

---

# RÉSUMÉ À L'INTENTION DES DÉCIDEURS

## *Rapport du Groupe de travail III du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*

*Ce résumé, approuvé dans le détail lors de la sixième session du Groupe de travail III du GIEC (Accra, Ghana 28 février - 3 mars 2001), constitue la déclaration officiellement agréée du GIEC sur l'atténuation des changements climatiques.*

Basé sur un projet élaboré par :

*Tariq Banuri, Terry Barker, Igor Bashmakov, Kornelis Blok, Daniel Bouille, Renate Christ, Ogunlade Davidson, Jae Edmonds, Ken Gregory, Michael Grubb, Kirsten Halsnaes, Tom Heller, Jean-Charles Hourcade, Catrinus Jepma, Pekka Kauppi, Anil Markandya, Bert Metz, William Moomaw, Jose Roberto Moreira, Tsuneyuki Morita, Nebojsa Nakicenovic, Lynn Price, Richard Richels, John Robinson, Hans Holger Rogner, Jayant Sathaye, Roger Sedjo, Priyaradshi Shukla, Leena Srivastava, Rob Swart, Ferenc Toth, John Weyant*

# Résumé à l'intention des décideurs

## Introduction

1. *Le présent rapport a pour objet d'évaluer les aspects scientifiques, techniques, écologiques, économiques et sociaux de l'atténuation des changements climatiques.* La recherche sur l'atténuation des changements climatiques<sup>1</sup> s'est poursuivie depuis la publication du deuxième Rapport d'évaluation du GIEC, compte tenu de mesures politiques telles que l'accord sur le Protocole de Kyoto relevant de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), conclu en 1997, et dont nous rendons compte ici. Le Rapport s'appuie également sur plusieurs rapports spéciaux du GIEC, et notamment sur le Rapport spécial sur l'aviation et l'atmosphère terrestre, sur le Rapport spécial sur les aspects méthodologiques et techniques du transfert de technologie, sur le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions et sur le Rapport spécial sur l'utilisation des terres, les modifications y relatives et la foresterie.

## Le défi de l'atténuation

2. *Les changements climatiques<sup>2</sup> constituent un problème ayant des caractéristiques particulières.* Ces changements, qui se produisent à l'échelle du globe et à long terme (sur des périodes allant jusqu'à plusieurs siècles), supposent des interactions complexes entre des processus climatiques, écologiques, économiques, politiques, institutionnels, sociaux et technologiques. Ils peuvent avoir d'importantes incidences internationales et intergénérationnelles dans le contexte des objectifs de la société au sens large tels que l'équité et le développement durable. La réaction contre les changements climatiques se caractérise par des prises de décisions placées sous le signe de l'incertitude et du risque, avec l'éventualité de changements non linéaires et/ou irréversibles (sections 1.2.5, 1.3, 10.1.2, 10.1.4 et 10.4.5)<sup>3</sup>.

3. *Des voies de développement différentes<sup>4</sup> peuvent conduire à des émissions très dissemblables de gaz à effet de serre.* Selon le

Rapport spécial sur les scénarios d'émissions et les scénarios d'atténuation évalués dans le présent rapport, le type, l'envergure, le moment d'application et le coût des mesures d'atténuation dépendent de diverses conditions nationales, des voies de développement socio-économique et technique choisies et du niveau recherché de stabilisation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (on trouvera à la figure SPM 1 un exemple des émissions totales de CO<sub>2</sub>). Des voies de développement conduisant à de faibles émissions dépendent d'une vaste gamme de choix politiques et exigent d'importants changements de fond dans des domaines autres que celui des changements climatiques (sections 2.2.2, 2.3.2, 2.4.4 et 2.5).

5. *Des différences dans la distribution des ressources techniques, naturelles et financières parmi et entre les nations et les régions, et entre les générations, et les différences des coûts de l'atténuation sont souvent des considérations essentielles dans l'analyse des options d'atténuation des changements climatiques.* Une grande partie du débat sur la future différenciation de la contribution des pays à l'atténuation et aux questions d'équité connexes tient également compte de ces considérations<sup>5</sup>. Le défi consistant à s'attaquer aux changements climatiques soulève une question importante d'équité, à savoir la mesure dans laquelle les conséquences des changements climatiques ou des politiques d'atténuation créent ou approfondissent l'injustice entre et parmi les nations et les régions. Les scénarios de stabilisation des gaz à effet de serre évalués dans le présent rapport (à l'exception de ceux où la stabilisation se produit sans nouvelle politique climatique, par exemple B1) supposent que les pays développés et ceux des pays à économie en transition seront les premiers à limiter et à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre<sup>6</sup>.

6. *Des scénarios supposant des émissions plus faibles exigent des schémas différents de mise en valeur des ressources énergétiques.* La figure SPM 2 permet de comparer les émissions de carbone cumulées entre 1990 et 2100 dans le cas de divers scénarios présentés dans le Rapport spécial sur les

<sup>1</sup> L'atténuation se définit ici comme une intervention de l'homme pour réduire les sources de gaz à effet de serre ou pour en accroître les puits.

