

Chapitre 6

Incitations régionales à l'action mondiale

Ce chapitre cherche à déterminer quels pays doivent agir pour que l'on puisse atteindre un objectif ambitieux de stabilisation des concentrations de GES, et les facteurs économiques qui pourraient inciter ces pays à participer à une action mondiale. Il analyse l'importance des facteurs qui incitent les pays à adopter un comportement de « passager clandestin », c'est-à-dire à rester en dehors d'une coalition climatique mondiale et à tirer profit des actions d'atténuation entreprises par les autres pays plutôt que d'y participer. Il évalue les possibilités de renforcer les incitations à agir en tenant compte des avantages connexes (par exemple, réduction de la pollution atmosphérique locale et amélioration de la sécurité énergétique). Enfin, l'accent est mis sur le rôle que peuvent jouer les transferts financiers, en particulier l'allocation d'objectifs de réduction des émissions aux différents pays, pour encourager les pays à participer.

Principaux messages

- *Un effort ambitieux de réduction des émissions globales serait économiquement rationnel au niveau mondial, en particulier si l'on tient compte des impacts non marchands et des risques liés à l'inaction. La réalisation d'un objectif ambitieux de stabilisation des concentrations de GES exigera cependant une action énergique de la part de tous les pays développés ainsi que des grands pays en développement. Des coalitions plus restreintes n'atteindraient pas un tel objectif, même en ramenant leurs émissions à zéro, et leurs coûts d'atténuation deviendraient excessivement élevés.*
- *Les incitations à participer aux efforts d'atténuation seront sans doute plus faibles dans les pays où les coûts de l'action sont relativement élevés et/ou les dommages prévus du changement climatique sont relativement faibles, à moins que des transferts financiers internationaux ou d'autres formes de soutien soient mis en place. Compte tenu des différences entre pays en ce qui concerne les incitations, et des coûts économiques et environnementaux importants qui résulteraient à l'échelle mondiale de faibles niveaux de participation, il est nécessaire de mettre en place des mécanismes bien conçus pour partager les coûts de l'action afin que tous les grands émetteurs participent.*
- *Pour les grands pays en développement, les avantages connexes des mesures d'atténuation (par exemple, réduction de la pollution atmosphérique locale et amélioration de la sécurité énergétique) seront significatifs, mais ne constitueront pas des incitations suffisantes à participer, à moins de s'accompagner de transferts financiers. Pour les pays développés, les coûts de ces transferts pourraient être rationalisés par les divers avantages connexes de la lutte contre le changement climatique.*
- *Pour être efficaces par rapport aux coûts, les transferts financiers internationaux doivent être opérés principalement par le biais de mécanismes de marché, essentiellement via les crédits générés pour remplir les engagements contraignants de réduction des émissions pris par les différents pays. Par exemple, des règles d'allocation de permis d'émission pourraient être définies de manière à soulager au moins en partie les pays qui ne sont sans doute guère incités à participer et/ou dont les ressources financières sont limitées.*
- *Par rapport à une taxe carbone mondiale harmonisée ou à un système mondial d'échange de droits d'émission assorti d'une adjudication intégrale des permis, les pays en développement seraient nettement avantagés par des critères d'attribution des permis en vertu desquels leurs droits d'émission couvriraient leurs émissions prévues en cas de politiques inchangées ou seraient inversement proportionnels à leur contribution aux émissions passées. Les pays en développement seraient aussi avantagés, quoique dans une moindre mesure, par des règles fondées sur la taille de la population ou le PIB par habitant. Toutes ces règles imposent généralement des coûts considérables aux pays développés, mais dans des proportions très variables suivant les pays.*

Introduction

La constitution, au niveau mondial, d'un soutien politique à la coopération internationale sera essentielle si l'on veut atteindre des objectifs ambitieux de limitation des émissions de GES. Le présent chapitre passe en revue les principales options envisageables et les freins au processus de négociation d'un accord international sur le climat. Il commence par analyser les facteurs susceptibles d'inciter les pays à participer à un accord international écologiquement efficace et économiquement réaliste (section 6.1). Il cherche ensuite à déterminer quelles régions doivent être associées à l'action pour que celle-ci soit efficace du point de vue de l'environnement, et les mesures propres à inciter les pays à participer volontairement à une coalition internationale visant à atténuer le changement climatique. Cette section

met en lumière l'importance du rôle joué par les incitations à se comporter en « passager clandestin » et les complications qui en résultent s'agissant de conclure un accord international efficace, réaliste et stable.

Il existe des liens manifestes entre le changement climatique et d'autres domaines d'action des pouvoirs publics, comme la lutte contre la pollution atmosphérique locale et la sécurité énergétique. En effet, les mesures prises pour réduire les émissions de GES peuvent aussi avoir des effets positifs (avantages connexes) sur ces autres domaines. Or, si la réduction des émissions de GES peut entraîner une baisse sensible de la pollution atmosphérique locale, ces avantages connexes seront sans doute insuffisants pour amener les grands pays en développement à participer à un accord mondial. Cela tient en partie au fait que les mesures visant directement la pollution atmosphérique locale sont généralement moins coûteuses qu'une action indirecte via l'atténuation des émissions de GES. Qui plus est, à moyen terme et/ou en cas d'objectifs moins rigoureux de réduction des émissions à long terme, ces avantages connexes peuvent être moins importants dans les pays en développement que dans la zone OCDE. Dans ces pays, en effet, les possibilités de réduction des émissions de GES les moins coûteuses concernent dans un premier temps le secteur de l'électricité et non celui des transports, et les bénéfices sanitaires d'une telle réduction dans le secteur de l'électricité sont apparemment moindres. Ces questions sont examinées plus avant à la section 6.2.

Une action plus ambitieuse au niveau mondial devra englober des engagements renforcés des pays en développement émetteurs. Ce résultat peut être obtenu progressivement, par exemple au moyen de mécanismes implicites et/ou explicites de transferts financiers internationaux destinés à soutenir l'effort accru des pays en développement. La section 6.3 analyse la façon dont ces transferts peuvent être opérés par la répartition des engagements de réduction des émissions.

6.1. Large dispositif d'atténuation à l'échelle internationale et incitations à l'action

Les politiques climatiques futures devront être axées sur des objectifs d'atténuation ambitieux d'envergure mondiale. Pour être efficace, le cadre d'action international qui sera mis en place à cette fin devra à terme déboucher sur une coalition de pays qui soit :

- i) écologiquement efficace (autrement dit, qui possède techniquement la capacité d'atteindre un objectif mondial donné même si les pays non participants ne prennent pas de mesures d'atténuation) et économiquement réaliste (c'est-à-dire, qui puisse atteindre l'objectif fixé sans que cela implique des prix du carbone et des coûts d'atténuation excessifs) ;
- ii) *globalement* d'avis qu'une réduction des émissions s'inscrivant dans une politique d'atténuation ambitieuse au niveau mondial contribuerait à l'amélioration de son bien-être ; et
- iii) stable, c'est-à-dire qui présente suffisamment d'intérêt pour inciter les pays à y participer.

Ces trois aspects sont examinés dans la présente section.

6.1.1. Quelles sont les régions qui doivent obligatoirement figurer dans une coalition écologiquement efficace ?

Le modèle WITCH (World Induced Technological Change Hybrid) (Bosetti *et al.* 2006, 2007, 2009a, 2009b ; voir l'encadré 6.1) a été utilisé pour identifier les coalitions susceptibles d'atteindre un objectif mondial donné, et étudier ensuite les éléments qui pourraient inciter les principales régions émettrices à y participer. Ce modèle présente deux grands avantages pour cette analyse : *i*) il fait partie de ce que l'on appelle les modèles d'évaluation intégrée, autrement dit il incorpore de façon explicite les

gains liés aux réductions d'émissions (dommages évités) ; *ii*) comme sa structure intègre la théorie des jeux, il peut prendre en compte certains des aspects stratégiques des relations internationales (voir l'encadré 6.1 et Bosetti *et al.* 2009b pour plus de détails). Le scénario du *statu quo* (encadré 6.1) utilisé dans la présente analyse part de l'hypothèse que les 12 régions du monde ne coopèrent pas à la réduction des émissions. Une coalition est donc potentiellement efficace si elle est techniquement en mesure d'atteindre l'objectif visé sans réduire ses propres émissions en dessous de zéro, même si les régions non participantes n'agissent pas – autrement dit, si le profil d'évolution de leurs émissions se maintient en l'état actuel. L'existence d'une coalition potentiellement efficace est une condition nécessaire mais non suffisante pour que l'objectif soit atteint, car il est peu plausible que les émissions puissent être ramenées à zéro dans un avenir prévisible¹, et parce qu'un effort de réduction aussi important se traduirait par des fuites de carbone et des incitations à se comporter en passager clandestin, ce qui ferait augmenter les émissions dans les régions non participantes au-delà des niveaux correspondant au *statu quo*.

Encadré 6.1 Analyse des coalitions climatiques : notions théoriques et mise en œuvre selon le modèle WITCH

Tandis que l'analyse effectuée au chapitre 5 à l'aide du modèle WITCH était axée sur la technologie (encadré 5.1 du chapitre 5), le fait que la structure du modèle intègre la théorie des jeux permet de l'utiliser pour analyser les facteurs financiers susceptibles d'inciter les pays à participer aux coalitions climatiques et à y demeurer. Ce modèle a donc été utilisé pour explorer trois hypothèses différentes :

- i. Situation de non-coopération : chacune des 12 régions du monde fixe aujourd'hui le profil futur de ses émissions afin de maximiser son propre bien-être (défini comme la valeur actualisée du logarithme de la consommation par habitant), le choix des autres régions étant donné¹. C'est le scénario du *statu quo* aux fins de la présente analyse. Dans ce scénario, l'effort de réduction est peu important car chaque région, lorsqu'elle définit son profil d'évolution des émissions, ne prend en compte que les dommages futurs qu'elle subira et non ceux qu'elle causera aux autres.
- ii. Situation de coopération : une coalition réunissant certaines régions (voire toutes) fixe les niveaux d'émissions de façon à maximiser le bien-être de l'ensemble de la coalition, en tenant compte des dommages subis par la coalition dans son ensemble. Ceci incite la coalition à fixer ses niveaux d'émissions en deçà du niveau correspondant au scénario du *statu quo* dans le cadre de non-coopération². À l'inverse, les régions qui ne participent pas à la coalition se comportent de façon non coopérative, autrement dit elles se comportent en « passagers clandestins » et profitent de l'effort d'atténuation déployé par la coalition.
- iii. Efficacité par rapport aux coûts : Dans les deux situations – non-coopération et coopération – le modèle tourne dans un mode coûts-avantages, ce qui veut dire que le profil d'évolution des émissions retenu par chaque région ou coalition découle de l'objectif de maximisation du bien-être. Ainsi, le profil d'évolution que cela implique au niveau mondial permettra ou non d'atteindre un objectif particulier, par exemple la stabilisation de la concentration de GES à 550 ppm d'éq.CO₂ dont il est question dans la présente section. Mais le modèle peut également tourner dans un mode coût-efficacité. Il s'agit alors de retenir un objectif exogène que la coalition considérée atteint au moindre coût. La coalition met également en œuvre un système international d'échange de droits d'émission ainsi qu'une règle spécifique pour l'allocation des permis entre les régions membres.

Suite de l'encadré 6.1 page suivante

Encadré 6.1 Analyse des coalitions climatiques : notions théoriques et mise en œuvre selon le modèle WITCH

(suite)

C'est le mode coûts-avantages qui permet le mieux d'évaluer les facteurs susceptibles d'inciter les pays à participer à une coalition, ainsi que la stabilité des coalitions pour l'atténuation du changement climatique, même si le mode coût-efficacité permet de dégager certains éléments de base concernant les gains et les pertes des différentes régions selon qu'elles participent ou non à une coalition. Les travaux antérieurs sur les accords environnementaux internationaux en situation de non-coopération montrent que pour être stable, une coalition doit être rentable (voir par exemple Carraro *et al.* 2006 ; Chander et Tulkens, 2008). La condition de rentabilité, selon laquelle le bien-être de la coalition dans son ensemble doit être supérieur à la somme du bien-être de chacun de ses membres dans le scénario de non-coopération (*statu quo*), sera en général remplie dans l'optique coûts-avantages, puisque les coalitions internalisent l'externalité climatique de manière optimale³. La coalition est stable, ou spontanée, si le bien-être de chaque région qui y participe est supérieur ou égal au bien-être que cette région obtiendrait en sortant de la coalition et en profitant des efforts d'atténuation des autres participants⁴. Une coalition potentiellement stable est une coalition qui peut devenir stable grâce à une série de transferts financiers autofinancés – c'est-à-dire qui ne sont pas supérieurs à l'excédent de la coalition – entre les régions participantes.

Contrairement à ce qui a été fait dans les travaux antérieurs, la caractéristique de stabilité est ici étudiée uniquement pour les coalitions qui sont à la fois potentiellement efficaces (c'est-à-dire qui ont la possibilité d'atteindre un objectif de stabilisation de la concentration de GES à 550 ppm d'éq. CO₂ à l'horizon 2050 et/ou 2100) et politiquement pertinentes. C'est pourquoi les coalitions qui excluent certains pays développés n'ont pas été prises en considération. Pour ce sous-ensemble de coalitions, l'analyse porte non seulement sur la stabilité des coalitions mais vise également à déterminer si celles-ci jugent optimal (dans une optique coûts-avantages) de réduire leurs émissions pour atteindre (au moins) l'objectif retenu à titre d'illustration de 550 ppm d'éq. CO₂.

1. Plus précisément, étant donné que le modèle WITCH est un modèle de croissance optimale, chaque région définit le profil d'évolution des principales variables économiques (épargne, investissement dans les énergies de remplacement, investissement dans la R-D, déploiement de technologies sobres en carbone, etc.), lequel se traduit dans un profil d'évolution des émissions et un prix du carbone (fictif) (voir Bosetti *et al.* 2009b).
2. On part également de l'hypothèse que les coalitions internalisent les retombées internationales de la R-D menée dans le domaine de l'énergie (voir Bosetti *et al.* 2009b).
3. Par contre, la condition de rentabilité n'est pas forcément remplie si l'on se situe dans une optique coût-efficacité, puisque les gains liés à la prévention du changement climatique peuvent être supérieurs ou non aux coûts de réduction supportés pour respecter la limite d'émissions imposée. Par exemple, si l'objectif fixé est beaucoup plus contraignant que l'objectif optimal, une coalition ne sera peut-être pas rentable.
4. Seule la stabilité interne est considérée ici. Or la stabilité d'une coalition doit en fait se mesurer également par rapport à l'extérieur. Autrement dit, les régions non participantes ne devraient pas être incitées à y entrer. Si elles le sont, seules les grandes coalitions peuvent être stables sur les plans interne et externe.

L'objectif simulé ici à titre d'illustration consiste à stabiliser les concentrations mondiales de GES à 550 ppm d'équivalent CO₂ sur le long terme. Pour atteindre des objectifs plus exigeants, il faudrait des coalitions plus larges que les coalitions potentiellement efficaces qui sont définies ci-après. La taille de ces dernières devrait être considérée comme la taille minimale nécessaire pour atteindre tout objectif égal ou inférieur à 550 ppm d'éq. CO₂. Selon le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (GIEC, 2007), il faudrait, pour atteindre cet objectif, réduire les émissions mondiales de 30 % environ par rapport au niveau de 2000 d'ici à 2050, et de 50 % d'ici à 2100.

