conclus bien avant la mise en œuvre du système européen. Ils sont en partie protégés contre une augmentation des prix de gros de l'électricité causée par la contrainte carbone ;
- il s'agit d'une période relativement faste pour les producteurs de matériaux, durant laquelle acier, ciment et aluminium connaissent une croissance très forte tirée par la demande chinoise, avec des niveaux de prix internationaux trop élevés pour qu'on y décèle un éventuel surcoût lié au CO₂.

Ceci n'invalide en rien les analyses sur les fuites de carbone. Au fur et à mesure que la contrainte sur les émissions se fera plus pressante, que les producteurs d'électricité seront délivrés de leurs contrats d'approvisionnement, et que la croissance industrielle se ralentira, la menace des fuites de carbone se fera à nouveau sentir. Si l'enjeu environnemental global n'est pas majeur, c'est une question qui fait barrière au progrès dans les objectifs de réduction des pays développés.

Une autre dimension s'ajoute au problème de compétitivité : les industriels européens, américains et japonais comptent pour une part relativement faible dans la croissance industrielle mondiale actuelle. Le problème des émissions de GES d'origine industrielles serait avant tout, et de plus en plus, du ressort des pays émergents, en particulier de la Chine.

Dès lors, les porte-parole des secteurs du ciment, de la sidérurgie et de l'aluminium appellent de leurs vœux des approches sectorielles internationales pour engager leurs partenaires des pays en développement vers des modes de production plus efficaces en énergie et moins émetteurs. Mais le contenu exact de ces approches reste flou.

1.2. Des projets MDP aux objectifs sectoriels

Une autre discussion est à l'œuvre après la ratification du Protocole de Kyoto. Comment envisager l'après 2012 et la nécessaire participation des pays en développement (PED) dans l'effort de réduction global ? Il apparaît assez tôt que le MDP ne suffit pas à mobiliser les potentiels de réduction des PED, et qu'il n'est pas, de par son dessein initial, appelé à jouer un rôle pérenne :

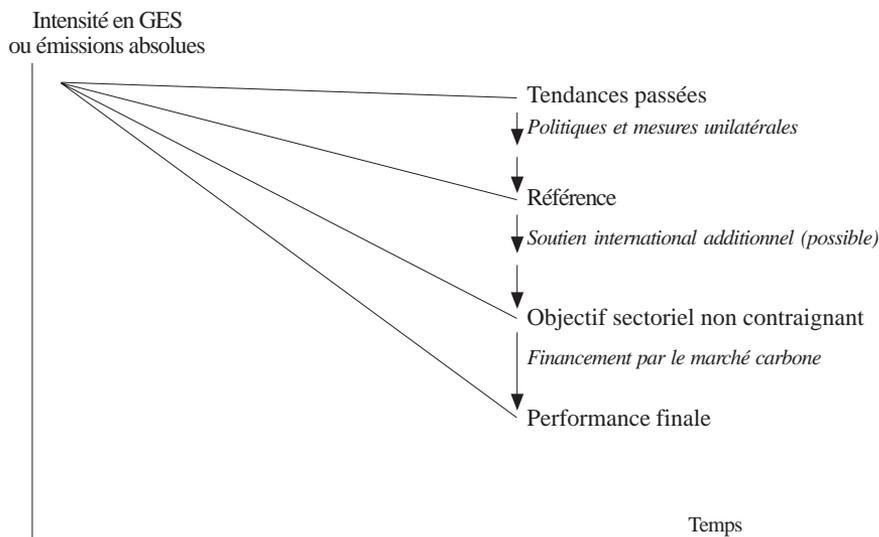
- à ce jour, le MDP générerait des certificats de réduction d'émissions à hauteur de 1,3 à 1,6 milliard de tonnes de CO₂ (GtCO₂) évitées entre 2000

et 2013, et jusqu'à 7.6 GtCO₂ en 2020. Cela pèse en fait bien peu par rapport aux émissions annuelles des pays hors Annexe I (13 GtCO₂ d'origine énergétique pour la seule année 2006). De fait, si les turbines éoliennes chinoises sont effectivement créditées pour la non-émission de CO₂, les émissions du secteur électrique chinois restaient sur une tendance très haussière jusqu'à la crise économique ;

- par ailleurs, et c'est un point saillant de la négociation actuelle, les certificats d'émissions des projets MDP ne font que compenser les émissions des pays développés qui les utilisent pour assurer la conformité avec leurs engagements à moindre coût. Mais sans engagement de ceux-ci, aucune réduction d'émission dans les pays du Sud. Le MDP ne réduit pas les émissions au-delà des engagements des pays développés, il aide à réduire le coût de ceux-ci en offrant un potentiel de réductions bon marché dans les PED.

Comment passer d'une approche par projet à une approche sectorielle, tout en augmentant la contribution des PED à l'effort global de réductions ? À la suite d'une idée développée par Philibert (2000), consistant à donner l'accès au marché du carbone aux PED en cas de surplus par rapport à leurs objectifs, sans les pénaliser en cas de non-conformité avec ces objectifs, le Center for Clean Air Policy de Washington a développé la notion de « *sectoral no lose target* », soit un objectif sectoriel non contraignant (OSNC) (voir Schmidt et al., 2008, pour une discussion récente). La démarche est décrite dans le graphique 2.

2. Illustration d'objectif sectoriel non contraignant



Source : Ward (2008).

Un pays souhaitant s'engager sur un objectif sectoriel non contraignant doit faire preuve d'efforts récents de réduction ; il serait éventuellement éligible à un soutien additionnel pour aller au-delà et atteindre ainsi l'objectif sectoriel ; une fois cet objectif dépassé, il générerait des crédits d'émissions échangeables sur le marché international du carbone. Ainsi, les efforts pour passer de la référence à l'objectif sectoriel seraient une contribution nette à la réduction des émissions globales de CO₂. On notera qu'en ordonnée figurent deux options : des émissions en valeur absolue (un quota) ou en intensité (tonnes de CO₂ par megawatt-heure ou par tonne de ciment, etc.)

L'intérêt de cette approche pour un PED est l'absence de pénalité en cas de non-atteinte de l'objectif sectoriel. Le pendant en est que les crédits d'émissions ne pourraient être délivrés qu'une fois vérifiée la performance du secteur. Des travaux ont été menés pour tester ce concept en situation réelle, en faisant abstraction, pour le moment, de sa recevabilité politique (CCAP et *al.*, 2008). Ces travaux prennent pour cas d'étude les secteurs de l'acier, de l'aluminium, du ciment, de l'électricité et du raffinage (dans le cas du Mexique uniquement).

L'idée d'un objectif sectoriel non contraignant est, à l'initiative de l'Union européenne, sur la table des négociations en vue de Copenhague ; les États-Unis vont également dans ce sens et la Corée évoque la possibilité de passer les crédits carbone d'une échelle de projet à une échelle de politiques et mesures. La proposition européenne s'accompagne d'une version plus exigeante mais également plus pratique : l'établissement de quotas d'émissions sectoriels juridiquement contraignants. Dans le cas des quotas sectoriels, l'allocation aurait lieu *ex ante*, permettant au pays de distribuer plus facilement ces quotas aux entités impliquées, leur donnant les moyens et toute visibilité pour gérer leurs contraintes respectives et leur accès au marché international du carbone (voir Baron et *al.*, 2009 pour une discussion de ces options). Ici encore, il s'agit d'une mesure qui engage le pays sur un ou plusieurs secteurs, mais pas sur la totalité de ses émissions nationales. À terme, les objectifs nationaux prendraient le relais.

1.3. Compétitivité et négociation climat, l'impossible rencontre ?

D'un côté, les approches sectorielles sont motivées par un souci de régler les problèmes de compétitivité et de fuites de carbone. De l'autre, elles seraient un moyen d'engager les pays en développement à l'aide d'une incitation venant du marché du carbone. Il y a, *a priori*, une contradiction entre la motivation des industrielles et l'approche proposée dans la négociation. En effet, les objectifs sectoriels non contraignants créeraient une subvention à la modernisation de secteurs qui sont en compétition avec des acteurs qui paient, eux, un coût pour leurs émissions de CO₂. Si le signal prix fonctionne dans les deux cas, il risquerait bien d'exacerber les fuites de carbone en offrant des crédits ici alors qu'il taxe les émissions là.

Tout l'enjeu est donc dans la relative sévérité des engagements négociés, mais aussi dans la façon dont ses objectifs sectoriels pourraient être

amenés à évoluer dans le temps, par exemple en se transformant en quotas réellement contraignants pour les sources couvertes.

Un autre obstacle de taille est posé par les pays en développement, qui refusent catégoriquement toute mention des questions de compétitivité, quand bien même celles-ci porteraient sur l'intégrité de l'objectif environnemental de la Convention Climat – c'est bien le cas ici, puisque les fuites risquent de saper les efforts de réduction des pays développés. Il n'est pas certain, par ailleurs, que la Convention Climat soit le forum idéal pour une discussion sur ce sujet, toutes les Parties n'ayant pas vocation ni légitimité à discuter de secteurs dans lesquels elles jouent parfois un rôle mineur.

2. Discussions sectorielles : forces en présence

Outre la recherche d'options pour une gestion plus globale des émissions de GES dans le cadre de la Convention Climat, un certain nombre d'efforts sectoriels sont en cours à l'échelle internationale, et dont nous devons rendre compte ici parce qu'ils pourraient ouvrir la voie à des négociations sectorielles plus restreintes.

2.1. Partenariat Asie-Pacifique

En janvier 2007, sans doute en vue de créer une alternative au Protocole de Kyoto, l'Administration Bush a lancé un « partenariat Asie-Pacifique pour un développement propre et le climat », réunissant, outre les États-Unis, l'Australie, la Chine, la Corée du Sud, l'Inde et le Japon, bientôt rejoints par le Canada, qui a pour le Protocole de Kyoto un sentiment proche de celui de son grand voisin.

Ce partenariat est structuré autour de *task forces* sectorielles. On retrouve ici les grands secteurs émetteurs : électricité, acier, aluminium, ciment entre autres. Chaque *task force*, qui mène les travaux techniques, réunit des représentants des gouvernements et de l'industrie. Ce partenariat public-privé vise essentiellement à identifier et à échanger les meilleures pratiques disponibles, et à quantifier les potentiels d'économies d'énergie et de réductions de CO₂ associées, dans une optique sans regret (c'est-à-dire à coût en carbone faible, voire nul).

En 2008, la *task force* consacrée à la sidérurgie a annoncé un objectif commun de réductions de quelque 127 MtCO₂ pour l'ensemble des pays, objectif modeste au regard des émissions du secteur estimées à 2,1 GtCO₂ pour l'année 2005 (Baron et al., 2007), et de l'évaluation de l'AIE sur ce même secteur, aux alentours de 350 MtCO₂ (AIE, 2008b). À la différence des OSNC, ce type d'évaluation a été faite sans lien avec un quelconque prix du carbone – les efforts demandés aux secteurs seraient ainsi très peu efficaces au regard des coûts encourus par ces mêmes activités dans le cadre du SEQEN, par exemple.

Un des apports cependant essentiels de ce partenariat est sans doute la collecte de données de performance énergétique et d'émissions sur la base

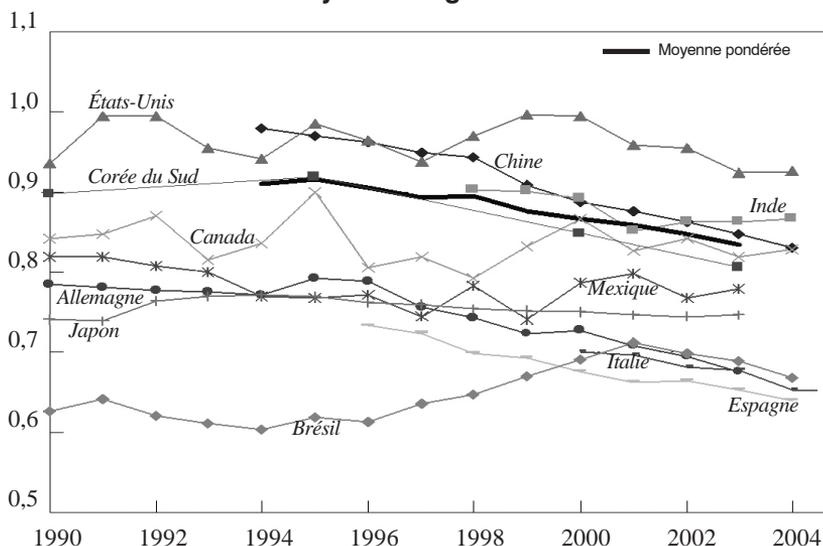
de protocoles de mesure communs. Tous les travaux sectoriels concourent sur ce point qui peut paraître trivial mais est en fait crucial dès lors qu'un gouvernement doit allouer un effort de réduction à différents secteurs et entités. En outre, la définition même de ces activités et du périmètre de leurs émissions est importante pour l'attribution adéquate de quotas.

Un autre apport potentiel du partenariat Asie-Pacifique est l'établissement d'un groupe de discussion autour de grands secteurs avec des pays qui représentent l'essentiel de la production mondiale de ces industries. Si les gouvernements le souhaitent, cette structure pourrait servir de forum pour une série de négociations sectorielles, dans un cadre beaucoup plus restreint mais également plus spécialisé que celui offert par la Convention Climat.

2.2. Initiatives des fédérations internationales

Pour compléter ce tour d'horizon des efforts sectoriels, mentionnons les initiatives de la *World Steel Association* (worldsteel), de la *Cement Sustainability Initiative* (CSI) et de l'*International Aluminium Institute* (IAI). Les initiatives de ces groupes sont volontaires, mais ont sans doute contribué à matérialiser l'urgence des enjeux climatiques dans des secteurs qui se voyaient comme très vulnérables du fait de leur forte empreinte carbone (en moyenne, près de 2 tonnes de CO₂ par tonne d'acier, 0,8 tCO₂ par tonne de ciment ; l'aluminium, très intensif en électricité, émet plus de 10 tCO₂ par tonne, si l'on tient compte des émissions de l'électricité associée ; les variations régionales sont considérables dans tous les cas, voir le graphique 3 pour une illustration dans le cas du ciment).

3. Émissions de CO₂ associées à la production du ciment, moyennes régionales



Source : AIE (2007).

Les travaux de ces fédérations sont de nature volontaire, et par ailleurs limités par la stricte observance de règles visant à éviter toute entente parmi leurs membres (voir Baron et *al.* 2007 pour une description des mandats et responsabilités des fédérations).

Les compagnies membres de l'IAI ont réduit leurs émissions de composés fluorés (de puissants gaz à effet de serre) de quelque 87 % entre 1990 et 2007 et poursuivent leur effort. La sidérurgie a, pour le moment, coordonné les efforts internationaux de recherche et développement en vue de la production d'acier à faible contenu en carbone ; la Commission européenne y a d'ailleurs apporté un soutien financier très important, dans le cadre du programme ULCOS (*Ultra-Low CO2 Steel*). Celui-ci qui devrait déboucher sur des projets de démonstration dans les années à venir ; des projets similaires sont en cours en Amérique du Nord et en Asie. Quant à la CSI, elle s'est focalisée sur l'étude de scénarios d'approches sectorielles autour du marché du carbone mais travaille également à l'élaboration d'un plan de route technologique en vue d'un ciment à faible contenu en carbone. Tous les membres de la CSI ont aussi pris des engagements quantifiés sur leurs émissions, couvrant l'ensemble de leurs installations de par le monde.

Dans tous les cas, la collecte de données sur les performances a été la base des travaux ; elle a d'ailleurs requis la mise en place de systèmes préservant l'anonymat des compagnies, pour éviter tout risque de collusion.

Comme on le voit, ces travaux et discussions internationales intra-sectorielles sont, *in fine*, limitées dans leur portée par l'absence d'interlocuteurs gouvernementaux ou intergouvernementaux. Il ne peut s'agir ici de négocier des engagements ou encore un prix du carbone.

3. Quels risques et opportunités ?

Comment réconcilier les impératifs de la politique climatique internationale avec les efforts menés par les secteurs ? Y a-t-il là matière à progrès vers une inclusion d'un nombre plus importants d'acteurs dans des pays aujourd'hui exemptés de tout effort, ou ira-t-on au contraire vers un ralentissement des efforts, compte tenu de la complexité des aspects sectoriels ? Sans retour, à ce jour, des pays en développement sur ces propositions, toute réponse serait prématurée. Il est cependant utile de réfléchir aux avantages et inconvénients d'approches visant à englober des secteurs, à une échelle internationale, dans un effort de réduction des émissions.

3.1. Étendre la visibilité du prix du carbone

La notion d'accord sectoriel a, dans un premier temps, été reçue avec beaucoup de scepticisme par les économistes, qui voyaient là une opportunité pour ces secteurs de négocier un traitement de faveur. C'est ce qui se produirait si, par exemple, on s'en tenait aux objectifs de réduction de l'acier discutés dans le partenariat Asie-Pacifique. Ces objectifs ne prennent effectivement aucun compte de la valeur positive du carbone.

Les objectifs sectoriels non contraignants sont évidemment dans une tout autre logique : il s'agit bien de donner l'accès au marché du carbone à des grands secteurs émetteurs des pays émergents, et de négocier des objectifs de réduction ambitieux à cette fin.

On peut d'ailleurs très bien envisager qu'une méthodologie utilisée pour négocier un objectif dans le secteur du ciment dans le pays X soit utilisée comme base de travail pour une négociation similaire dans un pays Y. Cela serait un pas dans la direction d'un traitement relativement homogène des acteurs internationaux au sein d'un même secteur, même si nous serions encore loin d'un accord sectoriel international.

3.2. Négociations et approches sectorielles

Il faut en revanche se garder d'une vision trop simple des grands secteurs émetteurs : si les produits sont relativement homogènes (ciment, aluminium et acier primaires), les processus, matières premières et performances sont, on l'a vu dans le cas du ciment, très variables. En outre, les meilleures pratiques se trouvent généralement dans les PED, parce que s'y trouvent les installations les plus récentes (l'usine d'aluminium la plus efficace au monde se trouve au Mozambique).

C'est sans doute au croisement de données économiques, techniques, et des principes d'équité adoptés par la Convention Climat que se joueront la formulation et le succès éventuel d'approches sectorielles. Les parties à la Convention ont adopté les notions de « responsabilités communes mais différenciées », et de « capacités respectives » ; les responsabilités renvoient aux émissions passées, et la capacité aux systèmes économiques, gouvernementaux, techniques et sociaux en place dans les pays et pouvant être mobilisés pour réduire les émissions. Pourrait-on, dès lors, isoler un secteur, en arguant du fait qu'il est techniquement et économiquement à même de gérer sa contrainte CO₂ et faire fi de la situation du reste du pays ? Si la production d'acier repose sur les mêmes savoir-faire et technologies en Chine, aux États-Unis, et en Europe avec des coûts et des prix internationaux similaires, comment justifier l'absence de contrainte carbone d'un côté et le risque de fuites de carbone qui en découle ? Cette logique n'a pas encore fait l'objet de discussions à la Convention climat, où l'on s'en tient, pour le moment, à la proposition d'approches liant secteurs et marché du carbone.

3.3. Pistes et incertitudes

Nous avons présenté brièvement l'approche sectorielle envisagée aujourd'hui dans les négociations climat. Celle-ci, à partir d'objectifs sectoriels à défaut d'être nationaux, s'articule autour des incitations fournies par le marché du carbone. En termes économiques, elle semble éviter le risque de pertes d'efficacité causées par des prix du carbone différents d'un secteur à l'autre.

Plusieurs questions apparaissent comme cruciales pour la négociation :

- comment négocier des objectifs sectoriels ambitieux et cohérents d'un pays à l'autre ? Le processus d'élaboration de ces objectifs et de leur intégration dans une trajectoire globale d'émissions reste à définir. La participation du secteur privé dans cette négociation et les risques liés à l'asymétrie d'information qui règne sur ces activités appellent une prudence particulière. Les négociations des plans nationaux d'allocation des quotas en Europe pourraient fournir des enseignements utiles en la matière ;

- les engagements des pays développés seront-ils suffisants pour soutenir une offre de crédits venant non plus de projets individuels, mais de secteurs entiers ? Il faut en effet éviter de décevoir les attentes sur ce point, et tout spécialement si les objectifs sectoriels sont non contraignants. En effet, ceux-ci ne contribueront aux réductions globales que si les secteurs et pays sont incités à aller au-delà de la tendance de référence⁽²⁾ ;

- qu'advient-il des questions de compétitivité ? La négociation d'objectifs sectoriels dans l'industrie lourde devrait mettre cette question au cœur des débats – l'industrie européenne est tout à fait consciente de l'effet pervers que les OSNC pourraient avoir sur les fuites de carbone. Un choix devrait alors être fait entre incitations données aux PED, et mise à niveau des conditions de la compétition internationale.

Il se peut également que les approches sectorielles, et tout particulièrement les questions de compétitivité, soient discutées en dehors de la Convention Climat. Un exemple en est fourni en ce moment avec les débats du *Major Economies Forum* (MEF) sur la coopération en matière de développement de technologies à faible teneur en carbone. Comme mentionné plus haut, le partenariat Asie-Pacifique offre un forum possible pour une telle négociation, mais n'inclut pas l'Union européenne ; en outre, les États-Unis et autres partenaires n'ont pas donné de signes en ce sens.

En attendant, des mesures unilatérales sont prises pour tenter d'adapter les secteurs industriels au risque de fuites de carbone. Il s'agit essentiellement, jusqu'à présent, d'allouer gratuitement les quotas aux industries les plus exposées à la concurrence des PED. Si cela leur permet de réduire la charge financière de la contrainte carbone, cela ne constitue pas un remède totalement efficace contre les fuites de carbone (*cf.* complément 3C de Élodie Galko). Il est toujours temps, lorsque vient le moment de choisir la localisation de nouvelles capacités de production, de s'installer à l'extérieur de la région sous contrainte CO₂. L'ajustement du coût du carbone à la frontière est également étudié, à la fois en Europe et aux États-Unis. Quelle que soit l'option retenue pour stopper d'éventuelles fuites de carbone, il est peu probable que celle-ci ait une influence majeure sur les modes de production des pays émergents ; pour une très large part, leur production de matériaux satisfait en effet une demande domestique (Houser et al., 2008). Une discussion internationale sur ces grands secteurs émetteurs semble presque inévitable.

(2) Voir Baron et al. (2009) pour un aperçu de l'offre potentielle dans un mécanisme de crédits sectoriels.

Références bibliographiques

- AIE (2007) : *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*, International Energy Agency, OCDE, Paris.
- AIE (2008a) : *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*, International Energy Agency, OCDE, Paris.
- AIE (2008b) : *Energy Technology Perspectives*, International Energy Agency, OCDE, Paris.
- AIE (2008c) : *World Energy Outlook, 2008*, International Energy Agency, OCDE, Paris.
- Baron R. (2006) : « Politique climatique et compétitivité », *Notes de l'IDDRI*, n° 11.
- Baron R., I. Barnsley et J. Ellis (2008) : « Options for Integrating Sectoral Approaches into the UNFCCC », *OECD/IEA information Paper*, n° COM/ENV/EPOC/IEA/SLT (2008) 3.
- Baron R., B. Buchner et J. Ellis (2009) : « Sectoral Approaches and the Carbon Market », *IEA/OECD Information Paper*.
- Baron R. et J. Ellis (2006) : « Sectoral Crediting Mechanisms for Greenhouse Gas Mitigation : Institutional and Operational Issues », *OECD/IEA Information Paper*, n° COM/ENV/EPOC/IEA/SLT (2006) 4.
- Baron, R., J. Reinaud, C. Philibert et M. Genasci (2007) : « Sectoral Approaches to Greenhouse Gas Mitigation. Exploring Issues for Heavy Industry », *IEA Information Paper*.
- Bureau D. et M. Mougeot (2004) : « Politiques environnementales, fiscalité et compétitivité des entreprises » in *Politiques environnementales et compétitivité*, Rapport du CAE, n° 54, La Documentation française.
- CCAP, CEPS, CCC, ZEW et IDDRI (2008) : *Sectoral Approaches: A Pathway to Nationally Appropriate Mitigation Actions*, Center for Clean Air Policy Interim Report, Executive Overview, décembre.
- Demailly D. (2007) : *Compétitivité et fuites de carbone dans l'industrie sous politique climatique asymétrique*. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur de l'EHESS, Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, Nogent-sur-Marne.
- EpE-IDDRI (2008) : *Scénarios de transition vers un monde économe en carbone en 2050 : quels enjeux pour l'industrie ?*, novembre.