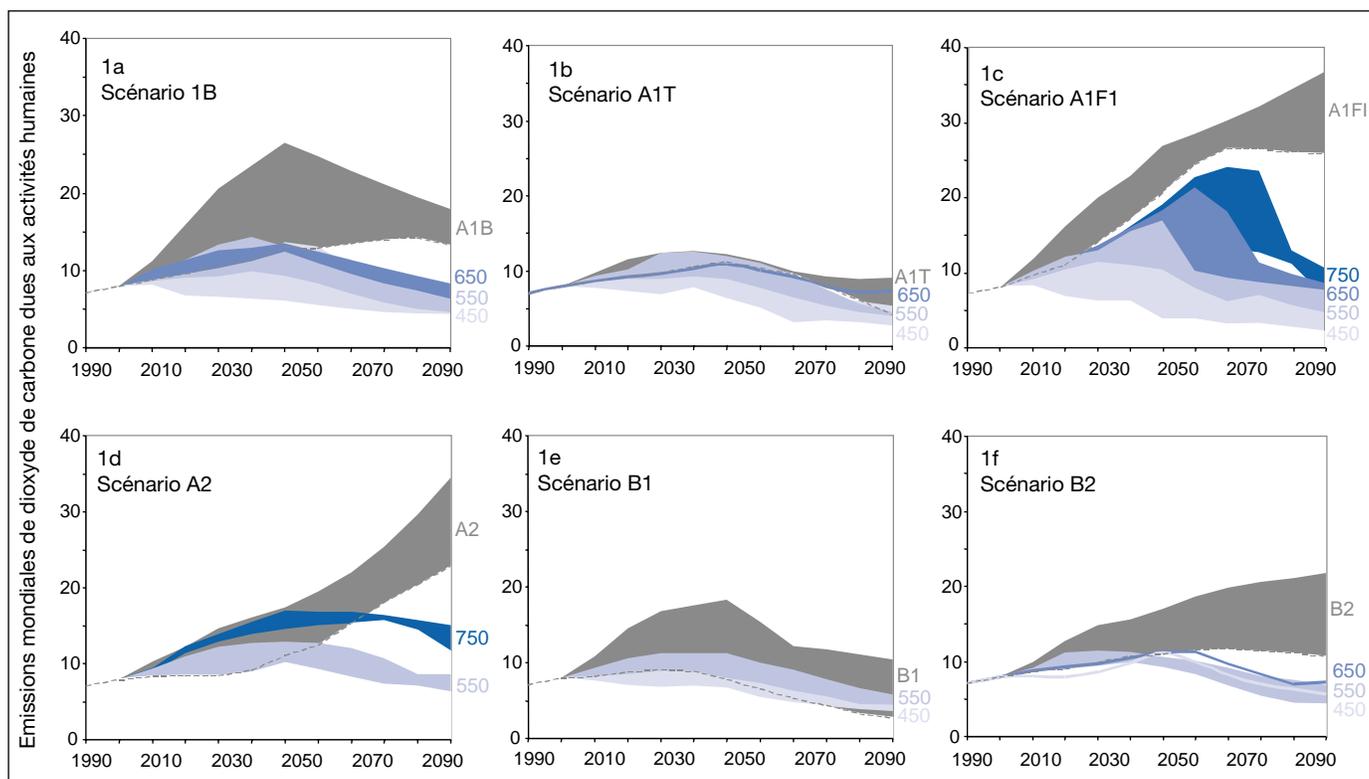
<sup>2</sup> Par *changement climatique*, le GIEC entend toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Cette définition est différente de celle de la Convention-cadre des Nations Unies sur les *changements climatiques*, où l'on entend par changements climatiques "des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine, altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables."

<sup>3</sup> Les numéros de sections renvoient au rapport principal.

<sup>4</sup> Dans le présent rapport, l'expression "voies de développement différentes" désigne divers scénarios possibles concernant les valeurs et la consommation de la société ainsi que les formes de production de tous les pays, y compris la poursuite des tendances actuelles, sans que d'autres solutions soient exclues. Ces voies de développement ne comprennent pas d'autres mesures concernant le climat, ce qui implique qu'aucun scénario supposant explicitement la mise en œuvre de la CCNUCC ou des objectifs du Protocole de Kyoto en matière d'émissions n'est présenté, mais elles incluent des hypothèses quant à d'autres principes directeurs qui influent indirectement sur les émissions de gaz à effet de serre.

<sup>5</sup> Les façons de considérer l'équité ont été classées en diverses catégories, fondées notamment sur la répartition, les résultats, les processus, les droits, les obligations, la pauvreté et les possibilités, traduisant ainsi les différentes espérances en matière d'équité qui permettent de juger les processus politiques et les résultats qu'ils entraînent (sections 1.3 et 10.2).

<sup>6</sup> A un certain point, les émissions produites dans toutes les régions divergent par rapport au niveau de référence. A l'échelle mondiale, elles divergent davantage et d'autant plus tôt que les niveaux de stabilisation sont plus bas ou que les scénarios sous-jacents indiquent des valeurs plus élevées. De tels scénarios sont incertains, ne donnent aucune information sur les conséquences pour l'équité, sur la façon dont les changements peuvent se produire et sur les entités qui pourraient prendre les frais à leur charge.



**Figure SPM 1.** Comparaison des scénarios de référence et des scénarios de stabilisation. La figure est divisée en six parties, une pour chacun des groupes de scénarios de référence présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (voir Encadré RD1). Chaque partie de la figure indique la fourchette du total des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (en gigatonnes de carbone (GtC)) émanant de l'ensemble des sources anthropiques pour le groupe de scénarios de référence présenté dans le Rapport spécial (en gris) et la fourchette des divers scénarios d'atténuation évalués dans le troisième Rapport d'évaluation conduisant à une stabilisation de la concentration de CO<sub>2</sub> à divers niveaux (en couleur). Des scénarios sont présentés pour la famille A1, subdivisée en trois groupes (le groupe A1B (figure 1a), en équilibre, le groupe A1T (figure 1b), à prédominance de combustibles non fossiles, et le groupe A1F1 (figure 1c), à forte intensité de combustibles fossiles), avec stabilisation de la concentration de CO<sub>2</sub> à 450, 550, 650 et 750 ppmv; pour le groupe A2, avec stabilisation à 550 et 750 ppmv sur la figure 1d, pour le groupe B1, avec stabilisation à 450 et 550 ppmv sur la figure 1e, et pour le groupe B2, avec stabilisation à 450, 550 et 650 ppmv sur la figure 1f. Il n'existe pas de documentation qui évalue les scénarios de stabilisation à 1000 ppmv. La figure indique que plus le niveau de stabilisation est bas, plus les émissions de référence sont élevées et plus l'écart est important. La différence entre les émissions des divers groupes de scénarios peut être aussi importante que l'écart entre les scénarios de référence et les scénarios de stabilisation à l'intérieur d'un groupe de scénarios. Les pointillés représentent les limites des fourchettes aux endroits où elles se chevauchent.