Tableau 6.1. Pour atteindre un objectif de concentration de GES de 550 ppm éq. CO₂ à l'horizon 2050 ou 2100, les coalitions potentiellement efficaces devront englober la plupart des gros émetteurs¹

Partie A. Coalitions potentiellement efficaces en 2050	
Doivent obligatoirement participer	Ne sont pas tenus de participer
	<i>Combinaison quelconque des régions suivantes :</i>
1. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Asie du Sud (Inde comprise), Chine
2. Pays développés ² , Europe orientale hors UE (Russie comprise), Chine, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Asie du Sud (Inde comprise), Asie du Sud-Est, Amérique latine
3. Pays développés ² , Europe orientale hors UE (Russie comprise), Chine, Asie du Sud-Est	Afrique, Asie du Sud (Inde comprise), Amérique latine, Moyen-Orient et Afrique du Nord
4. Pays développés ² , Chine, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Asie du Sud (Inde comprise), Europe orientale hors UE (Russie comprise), Amérique latine
5. Pays développés ² , Amérique latine, Chine	Afrique, Asie du Sud (Inde comprise), Europe orientale hors UE (Russie comprise), Moyen-Orient et Afrique du Nord, Asie du Sud-Est
6. Pays développés ² , Amérique latine, Asie du Sud (Inde comprise), Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Chine, Europe orientale hors UE (Russie comprise)
7. Pays développés ² , Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Chine, Amérique latine
8. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise)	Afrique, Chine, Moyen-Orient et Afrique du Nord, Asie du Sud-Est
9. Pays développés ² , Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Asie du Sud-Est	Afrique, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Moyen-Orient et Afrique du Nord, Amérique latine
10. Pays développés ² , Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud-Est, Amérique latine
11. Pays développés ² , Asie du Sud (Inde comprise), Chine	Afrique, Amérique latine, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord, Europe orientale hors UE (Russie comprise)
Partie B. Coalitions potentiellement efficaces en 2100	
Doivent obligatoirement participer	Ne sont pas tenus de participer
	<i>Combinaison quelconque des régions suivantes :</i>
1. Pays développés ² , Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Amérique latine
2. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Asie du Sud-Est	Afrique, Moyen-Orient et Afrique du Nord
3. Pays développés ² , Amérique latine, Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud-Est

Note : Chaque ligne correspond à un type de coalition potentiellement efficace. Par exemple, la première ligne de la Partie A indique qu'un type de coalition englobe au minimum toutes les régions de la colonne de gauche, ainsi que certaines (ou aucune) des régions de la colonne de droite.

1. Pour connaître la composition détaillée de chaque région, voir : <http://www.feem-web.it/witch/model.html>.

2. Les pays développés comprennent l'Australie, le Canada, la Nouvelle-Zélande, le Japon, la Corée, les États-Unis, les pays d'Europe occidentale membres de l'UE et les pays d'Europe orientale membres de l'UE.

Source : Simulations du modèle WITCH.

Notre analyse montre que l'objectif mondial d'une concentration de GES de 550 ppm éq. CO₂ ne sera techniquement réalisable que si la quasi-totalité des gros émetteurs parviennent à réduire leurs émissions pendant la première moitié du siècle. Ceci vaut en particulier pour tous les pays développés et soit la Chine, soit l'Inde, à l'horizon 2050, à moins que *toutes* les autres régions en développement (à l'exception de l'Afrique) ne réduisent leurs émissions en deçà des niveaux correspondant au scénario du *statu quo* (tableau 6.1, partie A)². De surcroît, il faudrait aussi que la plupart des régions en développement se mobilisent au cours de la seconde moitié du siècle, à l'exception possible de l'Afrique (tableau 6.1, partie B).

Tableau 6.2. Pour atteindre un objectif de concentration de GES de 550 ppm éq. CO₂ à l'horizon 2050 ou 2100, les coalitions économiquement concevables devront englober la plupart des gros émetteurs¹

Partie A. Coalitions économiquement concevables en 2050	
Doivent obligatoirement participer	Ne sont pas tenus de participer
	<i>Combinaison quelconque des régions suivantes :</i>
1. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Chine	Afrique, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord
2. Pays développés ² , Amérique latine, Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Asie du Sud-Est, Europe orientale hors UE (Russie comprise)
3. Pays développés ² , Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Amérique latine
4. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Chine
5. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Chine, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique, Asie du Sud (Inde comprise)
Partie B. Coalitions économiquement concevables en 2100	
Doivent obligatoirement participer	Ne sont pas tenus de participer
	<i>Combinaison quelconque des régions suivantes :</i>
1. Pays développés ² , Amérique latine, Europe orientale hors UE (Russie comprise), Asie du Sud (Inde comprise), Chine, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient et Afrique du Nord	Afrique

Note : Chaque ligne correspond à un type de coalition économiquement concevable. Par exemple, la première ligne de la partie A indique qu'un type de coalition englobe au minimum toutes les régions de la colonne de gauche, ainsi que certaines (ou aucune) des régions de la colonne de droite.

1. Pour connaître la composition détaillée de chaque région, voir : <http://www.feem-web.it/witch/model.html>.

2. Les pays développés comprennent l'Australie, le Canada, la Nouvelle-Zélande, le Japon, la Corée, les États-Unis, les pays d'Europe occidentale membres de l'UE et les pays d'Europe orientale membres de l'UE.

Source : Simulations du modèle WITCH.

Toutefois, étant donné que l'existence d'une coalition potentiellement efficace n'est qu'une condition pour atteindre l'objectif visé, et que des objectifs plus ambitieux (par exemple, 450 ppm éq. CO₂) nécessiteraient des réductions au niveau mondial plus importantes que celles qui sont retenues ici comme hypothèse, en pratique, la plupart des régions du monde – et de toute façon tous les gros

émetteurs – devront réduire leurs émissions en deçà des niveaux correspondant au *statu quo* au cours des prochaines décennies si l'on veut pouvoir atteindre des objectifs ambitieux d'atténuation du changement climatique. Cela est confirmé par l'analyse des coalitions économiquement concevables, c'est-à-dire celles qui permettraient effectivement, selon le modèle WITCH, d'atteindre l'objectif de 550 ppm éq. CO₂ en appliquant (à l'échelle de la coalition) un unique prix du carbone réaliste, sans que les coûts de l'atténuation deviennent excessifs³. Même si les coûts de l'atténuation sont en général bas dans cette version du modèle en raison de l'hypothèse selon laquelle de nouvelles technologies apparaîtront progressivement au cours des décennies à venir (encadré 5.1 et Bosetti *et al.* 2009a), les coalitions économiquement concevables devront aussi englober toutes les grandes régions émettrices, à l'exception soit de la Chine, soit de l'Inde (mais pas des deux) à l'horizon 2050, ainsi que toutes les régions du monde à l'exception de l'Afrique à l'horizon 2100, comme indiqué au tableau 6.2.

6.1.2. *Quels sont les facteurs pouvant inciter les pays à participer à une coalition ?*

Une coalition devra non seulement être potentiellement efficace et économiquement concevable, mais aussi tirer profit de la réalisation de l'objectif. En outre, chaque membre devra être suffisamment incité à participer à la coalition. Les incitations dépendront en fin de compte d'un large éventail de facteurs économiques et politiques qui ne peuvent pas tous être pris en compte dans un modèle économique simple. Il est néanmoins possible de dégager un certain nombre de constatations utiles d'un examen des incitations économiques qui, dans le cadre du modèle WITCH, englobent les dommages évités ainsi que les coûts de réduction supportés à l'intérieur comme à l'extérieur d'une coalition.

Facteurs incitant les différents pays à participer

Trois grands facteurs peuvent inciter les différents pays à participer à une coalition :

- i) *Les impacts attendus du changement climatique.* En règle générale, les travaux publiés montrent que les pays en développement seront vraisemblablement plus affectés par le changement climatique (en termes de PIB) que les pays développés (graphique 6.1, partie A), encore que d'importantes variations se feront sans doute sentir dans chaque pays au niveau local ou infrarégional⁴. Parmi les pays en développement, ceux du continent africain semblent plus exposés aux effets du changement climatique que ceux de l'Asie du Sud (Inde comprise) lesquels seront plus touchés que la Chine. Parmi les pays développés, ceux d'Europe occidentale subiraient davantage de dommages que les États-Unis dans l'ensemble, lesquels seraient plus vulnérables que les pays de l'OCDE de la région Asie-Pacifique et le Canada. Enfin, l'Europe orientale hors UE (Russie comprise) serait la moins affectée par le changement climatique, et pourrait même en bénéficier, advenant des hausses de températures modérées au cours des prochaines décennies. Toutefois, ces estimations ne reflètent pas les toutes dernières données scientifiques disponibles, et pourraient donc sous-estimer les impacts marchands du changement climatique (Hanemann, 2009) et surtout ses impacts non marchands (par exemple sur l'environnement et, dans une moindre mesure, la santé) ainsi que le risque d'événements catastrophiques, sans doute un des principaux facteurs de dommages (GIEC, 2007 ; Stern, 2007). La présente analyse tient donc compte non seulement de l'hypothèse de base concernant les dommages (scénario bas), mais aussi d'un scénario haut correspondant à des dommages importants, qui prend en compte de façon approximative les impacts non marchands et les événements catastrophiques en doublant les impacts climatiques par rapport au scénario bas. Les estimations de dommages atteignent ainsi des niveaux qui se rapprochent de ceux avancés par Stern (2007), tout en restant inférieurs (graphique 6.1, partie B).
- ii) *L'influence des impacts futurs sur les décisions actuelles des pouvoirs publics.* Étant donné que la plupart des effets du changement climatique devraient se faire sentir dans l'avenir, la façon

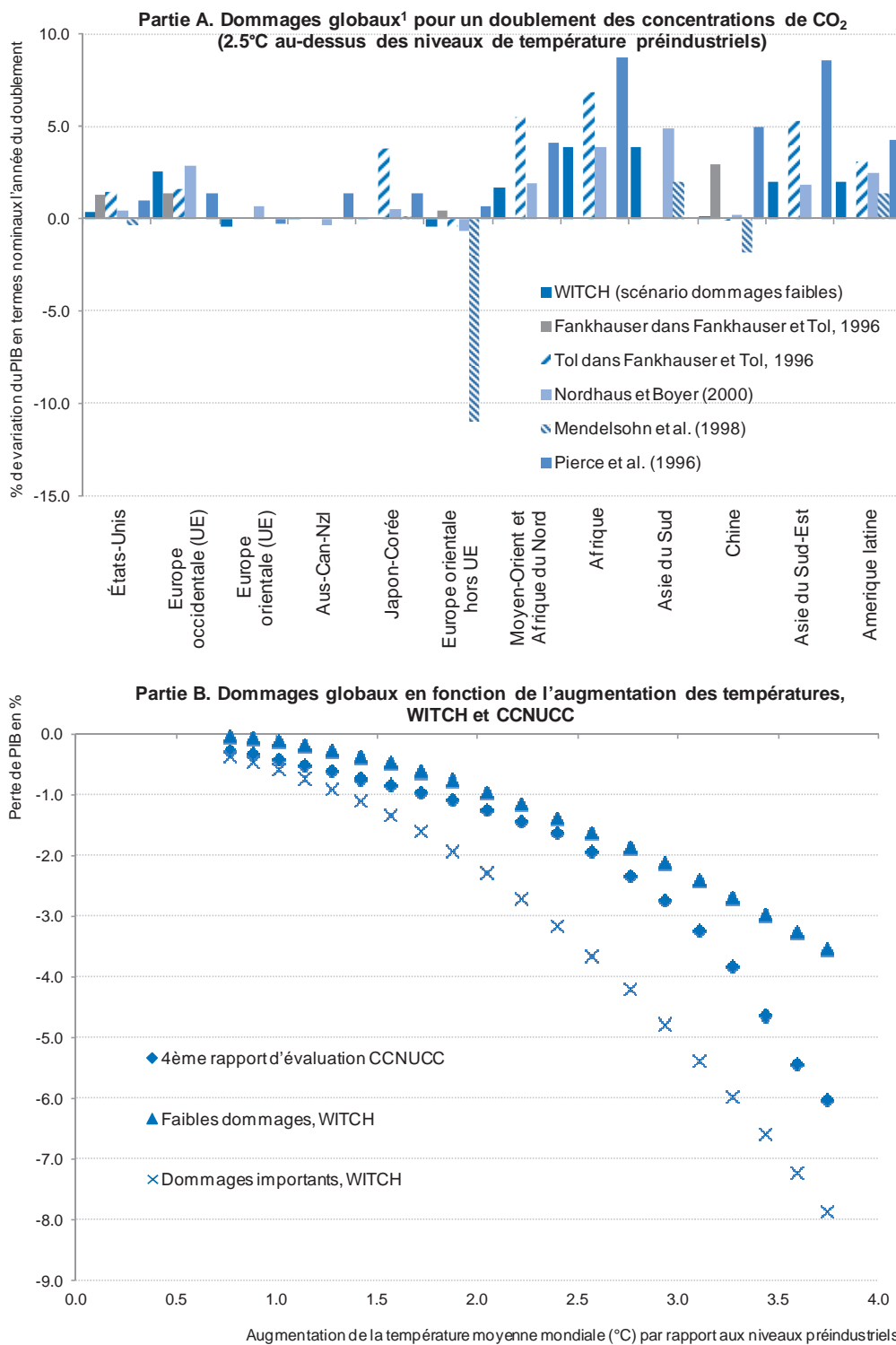
dont les pouvoirs publics évaluent actuellement ces effets détermine dans une large mesure leurs incitations à agir⁵. À cet égard, deux taux d'actualisation annuels sont utilisés pour évaluer le bien-être des générations futures, à savoir 0.1 % (scénario bas) et 3 % (scénario haut), conformément aux méthodes de Stern (2007) et de Nordhaus et Boyer (2000) respectivement (voir aussi Bosetti *et al.* 2009b).

- iii) *Les coûts des mesures d'atténuation.* En général, plus l'intensité globale en carbone de la production d'un pays ou d'une région est élevée, plus les coûts de réduction des émissions dans le contexte d'une taxe carbone mondiale (ou d'un système mondial d'échange de droits d'émission dans lequel les droits feraient l'objet d'une vente aux enchères en bonne et due forme) seront lourds pour l'économie et moins le pays ou la région seront incités à participer à une coalition climatique, toutes choses égales par ailleurs. Une synthèse des coûts d'atténuation au niveau régional selon divers scénarios de taxe carbone mondiale, dans le cadre du modèle WITCH, indique que les régions en développement (Chine, Asie du Sud-Est, Afrique et, dans une moindre mesure, Asie du Sud, Inde comprise, et Amérique latine) supporteraient des coûts plus importants que les pays développés en l'absence de transferts financiers explicites ou implicites (graphique 6.2 ; voir aussi le chapitre 5)⁶. Les coûts résultant d'un effort d'atténuation de grande envergure seront surtout importants pour les économies à forte intensité de carbone et qui produisent des combustibles fossiles (Europe orientale hors UE, Russie comprise, Moyen-Orient et Afrique du Nord).