- Hourcade J-C., D. Demailly, K. Neuhoff, M. Sato, M. Grubb, F. Matthes et V. Graichen (2008) : *Differentiation and Dynamics of EU-ETS Industrial Competitiveness Impacts: Final Report*, Climate Strategies.
- Houser T., R. Bradley, B. Childs, J. Werksman et R. Heilmayr (2008) : *Leveling the Carbon Playing Field*, Peterson Institute for International Economics and World Resources Institute, mai.
- OCDE (2003) : « Environmental Policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments », *OECD Working Paper*.
- Philibert C. (2000) : « How Could Emissions Trading Benefit Developing Countries », *Energy Policy*, vol. 28, n° 13, novembre.
- Reinaud J. (2005) : « Industrial Competitiveness under the European Union Emissions Trading Scheme », *IEA Information Paper*.
- Reinaud J. (2008) : « Issues Behind Competitiveness and Carbon Leakage. Focus on Heavy Industry », *IEA Information Paper*, OECD/IEA.
- Schmidt J., N. Helme, J. Lee et M. Houdashelt (2008) : « Sector-Based Approach to the Post-2012 Climate Change Policy Architecture », *Climate Policy*, n° 8, pp. 494-515.
- Vieillefosse A. (2007) : « Des accords sectoriels dans les engagements post-2012 ? », *Document de Travail, Études, Méthodes, Synthèses*, Ministère de l'Écologie et du Développement durable.
- Ward M. (2008) : Communication au 'IEA International Workshop on Sectoral Approaches to Climate Policy', 14-15 mai.

Complément 3C

Fuites de carbone

Élodie Galko

DGTPE

Le Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC) définit les fuites de carbone comme la « partie des réductions d'émissions dans les pays visés à l'Annexe B susceptibles d'être annulées par une augmentation des émissions au-dessus de leurs niveaux de référence par les pays non soumis aux obligations. ». L'existence de fuites de carbone est donc susceptible d'entraîner des effets majeurs quant à l'intégrité environnementale des politiques d'atténuation du changement climatique, telles que celle de l'Union européenne.

Dans le cadre des négociations sur le paquet climat-énergie, les débats européens portant sur la problématique des fuites de carbone ont longtemps été suspectés de couvrir des objectifs uniquement protectionnistes : la protection de l'environnement n'aurait été qu'un prétexte pour sauvegarder la compétitivité des entreprises nationales. Dans sa version finale adoptée en décembre 2008, le paquet climat et plus précisément la directive ETS considèrent explicitement la question des fuites⁽¹⁾ de carbone et prévoient de mettre en place des mesures pour les limiter. Les secteurs identifiés comme exposés au risque de fuite de carbone devraient d'abord bénéficier d'une allocation gratuite de quotas et non les acquérir aux enchères comme cela

(1) L'article 10ter de la directive prévoit qu'avant la mi-2010, la Commission présente un rapport au Parlement européen et au Conseil évaluant si certains secteurs ou sous-secteurs à forte intensité énergétique sont exposés à un risque important de fuites de carbone. Le rapport devra également proposer des mécanismes correctifs.

était prévu dans le projet initial présenté par la Commission. Par ailleurs, il est également envisagé d'intégrer dans le système communautaire d'échanges de quotas les importateurs de produits fabriqués par les secteurs ou sous-secteurs exposés au risque de fuites. La directive ETS propose donc de traiter la question des fuites d'abord par la voie de l'allocation gratuite, puis éventuellement en mettant en place un système d'ajustement aux frontières de l'Union Européenne.

La littérature économique traitant de la question des fuites de carbone est assez restreinte et s'est surtout concentrée sur le secteur du ciment. L'objet de ce complément est d'analyser les solutions qu'il est possible et envisagé de mettre en place pour limiter les fuites de carbone.

La première section s'attache à expliquer la principale cause des fuites de carbone, à savoir l'absence d'engagement d'un pays tiers, et le lien entre fuites de carbone et pertes de compétitivité. La deuxième section analyse l'allocation gratuite comme moyen de lutter contre les fuites de carbone. La troisième section décline les options d'ajustement aux frontières et analyse leur compatibilité aux règles de l'OMC.

1. Les fuites de carbone, conséquences économiques et environnementales d'un engagement unilatéral

1.1. Un engagement unilatéral dans la lutte contre le changement climatique

Très peu de pays ont aujourd'hui mis en place une politique climatique ambitieuse de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre. À ce titre, l'Union européenne fait figure de pionnière en ayant instauré dès 2005 le premier marché obligatoire de quotas de CO₂. Ce marché a pour la première fois fait émerger un prix du carbone.

Néanmoins, la politique européenne souffre de l'absence de politique équivalente chez ses principaux partenaires économiques (pays émergents et autres pays industrialisés). La politique de réduction des émissions mise en place en Europe depuis 2005 est en effet unilatérale. Outre le fait que l'Union européenne ne peut à elle seule résoudre le problème du changement climatique, la politique européenne entraîne des conséquences majeures sur le positionnement concurrentiel des entreprises européennes. La mise en place d'engagements contraignants et ambitieux pour les industries européennes se répercute mécaniquement sur leurs coûts de production, diminuant de ce fait leur compétitivité.

La perte de compétitivité des industries européennes se traduit par des pertes de parts de marché et des délocalisations. Dans les deux cas, l'intégrité environnementale de la politique européenne s'en trouve compromise. Les reports de production hors de l'Union européenne se traduisent en effet par une baisse des émissions et donc une contrainte qui se desserre pour les

autres industries soumises au marché des quotas. Les réductions d'émissions observées sur le périmètre ETS sont alors fictives puisque reportées sur une entité productrice non couverte par le marché de quotas européens. Par ailleurs, la production peut le cas échéant se reporter vers des usines qui peuvent produire en émettant davantage de gaz à effet de serre. Dans ce cas, non seulement l'intégrité environnementale de la politique européenne est mise à mal mais les émissions mondiales peuvent même, toutes choses égales par ailleurs, augmenter, du fait d'une utilisation de facteurs de production moins efficaces.

1.2. Fuites de carbone et compétitivité, deux concepts non équivalents

Les fuites de carbone sont un phénomène susceptible de se manifester dès lors qu'au moins un pays ne s'engage pas à limiter ses émissions. Seule l'existence d'un protocole de Kyoto universel, où tous les pays s'engagent à plafonner leurs émissions, est à même de garantir l'absence de fuites de carbone. En revanche, un tel accord n'est pas nécessairement neutre en termes de compétitivité. Si tous les pays s'engagent sur des réductions d'émissions et s'y tiennent, cela assure le plafonnement des émissions mondiales. Cela ne garantit pas en revanche que les prix du carbone (implicites ou constatés sur les marchés) soient identiques pour l'ensemble des pays engagés. Un prix unique du carbone est néanmoins une condition nécessaire pour garantir le maintien des conditions de compétitivité. Ainsi, si un pays A prend un engagement très peu contraignant qui se traduit par un coût marginal d'abattement de 10 euros par tonne, tandis qu'un autre (pays B) prend des engagements très ambitieux qui se traduisent par un coût de 20 euros par tonne, les entreprises du pays A seront favorisées en termes de compétitivité et ainsi susceptibles de gagner des parts de marché par rapport à celles du pays B. Cependant, si les productions se délocalisent du pays B vers le pays A, les contraintes en termes d'émissions sont maintenues et l'intégrité environnementale des politiques climatiques est garantie. On peut s'attendre à ce que ce phénomène de transfert de production soit limité car il va renforcer la contrainte du pays A tout en relaxant celle du pays B, ce qui va se traduire par un rapprochement des coûts marginaux d'abattement dans les deux pays.

1.3. Identifier les secteurs concernés par les fuites de carbone

A priori, le problème des fuites de carbone se pose pour tous les secteurs économiques qui sont affectés par la valorisation des émissions de gaz à effet de serre et dont les productions peuvent être délocalisées. En théorie, un dispositif réduisant les risques de fuite de carbone devrait donc s'appliquer à l'ensemble des produits concurrencés par des productions internationales et dont la fabrication est soumise, directement ou indirectement, à une contrainte carbone, ce qui pourrait justifier des enquêtes exhaustives et

le recours à des modèles économiques multisectoriels. En pratique cependant, la mise en œuvre du dispositif pourrait s'avérer complexe et des modalités simplifiées devraient être envisagées.

Le critère des coûts induits par la politique climatique peut permettre d'appréhender le risque de fuites. Différents éléments déjà disponibles (tableau 1) conduisent à penser que ces risques sont réels et importants pour plusieurs secteurs. Ils soulignent en particulier l'impact indirect passant par le prix de l'électricité, particulièrement marqué dans le secteur de l'aluminium. Les coûts ne doivent cependant pas être uniquement considérés dans la mesure où certains secteurs ont la possibilité de les répercuter aux consommateurs. Cette possibilité dépend de l'exposition des secteurs à la concurrence internationale.

1. Impacts potentiels^(*) d'une politique climatique sur les coûts unitaires de production du ciment, du papier, de l'acier et de l'aluminium

	Ciment	Papier	Acier	Aluminium
Coût moyen de production (en €/t)	20,6	286,7	279,3	1 155,4
Coûts supplémentaires (en €/t)	23,6	21,2	39,4	204,7
• émissions directes de CO ₂ (20 €/tCO ₂) ^(*)	21,8	12,6	35,0	—
• électricité (13 €/MWh) ^(*)	1,8	8,6	4,4	204,7
Surcoût potentiel de la politique climatique (en % du coût moyen de production)	115	7	14	18

Note : (*) Le coût réel imposé à ces secteurs dépend du mode d'allocation. Si l'allocation est gratuite, seul le coût marginal de production est affecté et le coût moyen nettement moins. Si l'allocation est totalement payante (de l'ordre de 20 €/tCO₂ sur le marché européen pour la période 2008-2012), le coût des émissions peut alors s'ajouter à celui qu'induit l'augmentation des prix de l'électricité (estimé à 13 €/MWh pour un prix des quotas de 20 €/tCO₂).

Sources : D'après Smale et al. (2006).

En théorie, tant pour les produits de base que pour les produits transformés, l'identification des secteurs exposés au risque de fuites de carbone pourrait se faire sur la base de deux facteurs :

- l'impact, direct ou indirect, en termes de coûts de production de la mise en place des politiques climatiques ;
- le caractère échangeable de ces produits (similaires ou substituables) entre les pays ayant pris des engagements contraignants et le reste du monde ainsi que les possibilités de répercuter une partie des coûts supplémentaires dans les prix de vente sans dommage commercial majeur.

Grubb et Neuhoff (2006) proposent deux critères pour évaluer dans quelle mesure les secteurs industriels européens peuvent voir leur compétitivité dégradée du fait de la mise en place de l'EU-ETS. Le premier critère correspond au pourcentage du coût des permis dans la valeur ajoutée du secteur. Le deuxième correspond à la part des importations dans la demande intérieure. Hourcade et al. (2007) montre qu'à partir du seul critère de va-

leur ajouté, au Royaume-Uni, 23 secteurs pourraient être potentiellement exposés au risque de fuite, ces secteurs représentent 1,1 % du PIB et 11 % des émissions nationales.

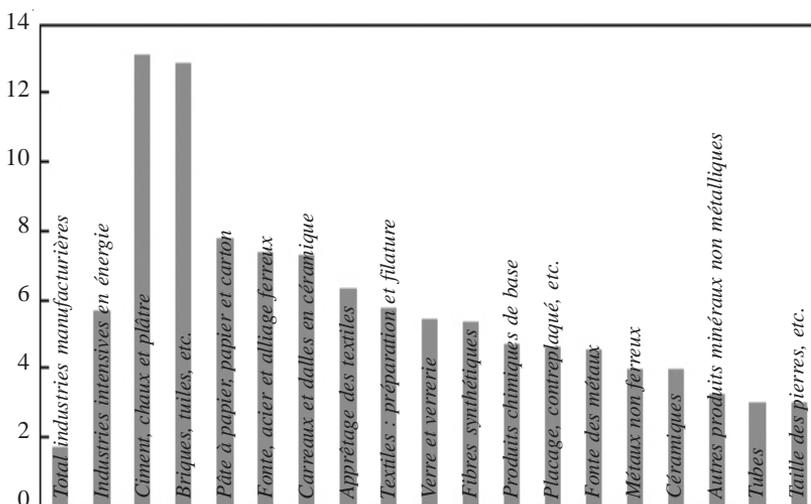
En pratique, la directive s'appuie sur deux critères simples, un relatif à l'impact direct et indirect de la directive sur la valeur ajoutée, et un relatif à l'exposition des secteurs à la concurrence internationale (article 10 bis). Ainsi, un secteur ou sous-secteur est considéré comme exposé à un risque significatif de fuites de carbone si la somme des coûts directs et indirects conduit à un accroissement des coûts de production excédant 5 % de sa valeur ajoutée brute et si la valeur totale de ses exportations et importations divisée par la valeur totale de son chiffre d'affaires et de ses importations dépasse 10 %. Sont également considérés comme exposés les secteurs et sous-secteurs pour lesquels la somme des surcoûts directs et indirects induits par l'application de la directive représente plus de 30 % de la valeur ajoutée brute ou si la valeur totale des exportations et importations dépasse 30 % du chiffre d'affaires et des importations.

Les critères proposés dans la directive ont l'avantage d'être transparents et simples. Il faut néanmoins ne pas oublier que ce sont des moyens indirects d'appréhender l'exposition des secteurs au risque de fuites de carbone. Il apparaît donc nécessaire de les évaluer ex post.

Même s'il n'a pas été possible, à ce stade, d'appliquer les deux critères préalablement proposés, il apparaît probable, au vu du premier d'entre eux, que les secteurs du ciment, de l'acier et de l'aluminium, des carreaux et dalles de céramique, des tuiles et briques feront partie des industries concernées (graphiques 1 et 2).

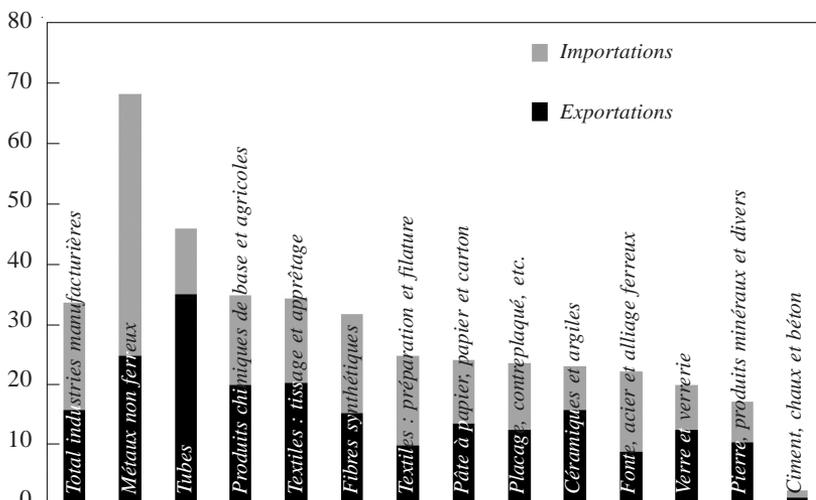
Dans la réalité, aujourd'hui, seules les études s'appuyant sur des modèles économiques plus ou moins détaillés au niveau sectoriel nous apportent des éléments à même d'évaluer les conséquences des fuites de carbone. Les études existantes se concentrent plus spécifiquement sur les secteurs soumis à l'EU-ETS, et en particulier le ciment (Demailly et Quirion, 2006 et Ponssard et Walker, 2008) et l'acier (Demailly et Quirion, 2007). Ponssard et Walker (2008) s'intéressent ainsi au secteur du ciment, prenant en compte le rôle de la géographie (et, en particulier, distinguant les régions côtières des régions intérieures moins exposées à la concurrence d'une production internationale arrivant par bateau), les résultats de leur modèle suggèrent que les fuites de carbone pourraient compenser plus de 70 % des réductions d'émissions du secteur du ciment européen. Demailly et Quirion (2008) étudient la question des fuites de carbone à partir d'un modèle d'équilibre partiel de l'UE-27 comportant trois secteurs couverts par le système ETS – le ciment, l'acier et l'électricité – plus l'aluminium, touché indirectement via le prix de l'électricité. Leur étude montre que le taux de fuites de carbone (défini comme le rapport entre la hausse des émissions dans le reste du monde sur la baisse des émissions en Europe) peut aller jusqu'à 8 % quand les quotas sont mis aux enchères.

1. Achats d'énergie en pourcentage du chiffre d'affaires, industries manufacturières et intensives en énergie, 2004



Source : Commission européenne.

2. Part des importations et exportations dans le chiffre d'affaires de différents secteurs



Source : Commission européenne.

Pour pallier le problème des fuites de carbone, la directive européenne propose d'allouer gratuitement les quotas aux secteurs exposés et éventuellement de mettre en place un mécanisme d'ajustement aux frontières. L'allocation gratuite est donc perçue comme un moyen de limiter les risques de fuites. La section 2 s'attache à expliquer dans quelle mesure la méthode d'allocation joue plutôt sur l'intensité du risque, sans le supprimer complètement.

2. L'allocation gratuite ne résout pas le risque de fuites de carbone

2.1. Quel que soit le mode d'allocation, la contrainte carbone crée un coût marginal à la tonne de CO₂ et donc des risques de fuites d'émissions

Que les quotas soient alloués gratuitement ou non, l'existence d'une contrainte carbone dans une zone géographique restreinte peut conduire à des fuites de carbone : les industriels ont le choix entre produire dans cette zone et être soumis à cette contrainte qui est source de coût ou produire ailleurs sans cette contrainte.

En mettant en place de façon unilatérale le système européen d'échange de quotas, l'Union européenne s'est placée dans cette situation. Elle a imposé à ses industriels une contrainte carbone qui n'existe pas ailleurs. En se délocalisant, les entreprises émettrices peuvent échapper à la contrainte carbone. Ces délocalisations induisent un déplacement des émissions alors que la politique de l'Union européenne visait une réduction de ces dernières.

Il faut néanmoins rappeler que l'existence ou non d'une contrainte carbone n'est pas l'unique déterminant de la localisation d'une entreprise. Ce déterminant sera pris en compte si les coûts associés pèsent fortement sur les coûts de production ou sur les marges et donc sur la compétitivité des entreprises. Il faut également tenir compte de la possibilité pour une entreprise de répercuter à l'aval le coût marginal de la tonne de CO₂ selon la concurrence qui existe dans le secteur. En outre, une délocalisation peut nécessiter des coûts d'investissement importants qui doivent pouvoir être amortis rapidement.

2.2. Le mode d'allocation influe sur l'intensité du risque de fuites d'émissions

Si le mode d'allocation des quotas ne change rien à l'existence d'un risque de fuite de carbone, il peut néanmoins en augmenter ou en limiter l'intensité. De la même manière, quand l'allocation est gratuite, la méthode utilisée pour octroyer gratuitement les quotas influe différemment sur les coûts supportés par les entreprises. À ce stade, plusieurs méthodes d'allocation gratuite sont évoquées dans la littérature économique et dans les débats européens. Se distinguent plus particulièrement la méthode dite du

grandfathering, ou droits du grand-père, des méthodes s'appuyant sur un benchmark. Le *grandfathering* consiste à attribuer des quotas sur la base des références passées de chaque entreprise. Une période de référence déterminée à l'avance et commune à tous sert de base de calcul pour l'allocation des quotas. Le principal inconvénient de cette méthode est de récompenser les entreprises les plus polluantes et, à l'inverse, de ne pas inciter aux efforts précoces. Les méthodes s'appuyant sur un *benchmark* n'ont pas cet inconvénient. En effet, l'allocation par unité de produit est la même pour deux entreprises similaires quel que soit leur processus de production. Les efforts environnementaux précoces sont alors récompensés. Deux distinctions sont cependant possibles : l'allocation est proportionnelle à la production d'une année de référence donnée (*benchmarking* statique) ou de l'année en cours (*benchmarking* dynamique).

Nous allons illustrer notre propos pour deux entreprises A et B similaires (produisant les mêmes produits) dont la production s'établissait pour la période de référence à 100 unités, et dont les émissions s'élevaient à 80 tonnes de CO₂ pour A et 120 pour B. Les différences dans les niveaux d'émissions peuvent s'expliquer de plusieurs façons. Nous supposons ici que l'entreprise A a anticipé sur les préoccupations climatiques et investi de sorte à limiter ses émissions. L'entreprise A a ainsi adopté les meilleures technologies disponibles qui serviront de référence au *benchmark*. Nous supposons que l'effort de réduction des émissions demandé est de 20 %. L'ensemble des entreprises sous quotas doivent donc réduire leurs émissions de 20 %. Nous supposerons un prix du quota de 20 euros/tCO₂.

2. Période de référence

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	120

Source : Auteur.

Dans le cas d'une allocation gratuite des quotas sur la base du *grandfathering*, l'entreprise se voit confier une quantité gratuite de quotas qui est fonction de ses émissions passées et du taux d'effort demandé au secteur auquel elle appartient. Ces quotas, même si elle les a obtenus gratuitement, ont une valeur de marché. Si ses émissions dépassent cette allocation, elle devra se fournir sur le marché, augmentant ainsi à la marge ses coûts de production. Si son allocation lui suffit, ses coûts de production sont marginalement affectés dans la mesure où elle fait le choix de produire en utilisant ses quotas ou de réduire sa production et de vendre ses quotas en excès. Dans les deux cas, elle est incitée marginalement à délocaliser sa production vers des zones non contraintes, soit dans des installations existantes, soit via un nouvel investissement, afin de bénéficier de la valeur de marché de ses quotas.

L'entreprise A reçoit 64 tonnes de CO₂ tandis que l'entreprise B en reçoit 96. Afin de répondre à leurs obligations, les entreprises doivent soit réduire leurs émissions en diminuant leur production ou en adoptant une technologie plus propre, soit acheter des quotas sur le marché. En cas d'achat sur le marché, l'entreprise A est légèrement plus favorisée car elle a moins de quotas à acheter (tableau 3). Ses coûts moyens sont plus faibles que ceux supportés par l'entreprise B. Si les deux entreprises choisissent d'atteindre leurs objectifs en réduisant de 20 % leur production (tableau 4), elles peuvent s'abstraire des coûts induits par la politique climatique. Si enfin, l'entreprise B investit dans la technologie propre, elle va pouvoir vendre une certaine quantité de ses quotas tout en maintenant son niveau de production (tableau 5). Ses coûts moyens sont alors négatifs (on ne prend pas en compte ici le coût de l'investissement). Si les entreprises ont la possibilité de limiter voire d'annuler le coût moyen induit par la politique climatique, le coût marginal reste cependant strictement positif. Il dépend de la technologie adoptée, et s'élève en moyenne à 20 euros par unité.

3. Surcoûts en cas de *grandfathering* et d'achat de quotas sur le marché

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	120
Allocation	64	96
Coût moyen (en euros par unité)	3,2	4,8
Coût marginal (en euros par unité)	16	24

Source : Auteur.

4. Surcoûts en cas de *grandfathering* et de réduction de la production

	Entreprise A	Entreprise B
Production	80	80
Émissions	64	96
Allocation	64	96
Coût moyen (en euros par unité)	0	0
Coût marginal (en euros par unité)	16	24

Source : Auteur.

5. Surcoûts en cas de *grandfathering* et d'investissement propre

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	80
Allocation	64	96
Coût moyen (en euros par unité)	3,2	- 3,2
Coût marginal (en euros par unité)	16	16

Source : Auteur.

Dans le cas d'une allocation gratuite sur la base d'un *benchmarking* statique, le problème est identique. L'intérêt du dispositif est qu'il permet de récompenser les industriels ayant un niveau d'émission faible par unité de production (ceux ayant fait un effort dans le passé), mais en allouant gratuitement des quotas sur la base de la production passée, ce mode d'allocation a les mêmes conséquences sur le risque de fuite de carbone.

Le *benchmark* est établi sur la base des meilleures technologies disponibles et de sorte à atteindre l'objectif de réduction de 20 % des émissions de GES. Il s'élève donc à une allocation de 0,8 quota par unité produite lors de la période de référence. Compte tenu de leurs niveaux de production sur la période de référence, les entreprises A et B reçoivent donc 80 quotas. À production constante (tableau 6), l'entreprise A ne supporte pas de coût moyen tandis que l'entreprise B est dans l'obligation d'acquérir des quotas et supporte un coût moyen de 8 euros par unité produite. Si les entreprises choisissent de diminuer leur production, les coûts moyens sont modifiés en conséquence, l'entreprise A pouvant alors bénéficier de la vente de quotas (tableau 7). Enfin, si l'entreprise B investit dans la technologie propre, les coûts moyens induits par la politique climatique sont cette fois nuls pour les deux entreprises (tableau 8). Quel que soit le niveau de production, les entreprises supportent un coût marginal en moyenne de 20 euros par unité : l'augmentation de leur production d'une unité leur coûte 20 euros, la réduction de leur production d'une unité leur permettrait de gagner 20 euros. Selon la technologie adoptée, le coût marginal varie de 16 euros par unité pour l'entreprise A à 24 euros par unité pour l'entreprise B.

