

► DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES ET DE L'EVALUATION

ENVIRONNEMENTALE

► DOCUMENT DE TRAVAIL

**L'ECONOMIE DE L'EFFET DE SERRE :
POINT SUR LES ENGAGEMENTS
INTERNATIONAUX DE LUTTE CONTRE LE
CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Aurélie VIEILLEFOSSE

Série Synthèses

N° 04 - S04



Site internet : <http://www.ecologie.gouv.fr>

20 avenue de Ségur - 75302 Paris 07 SP

*Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent.
L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.*

En l'absence d'efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la température moyenne mondiale augmentera de 1,4 à 5,8°C entre 1990 et 2100. A l'heure d'aujourd'hui, les impacts exacts du changement climatique par pays sont encore mal appréciés, néanmoins, au delà des incertitudes, les risques justifient déjà d'agir.

Pour lutter efficacement contre le réchauffement, il est nécessaire que tous les pays (pays développés et pays en voie de développement) participent à l'effort commun de réduction en fonction de leurs capacités respectives. Néanmoins, il s'avère en pratique extrêmement difficile de construire un jeu coopératif mondial car certains pays auront toujours intérêt à ne pas participer à l'effort collectif.

Le protocole de Kyoto est le résultat de 10 ans de négociations internationales. C'est un système cohérent, bien pensé, qui a de nombreuses qualités. Certains ont accusé le protocole de Kyoto d'avoir fixé des objectifs trop modestes mais en réalité, les engagements sont loin d'être négligeables. Le protocole a surtout été conçu comme un premier pas qui devait permettre d'enclencher le mouvement de réduction des émissions.

Néanmoins, le protocole présente une faiblesse institutionnelle majeure : le plus gros émetteur, les Etats Unis, a refusé jusqu'à aujourd'hui de le ratifier. Le refus des américains de ratifier le protocole soulève des questionnements sur les fondements de la négociation internationale. L'Union européenne devra donc se poser un certain nombre de questions pour préparer les futures négociations.

- Sur quelles bases établir la gouvernance internationale de l'effet de serre ?
- L'Europe a t-elle intérêt à poursuivre la lutte contre le changement climatique si elle est isolée?
- Est - il possible de renouer un dialogue transatlantique?

Quelle place pour les pays en voie de développement dans la négociation ?

I. Enjeux climatiques et économiques	4
A. Description physique du phénomène	4
B. Optimum économique de réduction	6
1. Coûts du réchauffement climatique	6
2. Coûts de réduction des émissions de gaz à effet de serre	7
C. Décision en situation d'incertitude	9
II. Enjeux politiques	11
A. Le besoin de coordination internationale	11
B. Droits de propriétés	11
C. Construire un accord mutuellement avantageux entre Etats	12
D. Les positions et croyances des différents pays	13
III. <i>Entrée en vigueur de Kyoto et perspectives</i>	17
A. Description du système	17
B. Bilan de Kyoto aujourd'hui	17
C. Les qualités de Kyoto	18
D. Améliorer Kyoto	19
1. Donner des certitudes sur les coûts des réductions	19
2. Donner des objectifs adaptés aux PVD	19
3. Fixer une règle d'allocation de long terme	21
4. Définir une règle d'allocation claire et transparente des droits par pays	22
E. Perspectives de Kyoto	22
IV. <i>Position américaine et perspectives</i>	24
A. L'Union européenne peut – elle maintenir un niveau élevé d'ambition sans action de la part des Etats-Unis?	24
B. Le cadre de négociation actuel est –il adapté?	24
C. Quelle place pour les pays en voie de développement dans la négociation?	25
D. Est –il possible de renouer un dialogue transatlantique?	26

I. Enjeux climatiques et économiques

A. Description physique du phénomène

Le réchauffement climatique est déjà une réalité : le GIEC¹ (Groupe d'expert intergouvernemental sur les changements climatiques) note dans son 3^{ème} rapport que la température mondiale a augmenté de **0,6°C au cours du 20^{ème} siècle**. Dans l'hémisphère Nord, en particulier, la décennie 1990-2000 a été la plus chaude du millénaire. D'après le GIEC, la majorité du réchauffement observé au cours des cinquante dernières années est due aux activités humaines.

En l'absence d'efforts de réduction, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère en 2100 devrait être comprise entre 540 ppmv (partie par million par volume) et 970 ppmv². Cela correspondrait à **une augmentation de la température moyenne mondiale de 1,4 à 5,8°C entre 1990 et 2100** et une augmentation du niveau de la mer de 9 à 88 cm en 2100³. L'augmentation de température continuera dans les siècles suivants, de même que celle du niveau de la mer.

L'augmentation de température sera conséquente à l'échelle de la planète : à titre de comparaison, on estime que la différence de température entre une aire interglaciaire (comme aujourd'hui) et une aire glaciaire est de 5 à 6 °C. Des niveaux de température inédits sur les 400 000 dernières années risquent d'être atteints : les analyses paléoclimatiques nous apprennent que la température la plus haute jamais atteinte sur cette période, il y a 130 000 ans, était seulement supérieure de 1 à 2 °C à la température d'aujourd'hui.

Le réchauffement pour les zones terrestres sera a priori supérieur à ces moyennes mondiales, en particulier pour les hautes latitudes septentrionales. Ainsi, d'après le GIEC, en l'absence d'efforts de réduction, le réchauffement en 2070 sera de 2 à 4 °C en Europe, Australie et Afrique, et de 3 à 5 °C aux Etats-Unis (voir carte en annexe). C'est en Russie et au Canada que le réchauffement devrait être le plus élevé : entre 4 et 8 °C selon les modèles.

Les effets potentiels du réchauffement seront assez divers :

- effets sur la santé (diffusion de maladies tropicales, épisodes caniculaires, diminution du stress dû au froid dans les pays tempérés) ;
- effets sur l'agriculture. La productivité agricole mondiale pourrait être maintenue pour une évolution modérée de la température (moins de 2 °C) avec des effets très différents d'une région à l'autre : on observerait une baisse de la productivité dans la plupart des régions tropicales et subtropicales et une hausse dans les autres régions. La productivité mondiale diminuerait pour des augmentations de température plus importantes (3°C à 4°C) ;
- modification des ressources en eau : de nombreux modèles climatiques prévoient une baisse des précipitations moyennes dans les régions déjà sèches de l'Asie centrale, de la Méditerranée, de l'Afrique australe et de l'Australie ;
- disparition de petites îles et de zones côtières, notamment au Bangladesh ;

¹ En anglais : IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

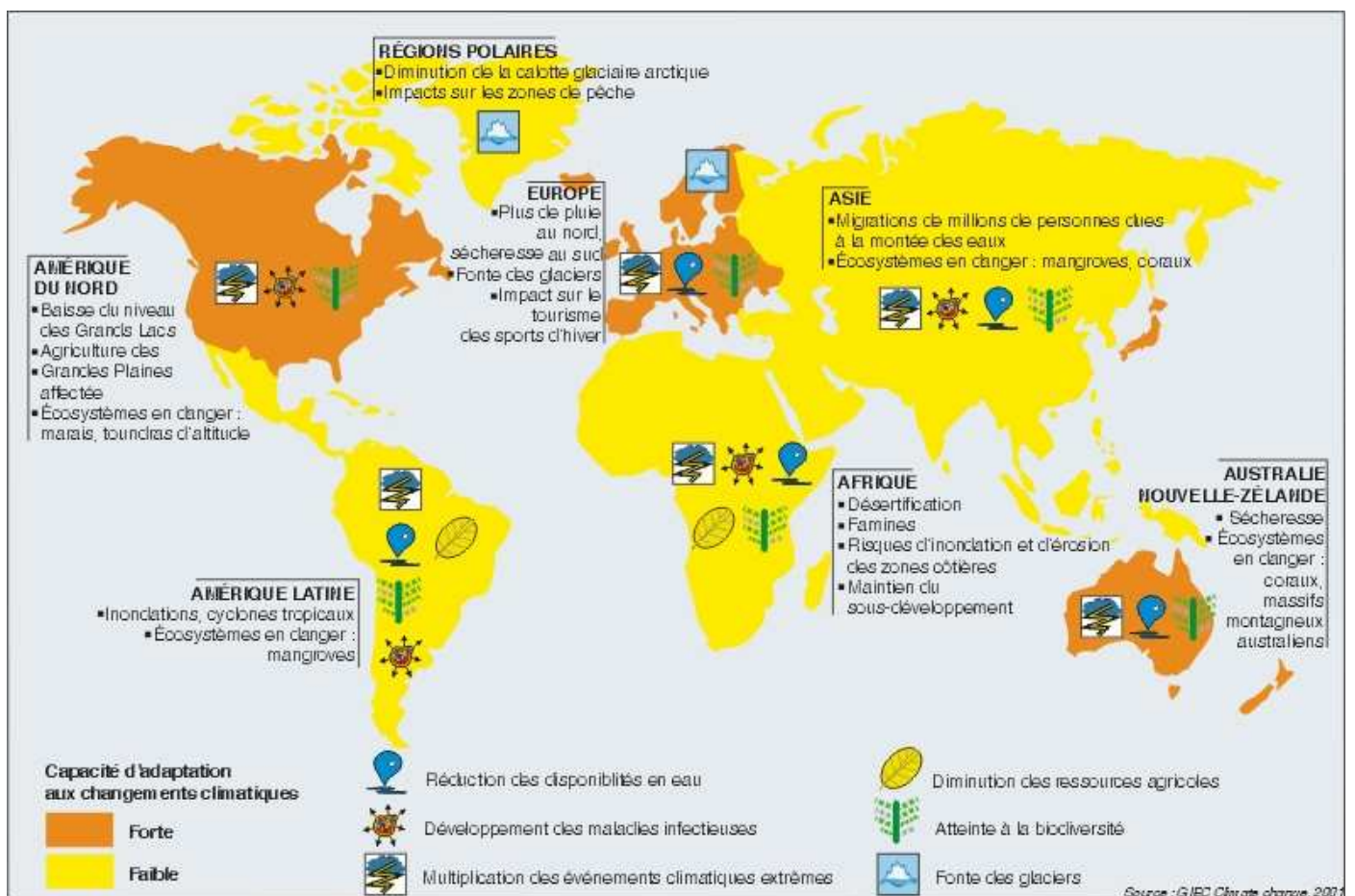
² La concentration de CO₂ était de 280 ppmv en période préindustrielle et de 360 ppmv en 2000.

³ La hausse du niveau de la mer est essentiellement due à la dilatation thermique des couches supérieures de l'océan à mesure qu'elles se réchauffent et, dans une moindre mesure, à la fonte des glaciers. Après stabilisation de la concentration atmosphérique de CO₂, le niveau de la mer devrait continuer de s'élever pendant des centaines d'années.

- diminution de la diversité biologique : le risque d'extinction d'espèce sera accru⁴;
- événements extrêmes et risque de changement abrupt (atténuation de la circulation thermohaline, fonte de l'islandis groenlandais⁵)...

Plusieurs modèles développés par le GIEC montrent un **affaiblissement de la circulation thermohaline océanique** (ou Gulf Stream) à la fin du 21^{ème} siècle, ce qui diminuerait les échanges thermiques aux hautes latitudes d'Europe. Certains modèles indiquent la possibilité d'un arrêt complet, voir irréversible, de la circulation thermohaline au-delà de 2100 dans l'une ou l'autre des deux hémisphères. Le risque d'une modification de cette circulation augmente en fonction du niveau de stabilisation du CO₂ et du rythme d'accroissement des concentrations conduisant à cette stabilisation.