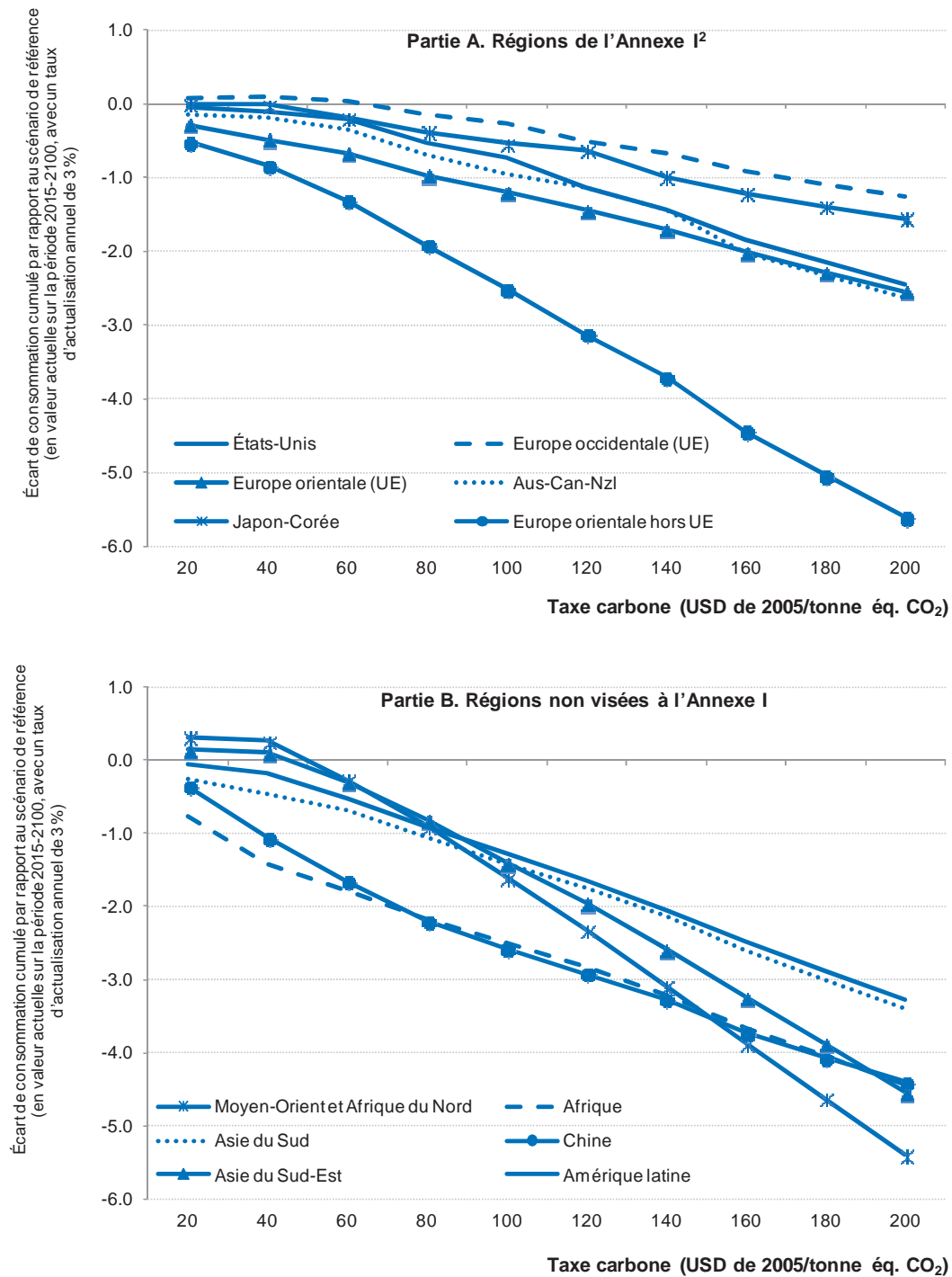
Constitution d'une large coalition climatique internationale

L'analyse par modèle, en intégrant les incitations créées par les dommages, l'actualisation et les coûts de réduction des émissions, confirme qu'un effort d'atténuation ambitieux serait économiquement rationnel dans le scénario dommages importants/actualisation faible, ce qui va dans le sens de Stern (2007). Une « grande coalition », fondée sur la pleine coopération et la maximisation du bien-être et regroupant toutes les régions, réduirait les émissions mondiales de plus de 25 % d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 2005, et maintiendrait la concentration globale de GES en-dessous de 550 ppm éq. CO₂ à l'horizon 2100 (graphique 6.3). De plus, d'autres facteurs qui ont été omis dans l'analyse pourraient amener le monde à procéder à des réductions plus importantes, comme les dommages prévus au-delà de 2100, les avantages connexes de l'effort d'atténuation et peut-être le risque d'événements catastrophiques. Alors que ces derniers ont été pris en compte dans une certaine mesure dans la présente analyse, une approche prudente pourrait justifier d'engager d'emblée un effort d'atténuation encore plus important (Weitzman, 2007a ; 2007b).

Les coalitions potentiellement efficaces plus restreintes qui n'internalisent pas pleinement l'externalité climatique n'auront peut-être pas d'incitations suffisantes pour atteindre cet objectif. De plus, même la grande coalition pourrait ne pas être incitée à atteindre l'objectif si le taux d'actualisation appliqué au bien-être des générations futures est élevé ou si les impacts et les risques climatiques non marchands ne sont pas pleinement pris en compte (scénario de faibles dommages) (graphique 6.4).

Graphique 6.1. Diverses estimations régionales et globales des dommages causés par le changement climatique

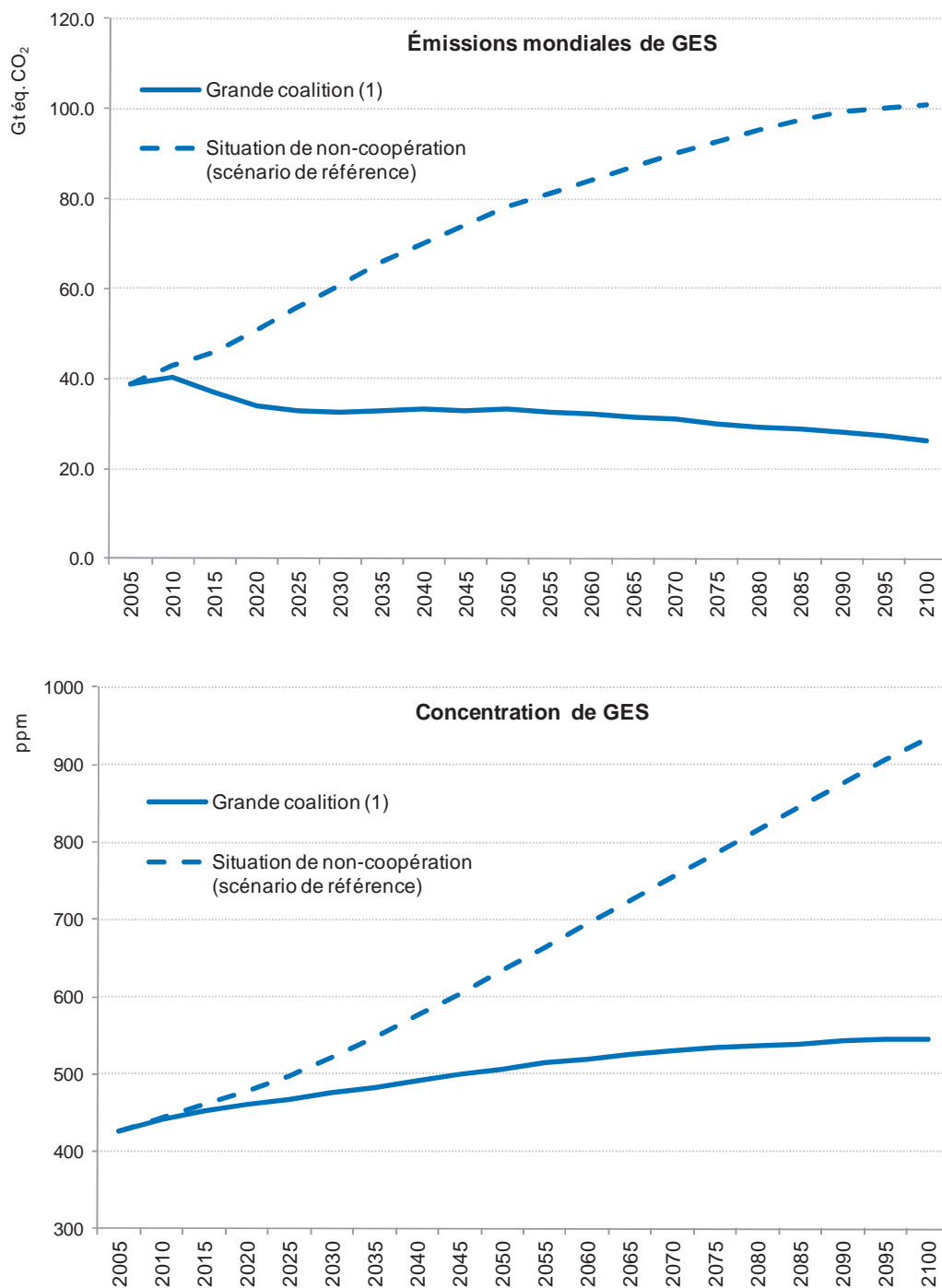
Graphique 6.2. Estimations des coûts régionaux de réduction dans le cadre de différents scénarios de taxe carbone mondiale, selon le modèle WITCH¹



1. Dans chaque scénario, on suppose que la taxe carbone demeure constante dans le temps en valeur actuelle, compte tenu d'un taux d'actualisation annuel de 3%.
2. La Corée est groupée avec le Japon dans le modèle WITCH, mais n'est pas un pays de l'Annexe I.

Source : Simulations du modèle WITCH.

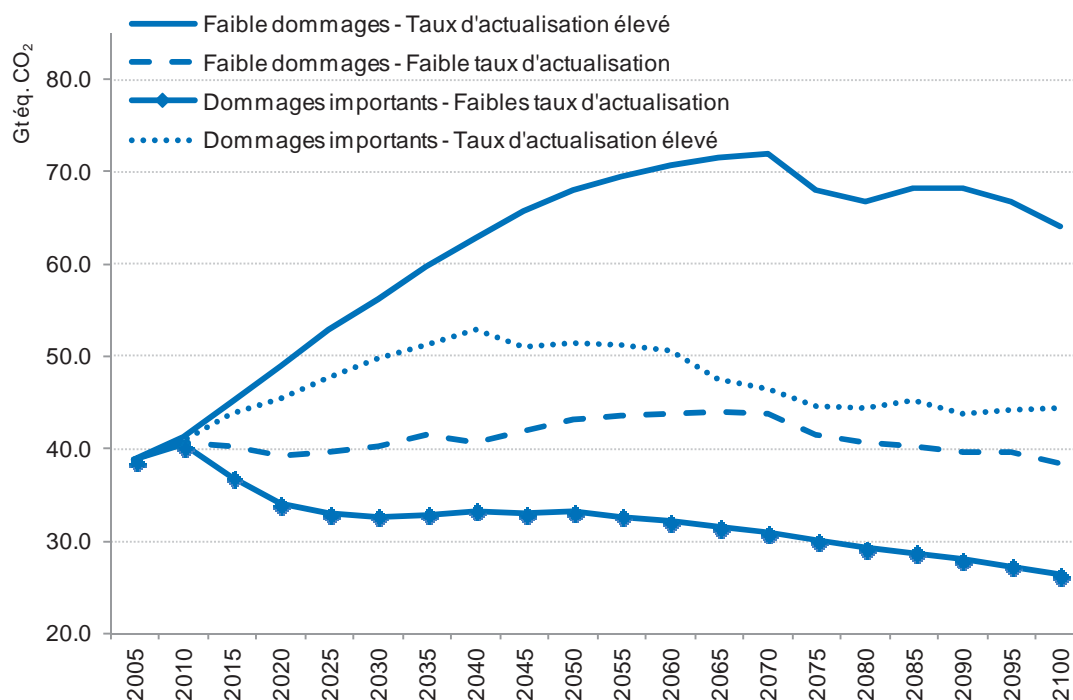
Graphique 6.3. L'action mondiale aboutira à des profils d'évolution optimale des émissions et concentrations de GES beaucoup plus bas, dans l'hypothèse de dommages importants et de faibles taux d'actualisation



1. La grande coalition est une coalition associant toutes les régions du monde à l'effort d'atténuation.

Source : Simulations du modèle WITCH.

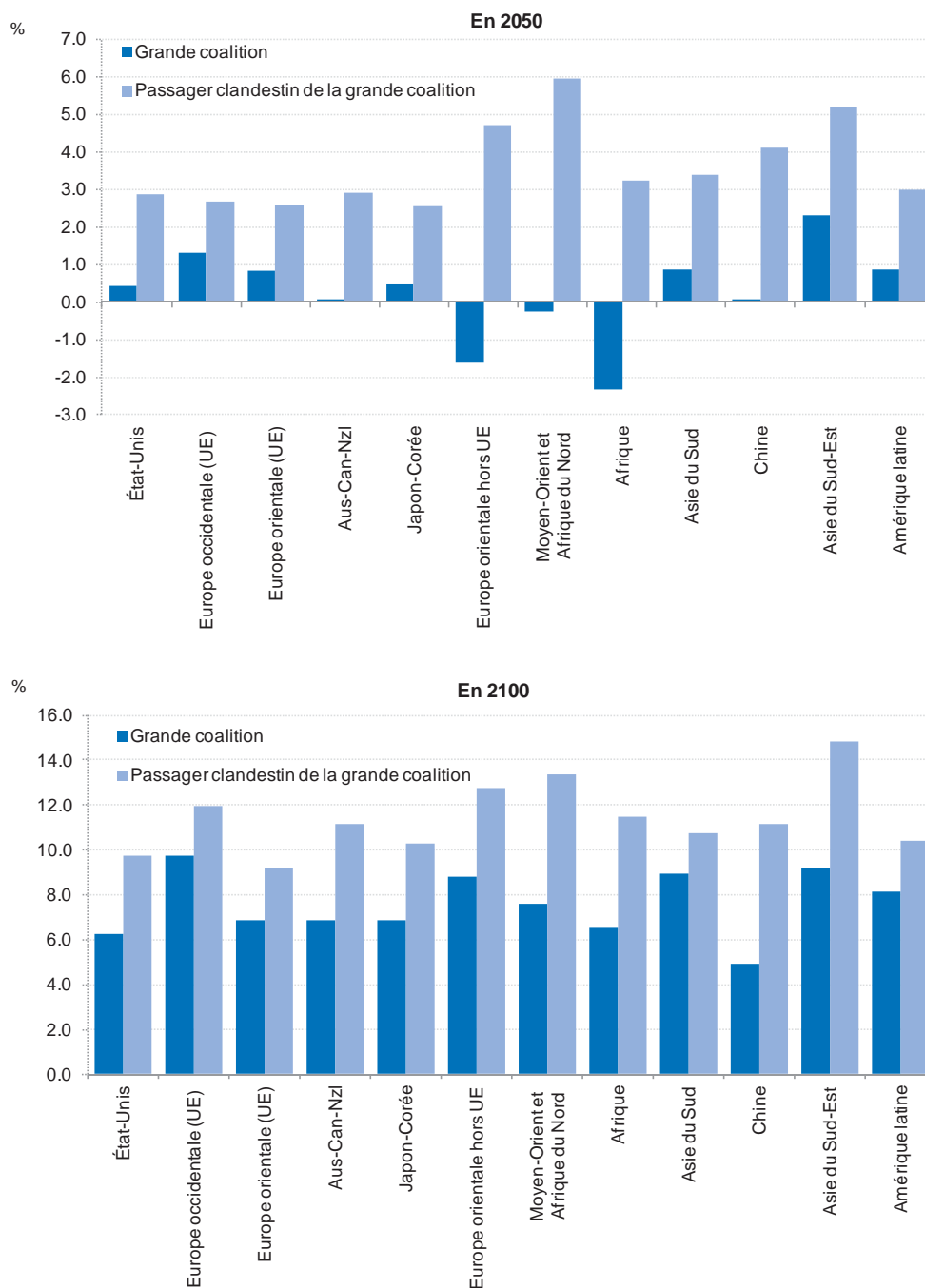
Graphique 6.4. Différentes hypothèses concernant les dommages et l'actualisation influenceront sur le profil d'évolution optimale des émissions de GES dans un cadre de coopération internationale



Source : Simulations du modèle WITCH.

L'analyse montre aussi qu'il sera difficile de rallier toutes les grandes régions émettrices. Alors qu'une action ambitieuse sera profitable à l'ensemble des pays concernés, la grande coalition ne sera pas stable en l'absence de transferts financiers. Par rapport au scénario du *statu quo* (situation de non-coopération), la plupart des régions du monde auraient intérêt à faire partie de la grande coalition à l'horizon 2050 dans le scénario de dommages importants, et ce serait le cas de toutes les régions à l'horizon 2100 (graphique 6.5). Cependant, toutes les régions auraient *moins* intérêt à participer à la coalition qu'à demeurer en dehors et à profiter des efforts de réduction des autres, en supposant que le reste de la coalition poursuivra l'action sans elles. Les régions dont la courbe des coûts marginaux de réduction et/ou la courbe des dommages marginaux sont plus plates sont plus incitées à se comporter en passagers clandestins car il leur faudrait contribuer davantage aux efforts de réduction de la coalition et/ou elles en retireraient moins de bénéfices. Cela explique pourquoi les pays d'Europe orientale non membres de l'UE (Russie comprise), ceux du Moyen-Orient et la Chine auraient davantage intérêt à demeurer hors d'une coalition que les pays d'Europe occidentale ou, dans une moindre mesure, les États-Unis, le Japon et l'Asie du Sud-Est⁷. La Russie est désavantagée par les mesures d'atténuation, à la fois en tant qu'économie à forte intensité de carbone et en tant que producteur d'énergies fossiles, tout en bénéficiant sensiblement moins que la plupart des autres pays de la prévention des incidences du changement climatique car elle est moins touchée par ce phénomène.