scénarios d'émissions par rapport au carbone présent dans les réserves et les ressources mondiales de combustibles fossiles<sup>7</sup>. Cette figure montre qu'il existe d'abondantes ressources en combustibles fossiles qui ne permettront pas la

limitation des émissions de carbone au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. Cependant, à la différence des dépôts relativement importants de charbon ainsi que de pétrole et de gaz non classiques, le carbone présent dans les réserves classiques attestées de pétrole et de gaz et dans les ressources classiques en pétrole est nettement inférieur aux émissions cumulatives de carbone correspondant à une stabilisation du dioxyde de carbone à un niveau de 450 ppmv ou davantage (la mention d'un niveau de concentration donné n'impliquant pas qu'on considère comme souhaitable la stabilisation à ce niveau). Ces données sur les ressources pourraient impliquer une évolution de la répartition des sources d'énergie et l'apparition de nouvelles sources d'énergie au XXI<sup>e</sup> siècle. Le choix de cette répartition et les investissements qu'il implique vont déterminer s'il est possible de stabiliser la concentration des gaz à effet de serre et, dans l'affirmative, à quel niveau et à quel prix. Actuellement, la plupart de ces investissements sont consacrés à la recherche et à l'exploitation d'autres ressources fossiles classiques ou non (sections 2.5.1, 2.5.2, 3.8.3 et 8.4).

<sup>7</sup> Les réserves sont les éléments identifiés et mesurés comme étant économiquement et techniquement récupérables au moyen des techniques actuelles et aux prix actuels. Les ressources sont les éléments dont les caractéristiques géologiques et/ou économiques sont moins certaines, mais qui sont considérés comme potentiellement récupérables grâce à l'évolution prévisible des techniques et de l'économie. La base de ressources comprend ces deux types d'éléments. Il existe en outre d'autres éléments dont la disponibilité est incertaine et/ou dont l'importance économique dans un avenir prévisible est inconnue ou nulle, qu'on appelle "éléments supplémentaires" (deuxième Rapport d'évaluation du Groupe de travail II). On peut citer comme exemples de ressources en combustibles fossiles non classiques les sables bitumineux, l'huile de schiste, d'autres huiles lourdes, le méthane extrait des couches de houille, le gaz sous pression géostatique en profondeur, le gaz des aquifères, etc.

### Encadré N° 1 — Scénarios d'émissions présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions du GIEC

**A1.** Le canevas et la famille de scénarios A1 prévoient un avenir caractérisé par une croissance économique très rapide, une démographie mondiale qui atteint un maximum au milieu du siècle et qui décroît par la suite, et l'apparition rapide de techniques nouvelles et plus efficaces. Les grands thèmes sous-jacents sont la convergence parmi les nations, le renforcement des capacités et la multiplication des interactions culturelles et sociales, avec une réduction sensible des différences régionales en matière de revenu par habitant. La famille de scénarios A1 se divise en trois groupes ayant des orientations différentes en ce qui concerne l'évolution des techniques dans le système énergétique. Ces trois groupes se distinguent par leurs tendances techniques : forte intensité de combustibles fossiles (A1F1), prédominance de combustibles non fossiles (A1T) ou équilibre de toutes les sources (A1B) (où l'équilibre signifie qu'on ne compte pas trop sur une source d'énergie donnée en posant l'hypothèse que des taux semblables de progrès s'appliquent à l'ensemble des sources d'énergie et des techniques d'utilisation finale).

**A2.** Le canevas et la famille de scénarios A2 prévoient une situation très hétérogène. Les thèmes sous-jacents sont l'indépendance et la conservation des identités locales. Les taux de fertilité dans les régions convergent très lentement, d'où un accroissement démographique continu. Le développement économique est essentiellement régional tandis que la croissance économique par habitant et l'évolution des techniques sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.

**B1.** Le canevas et la famille de scénarios B1 prévoient une convergence avec une population mondiale inchangée, qui atteint un maximum au milieu du siècle et qui décroît par la suite, comme dans le canevas A1, mais avec une évolution rapide des structures économiques vers une économie axée sur les services et l'information, accompagnée d'une réduction de la consommation de matières et de l'apparition de techniques propres et d'un bon rendement. On recherche des solutions de portée mondiale aux problèmes de viabilité économique, sociale et environnementale, et d'amélioration de l'équité, mais sans nouvelles mesures en faveur du climat.

**B2.** Le canevas et la famille de scénarios B2 prévoient une prédominance des solutions locales aux problèmes de viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale augmente constamment, à un rythme inférieur à celui de la famille A2, le développement économique atteint un niveau intermédiaire et l'évolution des techniques est moins rapide et plus diverse que dans les canevas B1 et A1. Ce scénario, également orienté vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, est axé sur le niveau local et régional.