6. Surcoûts en cas de *benchmarking* statique et d'achat de quotas sur le marché

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	120
Allocation	80	80
Coût moyen (en euros par unité)	0	8
Coût marginal (en euros par unité)	16	24

Source : Auteur.

7. Surcoûts en cas de *benchmarking* statique et de réduction de la production

	Entreprise A	Entreprise B
Production	80	80
Émissions	64	96
Allocation	80	80
Coût moyen (en euros par unité)	- 4	4
Coût marginal (en euros par unité)	16	24

Source : Auteur.

8. Surcoûts en cas de *benchmarking* statique et d'investissement propre

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	80
Allocation	80	80
Coût moyen (en euros par unité)	0	0
Coût marginal (en euros par unité)	16	16

Source : Auteur.

Dans le cas d'une allocation gratuite sur la base d'un *benchmarking* dynamique, ce problème est limité. En effet, si une entreprise ne produit pas, ou limite sa production, son allocation de quotas est réduite d'autant. Elle n'est donc pas incitée à délocaliser par le bénéfice attendu de la revente des quotas qui lui ont été alloués. Néanmoins, elle est toujours soumise à une contrainte carbone qui pèse sur ses coûts de production et donc ceux-ci peuvent l'amener à délocaliser sa production.

Le *benchmark* est établi sur la base des meilleures technologies disponibles et de sorte à atteindre l'objectif de réduction de 20 % des émissions de GES. Il s'élève donc à une allocation de 0,8 quota par unité produite. L'allocation reçue par les entreprises A et B dépend donc de leur niveau de production de l'année courante. À production constante (tableau 9), l'entreprise A ne supporte pas de coût moyen tandis que l'entreprise B est dans l'obligation d'acquérir des quotas et supporte un coût moyen de 8 euros par unité produite. Si les entreprises choisissent de diminuer leur production, les coûts moyens ne sont pas modifiés (tableau 10). Enfin, si l'entreprise B investit dans la technologie propre, les coûts moyens induits par la politique climatique sont cette fois nuls pour les deux entreprises (tableau 11). L'allocation par *benchmarking* dynamique égalise coût marginal et coût moyen. Quel que soit le niveau de production, le coût marginal supporté par les entreprises dépend de leur positionnement par rapport au *benchmark*. Si leur niveau d'émissions correspond au *benchmark*, leur coût marginal est nul. Sinon, il est positif et proportionnel à l'écart entre la performance de l'entreprise et le niveau du *benchmark*.

9. Surcoûts en cas de *benchmarking* dynamique et d'achat de quotas sur le marché

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	120
Allocation	80	80
Coût moyen (en euros par unité)	0	8
Coût marginal (en euros par unité)	0	8

Source : Auteur.

10. Surcoûts en cas de *benchmarking* dynamique et de réduction de la production

	Entreprise A	Entreprise B
Production	80	80
Émissions	64	96
Allocation	64	64
Coût moyen (en euros par unité)	0	8
Coût marginal (en euros par unité)	0	8

Source : Auteur.

11. Surcoûts en cas de *benchmarking* dynamique et d'investissement propre

	Entreprise A	Entreprise B
Production	100	100
Émissions	80	80
Allocation	80	80
Coût moyen (en euros par unité)	0	0
Coût marginal (en euros par unité)	0	0

Source : Auteur.

Si le mode d'allocation se fait aux *enchères*, l'impact sur les coûts de production est plus fort. Par conséquent, il en est de même des risques de délocalisation. Les risques de fuites sont augmentés du fait des diminutions plus importantes des profits des entreprises.

Dans le cas d'une mise aux enchères des quotas, coûts moyens et coûts marginaux sont égaux et dépendent de la technologie adoptée par l'entreprise. En moyenne, ils s'élèvent à 20 euros par unité : de 16 euros par unité pour l'entreprise A ayant une technologie de production propre, à 24 euros par unité pour l'entreprise B ayant une technologie de production moins performante.

Si l'emploi d'une méthode de *benchmarking* dynamique permet de limiter l'intensité du risque de fuites de carbone, la méthode d'allocation ne permet pas de supprimer les incitations économiques au déport des productions hors de la zone sous contrainte climatique. L'allocation gratuite n'annule en effet pas le coût marginal que supportent les entreprises pour toute unité produite.

3. L'ajustement aux frontières pour rétablir la vérité des prix

3.1. Un mécanisme qui se doit d'être compatible avec les règles de l'OMC

Face à ce constat, la mise en place d'un mécanisme d'ajustement aux frontières garde toute sa pertinence. Visant à imposer les mêmes contraintes et donc les mêmes surcoûts aux productions importées, il rétablit la vérité des prix et maintient la compétitivité des productions des zones sous contraintes climatiques par rapport aux zones n'en ayant pas mis en place.

Afin d'être compatible avec les règles OMC, le mécanisme d'ajustement aux frontières doit être conçu dès l'origine dans cet objectif. Il est ainsi essentiel de respecter l'égalité de traitement entre les importateurs et les producteurs « intérieurs ».

L'entreprise *American Electric Power* et le syndicat *International Brotherhood of Electrical Workers* ont rendu publique, au début de l'année 2007, une réflexion visant à trouver une solution globale au problème du changement climatique tout en évitant que les États qui s'imposent une réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre ne perdent de leur compétitivité par rapport à ceux qui ne le font pas.

Le mécanisme envisagé conduirait à imposer aux importateurs l'acquisition d'un permis couvrant les émissions de gaz à effet de serre (GES) des produits qu'ils importent. En l'absence de tels permis, l'entrée des produits importés sur le territoire américain serait interdite. Les biens couverts seraient les matières premières et les autres biens ayant un taux substantiel d'émissions de GES provenant des États qui n'agissent pas pour réduire leurs émissions. Seraient exonérés les produits provenant d'États ayant établi un système comparable au système américain, des PMA ou des États ayant un niveau *de minimis* d'émissions de GES.

L'obligation d'acquérir un permis d'émission s'appliquerait d'abord aux producteurs américains puis serait étendue aux importateurs de biens étrangers similaires. L'application de la législation aux produits importés se ferait seulement si les États-Unis échouaient à négocier un accord international avec les États visés par lequel ces derniers s'engageraient à limiter leurs émissions et si l'Administration américaine constatait l'inexistence d'un système comparable à celui des États-Unis dans ces États.

Dans un tel cas, deux réponses seraient possibles : soit ces importations seraient soumises à l'obligation d'acheter un permis d'émission sur la base de la législation américaine ou d'un autre système reconnu par elle (le système européen par exemple) ; soit l'Administration pourrait suspendre ou alléger le système des quotas imposés aux entreprises américaines jusqu'à ce que les États tiers visés se soient joints au système global.

Ce système, présenté de façon générale pour l'instant, devrait être largement précisé pour passer le cap d'une validation politique, économique

mais aussi juridique. Son acceptabilité au regard des règles de l'OMC dépendrait de deux facteurs techniques: la méthode d'évaluation du taux d'émission et la volonté de n'agir unilatéralement qu'en dernier recours. Elle impliquerait également que le système de quotas mis en place en interne soit réellement opérationnel et contraignant.

Ses avantages en font néanmoins d'ores et déjà un mécanisme digne d'intérêt, et ce pour diverses raisons. Sa mise en œuvre violerait certainement les articles I et III du GATT. Mais cette violation pourrait probablement être compensée par l'invocation de la dérogation de l'article XX du GATT (Godard, 2008). Il représente en cela une alternative plausible au projet de « taxe carbone » dont la mise en œuvre poserait, elle, de réels problèmes en termes de droit de l'OMC.

3.2. Sa mise en œuvre doit être adaptée aux modalités d'allocation des quotas.

Dans cette partie, ξ représente les émissions spécifiques de l'Union européenne, c'est-à-dire le ratio émissions/production pour un secteur donné. Les quantités importées du secteur considéré sont notées I . Les indices 0 et t distinguent ces différentes valeurs pour la période de référence et la période en cours respectivement. Enfin, e représente le taux d'effort demandé entre la période de référence et la période en cours.

3.2.1. Un mécanisme d'ajustement dans le cas d'une allocation aux enchères

Dans le cas d'une allocation aux enchères, les industriels européens doivent acquérir l'ensemble des quotas correspondant à leurs émissions réelles.

Afin d'être compatible avec les règles OMC, il est essentiel de respecter l'égalité de traitement entre les importateurs⁽²⁾ et les producteurs « intérieurs ». De façon équivalente au système européen, les importateurs devraient alors se voir obliger d'acquérir et de restituer une quantité de quotas correspondant aux émissions liées aux produits importés.

Les émissions liées aux importations étant inconnues, on pourrait considérer en première approximation que les émissions spécifiques liées au pro-

(2) Le cas des exportateurs n'a pas été traité. Il est possible de leur appliquer le même mécanisme, par symétrie. Néanmoins, les fuites qui pourraient relever de la non-mise en place d'un mécanisme d'ajustement aux frontières (MAF) pour les exportateurs sont très marginales. Elles existent uniquement si on considère que l'appareil de production européen conduit à des produits à plus faible contenu carbone, même pour les produits destinés à l'exportation qui ne seraient pas soumis à une contrainte carbone. Le problème concernant les exportations est essentiellement un problème de compétitivité et tout MAF les concernant pourrait être considérés à l'OMC comme une subvention aux exportations, risquant de compromettre la légitimité du MAF pour les importations.

duit importé sont équivalentes aux émissions spécifiques de la production du même produit au sein de l'Union européenne. Le produit de cette émission spécifique moyenne par la quantité de bien importé donnerait la quantité de quotas que l'importateur devrait restituer :

$$\xi_t I_t$$

Alternativement à l'utilisation des émissions spécifiques moyennes de l'Union européenne, l'importateur pourrait opter pour une prise en compte des émissions réelles associées au produit sur la base d'un audit⁽³⁾ sur le *process* de production d'origine.

3.2.2. Un mécanisme d'ajustement dans le cas d'une allocation gratuite sur la base du *grandfathering*

Dans le cas d'une allocation gratuite sur la base du *grandfathering*, les industriels européens reçoivent une quantité de quotas calculée comme le produit de leurs émissions passées (sur une période de référence) par un taux d'effort.

Un mécanisme d'ajustement aux frontières pourrait donc octroyer virtuellement aux importateurs une quantité de quotas basée sur les émissions historiques liées aux produits importés. Il peut néanmoins être difficile d'exiger de leur part un audit sur les émissions passées de leurs produits. Par conséquent, il pourra être laissé au choix des importateurs de fournir cette valeur (certifiée par un audit) ou d'utiliser la valeur moyenne des émissions européennes passées liées à la production du bien considéré.

Ainsi les importateurs se verraient allouer une quantité de quotas calculée comme suit :

$$\xi_0 I_0 e$$

Cette allocation serait virtuelle afin de ne pas impacter le marché de quotas européens.

Afin de vérifier la conformité entre les émissions liées à leurs produits et les quotas qu'ils possèdent, leurs émissions seraient calculées sur la même base que les émissions passées : soit sur la base des émissions moyennes européennes, soit sur la base d'un audit qui certifierait le contenu carbone actuel de leurs produits. Il est essentiel ici que la même option soit choisie pour calculer les émissions passées et les émissions futures. En l'absence d'audit, l'écart serait donc calculé comme suit :

$$\xi_0 I_0 e - \xi_t I_t$$

(3) Tout comme cela est exigé pour les producteurs européens couvert par l'ETS.

Pour se mettre en conformité, l'écart entre l'allocation initiale et les émissions réelles sera compensé soit par une obligation de restitution de quotas (importations en hausse), soit par une dotation gratuite de quotas (importation en baisse) sur la même base.

Une des difficultés de l'application d'un tel mécanisme a trait aux évolutions du nombre d'importateurs, qui obligerait à construire une réserve « nouveaux entrants » complexe à définir.

Il est par ailleurs difficile de s'avancer sur l'impact budgétaire d'une telle disposition. En particulier, les importateurs cessant leur activité pourraient recevoir une subvention importante.

3.2.3. Un mécanisme d'ajustement dans le cas d'une allocation gratuite sur la base d'un benchmarking statique

Dans le cas d'une allocation gratuite sur la base d'un *benchmarking* statique, les producteurs européens reçoivent gratuitement des quotas calculés comme le produit de trois termes : le taux d'effort, un coefficient d'émissions spécifique (calculé par exemple sur la base des émissions spécifiques moyennes européennes ou sur la base de la meilleure technologie disponible dans l'Union européenne) et leur production passée.

Les importateurs pourraient donc se voir appliquer le même système que pour le *grandfathering*, leur allocation initiale étant calculée sur le même mode :

$$\xi_0 I_0 e$$

Dans le cas où le coefficient d'émission spécifique correspond aux émissions moyennes de l'Union européenne, l'allocation initiale est identique au cas du *grandfathering*.

Leurs émissions « réelles » liées aux importations seraient ensuite calculées, soit en utilisant le coefficient d'émission spécifique de l'Union européenne (variable dans le temps), soit sur la base d'un audit permettant de déterminer les émissions spécifiques liées au produit importé :

$$\xi_0 I_0 e - \xi_t I_t$$

Les mêmes règles s'appliqueraient ensuite concernant la conformité de leur allocation par rapport à leurs émissions (voir calcul du bilan ci-dessous), avec les mêmes difficultés de mise en œuvre.

Par conséquent, il pourrait exister un risque concernant les importateurs qui auraient une incitation à cesser leur activité afin de recevoir une subvention.

3.2.4. Un mécanisme d'ajustement dans le cas d'une allocation gratuite sur la base d'un benchmarking dynamique

Dans le cas d'une allocation gratuite sur la base d'un *benchmarking* dynamique, les producteurs européens reçoivent gratuitement des quotas calculés comme le produit de quatre termes : le taux d'effort, un coefficient d'émissions spécifique (calculé, par exemple, comme le coefficient moyen d'émissions en Europe), leur production réelle et un coefficient d'ajustement a permettant de maintenir l'ensemble des allocations dans la limite quantitative fixée.

Les importateurs pourraient alors se voir attribuer une allocation initiale selon le même système. Le coefficient d'émissions spécifique utilisé correspondrait au coefficient utilisé pour les installations de l'Union européenne (par exemple les émissions moyennes de l'Union européenne en 2012) pour le produit concerné :

$$\xi_0 I_0 e a$$

Leurs émissions « réelles » liées aux importations seraient ensuite calculées, soit en utilisant le coefficient d'émission spécifique de l'Union européenne (variable dans le temps), soit sur la base d'un audit permettant de déterminer les émissions spécifiques liées au produit importé.

Les mêmes règles s'appliqueraient concernant la vérification de la conformité de l'importateur entre ses émissions et les quotas qu'il possède (avec taxation ou subventionnement – voir calcul du bilan ci-dessous) :

$$\xi_0 I_0 e a - \xi_t I_t$$

Cette fois, cependant, l'allocation initiale (virtuelle) étant proportionnelle à la production, il n'y aurait pas de difficultés liées à l'apparition de nouveaux importateurs et on éviterait tout risque associé aux importateurs qui fermeraient pour toucher une subvention.

3.2.5. Un mécanisme d'ajustement dans le cas d'une allocation mixte partiellement gratuite

Si une part d'enchère (un taux d'enchère T) est introduite, seule l'allocation initiale est modifiée. On utilise le même raisonnement que précédemment pour cette allocation mais le taux d'effort est alors multiplié par le taux de non mise aux enchères $(1 - T)$.

Ainsi, si le taux d'enchères est de 100 %, les importateurs ne bénéficient pas d'une allocation initiale et se voient obliger de restituer des quotas à hauteur d'une évaluation des émissions des produits qu'ils importent.

Conclusion

Un mécanisme d'ajustement aux frontières se justifie, que les quotas soient alloués gratuitement ou soit mis aux enchères. Pour la part d'allocation gratuite, c'est avec l'allocation par *benchmarking* dynamique qu'il est plus aisé de mettre en place un mécanisme d'ajustement aux frontières. En cas d'allocation partiellement gratuite, le mécanisme d'ajustement doit et peut tenir compte de la part vendue aux enchères et de la part gratuite.

Références bibliographiques

- Demailly D., J-P. Ponsard, N. Walker (2007) : « Assessing the Financial and Environmental Impact of CO₂ Emissions Trading on the European Cement Sector: A Spatial Competition Framework », *Cahier de la Chaire de Développement Durable EDF*, n° DDX-07-16.
- Demailly D. et P. Quirion (2006) : « CO₂ Abatement, Competitiveness and Leakage in the European Cement Industry Under the EU ETS: Grandfathering vs. Output-Based Allocation », *Climate Policy*, vol. 6, n° 1, août, pp. 93-113.
- Demailly D. et P. Quirion (2007) : « European Emission Trading Scheme and Competitiveness: A Case Study on the Iron and Steel Industry », *Energy Economics*, vol. 30, n° 4, juillet.
- Demailly D. et P. Quirion (2008) : « Concilier compétitivité industrielle et politique climatique : faut-il distribuer les quotas de CO₂ en fonction de la production ou bien les ajuster aux frontières ? », *Revue Économique*, vol. 59, n° 3, mai.
- Godard O. (2008) : « Politique climatique européenne et ajustement aux frontières », *Responsabilité et Environnement. Une série des Annales des Mines*, n° 50, pp. 47-52.
- Grubb M. et K. Neuhoff (2006) : « Allocation and Competitiveness in the EU Emissions Trading Scheme: Policy Overview », *Cambridge Working Paper in Economics*, n° 639.
- Hourcade J-C., D. Demailly, K. Neuhoff et M. Sato (2007) : *Differentiation and Dynamics of EU ETS Industrial Competitiveness Impacts*, Climate Strategies Report.
- Ponsard J-P. et N. Walker (2008) : « EU Emissions Trading and the Cement Sector: A Spatial Competition Analysis », *Climate Policy*, n° 8, pp. 467-493.
- Smale R., M. Hartley, C. Hepburn, J. Ward et M. Grubb (2006) : « The Impact of CO₂ Emissions Trading on Firm Profits and Market Process », *Climate Policy*, vol. 6, n° 1.

Complément 3D

Le rôle des droits de propriété intellectuelle dans les enjeux post-Kyoto

Rémi Lallement

Centre d'analyse stratégique

Concernant les enjeux du changement climatique, la question des droits de propriété intellectuelle est ouvertement posée depuis la Convention de Rio, conclue en 1992 et ratifiée en 1994, qui a mis en avant la nécessité de mettre au point des technologies *ad hoc* et de renforcer les transferts de ces technologies, pour en faire bénéficier notamment les pays du Sud. Si le *transfert des technologies existantes* est sans doute un enjeu majeur à court ou moyen terme, la question clé à plus long terme porte tout autant sinon plus sur la *création de technologies nouvelles*. Dans cette perspective, la négociation actuelle sur le changement climatique dans l'ère post-Kyoto veut englober le développement technologique à travers tous ses stades – recherche et développement (R&D), déploiement, diffusion et transfert –, afin que tous les pays concernés et en particulier les pays en développement puissent renforcer leur action en faveur du climat et du développement durable, comme le soulignent les travaux menés au sein de la Convention-cadre de l'ONU sur le changement climatique (*UNFCCC*).

À l'égard des droits de propriété intellectuelle et selon leur stade de maturité, les technologies considérées ont *a priori* trois statuts possibles : soit elles sont déjà dans le domaine public, soit elles ne le sont pas encore et sont protégées par des droits de propriété intellectuelle, soit elles n'ont pas encore été conçues. La question de ces droits est donc bel et bien cruciale tant pour la capacité à utiliser des technologies existantes que pour l'incitation à en créer de nouvelles.

De manière générale, les entreprises et les investisseurs des pays développés ou en développement attendent des droits de propriété intellectuelle qu'ils incitent à l'innovation et favorisent l'investissement privé et le déploiement mondial des technologies « propres »⁽¹⁾, en sécurisant leurs conditions d'appropriation. Les droits de propriété intellectuelle jouent notamment un rôle important dans les projets coopératifs de R&D car, dans le domaine des technologies propres comme dans tous les autres, il est primordial de définir dès le départ des accords concernant les droits d'usage de technologies propriétaires préexistantes, ainsi que la propriété des inventions et brevets résultant de la R&D collaborative.

Sur ce double plan de la création et du transfert de technologies propres, les droits de propriété intellectuelle peuvent jouer de différentes manières. Très schématiquement et selon les cas, ils peuvent fonctionner en première approche soit comme un catalyseur indispensable – ce qui correspond plutôt à la vision des pays du Nord –, soit comme un obstacle – ce qui renvoie plutôt à la position des pays du Sud. Dans cette perspective Nord-Sud, les négociations internationales en vue de la période post-Kyoto visent au fond à faire converger ces deux visions, en faisant en sorte que le système des droits de propriété intellectuelle soit utilisé au mieux et/ou, au besoin, soit réformé, de façon à contribuer au développement des technologies propres et à leur valorisation internationale (OMPI, 2009a).

La situation se révèle cependant plus complexe dans les faits. En effet, les liens entre les droits de propriété intellectuelle, les transferts de technologie et les processus d'innovation et de développement se révèlent souvent ambigus (section 1). De plus, il serait réducteur de s'en tenir à un clivage Nord-Sud car, au sein des pays du Sud, des pays émergents tels que la Chine sont eux-mêmes devenus d'importants concepteurs de technologies propres et ont désormais des intérêts propres à défendre dans ce domaine, où ils se distinguent très fortement des pays les moins avancés. Sur cette toile de fond, différentes pistes sont en débat, pour prendre en compte concrètement les demandes des pays du Sud et, plus généralement, les besoins de partage à l'échelle de la planète, lorsque les droits de propriété intellectuelle sont en jeu (section 2). Il s'agit de dispositifs plus ou moins volontaires ou coercitifs, réglementaires ou contractuels, devant permettre aux pays en développement de bénéficier davantage des technologies issues de recherches financées sur fonds publics ou privés : communautés ou plates-formes communes de brevets, licences obligatoires, restrictions au champ du brevetable, etc. Ceci montre bien que, face aux enjeux du changement climatique, il est nécessaire et possible de dépasser une stérile opposition entre, d'une part, le renforcement d'ensemble des régimes de droits de propriété intellectuelle et, d'autre part, leur remise en cause globale.

(1) Par souci de commodité, il est ici choisi d'appeler technologies propres celles qui atténuent ou contrebalancent les effets négatifs du changement climatique, en permettant de moindres émissions de gaz à effet de serre ou une plus grande rationalité écologique.

1. Droits de propriété intellectuelle et transferts technologiques : des liens ambigus

Les liens entre les droits de propriété intellectuelle et les transferts de technologie, de même qu'entre ces droits et les activités d'innovation dépendent en grande partie du niveau de développement des pays considérés. En première approche, il est pratique de poser les termes du débat en opposant schématiquement les pays du Nord à ceux du Sud.

1.1. Le point de vue des pays les plus avancés sur le plan technologique

Les pays les plus avancés sur le plan technologique, principaux bénéficiaires du système des droits de propriété intellectuelle et notamment des brevets, insistent sur son bien fondé. Ce système consiste essentiellement en un mécanisme incitant à miser sur l'intelligence humaine, en faisant en sorte que les ayants droit puissent s'approprier pendant un temps suffisant les bénéfices attendus de leurs efforts d'inventivité et de créativité et éviter ainsi d'en être dépossédés trop rapidement par des imitateurs peu scrupuleux. Certes, les économistes peinent en général à établir empiriquement que le système du brevet joue globalement en faveur de l'innovation et du bien être social (Posner, 2005). Certains en soulignent les dérives, tant il apparaît que le brevet est souvent détourné de sa mission initiale d'outil au service de l'innovation et tend de plus en plus à devenir une fin en soi, en particulier aux États-Unis (McDonald, 2004).