Graphique 6.5. La plupart des régions ont davantage intérêt à adopter un comportement de passager clandestin qu'à participer à une coalition mondiale (pas de transferts financiers internationaux, scénario dommages importants/faible taux d'actualisation)¹



1. WITCH étant un modèle d'évaluation intégrée, les dommages imputables au changement climatique affectent explicitement le PIB et la consommation. En outre, le « scénario de dommages importants » considéré ici tient compte non seulement des effets sur le marché, mais aussi des impacts non marchands du changement climatique. C'est pourquoi tous les pays gagneraient apparemment à la constitution d'une grande coalition contre le changement climatique d'ici à 2100, par rapport à un scénario du *statu quo*.

Source : Simulations du modèle WITCH.

Des transferts financiers entre les régions qui sont les plus avantagées par la coopération et celles qui le sont moins ou qui pourraient même en être pénalisées permettraient d'élargir le soutien international en faveur des mesures d'atténuation (voir, par exemple Carraro *et al.* 2006 ; Chander et Tulkens, 2007 ; Finus *et al.* 2006 ; Nagashima *et al.* 2009). Un accord international stable pourrait à terme prendre forme si l'on pouvait trouver une série de transferts qui feraient en sorte que tous les pays signataires auraient davantage intérêt à participer à la coalition qu'à s'en abstenir. Toutefois, même dans l'hypothèse favorable dommages importants/faible taux d'actualisation, on n'a trouvé ici aucune série de transferts de ce type pour la grande coalition ni même pour une coalition potentiellement efficace plus restreinte (pour plus de précisions, voir Bosetti *et al.* 2009b) car les avantages tirés de la coopération sont insuffisants pour compenser toutes les incitations à se comporter en passager clandestin. Par conséquent, il sera probablement très difficile de mettre en place un cadre international auto-contraignant englobant tous les principaux émetteurs. Cette conclusion concorde avec les études mentionnées plus haut qui, dans un cadre analogue intégrant la théorie des jeux, aboutissent généralement à la conclusion que les coalitions climatiques internationales sont instables ou, lorsqu'elles sont stables, ne permettent de réaliser que des réductions d'émissions limitées car elles ne sont pas potentiellement efficaces et/ou n'ont pas d'incitations suffisantes à entreprendre d'importants efforts de réduction lorsque tous les pays ne participent pas.

Il ressort cependant d'une analyse plus approfondie effectuée à l'aide de ce modèle que si les pays développés étaient prêts collectivement à absorber une perte de consommation permanente résultant d'un effort mondial d'atténuation, les perspectives de constitution d'une coalition internationale large et stable s'amélioreraient considérablement. Par exemple, une réduction permanente (de la valeur actualisée) des niveaux de consommation des économies avancées de 3 % (par rapport au scénario du *statu quo*) pourrait être suffisante pour obtenir une grande coalition stable dans le scénario dommages importants/faible taux d'actualisation. En d'autres termes, toutes les autres régions recevraient un soutien financier suffisant pour empêcher les comportements de passager clandestin, ce qui les amènerait à adhérer à un accord. Toutefois, pour être efficaces par rapport aux coûts, ces importants transferts financiers devraient principalement être opérés par le biais de mécanismes de marché, essentiellement via les crédits générés entre pays pour remplir leurs engagements contraignants de réduction des émissions.

Limites de l'analyse

Tous ces résultats doivent être interprétés avec prudence, car l'analyse comporte un certain nombre de limites :

- Même si une analyse de sensibilité a été effectuée pour évaluer la robustesse des principaux résultats, il importe de reconnaître que l'analyse par modèle repose sur des hypothèses fortes (voir Bosetti *et al.* 2009b). En particulier, l'évolution future des émissions⁸, les impacts marchands et non marchands du changement climatique, la probabilité et les conséquences des risques de catastrophes, ainsi que la répartition de ces dommages et de ces risques entre les pays sont soumis à de grandes incertitudes. En outre, d'autres processus de négociation que ceux retenus ici pourraient s'engager, ce qui donnerait des résultats différents (voir Bosetti *et al.* 2009b). Par exemple, un gros pays émetteur pourrait être davantage incité à participer à une coalition que dans la présente analyse s'il pense qu'en s'en retirant, il empêchera la formation de quelque coalition que ce soit.
- Le cadre sous-jacent ne prend en compte que la participation immédiate, irréversible et spontanée à une coalition internationale en faveur de l'atténuation, ce qui exclut d'autres options de négociation possibles : report de participation, renégociation, sanctions ou négociations jumelées dans plusieurs domaines (par exemple, climat et commerce international).

- La suppression des subventions aux combustibles fossiles, l'une des rares mesures potentiellement à même de produire des avantages sur les plans climatique et économique (voir la section 4.1 du chapitre 4), est aussi écartée de l'analyse. Or, comme cette mesure pourrait se traduire par un gain économique et une baisse de l'intensité de carbone dans plusieurs pays (principalement en développement), il pourrait en résulter une incitation accrue à participer à un effort international d'atténuation.
- Les avantages connexes des mesures d'atténuation, par exemple pour la santé humaine, la sécurité énergétique ou la biodiversité, ne sont pas pris en compte. L'analyse laisse toutefois à penser que ces avantages sont importants, encore que les incitations à participer qu'ils induisent soient amoindries par le fait qu'une action directe des pouvoirs publics permettrait aussi d'en obtenir certains. Quoi qu'il en soit, ces avantages connexes pourraient bien être suffisants pour compenser les pertes que les économies avancées seraient peut-être disposées à supporter à terme afin de mettre en place une large et stable coalition de pays participants. Cette question sera étudiée plus en détail dans la section suivante.

6.2. Renforcer les incitations à participer associées aux avantages connexes des politiques d'atténuation

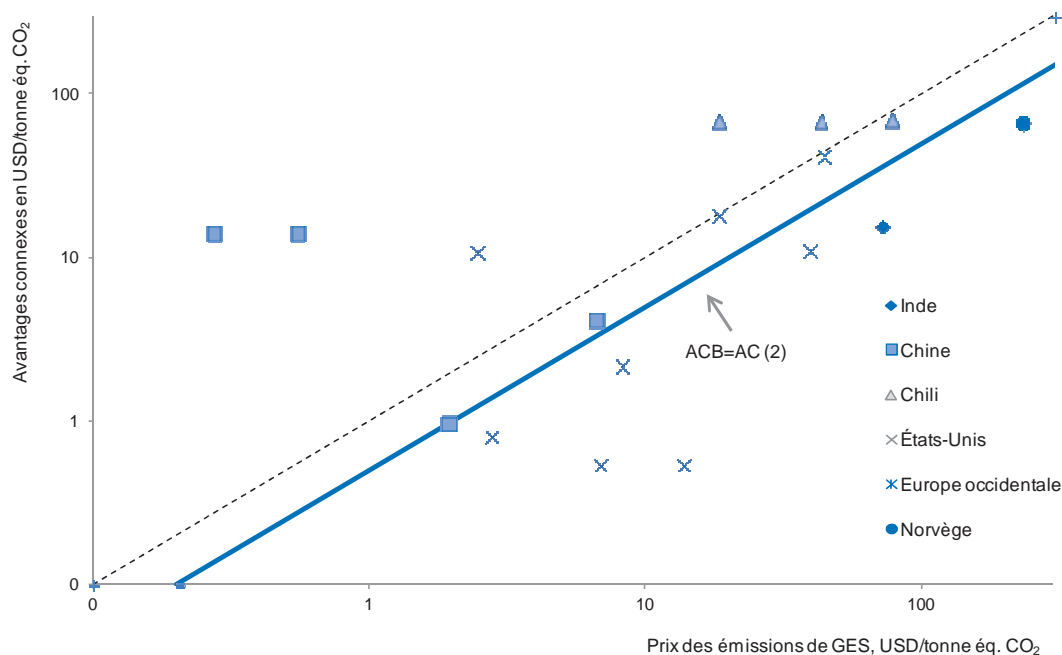
Il existe un large éventail d'effets connexes divers pouvant résulter des politiques d'atténuation du changement climatique, qui abaisseraient le coût net des réductions d'émissions et renforceraient les incitations des pays à devenir partie à un accord mondial. Deux effets connexes importants sont examinés ci-après : *i*) la réduction de la pollution atmosphérique locale, qui agit entre autres sur la santé humaine et le rendement des cultures ; et *ii*) les conséquences pour la sécurité énergétique. Les politiques d'atténuation des émissions de GES ont d'autres effets connexes, notamment sur les écosystèmes et la biodiversité, mais ceux-ci ne sont pas examinés ici.

Les avantages connexes des politiques d'atténuation liés à la pollution atmosphérique locale

Les incitations à participer à l'action climatique qui découlent des avantages connexes liés à la pollution atmosphérique locale dépendent : *i*) de l'ampleur de ces avantages et *ii*) du coût relatif d'obtention du même niveau de réduction de la pollution atmosphérique locale par des mesures directes. Dans l'idéal, étant donné que la lutte contre la pollution atmosphérique locale procure également des avantages connexes en termes d'émissions de GES, il serait judicieux que les politiques de lutte contre les émissions de GES et contre la pollution atmosphérique locale soient optimisées et menées conjointement (voir Bollen *et al.*, 2008, 2009). Or, la plupart des études antérieures ont été axées sur les effets connexes des mesures d'atténuation des émissions de GES sur la pollution atmosphérique locale. Leur principale conclusion est que ces mesures d'atténuation pourraient se traduire à court terme par des avantages importants en termes de réduction des risques pour la santé humaine, et que ces avantages pourraient couvrir une part significative des coûts d'atténuation des émissions de GES (graphique 6.6 ; OCDE 2000 ; 2001). Toutefois, on ne sait pour le moment pas grand-chose sur le pouvoir d'incitation de ces avantages connexes. Dans la présente analyse, une extension du modèle d'évaluation des effets régionaux et mondiaux des politiques de réduction des émissions de GES (MERGE, *Model for Evaluating the Regional and Global Effects of GHG Reduction Policies*) a été utilisée pour examiner les avantages connexes des politiques d'atténuation du changement climatique. Cet examen ne tient compte que de la pollution atmosphérique locale à l'extérieur des bâtiments et de ses répercussions sanitaires (Bollen *et al.* 2008, 2009). L'analyse couvre les principaux polluants ayant une incidence sur la santé⁹, à l'exception notable de l'ozone troposphérique¹⁰. Ce modèle a été utilisé pour simuler les coûts et les avantages des politiques relatives aux GES et à la pollution atmosphérique locale dans un cadre d'équilibre général dynamique couvrant plusieurs régions et plusieurs secteurs.

Graphique 6.6. Aperçu des avantages connexes d'une réduction des émissions de GES pour différents niveaux de prix des émissions de GES, 2010

(USD/tonne d'éq. CO₂¹)



1. Pour chaque pays, les observations représentent des estimations tirées de diverses études et/ou établies pour divers prix du carbone. L'année de référence pour les estimations est 1996 ou l'année la plus récente disponible.
2. La ligne $ACB=AC$ correspond à une situation dans laquelle l'avantage connexe moyen est égal au coût moyen de la réduction des émissions. On suppose que les coûts de réduction sont une fonction carrée des réductions d'émissions ; les coûts moyens peuvent ainsi être calculés comme la moitié des coûts marginaux (prix du carbone). Les points situés au-dessus de cette ligne correspondent à des situations où l'avantage connexe moyen est supérieur au coût moyen.

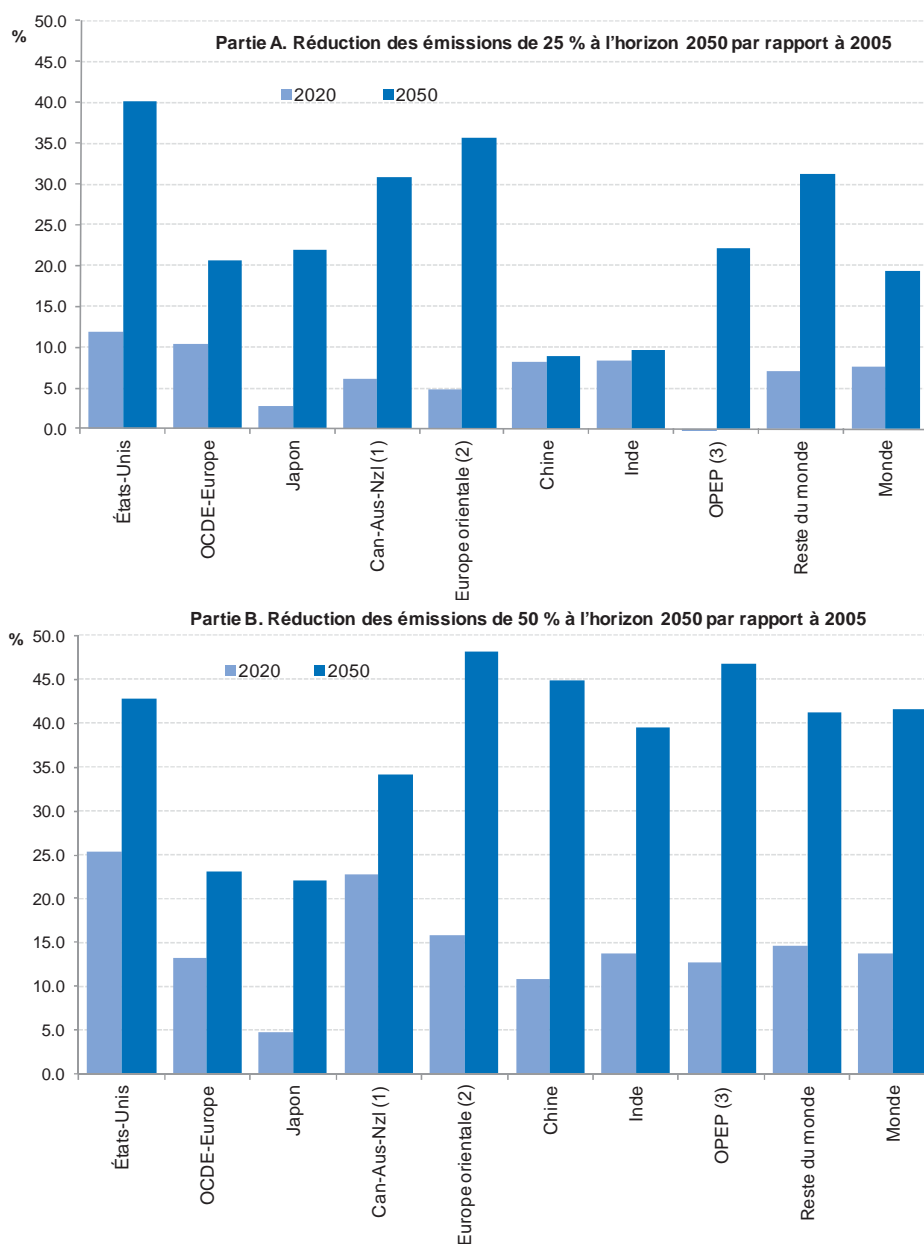
Source : OCDE 2000, 2001.