Dans l'ensemble, des impacts négatifs à l'échelle globale sont à craindre pour des réchauffements supérieurs à 2-3°C et leur intensité s'aggrave avec l'amplitude du réchauffement au-delà de ces valeurs.



L'évaluation des dommages par pays est un exercice très difficile car nous appréhendons encore mal les effets potentiels du réchauffement à une échelle régionale. Certains pays développés des hautes latitudes pourraient bénéficier jusqu'à un certain point du réchauffement. Les impacts les plus sévères

⁴ Lorsqu'elles s'ajoutent aux autres contraintes sur les écosystèmes, les contraintes dues aux changements climatiques risquent d'endommager gravement des systèmes uniques ou de contribuer à leur disparition et à l'extinction d'espèces menacées. Les récifs coralliens et les atolls, les mangroves, les forêts boréales et tropicales, les écosystèmes polaires et alpins, les prairies humides et les prairies naturelles figurent parmi les systèmes les plus menacés.

⁵ Les modèles indiquent qu'un réchauffement local supérieur à 3°C qui se poursuivrait pendant des millénaires entraînerait la fonte quasi totale de l'islandis groenlandais et l'élévation du niveau de la mer de 7 m environ.

seront supportés par les pays en voie de développement. Ces régions sont particulièrement vulnérables car d'une part leurs économies reposent sur des activités très exposées au climat (agriculture) et opèrent déjà dans des conditions environnementales proches de leur tolérance maximale et que d'autre part, si les tendances actuellement observées se poursuivent, ces pays manqueront les capacités techniques, financières, institutionnelles nécessaires pour s'adapter. **Les effets du réchauffement s'exerceront donc de façon disproportionnée sur les pays en voie de développement et sur les populations déshéritées**, renforçant les inégalités en matière de santé et d'accès à une alimentation adéquate, à l'eau potable et d'autres ressources.

B. Optimum économique de réduction

Il n'est pas question aujourd'hui d'arrêter brutalement toute utilisation des combustibles fossiles pour stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le coût serait exorbitant pour nos économies et c'est un prix qu'aucun pays ne serait prêt à payer. Une certaine adaptation aux changements climatiques est possible : les populations du 20^{ème} siècle se sont adaptées à un réchauffement de 0,6°C, les populations du 21^{ème} siècle devraient pouvoir s'adapter à un réchauffement du même ordre de grandeur. Cette adaptation n'est pas sans prix : l'Organisation mondiale de la santé estime qu'en l'an 2000, le changement climatique aurait été responsable de 150 000 morts supplémentaires et 5,5 million de d'années de vie avec handicap (DALYS : *Disability-Adjusted Life Years*), principalement via une augmentation des diarrhées (+ 2,4 %) et du paludisme (+ 6 %).

L'ampleur et la rapidité du réchauffement pour le 21^{ème} siècle sont réellement inquiétantes. De plus, la possibilité de changements abrupts comme l'arrêt de la circulation thermohaline mérite considération. Dans ce contexte, des réductions d'émissions apparaissent justifiées. Elles n'empêcheront pas le réchauffement climatique mais elles permettront de l'atténuer **en limitant son ampleur et sa rapidité**. Elles diminueront la pression sur les systèmes naturels et humains et limiteront les risques de changement climatique abrupt.

C'est pourquoi les économistes essaient de déterminer le niveau optimal de réduction qui maximiserait le bien être global des habitants de la terre. Pour évaluer cet optimum économique, il est nécessaire d'évaluer à la fois les coûts du réchauffement climatique et les coûts de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

1. Coûts du réchauffement climatique

Les coûts du réchauffement climatique seront de plusieurs sortes :

- des coûts économiques directs en terme de réduction de PIB. Le GIEC estime que les incidences sur le PIB devraient être négatives pour un grand nombre de pays en voie de développement pour toute augmentation de la température moyenne mondiale. Les incidences devraient être mixtes pour les pays développés dans le cas d'un réchauffement de quelques degrés et négatives dans le cas d'un réchauffement plus important ;
- des coûts d'adaptation. La mise en place de mesures d'adaptation permettra de limiter les effets néfastes des changements climatiques, mais ces mesures seront onéreuses. Ces mesures seront d'autant plus coûteuses que les changements climatiques seront importants et rapides ;
- des coûts en terme de perte de biodiversité, de perte de bien être ou de confort. Ce type de coût est très difficile à évaluer en terme monétaire.

L'évaluation des coûts du réchauffement est limitée par les incertitudes physiques existant aujourd'hui sur les augmentations de températures potentielles. En particulier, la prise en compte d'éventuels changements abrupts est relativement malaisée puisqu'à la fois leurs probabilités et leurs étendues sont inconnues.

2. Coûts de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Le coût des mesures de réduction sera à priori fonction de trois paramètres :

- le niveau des réductions ;
- la trajectoire de réduction choisie pour atteindre ce niveau ;
- la façon dont elles seront effectuées⁶.

Il est difficile d'évaluer le montant des réductions qui devront être mises en œuvre car les modèles climatiques ne permettent pas de savoir avec précision le niveau de stabilisation qui permet de se maintenir à une augmentation de température donnée (par exemple 2°C).

Eventual CO ₂ Stabilization Level†	Time of Stabilization*	Mean Surface Temperature Change by 2100**	Mean Surface Temperature Change (at Equilibrium)**	Cumulative Carbon Emissions 1990-2100 (GtC)	Possible Pathway (Global Emissions Peaking at... GtC/Year, by Year...)	Cost: Global Average GDP Reduction in Year 2050
450 ppm	2100	1.2-2.3°C	1.5-3.9°C	630-650	9 GtC by 2020	1.0-4.1%
550 ppm	2150	1.6-2.9°C	2.0-5.0°C	870-990	11 GtC no later than 2030	0.1-1.7%
650 ppm	2200	1.8-3.1°C	2.4-6.1°C	1030-1190	—	0-1.5%
750 ppm	2250	1.9-3.4°C	2.8-7.0°C	1200-1300	13 GtC by 2070	0-1.0%
1,000 ppm	2375	2.0-3.5°C	3.5-8.7°C	—	—	—

† Concentrations here refer only to CO₂. Adding the effect of non-CO₂ gases would entail a substantial increase in total CO₂-equivalent concentrations. For instance, a CO₂ stabilization target at 450 ppm would imply 550 ppm CO₂-equivalent when the other GHGs are taken into account.

* According to the scenarios in Wigley et al. (1996). Concentrations have to be close to stabilization level some decades before the final time of stabilization.

** Low and high estimates (for climate sensitivities of 1.7 and 4.2 degrees Celsius respectively).

Source: IPCC (2001).

Le tableau ci-dessus fait ressortir que les fourchettes d'augmentation potentielles de la température vont du simple au quadruple pour un niveau de stabilisation donné en terme de CO₂⁷. Dans le cadre

⁶ Le coût des réductions est aussi fonction du système mis en place par chaque gouvernement pour réduire les émissions. Certains systèmes comme les marchés de permis peuvent permettre d'inciter à effectuer en priorité les réductions les moins chères et donc de minimiser le coût global des réductions.

du 6^{ème} plan d'action, l'Union européenne s'est fixée comme objectif une stabilisation à 550 ppmv de façon à limiter l'augmentation de température à 2°C. Cet objectif repose sur l'hypothèse que le climat est peu sensible et que les augmentations de température seront plutôt dans les fourchettes inférieures. Cependant, si l'impact de l'augmentation des gaz à effet de serre sur la température s'avère plus élevé, il sera nécessaire de ramener l'objectif à une concentration de 450 ppmv pour rester sur un objectif de stabilisation de 2°C.

Comme les incertitudes sont importantes, il est difficile d'évaluer précisément le coût des mesures de réduction pour un niveau de stabilisation du CO₂ donné. Pour une stabilisation à 450 ppmv, le PIB en 2050 pourrait être inférieur de 1 à 4% à son niveau sans effort. Pour une stabilisation à 550 ppmv, les pertes de PIB en 2050 ne seraient que de 0,1 à 1,7 %. Le coût n'apparaît donc pas démesuré : une diminution du PIB mondial en 2050 de 4% est équivalente à un an de décalage dans la croissance économique mondiale.

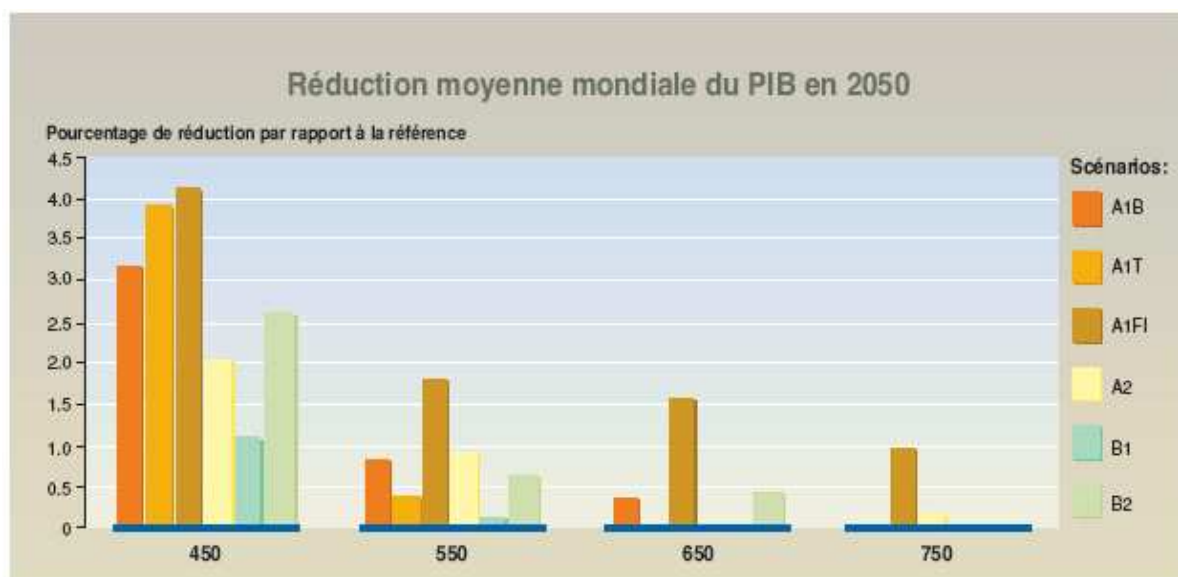


Figure RID-9 : Rapport indicatif en 2050 entre la réduction relative du PIB due aux mesures d'atténuation, les scénarios du RSSE et le niveau de stabilisation. La réduction du PIB tend à augmenter avec l'importance des niveaux de stabilisation, mais le choix du scénario de référence influe considérablement sur les coûts. Ces projections des coûts d'atténuation ne prennent pas en compte les bénéfices potentiels de la prévention de certains changements climatiques (pour une information plus détaillée, voir la légende de la Figure 7-4 du rapport principal).

Q7.25

En tout état de cause, il est encore impossible aujourd'hui de situer l'optimum économique de réduction : 450, 550, ou 650 ppmv?

La Convention climat s'est fixé comme objectif de "*stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.*" Elle stipule "*qu'il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable.*"

7 Les incertitudes des modèles sont encore grandes mais les scientifiques ont de plus en plus confiance dans leur capacité à prévoir le climat futur. En effet, les modèles ont été en mesure de reproduire le réchauffement du 20^{ème} siècle, ainsi que certains aspects des climats anciens.