L'analyse économique parvient cependant à montrer que ce système conserve des avantages décisifs, en tant que mécanisme d'incitation à l'innovation et de promotion de la croissance. Pour stimuler l'innovation, certes, il existe également d'autres mécanismes ou instruments : d'un côté, le système public de recherche, axé sur les universités et les organismes publics de recherche, de l'autre, des dispositifs de financement public destinés à la recherche du secteur privé (commandes publiques, crédits d'impôt, attribution de subventions ou de prix). Pourtant, ces systèmes alternatifs ont eux aussi leurs défauts, notamment celui d'être financés par l'ensemble des contribuables, alors que les coûts du brevet ne sont supportés que par les ayants droit et les utilisateurs des technologies protégées. De façon liée, par rapport à ces autres instruments de la politique d'innovation, le brevet a surtout l'avantage d'exercer moins ses effets en amont – au stade de la recherche et de la production de technologies – qu'en aval – au stade de leur valorisation marchande. En d'autres termes, le brevet récompense moins l'invention *per se* que la capacité à la mettre en œuvre sur le marché (Guellec et van Pottelsberghe, 2007). Se situant implicitement dans cette perspective, Tirole (2003) en conclut que miser sur le respect de la propriété intellectuelle permet aux transferts de technologie de s'opérer spontanément, « dans une approche de marché ».

Pour de telles raisons, il est souvent affirmé – notamment au Nord – que des droits de propriété intellectuelle forts tendent généralement à accroître

l'attractivité d'un pays donné pour les investissements directs étrangers et, notamment par ce biais, incitent à y transférer des technologies. Inversement, selon ce raisonnement, la coopération internationale en matière de développement technologique peut être menacée par l'insuffisance de protection des droits de propriété intellectuelle dans les pays d'accueil : les pays pourvoyeurs de technologies – et tout particulièrement les États-Unis – redoutent de subir le « vol » de leur technologie, *via* le détournement de leurs droits de propriété intellectuelle. Dans les pays en développement, une faible protection de ces droits risque en effet de dissuader les entreprises étrangères d'y transférer des technologies dont elles risquent de perdre le contrôle exclusif. Dans le pays d'accueil, de plus, les entreprises locales qui seraient susceptibles d'acquérir légalement le droit d'utiliser ces technologies – *via* le paiement de redevances (frais de licence) – peuvent être dissuadées de le faire si elles pensent que des concurrentes locales peuvent le faire sans s'acquitter de telles redevances. Ceci peut être problématique dans un domaine comme celui du « charbon propre », où un pays tel que la Chine a tendance à effectuer des coopérations internationales qui lui donnent l'accès à certaines technologies par le biais de contrats de licence et lui permettent par la suite de produire elle-même lesdites technologies (Justus et Philibert, 2005). Enfin, les pays développés ont souvent beau jeu de rappeler que les droits de propriété sont le plus souvent de nature privée, ce qui limite *a priori* la capacité des gouvernements à favoriser les transferts de technologie.

1.2. Les attentes (déçues) des pays du Sud en matière de transfert de technologies

Dans la *Convention-cadre* sur les changements climatiques (CCCC), qui est issue de la Convention de Rio en 1992, les pays développés ont cependant accepté de faciliter et de financer le transfert de technologies propres, selon un axe géographique Nord-Sud. Une disposition similaire se trouve dans le Protocole de Kyoto (article 10, § c). Plus récemment, la conférence internationale sur le climat qui s'est tenu à Bali en décembre 2007 a conduit à nouveau à prôner la mise en place de mesures allant dans ce sens et notamment en favorisant la diffusion internationale des technologies propres, pour inciter les pays du Sud à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre. En décembre 2008, la Conférence de Poznan a même conduit à la définition d'un Programme stratégique du Fonds pour l'environnement mondial (FEM), centré sur le transfert technologique vers les pays en développement (UNFCCC, 2009a).

À cet égard, les attentes des pays du Sud ont également été renforcées par l'entrée en vigueur, en 1995, de l'Accord ADPIC⁽²⁾ de l'OMC, où figure

(2) ADPIC : Aspects des droits de propriété intellectuelle touchant au commerce (en anglais : TRIPS). Cet accord figure en annexe de l'Accord de Marrakech de 1994 instituant l'OMC.

explicitement le principe des transferts de technologie comme une sorte de contrepartie à la signature de cet accord⁽³⁾. Or, dans l'absolu, les questions de transferts technologiques auraient sans doute davantage eu leur place dans le cadre d'un accord général sur l'investissement mais un tel accord n'existe pas⁽⁴⁾.

Quoi qu'il en soit, les espoirs suscités par ce type d'engagement ont été globalement déçus. En réaction, plusieurs pays en développement ont demandé que le système mondial des droits de propriété intellectuelle non seulement tienne compte de leurs intérêts propres mais aussi fasse de la promotion du développement l'un de ses objectifs. Ceci est une revendication de plusieurs pays du Sud (au départ le Brésil et l'Argentine) depuis l'automne 2004, époque où, à la veille de l'assemblée générale annuelle de l'OMPI⁽⁵⁾, les représentants de ces pays ont demandé que les enjeux du développement figurent à l'avenir parmi les missions de l'OMPI. À l'issue de cette assemblée, ils ont obtenu que l'OMPI s'engage à réfléchir sur ce qui pourrait être un régime de droits de propriété intellectuelle orienté vers le développement. Ceci n'a guère eu de conséquences majeures jusqu'à présent, même si le Comité du développement et de la propriété intellectuelle (CDPI) créé en 2007 au sein de l'OMPI pourrait à l'avenir faire progresser ce débat.

En tout cas, le fait est que les liens entre la force des droits de propriété intellectuelle et le développement économique sont complexes. L'impact positif en termes de transfert technologique dans le pays d'accueil est établi par certains travaux (Park et Lippoldt, 2008). Ainsi, entre 1982 et 1999, le renforcement des droits de propriété intellectuelle mis en œuvre dans seize pays⁽⁶⁾ a entraîné un impact significativement positif sur les paiements de redevances correspondant à des technologies qu'un ensemble de multinationales américaines y ont transférées ; toutefois, si ce renforcement des droits de propriété intellectuelle conduit par ailleurs à stimuler les dépôts de brevet de la part des non-résidents, il n'en est rien vis-à-vis des dépôts de brevet des résidents. Ceci suggère que les transferts de technologie induits par des droits de propriété intellectuelle forts se produisent surtout par un canal intra-firme, dans le cadre des multinationales mais pas nécessairement vis-à-vis du reste de l'économie, dans les pays d'accueil (Brandstetter et al., 2006).

(3) « Les pays développés membres offriront des incitations aux entreprises et institutions sur leur territoire afin de promouvoir et d'encourager le transfert de technologie vers les pays membres les moins avancés » (art. 66 2 de l'Accord ADPIC).

(4) À la fin des années quatre-vingt-dix, la tentative d'instaurer un accord multilatéral sur l'investissement (AMI) s'est soldée par un échec. Le fait est qu'elle avait été lancée à l'OCDE, alors qu'elle concerne à l'évidence aussi les pays en développement.

(5) L'OMPI (Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, Genève) est l'organe des Nations Unies en matière de droits de propriété intellectuelle.

(6) Ceci dit, les pays considérés sont des pays soit développés, soit émergents *mais non des pays moins avancés*.

Le plus souvent, en effet, une technologie transférée dans un pays du Sud demeure au sein de la multinationale considérée et une grande partie du savoir (le savoir tacite, non codifié) ne se diffuse pas en direction des entreprises locales (Ménière, 2007). Par suite, les firmes transnationales jouent en général un rôle ambivalent dans la diffusion internationale des technologies : elles peuvent aussi bien la faciliter que la freiner (Brewer, 2007). En outre, des répercussions favorables n'apparaissent en général dans le pays d'accueil que quand ce dernier atteint au départ un certain niveau de développement technologique (Maskus, 2000). De plus, de telles retombées positives supposent des politiques d'accompagnement appropriées, de la part dudit pays d'accueil (Ménière, 2007).

Certes, comme il est souligné dans le fameux rapport Stern de 2006, les droits de propriété intellectuelle ne constituent que l'un des facteurs régissant les transferts technologiques internationaux, notamment en tant que frein ou obstacle potentiel (Brewer, 2007). Au total, malgré tout, l'analyse économique montre que, dans le pays d'accueil considéré, il n'y a en pratique d'automatisme ni pour le lien entre la force des droits de propriété intellectuelle et l'attractivité à l'égard des investissements directs étrangers, ni pour les bénéfices en termes de transfert (et *a fortiori* de diffusion) technologique.

1.2.1. Des besoins et des gains différents en fonction du niveau de développement atteint

L'affirmation selon laquelle « un système IP efficace et fonctionnant bien profitera à tous les pays quel que soit leur niveau de développement »⁽⁷⁾ mérite donc d'être nuancée⁽⁸⁾. De toute évidence, le lien entre la protection de la propriété intellectuelle et le développement n'est pas linéaire (Kumar, 2002). Il existe de ce fait un besoin de différenciation car, dans l'absolu, le degré de protection des droits de propriété intellectuelle devrait être proportionné au niveau de développement technologique des pays concernés (Hamdan-Livramento, 2009). À un extrême, en effet, un pays très avancé a plutôt intérêt à une forte protection des droits de propriété intellectuelle pour contrôler strictement l'accès au savoir et notamment afin de conserver son avance technologique. À l'autre extrême, un pays trop peu avancé donne en général la priorité à l'imitation sur l'innovation au sens strict et a peu intérêt à protéger des droits de propriété intellectuelle qui, le plus souvent, n'appartiennent pas et ne bénéficient guère à ses ressortissants. En tout cas, il est clair que, le cas échéant, les gains issus du système des droits de propriété intellectuelle ne sont pas répartis également sur la planète et bénéficient principalement aux pays les plus avancés. Ceci justifie l'idée de contreparties ou de règles préférentielles en faveur des pays du Sud, en fonction de leur stade de développement.

(7) Citation extraite de la déclaration finale du sommet du G8 de Toyako (juillet 2008).

(8) Globalement, pour les pays les moins avancés, les bénéfices nets tendent à être négatifs dans le domaine du brevet mais ils sont *a priori* plutôt positifs concernant les autres types d'outils de PI : droit d'auteur, marques, dessins et modèles, indications géographiques, etc. (Lallement, 2009).

Au-delà, l'ambiguïté concerne aussi les liens entre la force des droits de propriété intellectuelle et l'innovation technologique. Le fait est que, lorsqu'ils sont gérés de façon très stricte, les droits de propriété intellectuelle sont parfois perçus comme un facteur inhibant l'innovation technologique, comme l'a souligné un groupe de travail de la Convention-cadre de l'ONU sur le changement climatique (UNFCC, 2008). Même s'il concerne beaucoup les pays du Sud, ce dernier constat s'applique également aux pays les plus avancés sur le plan technologique.

Ces divers éléments conduisent à deux conclusions, à ce stade. Premièrement, la question délicate du degré approprié de protection des droits de propriété intellectuelle vaut en fait pour tous les pays – bien que ce soit à des degrés divers –, selon leur niveau de développement. Deuxièmement, le clivage Nord-Sud est trop réducteur et, au sein des pays du Sud, il faut bien distinguer le cas des pays émergents de celui des pays les moins avancés.

1.2.2. L'intérêt des grands pays émergents : le cas de la Chine

À cet égard, le cas de la Chine est singulier car les intérêts actuels de ce pays sont, en la matière, intermédiaires entre ceux des pays du Nord et ceux des pays les moins avancés.

La Chine est tenue par ses engagements internationaux, notamment vis-à-vis de l'OMC, dont elle est membre depuis 2001 et dont elle doit donc respecter l'accord ADPIC. Ceci dit, la principale raison pour laquelle les autorités chinoises misent désormais de façon croissante sur le renforcement des droits de propriété intellectuelle sur leur territoire est que ceci correspond désormais aux besoins de leur pays, au stade de son développement économique actuel. Dans l'optique de ses dirigeants, en effet, la Chine vise à passer de plus en plus du statut d'imitateur à celui de véritable innovateur. En témoigne le fait que, depuis quelque temps, en matière de contrefaçon, les tribunaux chinois ne s'occupent plus seulement de plaintes déposées par des groupes étrangers contre des entreprises chinoises mais doivent de plus en plus traiter des plaintes de sociétés chinoises. Plus encore et de façon liée, le nombre de brevets (et de marques) déposés par des résidents chinois croît très fortement depuis plusieurs années. Ceci vaut en particulier dans le domaine des technologies propres : la Chine, à elle seule, a ainsi représenté près de 6 % du total mondial des brevets⁽⁹⁾ dans ces domaines sur la période 1998-2003, c'est-à-dire depuis la signature du protocole de Kyoto (1997), ce qui la situe déjà au 4^e rang mondial des pays

(9) Ceci dit, il convient d'utiliser avec prudence les données de brevet comme indicateur de transferts de technologies dans le cadre de projets MDP (mécanisme de développement propre). De même, un pays donné abritant des inventeurs ayant produit des technologies propres brevetées n'est pas forcément *ipso facto* en mesure de mettre en œuvre ces technologies : les brevets représentent souvent des technologies qui n'ont pas encore fait leur preuve et ne parviennent en fait jamais au stade de la mise en œuvre (Doranova et al., 2009). Les brevets restent souvent de simples potentiels, liés à des technologies immatures et qui *in fine* ne sont jamais exploitées.

inventeurs, après le Japon, l'Allemagne et les États-Unis, selon un chiffrage récent (Dechezleprêtre et *al.*, 2008). Elle-même devenue un important concepteur de technologies propres, la Chine a désormais intérêt à défendre aussi ses propres droits de propriété intellectuelle en la matière. À terme, de ce fait, ses positions devraient se rapprocher davantage de celles des pays du Nord que de celles des pays moins avancés. Dans l'immédiat, Pékin a cependant tout intérêt à jouer de l'ambiguïté de sa position, dans les négociations post-Kyoto (voir la section 2).

Compte tenu de la position singulière de pays tels que la Chine, il convient cependant de remettre en cause la pertinence des approches traditionnelles en termes de transferts technologiques dans leur dimension Nord-Sud. Ceci renvoie notamment à l'importance croissante des pays du Sud comme lieu de provenance des technologies propres et, de façon liée, au rôle grandissant des transferts dans le sens Sud-Nord ou Sud-Sud (Brewer, 2007). De même, il apparaît que, dans le cas de pays émergents dotés eux-mêmes d'une capacité cognitive (*knowledge base*) suffisante, une grande part de la technologie utilisée dans les projets relevant du MDP (mécanisme de développement propre) existe de façon endogène, sans que se produise aucun transfert depuis l'étranger (Doranova et *al.*, 2009). En écho à ce type d'analyse, la Conférence de Bali (2007) a conduit à élargir la problématique et à parler, au-delà des transferts de technologies, de coopérations technologiques Nord-Sud et Sud-Sud.

2. Les voies de réforme envisagées en vue de la Conférence de Copenhague

À quelques mois de la Conférence de Copenhague, le clivage Nord-Sud n'en subsiste pas moins, comme en témoignent les demandes persistantes de certains pays les moins avancés. Ainsi, au nom de ce groupe de pays, le Bangladesh réclame la mise en place de mécanismes de transfert technologique assurant l'accès aux pays les moins avancés, lorsque les droits de propriété intellectuelle sont en jeu.

En outre, un grand pays émergent tel que la Chine fait formellement bloc, de façon tactique, avec l'ensemble des pays en développement. Pékin a ainsi déclaré que le système actuel des droits de propriété intellectuelle n'est pas à la hauteur des besoins en matière de développement, de transfert et de déploiement de technologies, compte tenu des enjeux identifiés en matière de changement climatique. Concernant les technologies brevetées concernées, selon le gouvernement chinois, les réponses appropriées passeraient par la mise en place combinée de licences obligatoires (voir l'encadré) et d'arrangements juridiques et réglementaires spécifiques, afin de réduire le pouvoir de monopole conféré par les droits de propriété intellectuelle. En matière de co-développement de technologies propres, de même, il faudrait adopter des arrangements *ad hoc* de partage de ces droits. Quant

aux technologies propres développées dans les pays avancés sur la base de financements publics, en outre, il conviendrait d'adopter des dispositions permettant de les conserver dans le domaine public, de les maintenir ainsi accessibles et bon marché – à des conditions préférentielles –, en vue de transferts dans les pays en développement⁽¹⁰⁾.

L'une des questions soulevées ici, notamment par la Chine, porte sur les aides publiques. Le fait est que, dans les pays avancés, les pouvoirs publics promeuvent eux-mêmes les technologies propres et – par souci de « patriotisme économique » – font souvent en sorte que les financements publics consentis à cet effet bénéficient en priorité aux entreprises « nationales », en accordant à ces dernières des conditions préférentielles dans les accords de licence concernant les technologies issues de recherches financées sur fonds publics. Au nom des besoins de la planète et en vertu d'une sorte de « clause humanitaire », Barton (2007) plaide lui aussi pour que soit mis fin à ce système, qui désavantage les pays en développement.

Ces premiers éléments permettent de souligner qu'il n'y a pas d'approche unique concernant le renforcement des transferts technologiques, de sorte que l'identification, l'analyse et les moyens de surmonter les obstacles en la matière doivent être conçus en fonction des pays et technologies considérés (UNFCCC, 2009a). Pour ce qui concerne les droits de propriété intellectuelle également, il ne saurait y avoir de solution unique mais différentes pistes à creuser, en fonction des spécificités des cas concrets. Ceci étant, un certain nombre d'options générales sont en débat. Schématiquement, celles-là peuvent être classées en deux groupes. D'un côté, il s'agit de mesures intervenant sur le plan de ce que les juristes appellent le droit substantiel, c'est-à-dire concernant le fond même des droits de propriété intellectuelle. De l'autre, les réformes envisagées passent plutôt par de nouvelles manières de gérer les outils existants du droit de la propriété intellectuelle.

2.1. Des réformes pouvant porter sur le fond même du droit

Sur le plan du droit substantiel, tout d'abord, il a en particulier été proposé de suspendre la protection des technologies propres par les brevets – au besoin en annulant les brevets déjà accordés –, lorsqu'il s'agit d'utilisation dans les pays les moins avancés, ou encore d'interdire aux entreprises – transnationales ou non – de breveter des ressources génétiques et notamment le patrimoine génétique de variétés végétales ou de races animales considérées comme essentielles sur le plan des réponses au changement climatique (UNFCCC, 2009b). Ce type de demande a notamment été exprimé par la Bolivie, les Philippines et l'Indonésie, au nom du groupe qu'il est convenu d'appeler le G77.

(10) Cf. *China's view on the fulfilment of the Bali action plan and the components of the agreed outcome to be adopted by the conference of the parties at its 15th session*, 6 février 2009.

Dans une perspective similaire, le texte à négocier à Copenhague comprend aussi une proposition visant à réduire la durée de la protection par les brevets, dans le cas des technologies propres. De même, la Chine et l'Inde ont proposé que les flexibilités offertes par l'accord ADPIC de l'OMC dans le cas des médicaments (notamment en termes de licences obligatoires, *cf.* encadré) soient étendues aux technologies propres, en vertu du principe que le climat – comme la santé – constitue un bien public.

Les licences non volontaires, notamment dans le domaine des médicaments

Les licences non volontaires font partie des mécanismes d'exception visant à concilier au mieux les besoins des ayants droit et l'intérêt général. Elles s'apparentent à une sorte de droit de passage, par analogie avec les questions de propriété foncière. Elles permettent d'accorder un droit d'accès à des biens protégés par des droits de propriété intellectuelle, sans le consentement de leurs ayants droit respectifs mais sans exproprier ces derniers, qui reçoivent une compensation financière, en général assez modique. Pas plus que les licences légales – qui concernent plutôt les questions de droit d'auteur et de droits voisins – que les licences obligatoires relevant de la politique de concurrence, le sujet porte ici sur ce que l'on appelle en toute rigueur les licences d'office (et en pratique les licences obligatoires), principalement en réponse à des préoccupations de santé publique ou de défense nationale. En France, à titre d'exemple, le principe même de la brevetabilité du médicament n'a été accepté (en 1959) que parce qu'ont été créées des licences d'office^(*) assurant que les considérations d'accès au médicament et donc de santé publique puissent primer, en cas d'urgence.

En pratique, ces licences non volontaires sont toutefois rarement utilisées. La rareté de leur application tient en partie aussi à l'effet dissuasif que ce dispositif exerce parfois, du seul fait de son existence même. L'exemple récent de la grippe aviaire l'a confirmé, dans la mesure où la firme pharmaceutique Roche a consenti rapidement à accorder des licences sur ses vaccins, afin d'éviter de tomber sous le coup d'une licence obligatoire au nom des intérêts de la santé publique.

Dans cette perspective, l'accord ADPIC de l'OMC comporte lui aussi ce type de garde-fou, notamment en matière de licences obligatoires et d'importations parallèles. Ces dispositions visent à permettre aux pays les moins avancés concernés de se prémunir contre les risques liés aux comportements de monopole (prix élevés et/ou rationnement des quantités) et d'assurer l'accès aux médicaments en cas d'urgence sanitaire nationale, soit en copiant eux-mêmes des médicaments brevetés, soit – pour les pays dépourvus de capacités de pro-

(*) Article L613-16 du Code de la Propriété intellectuelle.

duction pharmaceutique – en important des médicaments génériques, c'est-à-dire des copies bon marché de médicaments brevetés. Dans le cadre de l'OMC, les accords de Doha (novembre 2001) et Cancun (août 2003) ont du reste réaffirmé la légitimité du recours aux licences obligatoires et ont introduit la possibilité d'importations parallèles sous licences obligatoires. Ces dispositions constituent des avancées importantes non seulement par rapport aux seuls accords ADPIC mais aussi, plus généralement, dans l'histoire de l'OMC, à travers la prise en compte d'intérêts non strictement commerciaux.

Ceci étant, le développement des licences obligatoires suppose aussi une protection des entreprises pharmaceutiques des pays du Nord, afin d'endiguer le risque de réimportations vers les pays du Nord, ce qui nécessite de développer l'identification des médicaments, notamment pour remédier à une situation actuelle, dans laquelle l'identification se réduit trop à l'emballage (CGP, 2006). Pour ce type de raison, les conditions requises pour l'application de ces licences obligatoires demeurent en pratique très contraignantes et il est probable que les accords évoqués ne résoudront qu'en partie le problème des médicaments antisida. Tels Gold et *al.* (2008), de nombreux experts restent ainsi sceptiques sur la portée pratique de tels dispositifs.

À ceci, l'OMPI, l'Union européenne et le Japon répliquent que si, dans le domaine des médicaments, une seule firme peut détenir une position technologique clé en tant que titulaire d'un brevet, ceci n'est pas le cas en matière de technologies propres, où les brevets sont détenus par un grand nombre de titulaires, ce qui limite le pouvoir de marché potentiellement conféré par les droits de propriété intellectuelle (Copenhagen Economics et IPR Company, 2009). En effet, alors que tel brevet, pour un médicament, protège parfois un principe actif qui n'a aucun substitut existant⁽¹¹⁾ et peut donc permettre d'imposer au patient un surcoût important, en termes de redevances (*royalties*), les technologies de base concernées par le solaire photovoltaïque, les agro-carburants (biomasse) et l'éolien sont en grande partie mures et tombées dans le domaine public ; les brevets dans ces domaines concernent des perfectionnements utiles mais débouchent en général sur des licences relativement abordables en termes financiers (Barton, 2007). La comparaison avec le domaine du médicament n'a donc qu'une pertinence limitée. En outre, les dispositifs existants de licences obligatoires n'ont en pratique qu'une portée limitée (*cf.* encadré) car ils posent de sérieux problèmes de mise en œuvre (Tirole, 2003).

Compte tenu de ces réserves et de ces difficultés d'application, il est douteux qu'étendre un dispositif tel que les licences obligatoires apporte

(11) À ce sujet, les spécialistes de la politique de concurrence utilisent la notion de « facilité essentielle ».

des avantages décisifs pour faire accéder les pays du Sud à un plus grand nombre de technologies propres. D'autant plus que la menace de tomber sous le coup d'une licence obligatoire risque de réduire l'incitation des chercheurs à mettre au point de nouvelles inventions dans ces domaines. Cette dernière critique vaut également pour la proposition évoquée consistant à soustraire *a priori* certaines technologies propres du champ de la brevetabilité et, plus généralement, pour toute mesure tendant à restreindre *ex ante* ou *ex post* le champ ou la durée d'application du droit de la propriété intellectuelle, de façon coercitive.

2.2. De nouvelles manières de gérer la propriété intellectuelle de façon partagée

À côté de ces mesures, qui interviennent sur le fond même du droit de la propriété intellectuelle et qui s'imposent à tous les acteurs socio-économiques concernés, un second groupe de propositions concerne des mesures *volontaires* impliquant de nouvelles manières d'utiliser les outils existants du droit, pour faciliter les transferts de technologies existantes et promouvoir le co-développement de nouvelles technologies. Dans cette perspective, d'intéressantes réflexions menées notamment dans des enceintes internationales telles que l'OMPI visent à gérer les droits de propriété intellectuelle de façon intelligente, de façon à mettre en commun et partager certaines technologies propres, lorsque ceci se révèle nécessaire.