Dans l'ensemble, il apparaît qu'à l'échelle mondiale, les avantages connexes de l'atténuation du changement climatique sur le plan sanitaire sont importants et compensent une part notable des coûts d'atténuation des émissions de GES. De manière un peu surprenante, dans l'hypothèse d'un prix mondial du carbone associé à des réductions des émissions mondiales de 25 % (par rapport à 2005), le pourcentage estimé de diminution du nombre de décès prématurés découlant des politiques d'atténuation des émissions de GES est plus faible pour la Chine et l'Inde que pour les pays de l'OCDE (graphique 6.7, partie A). Cela tient en partie au fait que dans la zone OCDE, la pollution atmosphérique locale est principalement imputable aux transports, tandis qu'en dehors de cette zone, cette forme de pollution résulte en majeure partie de la combustion de charbon par les ménages. En outre, par rapport aux pays de l'OCDE, les possibilités de réduction des émissions de GES qui s'offriront aux pays en développement au cours des vingt prochaines années seront moins coûteuses dans le secteur de l'électricité que dans celui des transports, et les technologies de réduction des émissions y auront aussi moins d'impact sur la pollution atmosphérique locale. Par ailleurs, l'exposition humaine à ce type de pollution est généralement plus forte lorsque la pollution résulte de petites sources ponctuelles (circulation automobile et logements) que lorsqu'elle provient de grandes sources ponctuelles, telles que des centrales électriques. Néanmoins, pour des réductions plus drastiques des émissions ou des horizons plus lointains, les avantages connexes deviennent finalement plus importants dans de nombreuses économies non membres de l'OCDE que dans les pays de l'OCDE, à mesure que s'épuisent les possibilités de réduction moins coûteuses des émissions de CO₂ offertes aux pays non membres dans le secteur de l'électricité, et que les pays de l'OCDE

commencent à manquer d'options pour réduire la pollution atmosphérique locale par le biais de mesures d'atténuation des émissions de GES, en particulier dans le secteur des transports (graphique 6.7, partie B).

Graphique 6.7. L'impact d'une réduction de la pollution atmosphérique locale découlant des mesures d'atténuation des émissions de GES sur le % de décès prématurés évités sera très variable selon les régions¹

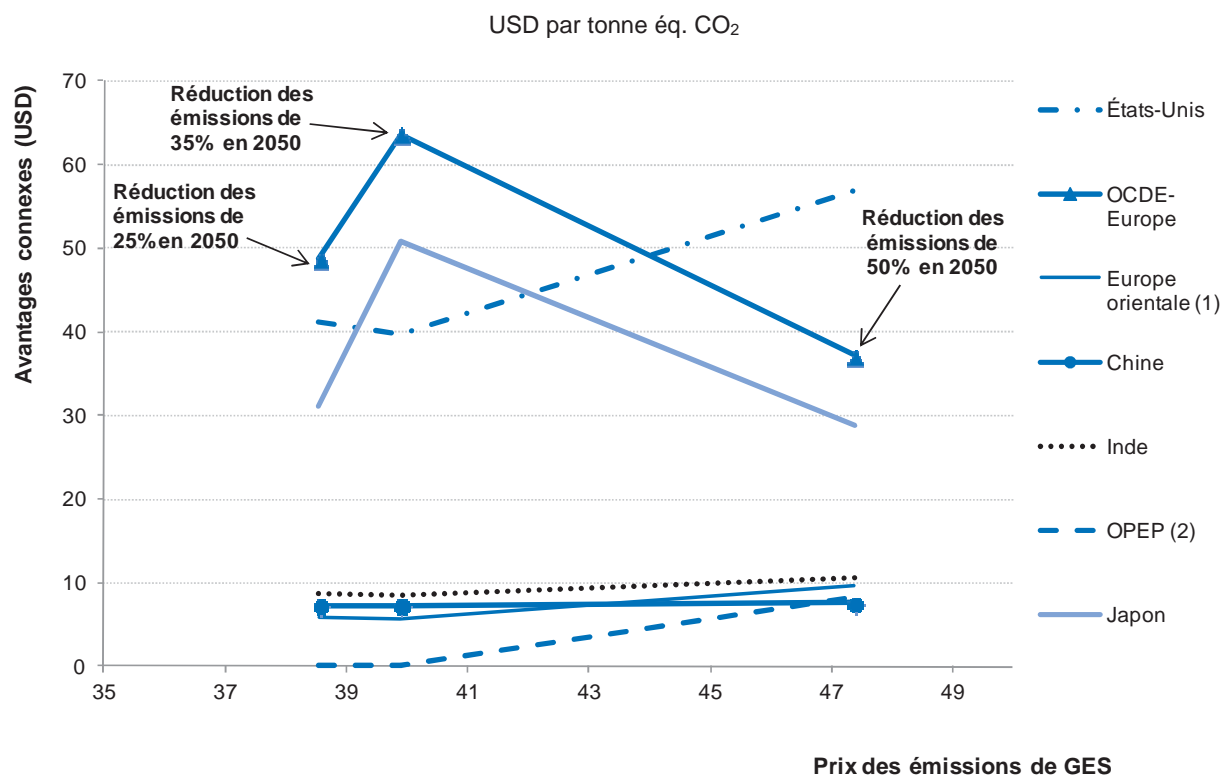
(Écarts par rapport au scénario de référence en %)



1. Le Canada, l'Australie et la Nouvelle-Zélande se trouvent dans la même zone géographique dans le modèle MERGE.
2. Russie comprise.
3. Mexique compris.

Source : Bollen *et al.* (2008).

Graphique 6.8. Avantages sanitaires connexes en 2020 par tonne d'équivalent CO₂ et pour différents niveaux de prix des émissions de GES



Note : Les avantages connexes par tonne éq. CO₂ correspondent à une moyenne, tandis que le prix du carbone reflète le coût marginal de l'atténuation, qui dépasse le coût moyen. Leurs valeurs ne sont donc pas directement comparables.

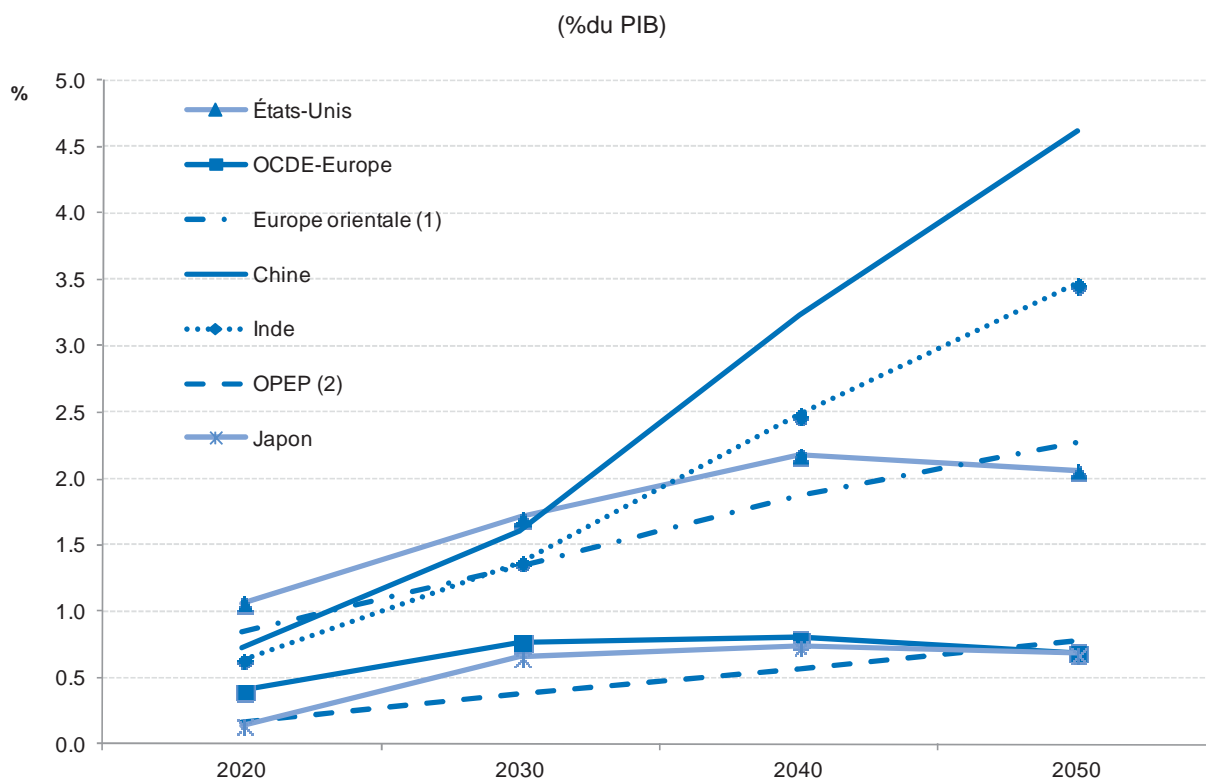
1. Russie comprise.
2. Mexique compris.

Source : Bollen *et al.* (2008).

Pour comparer les avantages connexes au coût des mesures d'atténuation, il faut convertir le nombre de décès prématurés évités en un équivalent monétaire. Cette conversion repose sur une hypothèse explicite concernant la valeur statistique de la vie (VSV). Ici, la mort prématurée résultant d'une exposition de longue durée à la pollution atmosphérique est évaluée à 1 million USD en Europe en 2000, ce qui correspond à la valeur médiane de diverses études (Holland *et al.* 2004). Pour les autres régions et années, cette valeur est ajustée en fonction de l'écart de PIB par habitant par rapport à l'Europe en 2000 (pour obtenir de plus amples informations et prendre connaissance de l'analyse de sensibilité réalisée, voir Bollen *et al.*, 2009). En conséquence, les avantages sanitaires annexes des mesures d'atténuation évalués par tonne de carbone en unités monétaires sont plus modestes dans les pays non membres de l'OCDE que dans les pays de l'OCDE, même s'ils devraient augmenter quelque peu au fil du temps parallèlement à la croissance des revenus et à l'urbanisation (graphique 6.8). Compte tenu des hypothèses retenues pour l'évaluation et du fait que le PIB par habitant devrait rester plus élevé en Chine qu'en Inde, il apparaît que les avantages connexes devraient être plus importants dans le premier pays que dans le second à l'horizon 2050. Si l'avantage sanitaire connexe moyen par tonne de carbone ne peut être directement comparé au prix du carbone, qui est le coût marginal de réduction des émissions et excède donc le coût moyen, l'analyse laisse à penser que les avantages connexes pourraient couvrir une part considérable des coûts d'atténuation. Enfin, dans un scénario de prix uniforme du carbone, les réductions

des émissions seraient plus marquées dans les pays non membres de l'OCDE, si bien que les avantages connexes exprimés en pourcentage du PIB seraient également plus importants (graphique 6.9).

Graphique 6.9. Les avantages sanitaires connexes d'une réduction des émissions de GES de 50 % à l'horizon 2050 sont considérables



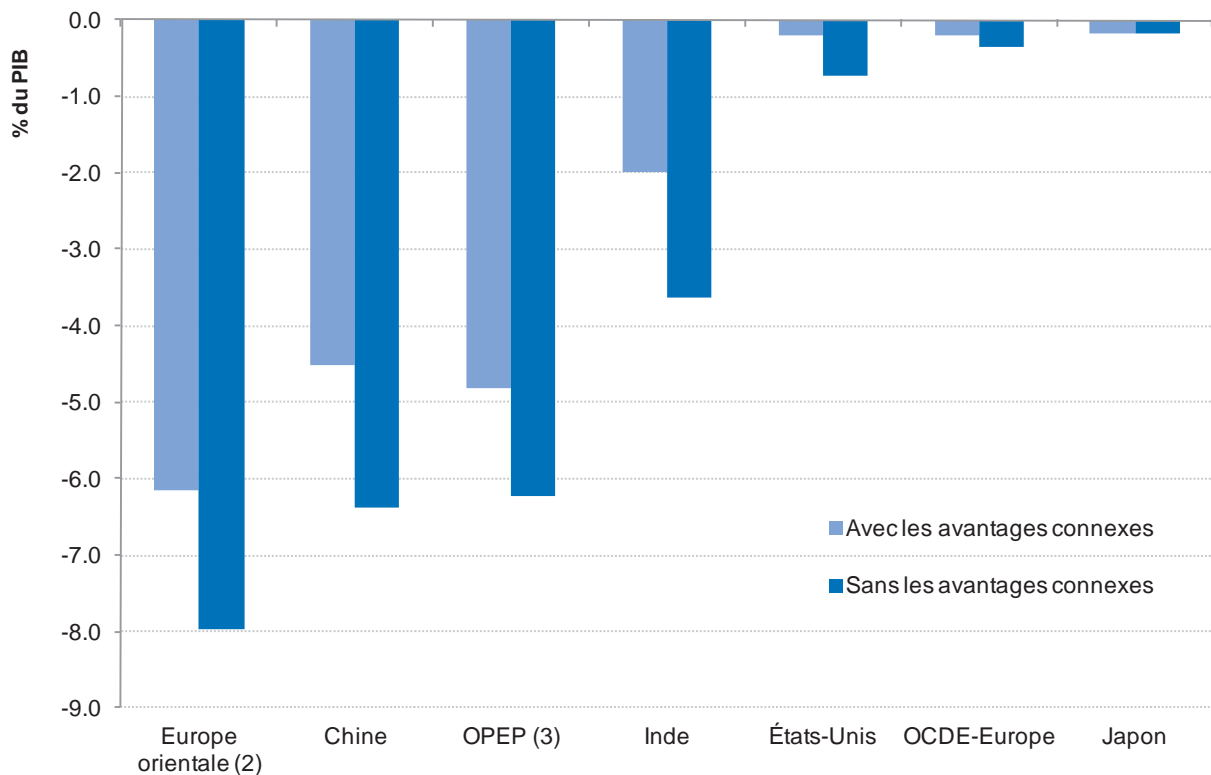
1. Russie comprise.

2. Mexique compris.

Source : Bollen *et al.* (2008).

Toutefois, même s'il apparaît que les avantages sanitaires connexes relatifs sont importants et compensent une part notable des coûts d'atténuation des émissions de GES, il est peu probable qu'ils soient à eux seuls suffisamment incitatifs pour amener un grand nombre de pays à prendre part à un accord mondial d'atténuation des émissions de GES (graphique 6.10). À un horizon plus lointain (2100, par exemple), les avantages de l'atténuation des émissions de GES devraient être importants et devancer ses coûts. Si les incitations sont plus limitées à moyen terme, c'est parce que le coût estimé de l'obtention du même niveau de réduction de la pollution atmosphérique locale par le biais de mesures directes est faible, ce qui réduit l'attrait d'une réduction indirecte de cette pollution passant par l'atténuation des émissions de GES (voir Bollen *et al.*, 2009)¹¹. Cette conclusion doit cependant être interprétée avec prudence, étant donné les diverses incertitudes qui entourent la projection de référence concernant les émissions de polluants locaux et le lien entre la concentration moyenne de polluants et le nombre de décès. En outre, comme dans le reste des travaux publiés sur la question, ces estimations ne tiennent pas compte des éventuels effets connexes de l'atténuation des émissions de GES sur la pollution atmosphérique à l'intérieur des bâtiments (fumée de cuisine) résultant de la biomasse et du charbon, qui pourraient être significatifs (dans un sens ou dans l'autre).

Graphique 6.10. Les avantages connexes n'améliorent que partiellement les incitations à participer à un accord climatique mondial en vue de réduire les émissions de GES de 50 % à l'horizon 2050¹



1. « Sans les avantages connexes » est le résultat de la politique d'atténuation des émissions de GES lorsque les avantages connexes ne sont pas pris en compte, ou la différence entre les avantages en termes de changement climatique mondial évité et le coût des mesures d'atténuation. « Avec les avantages connexes » est le résultat de la politique d'atténuation des émissions de GES lorsque les avantages connexes sont pris en compte, c'est-à-dire la différence entre les avantages en termes de changement climatique mondial et de pollution atmosphérique locale évités et le coût des mesures d'atténuation, augmenté ensuite du gain d'opportunité lié au fait de ne pas devoir atteindre le même niveau de réduction de la pollution atmosphérique locale par le biais de mesures directes.
2. Russie comprise.
3. Mexique compris.

Source : Bollen *et al.* (2008).