Dans le protocole de Kyoto, les pays ne se sont pas officiellement accordés sur un objectif de stabilisation. Cependant d'après le GIEC, la voie de Kyoto est cohérente avec un niveau de stabilisation à 550 ppmv.

C. Décision en situation d'incertitude

Plus le niveau optimal de stabilisation en terme de CO₂ est faible et plus il est urgent de réduire les émissions. Par exemple, pour stabiliser la concentration de CO₂ à 450 ppmv, les émissions mondiales doivent atteindre leur maximum en 2015, c'est à dire presque demain. Pour stabiliser la concentration à 550 ppmv, les émissions mondiales ne doivent commencer à diminuer que vers 2030 (les émissions des pays développés doivent néanmoins commencer à s'infléchir rapidement).

Les incertitudes sur le changement climatique sont souvent utilisées par les tenants de l'attentisme pour justifier l'inaction aujourd'hui. Ceux-ci font en effet valoir qu'il existe un regret économique considérable à entreprendre dès aujourd'hui des efforts de réduction. Ils pensent qu'il vaut mieux retarder les efforts de quelques décennies, durée pendant laquelle on peut espérer améliorer la compréhension des mécanismes à l'œuvre, affiner notre capacité prédictive et assurer le développement de techniques moins consommatrices d'énergie (P. Ambrosi⁸). L'idée qui sous-tend leur raisonnement est que le temps nous apportera rapidement des informations supplémentaires sur les coûts du changement climatique et sur les coûts de l'action et qu'il est donc légitime d'attendre.

Au contraire, les partisans d'une action immédiate font valoir l'existence de risques de bifurcations dans les choix de développement des systèmes énergétiques ou dans les décisions d'aménagement du territoire. En effet, le coût des mesures d'atténuation dépend aussi de la rapidité avec laquelle les gouvernements prendront en compte la contrainte carbone croissante qui va peser sur leurs économies pour élaborer les politiques structurelles de long terme. Le temps de renouvellement du capital étant très long pour certains types d'investissements (industries lourdes, infrastructures routières), il est efficace économiquement d'investir dans les meilleures technologies au moment du renouvellement du parc. Renouveler ultérieurement le capital de façon anticipée est coûteux pour l'économie. Il y a un effet d'inertie du stock de capital. Donc, **avec le temps le coût de l'action augmentera car les gouvernements disposeront de moins de flexibilité pour infléchir leurs trajectoires d'émissions**. Ce raisonnement implique qu'attendre est coûteux car cela nous fait rater des fenêtres d'opportunité. (Dans quelques années, il ne sera plus possible de se placer à des niveaux de stabilisation à 450 ppmv à un coût économiquement acceptable.)

Arrow et Fischer ont montré que dans une situation où nos choix entraînent des conséquences irréversibles mais dont l'ampleur est à ce jour encore incertaine, l'arrivée d'information demain modifie nos décisions d'aujourd'hui par rapport à une situation où nous ne disposons jamais de connaissances plus approfondies. **L'arrivée d'information conduit en général à favoriser la préservation de l'actif environnemental**. Ils ont ainsi défini la valeur de quasi-option comme le montant qu'un individu est prêt à payer pour avoir la possibilité d'attendre l'arrivée de nouvelles informations pour prendre sa décision. Dans le cadre de la problématique changement climatique, cela impliquerait que nous serions prêts à payer aujourd'hui pour permettre aux décideurs de demain de choisir en meilleure connaissance de cause. Cette démarche est cohérente avec le principe de précaution.

⁸ Amplitude et calendrier des politiques de réduction des émissions face aux risques climatiques. Leçon des modèles intégrés. P. Ambrosi. 2004.

L'enjeu n'est donc pas de décider une fois pour toutes quelle est la trajectoire optimale d'émissions à adopter jusqu'en 2100 et après, mais de maintenir le plus d'options ouvertes pour les décideurs de demain. Ha Duong, Hourcade, Lecocq⁹ ont ainsi montré que les réductions demandées à Kyoto ne sont pas tout à fait suffisantes pour se situer sur la trajectoire optimale de stabilisation à 550 ppmv mais qu'elles laissent ouvertes des trajectoires où l'objectif ultime de stabilisation (450, 550 ou 650 ppmv) ne serait décidé qu'en 2020.

Les travaux de Ha Duong, Hourcade, Lecocq font ressortir **l'importance d'une action précoce dans les secteurs les plus rigides, notamment la planification des villes, et les politiques des transports**. En effet, le modèle montre que si les gouvernements attendent vingt ans pour fixer le niveau de stabilisation à 450 ppmv, atteindre cet objectif ne serait alors possible que si un fardeau disproportionné était placé sur les secteurs les plus flexibles (en l'occurrence l'industrie et l'énergie) car il serait trop tard pour agir sur les secteurs rigides (transports, bâtiments). Il apparaît donc nécessaire de faire des efforts sur le court terme sur tous les secteurs où les inerties techniques et socio-économiques sont importantes.

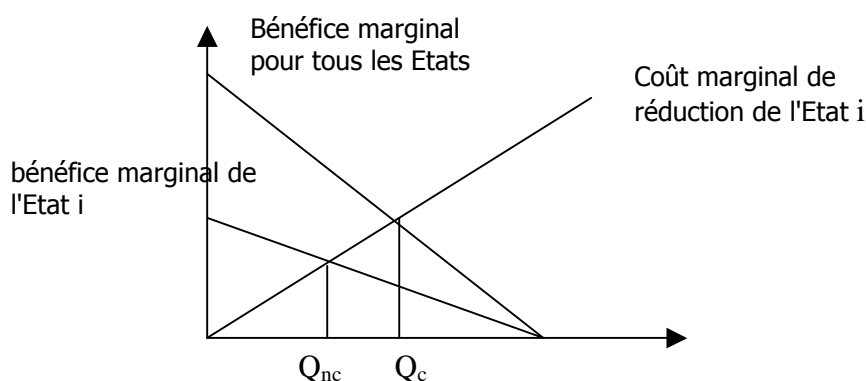
⁹ Dynamic consistency problems behind the Kyoto Protocol. Ha Duong, Hourcade, Lecocq. 1999

II. Enjeux politiques

La première partie expliquait l'économie de l'effet de serre au niveau mondial pour déterminer l'action optimale de lutte contre le changement climatique. Dans la deuxième partie, nous montrons que le système actuel de relations internationales est tel qu'il ne permet probablement pas d'atteindre cet optimum.

A. Le besoin de coordination internationale

Si les pays agissent individuellement pour lutter contre le changement climatique, sans se coordonner, ils n'arriveront pas à atteindre le niveau optimal de réduction. En effet, chaque pays fixe son effort de réduction au point où son coût marginal de réduction est égal au bénéfice marginal de réduction (Q_{nc}). Or, ce point n'est pas celui qui serait optimal pour la société mondiale (Q_c).



Bien public mondial

Le climat est un "pur bien public mondial". Cela veut dire que les réductions d'émissions effectuées par un pays profitent à tous. Si les pays ne se coordonnent pas, ils choisiront un niveau de réduction des émissions trop faible. En effet, le bénéfice lié à une réduction des émissions au niveau mondial sera le même pour un pays, qu'il participe ou non à l'effort de réduction. En revanche, s'il ne participe pas, il ne subira pas de coût. Si les pays se positionnent en fonction de leurs propres coûts et bénéfices marginaux pour savoir s'ils réduisent leurs émissions ou non, l'équilibre collectif sera sous optimal.

Au contraire, on démontre que lorsque les pays agissent collectivement, ils placent leur niveau d'effort à un niveau plus élevé que leurs niveaux d'efforts individuels agrégés. C'est pourquoi l'action de lutte contre le changement climatique doit nécessairement être coordonnée au niveau international pour être efficace.

B. Droits de propriétés

Il n'existe pas de gouvernement supranational ayant le pouvoir d'imposer aux pays les mesures de réduction qui seraient bénéfiques pour l'ensemble des habitants de la planète. Pour s'accorder sur des mesures à prendre de façon coordonnée, les Etats n'ont d'autre recours que la libre négociation.

En situation d'information parfaite et en l'absence de coûts de transaction, la théorie économique nous enseigne que pollueurs et pollués peuvent arriver à s'accorder de façon contractuelle et atteindre l'optimum économique de réduction si les règles de propriété ne sont pas clairement établies. Coase

(1960) a montré que le résultat de la négociation est le même si les pollués payent les pollueurs pour qu'ils acceptent de réduire leurs émissions ou si les pollueurs payent les pollués pour qu'ils acceptent une certaine quantité d'émission.

Au niveau international, il n'y a pas de droits de propriété clairement établis sur l'atmosphère et sur les émissions de gaz à effet de serre. On pourrait donc être dans une situation où les pollués payent les pollueurs. Néanmoins, dans le cas du changement climatique, les pays pollués (l'Afrique, l'Inde, le Bangladesh) s'avèrent aussi être les pays les plus pauvres du monde. Les pays pollueurs (Etats-Unis, Russie, Europe) ne peuvent donc pas leur demander de les payer pour réduire leurs émissions.

La convention climat affirme que "*le caractère planétaire des changements climatiques requiert de tous les pays qu'ils coopèrent le plus possible et participent à une action internationale, efficace et appropriée, selon leurs responsabilités communes mais différenciées, leurs capacités respectives et leur situation sociale et économique.*" En vertu de ce principe, seuls les pays développés ou en voie de transition ont des engagements quantitatifs de réduction pour la première période d'engagement de Kyoto. La convention climat s'appuie donc implicitement sur plusieurs règles pour déterminer les droits de propriété : le principe pollueur payeur, le principe de responsabilité historique¹⁰, le principe de capacité financière. Le protocole de Kyoto reconnaît en plus un droit historique à émettre puisque les objectifs de réduction sont fixés en partie en fonction des émissions en 1990.

Le refus des Etats-Unis de ratifier le protocole a cependant montré la limite de ces principes. Les Etats-Unis ont évoqué le coût prohibitif que l'accord leur fait supporter et l'absence d'engagements des pays en voie de développement pour justifier leur retrait. C'est là une des difficultés de la négociation internationale : aucune règle d'attribution des droits de propriété ne permet de dégager un consensus, puisque les intérêts des pays sont structurellement divergents.

C. Construire un accord mutuellement avantageux entre Etats

Dans le système de relations internationales actuel, il est impossible d'obliger un pays à se joindre à une coalition, ni d'empêcher qu'un de ses membres fasse défection au moment où il le décidera. Un pays n'accepte de participer à un accord international que si les avantages de la coopération (les dommages évités au bien collectif) dépassent les coûts de mise en oeuvre des engagements pris. **L'accord doit donc permettre à chaque pays de tirer un avantage net par rapport au maintien d'un équilibre non-coopératif.** Dans le cas contraire, un pays se percevant comme le perdant potentiel de l'accord préférerait rester en dehors.

En particulier, l'accord doit arriver à proposer un système tel qu'aucun pays qui compte ne doit s'estimer perdant avec les règles du jeu proposées. Si les plus gros émetteurs de gaz à effet de serre actuels ou futurs s'estiment devoir être perdants, ils n'entreront pas dans le jeu et celui-ci perd alors toute signification. **Seuls les gros émetteurs détiennent la solution du problème, ce qui veut dire que le paquet de propositions finales doit avant tout s'adapter à leur sens de l'équité.**

Certains adhérents potentiels à un accord trouveront toujours un plus grand intérêt à rester en dehors d'un régime lorsque celui-ci est mis sur pied. En effet, en refusant de joindre la coalition, un pays

¹⁰ Les pays qui ont historiquement le plus émis de gaz à effet de serre devraient faire les efforts de réduction les plus importants.

bénéficie des réductions effectuées par les autres sans avoir à payer, il joue le "passager clandestin". Il peut même en tirer des avantages compétitifs.