On a choisi un scénario explicatif pour chacun des six groupes de scénarios A1B, A1F1, A1T, A2, B1 et B2. Tous ces scénarios doivent être considérés comme également valables.

Les scénarios présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions ne prévoient pas de nouvelles mesures en faveur du climat, ce qui implique qu'aucun d'entre eux ne tient explicitement compte de la mise en œuvre de la Convention-cadre sur les changements climatiques ni des objectifs du Protocole de Kyoto en matière d'émissions.

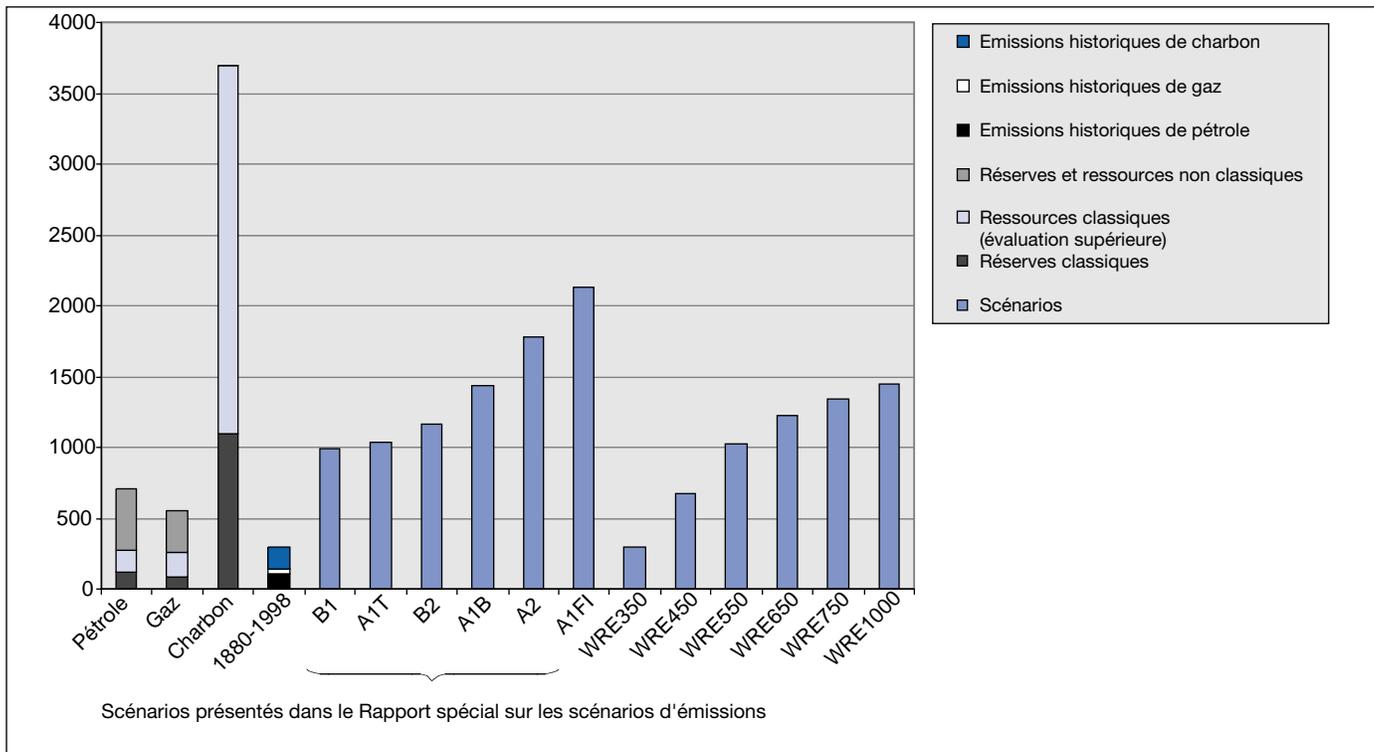
### Possibilités de limiter ou de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'accroître les puits

**7.** Depuis la parution du deuxième Rapport d'évaluation en 1995, on a accompli d'importants progrès techniques permettant de réduire les émissions des gaz à effet de serre, progrès plus rapides que prévu. Des techniques, qui en sont à diverses étapes de développement, connaissent des avancées, par exemple le lancement sur le marché d'éoliennes efficaces, l'élimination rapide de gaz industriels tels que le N<sub>2</sub>O lors de la production d'acide adipique ou tels que les hydrocarbures perfluorés lors de la production d'aluminium, des automobiles à moteur hybride efficace, les progrès des techniques faisant appel à des piles à combustible et la démonstration du stockage souterrain de dioxyde de carbone. Les solutions techniques visant à réduire les émissions comprennent l'amélioration de l'efficacité des unités d'utilisation finale et des techniques de conversion d'énergie, le passage à des combustibles

à faible teneur en carbone et à des combustibles renouvelables émanant de la biomasse, des techniques n'entraînant aucune émission, l'amélioration de la gestion de l'énergie, la réduction des émissions dues aux sous-produits industriels et aux gaz utilisés et l'absorption et le stockage du carbone (sections 3.1 et 4.7).

Le tableau SPM 1 résume les résultats de nombreuses études sectorielles qui, pour beaucoup d'entre elles, en sont à l'étape du projet, au niveau national et régional et, pour certaines, au niveau mondial, et présente l'évaluation du potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre entre 2010 et 2020. Voici certaines des principales constatations :

- Des centaines de techniques et de pratiques visant au rendement énergétique lors de l'emploi final dans les bâtiments, les transports et le secteur de la fabrication représentent plus de la moitié de ce potentiel (sections 3.3, 3.4 et 3.5).