Répercussions des mesures d'atténuation sur la sécurité énergétique

En réduisant la dépendance des économies à l'égard des énergies fossiles, les politiques d'atténuation peuvent aussi améliorer la sécurité énergétique. Cette dernière peut être globalement définie comme un faible risque de rupture des approvisionnements énergétiques, tant en termes de disponibilité physique que de stabilité des prix (voir, par exemple Bohi et Toman, 1996 ; encadré 6.2).

Encadré 6.2 Sécurité énergétique

Étant donné que les marchés du pétrole et du charbon ont été libéralisés dans la zone OCDE et dans de nombreux pays non membres, toute pénurie physique devrait vraisemblablement être de courte durée, les prix finissant par s'ajuster. En outre, sur les marchés mondiaux relativement intégrés du pétrole et du charbon, tous les pays sont confrontés grosso modo à des prix à l'importation similaires, indépendamment de la structure géographique de leurs importations. S'agissant du gaz naturel, des pénuries physiques de plus longue durée pourraient se produire lorsque les prix nationaux sont réglementés ou ancrés au prix du pétrole dans le cadre de contrats à long terme, comme c'est le cas dans un certain nombre de pays européens. Qui plus est, le lieu géographique où se produit la rupture d'approvisionnement considérée peut avoir de l'importance pour le gaz, car l'infrastructure des gazoducs est rigide, si bien qu'une diminution des approvisionnements ne peut pas toujours être aisément compensée par une augmentation des approvisionnements provenant d'autres sources. Si les marchés du gaz fonctionnent de plus en plus comme ceux du pétrole et du charbon, à mesure que leur libéralisation se poursuit et que le gaz naturel liquéfié (GNL) gagne de l'importance, l'insécurité énergétique dépendra principalement de l'intensité énergétique globale de l'économie, ainsi que de sa dépendance globale vis-à-vis des importations et du poids relatif des différents combustibles utilisés, certains combustibles fossiles se caractérisant par une plus grande volatilité des prix que d'autres. Les pouvoirs publics recourent à divers instruments – tels que l'utilisation coordonnée de stocks pétroliers de sécurité – pour faire face aux problèmes de sécurité énergétique à court terme. Néanmoins, cela ne contribue guère à la résolution des problèmes de sécurité énergétique sur le long terme, qui découlent en particulier de l'inélasticité de l'offre et de la forte concentration des sources mondiales de combustibles fossiles aux mains d'un petit nombre de producteurs. Cette situation accroît le risque de fluctuations des prix amples et inattendues, pouvant notamment être déclenchées par des événements politiques. Ce problème se pose essentiellement pour le pétrole, dans la mesure où, à politiques inchangées, la part de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) dans la production mondiale devrait augmenter sensiblement au cours des trois prochaines décennies. Il se pose aussi pour le gaz (AIE, 2007c)¹

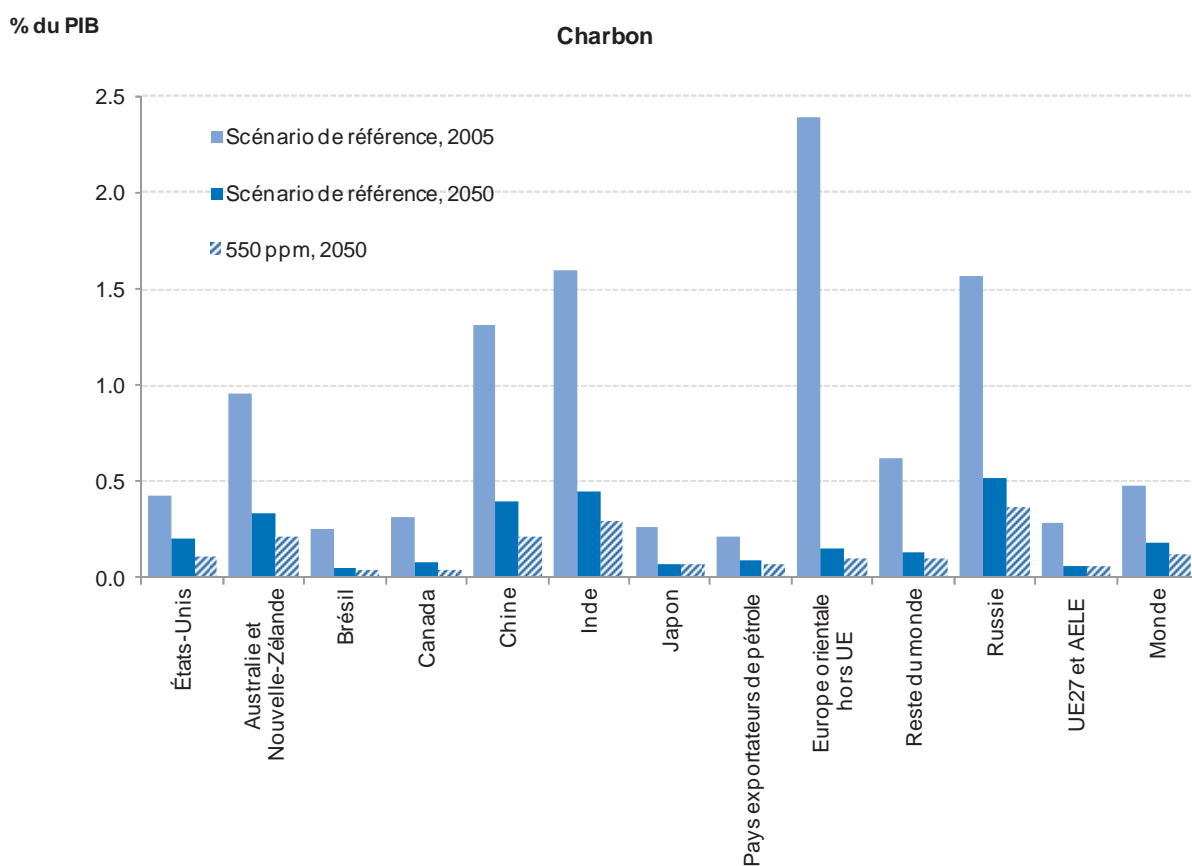
1. Il n'existe cependant à l'heure actuelle aucune structure d'entente sur les marchés mondiaux du gaz, et l'on table sur un recul de la concentration de la production qui est déjà plus faible que sur le marché du pétrole – tout au moins si l'on considère l'OPEP comme un seul producteur de pétrole. Dans le cas du charbon, le coût marginal de production n'augmente que lentement avec la production mondiale, du fait de l'ampleur des réserves planétaires. Cela se traduit par une forte élasticité de l'offre mondiale, qui devrait limiter le risque de chocs durables affectant les prix (AIE, 2007a).

On peut s'attendre à ce que l'atténuation du changement climatique améliore la sécurité énergétique à long terme de trois façons principales : *i*) en ralentissant l'épuisement des réserves de pétrole dans les pays non membres de l'OPEP, elle limiterait l'augmentation escomptée de la part de marché de l'OPEP et réduirait du même coup les risques de fluctuations amples et inattendues des cours mondiaux du pétrole (voir encadré 6.2)¹² ; *ii*) en réduisant l'intensité énergétique et l'intensité de combustibles fossiles des économies, elle atténuerait l'impact macroéconomique des éventuels chocs futurs affectant les prix ; et *iii*) en encourageant un recours accru aux énergies renouvelables et au nucléaire, ainsi que le développement d'autres sources d'énergie de manière plus générale, elle pourrait également déboucher sur une plus grande diversification des risques énergétiques. Ces gains de sécurité énergétique varieront probablement suivant les pays, en fonction de leur intensité globale de combustibles fossiles ; de la diversité de leur palette énergétique (en particulier de leur dépendance à l'égard du pétrole, au prix plus volatil) ; du degré de protection que leur offre la production locale (l'amélioration des termes de l'échange compensant alors en partie l'éventuel coût macroéconomique de variations brutales des prix) ; ou de leur résilience aux chocs macroéconomiques. Toutefois, étant donné que la fixation d'un prix du carbone incite les entreprises à se détourner du charbon au profit du pétrole et du gaz, le premier ayant une plus forte teneur en carbone que les seconds, les gains en matière de sécurité énergétique réalisés par

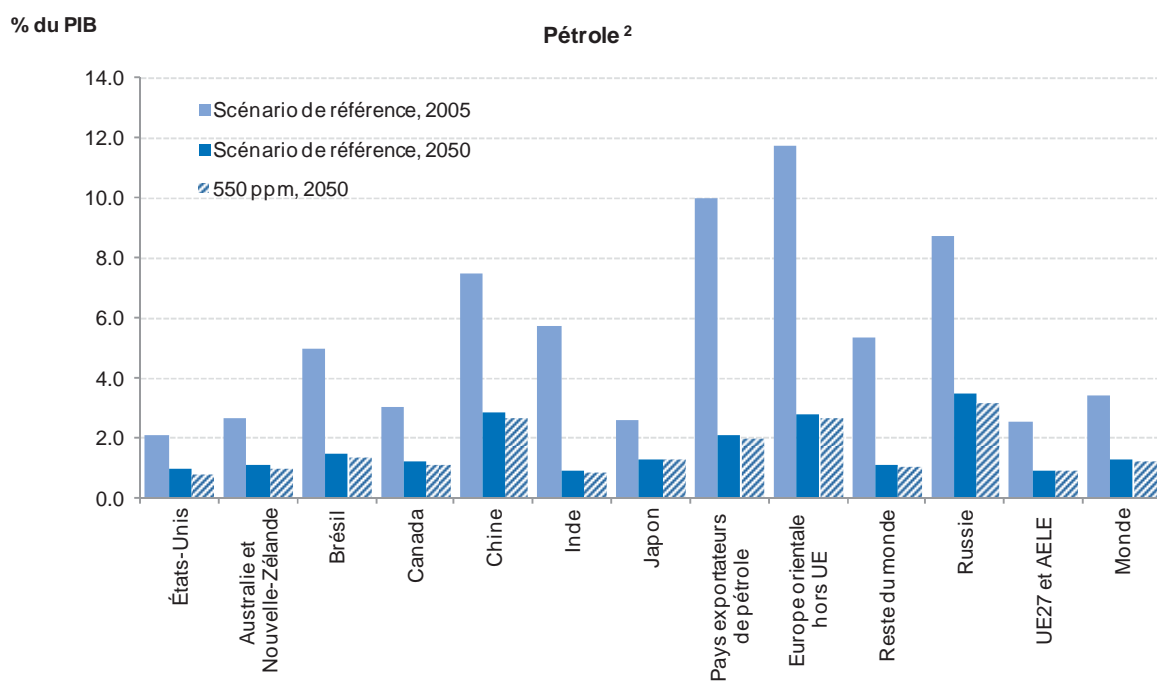
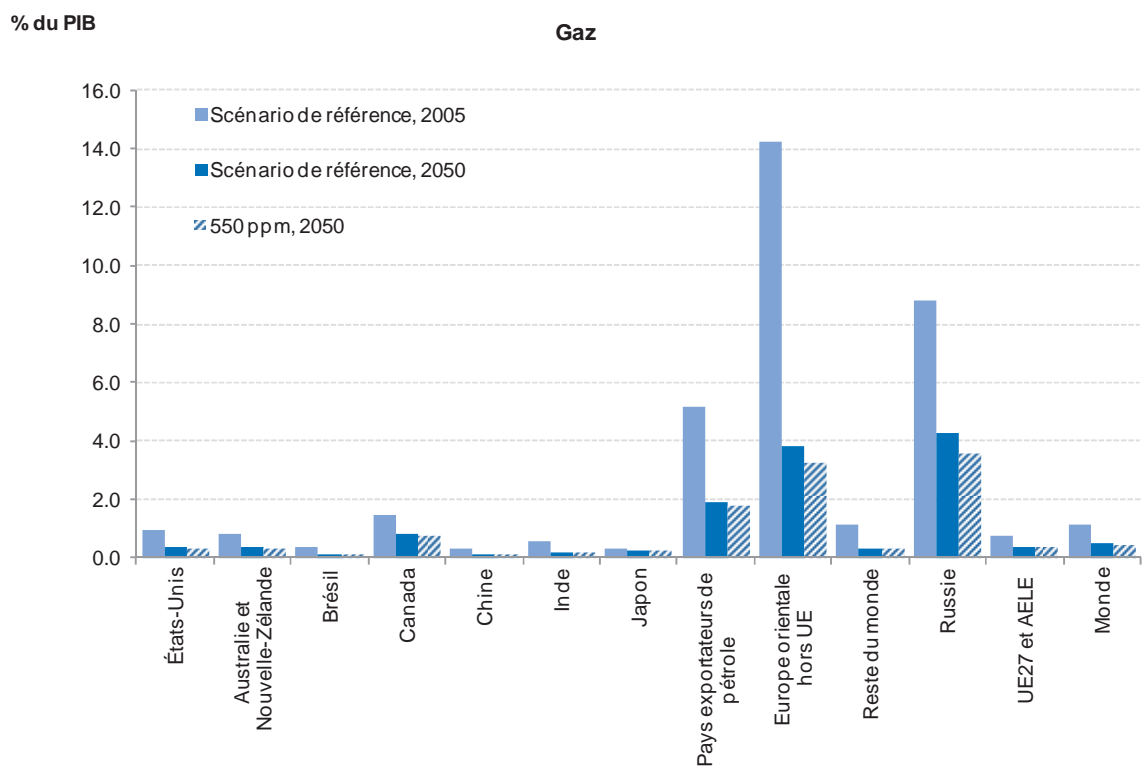
les gros producteurs et consommateurs de charbon (tels que l'Australie, les États-Unis, la Chine, l'Inde, l'Indonésie ou l'Afrique du Sud) pourraient être plus limités¹³.

Les simulations réalisées à l'aide du modèle ENV-Linkages de l'OCDE offrent une illustration préliminaire incomplète des avantages qui découleraient en termes de sécurité énergétique d'une réduction des émissions mondiales de GES. Un scénario de fixation du prix mondial du carbone au niveau nécessaire pour parvenir à un objectif de stabilisation des concentrations de GES à 550 ppm éq. CO₂ (450 ppm CO₂ seulement) aboutirait à une réduction sensible de l'intensité de combustibles fossiles (graphique 6.11). Cette réduction accentuerait la diminution de l'intensité de combustibles fossiles déjà prévue dans le scénario de référence, compte tenu des progrès futurs escomptés en matière d'efficacité énergétique. Elle serait un peu moindre pour le pétrole et le gaz que pour le charbon, à la fois parce que les incitations à se détourner du charbon seraient plus fortes, et parce que les possibilités de substitution seraient plus limitées pour le pétrole et/ou le gaz en dehors du secteur de l'électricité. Néanmoins, le risque de chocs affectant les prix du pétrole devrait être la principale source d'insécurité énergétique au cours des décennies à venir.