Les questions de compétitivité

Un pays qui décide de rester hors de la coalition peut attirer les industries lourdes des pays de la coalition grâce à une législation environnementale plus favorable. Cela atténue considérablement l'impact des efforts de la coalition car **les réductions d'émissions ne correspondent alors qu'à des déplacements d'activité, ou "fuites"**¹¹. Cette question des délocalisations est extrêmement sensible dans un contexte où les gouvernements des pays développés sont justement préoccupés aujourd'hui par les pertes de compétitivité de leurs industries vis à vis de celles des pays émergents. (Évidemment, si chacun adopte cette stratégie, le régime se délite et la situation se ramène à l'équilibre non-coopératif initial.)

Les possibilités de délocalisation soulèvent un certain nombre de questions sur l'articulation entre les accords internationaux sur l'environnement et les règles du commerce mondial international. En effet, il semble que la mise en place de barrières à l'entrée par les membres d'un accord international sur l'environnement envers les produits des membres hors de l'accord ne soient pas vraiment acceptable par l'OMC. Cependant, il n'existe pas de jurisprudence sur ce point et jusqu'à aujourd'hui, c'est un point que tous les gouvernements ont préféré éviter d'aborder.

Plus généralement, la difficulté de construire un jeu coopératif pour le changement climatique soulève des questionnements sur la possibilité d'ouvrir des négociations croisées avec d'autres sujets. En effet, lorsque la négociation ouverte est plus globale, cela ouvre de nouvelles perspectives de compensation. On pourrait alors déboucher sur une sorte de troc dans lequel un pays accepterait des obligations relatives au problème climatique en échange d'avantages qui lui seraient offerts dans d'autres domaines qui correspondraient davantage à ses préoccupations (O. Godard¹²).

D. Les positions et croyances des différents pays

Le caractère controversé et incertain du changement climatique rend très spéculatif toute appréciation des dommages localisée que pourrait avoir à affronter un pays donné. Les gouvernements se retrouvent donc dans une situation d'information imparfaite où ils ne connaissent ni leurs propres préférences, ni celles des autres. Ils ne sont pas en position de déterminer une fonction de dommages pour asseoir leurs calculs et déterminer où se trouve leur intérêt¹³. (En revanche, les coûts de la prévention seront ressentis à court et moyen terme, ce qui aiguillonne la mobilisation de différents groupes de pression contre toute action.)

A l'heure actuelle, il existe principalement trois études sur les coûts du changement climatique par pays, qui sont fondées sur des méthodes d'évaluation et des hypothèses assez différentes. Ces études

¹¹ Dans certains cas, l'usine délocalisée prend des parts de marchés aux usines du nouveau pays d'implantation. Pour peu que l'usine délocalisée soit plus propre que les usines locales, l'effet fuite est en fait relativement faible.

¹² Le casse-tête de l'effet de serre au crible du développement durable. Cahier du laboratoire d'économétrie. Olivier Godard. 2004-010.

¹³ L'incertitude sur les dommages peut être considérée comme une circonstance a priori favorable à l'émergence de règles justes. En effet, Rawls a tiré sa théorie de la justice de l'expérience fictive d'une délibération placée sous un voile d'ignorance tel que chaque membre de l'assemblée constituante ignore quel sera son sort dans la société dont l'organisation est en jeu. Cependant en 2003, les Etats en savent déjà trop sur leurs dommages potentiels pour qu'on puisse espérer que des règles justes s'établissent.

sont largement incomplètes et entachées de très fortes marges d'incertitudes, elles sont donc très spéculatives. Il est cependant important de les mentionner car elles sont connues des négociateurs de chaque pays et ont probablement indirectement influencé les positions respectives de chacun.

	Mendelson et al	Mendelson et al	Nordhaus	Tol
Augmentation de température hypothétique	+2°C	+2,5°C	+2,5°C	+1°C
Amérique du Nord	0,3	0,3 (USA)	-0,5 (USA)	3,4
UE	0,4		-2,8 (UE)	3,7
Japon		-0,1	- 0,5	1
Russie	1,1	11,1	0,7	2,0
Amérique latine	-1,3	-1,4 (Brésil)		-0,1
Asie du sud	-0,8	-2 (Inde)	-4,9 (Inde)	-1,7
Chine	0,4	1,8	-0,2	2,1
Afrique	-4,7		-3,9	-4,1

**Estimations régionalisées des impacts du changement climatique : montants annuels
exprimés en % du PIB régional.**

Dans ce tableau, les chiffres négatifs (positifs) désignent des pertes (gain) de PIB dues au changement climatique.

Pour décider s'il a intérêt à lutter contre le changement climatique, chaque pays essaie d'évaluer les impacts du réchauffement sur sa région, et ses coûts de réduction d'émissions. Son aversion au risque, et son taux d'actualisation interviennent de façon implicite dans le calcul. Les pays qui disposent de ressources fossiles prennent aussi en compte l'impact des réductions d'émissions sur leurs rentes pétrolières ou charbonnières dans le futur. Enfin, chaque pays prend en compte dans ce calcul le comportement des autres pays car son action optimale est aussi fonction des niveaux d'action choisis par les autres.

Dans cette évaluation, interviennent aussi de manière plus ou moins explicite des jugements de valeur sur l'équité (enjeux distributifs entre pays et générations), l'importance qu'on attache aux écosystèmes, l'attitude face au risque, les croyances sur les coûts de l'atténuation et les perspectives d'adaptation (P. Ambrosi¹⁴). Ce type d'appréciation peut dépendre des gouvernements en place, elle est donc difficile à prévoir.

Les pays qui seront objectivement les principaux perdants du réchauffement climatique (pays africains, petits états insulaires, Bangladesh) sont dans l'ensemble très pauvres. Ils n'ont donc pas la capacité de payer pour réduire les émissions. Le changement climatique ne saurait être une priorité pour eux comparé aux autres problèmes qu'ils rencontrent aujourd'hui comme la pauvreté et la

¹⁴ Amplitude et calendrier des politiques de réduction des émissions face aux risques climatiques. Leçon des modèles intégrés. P. Ambrosi. 2004.

malnutrition. Le présent a priorité sur le futur, économiquement cela revient à dire que leur taux d'actualisation est très élevé.

L'Union européenne apparaît aujourd'hui comme le leader du sujet au niveau international. L'Union européenne, dépourvue de combustibles fossiles, a été fortement frappée par les chocs pétroliers des années 1970. Pour parvenir à assurer la progression des niveaux de vie malgré sa dépendance énergétique, elle s'est petit à petit engagée vers une efficacité plus grande de l'usage de l'énergie et plus récemment dans le développement des énergies renouvelables. Quand la question climatique a émergé dans les années 1990, les Européens ont accepté cette contrainte nouvelle car elle était du même type que celle à laquelle ils avaient été confrontés vingt ans plus tôt. Aujourd'hui, les Européens pensent que les impacts du changement climatique sont suffisamment importants pour justifier des actions fortes de réduction des émissions. En plus, comme ils possèdent peu de combustibles fossiles, ils considèrent qu'ils ont peu à perdre en agissant rapidement. La position du Japon est assez proche de celle des européens car sa situation énergétique est assez similaire.

L'évolution américaine fut tout autre. Les Etats-Unis, riches en énergie, n'ont pas été frappés aussi durement par les chocs pétroliers. La faible densité de population y a induit des comportements énergétiques dispendieux (taille des logements, distances à parcourir). Le style de vie américain est perçu comme rendant indispensable une consommation importante et croissante d'énergie. Le débat posé lors du protocole de Kyoto a bien constitué pour ce pays la première limitation historique de ce type à laquelle il a eu à faire face (Pierre Radanne)¹⁵.

Les Etats-Unis, l'Australie et la Russie, qui sont de très grands émetteurs, considèrent donc qu'il existe un regret économique considérable à entreprendre dès aujourd'hui des efforts d'abattement et à éliminer les combustibles fossiles de leurs économies. De plus, ces pays ont tendance à penser qu'ils seront peu touchés par le changement climatique. A l'heure actuelle, on ne saurait dire si cette croyance est justifiée.

La position du Canada est assez surprenante : ce pays est dans une situation économique et historique assez proche de celle des Etats-Unis mais il a pourtant ratifié le protocole de Kyoto. Cette divergence de positionnement s'explique par des choix politiques différents.

Enfin, la situation des grands PVD (Chine, Inde et Brésil) est encore un peu obscure. Ce sont déjà d'importants émetteurs : la Chine et l'Inde sont respectivement le deuxième et le cinquième émetteur mondial. L'Inde risque de subir un fort impact suite au changement climatique. Pour la Chine, il n'y a pas de tendance claire. Ces pays ont des taux d'actualisation plus élevés que les pays développés et ils considèrent que les pays développés doivent agir en priorité car ceux-ci sont responsables de l'augmentation actuelle des concentrations de gaz à effet de serre. C'est pourquoi, pour le moment, ils ne semblent pas vouloir participer à l'effort de réduction.

Cette description de la situation est très schématique mais elle permet d'explicitier le principal problème des négociations internationales sur le changement climatique : les dommages du changement climatique seront très inégalement répartis selon les pays et les pays qui seront les plus touchés ne sont pas ceux qui peuvent agir. C'est une situation très différente de celle du protocole de Montréal, où les dommages de la couche d'ozone étaient mieux répartis entre les pays. (En plus, dans

¹⁵ La maîtrise de l'énergie, la priorité énergétique du siècle. Pierre Radanne. La Jaune et la Rouge 2004. Energie et Environnement.

le protocole de Montréal, le nombre de secteurs concernés par l'élimination des CFC était beaucoup plus limité et les dommages étaient mieux connus).

Même s'ils pensent qu'ils seront peu touchés par le changement climatique, les pays développés peuvent avoir un intérêt à lutter contre le changement climatique car ils seront indirectement impactés par la situation dans les PVD via des tensions régionales, la propagation de chocs économiques locaux frappant des zones déjà fragilisées, et de la multiplication des réfugiés climatiques (J.C Hourcade).¹⁶

Ces différentes considérations sur la coordination internationale expliquent pourquoi les négociations internationales sur le changement climatique sont si difficiles. Dans ce contexte, l'accord de Kyoto apparaît comme une avancée réelle. Il est vrai qu'à cette époque l'administration Clinton avait des croyances assez différentes de celles en place aujourd'hui : elle pensait qu'il était dans l'intérêt des Etats-Unis de participer à la lutte contre le changement climatique. (Cette croyance n'était pas partagée par le Sénat américain.) C'est probablement la raison pour laquelle un accord a pu être trouvé à Kyoto.

¹⁶ L'économie des régimes climatiques, l'impossible coordination? Jean Charles Hourcade Revue d'économie politique 2003.

III. Entrée en vigueur de Kyoto et perspectives

A. Description du système

Le protocole de Kyoto repose sur un **système en terme d'objectif**. Les pays de l'annexe B (pays développés et en voie de transition) se sont engagés sur un objectif de réduction global de - 5,2 % en 2008-2012 par rapport au niveau de 1990¹⁷. Si l'on considère l'ensemble des pays développés, l'objectif de 5 % fixé par le protocole représente en réalité une diminution d'environ 20 % par rapport au niveau d'émissions anticipé pour 2010 si aucune mesure de contrôle n'était adoptée (GIEC).