**Figure SPM 2 :** Quantité de carbone présente dans les réserves et les ressources de pétrole, de gaz et de charbon par rapport aux émissions rétrospectives de combustibles fossiles de 1860 à 1998, aux émissions cumulatives de carbone prévues par une série de scénarios présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions et de scénarios de stabilisation jusqu'en 2100 présentés dans le troisième Rapport d'évaluation. Les données concernant les réserves et les ressources apparaissent dans les colonnes de gauche (section 3.8.2). Le pétrole et le gaz non classiques comprennent les sables bitumineux, l'huile de schiste, d'autres huiles lourdes, le méthane extrait des couches de houille, le gaz sous pression géostatique en profondeur, le gaz des aquifères, etc. Les hydrates de gaz (clathrates), évalués à 12 000 GtC, ne sont pas pris en compte. Les colonnes correspondant aux scénarios illustrent les scénarios de référence présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions ainsi que les scénarios conduisant à une stabilisation de la concentration de CO<sub>2</sub> à divers niveaux. On notera que si en 2100, les émissions cumulatives correspondant aux scénarios du Rapport spécial sont égales ou inférieures à celles des scénarios de stabilisation, cela n'implique pas que ces scénarios conduisent également à une stabilisation.

- Jusqu'en 2020 au moins, l'approvisionnement énergétique et la conversion d'énergie resteront dominés par les combustibles fossiles, relativement économiques et abondants. Le gaz naturel, tant que son transport sera économiquement réalisable, va jouer un rôle important dans la réduction des émissions, ainsi que dans l'amélioration du rendement de conversion, avec un emploi plus fréquent des cycles mixtes et/ou des centrales de cogénération (section 3.8.4).
  - Des systèmes d'approvisionnement énergétique à faible intensité de carbone peuvent représenter un apport important grâce à la biomasse émanant de sous-produits forestiers et agricoles, aux déchets municipaux et industriels, à des plantations destinées à la production de biomasse lorsque la terre et l'eau s'y prêtent, au méthane de décharges contrôlées, à l'énergie éolienne et hydroélectrique et à la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires. Après 2010, on pourrait réduire sensiblement les émissions des centrales d'énergie alimentées par des combustibles fossiles et/ou par la biomasse grâce à l'élimination et au stockage du carbone par pré- ou post-combustion. Les préoccupations relatives à l'environnement, à la sécurité, à la fiabilité et à la prolifération pourraient nécessiter l'emploi de certaines de ces techniques (section 3.8.4).
  - Dans l'agriculture, on peut réduire les émissions de méthane et d'hémioxyde d'azote, comme celles qui émanent de la fermentation entérique du bétail, des rizières, des engrais azotés et des déchets animaux (section 3.6).
  - Selon les applications, on peut réduire au minimum les émissions de gaz fluorés en modifiant les procédés de fabrication, en améliorant la récupération, le recyclage et le confinement, ou on peut les éviter grâce à l'emploi de techniques et de produits différents (section 3.5).
- Les réductions potentielles d'émissions indiquées dans le tableau 1 pour divers secteurs ont été regroupées afin de présenter une évaluation de ces réductions sur le plan mondial en tenant compte, dans la mesure du possible, des chevauchements éventuels entre et parmi les secteurs et les techniques, au vu des informations disponibles dans les études appropriées. La moitié de ces réductions pourraient être obtenues d'ici 2020, les avantages directs (énergie économisée) étant supérieurs aux coûts directs (capital net, frais d'exploitation et d'entretien), tandis que l'autre moitié pourrait être obtenue à un coût direct net allant jusqu'à 100 \$US/tC<sub>eq</sub> (au taux de 1998). On calcule ces coûts estimatifs en prenant un taux d'actualisation de l'ordre de 5 à 12 pour cent, qui correspond aux taux d'actualisation du secteur public. Les

Tableau SPM 1. Évaluation de la réduction potentielle des émissions de gaz à effet de serre sur le plan mondial en 2010 et 2020 (chapitres 3.3 à 3.8 et appendice au chapitre 3)

Secteur	Données historiques d'émissions en 1990 (MtC <sub>eq</sub> /an)	Données historiques de croissance annuelle du C <sub>eq</sub> (%), 1990-1995	Réduction potentielle des émissions en 2010 (MtC <sub>eq</sub> /an)	Réduction potentielle des émissions en 2020 (MtC <sub>eq</sub> /an)	Coût net direct par tonne de carbone évité
Bâtiments <sup>a</sup>	(CO <sub>2</sub> seul) 1650	1,0	700-750	1000-1100	La plupart des réductions peuvent être obtenues à un coût net direct négatif.
Transports	(CO <sub>2</sub> seul) 1080	2,4	100-300	300-700	La plupart des études indiquent un coût net direct inférieur à 25 \$/tC, mais selon deux études, ce coût sera supérieur à 150 \$/tC.
Industrie - efficacité énergétique	(CO <sub>2</sub> seul) 2300	0,4	300-500	700-900	Plus de la moitié des réductions peuvent être obtenues à un coût net direct négatif.
- efficacité du matériel			~200	~600	Les coûts sont incertains.
Industrie (gaz autres que CO <sub>2</sub> )	170		~100	~100	Le coût de la réduction des émissions de N <sub>2</sub> O se situe entre 0 et 10 \$/tC <sub>eq</sub>
Agriculture <sup>b</sup>	(CO <sub>2</sub> seul) 210 (gaz autres que CO <sub>2</sub> ) 1250-2800	n.d.	150-300	350-750	La plupart des réductions coûteront de 0 à 100 \$/tC <sub>eq</sub> ; les possibilités de coûts nets directs négatifs étant limitées.
Déchets <sup>b</sup>	(CH <sub>4</sub> seul) 240	1,0	~200	~200	Environ 75 % des économies réalisées par récupération du méthane dans les décharges ont un coût net direct négatif, 25 % ayant un coût de 20 \$/tC <sub>eq</sub>
Applications de remplacement du Protocole de Montréal (gaz autres que CO <sub>2</sub> )	0	n.d.	~100	n.d.	La moitié environ des réductions est due à une différence dans les valeurs de référence des études et du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions. L'autre moitié des réductions peut être obtenue à un coût net direct inférieur à 200 \$/tC <sub>eq</sub>
Approvisionnement et conversion d'énergie <sup>c</sup>	(CO <sub>2</sub> seul) (1620)	1,5	50-150	350-700	Il existe des mesures ayant un coût net direct négatif limité. De nombreuses mesures coûtent moins de 100 \$/tC <sub>eq</sub>
<b>Total</b>	<b>6900-8400<sup>d</sup></b>		<b>1900-2600<sup>e</sup></b>	<b>3600-5050<sup>e</sup></b>	