2.2.1. Les communautés de brevets (patent pools)

En termes concrets, un premier cas concerne les communautés ou paniers de brevets (*patent pools*), qui s'apparentent à des systèmes concertés de concession mutuelle de licence. Un exemple en est fourni par l'industrie de l'électronique grand public, dans le cas des technologies audio et vidéo utilisées comme normes communes, *via* les standards DVD et MPEG. Il s'agit, d'une part, de MPEG (Moving Picture Experts Group) – le consortium qui gère des modes de compression de données numériques – et, d'autre part, du DVD Forum – le consortium en charge de la protection du format DVD (disque optique), qui regroupe plusieurs entreprises (dont Sony, Philips, Thomson, Hitachi, Sharp et Samsung). Les entreprises désireuses de construire tel ou tel matériel électronique incluant ces technologies doivent en contrepartie s'acquitter des redevances. Ces communautés de brevet constituent ainsi des sortes de systèmes de gestion collective de la propriété industrielle, en donnant lieu à des licences groupées.

À travers ce type de licences volontaires, les détenteurs de ces brevets s'accordent ainsi mutuellement des conditions d'accès préférentielles afin d'éviter de trop larges exclusivités, de faciliter le partage ou la mutualisation de certaines ressources technologiques, ce qui permet *in fine* d'améliorer la diffusion des résultats produits par leurs activités d'innovation et d'atteindre ainsi la taille critique nécessaire dans les domaines en question (CGP,

2006). En l'espèce, il s'agit de communautés *fermées*, qui correspondent à des situations oligopolistiques (avec des problèmes potentiels de droit de la concurrence) mais qui répondent aussi à une demande de la part des consommateurs (besoin de normalisation). Ces communautés fermées conduisent à limiter l'accès aux technologies concernées. Dans d'autres domaines, il existe cependant des communautés ouvertes, qui autorisent l'accès à n'importe quel tiers. De telles communautés, plus ou moins ouvertes ou fermées, peuvent *a priori* être appliquées aux technologies propres (OMPI, 2009b).

Dans cette perspective, le texte à négocier à Copenhague comprend une proposition – formulée par le G77 et la Chine –, qui vise à créer un *Global Technology Pool for Climate Change* : ce fond regrouperait des technologies propres et les mettrait à la disposition des pays en développement, en dispensant ces derniers de payer des redevances.

2.2.2. Le cas d'une plate-forme commune de brevets de technologies propres

De même, il est possible d'envisager des plates-formes communes de brevets. Une telle plate-forme se fonde sur des engagements mutuels par lesquels les détenteurs de technologies brevetées, pour faciliter l'accès à leurs technologies, s'engagent à accorder des licences sans contrepartie de redevance mais sous réserve du respect de certaines conditions générales, par analogie avec le principe du *copyleft* qui régit le monde du logiciel libre (*open source*). À titre d'exemple, l'initiative Eco-Patent Commons lancée en janvier 2008 par le Conseil économique mondial pour le développement durable (WBCSD, Genève) va dans ce sens, en conditionnant l'accès aux technologies propres considérées à l'engagement que les utilisateurs ne s'en servent qu'à des fins écologiques. Pour pouvoir puiser dans les technologies de cette plate-forme commune, les participants doivent y apporter chacun au moins un brevet. Depuis le lancement de l'opération en janvier 2008, cette plate-forme présente déjà près d'une centaine d'éco-technologies, dont les brevets ont été apportés par neuf entreprises de divers secteurs et nationalités : IBM (matériau recyclable d'emballage de protection pour des composants électroniques), Nokia (téléphones mobiles recyclés en calculatrices et en assistants personnels numériques), Ricoh (technologie permettant de recycler des cartouches amovibles), Taisei (technologie de construction améliorant la qualité de l'eau), DuPont (déjà 11 brevets, dont sept concernent des matériaux réfrigérants affectant la couche d'ozone), ainsi que Bosch, Pitney Bowes, Sony et Xerox⁽¹²⁾.

(12) Cf. OMPI (2009b), ainsi que le site du WBCSD (<http://www.wbcd.org/>).

2.2.3. La licence de plein droit (license of right)

D'autres types de dispositifs relevant de cette logique de partage volontaire pourraient être mentionnés ici. L'un concerne ce qu'il est convenu d'appeler la licence de plein droit (*license of right*). Par ce biais, le détenteur d'un brevet accepte par avance d'autoriser tout tiers qui le demande à utiliser l'invention protégée, en contrepartie du paiement d'une redevance adéquate. Un tel dispositif a notamment été envisagé dans l'article 43 de la Convention sur le brevet communautaire (CBC) de 1975, dans l'Accord en matière de brevets communautaires de 1989 et existe déjà dans certains pays européens (exemple du Royaume-Uni). Il retire au détenteur du brevet le droit d'empêcher à sa guise tel ou tel tiers d'utiliser son brevet, en échange de certaines contreparties financières⁽¹³⁾. Destiné surtout aux inventeurs individuels (qui ne savent souvent guère de quelle manière des tiers sont susceptibles d'utiliser leurs inventions), aux PME (qui sont le plus souvent dépourvues des moyens financiers nécessaires pour défendre leurs droits) et aux organismes publics de recherche (qui recourent fréquemment à des contrats de licence non exclusive), ce système de « licence de plein droit » vise dans l'ensemble à réduire les coûts de transaction croissants qui sont liés à la multiplication du nombre des brevets (Bedsted, 2007). Il a aussi pour objectif de réduire les risques de *hold-up* dans le domaine des technologies complexes (électronique, semi-conducteurs, technologies liées au logiciel et à Internet, etc.) ; instituant un droit à rémunération sans droit à exclusion, il peut être présenté comme une solution d'avenir, intermédiaire entre le traditionnel système des brevets et la nouvelle logique *open source* (European Patent Office, 2007).

Par rapport à d'éventuelles réformes d'ensemble portant sur le droit substantiel, en général difficiles à négocier (cas d'une éventuelle exemption du champ du brevetable) et d'application parfois délicate (cas des licences obligatoires), ces modes de gestion partenariaux de la propriété intellectuelle présentent l'avantage indéniable d'une certaine souplesse, à l'échelle des différents domaines technologiques concernés. Qu'ils rendent moins coûteux (au besoin *via* une tarification différenciée) et moins complexe, pour des tiers, l'accès à ces technologies protégées (exemple des *patent pools*) ou bien atténuent en partie le caractère exclusif des droits de propriété intellectuelle afférents (cas de la licence de plein droit), ces arrangements volontaires pourraient contribuer à accélérer tant les transferts internationaux de technologies existantes que le co-développement de nouvelles technologies. Ils montrent que le souci de préserver la planète n'implique pas, très loin s'en faut, de mettre entre parenthèses le système des droits de propriété intellectuelle. Le vrai enjeu consiste plutôt à aménager celui-ci, en le mettant davantage au service des objectifs environnementaux.

(13) Dans la CBC, par exemple, il est prévu que le détenteur optant pour ce système bénéficie également de taxes annuelles réduites pour le maintien de la validité de son brevet communautaire.

Compte tenu de l'intransigeance que plusieurs pays semblent vouloir adopter à Copenhague, sur la question des transferts technologiques et des droits de propriété intellectuelle, il y a cependant fort à parier qu'un tel aménagement ne se fera pas de sitôt et nécessitera des efforts de plus longue haleine.

Références bibliographiques

- Barton J. (2007) : « Intellectual Property and Access to Clean Energy Technologies in Developing Countries: An Analysis of Solar Photovoltaic, Biofuel and Wind Technologies », *International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD)*, n° 2, décembre.
- Bedsted B. (dir.) (2007) : *Policy Options for the Improvement of the European Patent System*, Rapport du Danish Board of Technology/European Technology Assessment Group, à la demande du Parlement européen (Scientific Technological Options Assessment), Bruxelles.
- Brandstetter L., R. Fisman et F. Foley (2006) : « Do Stronger Intellectual Property Rights Increase International Technology Transfer? Empirical Evidence from US Firm-Level Panel Data », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 121, n° 1, février, pp. 321-349.
- Brewer T. (2007) : *International Climate Change Technology Transfer: New Paradigm and New Policy Agenda*, Georgetown University, Washington DC et Centre for European Policy Studies (CEPS), Bruxelles, juillet.
- Commissariat général du Plan (CGP) (2006) : *Quel système de propriété intellectuelle pour la France d'ici 2020 ?*, Rapport du groupe PIETA, Lallement (dir.).
- Copenhagen Economics and the IPR Company (2009) : *Are IPR a Barrier to the Transfer of Climate Change Technology?*, Commission européenne, DG Commerce, janvier.
- Dechezleprêtre A., M. Glachant, I. Hascic, N. Johnstone et Y. Ménière (2008) : *Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A Study Drawing on Patent Data*, Étude du CERNA (ENSM-P-Mines ParisTech) pour l'Agence française pour le développement, décembre.
- Doranova A., I. Costa et G. Duysters (2009) : « Knowledge Base Determinants of Technology Sourcing in the Clean Development Mechanism Projects », *UNU-MERIT Working Paper*, n° 2009-015, Maastricht.
- European Patent Office (2007) : *Scenarios for the Future*, Munich.

- Gold R. et al. (2008) : *Problèmes de gouvernance en propriété intellectuelle*, Résumé d'une étude de cas, diffusé dans le cadre du réseau 'The Innovation Partnership', Centre des politiques en propriété intellectuelle/Université McGill, Québec.
- Guellec D. et B. van Pottelsberghe de la Potterie (2007) : *The Economics of the European Patent System: IP Policy for Innovation and Competition*, Oxford University Press.
- Hamdan-Livramento I. (2009) : « How Compliant are Developing Countries with their TRIPS Obligations? », *CEMI-Working Paper* (Ecole polytechnique fédérale de Lausanne), n° 2009-001, janvier.
- Justus D. et C. Philibert (2005) : *International Energy Technology Collaboration and Climate Change Mitigation*, Rapport de synthèse de l'OCDE et de l'Agence internationale de l'énergie, novembre.
- Kumar N. (2002) : « Intellectual Property Rights, Technology and Economics Development: Experiences of Asian Countries, Research and Information System for the Non-Aligned and Other Developing Countries », *RIS Discussion Paper*, n° 25/2002.
- Lallement R. (2009) : « Droits de propriété intellectuelle et gouvernance, dans la perspective des pays du Sud » in *Attractivité, compétitivité et financement de la croissance en Tunisie : nouveaux enjeux, nouveaux débats*, Mouley et Gilles (eds), Éditions de l'Imprimerie officielle de la République tunisienne.
- Maskus K. (2000) : *Intellectual Property Rights in the Global Economy*, Institute for International Economics, Washington DC.
- McDonald S. (2004) : « When Means Become Ends: Considering the Impact of Patent Strategy on Innovation », *Information Economics and Policy*, n° 16, pp. 135-158.
- Ménière Y. (2007) : « « Accord ADPIC et transferts de technologie : quels enjeux, quel bilan ? » in *L'accord ADPIC : 10 ans après. Regards croisés Europe-Amérique du Sud*, Kors et Remiche (eds), Éditions Larcier, Bruxelles, pp. 313-335.
- OMPI (2009a) : « Négociations sur la propriété intellectuelle et le changement climatique : de Bali à Copenhague via Poznan », *Magazine de l'OMPI*, avril, pp. 2-3.
- OMPI (2009b) : « Partager les technologies pour relever un défi commun », *Magazine de l'OMPI*, avril, pp. 4-7.
- Park W. et D. Lippoldt (2008) : « Transfert de technologies et conséquences économiques du renforcement des droits de propriété intellectuelle dans les pays en développement », *Document de Travail de l'OCDE sur les Politiques commerciales*, n° 62, avril.
- Posner R. (2005) : « Intellectual Property: The Law and Economics Approach », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 19, n° 2, pp. 57-73.

- Tirole J. (2003) : « Protection de la propriété intellectuelle : une introduction et quelques pistes de réflexion » in *Propriété intellectuelle*, Rapport du CAE, n° 41, La Documentation française, pp. 9-47.
- UNFCCC (2008) : *Report on the Workshop on Cooperative Sectoral Approaches and Sector-Specific Actions, in Order to Enhance Implementation of Article 4, Paragraph 1(c), of the Convention*, Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention, 3^e session, Accra, 25 août.
- UNFCCC (2009a) : *Interim Report of the Global Environment Facility on the Progress Made in Carrying out the Poznan Strategic Programme on Technology Transfer*, Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention, 6^e session, Bonn, 19 mai.
- UNFCCC (2009b) : *Revised Negotiating Text: Note by the Secretariat*, Ad Hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action under the Convention, 6^e session, Bonn, 22 juin.

Financer les actions d'atténuation du changement climatique dans les pays en développement

Pascale Scapecchi et Jean-Jacques Barberis

DGTPE

L'année 2009 est une année décisive dans la lutte contre le changement climatique. Point culminant : la tenue en décembre de la Conférence des Nations Unies sur le changement climatique à Copenhague. À Bali en 2007, les pays s'étaient en effet mis d'accord pour définir la feuille de route pour formuler une réponse collective ambitieuse et efficace à l'effet de serre. Le « Protocole de Copenhague » devra succéder au Protocole de Kyoto.

Le financement des actions d'atténuation dans les pays en développement était l'un des quatre « blocs » de la négociation identifiés à Bali. Au vu de l'évolution des négociations internationales, le « Protocole de Copenhague » devrait également s'appuyer sur deux piliers. D'un côté, les engagements contraignants des pays développés. Ils seraient libellés en permis échangeables dans le cadre d'un marché carbone étendu et approfondi, les mécanismes du Protocole de Kyoto étant réformés pour opérer à plus large échelle. De l'autre, les actions nationales d'atténuation menées par les pays en développement, non contraignantes mais reconnues dans le futur régime international, et pour partie soutenues financièrement par les pays développés.

Ce schéma, simplifié, est très éloigné de *l'optimum* économique qui impliquerait une universalisation du Protocole de Kyoto, couvrant actuellement seulement 32 % des émissions mondiales, pour la mise en place d'engagements contraignants pour l'ensemble des pays émetteurs, dans le cadre d'un marché de permis échangeables à l'échelle mondiale. L'évolu-

tion des négociations internationales semble cependant imposer d'envisager des solutions de second rang, à même de répondre à un double enjeu. Il s'agit d'abord d'inciter les pays en développement, et en particulier les grands émergents, à intégrer le régime de l'après-2012 et à mener des actions d'atténuation autonomes⁽¹⁾. Ces incitations devraient être envisagées afin de permettre, à terme, d'intégrer ces pays au marché mondial du carbone. Parallèlement, il est nécessaire d'examiner des modalités de compensation financière de la part des pays développés pour les actions d'atténuation que les pays en développement ne pourront assurer de manière autonome.

Différentes études internationales proposent des estimations du coût global des mesures d'abattement des émissions de gaz à effet de serre. Mais l'hétérogénéité de ces estimations ne permet pas de déterminer de manière précise quels seront les besoins exacts des différents pays, et plus précisément quelle sera la part de financement public additionnel qu'il sera nécessaire d'apporter aux pays en développement.

Dans ce contexte, plusieurs propositions pour le financement public des actions d'atténuation dans les pays en développement ont été faites dans les enceintes internationales : aucune ne répond réellement à un objectif d'efficacité économique, qui consiste en une combinaison appropriée d'un mécanisme de levée de ressources d'une part, et d'allocation des financements d'autre part. Ce complément a vocation à envisager une solution possible : si elle n'est sans doute pas exempte de critiques, elle se veut un élément de réflexion utile dans la négociation internationale à seulement quelques mois de Copenhague.

1. Les enjeux associés à la participation des pays en développement

1.1. Une participation indispensable

L'ensemble des études disponibles démontre que, quel que soit le cadre institutionnel qui lui servira de support, l'objectif de limiter le réchauffement climatique à 2 °C à échéance 2050 nécessite, pour être véritablement efficace, une réduction significative, en valeur absolue, des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans tous les principaux pays émetteurs de la planète. La défection de l'un ou plusieurs d'entre eux risque *in fine* de remettre en cause les efforts entrepris par les autres pays. Le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007) démontre à cet égard qu'un engage-

(1) De récents travaux de l'OCDE (2009) démontrent que dans toutes les configurations d'accord international envisageables sous la forme d'engagements contraignants compatibles avec la limitation du réchauffement climatique à 2 °C en 2050, les principaux pays émergents enregistreraient des pertes de PIB relatives par rapport à un scénario *business as usual*.

ment des pays en développement est un pré-requis si on souhaite atteindre l'objectif de 2 °C. Ce rapport suggère que l'atteinte d'un objectif ambitieux (*i.e.* limiter les concentrations de GES à 450 ppm CO₂ eq.) nécessiterait des réductions absolues d'émissions de la part des pays de l'Annexe I mais également des réductions relatives d'émissions de la part des pays en développement. Pour les pays de l'Annexe I, ces réductions seraient comprises entre 25 et 40 % en deçà des niveaux de 1990 d'ici 2020, et entre 80 et 90 % en deçà des niveaux de 1990 d'ici 2050.

De même, une étude de Burniaux *et al.* (2008) évalue les pertes associées à la participation d'un nombre restreint de pays au processus global d'atténuation. Elle démontre que des objectifs modérément contraignants (*i.e.* stabiliser les concentrations globales de GES à 750 ppm CO₂ eq.) seraient impossibles à atteindre si les pays de l'Annexe I agissaient seuls, car cela induirait des coûts d'abattement beaucoup trop élevés. Une trajectoire d'émissions cohérente avec un objectif de limitation des concentrations de GES à 800 ppm CO₂eq serait quant à elle atteignable par l'action unique des pays développés (au moins jusqu'en 2050) à un coût de l'ordre de 2 % de leur PIB en 2050. Les travaux récents de l'OCDE (2009) confirment également cette analyse et soutiennent l'idée que la participation des principales économies émergentes, notamment la Chine et l'Inde, est une condition absolue pour atteindre des objectifs de réduction ambitieux : pour rejoindre une trajectoire d'émissions cohérente avec un objectif de limitation des concentrations de GES à 550 ppm CO₂eq, les pays grands émetteurs de GES devront réduire significativement leurs émissions de GES d'ici 2050. Ce constat se vérifie d'autant plus si l'on souhaite limiter la hausse de la température moyenne globale à 2 °C, soit une limitation des concentrations de GES à 450 ppm CO₂ eq.

1.2. Implications d'un prix unique mondial du carbone

Selon l'analyse économique, la politique optimale pour lutter contre le réchauffement climatique de manière coût-efficace consiste dès lors à minimiser les coûts marginaux d'abattement des émissions de GES. Pour cela, il convient d'établir un prix unique et mondial du carbone. Cette solution optimale permet non seulement de minimiser les coûts d'atteinte d'un objectif donné de réduction des émissions, mais également de limiter les risques de distorsions de compétition internationale, ainsi que les risques de délocalisation et d'inefficacité environnementale qui pourraient se produire si des pays adoptaient des régulations environnementales beaucoup moins contraignantes que d'autres. Un accord optimal sur le post-2012 devrait ainsi associer l'ensemble des pays émetteurs s'engageant sur des objectifs nationaux de réduction des émissions contraignants.

La solution de premier rang pour financer à moindre coût la réduction des émissions mondiales consisterait en une universalisation du dispositif du Protocole de Kyoto. En effet, le Protocole de Kyoto constitue à l'heure

actuelle le seul instrument multilatéral, adossé à une structure quasi universelle (la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques), qui vise à réduire les émissions de GES sur la base d'objectifs opposables aux États. Il repose sur une approche économique appuyée sur des plafonds nationaux d'émission et la possibilité d'échanges entre États et entre acteurs privés, afin que les mesures les moins coûteuses soient entreprises prioritairement. L'universalisation du Protocole de Kyoto constituerait donc l'accord sur le post-2012 le plus satisfaisant. Elle constituerait l'optimum économique et environnemental, mais réclame une discipline multilatérale stricte, appuyée sur des objectifs partagés de stabilisation du climat et sur la diffusion d'un prix uniforme du carbone à l'échelle de la planète permettant l'atteinte au moindre coût de l'objectif visé.

Imposer le Protocole de Kyoto comme le mode de régulation de « droit commun » des émissions de GES à l'échelle internationale se heurte aujourd'hui à une difficulté économique de fond : les contraintes de croissance qu'emporteraient des engagements de réduction contraignants de la part des grands pays émergents font douter de la possibilité de les associer à un accord global. En effet, au-delà du fait que les impacts directs du réchauffement provoqueraient des pertes relativement plus importantes dans les pays en développement (faible capacité d'adaptation, vulnérabilité plus grande aux événements climatiques extrêmes), un prix mondial engendrerait des coûts relativement plus élevés dans les pays en développement que dans les pays développés. Si tous les pays font face à un prix unique du carbone, l'impact macroéconomique sera plus élevé pour les pays pauvres que pour les pays riches, en l'absence de transferts compensatoires. Les simulations menées par l'OCDE (2008) montrent clairement que la mise en place d'une taxe mondiale sur les émissions de GES afin de stabiliser les concentrations à 450 ppm d'ici 2050 aura des répercussions économiques beaucoup plus importantes pour les pays en développement que pour les pays développés.

Ce constat est aujourd'hui bien renseigné. Certains pays en développement (à la condition de répercuter entièrement le prix mondial du carbone dans leur économie nationale) pourraient subir un ralentissement significatif de leur croissance sur la période charnière 2015-2030, d'une manière beaucoup plus prononcée que dans les pays industrialisés. Cela s'explique notamment par la structure de consommation particulière des pays en développement qui se caractérise par une part plus élevée des dépenses d'énergie dans ces pays. Un prix unique du carbone devrait induire une hausse des prix domestiques supérieure en pourcentage dans les pays en développement, et donc une croissance plus faible. La baisse de PIB dans les pays en développement devrait de plus se traduire par des pertes de bien-être proportionnellement plus importantes que pour les pays riches. En effet, le niveau de revenu par tête étant nettement inférieur dans les pays en développement, le sacrifice d'un euro supplémentaire ne se répercute pas de la même manière sur l'utilité des ménages selon que le revenu moyen est du

même ordre que la perte en valeur monétaire (PED) ou qu'il lui est largement supérieur (pays riches). Imposer un prix du carbone aura donc un impact sur le bien-être fort différent, selon que l'on habite en France ou en Chine. Enfin, les efforts internationaux d'atténuation devraient résulter en une baisse de la demande des combustibles fossiles. Cela se traduirait par une modification profonde des flux commerciaux de ressources fossiles, notamment sur les marchés du pétrole et du gaz. Les pays exportateurs de ressources fossiles, dont font partie certains pays en développement, pourraient alors subir des pertes substantielles liées aux termes de l'échange.

Des simulations effectuées par Hourcade et *al.* (2006) montrent que l'impact d'un prix unique du carbone sur le bien-être varie entre les régions, et touche plus particulièrement les pays en développement, notamment l'Asie (graphiques 1a à d).

Dès lors, il semble que l'accord sur le régime qui succédera au Protocole de Kyoto devrait explicitement prévoir des mécanismes de compensation financière incitatifs des pays développés vers les pays en développement pour mener des actions d'atténuation compatibles avec l'objectif de limiter le réchauffement climatique à 2 °C à l'horizon 2050.

1.3. Mesures potentielles de compensation financières

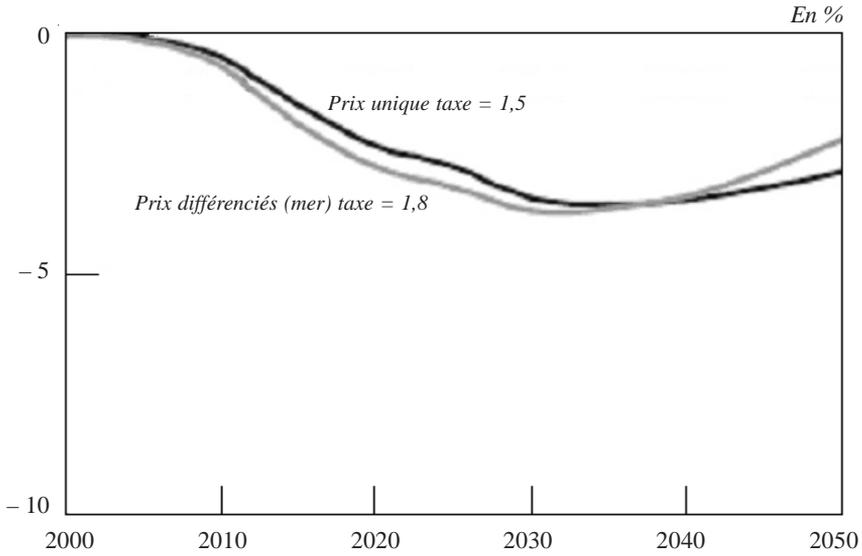
Les résultats portés plus haut suggèrent qu'un système de taxation uniforme, ou son équivalent, c'est-à-dire des engagements contraignants pour l'ensemble des pays associés à des droits échangeables, ne saurait être envisageable pour les pays en développement sans transferts compensatoires des pays développés.