Chaque pays s'est ensuite engagé sur un objectif de réduction propre : certains pays ont des objectifs à la baisse (- 8 % pour l'Union européenne, - 7 % pour les Etats-Unis, - 6% pour le Japon) et d'autres à la hausse (+ 8 % pour l'Australie, + 10 % pour l'Islande). Les pays se sont fixés leurs objectifs en fonction des projections de croissance des émissions, de leur capacité à payer et de leur engagement politique dans la lutte contre le changement climatique. Pour évaluer la portée des engagements, il est nécessaire de rappeler que le protocole de Kyoto a été négocié en 1997. A cette date, les émissions de certains pays avaient déjà largement dépassé les niveaux de 1990. Ainsi, les objectifs des Etats-Unis, du Canada et du Japon étaient des réductions de l'ordre de - 15 % par rapport au niveau de 1996 alors que l'objectif de l'Union européenne était de l'ordre de - 6,2% par rapport à 1996. L'objectif de la Russie était + 54% par rapport à 1996.

B. Bilan de Kyoto aujourd'hui

En 2000, les émissions de gaz à effet de serre dans les pays de l'annexe B (hors Croatie et Roumanie qui n'ont pas soumis d'inventaires) étaient inférieures de 5 % au niveau de 1990 (UNFCCC), l'atteinte de l'objectif de Kyoto est donc encore possible aujourd'hui. Les émissions des pays de l'annexe B avec la Russie mais sans les Etats-Unis et l'Australie étaient même inférieures de 15,9 % à celles de 1990, la réduction observée étant principalement due à l'effondrement des émissions industrielles de l'ex union soviétique (UNFCCC¹⁸). Sur cette même période, les émissions mondiales ont augmenté de 5 % (PNUE).

En 2002, les émissions, hors puits de carbone (hors absorption par la forêt) des quinze pays de la bulle européenne étaient inférieures de 2,9 % par rapport au niveau de ses émissions sur l'année de référence de Kyoto (EEA) (soit 4123 MteCO₂ en 2002 contre 4245 MteCO₂ en 1990). En comptabilisant les puits de carbone¹⁹, les émissions au sein de la bulle européenne ont décliné de 4,3% par rapport à 1990, ce qui s'explique par le fait que les forêts françaises et espagnoles captent plus de CO₂ qu'en 1990. Les résultats européens sont donc relativement encourageants, en plus ils ne reflètent pas le fait que certains pays comme les Pays Bas, le Danemark ou l'Autriche ont choisi d'effectuer une partie de leurs réductions en achetant des crédits provenant des mécanismes de flexibilité du protocole.

Ces résultats agrégés cachent cependant le fait que les pays ont rencontré des succès très divers dans la poursuite de leurs objectifs de Kyoto. Les réductions d'émissions ont été relativement aisées en

¹⁷ Le coût du protocole de Kyoto entre 0,1 et 1,1% du PIB en 2010 pour un coût des réductions compris entre US\$15 et US\$150 par tonne de carbone. En l'absence des américains, le coût est plus difficile à évaluer car si les Russes vendaient tous leurs permis, le prix du marché serait virtuellement zéro (offre supérieure à la demande).

¹⁸ United Nation Framework Convention on Climate Change

¹⁹ Les réductions liées au puits de carbone ne sont que partiellement comptabilisées dans le protocole de Kyoto.

Allemagne et en Angleterre car elles ont coïncidé avec des bouleversements structurels (rapprochement de l'Allemagne de l'est et fermeture des centrales à charbon en Angleterre). Dans d'autres pays en revanche (Japon, Canada, Espagne, Danemark, Autriche..), atteindre les objectifs s'avère difficile et les pays devront acheter massivement des crédits sur le marché international.

Ces différences de résultats ne rendent pas compte des efforts économiques des pays. Un pays comme le Japon s'est engagé sur un objectif de réduction très ambitieux en première période, vraisemblablement parce que le gouvernement a voulu donner un signal politique du fait que le protocole était négocié à Kyoto. La structure énergétique du Japon est assez proche de la France : l'énergie nucléaire a une place importante dans le parc électrique et le pays a déjà fait de nombreux efforts d'efficacité énergétique dans le passé. De plus, c'est un pays fortement boisé. Or, le Japon a pris un objectif de - 6 % alors que l'objectif de la France n'est que de 0 %. L'objectif de réduction s'avère donc difficile à atteindre, ce qui pose aujourd'hui des problèmes d'acceptabilité interne. Le ministère de l'industrie japonais a déjà fait savoir que pour la deuxième période, il est favorable à des objectifs en terme de moyens et non de résultats.

C. Les qualités de Kyoto

Bien qu'il ait été fortement critiqué, le protocole de Kyoto a de nombreuses qualités. La qualité première du protocole est sa **flexibilité**. Il laisse à chaque pays la liberté de choisir la façon dont il atteindra son objectif. Un pays peut soit mettre en place des politiques et mesures domestiques, soit acheter des permis sur le marché international. Il peut acheter des permis aux autres pays ayant des engagements (pays dits de l'Annexe B). Il peut aussi effectuer des projets de réduction d'émissions dans les pays en voie de développement et se faire créditer un montant de crédits correspondant à la réduction par rapport à un scénario de référence. Les Etats sont donc libres de choisir où et comment effectuer des réductions d'émissions. Cette flexibilité est essentielle dans la mesure où les modes de vies et les intérêts industriels ou agricoles peuvent être très différents d'un Etat à un autre.

De plus, le protocole établit un prix unique pour la tonne de carbone à l'échelle de la planète, ce qui amène les pays à effectuer les réductions là où elles sont les moins chères. Le système est donc **efficace en terme de coût**. Cette qualité est précieuse dans la mesure où la volonté de payer des Etats pour lutter contre le changement climatique n'est pas infinie.

Le marché de permis permet aussi de **dissocier les questions d'équité et d'efficacité**. Il est efficace économiquement d'effectuer les réductions d'émissions dans les pays en voie de transition ou en développement car le coût marginal y est beaucoup plus faible. Mais, il est équitable que ces réductions soient payées majoritairement par les pays développés. L'échange sépare l'allocation primaire des droits d'émission de la répartition finale des émissions réalisées, ce qui permet de prendre en compte des objectifs redistributifs au moment de procéder au partage des droits. Ce n'est qu'en instaurant la possibilité d'échange que les pays peuvent accepter une répartition initiale des quotas qui s'écarte de leurs niveaux d'émission courant (O. Godard)²⁰.

Enfin, le marché de permis crée une **incitation permanente** à faire de la recherche. En effet, un pays qui améliore sa situation peut ensuite revendre ses permis sur le marché international et donc rembourser tout ou partie de son investissement.

²⁰ La dimension de l'équité dans les négociations sur le climat. Les Cahiers de Global Chance (1999). O. Godard

D. Améliorer Kyoto

La forme des engagements de deuxième période n'est pas déterminée dans le protocole mais il est sous-entendu qu'elle sera une continuation de la première dans la mesure où le protocole parle de renégociation des engagements et non pas de leur forme. D'importants efforts de recherche ont été entrepris par la communauté scientifique pour réfléchir à des évolutions possibles du protocole.

1. Donner des certitudes sur les coûts des réductions

Le principal reproche adressé au protocole est que les pays qui ratifient ont très peu d'information sur le coût de leurs engagements puisqu'ils ne connaissent pas le prix du carbone. C'est pourquoi, les chercheurs ont proposé de mettre en place un prix plafond qui permettrait d'éviter que le prix du carbone atteigne des niveaux élevés.

Un prix plafond repose sur le principe suivant : lorsque le prix de la tonne de CO₂ dépasse un niveau donné, le pays peut acheter des tonnes de CO₂ en quantité illimitée à ce prix donné. L'objectif environnemental n'est pas maintenu mais l'argent récupéré lorsque le prix plafond est atteint peut ensuite être utilisé pour financer la recherche dans les technologies propres ou pour effectuer des projets de réduction des émissions. Ce mécanisme reconnaît que les incertitudes sur les coûts de réduction sont encore très importantes. Or, si les réductions s'avèrent extrêmement coûteuses, il n'est pas forcément légitime de maintenir des objectifs très ambitieux. Cela revient à reconnaître le fait que **la volonté de payer pour limiter le réchauffement climatique des pays de l'annexe B est bornée.**

2. Donner des objectifs adaptés aux PVD

La prise d'engagement par les pays en voie de développement (PVD) est un enjeu réel car si la Chine et l'Inde ont aujourd'hui des niveaux d'émission par tête extrêmement faibles comparés à ceux des pays développés, les projections montrent que leurs émissions vont croître massivement dans les 50 prochaines années. Il est donc primordial que leur développement s'accompagne d'efforts importants d'efficacité énergétique. De plus, dans la mesure où ces pays commencent à devenir de réels concurrents pour les pays développés, les questions de distorsion de concurrence deviennent sensibles.

Le protocole de Kyoto a créé un mécanisme permettant d'effectuer des réductions d'émissions dans les PVD : c'est le mécanisme de développement propre (MDP). Ce mécanisme, très bien pensé, permet aux pays développés de mettre en place des projets de réduction d'émissions dans les PVD et d'être ensuite crédités d'un montant de crédits d'émission correspondant aux réductions. Le seul défaut du MDP est qu'il **crée une incitation perverse à ne pas légiférer en faveur du changement climatique puisque les lois existantes sont prises en compte dans le scénario de référence.** Surtout, le MDP n'est probablement pas suffisant pour stabiliser les émissions dans les PVD. Or, les scénarios du GIEC font ressortir qu'une stabilisation des émissions mondiales ne sera pas possible sans d'importants efforts de réductions dans ces pays. C'est pourquoi d'autres formes d'action dans les PVD sont aujourd'hui envisagées.

Un objectif fixe est en général jugé inacceptable par la majorité des pays en voie de développement qui considèrent qu'il pourrait constituer un obstacle à leur développement. Néanmoins, il est possible

de fixer à ces pays un objectif de réduction très modeste, tel que leur développement ne soit pas entravé. C'est le cas aujourd'hui pour la Russie (air chaud²¹). La solution de l'air chaud soulève cependant des critiques à plusieurs titres : tout d'abord l'air chaud génère d'importants transferts financiers vers les pays qui en possèdent pour un effort de réduction nul. De plus, l'air chaud diminue fortement l'effectivité environnementale de l'accord puisque certains pays reçoivent un montant d'émission supérieur au scénario tendanciel. Mais surtout, pour un pays comme la Chine, les incertitudes sur les émissions peuvent être tellement grandes qu'elles seraient fatales à l'accord : si on fixe à la Chine un objectif qui suppose une croissance annuelle de 10 % des émissions mais qu'en fin de compte celle-ci n'est que de 8 %, cela dégage un montant d'air chaud sur 15 ans qui est égal aux émissions chinoises à l'heure d'aujourd'hui, soit 6 fois les émissions de la France.