Graphique 6.11. Projections concernant l'intensité de combustibles fossiles dans le cadre de scénarios de référence et d'un scénario de stabilisation de la concentration de GES à 550 ppm¹



Suite du graphique 6.11 page suivante

Graphique 6.11. Projections concernant l'intensité de combustibles fossiles dans le cadre de scénarios de référence et d'un scénario de stabilisation de la concentration de GES à 550 ppm*(suite)*

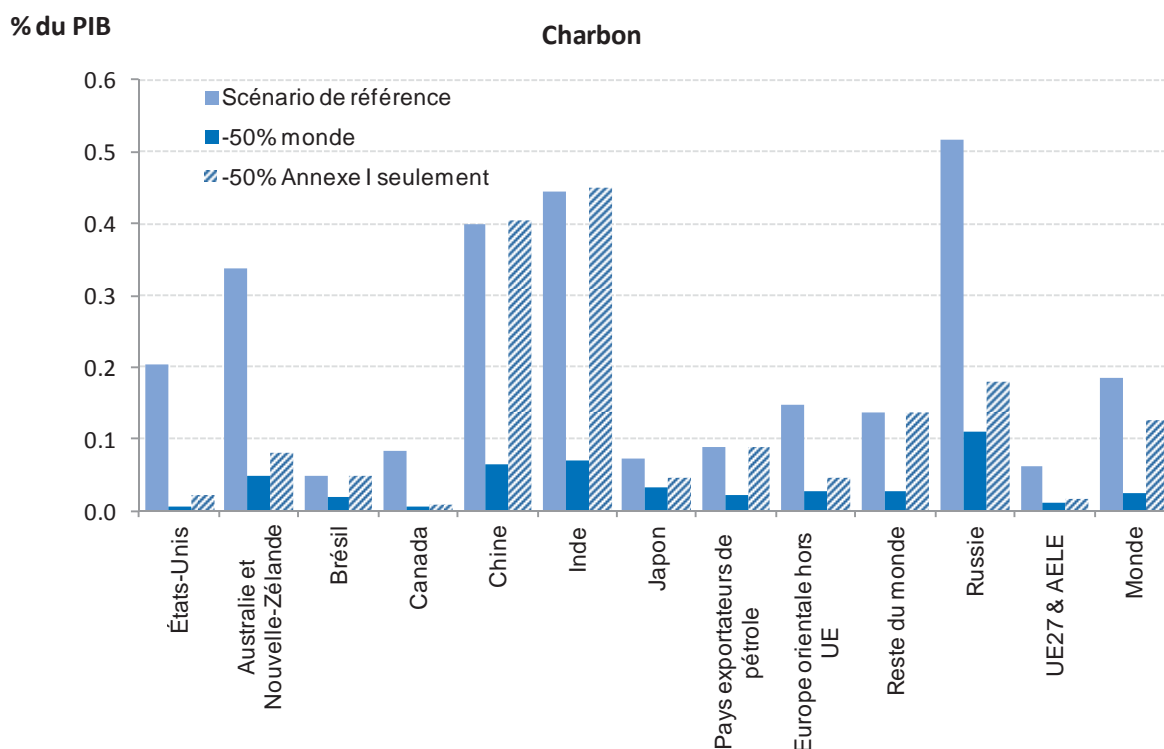
1. Intensité énergétique, définie comme la demande intérieure en % du PIB en 2050.

2. Pétrole raffiné uniquement.

Source : Modèle ENV-Linkages de l'OCDE.

Pour évaluer les incitations à adopter des mesures d'atténuation au niveau des pays, il importe de prendre en compte les incitations à adopter un comportement de passager clandestin liées au caractère de bien public mondial que revêt la sécurité énergétique. De fait, une action internationale menée par un groupe suffisamment important de pays pour limiter leur demande de combustibles fossiles entraînerait une baisse des futurs prix mondiaux et une réduction de la concentration du marché, ce dont bénéficieraient les autres pays. Cela étant, des données préliminaires laissent à penser que les comportements de passager clandestin ne contribuent guère à réduire les risques macroéconomiques liés aux chocs affectant les prix des combustibles fossiles. Ainsi, une réduction de 50 % des émissions des pays visés à l'Annexe I de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) à l'horizon 2050 n'aurait qu'une incidence marginale sur l'intensité de combustibles fossiles en Chine et en Inde, étant donné que l'effet de la diminution des prix mondiaux serait compensé par une augmentation de la demande (graphique 6.12). Par contre, une réduction de 50 % des émissions mondiales reposant sur des interventions de la Chine et de l'Inde – fondées en l'occurrence sur un prix mondial du carbone – aurait une incidence beaucoup plus marquée sur l'intensité de combustibles fossiles de ces deux pays, et donc sur leur vulnérabilité aux chocs affectant le prix du pétrole, toutes choses égales par ailleurs.

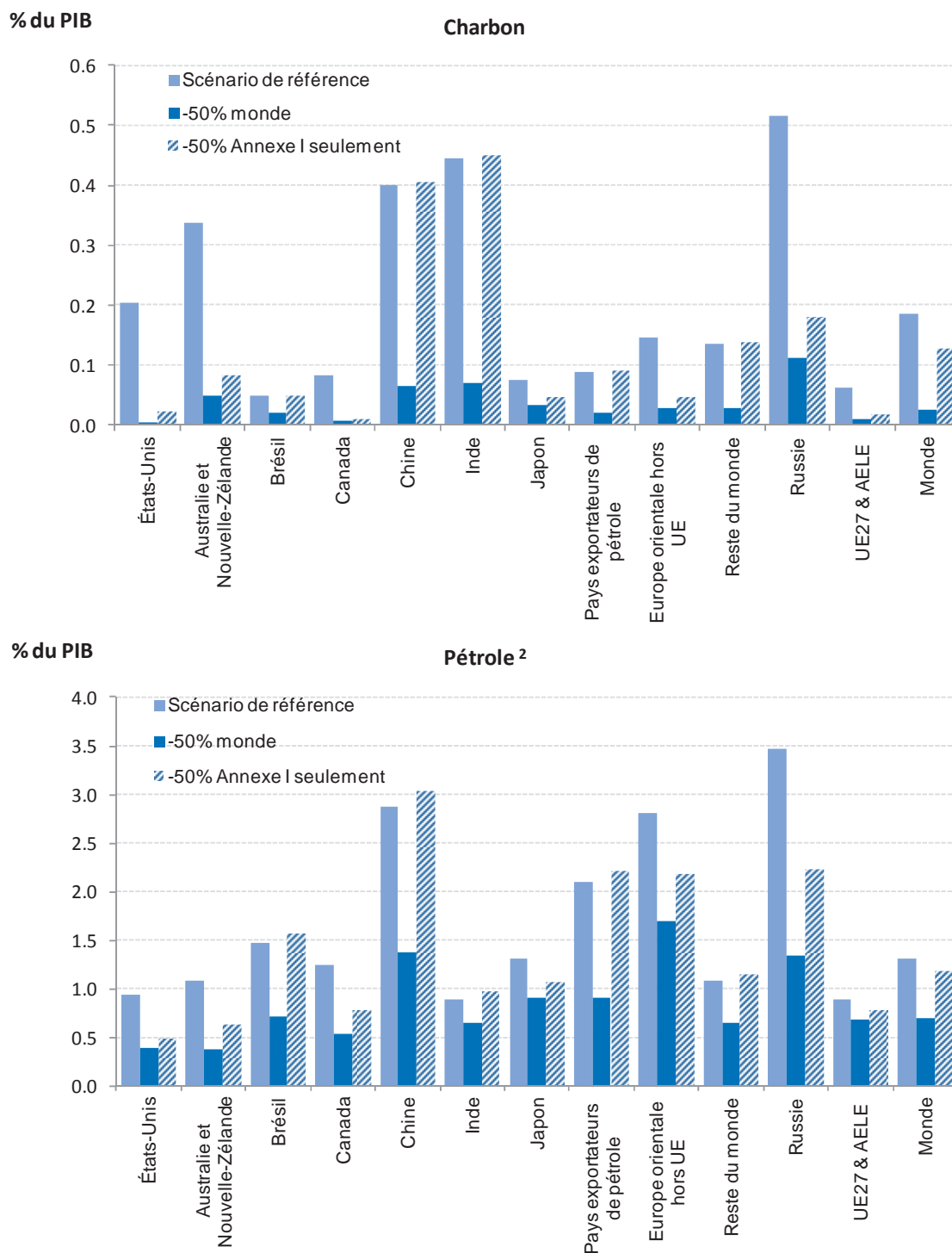
Graphique 6.12. Projections concernant l'intensité de combustibles fossiles dans les différentes régions du monde, dans le cadre de plusieurs scénarios de politiques d'atténuation¹



Suite du graphique 6.12 page suivante

Graphique 6.12. Projections concernant l'intensité de combustibles fossiles dans les différentes régions du monde, dans le cadre de plusieurs scénarios de politiques d'atténuation¹

(suite)



1. Intensité énergétique, définie comme la demande intérieure en % du PIB en 2050.

2. Pétrole raffiné uniquement.

Source : Modèle ENV-Linkages.

6.3. Renforcer les incitations à participer au moyen de transferts financiers

La réalisation de l'objectif ultime de la CCNUCC, à savoir stabiliser les concentrations de GES dans l'atmosphère à un niveau qui éviterait une interférence anthropique dangereuse avec le système climatique, exigera des réductions ambitieuses des émissions à la fois dans les pays développés et dans les pays en développement. Toutefois, comme indiqué dans la section 6.1, les grandes coalitions de pays nécessaires pour parvenir à des réductions suffisantes seront difficiles à mettre en place immédiatement. Le renforcement des mesures d'atténuation dans les pays en développement ne sera possible que si des transferts financiers internationaux implicites et/ou explicites sont mis en place pour appuyer l'action de ces pays.

Les mécanismes de financement international devront évoluer de façon à encourager les pays en développement à renforcer leurs actions d'atténuation des émissions de GES. Ces évolutions pourraient prendre les formes suivantes :

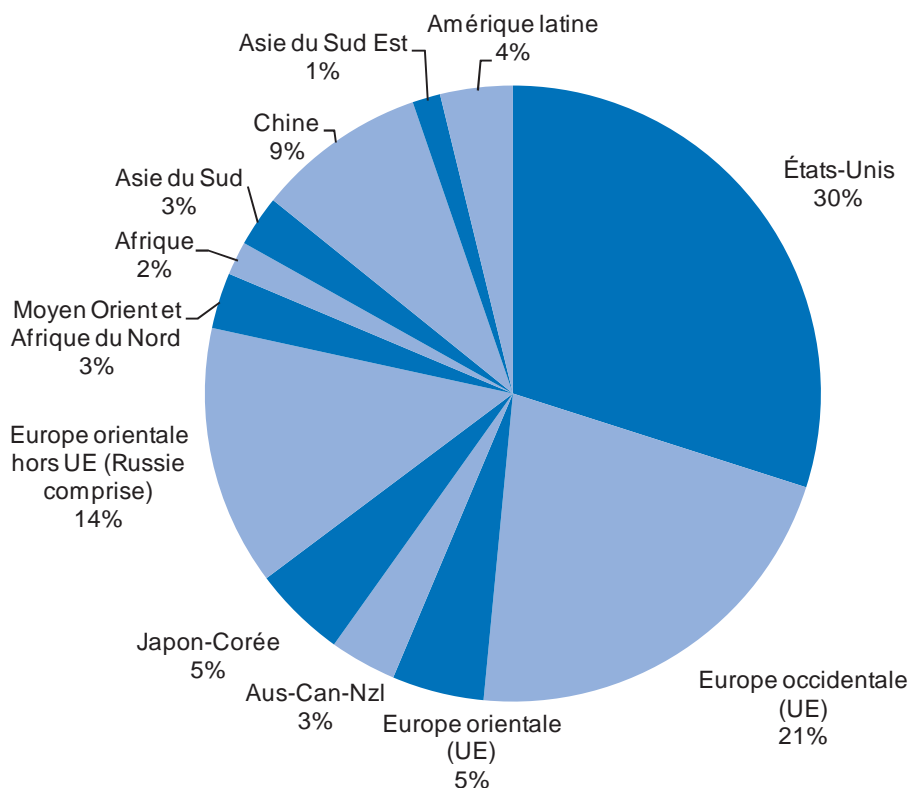
- Durcissement progressif des niveaux de référence sectoriels et/ou nationaux négociés dans le contexte de MDP élargis ou d'approches fondées sur les crédits sectoriels, ces niveaux étant ensuite convertis en plafonds sectoriels contraignants. Cette évolution pourrait être appuyée par des flux financiers internationaux si ces plafonds sectoriels sont mis en œuvre dans le cadre de systèmes nationaux sectoriels d'échange de droits d'émission liés aux systèmes macroéconomiques d'échange de droits d'émission des pays développés.
- Adoption de plafonds nationaux d'émissions. Les incitations financières à cet effet pourraient être déterminées par l'allocation ou la négociation des engagements de réduction des émissions entre les pays. Il en résulterait une déconnexion entre celui qui prend des mesures – de sorte que l'action d'atténuation ait lieu là où elle est la moins coûteuse – et celui qui finance ces mesures. Les règles de répartition des émissions pourraient donc être conçues de manière à soulager au moins partiellement les pays en développement et/ou les pays qui n'ont sans doute que des incitations limitées à participer au programme.

Aussi, pour étudier l'impact de différentes règles de répartition sur les gains à retirer d'une participation à un accord mondial, le scénario indicatif à 550 ppm éq. CO₂ faisant appel au modèle WITCH a été évalué pour six règles simples :

- i) Adjudication intégrale des permis (l'équivalent d'une taxe carbone mondiale).
- ii) Clause des droits acquis, selon laquelle les droits d'émission sont alloués en fonction de la part des émissions globales représentée par chaque pays en 2005.
- iii) Règle d'allocation par habitant, selon laquelle chaque individu se voit attribuer un même montant de droits.
- iv) Règle de la faculté contributive, selon laquelle les droits sont attribués chaque année à chaque individu en proportion inverse du ratio PIB du pays par habitant/moyenne mondiale¹⁴.
- v) Règle de la responsabilité historique, selon laquelle les droits sont attribués à chaque région en proportion inverse de sa contribution en pourcentage aux émissions mondiales cumulées de CO₂ entre 1900 et 2004 (graphique 6.13)¹⁵ ; et
- vi) Règle d'allocation à politiques inchangées, selon laquelle le montant des droits d'émission alloués aux régions non visées à l'Annexe 1 couvre leurs émissions prévues en cas de politiques inchangées, soit un résultat proche de celui qui serait enregistré dans un mécanisme d'attribution de crédits efficace avec des niveaux de référence généreux. Cette règle implique que les régions de l'Annexe 1 fixent leur plafond au niveau requis pour satisfaire à l'objectif de

550 ppm éq. CO₂ – ce qui suppose un objectif de niveau d'émissions négatif à l'horizon 2035, étant donné la forte croissance prévue des émissions selon le scénario du *statu quo* dans la plupart des pays en développement¹⁶.

Graphique 6.13. Contribution de chaque région du monde aux émissions mondiales cumulées entre 1900 et 2004¹



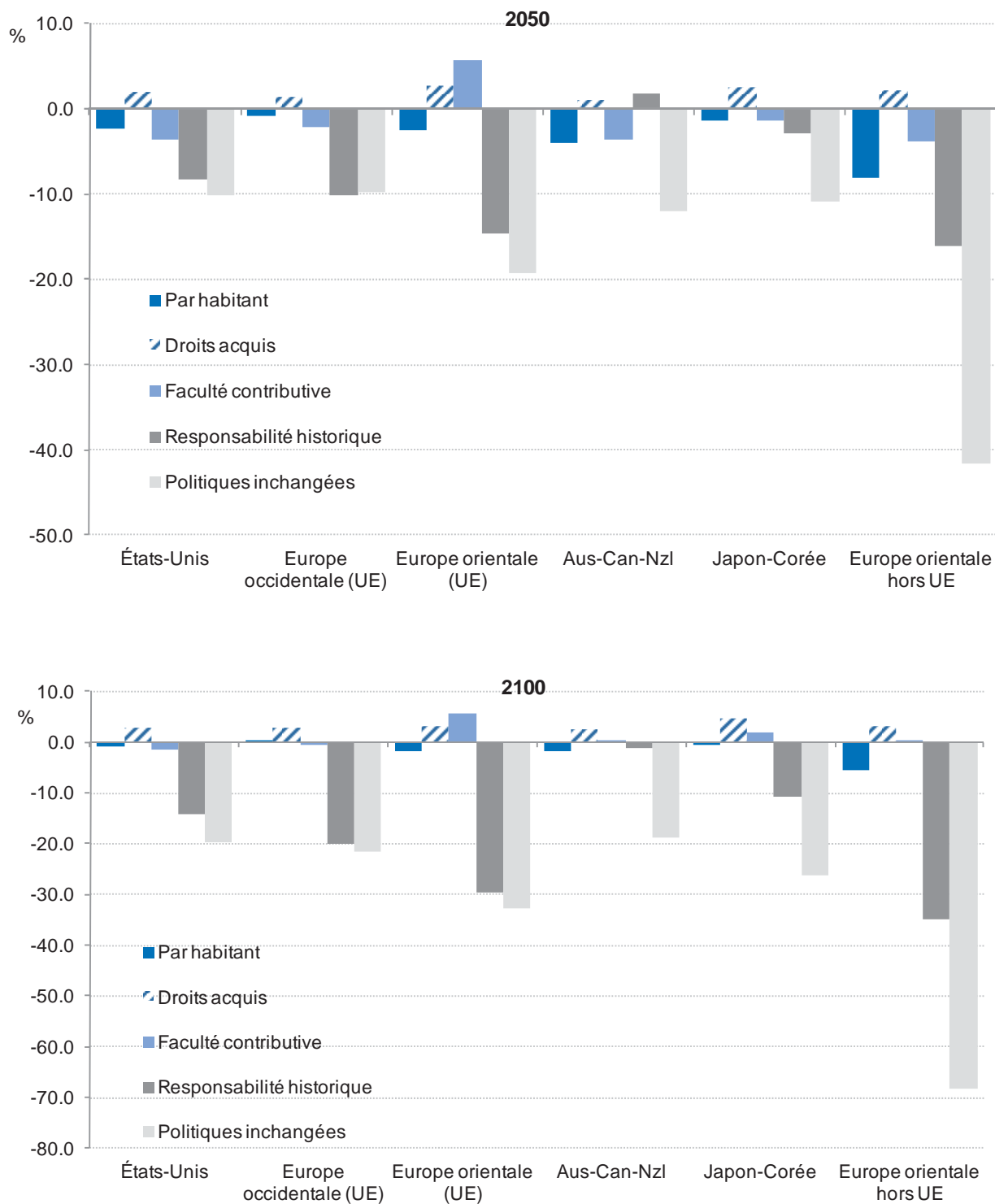
1. Hors émissions produites par l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie.