Une première approche consisterait à mettre en place des transferts monétaires entre les pays du nord et les pays du sud afin de compenser ces derniers pour les pertes de bien-être engendrées par les actions d'atténuation. Une étude récente de l'OCDE (2009) montre qu'en l'absence de transferts financiers, les pays caractérisés par des courbes de coût marginal d'abattement et/ou de dommage marginal plus plates (e.g. Europe de l'est, Russie, Moyen-Orient et Chine) ont intérêt à ne pas faire d'effort de réduction parce qu'ils contribueraient plus à l'effort de réduction qu'ils n'en bénéficieraient. Un moyen possible pour élargir le soutien international à l'action d'atténuation consisterait à effectuer des transferts financiers des régions qui gagnent le plus à la coopération vers les pays qui y gagnent le moins, voire qui y perdent.

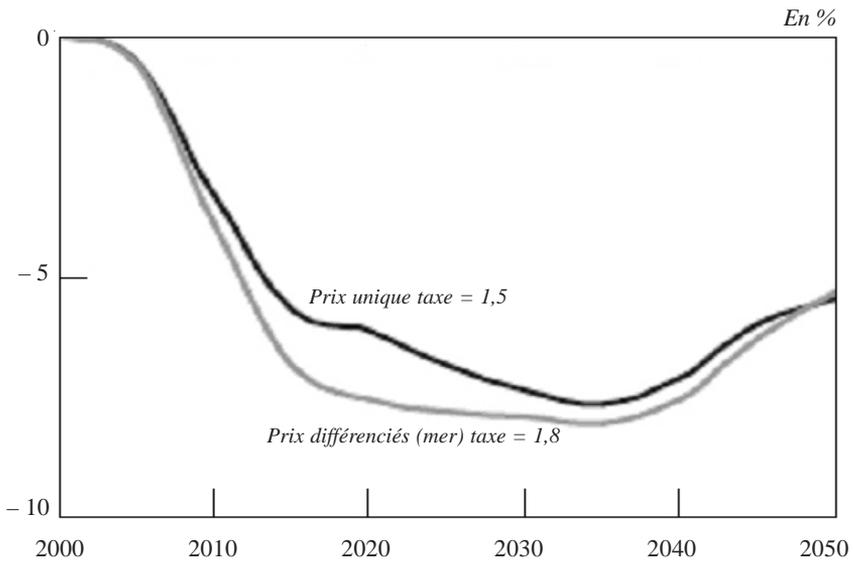
L'analyse de Hourcade et *al.* (2006) suggère cependant que de tels transferts entre pays développés et pays en développement pourraient être conséquents. Par exemple, l'ensemble des pays développés devrait transférer à l'Inde l'équivalent de 12 % de son PIB en 2020 pour compenser les pertes de bien-être associées à des actions d'atténuation menées dans ce pays afin d'atteindre l'objectif mondial de 2 °C à horizon 2050 (graphique 2).

1. Impact d'un prix unique du carbone mondial sur le bien-être

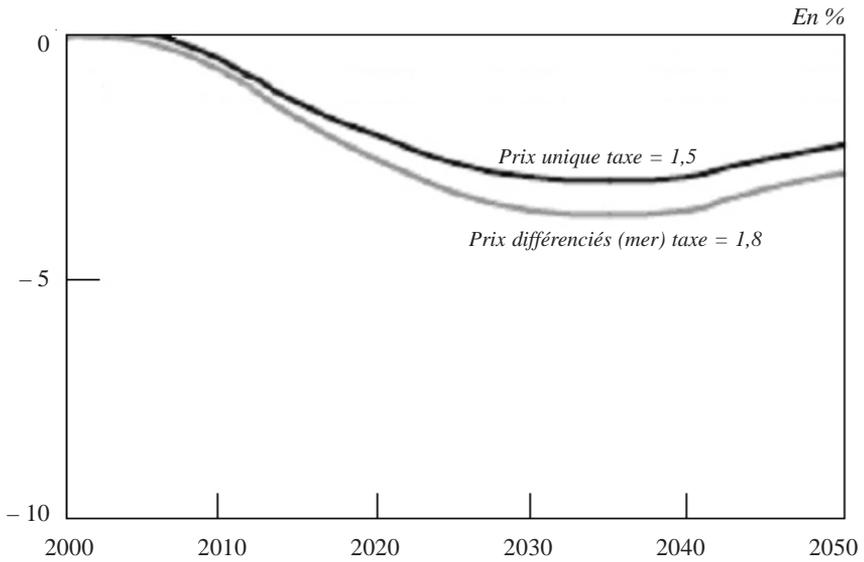
a. Afrique et Amérique latine



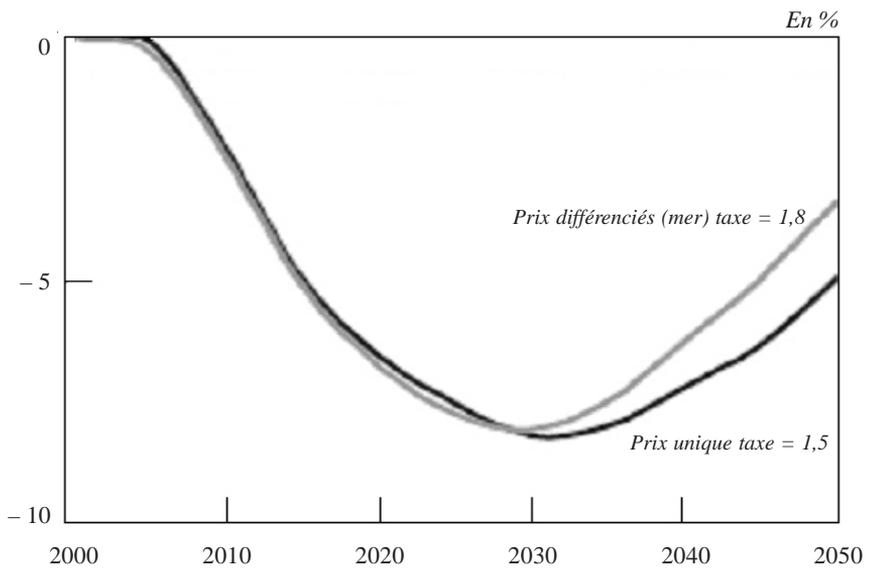
b. Russie et Europe de l'Est



c. OCDE

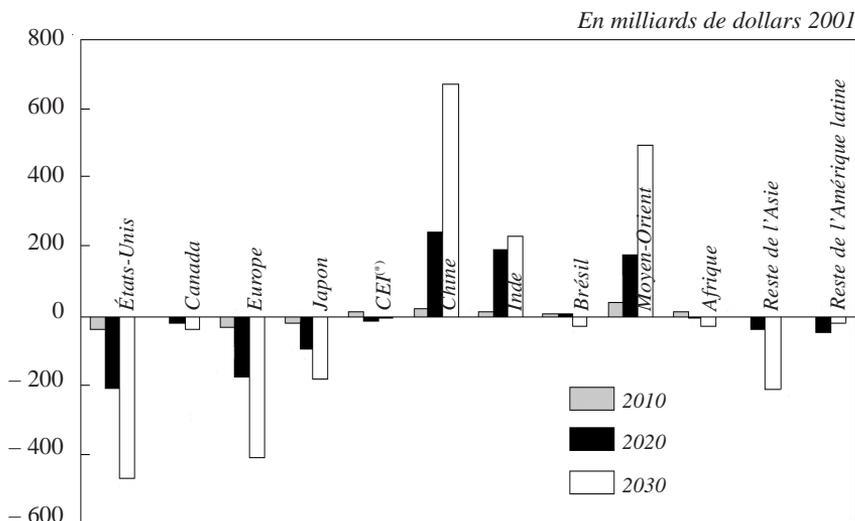


d. Asie



Source : Hourcade et al., 2006).

2. Transferts nécessaires pour égaliser les pertes en bien-être associées à une taxe carbone unique



Note : (*) Communauté des États indépendants (Russie + certaines des anciennes républiques soviétiques).

Source : Hourcade et al. (2006).

Une alternative aux transferts financiers directs se trouve dans l'option retenue à Kyoto qui avait consisté à associer des États réticents à prendre des engagements contraignants au Protocole, en leur concédant des allocations généreuses de quotas. La concession d'« air chaud » avait ainsi permis d'associer les pays d'Europe centrale et orientale ainsi que la Fédération de Russie à l'accord global, voie vers des engagements de réduction réellement contraignants à moyen terme.

En supposant qu'il soit possible de mettre en place un plafond global de réduction des émissions de GES au niveau mondial, déclinés en objectifs échangeables de réduction, les pertes de bien-être correspondantes pour les pays en développement pourraient également être compensées de manière équitable par une sur-allocation initiale de crédits carbone pour ces pays, et une sous-allocation concomitante pour les pays développés. À partir des calculs de Hourcade et al. (2006), on estime que plus des deux tiers du quota global seraient affectés aux PED. Dans les configurations de pertes les plus extrêmes, environ 68 % du budget carbone global disponible pour l'ensemble de la planète en 2030 pourrait ainsi être « absorbé » à des fins de redistribution en direction des grands émergents. Valorisée monétairement, cette redistribution impliquerait des transferts financiers entre pays développés et grands émergents, de l'ordre de 4 700 milliards de dollars en 2030, en se limitant à certaines régions du monde (Chine, Inde et États du Moyen-Orient). Ces transferts, bien qu'extrêmement conséquents, semblent incontournables si l'on souhaite inciter les pays en développement à participer.

Il convient de placer ces estimations de flux financiers au regard des financements internationaux existants pour le climat. Ils apparaissent sans commune mesure avec les financements aujourd'hui disponibles ou prévus dans le cadre de l'aide bilatérale et multilatérale pour le climat : par exemple, 3,3 milliards de dollars alloués par le Fond pour l'environnement mondial entre 1991 et 2007 pour un total de 14 milliards de dollars mobilisés par effet de levier, et 5-10 milliards de dollars annoncés par les États-Unis, le Royaume-Uni et le Japon au cours des prochaines années pour le transfert de technologies dans le cadre des fonds de la Banque mondiale, lancés en 2008. Les mécanismes de compensation examinés ici impliquent par conséquent un véritable changement de paradigme dans l'analyse des besoins de financement et l'organisation des transferts en matière climatique.

L'état des négociations internationales fait cependant douter de l'acceptabilité politique de la solution d'une compensation financière vers les pays en développement *via* une surallocation initiale en quotas de ces pays, sauf revirement politique majeur. La solution optimale d'un point de vue économique se heurte en effet à plusieurs limites qui font douter de la possibilité de sa mise en œuvre. D'une part, le contexte actuel des négociations internationales sur le climat semble peu propice à ce que les pays en développement acceptent des engagements de réduction contraignants. D'autre part, les transferts financiers en jeu poseront un problème d'acceptabilité pour les pays développés, en renforçant les déséquilibres macroéconomiques globaux, sur fond de concurrence accrue avec les grands pays émergents. Il n'est pas non plus envisageable de financer entièrement le surcoût associé pour les pays en développement, notamment pour les émergents, parce que les mesures de transfert auraient elles-mêmes un impact économique, notamment *via* le canal monétaire (appréciation du taux de change des pays en développement récipiendaires). De plus, la protection du climat présentant les caractéristiques d'un bien public mondial, elle exige une participation équitable de l'effort économique entre l'ensemble des pays émetteurs, et des actions autonomes menées dans l'ensemble des pays.

L'optimum de premier rang n'étant pas atteignable, il paraît donc nécessaire de trouver des mécanismes financiers compensatoires alternatifs politiquement acceptables.

2. Les mesures compensatoires envisagées dans le cadre de la CCNUCC

2.1. Estimations des besoins de financement international public

La mise en place de mécanismes financiers compensatoires se heurte en premier lieu à un enjeu d'estimation des besoins de financement public. En effet, l'analyse économique suggère que les pays en développement devront financer et mettre en œuvre de manière autonome les actions d'atténuation entraînant des pertes d'utilité et de bien-être équivalentes à celles

des pays développés. Des mécanismes de financement compensatoires ne doivent donc être envisagés que pour financer les actions additionnelles, entraînant des pertes d'utilité et de bien-être supérieures dans ces pays.

Cette conclusion se heurte cependant au manque d'estimations précises des besoins de financement public additionnel, pays par pays. De nombreuses études internationales estiment en effet le coût global des politiques climatiques pour différents pays, mais le manque d'homogénéité entre elles ne permet pas une comparaison directe des valeurs obtenues. Elles reposent en effet sur des définitions et des modélisations du coût global très disparates, excluant une confrontation directe des estimations. Premièrement, l'essentiel des études récentes n'estime pas le coût macroéconomique des politiques climatiques mais les coûts d'investissement associés aux actions d'atténuation de l'effet de serre. Ainsi, dans les évaluations faites par le secrétariat de l'Organisation des Nations unies (CCNUCC, 2007), l'Agence internationale de l'énergie (AIE, 2008), la Commission européenne (2009) et McKinsey (2009), les coûts s'interprètent comme des coûts d'investissement additionnels nécessaires pour atteindre un certain objectif de réduction des émissions. Le coût estimé n'inclut généralement pas les coûts de transaction ni les coûts opérationnels associés à la mise en place de la politique climatique considérée. De plus, certaines études, dont celle de la Commission européenne, n'incluent pas dans leurs estimations les mesures à coût nul ou négatif (c'est-à-dire les mesures qui peuvent être mises en place par le pays lui-même et qui induiront au cours du temps des bénéfices largement supérieurs au coût initial, notamment au travers d'économies d'énergie), et ne tiennent compte que des coûts initiaux.

Deuxièmement, la plupart des études ne distinguent pas le niveau d'effort de réduction entre les pays. Ainsi, les études fixent des objectifs de réduction pour les pays développés (plus ou moins explicités en termes de pourcentage de réduction) et ne précisent pas d'objectif, même peu contraignant, pour les pays en développement. Seules les études de la CE et de l'AIE considèrent une inflexion de la croissance des émissions des pays en développement.

Troisièmement, les études estiment généralement le coût d'investissement additionnel de mesures d'atténuation des émissions de GES par rapport à un scénario de référence qui suppose en général qu'aucune nouvelle action n'est entreprise afin de limiter ces émissions⁽²⁾. Cependant, les scénarios de référence peuvent varier d'une étude à l'autre, selon les sources d'information utilisées et les hypothèses structurelles du modèle retenues. De grandes variations peuvent donc être observées entre les estimations.

(2) On parle également de « scénario tendanciel d'augmentation des émissions ». Le scénario de référence englobe généralement les effets des politiques et des mesures qui ont été actées ou adoptées dans un passé proche, mais pas les effets des nouvelles mesures. Des coûts de continuation des actions passées sont donc associés à ce scénario.

Il apparaît clairement que nous ne disposons pas à l'heure actuelle d'une connaissance précise des besoins de financement des actions d'atténuation, en particulier de la part relative au financement public. Dans ce cadre, il semble donc nécessaire de disposer d'un instrument de financement évolutif, flexible et facilement adaptable à une estimation plus fine des besoins dans le temps.

2.3. Revue des propositions actuellement sur la table

Bien que la mise en place des mécanismes financiers compensatoires en direction des pays en développement pour autoriser des actions d'atténuation additionnelles soit reconnue comme une nécessité, aucune des propositions développées à l'heure actuelle ne semblent en mesure de répondre pleinement à un objectif d'efficacité économique.

Le tableau suivant présente les principales propositions sur le financement de l'atténuation dans les pays en développement. On constate que de nombreuses propositions présentent des faiblesses en termes d'efficacité économique, comme par exemple les propositions de la Suisse, du Bangladesh, ou la taxe globale sur les transactions monétaires qui reposent toutes trois sur des taxes, instrument beaucoup moins efficient qu'un système de permis d'émissions négociables de type *cap-and-trade*.

L'efficacité environnementale semble également avoir été oubliée dans quelques-unes des propositions reproduites dans le tableau : par exemple, le mécanisme de financement proposé par le G77 et la Chine ainsi que la proposition de taxe globale sur les transactions monétaires n'appliquent pas le principe du pollueur-payeur puisque ces propositions sont totalement déconnectées des émissions de CO₂ ; de même, la proposition des Maldives et l'alternative à la proposition Norvégienne peuvent potentiellement exclure certains des secteurs les plus intensifs en carbone.

Par ailleurs, certaines propositions semblent plus équitables que d'autres. Ainsi, la proposition Mexicaine repose sur une contribution universelle s'appliquant à l'ensemble des pays (à l'exception des PMA) fondée sur des critères prenant en compte non seulement le principe du pollueur-payeur mais également la capacité à payer des pays, contrairement aux propositions de la Suisse, de la Norvège et du Bangladesh qui négligent complètement ce dernier critère.

Néanmoins, le tableau met clairement en avant un point commun à toutes ces propositions : elles ne se focalisent que sur l'un des aspects du régime de compensation qu'il convient de mettre en place, soit la levée de ressources publiques internationales additionnelles. Aucune de ces propositions ne s'intéresse en effet aux modalités d'allocation efficace des financements publics ainsi générés. C'est pourtant la condition principale pour garantir que le régime de compensation de l'accord qui succédera au Protocole de Kyoto permette de maximiser les réductions d'émissions dans les pays en développement à moindre coût.

Propositions de mécanismes financiers

Proposition	Description	Échelle estimée (en milliards de dollars par an)	Évaluation économique et financière	
			Avantages	Inconvénients
<p>G77 + Chine</p> <ul style="list-style-type: none"> Contribution des pays développés exprimée en termes de pourcentage du PIB (estimée entre 0,5 et 1% du PIB) 	<ul style="list-style-type: none"> Les pays développés devraient s'accorder sur un pourcentage du PIB global qui pourrait constituer une contribution financière à la lutte contre le changement climatique dans les PED 	201-402	<ul style="list-style-type: none"> Une génération de ressources substantielle 	<ul style="list-style-type: none"> N'applique pas le principe du pollueur-payeur : pas de relation avec les émissions ou le changement climatique Mécanisme peu flexible : fixer le pourcentage ne permettra pas d'ajuster facilement les ressources aux besoins imprévus Problème lié à l'usage d'un critère unique : si le PIB diminue, les contributions diminuent Absence de mécanisme de conformité en termes de financement Pas de précision sur la répartition entre les pays ni sur la répartition entre les besoins
<p>Mexique</p> <ul style="list-style-type: none"> Contribution de la part de tous les pays, sauf les PMA, fondée sur un ensemble pré-défini de critères, tels que les émissions de GES, la capacité respective et la population 	<ul style="list-style-type: none"> Contribution universelle: un objectif financier pourrait être défini pour l'ensemble des pays. Répartition entre les pays (sauf les PMA) à partir d'une clé fondée sur divers critères (e.g. émissions, PIB, PIB par tête, population) 	10	<ul style="list-style-type: none"> S'applique à l'ensemble des pays sauf les PMA Prend en compte le principe de pollueur payeur et la capacité à payer Ajustable aux besoins et révisable au cours du temps Fournit une incitation à réduire les émissions 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessité de fixer un objectif financier Absence de mécanisme de conformité Coûts de transaction pour les pays bénéficiaires nets

		Évaluation économique et financière		
		Avantages	Inconvénients	
<p>Proposition</p> <p>Norvège</p> <ul style="list-style-type: none"> Mise aux enchères internationale des unités de quantités attribuées (UQA) 	<p>Description</p> <ul style="list-style-type: none"> Une partie des UQA délivrés actuellement gratuitement pourrait être mise aux enchères (ou vendue à un prix fixe) sur une plateforme internationale. Les revenus ainsi générés pourraient être utilisés pour financer la lutte contre le changement climatique dans les PED 	<p>Échelle estimée (en milliards de dollars par an)</p> <p>15-25 (mise aux enchères de 2 % des UQA)</p>	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> Applique le principe du pollueur-payeur : contribution liée aux émissions Garantit des fonds pour les engagements climatiques : de larges flux financiers pourraient être générés Facilement ajustable pour convenir aux besoins financiers (le pourcentage peut être modifié) Constitue pour les pays une incitation à réduire leurs émissions respectives 	<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> Ne s'applique qu'aux pays qui ont des objectifs d'atténuation exprimés en UQA Problèmes de prévisibilité : l'échelle des fonds dépend du niveau d'effort comparable et des émissions. La génération des revenus n'est pas automatique si le prix du carbone chute et atteint zéro. Les revenus sont reliés aux fluctuations de marché et à l'interaction avec le marché du carbone Pas équitable : ne prend pas en compte la capacité à payer Couverture géographique limitée : ne s'applique qu'aux pays ayant mis en place un système de permis négociables de type <i>cap-and-trade</i> Peu efficace : peut ne pas concerner l'ensemble des secteurs intensifs en CO₂, car s'applique uniquement aux secteurs soumis au système de <i>cap-and-trade</i> Risque de fuite de carbone : plafonds d'émissions fixés à différents niveaux dans les pays
<ul style="list-style-type: none"> Alternative à la proposition norvégienne: une mise aux enchères nationale des quotas d'émissions au niveau domestique 	<ul style="list-style-type: none"> Dans les pays participant au marché européen des quotas d'émissions, des quotas d'émissions pourraient être mis aux enchères au niveau domestique. Une partie des revenus générés pourrait être pré-affectée et dédiée à la lutte contre le changement climatique 		<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> Applique le principe du pollueur-payeur et peut générer des fonds substantiels Volonté de l'UE sur une base volontaire nationale d'utiliser au moins 50 % des revenus de la mise en vente des quotas d'émissions pour des activités relatives au changement climatique, y compris des actions de soutien aux PED Pourrait être liée à l'option (b) 	

		Évaluation économique et financière	
		Avantages	Inconvénients
<p>Suisse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxe globale et uniforme sur les émissions de CO₂, sauf pour les PMA 	<p>Description</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une taxe de \$2/tCO₂ serait appliquée à l'ensemble des pays, à l'exception des pays avec moins de 1,5tCO₂/tête 	<p>Échelle estimée (en milliards de dollars par an)</p> <p>18,4</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les fonds levés dépendent des émissions de CO₂ et n'est pas ajustable aux besoins réalistes • Pas équitables : ne peut pas s'appliquer à l'ensemble des secteurs (impossible de taxer les secteurs dans l'EU ETS). Ne tient pas compte de la capacité à payer • Pas efficace : un signal prix fixe ne reflète pas l'ensemble des externalités liées aux émissions de CO₂
<p>Bangladesh</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvements sur les émissions relatives aux transports aérien et maritime 	<p>Description</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une taxation fixe des émissions sectorielles des transports aérien et maritime. Pas de précisions sur la manière d'appliquer concrètement ce mécanisme 	<p>4-10 (aviation) 4-15 (maritime)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peu efficace : moins efficace qu'un système d'échange de droits avec enchères • Complexité de la mise en œuvre • Pas équitables : ne tient pas compte de la capacité à payer
		<ul style="list-style-type: none"> • Fournit une incitation à réduire ses émissions au travers du signal prix : réduction de la contribution et des émissions • Garantit la prévisibilité du financement • Applique le principe du pollueur-payeur et peut générer des ressources significatives 	<ul style="list-style-type: none"> • Grand potentiel de réduction : concerne des secteurs qui ne sont pas pour l'instant considérés dans la Convention • Applique le principe du pollueur-payeur • Revenus potentiellement substantiels et prévisibles • Peut inciter à réduire les émissions (signal prix)

Proposition	Description	Echelle estimée (en milliards de dollars par an)	Évaluation économique et financière	
			Avantages	Inconvénients
Maldives et PMA <ul style="list-style-type: none"> • Une taxe sur le transport aérien 	Description <ul style="list-style-type: none"> • Une taxe sur les billets d'avion 		<ul style="list-style-type: none"> • Bon potentiel de réduction : concerne un secteur qui n'est pas pour l'instant considéré dans la Convention • Revenus potentiellement substantiels et prévisibles 	<ul style="list-style-type: none"> • N'applique pas directement le principe du pollueur-payeur • N'incite pas à réduire les émissions (solution de second rang) • Peu efficace : concerne un seul secteur et non pas l'ensemble des secteurs intensifs en CO₂ • Pas équitable : ne tient pas compte de la capacité à payer
Un pourcentage des montants provenant des mécanismes de marché sous le Protocole de Kyoto (PK)	<ul style="list-style-type: none"> • Une taxe serait appliquée aux mécanismes du PK, comme celle qui existe déjà sur le MDP pour financer le fonds pour l'adaptation • Pourrait être étendue à d'autres mécanismes sur une base similaire ou différente 	0,03-2,25		<ul style="list-style-type: none"> • Pas efficace : possible distorsion d'un mécanisme de marché. Réduit la transparence (marché secondaire) • Pas équitable : ne reflète pas la capacité à payer. Accroît le coût des politiques climatiques et le fardeau des pays qui ont déjà des objectifs de réduction contraignants • Problème de prévisibilité : les niveaux de financement générés dépendent de la mise en œuvre
Une taxe globale sur les transactions monétaires internationales	<ul style="list-style-type: none"> • Une taxe serait prélevée sur les transactions de devises 		<ul style="list-style-type: none"> • Une génération de ressources substantielle 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas efficace : constitue une distorsion du marché • Pas efficace : n'incite pas à réduire les émissions • N'applique pas le principe du pollueur-payeur : aucun lien avec les émissions ou le changement climatique

Source : CCNUCC (2008).