Un **objectif dynamique** qui serait fonction de la croissance économique et peut être de la croissance de la population pourrait limiter les incertitudes sur les coûts et amener les gouvernements à prendre des objectifs plus ambitieux. Néanmoins, ce type d'objectif pose problème lorsque la croissance est beaucoup plus faible que prévue car il y a un effet de « double peine » : le pays en récession a très peu de permis. Par ailleurs, l'indicateur PIB n'est pas forcément adéquat pour certains pays en voie de développement car les imprécisions sur la mesure du PIB y sont importantes. Enfin, la corrélation entre PIB et émissions n'est pas toujours claire. En Chine par exemple, les émissions de gaz à effet de serre ont décliné ces dernières années, avant de recommencer à augmenter. La Direction de la prévision (note C4-04-056/TG) a analysé la corrélation entre PIB et émissions de CO₂ dans les pays en voie de développement sur la période 1980 –2000 et a montré qu'il y a une bonne corrélation pour certains pays mais pas pour tous, notamment pas pour l'Argentine et l'Afrique du Sud.

Pour prendre en compte le fait que les PVD n'accepteront pas de prendre des engagements qui peuvent s'avérer très coûteux, il a été proposé de leur fixer des **objectifs non contraignants** (absolus ou relatifs). Ce type d'engagements permet à un pays de vendre ses permis (en fin de période) lorsqu'il est en dessous de son objectif mais il n'a pas à en acheter s'il le dépasse. Une proposition assez similaire est de mettre en place un prix plafond très faible, à moins de 5 €/tCO₂ par exemple. Pour éviter que ces pays achètent des permis au prix plafond et les revendent ensuite aux pays développés, une clause devrait interdire à ces pays de vendre des permis une fois le prix plafond utilisé.

Ces considérations sur la forme des objectifs soulèvent un problème fondamental : est-il possible d'évaluer les scénarii de référence dans les pays en voie de développement avec suffisamment de précision pour leur fixer des objectifs, alors que les négociations ont lieu 8 ans avant le début de la période d'engagement ? La difficulté de répondre à cette question explique pourquoi certains proposent de ne fixer aux PVD que des objectifs sectoriels, sur les secteurs industrie et énergie notamment. Néanmoins, même pour ces secteurs, les prédictions de croissance s'avèrent délicates.

En définitive, il semble qu'il soit impossible de mettre en place une règle uniforme pour tous les PVD car leurs situations économiques sont beaucoup trop contrastées. La situation des quelques pays de l'OCDE qui n'ont pas encore pris d'engagements comme la Corée du Sud, la Turquie, et le Mexique, est très différente de celle des pays les moins avancés, notamment les pays africains. Il est donc

²¹ La Russie et ses anciens Etats satellites n'auront aucun mal à atteindre leur objectif de Kyoto car leurs émissions ont très fortement diminué suite à l'effondrement de l'empire soviétique. Lors de la négociation de Kyoto, les pays développés leur ont consciemment donné des quotas excédentaires pour qu'ils acceptent l'accord.

probablement nécessaire d'examiner la situation de chacun de ces pays au cas par cas et d'évaluer ensuite le type d'engagement approprié.

3. Fixer une règle d'allocation de long terme

Dans le protocole de Kyoto, les pays ne se sont pas fixés d'objectif de long terme en terme de niveau de stabilisation ou d'augmentation de température. Un objectif de long terme permettrait :

- d'identifier clairement la direction générale de réduction sur le long terme. Cela encouragerait les gouvernements à investir fortement dans la recherche et à privilégier les technologies les moins émettrices dès aujourd'hui plutôt que d'adopter des solutions de court terme. Cela donnerait aussi un signal clair aux marchés et donc plus de certitudes ;
- de vérifier la cohérence des objectifs de court terme avec les réductions nécessaires sur le long terme ;
- d'explicitier le niveau d'adaptation nécessaire en fonction du niveau de stabilisation choisi. Cette information pourrait être ensuite diffusée au public qui pourrait alors juger de l'acceptabilité d'un tel niveau.

En plus, parce qu'il n'y a pas d'objectif de long terme, les objectifs d'émission pour la prochaine période d'engagement risquent d'être **en partie fixés en fonction des changements structurels constatés et non pas en fonction de ceux qui auraient normalement dû être mis en œuvre** (Khalil Helioui²²). Cela posera problème si les gouvernements, anticipant à l'avenir que les quotas futurs seront ajustés en fonction des tendances réelles, **différent ou atténuent les programmes structurels qu'ils devraient normalement mettre en place.**

Khalil Helioui fait remarquer que le problème majeur est que la convention climat n'a pas la crédibilité de fixer *ex ante* des quotas optimaux pour l'après 2012 et de les maintenir *ex post*, étant donné que l'accord international est basé sur le **volontariat**. C'est pourquoi, pour limiter ce phénomène de distorsions dynamiques, il propose de mettre en place une taxe carbone, en parallèle du marché de permis car une telle taxe désavantagera les pays les moins vertueux (donc les plus émetteurs). Néanmoins, cette solution n'est pas politiquement crédible à court terme étant donné l'historique des taxes carbone dans la négociation : de nombreux pays et en particulier les Etats-Unis y sont fortement opposés.

La possibilité de fixer un objectif de long terme est intéressante, cependant, deux objections importantes méritent d'être faites. Premièrement, comme la première partie l'explique, les incertitudes sont trop importantes aujourd'hui pour pouvoir déterminer l'optimum économique de réduction. L'objectif de long terme ne serait donc qu'indicatif et il devrait nécessairement être réévalué et renégocié périodiquement. Deuxièmement, étant données les différences de perception sur les coûts et les dommages de chaque partie et l'inégale répartition des conséquences socio-économiques des impacts du changement climatique, il sera extrêmement difficile d'arriver internationalement à un consensus sur cet objectif.

²². Le choix des permis d'émission négociables dans la lutte contre le réchauffement planétaire: Enseignements d'une analyse économique, EHESS (2004)

4. Définir une règle d'allocation claire et transparente des droits par pays

Pour la période 2008-2012, les engagements de réduction n'ont pas vraiment été pris en fonction d'une règle d'allocation prédéterminée. Or, certains pensent que sur le long terme, il sera nécessaire d'établir une règle d'allocation claire et transparente des droits à émettre par pays. C'est pourquoi les chercheurs ont élaboré de multiples **règles d'allocation des droits d'émettre des gaz à effet de serre pour répartir l'effort entre pays et entre générations**²³ (voir tableau en Annexe). Les règles proposées reposent sur différents critères comme la prise en compte des émissions passées (proposition brésilienne), la convergence des émissions par habitant (Contraction and Convergence), l'égalisation des coûts de mise en œuvre, ou encore la capacité à payer...

Ce type de démarche est important pour évaluer les réductions nécessaires par pays mais cet exercice est cependant limité par le fait qu'il n'existe pas de critère d'allocation équitable pour tous. Le critère d'allocation des droits d'émission par habitant est souvent proposé comme norme évidente d'une répartition équitable sur le long terme. Cependant, comme le montre très justement Olivier Godard²⁴, ce critère n'est qu'un critère parmi d'autres (PIB, émissions de CO₂ en 1990), et sa supériorité n'est pas établie compte tenu de la situation qui est celle de la coordination internationale. Le long terme n'effacera pas toutes les bonnes raisons qui font que les émissions par habitant diffèrent d'un pays à l'autre (niveau de développement industriel et spécialisation internationale, modes de transport, types d'agriculture, technologies de production électrique, taille du pays, climat du pays, etc..). De plus, le thème de la convergence laisse entrevoir un consentement croissant des pays les plus gros émetteurs à transférer des ressources financières importantes aux petits émetteurs à travers l'échange, ce qui est peu crédible.

Le travail sur les règles d'allocation de long terme est utile pour identifier des mécanismes et des outils, faire un brassage d'idées à renvoyer à la négociation des parties à la Convention.

E. Perspectives de Kyoto

Le protocole de Kyoto est un système cohérent, bien pensé, qui a de nombreuses qualités. Il a aussi un certain nombre de défauts corrigibles ou non. Le protocole de Kyoto a été construit de façon à pouvoir évoluer, c'est d'ailleurs la raison pour laquelle la première période d'engagement a une durée limitée de 5 ans. Certains ont accusé le protocole de Kyoto d'avoir fixé des objectifs trop modestes mais en réalité, les engagements sont loin d'être négligeables. De plus, le protocole a surtout été conçu comme un premier pas qui devait permettre d'enclencher le mouvement de réduction des émissions.

Le défaut principal du protocole est qu'il n'a pas réussi à construire un consensus en sa faveur. Le retrait des Etats-Unis du protocole était peut être prévisible car le Sénat américain, qui doit ratifier tous les traités internationaux avant leur entrée en vigueur, a toujours été opposé au protocole. En revanche, les hésitations russes sont beaucoup plus surprenantes. Tout au long des négociations, les Russes ont demandé des compensations, qu'ils ont obtenu, pour accepter de ratifier l'accord international, **s'assurant ainsi une véritable rente**. En dépit du retrait américain, les Russes ont

²³ Une note préparée par le Groupe EGFA décrit des différentes règles et leurs avantages et inconvénients respectifs.

²⁴ Séminaire D4E : l'équité dans les négociations post Kyoto : critères d'équité et approches procédurales

toujours intérêt à ratifier le protocole même si les bénéfices seront moindres que ce qu'ils avaient initialement espéré.

Ces dernières semaines, la position de la Russie semble avoir évolué et une ratification russe est apparue comme plus probable. Nous aurons donc vraisemblablement d'ici la fin de l'année 2004, la réponse aux deux questions fondamentales pour l'avenir du protocole : la décision de la Russie de ratifier ou non le protocole de Kyoto et la position des Etats-Unis pour les 4 prochaines années, suite aux élections américaines de novembre 2004. Dans l'hypothèse d'une ratification russe, les négociations sur la prochaine période d'engagement commenceront rapidement puisque le protocole prévoit qu'elles doivent débuter en 2005.

Les négociations sur la prochaine période d'engagement prendront nécessairement en compte la position des Etats-Unis car ceux-ci sont un acteur trop important de la négociation pour qu'on puisse se permettre de les ignorer. Une ratification par les Etats-Unis du protocole est aujourd'hui très peu probable car les émissions américaines ont tellement augmenté ces dernières années que l'atteinte de l'objectif de Kyoto serait aujourd'hui très coûteuse. Néanmoins, un retour des Etats-Unis, avec un objectif adapté, est envisageable pour les prochaines périodes d'engagement, à condition qu'ils acceptent de se réengager dans le processus international de Kyoto, chargé maintenant d'une lourde histoire.

IV. Position américaine et perspectives

Si les Etats-Unis persistent dans leur refus de tout effort de réduction, le soutien du Canada, du Japon et de certains pays européens au processus international n'est pas acquis. En effet, la poursuite de Kyoto sans les Etats-Unis soulève de fortes inquiétudes sur la compétitivité des industries lourdes des pays qui ont des engagements et des doutes sur l'efficacité d'une telle action.

Le refus des Etats Unis de ratifier le protocole remet donc profondément en cause le système de négociation actuel. Le protocole de Kyoto est le résultat de dix ans de négociations internationales. Au vu des multiples contraintes qui ont pesé sur les négociations, ce fut le compromis acceptable pour les parties à la convention. En conséquence, le refus des Etats-Unis soulève des questionnements sur les fondements des négociations dans le cadre de l'ONU.

En tout état de cause, pour préparer le dialogue sur le futur du régime international, l'Union européenne va nécessairement devoir clarifier ses positions sur un certain nombre de points, en particulier sur les points de discordance transatlantique. Elle va devoir se préparer à l'éventualité d'un futur où le système international sera composé de régime multiples²⁵.