<sup>a</sup> Les bâtiments comprennent les appareils, les bâtiments proprement dits et leur structure.

<sup>b</sup> Pour l'agriculture, l'ampleur de la fourchette est due essentiellement à de vastes incertitudes à propos du CH<sub>4</sub>, du N<sub>2</sub>O et des émissions de CO<sub>2</sub> provenant du sol. Les déchets sont dominés par le méthane des décharges et l'on pourrait évaluer les émissions des autres secteurs avec davantage de précision, car elles sont dominées par le CO<sub>2</sub> fossile.

<sup>c</sup> Inclus dans les valeurs sectorielles indiquées au-dessus. Les réductions s'appliquent uniquement aux mesures de production d'électricité (passage au gaz ou au nucléaire, piégeage et stockage du CO<sub>2</sub>, amélioration de l'efficacité des centrales électriques et sources d'énergie renouvelables).

<sup>d</sup> Le total comprend tous les secteurs indiqués dans le chapitre 3 pour les six gaz. Il exclut les sources de CO<sub>2</sub> non liées à l'énergie (production de ciment : 160 MtC, combustion de gaz dans des torchères : 60 MtC, modification de l'occupation des sols : 600-1 400 MtC) et l'énergie totale employée pour la transformation de combustibles dans le secteur de l'utilisation finale (630 MtC). Si l'on ajoutait le raffinage du pétrole et le gaz des fours à coke, les émissions totales de CO<sub>2</sub>, qui s'élevaient à 7100 MtC en 1990, augmenteraient de 12 %. On notera que les émissions dues à la foresterie et les mesures d'atténuation de leurs puits de carbone ne sont pas incluses.

<sup>e</sup> Les scénarios de référence présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (pour les six gaz cités dans le Protocole de Kyoto) prévoient des émissions de 11 500 à 14 000 MtC<sub>eq</sub> en 2010 et de 12 000 à 16 000 MtC<sub>eq</sub> en 2020. Les évaluations concernant la réduction des émissions correspondent tout à fait aux tendances des émissions de référence dans le scénario B2 du Rapport spécial. Les réductions potentielles tiennent compte de la rotation régulière des investissements. Elles ne se limitent pas à des mesures rentables, mais elles excluent les mesures dont le coût est supérieur à 100 \$/tC<sub>eq</sub> (à l'exception des gaz cités dans le Protocole de Montréal) et celles qui ne seront pas adoptées conformément à des politiques généralement admises.

taux de retour internes privés, très variables et souvent nettement plus élevés, influent sur le taux d'adoption de ces techniques par des entités privées.

Selon le scénario d'émissions adopté, on pourrait ainsi réduire, entre 2010 et 2020, les émissions mondiales au-dessous des niveaux de 2000 à ces coûts directs nets. De telles réductions impliquent des frais de mise en œuvre supplémentaires, élevés dans certains cas, la nécessité éventuelle d'appuyer certaines politiques (comme celles décrites au paragraphe 18), une intensification de la recherche-développement, un transfert efficace de technologies et la suppression d'autres obstacles (paragraphe 17). Ces questions, ainsi que les coûts et avantages non cités dans cette évaluation, sont abordés dans les paragraphes 11, 12 et 13.

Les différentes études mondiales, régionales, nationales, sectorielles et par projet évaluées dans le présent rapport ont une envergure variable et reposent sur des hypothèses diverses. Il n'existe pas d'études pour tous les secteurs et toutes les régions. La fourchette de réduction des émissions présentée dans le *tableau 1* traduit l'incertitude des études correspondantes sur lesquelles elle est fondée (sections 3.3 à 3.8).

**8.** *Les forêts, les terres agricoles et d'autres écosystèmes terrestres offrent un potentiel d'atténuation élevé. Bien qu'ils ne soient pas nécessairement permanents, la conservation et le piégeage du carbone laissent le temps d'élaborer et de mettre en œuvre d'autres solutions.* On peut obtenir une atténuation biologique grâce à trois stratégies : a) conservation des bassins de carbone existants, b) piégeage en augmentant la taille des bassins de carbone, c) utilisation de produits biologiques obtenus de façon viable, par exemple du bois à la place de produits de construction gros consommateurs d'énergie et de la biomasse à la place des combustibles fossiles (sections 3.6 et 4.3). La conservation des bassins de carbone menacés, qui peut contribuer à éviter les émissions à condition qu'on prévienne le transfert d'émissions de carbone, ne saurait être viable que si l'on peut tenir compte des facteurs socio-économiques du déboisement et d'autres pertes de bassins de carbone. Le piégeage traduit la dynamique biologique de la croissance : souvent, il démarre lentement, passe par un maximum puis diminue sur une période allant de quelques décennies à plusieurs siècles.