Dans le cadre de ces différentes propositions, on peut donc supposer que l'allocation des financements dans les pays en développement se fera sur la base de projets identifiés. Ce mode d'allocation des financements compensatoires présente des risques manifestes. En premier lieu, il ne permet pas de garantir que le financement international public viendrait soutenir des réductions d'émissions additionnelles aux actions que les pays en développement devront dans tous les cas mener de manière autonome. En deuxième lieu, il présente des risques manifestes de sélection adverse des projets en raison de l'asymétrie d'information entre bailleurs et bénéficiaires. À ce titre, aucune garantie n'est offerte dans ce schéma en termes de maximisation des tonnes de CO₂ évitées par euro public investi. En troisième lieu, ce schéma d'allocation des financements aboutirait à financer des projets de réductions des émissions sur une base *ex ante*, sans réelles garanties sur les réductions d'émissions effectivement réalisées *ex post*.

Dès lors, un mécanisme financier compensatoire pour les réductions d'émissions additionnelles dans les pays en développement devrait être fondé sur des modalités d'allocation efficace, garantissant la maximisation des réductions des émissions au regard des financements publics consentis.

2.4. Un mécanisme financier compensatoire fondé sur une contribution universelle comme alternative

Un instrument complémentaire des mécanismes de marché actuels, qui reposent sur des mécanismes de déport des réductions d'émissions des pays développés vers les pays en développement, pourrait donc être envisagé. C'est à cette fin qu'avaient été mis en place les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto. S'ils permettent aux pays développés d'atteindre leurs objectifs de réduction des émissions de manière coût-efficace, ils n'assurent pas pour autant des réductions d'émissions additionnelles dans les pays en développement, et, partant, au niveau agrégé. L'objectif de tout mécanisme financier compensatoire devrait pourtant être d'inciter les pays en développement à mettre en place des politiques nationales incitatives permettant de réorienter les flux d'investissement privés.

Cet instrument financier devrait donc en premier lieu permettre de réduire les émissions au-delà d'objectifs fixés par rapport à un scénario de référence où la perte relative d'utilité liée aux réductions d'émission est égalisée entre pays en développement et pays développés. En deuxième lieu, il devrait être fondé sur une approche incitant à la définition de politiques nationales dans les pays en développement fondées sur des instruments économiques définissant un signal-prix sur le carbone, afin de limiter le coût de la réduction des émissions. Ces politiques permettraient en effet de maximiser la rentabilité des réductions d'émissions au regard des bénéfices attendus de la part du mécanisme international. Le mécanisme devrait ainsi laisser toute latitude aux États pour mener les politiques de réduction des émissions qu'ils souhaitent mettre en place, sans se substi-

tuer aux décisions nationales. Il n'entraînerait cependant de réels effets que si ses capacités financières lui permettaient de rétribuer des réductions d'émissions importantes – si tel n'était pas le cas, l'incitation à agir pour les pays en développement ne sera pas suffisante. En troisième lieu, cet instrument financier devrait être abondé de manière équitable et vertueuse. La plupart des mécanismes actuels de financement de l'atténuation reposent en effet sur les seuls pays développés : cette situation ne correspond pas au fait que la protection du climat constitue un bien public mondial qui requiert la participation de l'ensemble des pays.

Ce mécanisme permettrait de financer les efforts additionnels de réduction des émissions dans les pays en développement allant au-delà d'objectifs nationaux non contraignants. En cas de non-respect de l'objectif, ces pays ne seraient pas pénalisés, afin notamment de ne pas faire peser de contrainte de croissance sur les pays émergents. Les objectifs nationaux fixés par les pays en développement seraient supposés compatibles avec une trajectoire de croissance économique acceptable. Afin d'éviter toute minoration artificielle des objectifs de réduction d'émissions par les pays en développement pour bénéficier abusivement du mécanisme de financement, ces objectifs seraient rapportés à un scénario de référence par pays qui décrirait :

- la trajectoire des émissions dans le temps sans mesure de réduction ;
- un objectif de réduction des émissions compatible avec la cible 2 °C à horizon 2050 ;
- un objectif de réduction non contraignant situé entre les deux niveaux précédents – soit la diminution des émissions égalisant la perte d'utilité relative par rapport à celle des pays développés.

Toute réduction d'émissions au-delà de l'objectif non contraignant générerait des crédits carbone équivalents à une tonne de CO₂ évitée⁽³⁾.

Afin d'inciter positivement les pays à s'engager sur des objectifs de réduction des émissions, dans l'hypothèse où un pays irait au-delà de son objectif non contraignant, le mécanisme de financement interviendrait en achetant les réductions d'émissions assimilées à des crédits carbone. Les ressources financières étant limitées, il est nécessaire de s'assurer que seront prioritairement financées les réductions d'émissions les moins coûteuses. Le mécanisme pourrait donc fonctionner selon une procédure d'enchères inversées entre pays pour l'achat de ces crédits carbone jusqu'à épuisement des ressources financières à disposition. En fonction de ses modalités de mise en œuvre, la procédure d'enchères pourrait constituer une garantie en termes de réductions d'émissions financées par rapport au montant de financement public consenti. Les crédits carbone acquis *via* le mécanisme

(3) La question du caractère échangeable ou non de ces « crédits » sur le marché international demeure ouverte à ce stade, plusieurs modalités pouvant être envisagées, posant des problèmes complexes de relation avec le marché secondaire des crédits carbone sur le marché mondial.

seraient ensuite « détruits », afin de préserver l'intégrité environnementale du dispositif (*i.e.* pour éviter une réutilisation ultérieure des crédits) et de générer des réductions d'émissions additionnelles aux objectifs contraignants des pays développés.

Le mécanisme serait financé grâce à une contribution budgétaire universelle dynamique pour garantir un certain volume financier annuel. Le montant serait fixé *ex ante*, la clef de contribution permettant ensuite de calculer les contributions de chaque pays. Il paraît difficile de déterminer en toute rigueur un objectif de levée de fond qui correspondrait aux besoins estimés de financement additionnel de l'atténuation dans les pays en développement. Ce point trouve sa justification dans les incertitudes liées aux besoins globaux, d'une part, et à leur répartition entre acteurs, d'autre part, bien que des travaux de modélisation par pays permettraient de déterminer des ordres de grandeur. Le principal intérêt du mécanisme proposé est d'être aisément adaptable à une estimation plus fine des besoins dans le temps, *via* la révision du montant annuel de levée de ressources.

La clef de contribution serait fonction du niveau annuel de développement et des émissions annuelles de gaz à effet de serre nationales. Ce point trouve sa justification dans la nécessité d'envisager un mécanisme de financement prenant en compte un objectif d'équité : le niveau de développement, exprimé par exemple en pourcentage du PIB mondial, devrait être pris en compte. Parallèlement, asseoir la contribution de chaque pays sur les émissions constituerait en creux une forme de taxation des émissions au niveau mondial. À condition de réviser ces deux critères de contribution dans le temps de manière dynamique, cette clef aurait donc un caractère incitatif vertueux : plus un État diminuerait ses émissions à l'avenir, moins il contribuerait.

Promouvoir un mécanisme de contribution universelle fondé sur des critères de contribution évolutifs correspondants aux niveaux d'émissions des différents pays paraît donc répondre au double objectif d'efficacité et d'équité. Encourager ce type de mécanisme constituerait également un moyen de rompre avec la logique perverse institutionnalisée par le Protocole de Kyoto, soit la segmentation entre les Parties à la Convention entre pays acceptant des engagements de réduction des émissions et États déliés de toute participation à la réalisation des objectifs de la Convention.

Cette proposition présente cependant plusieurs risques. Elle suppose en premier lieu, que les pays en développement, et notamment les grands émergents, accepteraient le mécanisme de contribution proposé. À cet égard, la dynamique des négociations les poussera *a priori* à requérir une exonération de contribution, alors que l'équilibre même de la proposition repose essentiellement sur le caractère universel de la contribution financière. En second lieu, le mécanisme permet de récompenser des réductions d'émissions additionnelles dans les pays en développement, mais de manière *facultative*. Puisqu'il est fondé sur des objectifs non contraignants, les pays

sont simplement incités financièrement à réduire leurs émissions. Il n'y a donc pas de certitude absolue sur le niveau de réduction d'émissions que le mécanisme permettra d'atteindre. Celui-ci dépendra *in fine* de la volonté politique des pays en développement de mener des politiques d'atténuation, et, dans une moindre mesure, des ressources financières du mécanisme. Enfin, le mécanisme proposé pose des problèmes de mise en œuvre pratique, notamment la détermination des objectifs de réduction non contraignants des émissions des pays en développement, et la mesure des réductions d'émissions effectivement constatées. En effet, il est certain que ces pays auront intérêt à minimiser artificiellement leurs objectifs d'atténuation pour maximiser les revenus tirés du mécanisme. Dès lors, il sera nécessaire de prévoir une procédure stricte d'instruction et de validation ainsi que la mise en place d'une méthodologie de calcul partagée dans le cadre de la Convention Climat, devant faire l'objet d'un accord de l'ensemble des Parties.

3. Un consensus à bâtir dans les six mois à venir

De par les montants qui sont en jeu et la nécessité d'inciter les pays en développement (notamment les grands émergents) à participer au processus global, le financement de l'atténuation du changement climatique constitue le cœur des négociations internationales qui s'achèveront à Copenhague. Des milliards d'euros devront être dispensés aux pays en développement pour soutenir prioritairement les actions les plus coût-efficaces qu'ils ne pourront mettre en œuvre au niveau domestique. Sans transferts compensatoires, ces pays n'ont aucun intérêt à mettre en place des politiques de réduction des émissions de GES qui leur coûteraient plus qu'elles ne leur rapporteraient.

Malheureusement, on ne dispose pas actuellement d'une estimation définitive et irréfutable des besoins de financement additionnel pour les PED. On peut malgré cela envisager un mécanisme de financement qui serait efficient, efficace, équitable et facilement ajustable à une estimation plus précise des ressources financières nécessaires pour atteindre l'objectif global. Aucun des mécanismes proposés actuellement dans le cadre de la CCNUCC ne remplit l'ensemble de ces critères et il convient donc d'examiner d'autres alternatives, telles que présentées plus haut.

Références bibliographiques

- AIE (2008) : *World Energy Outlook 2008*, Publication OCDE/AIE.
- Burniaux J.-M., J. Château, R. Duval et S. Jamet (2008) : « The Economics of Climate Change Mitigation. Policies and Options for the Future », *Document de Travail du Département des Affaires Économiques de l'OCDE*, n° 658.
- CCNUCC (2007) : *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, Background paper on analysis of existing and planned investment and financial flows relevant to the development of effective and appropriate international response to climate change.
- CCNUCC (2008) : *Investment and Financial Flows to Address Climate Change : An Update*, Réf. FCCC/TP/2008/7.
- Commission européenne (2009) : « Towards a Comprehensive Climate Change Agreement in Copenhagen », *Communication CE*, n° COM (2009) 39.
- GIEC (2007) : « Mitigation of Climate Change », Contribution du 3^e groupe de travail, in *4^e rapport d'évaluation du GIEC*, Cambridge University Press.
- Hourcade J.-C., R. Crassous, S. Mathy et O. Sassi (2006) : *Un prix unique du carbone dans un monde hétérogène ? Jalons pour une ré-interprétation de Kyoto*, Communication à l'atelier 'Vers une représentation des économies sous contrainte carbone : enjeux structurels, industriels, technologiques' de la Fondation de recherche pour le développement durable et les relations internationales, 4 avril.
- McKinsey (2009) : *Pathway to Low-Carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*, McKinsey Company.
- OCDE (2008) : *Climate Change Mitigation : What Do We Do ?*
- OCDE (2009) : « The Economics of Climate Change Mitigation : How to Build the Necessary Global Action in a Cost-Effective Manner ? », *Document de Travail de l'OCDE*, n° ECO/CPE/WP1 (2009) 7.
- Project Catalyst (2009) : *Financing a Global Climate Change Agreement : Key Insights from Project Catalyst Analysis for the EU Copenhagen Strategy*, European Climate Foundation.

Résumé

1. L'architecture d'un système mondial efficace

Un principe de base simple doit présider à la construction de l'architecture mondiale qui résultera des négociations de Copenhague : l'unicité du prix du carbone. Contrairement à une idée très répandue et souvent appliquée, les propositions de différenciation du prix du carbone entre les secteurs ou les acteurs, ainsi que les recommandations de dérogations ou de cloisonnement des actions se révèlent *in fine* être néfastes pour les économies. De telles discriminations, fondées généralement sur l'absence de technologies de remplacement ou d'une relative inélasticité de la demande, confondent l'objectif de compensation avec celui d'efficacité. L'idée-force du rapport est qu'il existe des accords, relativement simples, de type « *Cap and Trade* » qui assurent ce prix unique du carbone *via* un système mondial de quotas d'émission négociables et qui sont avantageux tant pour les pays émergents que pour les pays occidentaux. Pour l'auteur de ce rapport, la proposition d'établir un système « *Cap and Trade* » international est la seule voie réaliste sur la table des négociations. Des accords reposant sur des architectures trop coûteuses seraient inexorablement voués à l'échec à plus ou moins court terme. Ce principe de base conduit à vivement déconseiller de suivre les propositions qui, cherchant à aboutir à un accord à tout prix et devant la supposée complexité de la négociation d'un accord global, suggèrent des accords sectoriels ; alternatives pourtant avancées par le plan d'action conçu à Bali en 2007. L'enjeu du choix des instruments à mettre en place et du périmètre des accords n'est pas seulement de minimiser les coûts économiques de la réduction des émissions mais aussi de rendre acceptable et donc crédible cette politique à long terme.

Une place importante est consacrée à la description du marché de quotas d'émission négociables, pièce maîtresse du système mondial à mettre en place. Les recommandations s'appuient sur le bilan du système de droits d'émission négociables mis en place en 1990 aux États-Unis pour le SO₂ et du système européen ETS (*European Union Emission Trading System*) pour le CO₂, instauré depuis 2005. Ce dernier fut au départ entaché de graves défauts, lesquels étaient pourtant absents du système américain antérieur. Si la plupart ont été corrigés depuis, l'expérience montre qu'ils pourraient

très bien réapparaître dans le système mondial. Un mécanisme d'échange bien conçu doit reposer sur un principe simple : envoyer les bons signaux aux acteurs. Pour cela, son horizon doit correspondre à celui des entreprises dans leurs choix d'investissements, dans leur programme de recherche, ou celui des ménages dans leurs décisions en matière d'équipements et d'immobilier ; un horizon nécessairement long. Contrairement au système ETS européen, les quotas devraient pouvoir s'échanger sur des marchés à terme pouvant atteindre un horizon de trente ans. L'engagement, crédible, des États dans la fixation d'un prix plancher participe également à une perception des bons signaux par les acteurs. Les investissements dans les équipements à faible contenu en carbone et les efforts en recherche dans les technologies sans carbone ne seront réalisés que si les agents économiques anticipent des prix du carbone non négligeables à l'avenir. Cependant, une certaine flexibilité doit prévaloir dans la fixation de ce prix plancher. Des découvertes radicales conduisant à une réduction conséquente des émissions se traduiraient par une baisse naturelle des prix pouvant aller au-delà du prix plancher. Jean Tirole est moins inquiet quant à l'engagement des États sur la création d'un prix plafond (ou soupape de sécurité). Plusieurs arguments sont avancés dans le rapport en faveur de l'utilisation des enchères pour l'allocation des quotas à l'intérieur d'un pays (entre autres, elles incitent à des actions précoces de la part des entreprises), au détriment des allocations gratuites (*grandfathering*) qui créent généralement un effet d'aubaine et de plus créent des incitations perverses si leur renouvellement est anticipé.

Parmi les défauts de conception du système ETS européen à ne pas renouveler, le rapport insiste également sur l'absence de « banquabilité » des quotas, l'allocation de nouveaux permis gratuits pour de nouveaux projets, la perte des permis en cas de fermeture d'un site éligible, l'excès de subsidiarité et des pénalités trop peu crédibles. Cette partie du rapport consacrée à une bonne conception d'un marché mondial se poursuit par des réflexions sur la finance carbone et des pistes exploratoires sur les moyens de contrer une trop forte volatilité du prix du carbone.

Si le marché des quotas d'émission négociables est la pierre angulaire du système mondial à construire, il ne pourra cependant pas répondre à l'ensemble des besoins en matière de lutte contre le changement climatique et se heurtera à des résistances fortes lorsqu'il s'agira de le substituer à des mesures bien ancrées et acceptées au niveau local. D'autres instruments, pour la plupart hors marché, seront mis en place ou subsisteront, à tort ou à raison, pour compléter l'arsenal de lutte contre le réchauffement climatique. Se pose alors immédiatement la question de la cohérence des prix du carbone dans cet environnement multi-instruments. Rappelons-nous le principe de base d'un système efficace : l'unicité du prix du carbone. Jean Tirole dans sa réponse à cette question épineuse distingue la taxe, qui est un instrument économique comme le marché de quotas, des mécanismes hors marché tels que les normes, les objectifs d'énergies renouvelables, les pro-

jets... Concernant la taxe, on pense bien évidemment en France à la « contribution climat et énergie » qui s'appliquera aux ménages et aux entreprises des secteurs non éligibles au système ETS, la cohérence passe par l'indexation de la taxe au prix du marché (ou symétriquement par une surtaxe compensatoire sur le prix de marché pour l'aligner au niveau de la taxe). Conscient de l'impact redistributif régressif d'une taxe carbone mais soucieux du respect du principe de prix unique, l'auteur attire notre attention sur la nécessité de ne pas transformer les compensations forfaitaires en exonérations même partielles.

Par définition, les instruments hors marché n'ont pas de prix (explicites). L'harmonisation se révèle donc plus délicate. Néanmoins, des méthodes d'évaluation, plus ou moins aisées, permettent de déterminer ce que les économistes appellent leur prix implicite (le coût marginal d'abattement généré par le respect de la norme). La généralisation de leur calcul conduira, en comparaison au prix de marché, à une plus grande rationalisation dans l'usage des normes. Un moyen complémentaire d'atténuer les inefficacités associées aux normes et d'assurer une plus grande cohérence du prix du carbone consiste à mettre en œuvre un système de certificats ou crédits/débits échangeables. Les entreprises vertueuses (au sens où elles dépassent les objectifs de la norme) retirent des profits de la vente de crédits aux entreprises qui le sont moins. On retrouve là les mécanismes de flexibilité inhérents au marché de permis négociables. Ce qui conduit Jean Tirole, après avoir rappelé les diverses imperfections des normes, à préconiser autant que possible leur remplacement par des instruments économiques.

Comme pour les normes, ces deux mesures (évaluation du prix implicite et introduction de mécanismes de marché via un système de crédits/débits négociables) devraient être appliquées aux objectifs d'énergie renouvelable. *In fine*, il convient de parer ces instruments hors marché des attributs de flexibilité des instruments économiques. Une solution plus simple consisterait bien évidemment à étendre la portée du système de quotas ; les États-Unis prévoient de soumettre 85 % de leurs émissions au système de permis négociables (à peine la moitié des émissions dans le système ETS européen).

Une recommandation attractive est formulée dans le rapport sur la question de la mesure des émissions ; question souvent négligée par les économistes. Quels que soient les instruments utilisés, l'efficacité de la politique climatique présuppose une mesure des émissions relativement conforme à la réalité. Ce point n'est pas seulement technique ; 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. Les derniers obstacles techniques et financiers devant être prochainement levés, Jean Tirole reprend la proposition de certains scientifiques pour un réseau de mesure satellitaire.

2. Inciter les pays à respecter leurs engagements

Un accord international global ne sera crédible que s'il est efficace, s'il permet d'atteindre les objectifs assignés au moindre coût. Si ces derniers se révèlent être insupportables pour de nombreux pays, l'accord ne sera pas viable. Inversement, la crédibilité des engagements des États est aussi un gage indispensable pour l'efficacité du système. D'autres éléments, relatifs pour la plupart à la gouvernance du système, participent également à la crédibilité et la pérennité de l'accord international.

Il ne faut se faire aucune illusion quant à une autodiscipline des États dans la lutte contre le réchauffement climatique. Les pays ont une incitation forte à sortir d'un accord si celui-ci s'avère être trop contraignant ou coûteux. Les intérêts nationaux priment le plus souvent sur l'intérêt collectif mondial. Contrairement aux accords sur le commerce international, la sortie d'un accord global climatique n'entraîne pour un pays aucun coût économique, bien au contraire il a potentiellement beaucoup à gagner. Sans même envisager la sortie, le non-respect des engagements est également à craindre en l'absence de sanctions réelles et crédibles. Un des défauts de conception du Protocole de Kyoto est précisément l'absence de contraintes juridiques en cas de dépassement de limitation des émissions. Un certain nombre de pays sont quasiment dans l'impossibilité aujourd'hui (malgré la crise) d'atteindre leurs objectifs fixés à Kyoto, dont le Japon, le Canada ou encore la Nouvelle-Zélande. L'accord international à venir doit être juridiquement contraignant, c'est-à-dire aller de pair avec la création de mécanismes d'engagements des États. Un point essentiel dans la conception du système mondial est la fixation d'un prix de marché plancher (avec une certaine flexibilité). Or les États risquent d'être fortement incités à s'engager sur des prix planchers élevés à terme, tout en prenant des mesures faisant baisser le prix du carbone. Comment rendre cet engagement des États crédible alors que le problème de « cohérence intertemporelle » est manifeste ? Dans son rapport Jean Tirole propose une solution relativement simple : la dette contingente. Les États se portent garants du niveau du 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 est positive. Cela revient, pour ces États, à émettre des « obligations d'État contingentes », ou « option put ». De façon équivalente, ils peuvent s'engager à racheter suffisamment de permis si leur prix tombe en dessous du seuil annoncé.

Quelles sanctions mobiliser dans un monde de pays souverains ? La complexité du problème impose la multiplicité des incitations à respecter l'accord. Sur ce point le rapport expose plusieurs pistes :

- la création d'une autorité mondiale (ou rattachée à un organisme multilatéral existant) qui aurait la faculté de prévenir les situations délicates et réaliser les arbitrages nécessaires ;
- la mise en « collatéral » des bénéficiaires de l'OMC. Cette proposition, d'un « *deal* global commerce/environnement » est aussi un des moyens d'inciter un certain nombre de pays réticents à rejoindre l'accord ;

- la mise en réserve d'une partie des permis alloués aux pays. Le pays ne recevrait plus de permis gratuits à partir du moment où il ne respecterait plus l'accord ;
- une assimilation des engagements nationaux en matière climatique à une dette souveraine. En cas de non-respect, par un pays, de l'obligation de remettre un nombre de permis égal au volume des émissions de l'année, le FMI (par exemple) pourrait recevoir une créance sur le pays égale au déficit de permis évalués au prix de marché ;
- enfin, des méthodes du type « *naming and shaming* » sont également envisageables.