A. L'Union européenne peut – elle maintenir un niveau élevé d'ambition sans action de la part des Etats-Unis?

Parmi les politiques de lutte contre le changement climatique que les Européens ont mises en place, certaines méritent probablement d'être poursuivies, même unilatéralement dans la mesure où elles ont d'autres mérites que la lutte contre le changement climatique : la directive sur l'efficacité énergétique des bâtiments, la directive sur les énergies renouvelables. Des actions unilatérales peuvent aussi avoir lieu dans le domaine des déchets et de l'agriculture.

En revanche, les efforts demandés aux secteurs de l'industrie et de l'énergie et des transports routiers pourraient poser des problèmes de compétitivité si des efforts similaires ne sont pas mis en place dans les autres pays. Les récentes difficultés de négociation des allocations dans le cadre du marché de permis européen laissent penser que l'Union européenne aura du mal à maintenir son niveau d'ambition sans la légitimité du processus international ou sans action de la part des américains. Le marché européen continuera d'exister même si le protocole n'entre pas en vigueur mais il n'aura un sens que si les gouvernements européens acceptent de fixer de véritables objectifs de réductions.

C'est pourquoi les questions de distorsions de concurrence sont au cœur des considérations pour l'avenir du régime. Il serait intéressant dans un premier temps d'évaluer dans quelle mesure nos industries lourdes sont exposées à la concurrence. Dans un deuxième temps, il faudrait évaluer les moyens dont nous disposons pour limiter ces distorsions.

B. Le cadre de négociation actuel est –il adapté?

Les négociations du protocole ont eu lieu dans le cadre de la Convention climat qui dépend des Nations Unies. Chaque pays signataire de la convention disposait d'une voix et toute décision devait être adoptée à l'unanimité. Les pays développés se sont retrouvés dans une situation où ils étaient les seuls à prendre des engagements de réduction mais où tous les pays possédaient un pouvoir de véto

²⁵ Pew Center, Beyond Kyoto

sur les négociations de leurs engagements (même les pays fortement opposés à la lutte contre le changement climatique comme l'Arabie Saoudite).

Le système des Nations Unies présente un certain nombre d'avantages. Il permet qu'un nombre très large de pays, en particulier les pays les plus vulnérables, s'approprie la thématique du changement climatique. De plus, dans la mesure où les grands pays en voie de développement (Inde, Chine, Brésil) participeront peut-être un jour à ce régime, il est légitime qu'ils participent à son élaboration. Enfin, ce système permet de traiter de la question de l'adaptation en parallèle de celle de l'atténuation.

Néanmoins, ce système n'a pas la faveur des américains qui sont en faveur d'un principe "*no participation without taxation*" ce qui impliquerait que seuls les pays qui prennent des engagements de réduction participeraient aux négociations. Daniel Bodansky²⁶, un ancien négociateur américain, affirme que l'intérêt de maintenir les pays en voie de développement dans la négociation est limité dans la mesure où ces pays n'ont jamais reconnu qu'ils pourraient adopter un jour des engagements quantitatifs. Il pense que les pays désirant prendre des engagements auraient dû demander aux autres pays de faire un choix : rester en dehors du système, ou participer au système en prenant des engagements, à la hauteur évidemment de leurs capacités respectives. Cela aurait eu le mérite de limiter le nombre de participants et donc de rendre les négociations plus faciles.

C. Quelle place pour les pays en voie de développement dans la négociation?

David Bodansky, a probablement raison de faire remarquer que le système actuel est peu constructif. Les pays développés ayant ratifié le protocole sont les seuls à porter le sujet climat et n'arrivent pas à enclencher une dynamique de réduction. Les pays comme la Russie et l'Arabie Saoudite qui cherchent à obtenir de véritables rentes du système, ont des comportements extrêmement contreproductifs. Dans la mesure où la coordination internationale sur le climat est très fragile, ce type de comportement nuit fortement au système en le rendant encore plus instable. En ce sens, un club des pays désirant lutter efficacement contre le changement climatique, à hauteur de leurs capacités respectives, pourrait être plus efficace que le système actuel.

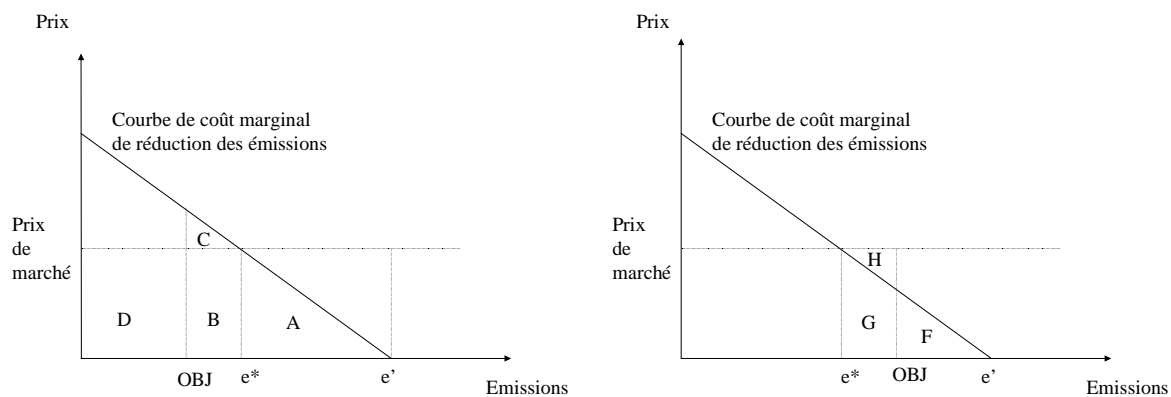
Historiquement, les institutions internationales ont souvent commencé de façon modeste, avec un nombre limité de pays. Après l'échec des premières tentatives de création d'une OMC, les pays désirant rouvrir les négociations commerciales se sont réunis dans le cadre du GATT²⁷ avec beaucoup moins de participants. Des parties se sont ensuite progressivement ajoutées et le système est alors devenu de plus en plus complexe.

Dans l'hypothèse d'un échec du protocole, on pourrait imaginer de relancer les négociations avec un nombre finalement assez réduit de pays, ce qui rendrait probablement les discussions plus aisées. Il faut rappeler que les 10 plus grands émetteurs (les Etats-Unis, la Chine, l'Union européenne des 25, la Russie, l'Inde, le Japon, le Brésil, le Canada, la Corée du Sud, l'Ukraine) représentent à eux seuls près de 75 % des émissions mondiales. (On peut noter que parmi ces 10 plus grands émetteurs, 9 participent aux initiatives américaines sur l'hydrogène et la séquestration du carbone, ce qui montre leur intérêt pour la thématique changement climatique.)

²⁶ Daniel Bodansky. Bonn Voyage. Kyoto's Uncertain Revival.

²⁷ David Bodansky. Bonn Voyage. Kyoto's Uncertain Revival.

Ce club ne devrait pas nécessairement être limité aux pays développés : ceux-ci pourraient proposer aux pays en voie de développement désirant aller de l'avant des solutions mutuellement avantageuses. Le marché de permis peut objectivement présenter des intérêts pour les pays en voie de développement et les pays en transition car ceux-ci disposent de réductions bon marché qu'ils pourraient revendre aux pays développés.



Situation 1 : obj < e*

Situation 2 : obj > e*

En effet, supposons qu'un pays émette un montant de gaz à effet de serre e' dans le scénario de référence. Son objectif de réduction est Obj . Il est intéressant de distinguer deux cas :

- ❖ Situation 1 : l'allocation OBJ du pays est inférieure à son optimum économique e^* . Le pays va alors réduire ses émissions jusqu'à l'optimum e^* à un coût représenté par l'aire A et acheter des quotas pour combler les émissions manquantes à un coût représenté par l'aire B . (Le coût total est donc $A+B$)
- ❖ Situation 2: l'allocation OBJ est supérieure à son optimum économique e^* . Le pays va alors réduire ses émissions jusqu'à l'optimum e^* à un coût représenté par l'aire $G+F$ et vendre des quotas à hauteur de l'aire $G+H$. Le coût total est donc $(F-H)$.

Le coût marginal de réduction des pays en transition et des pays en voie de développement est plus faible que celui des pays développés. Si tous les pays devaient réduire leurs émissions du même montant (même engagement de réduction par rapport à la référence), les pays développés se retrouveraient a priori dans la situation 1 (allocation inférieure à l'optimum économique) et les pays en transition dans la situation 2 (allocation supérieure à l'optimum économique). C'est donc tout à fait compatible avec le principe de "responsabilités communes mais différenciées".

Il est donc possible de construire des régimes attractifs pour les pays en voie de développement surtout si leurs engagements de réduction se doublent de compensations en terme de transfert de technologies ou de capacités.

D. Est-il possible de renouer un dialogue transatlantique?

Les visions européenne et américaine de la lutte contre le changement climatique sont très souvent perçues comme opposées. L'Union européenne, forte de l'acquis de Kyoto, a décidé de mettre en

place un marché de permis européen qui utilise les outils élaborés à Kyoto. Ce système, qui couvrira près de la moitié des émissions de CO₂ en Union européenne, aura certainement valeur d'exemple au niveau international.

Les Etats-Unis, de leur côté, ont mis l'accent sur la recherche en lançant des programmes ambitieux sur la séquestration du carbone et sur l'hydrogène (le congrès a voté 1,7 milliards de dollars sur cinq ans). En particulier, ils ont mis en place deux initiatives internationales sur ces sujets: IPHE (International Partnership for Hydrogen Energy)²⁸ sur l'hydrogène et le CSLF (Carbon Sequestration Leadership Forum)²⁹ sur la séquestration du CO₂. Les Etats-Unis investissent aujourd'hui plus que l'Union européenne dans les nouvelles technologies de l'énergie : 1410 M€ contre 950 M€ pour l'UE.

En millions d'euros (2003)	États-Unis	Japon	UE	France
Nucléaire	565	2 500		580
Fossiles <i>Dont charbon</i> <i>Dont séquestration</i>	500 <i>300</i> <i>60</i>	100		230
Énergies renouvelables	250	230		50
Efficacité énergétique	500	500		40
Hydrogène et pile à combustible	160	200		40
Total	1 975	3 530		940
Total hors nucléaire	1 410	1 030	950	350

Source : rapport Chambolle sur les Nouvelles technologies de l'énergie

Pour comprendre la position américaine, il est nécessaire de rappeler que les Etats-Unis disposent du plus important stock de charbon au monde (25,4% des réserves mondiales). Aux Etats-Unis, le charbon est responsable de plus de 80 % des émissions de CO₂ du secteur de la production d'électricité, et de presque un tiers des émissions globales américaines. Il est donc normal que la séquestration du carbone tienne une place de choix dans les programmes de lutte contre le changement climatique aux Etats-Unis. De même, dans la mesure où le style de vie américain est "non négociable", il n'est pas étonnant que la recherche américaine se concentre sur le développement de la voiture à hydrogène puisque c'est la seule solution qui permettrait de concilier la lutte contre le changement climatique et ce style de vie.

Les lobbys industriels européens font souvent valoir que l'Union européenne devrait suivre la même voie que les Etats-Unis. **Il est vrai que des investissements massifs dans la R&D sont**

²⁸ Les membres de l'IEPHE sont les Etats-Unis, l'Australie, le Canada, le Brésil, la Chine, l'Inde, l'Union européenne la France, l'Allemagne, le Royaume Uni, l'Italie, la Norvège, la Corée, la Russie, l'Islande.