La conservation et le piégeage conduisent à une augmentation des stocks de carbone, mais risquent d'entraîner plus tard des émissions plus importantes de carbone si ces écosystèmes sont gravement touchés par des perturbations naturelles ou directement ou indirectement imputables à l'homme. Même si les perturbations naturelles sont normalement suivies d'un nouveau piégeage, les activités nécessaires pour lutter contre ces perturbations peuvent jouer un rôle important en limitant les émissions de carbone. En principe, les avantages d'un remplacement peuvent se poursuivre indéfiniment. Une gestion appropriée des terres pour y produire des cultures, du bois et une bioénergie durable peut accroître les avantages d'une atténuation des changements climatiques. Si l'on tient compte de la concurrence pour l'exploitation des terres et des évaluations réalisées au titre du deuxième Rapport d'évaluation et du Rapport spécial sur l'utilisation des terres, les modifications y

relatives et la foresterie, le potentiel mondial estimatif des mesures d'atténuation biologique est de l'ordre de 100 GtC (cumulatives) d'ici 2050, ce qui équivaut à environ 10 à 20 pour cent des émissions potentielles de combustibles fossiles pendant cette période, bien que cette évaluation comporte d'importantes incertitudes. La réalisation de ce potentiel dépend de la disponibilité de terres et d'eau ainsi que du taux d'adoption de diverses pratiques de gestion des terres. Le plus grand potentiel biologique d'atténuation du carbone atmosphérique réside dans les régions subtropicales et tropicales. L'évaluation du coût de l'atténuation biologique à ce jour varie considérablement, allant de 0,1 \$US/tC à environ 20 \$US/tC dans plusieurs pays tropicaux et de 20 \$US/tC à 100 \$US/tC dans des pays non tropicaux. Les techniques d'analyse financière et de comptabilité du carbone ne sont pas comparables. En outre, dans de nombreux cas, le calcul des coûts n'inclut pas, entre autres choses, les coûts d'infrastructure, l'actualisation, le suivi, la collecte de données, les frais de mise en œuvre, les coûts de substitution des terres et de l'entretien, et d'autres coûts récurrents, qui sont souvent exclus ou négligés. Le bas des fourchettes est ramené vers le bas, mais la compréhension et le traitement des coûts s'améliorent avec le temps. Ces mesures d'atténuation biologique peuvent avoir des avantages sociaux, économiques et écologiques allant au-delà de la réduction du CO<sub>2</sub> atmosphérique si elles sont mises en œuvre correctement (par exemple, la biodiversité, la protection des bassins hydrographiques, l'amélioration de la gestion durable des terres et l'emploi rural). Cependant, si elles ne sont pas mises en œuvre correctement, elles peuvent entraîner des risques d'incidences négatives (par exemple, la perte de biodiversité, la perturbation des communautés et la pollution des eaux souterraines). Les mesures d'atténuation biologique peuvent conduire soit à la réduction soit à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> (sections 4.3 et 4.4).

**9.** *Il n'existe pas de solution unique pour obtenir de faibles émissions à l'avenir, et les pays et les régions vont devoir choisir leur propre voie. Les résultats de la plupart des modèles indiquent que les solutions technologiques connues<sup>8</sup> pourraient conduire à un grand nombre de niveaux de stabilisation du CO<sub>2</sub> atmosphérique, par exemple 550 ppmv, 450 ppmv ou moins au cours des 100 prochaines années ou davantage, mais leur mise en œuvre exigerait des transformations socio-économiques et institutionnelles.* Selon les scénarios, pour obtenir une stabilisation à ces niveaux, une très importante réduction des émissions mondiales de carbone par unité du PIB par rapport aux niveaux de 1990 sera nécessaire. Les progrès techniques et le transfert de technologie jouent un rôle essentiel dans les scénarios de stabilisation évalués dans le présent rapport. Pour le secteur primordial de l'énergie, presque tous les scénarios d'atténuation des gaz à effet de serre et de stabilisation des concentrations se caractérisent par la mise en place de techniques efficaces pour l'exploitation de l'énergie et

<sup>8</sup> On entend par "solutions techniques connues" les techniques actuelles qui sont opérationnelles ou qui en sont à une étape pilote et qui sont citées dans les scénarios d'atténuation présentés dans le présent rapport. Elles ne comprennent aucune nouvelle technique qui va exiger d'importantes percées technologiques. On peut ainsi considérer qu'elles représentent une évaluation prudente, étant donné la durée des scénarios.

## Encadré N° 2 — Techniques d'évaluation des coûts, des avantages et de leurs incertitudes

Pour divers facteurs, des différences et des incertitudes importantes caractérisent les évaluations quantitatives des coûts et des avantages des mesures d'atténuation. Deux catégories de techniques d'évaluation des coûts et des avantages sont décrites dans le deuxième Rapport d'évaluation : les démarches ascendantes, qui partent de l'évaluation de techniques et de secteurs donnés tels que ceux cités dans le paragraphe 7, et les études de modèles descendants, qui partent de relations macro-économiques telles que celles mentionnées dans le paragraphe 13. Ces deux démarches entraînent des différences dans l'évaluation des coûts et des avantages, qui se sont amenuisées depuis la parution du deuxième Rapport d'évaluation. Même si ces différences disparaissaient, d'autres incertitudes subsisteront. On peut évaluer les conséquences potentielles de ces incertitudes en analysant l'effet d'un changement apporté à une hypothèse donnée sur le coût total, à condition de tenir dûment compte de toutes les corrélations entre les variables.

l'approvisionnement énergétique et par l'emploi d'une énergie à teneur faible ou nulle en carbone. Toutefois, aucune solution technique isolée ne permettra d'obtenir la totalité des réductions d'émissions nécessaires. Les mesures de réduction des sources non énergétiques et des gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> représenteront également un potentiel important de réduction des émissions. Le transfert de technologie entre pays et régions élargira le choix des solutions au niveau régional, tandis que les économies d'échelle et l'apprentissage vont abaisser les coûts d'adoption de ces solutions (sections 2.3.2, 2.4 et 2.5).