3. Gagner l'adhésion des pays réticents

Toute réflexion sur les accords internationaux doit partir du principe que les intérêts nationaux l'emportent la plupart du temps sur l'intérêt collectif. Dans la négociation sur la politique de lutte contre le changement climatique la question des compensations doit donc être clairement mise sur la table. L'hésitation des négociateurs à aborder ce problème frontalement ne peut que retarder la conclusion d'un accord. Présenter des compensations justes et efficaces est le seul moyen de trancher le nœud gordien des négociations en cours.

Jean Tirole a peu de confiance dans les mécanismes internationaux de transferts financiers de grande ampleur. Les exemples de l'aide au développement et de la lutte contre le Sida sont autant de promesses non tenues quant à de tels transferts. La raison en est finalement assez simple, les opinions publiques sont peu enclines à des transferts financiers de grande ampleur vers des pays tiers. La proposition du G77 demandant aux pays développés d'opérer un transfert financier de 0,5 à 1 % du PIB au titre des compensations, n'est donc pas la voie à suivre, y compris dans l'intérêt des pays émergents. D'autres pistes, évoquées dans les négociations, se révèlent également être des solutions perdantes-perdantes pour faire adhérer les pays : l'absence de contrainte pour les pays émergents avant 2020, ou la fixation d'objectifs (souvent sectoriels) de réduction avec octroi de crédits en cas de dépassement des objectifs.

Le mécanisme de compensation proposé dans ce rapport consiste à opérer un biais en faveur de certains pays dans l'allocation initiale gratuite des quotas. L'allocation des quotas doit avoir pour objectif principal de donner à tous les pays un intérêt à rejoindre l'accord international (*realpolitik*) tout en étant « juste » (politique éthique). Seul l'objectif quantitatif global importe ; la justice doit se concevoir au niveau des allocations, pas au niveau des objectifs individuels. Pour qu'un pays accepte de participer à un accord global, la valeur de son excédent net de permis (les permis qu'il peut revendre ou doit acheter sur le marché) plus le coût environnemental pour le pays s'il refuse de participer à l'accord doit excéder le coût d'abattement lié à sa

participation à l'accord international. Au pire, l'allocation pour certains pays peut même se faire au niveau « *business as usual* », elle n'empêchera pas des gains agrégés substantiels (à condition bien évidemment que de telles allocations ne portent pas sur un trop grand nombre de pays). Cette allocation généreuse entraînera des transferts en faveur des pays ciblés. Les mécanismes de ces transferts ont plus de chances d'être tolérés par les opinions publiques occidentales que des transferts financés fiscalement. Le véritable enjeu des négociations devrait porter sur la répartition initiale entre les pays des quotas échangeables et non sur des niveaux d'objectifs individuels contraignants.

Toujours au niveau du rôle que peuvent avoir les allocations initiales gratuites aux pays pour les faire adhérer à un accord international, Jean Tirole recommande de laisser le soin aux pays de distribuer les permis en leur sein tel qu'ils l'entendent (s'ils choisissent de ne pas organiser d'enchères). Il énumère les différents arguments en faveur de ce principe de délégation : du point de vue du problème climatique, l'Europe est indifférente à la décomposition des émissions entre les différents secteurs de l'économie chinoise ou américaine, et réciproquement ; surtout il donne aux gouvernements des marges de manœuvre pour faire accepter le système en interne, réduisant ainsi les motifs de refus à rejoindre l'accord.

Encourager les pays à rejoindre un accord international efficace passe aussi par la remise en cause de certains instruments tels que les mécanismes de développement propre (MDP). Dans l'objectif de faire adhérer les pays *a priori* réticents, les négociations actuelles doivent aborder ce que sera l'après Kyoto en cas d'échec à Copenhague ou d'accord réduit (par la taille ou par le niveau d'engagement).

Les conséquences de l'absence d'accord global ambitieux sont évidentes : trop de pollution et, à niveau de pollution donnée, un coût trop élevé. On pourrait penser que cette deuxième conséquence fâcheuse soit fortement atténuée par les MDP qui encouragent des réductions de pollution effectuées par des acteurs des pays contraints dans les pays non contraints (coût plus faible). Mais la position de Jean Tirole sur les MDP est sans ambiguïté : une fausse bonne idée. Après avoir rappelé les avantages de ce mécanisme et détaillé la longue liste des inconvénients (coûts de transaction élevés, effets de report et difficultés de mesure des économies d'émissions, incitations perverses pour les pays bénéficiaires, retardement de l'accord global), il conclut en recommandant d'aider les pays émergents par une allocation généreuse de quotas au sein d'un accord global plutôt que de les aider en renforçant cette « usine à gaz » qui les incite à la fois à polluer plus et à rester en dehors d'un accord contraignant.

Sa position sur les mesures d'ajustements aux frontières est relativement similaire. La logique et les bénéfices de ces mesures sont clairs : elles restaurent la neutralité concurrentielle (accroissant ainsi la réduction des émissions) et elles constituent une pression sur les pays non contraints pour

qu'ils rejoignent un accord contraignant. Par contre, un tel mécanisme peut vite s'avérer néfaste devant les difficultés à mesurer le contenu en carbone des importations et de par l'usage qui pourrait en être fait comme instrument d'un protectionnisme renaissant. Ce mécanisme d'ajustement aux frontières est donc un pis-aller, destiné essentiellement à faire pression pour que les pays prennent leurs responsabilités.

4. Commentaires

René Sève souligne la grande cohérence d'ensemble du rapport de Jean Tirole mais s'interroge sur les difficultés pour insérer ce marché global dans une négociation organisée en chapitres plus disjoints. En plus de cet environnement politico-diplomatique peu propice, il expose une autre difficulté, plus technique, pour l'application de cette architecture fondée sur un marché mondial des quotas : l'infrastructure de contrôle des émissions annuelles des pays qui reste à un niveau très embryonnaire.

Une architecture complémentaire transitoire doit être envisagée, en attendant que ces contraintes diplomatiques et techniques soient levées. René Sève suggère deux pistes pouvant constituer l'ossature de ce système provisoire. L'élaboration d'accords individualisés entre les pays développés (participant à un marché mondial) et certains pays en développement. Ces derniers s'engageraient sur des politiques climatiques précises en échange d'avantages spécifiques des premiers (financements, transferts technologiques...). Pour les autres PED, le mécanisme incitatif s'appuierait sur des aides substantielles via un « *green fund* ». Cette seconde proposition est assez conforme à la position du Mexique (recommandation de plus en plus populaire au sein de la communauté internationale).

Le commentaire de Jacques Mistral s'inscrit dans une approche d'économie politique de la problématique du réchauffement climatique. Il insiste sur deux questions qui devraient structurer la position de l'Union européenne à la table des négociations : quelle sera la perception de la politique climatique par les opinions publiques, quelles seront les stratégies des États-Unis et de la Chine à Copenhague ?

L'objectif de sauver la planète à long terme est trop éloigné pour être attractif et explique en grande partie la réticence quasi universelle à utiliser l'impôt comme instrument de réduction des émissions de GES. Une politique climatique ne sera viable (donc un accord ne sera conclu) que si les opinions publiques perçoivent clairement des gains économiques en face des coûts de la politique et pas seulement des bénéfices environnementaux. Toute recommandation sur l'architecture mondiale à mettre en œuvre doit donc définir le nouveau régime de croissance qui peut naître de cette ambition climatique.

Vis-à-vis des partenaires américains et chinois, sensibles aux réalités économiques, le rapport de Jean Tirole s'avère être une contribution rigoureuse et utile pour les négociateurs européens. Cependant, la position de l'Europe doit prendre en compte explicitement la stratégie de ces deux acteurs principaux, même si celle-ci n'est pas encore bien stabilisée. Devant la volonté chinoise, de plus en plus crédible, de s'attaquer au problème, les États-Unis semblent rechercher un partenariat avec ce pays en faveur de l'énergie propre.

Ne croyant pas à un « grand soir » de la politique climatique à Copenhague, Jacques Mistral, est persuadé que cette question restera un thème pour de futurs rapports du CAE. Il recense au moins trois pistes de développement : la place des normes et des politiques sectorielles, une analyse d'économie politique des incitations propres à assurer le succès de négociations internationales sur le climat, et enfin, une réflexion sur les mécanismes d'ajustement aux frontières qui préserveraient la compétitivité sans compromettre l'ouverture internationale.

Summary

Climate Policy: A New International Architecture

The architecture of an effective global system

A basic principle must govern the construction of the global architecture resulting from the Copenhagen negotiations: the uniqueness of the carbon price. The choice of instruments and the scope of the agreements condition not only the minimisation of the economic costs of reducing emissions but also the long-term acceptability and therefore credibility of the agreement. Proposals for a differentiation of the carbon price among countries, sectors or economic agents ultimately increase the cost of abatement and reduce consumers' purchasing power. Such discriminations, 'motivated' for example by the absence of replacement technologies or the relative inelasticity of demand, confuse the objective of compensation with that of efficiency. One of the report's key ideas is that there are simple cap-and-trade agreements which ensure this single carbon price via a global system of tradable emission permits and which are advantageous both for emerging and developed countries. For the report's author, the proposal of establishing an international cap-and-trade system is the only sustainable route on the negotiating table. Agreements based on architectures that are too costly are in the long run doomed to failure.

This basic principle also leads to recommending against the proposals which, seeking to reach an agreement at any price opt for sectoral agreements; alternatives which were nevertheless put forward by the action plan devised in Bali in 2007. Sectoral negotiations complexify the problem in many ways: they require reaching international agreements in N different sectors; they intensify lobbying activities as each sector mobilizes to obtain a favourable treatment; and they are bound to deliver a wide variety of carbon prices driven mainly by the political power of sectoral lobbies.

Substantial coverage is given in the report to a description of a workable and efficient tradable emission quotas market, the cornerstone of the global

system to be put in place. The recommendations are based on an appraisal of the tradable emission rights system introduced in 1990 in the United States for SO₂ and the European Union Emission Trading System (ETS) for CO₂, established since 2005. The latter was initially marred by serious shortcomings, which were absent from the earlier US system. Although most have since been corrected, the experience shows that they could very well reappear in the global system. A well-designed trading mechanism must be based on a simple principle: sending the right signals to players. To achieve this, its horizon must correspond to that of companies in their investment choices, in their research programme, or that of households in their decisions regarding housing and transportation; a necessarily long horizon. Unlike the European Union ETS system, it should be possible to trade quotas in futures markets with a horizon of up to thirty years. A credible floor price path would also contribute to a perception of the right signals by players. Investments in equipments with a low carbon content and research efforts in carbon-free technologies will be achieved only if economic agents anticipate substantial carbon prices in the future. That said, there needs to be some flexibility in the setting of this floor price. For example, radical discoveries leading to a significant reduction in emissions would result in a natural decline in prices that could fall below the floor price. In his report, Jean Tirole proposes a relatively simple solution to the ‘time-inconsistency’ problem associated with flexibility: contingent debt. To avoid being too tempted to issue new permits over time, States would issue ‘put options’ with varying strike prices. These put options would repay the purchasers of tradable emission rights the difference between the exercise price and the realised price if this difference is positive. For these States, this amounts to issuing ‘contingent government bonds’. Correspondingly, they can undertake to repurchase a price-dependent number of permits if their price falls below the announced threshold. Jean Tirole is less concerned about States’ commitment to the creation of a ceiling price (or safety valve).

Several arguments are put forward in the report in favour of the use of auctions for the allocation of quotas within a country (amongst others, they encourage early action by companies), at the expense of free allocations (grandfathering) which generally create windfall benefits and additionally create perverse incentives if their renewal is anticipated.

Among the initial design flaws of the European Union ETS system that are not to be repeated, the report also emphasises the absence of quota ‘bankability’, the allocation of free new permits for new projects, the loss of permits in the case of closure of an eligible site, and penalties that are not sufficiently deterring. The section of the report devoted to the successful design of a global market continues with reflections on carbon finance and exploratory avenues on ways of countering situations where carbon price volatility is too strong.

Although the tradable emission quotas market should be the cornerstone of the global system to be built, other instruments, for the most part non-

market instruments, will be put or remain in place, rightly or wrongly, to complete the toolbox in the fight against global warming. This raises the question of the consistency of carbon prices in this multi-instrument environment. Let us remember the basic principle of an effective system: the uniqueness of the carbon price. Jean Tirole makes a distinction between a tax, which is an economic instrument like the quotas market, from non-market mechanisms such as standards, renewable energy targets, projects, etc. In the case of a tax, such as France's 'climate/energy contribution' which will apply to households and companies in sectors not eligible for the ETS system, price consistency requires indexing the tax to the market price (or symmetrically a compensatory surcharge or refund on the market price to align it to the tax level). Obviously, a simpler solution would be to extend the scope of the quotas system; the United States plans to submit 85% of its emissions to the tradable permits system (barely half the emissions in the European Union ETS system). Finally, and aware of the potential for a regressive redistributive impact of a carbon tax but reminding us of the single price imperative, the author draws our attention to the need not to transform fixed compensations into exemptions, even partial.

By definition, non-market instruments have no (explicit) prices. Harmonisation therefore proves more difficult. Nonetheless, evaluation methods make it possible to calculate what economists call their implicit price (the marginal abatement cost generated by compliance with the standard). The generalisation of their calculation will lead, in comparison with the market price, to a greater rationalisation in the use of standards. An additional method for limiting the inefficiencies associated with standards and ensuring greater carbon price consistency consists in implementing a system of tradable certificates, i.e. credits/debits schemes. Virtuous companies (in the sense that they exceed the standard's targets) profit from the sale of credits to companies that are less so. Here again we find the flexibility mechanisms inherent in the tradable permits market. All of which leads Jean Tirole, after reiterating the various shortcomings of the standards, to recommend their replacement by economic instruments as much as possible.

As for standards, these two measures (evaluation of the implicit price and introduction of market mechanisms via a tradable credits/debits system) should be applied to renewable energy targets. Ultimately, it is advisable to append to these non-market instruments the flexibility of economic instruments.

The report also emphasizes the emission measurement issue –an issue often neglected by economists. Whatever the instruments used, the effectiveness of a climate policy presupposes that the measurement of emissions is relatively true to reality. This point is not only technical; in order to encourage a genuine international agreement and make it credible, it is necessary to implement a control system that is much more exacting than a simple statistical monitoring of emissions. With the last technical and financial obstacles shortly expected to be removed, Jean Tirole returns to the proposal of some scientists for a satellite measurement network.

Encouraging countries to adhere to their commitments

A global international agreement will be credible only if it is effective, if it allows the targets set to be achieved at a lower cost. If these targets prove to be unbearable for many countries, the agreement will not be viable. Conversely, the credibility of the States' commitments is also an essential guarantee for the effectiveness of the system. Other factors, relating mainly to the system's governance, also contribute to the credibility and viability of the international agreement.

We should be under no illusion regarding the self-discipline of States in the fight against global warming. Countries have a strong incentive to withdraw from an agreement if it proves to be too restrictive or costly. National interests often take precedence over the global collective interest. Unlike international trade agreements, withdrawal from a global climate agreement generates no economic cost for a country –quite the opposite since it potentially has much to gain. Without even contemplating withdrawal, there is also the fear of non-compliance with commitments in the absence of real and credible sanctions. One of the design faults of the Kyoto Protocol is precisely the absence of (credible) penalties if emission limits are exceeded. A number of countries, including Japan, Canada or New Zealand, are in a situation where it is now virtually impossible for them (despite the crisis) to achieve their targets set in Kyoto. The future international agreement must be legally binding, i.e. it must go hand in hand with the creation of mechanisms to ensure the commitment of States. What sanctions can be used in a world of sovereign countries? The complexity of the problem requires a multiplicity of incentives to adhere to the agreement. On this point the report expounds several avenues:

- creating a global authority (or authority attached to an existing multilateral body) which would monitor countries' compliance and have the ability to prevent difficult situations and take the necessary decisions;
- using WTO benefits as 'collateral'. This proposal, for a 'global trade/environment deal', is also one of the means of encouraging a number of reluctant countries to sign up to the agreement;
- placing a proportion of the permits allocated to countries in reserve. The country would no longer receive free permits from the point when it no longer complies with the agreement;
- treating national climate commitments as sovereign debt. In the case of non-compliance by a country of the obligation to hand over a number of permits equal to the volume of emissions for the year, the IMF (for example) could receive a claim on the country equal to the deficit of permits valued at the market price;
- lastly, 'naming and shaming' type methods are also conceivable.

Gaining the membership of reluctant countries

Any reflection on international agreements must start from the principle that most of the time national interests prevail over the collective interest. In the negotiations on the policy for fighting climate change the compensation issue must therefore be clearly put on the table. Negotiators' hesitation in tackling this problem head-on can only delay the signing of a (real) agreement. Presenting fair and effective compensation measures is the only way of cutting the Gordian knot with regard to the current negotiations.

Jean Tirole has little confidence in the international mechanisms for large-scale financial transfers. The examples of development aid and combating Aids are all promises that have not been kept with regard to such transfers. Ultimately, the reason is fairly simple: public opinion is little inclined to large-scale financial transfers to third countries. The G77 proposal asking developed countries to make a financial transfer of 0.5% to 1% of GDP as compensation is not therefore the route to follow, even in the interest of emerging countries.

The compensation mechanism proposed in this report consists in using the free initial allocation of quotas to countries. The allocation of quotas must have as its main objective to give all countries an incentive to sign up to the international agreement (*realpolitik*) while at the same time being 'fair' (ethical policy). Only the global quantitative target matters; justice must be viewed in terms of the allocations, not in terms of individual targets. For a country to accept to participate in a global agreement, the value of its net permit surplus (the permits that it can resell or must purchase in the market) plus the environmental cost for the country if it refuses to participate in the agreement must exceed the abatement cost related to its participation in the international agreement. At worst, the allocation for some countries can even be made on a 'business as usual' basis; even so, there would be substantial aggregate gains provided of course that the number of countries affected by such allocations is not too large. A generous allocation will lead to transfers in favour of the countries targeted. The mechanisms for these transfers have more chance of being tolerated by western public opinion than transfers financed fiscally. The negotiations should focus on the initial distribution of tradable quotas among countries and not on restrictive individual target levels.

Still in terms of the potential role played by free initial allocations to countries to encourage them to sign up to an international agreement, Jean Tirole recommends letting countries to distribute the permits internally as they think fit (if they choose not to organise auctions, which of course would be the report's recommendation). He lists the different arguments in favour of this delegation or subsidiarity principle: from the viewpoint of climate change, Europe, say, is indifferent as to the breakdown of emissions between the different sectors of the Chinese or US economies; and, importantly, it gives governments some leeway to get the system accepted internally, thus reducing the reasons for refusing to sign up to the agreement.

What if negotiations fail to deliver an IPCC-compliant agreement?

The consequences of the absence of an ambitious global agreement are obvious: too much pollution and, with a given pollution level, too high a cost. Encouraging countries to sign up to an effective international agreement also involves calling into question some instruments such as the clean development mechanism (CDM). In order to encourage *a priori* reluctant countries to sign up, the current negotiations need to tackle the issue of 'post-Kyoto' in the event of failure in Copenhagen or a limited agreement (in terms of the size or level of commitment).

On surface, the CDM has two very praiseworthy benefits: It encourages pollution reduction carried out by the players of constrained countries in non-constrained countries (lower cost); and it operates transfers from rich to emerging and less-developed countries. However, Jean Tirole's position on CDMs is unequivocal: a false good idea. After reiterating the advantages of this mechanism and setting out the long list of drawbacks (high transaction costs, uncertainty about global targets, substitution effects and more generally difficulties in measuring actual emission savings, perverse incentives for beneficiary countries which will receive lower compensations in future negotiations if they refrain from adopting green policies, disincentive to adopt green legislations, incentive to refuse binding constraints), he concludes by recommending helping emerging countries through a generous quota allocation within a global agreement rather than helping them by reinforcing this 'white elephant'.

The author also expresses much scepticism toward measures meant to prevent leakages, although he views them as 'threats of last resort'. The logic and benefits of border adjustments measures are clear: they restore competitive neutrality (thereby increasing the reduction in emissions) in a world of unilateral actions and they constitute a pressure on non-constrained countries so that they sign up to a binding agreement. However, such a mechanism can rapidly prove to be harmful given the difficulties in measuring the carbon content of imports and because of its potential use as an instrument for naked protectionism. The devil is in the detail. This border adjustment mechanism is therefore at best a stopgap (to be administered under the supervision of the WTO, not discretionarily by countries) intended to exert pressure so that countries assume their responsibilities.

What to do in Copenhagen

The negotiations have reached a deadlock. At the date of writing of the report, it has become highly unlikely that an ambitious agreement will emerge in Copenhagen. Yet waiting until 2020 to negotiate a real agreement (a repeat of Kyoto 12 years later) would have disastrous consequences. An

alternative, according to Jean Tirole, would consist in agreeing on a set of precocious abatement actions for the near future, together with the principle of an agreement on a *framework* specifying: a) a global emission trading system; b) a governance mechanism (using the IMF and WTO among other features, and treating commitments as sovereign debt), c) an international investment in the near future in a satellite system monitoring country-level emissions, and d) an international time path for the negotiation of the allocation of permits. The implementation of this new framework would be planned for 2015-2016 for instance. The CDM mechanism would be abandoned at that date regardless of the outcome of negotiations by then.

Jean Tirole argues that this approach would simplify negotiations by focusing them, while remaining consistent with efficiency, which is so crucial to the credibility of our abatement pledges. In the current circumstances, such an agreement would constitute a real achievement.

Comments

René Sève highlights the general overall coherence of Jean Tirole's report but wonders about the difficulties of inserting this global market into negotiations organised into chapters that are more distinct. In addition to this uncondusive politico-diplomatic environment, he expounds another more technical difficulty for the application of this architecture based on a global quotas market: the infrastructure for controlling countries' annual emissions which remains at a very embryonic level.

A provisional, additional architecture needs to be envisaged, until these diplomatic and technical constraints are removed. René Sève suggests two avenues that could constitute the framework of this provisional system. The drawing up of individual agreements between developed countries (participating in a global market) and some developing countries. The latter would commit themselves to particular climate policies in exchange for specific advantages from the former (financing, technological transfers, etc.). For the other developing countries, the incentive mechanism would be based on substantial aid via a 'green fund'. This second proposal is fairly consistent with Mexico's position (increasingly popular recommendation within the international community).

The comment by Jacques Mistral is in line with a political economy approach of global warming. He insists on two issues that should orientate the European Union position during negotiations: What will be the perception of the climate policy by public opinions? What will be the strategies of the United States and China in Copenhagen?

The objective of saving the planet in the long-term is too distant to be attractive; this mostly explains the quasi-universal reluctance to use tax as an instrument for reducing greenhouse gas emissions. A climate policy will

only be sustainable (and thus an agreement will be reached) if public opinions clearly perceive its economic gains in addition to its environmental benefits. Any recommendation for implementing a global architecture must thus define the new model of growth that can arise from this climate ambition. With regards to the economic pragmatism of the American and Chinese partners, Jean Tirole's report turns out to be a rigorous and useful contribution for the European negotiators. However, the European position must explicitly take into account the strategies of these two main actors, even if they are not well defined yet. In front of the Chinese' increasingly credible willingness to tackle the global warming issue, the United States seem to promote a partnership on clean energy with this country.

Jacques Mistral does not believe in 'The Great Day' of the climate policy in Copenhagen. He is convinced that this question will remain a topic for future CAE reports. He points out three avenues for research:

- the place of standards and sectoral policies;
- a political economic analysis of the necessary incentives for successful international negotiations;
- a discussion on the border adjustment measures which would preserve competitiveness without compromising the international opening.

PREMIER MINISTRE

Conseil d'Analyse Économique

113 rue de Grenelle 75007 PARIS

Téléphone : 01 42 75 53 00

Télécopie : 01 42 75 51 27

Site Internet : www.cae.gouv.fr

Cellule permanente

Christian de Boissieu

Président délégué du Conseil d'analyse économique

Pierre Joly

Secrétaire général

Jézabel Couppey-Soubeyran

Conseillère scientifique

*Microéconomie
Économie financière*

Jérôme Glachant

Conseiller scientifique

*Macroéconomie
Théorie de la croissance*

Lionel Ragot

Conseiller scientifique

Économie de l'environnement

Stéphane Saussier

Conseiller scientifique

*Économie des institutions
Économie des partenariats public/privé*

Anne Yvrande-Billon

Conseillère scientifique

*Économie industrielle
Économie de la réglementation*

Christine Carl

Chargée des publications et de la communication

01 42 75 77 47
christine.carl@pm.gouv.fr

Agnès Mouze

Chargée d'études documentaires

01 42 75 77 40
agnes.mouze@pm.gouv.fr