²⁹ Les membres du CSLF sont les Etats-Unis, l'Australie, le Canada, le Brésil, la Chine, l'Inde, la Colombie, l'Afrique du Sud, l'Union européenne, la France, l'Allemagne, le Royaume Uni, l'Italie, la Norvège, la Corée, la Russie.

nécessaires dès aujourd'hui et que la coopération internationale en ce domaine pourrait être utile (le rapport Chambolle montre que l'effort de recherche européen est encore insuffisant). Néanmoins, certains doutes peuvent être émis sur le fait qu'un tel engagement soit suffisant³⁰:

- Premièrement, les énergies fossiles disposent d'une réserve de compétitivité importante. Même si le coût des technologies sobres en carbone diminue fortement, il n'est pas sûr qu'il deviendra plus faible que celui des énergies fossiles à moyen terme. C'est pourquoi **les Européens soutiennent qu'un programme basé sur la seule recherche ne suffit pas et qu'il est aussi nécessaire d'internaliser progressivement le coût du carbone** (c'est à dire de créer une incitation appropriée.) L'internalisation du coût du carbone permettra de réduire l'écart entre le coût des technologies sobres en carbone et les technologies existant aujourd'hui, favorisant ainsi les sauts technologiques.
- Deuxièmement, ce type de démarche avec des financements publics massifs néglige la réalité technologique du problème posé. Certes, la maîtrise des technologies de la séquestration ou de l'hydrogène sera probablement nécessaire pour stabiliser le climat. Cependant, des innovations tout aussi importantes devront avoir lieu dans les secteurs industriels, des bâtiments, des déchets, dans l'efficacité énergétique. Or, ce sont des domaines où **des efforts du secteur privé sont nécessaires à une échelle très décentralisée**, ce qui n'est pas promu par des programmes de financements publics massifs.

C'est pourquoi l'Union européenne est persuadée que le marché de permis a un rôle fondamental à jouer pour l'avenir de la lutte contre le changement climatique. Plusieurs propositions de loi ont déjà été faites au Sénat américain pour mettre en place un marché de permis aux Etats-Unis. La mise en place d'un tel marché, en dehors du processus de Kyoto mais avec des objectifs appropriés, pourrait constituer une partie de la réponse aux inquiétudes européennes sur les questions de distorsions de concurrence.

Le G8 qui aura lieu sous présidence anglaise à l'automne 2005 pourrait être un forum adapté pour engager des discussions avec les Américains sur l'avenir du régime international de lutte contre le changement climatique dans un cadre différent de celui de la convention climat.

³⁰ L'économie des régimes climatiques, l'impossible coordination? Jean Charles Hourcade Revue d'économie politique 2003

Annexes

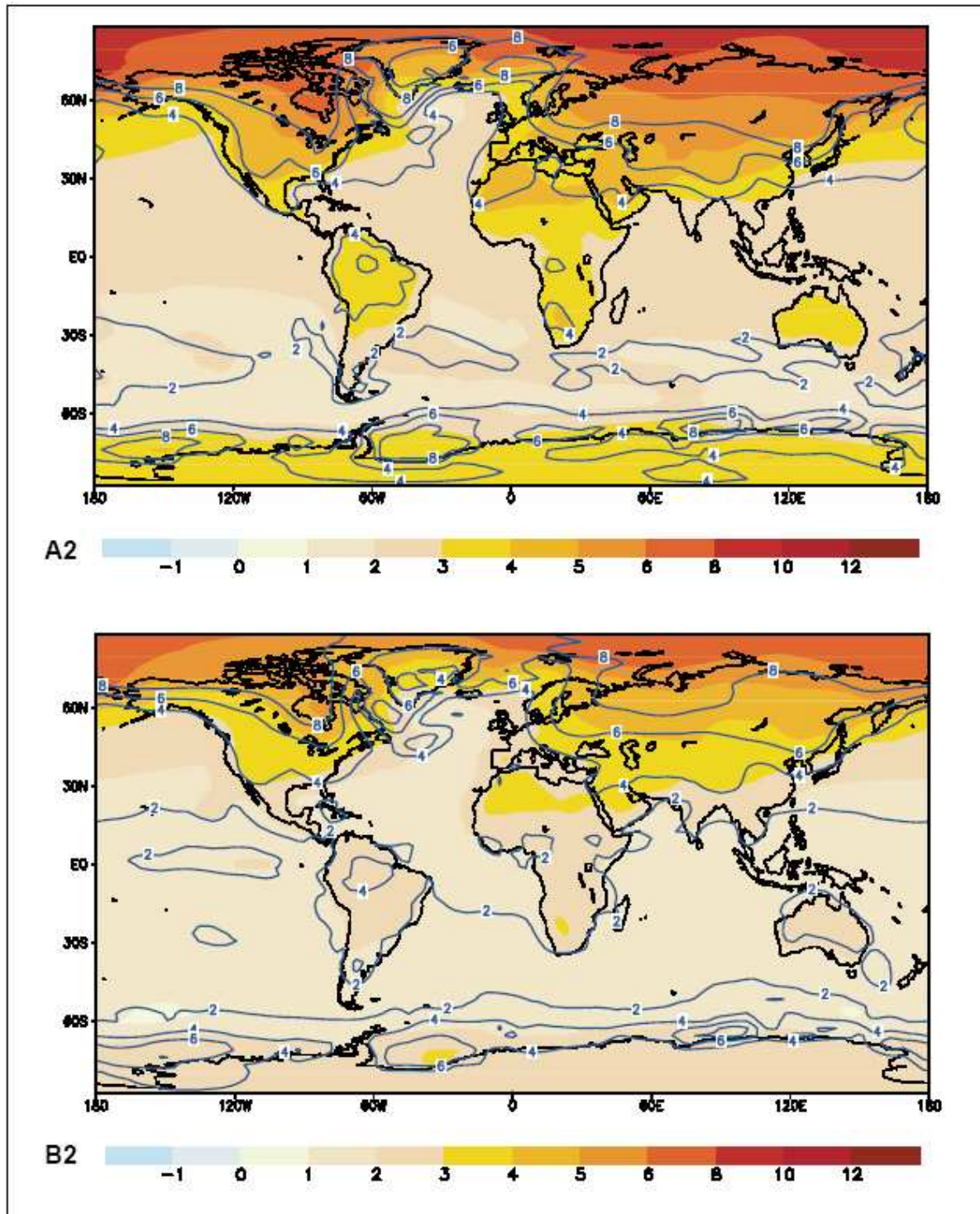


Figure TS 20 — Variation annuelle moyenne de la température (zone colorée) et sa plage (isolignes) (Unité: °C) pour le scénario A2 du SRES (partie supérieure) et le scénario B2 du SRES (partie inférieure). Les deux scénarios du SRES indiquent la période 2071 à 2100 par rapport à la période 1961 à 1990 et ont été appliqués aux MCGAO.

[Basée sur les Figures 9.10d et 9.10e]

Graphique : Variation de la température en 2070 par rapport à 1990 dans deux scénarios

	Emissions de CO₂ en 2000/Population	Emissions de CO₂ en 2000 (UNFCCC)	% de changement entre 2000 et 1990	Objectif de Kyoto	PNB par habitant en 2000 ppp (World Bank)
Irlande	17,13	66,9	+24,7 %	+13%	25 527
Finlande	14,23	73,9	-4%	0%	24 570
Belgique	14,80	152,3	+6,7%	-7,5%	27 470
République tchèque	14,41	140,4	-23%	-8%	13 780
Pays Bas	13,5	216,9	+3,1%	-6%	25 850
Luxembourg	13,36	5,97	- 55%	-28%	45 470
Danemark	12,8	68,5	+1,2%	-21%	27 250
Allemagne	12,03	991,4	-18,9%	-21%	24 920
Grèce	11,86	130	+23,9%	+25%	16 860
Royaume Uni	10,96	649,1	-12,5%	-12,5%	23 550
Slovénie	10,26	20,38	-1%	-8%	17 310
Pologne	10	401,5	-31%	-6%	9 000
Autriche	9,83	79,7	+3%	-13%	26 330
Italie	9,51	546,9	+5,6%	-6,5%	23 470
Espagne	9,42	385,9	+34,7%	+15%	19 260
Slovaquie	9,11	51,46	-32,5%	-8%	11 040
France	9,19	550,0	-1,6%	0%	24 420
Hongrie	8,5	86,5	-17%	-6%	11 990
Portugal	8,43	84,7	+30,4%	+27%	16 990
Suède	7,82	69,3	-1,7%	+4%	23 970
Lituanie	6,87	23,8	-56%	-8%	6 980
Lettonie	4,79	13,6	-64%	-8%	7 070
TOTAL UE 15	10,74	4072	-3,4%	-8%	
TOTAL UE 23	10,64	4814,4	-9%		

Tableau : émissions par tête des pays de l'Union européenne

		Emissions en 2000³¹ (hors LULUCF)	% des émissions mondiales	Emissions par tête
1	Etats-Unis	6 931,5	20,62%	24,2
2	Chine	4 966,8	14,77%	3,9
3	Union Européenne (25)	4 702,4	13,99%	10,6
4	Russie	1 905,1	5,67%	13,1
5	Inde	1 854,1	5,51%	1,8
6	Japon	1 333,9	3,97%	10,5
7	Allemagne	971,6	2,89%	11,8
8	Brésil	841,0	2,50%	4,9
9	Canada	713,6	2,12%	23,2
10	Royaume Uni	661,6	1,97%	11,3
11	Italie	534,7	1,59%	9,3
12	Corée (Sud)	525,5	1,56%	11,2
13	Ukraine	522,3	1,55%	10,6
14	Mexique	510,8	1,52%	5,2
15	France	502,6	1,49%	8,5
16	Indonésie	494,5	1,47%	2,4
17	Australie	477,9	1,42%	24,9
18	Iran	438,7	1,30%	6,9
19	Afrique du Sud	413,1	1,23%	9,7
20	Espagne	382,0	1,14%	9,4
21	Pologne	375,4	1,12%	9,7
22	Turquie	362,3	1,08%	5,4
23	Arabie Saoudite	329,8	0,98%	15,9
24	Argentine	289,8	0,86%	7,8

Tableau : les plus gros émetteurs mondiaux.

Source CAIT (Climate Analysis Indicators Tool).

³¹ Comprend les émissions de CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ et seulement les émissions de CO₂ liées au combustibles fossiles et au ciment. C'est pourquoi il y a des différences avec les chiffres de l'UNFCCC.

	Pays	Emissions de CO₂ cumulées	% des émissions cumulées mondiales	Tonnes CO₂ cumulées par tête
1	Etats-Unis	185 853,0	16,81%	649,1
2	Union européenne (25)	176 121,4	15,93%	390,3
3	Chine	110 571,6	10,00%	87,6
4	Russie	90 560,8	8,19%	622,2
5	Indonésie	79 953,0	7,23%	387,6
6	Brésil	68 268,9	6,17%	401,3
7	Allemagne	47 189,5	4,27%	574,0
8	Japon	42 162,5	3,81%	332,3
9	Royaume Uni	29 769,6	2,69%	507,0
10	Canada	22 469,1	2,03%	730,2
11	Malaisie	22 367,6	2,02%	961,2
12	Ukraine	21 047,6	1,90%	425,2
13	France	18 671,5	1,69%	317,0
14	Inde	17 003,4	1,54%	16,7
15	Pologne	15 924,6	1,44%	412,0
16	Italie	14 620,3	1,32%	253,4
17	Mexique	13 537,8	1,22%	138,2
18	Myanmar	12 788,1	1,16%	267,8
19	Venezuela	10 588,9	0,96%	438,1

Tableau : Emissions de CO₂ cumulées en prenant en compte les puits de carbone

Source CAIT (Climate Analysis Indicators Tool)