Source : World Resources Institute (WRI).

Les coûts et gains associés à une action d'atténuation internationale varient considérablement suivant les règles d'allocation pour chaque région du monde, ce qui reflète les larges différences entre leurs exportations nettes de permis (graphiques 6.14 et 6.15). À l'horizon 2050, par rapport à un scénario d'adjudication intégrale des permis (équivalant à une taxe carbone mondiale), les régions développées et l'Europe orientale hors UE (Russie comprise) devraient être largement perdantes avec la règle de responsabilité historique et (plus encore) avec les règles d'allocation à politiques inchangées (graphique 6.14, partie A). De surcroît, ces deux règles deviennent de plus en plus strictes au fil du temps (graphique 6.14, de la partie B). À l'inverse, les régions développées et l'Europe orientale hors UE (Russie comprise) sont gagnantes avec la règle des droits acquis (par rapport à une adjudication intégrale des permis).

Graphique 6.14. Les règles d'attribution des permis influent notablement sur le coût des actions d'atténuation dans les régions de l'Annexe I

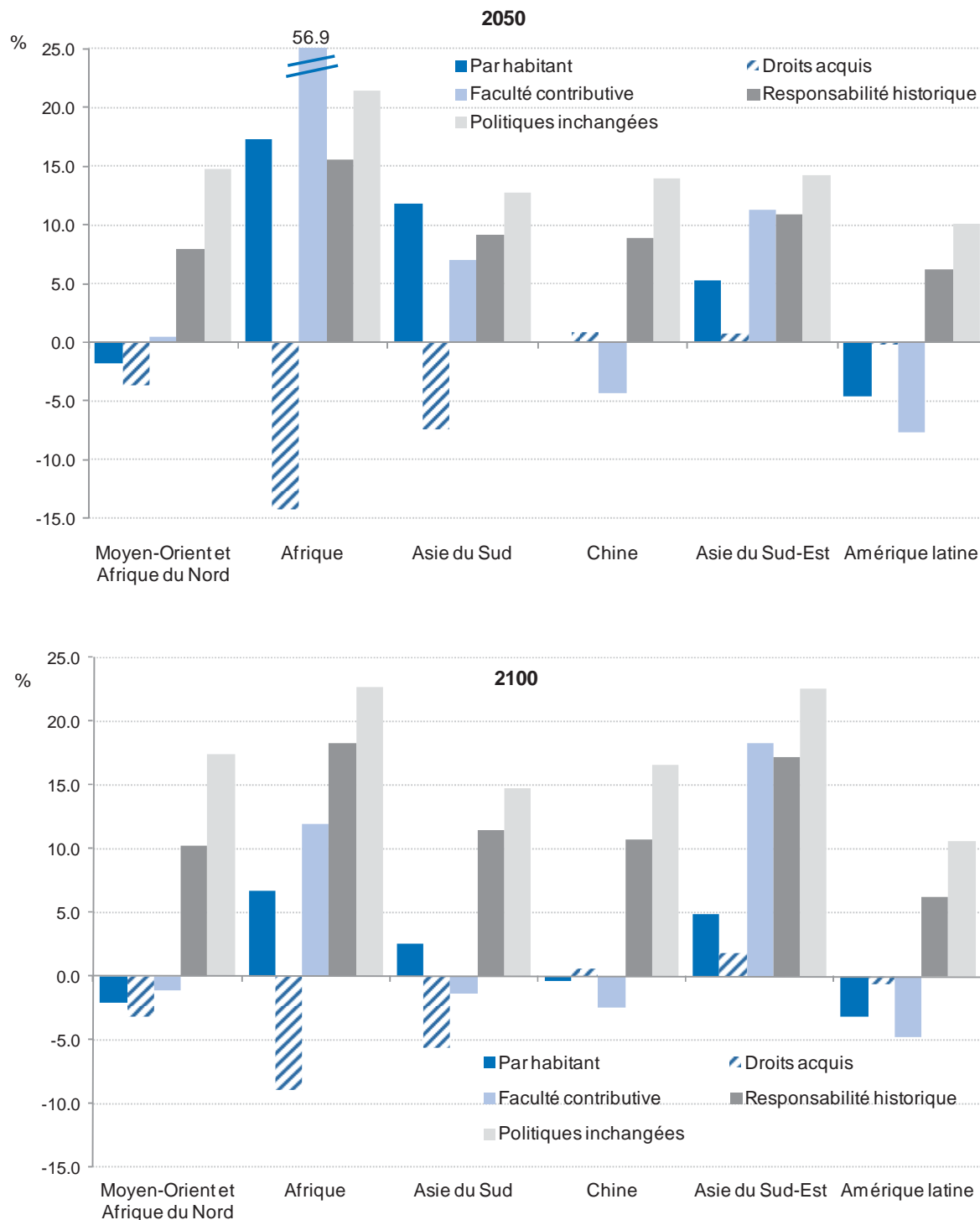
(Écart entre les niveaux de consommation par rapport à un scénario d'adjudication intégrale des permis, en %)



Source : Simulations du modèle WITCH.

Graphique 6.15. Les critères d'attribution des permis influent notablement sur les coûts des actions d'atténuation dans les régions non visées à l'Annexe I

(Écart entre les niveaux de consommation par rapport à un scénario d'adjudication intégrale des permis, en %)



Source : Simulations du modèle WITCH.

À l'inverse, les pays en développement sont particulièrement gagnants avec la règle à politiques inchangées et, dans une moindre mesure, avec la règle de la responsabilité historique, exception faite de l'Afrique, qui bénéficie plus particulièrement d'une règle de la faculté contributive, en raison des bas niveaux de revenu par habitant. Une règle d'allocation identique par habitant profite à l'Asie du Sud (Inde comprise) mais pas à la Chine qui, selon les projections, devrait enregistrer une croissance démographique moins rapide et une intensité de carbone plus forte. Au total, étant donné l'hétérogénéité des résultats pour ces différents scénarios, il est sans doute possible d'obtenir une distribution donnée des coûts d'atténuation sur les différents pays par une combinaison de ces règles d'allocation simples.

Un résultat qui n'apparaît pas ici est le fait que, par comparaison avec un scénario de *statu quo*, les coûts d'atténuation moyens selon les différentes règles d'allocation (exprimés en pourcentage de la consommation à politiques inchangées, y compris les effets marchands et non marchands du changement climatique et des risques de catastrophes), sont plus faibles pour les régions en développement que pour les régions développées. En effet, les avantages du changement climatique évité sont plus substantiels dans les pays en développement, surtout pour le scénario de dommages importants examiné ici. À l'horizon 2100, toutes les régions en développement sont gagnantes dans un scénario d'action d'atténuation internationale, par rapport à un scénario de *statu quo*, indépendamment de la règle d'attribution des droits. Toutefois, comme on l'a souligné dans la section 6.1, les pays pourraient tirer des avantages d'un accord mais ne pas être suffisamment incités à y participer si le gain résultant de la non-participation est jugé plus important. Ces incitations à se comporter en passager clandestin ne peuvent pas être analysées sous différentes règles d'allocation des droits d'émission, car le modèle WITCH ne peut tourner dans ce cas que dans un mode coûts-efficacité (voir encadré 6.1 et Bosetti *et al.* 2009b). Pour une analyse du comportement de passager clandestin, il faut faire tourner le modèle dans le mode coûts-avantages, car l'un des déterminants de la décision d'un pays de se joindre à une coalition est l'objectif d'émissions optimal que la coalition (restante) fixerait si ce pays décidait de ne pas participer.

Notes

1. Zéro émission ne représente toutefois pas à proprement parler une limite technique inférieure, car il serait possible en principe de parvenir à une situation où les émissions seraient négatives, par exemple en menant une stratégie de boisement/reboisement.
2. Les coalitions qui excluent certains pays développés ne sont pas prises en compte dans cette analyse, car on estime qu'elles n'ont guère de pertinence politique en pratique.
3. Les réductions d'émissions excessivement importantes outrepassent les limites du modèle WITCH – et de tous les autres modèles, y compris le modèle ENV-Linkages de l'OCDE – et impliquent des prix du carbone et des coûts d'atténuation « explosifs ».
4. On trouvera une analyse plus détaillée de cette question dans le 4^{ème} Rapport d'évaluation du GIEC, 2007 ; Nordhaus et Boyer, 2000 ; et Jamet et Corfee-Morlot, 2009.
5. Le cadre habituellement utilisé pour effectuer cette évaluation est la règle de Ramsey selon laquelle, dans un modèle solide de croissance optimale déterministe à horizon infini, le taux à utiliser pour actualiser la consommation future est : $\text{taux social d'actualisation} = \mu * g + \text{taux d'actualisation pur de l'utilité}$, où μ est l'élasticité de l'utilité marginale du revenu et g le taux de croissance futur de l'économie. Le taux social d'actualisation dépend donc de deux principaux facteurs : i) la croissance économique future, qui affaiblit les incitations des générations actuelles (plus pauvres) à prendre en charge le coût de la lutte contre le changement climatique ; et ii) l'importance que les générations actuelles attribuent au bien-être des générations futures, c'est-à-dire le taux d'actualisation pur de l'utilité. Le premier implique que les incitations sont moins fortes pour les pays émergents à forte croissance que pour les pays développés de même catégorie. Le second détermine les motivations

de tous. Ces deux aspects font depuis longtemps l'objet d'une controverse, en particulier le taux d'actualisation pur de l'utilité (Weitzman, 2001). S'inscrivant dans une longue tradition d'économistes (par exemple, Ramsey, 1928 ; Harrod, 1948 ; Solow, 1974), Stern (2007) s'appuie sur des raisons éthiques pour avancer une valeur proche de zéro, tandis que d'autres écartent l'hypothèse au motif qu'elle n'est pas compatible avec le comportement individuel effectif (par exemple Nordhaus, 2007 ; Weitzman, 2007a). Deux valeurs sont donc prises en compte, et μ est fixé à 1.

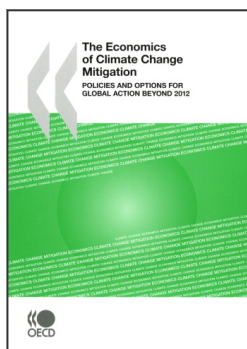
6. Ces estimations de coûts en termes de PIB au niveau régional excluent l'impact des dommages sur le PIB, de sorte que l'analyse puisse être centrée uniquement sur les coûts de réduction.
7. Dans ce cadre, l'Europe orientale hors UE (Russie comprise) et le Moyen-Orient sont davantage pénalisés par leur forte intensité de carbone que par leur situation de producteurs d'énergies fossiles, parce qu'ils peuvent s'attendre que la coalition réduira sensiblement les émissions mondiales – ce qui exercera une pression à la baisse sur les prix mondiaux des combustibles fossiles – qu'ils y participent ou non. Une possibilité qui n'a toutefois pas été envisagée est que les producteurs d'énergies fossiles puissent plutôt s'entendre et adopter un comportement stratégique, en réduisant leur production et en faisant monter les prix des combustibles, internalisant ainsi le prix du carbone.
8. Par exemple, la croissance prévue des émissions mondiales correspondant au *statu quo* est légèrement plus forte dans le modèle WITCH que dans le modèle ENV-Linkages de l'OCDE (100 % contre 85 % entre 2005 et 2050).
9. Ce modèle prend en compte les particules fines (PM_{2,5}) résultant de la combustion de combustibles solides ou liquides tant dans les zones rurales que dans les zones urbaines – qui représentent bon nombre des dommages sanitaires causés par la pollution atmosphérique locale à l'extérieur des bâtiments – ainsi que les aérosols secondaires (SO₂, NO_x) résultant de la combustion du pétrole et du charbon, et l'ammoniac (NH₃) issu de l'agriculture.
10. L'effet de l'ozone sur la santé n'est pas traité dans le cadre de l'évaluation des avantages connexes mais inclus dans les dommages résultant du changement climatique. Les répercussions du changement climatique sont représentées de manière simplifiée à l'aide de fonctions régionales de dommages marchands et non marchands. Les dommages non marchands dépendent du niveau moyen de la température mondiale, et incluent les dommages résultant de l'exposition à des concentrations d'ozone élevées.
11. Néanmoins, un niveau élevé de pollution atmosphérique locale imposerait des ajustements structurels qui entraîneraient incidemment des réductions des émissions de GES. De manière plus générale, il est possible de bénéficier de synergies et de rendements plus élevés en luttant à la fois contre les émissions de GES et la pollution atmosphérique locale, et de maximiser les avantages retirés dans ces deux domaines (voir Bollen *et al.*, 2008 ; 2009).
12. Cela ne vaut que dans la mesure où les anticipations de hausses futures des prix du carbone n'amènent pas les producteurs de l'OPEP à accroître leur production – et, partant, à épuiser leurs réserves – davantage que prévu au cours des décennies à venir (voir plus haut).
13. Cependant, le développement significatif des technologies de captage et stockage du carbone modifierait cette situation, dans la mesure où il permettrait aux pays de réduire leurs émissions tout en continuant à utiliser fortement le charbon.
14. Il n'existe pas de méthode simple pour mettre en œuvre une règle de la faculté contributive. Dans le cas présent, on procède en trois étapes. Dans un premier temps, le montant (X_i) des allocations mondiales que chaque région i recevrait si l'allocation était proportionnelle au ratio PIB par habitant/moyenne mondiale est calculé comme suit :

$$\left(\frac{\text{Allocations mondiales totales}}{\text{Population mondiale}} \right) * \left(\frac{\text{PIB par habitant de la région } i}{\text{PIB mondial moyen par habitant}} \right) * (\text{Population de la région } i)$$

Dans un deuxième temps, l'inverse ($1/X_i$) de ce montant est calculé pour chaque région. Contrairement à la somme des X_i , la somme des $1/X_i$ n'est pas égale au total des émissions mondiales. C'est pourquoi dans un troisième temps, une normalisation est effectuée, autrement dit, la part (en %) de chaque région dans les allocations mondiales totales est calculée comme

$$\frac{(1/X_i)}{\sum_i \{1/X_i\}}.$$

15. Cela nécessite aussi une normalisation comparable à celle qui est appliquée pour la règle de la faculté contributive (voir la note ci-dessus).
16. Le plafond total des pays de l'Annexe 1 est ensuite réparti entre les régions de l'Annexe 1 selon la règle d'allocation par habitant.



Extrait de :

The Economics of Climate Change Mitigation Policies and Options for Global Action beyond 2012

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264073616-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2010), « Incitations régionales à l'action mondiale », dans *The Economics of Climate Change Mitigation : Policies and Options for Global Action beyond 2012*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264073913-8-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.