**10.** *L'apprentissage et l'innovation sociaux et l'évolution de la structure institutionnelle pourraient contribuer à l'atténuation des changements climatiques.* L'évolution des règles collectives et des comportements individuels pourrait avoir des effets sensibles sur les émissions de gaz à effet de serre, mais elle aurait lieu dans un cadre institutionnel, réglementaire et juridique complexe. Plusieurs études indiquent que les systèmes actuels d'incitation peuvent favoriser une production et des modes de consommation grands consommateurs de ressources qui accroissent les émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs, par exemple les transports et le logement. A court terme, il existe des possibilités d'influer sur les comportements individuels et organisationnels grâce à des innovations sociales. A plus long terme, de telles innovations, associées à l'évolution des techniques, pourraient accroître le potentiel socio-économique, surtout si les préférences et les normes culturelles évoluent vers une réduction des émissions et un comportement viable. Ces innovations sont souvent freinées par des résistances, que l'on peut surmonter en encourageant le grand public à participer davantage au processus de prise de décisions. Cela peut contribuer à de nouvelles approches de la durabilité et de l'équité (sections 1.4.3, 5.3.8, 10.3.2 et 10.3.4).

### Coût et avantages accessoires<sup>9</sup> des mesures d'atténuation

**11.** *L'évaluation du coût et des avantages des mesures d'atténuation diffère en raison i) de la façon dont on mesure le bien public, ii) de l'envergure de l'analyse et de la méthode employée pour la réaliser, iii) des hypothèses sous-jacentes intégrées dans l'analyse. Il en résulte que le coût et les avantages évalués peuvent ne pas correspondre au coût et aux avantages réels de l'application de*

*mesures d'atténuation.* Pour ce qui est des points i) et ii), l'évaluation des coûts et des avantages dépend notamment du recyclage des recettes ainsi que du fait que les éléments suivants sont envisagés ou non et de quelle manière : frais de mise en œuvre et de transaction, conséquences de la répartition, gaz multiples, modification de l'occupation des terres, avantages des changements climatiques évités, avantages accessoires, mesures "sans regrets"<sup>10</sup> et évaluation des facteurs externes et des incidences indépendantes du marché. Les hypothèses sont notamment les suivantes.

- L'évolution démographique, le rythme et la structure de la croissance économique, l'augmentation de la mobilité individuelle, les innovations techniques telles que l'amélioration du rendement énergétique et la disponibilité de sources d'énergie à faible prix, la souplesse du placement de capitaux et du marché du travail, les prix, les distorsions fiscales dans le cas du scénario de référence (conditions de base).
- La portée et le moment de lancement de l'objectif d'atténuation.
- Des hypothèses concernant les mesures de mise en œuvre, par exemple l'ampleur de l'échange de droits d'émission, le mécanisme pour un développement "propre" et la mise en œuvre conjointe, la réglementation, les accords volontaires<sup>11</sup> et les frais de transaction associés.

<sup>9</sup> Les avantages accessoires sont les effets secondaires de politiques visant exclusivement à l'atténuation des changements climatiques. De telles politiques se répercutent non seulement sur les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi sur l'efficacité de l'exploitation des ressources, comme la réduction des émissions de polluants locaux et régionaux de l'air liés à l'emploi de combustibles fossiles, et sur des questions telles que celles des transports, de l'agriculture, des pratiques foncières, de l'emploi et de la sécurité des combustibles. On parle parfois d' "incidences secondaires" pour indiquer que dans certains cas, les avantages peuvent être négatifs.

<sup>10</sup> Dans le présent rapport comme dans le deuxième Rapport d'évaluation, les mesures "sans regrets" se définissent comme étant celles dont les avantages tels que la réduction du coût de l'énergie et des émissions de polluants locaux et régionaux sont égaux ou supérieurs à leur coût pour la société, à l'exclusion des avantages des changements climatiques évités.

<sup>11</sup> Un accord volontaire est un accord passé entre une autorité gouvernementale et un ou plusieurs groupes privés, ainsi qu'un engagement unilatéral reconnu par l'autorité publique visant à atteindre des objectifs écologiques ou à améliorer les performances environnementales au-delà de ce qui est convenu.

- Taux d'actualisation : les grandes échelles temporelles rendent essentielles les hypothèses relatives à l'actualisation, mais il n'existe toujours pas de consensus quant à des taux appropriés à long terme, bien que la documentation indique qu'on s'intéresse de plus en plus aux taux qui baissent avec le temps, donnant ainsi davantage de poids aux avantages à long terme. Il convient de distinguer ces taux d'actualisation des taux plus élevés généralement pratiqués par les agents privés dans les opérations de bourse. (Sections 7.2, 7.3, 8.2.1, 8.2.2 et 9.4)

**12.** *On peut limiter certaines émissions de gaz à effet de serre à un coût social net nul ou négatif dans la mesure où les politiques permettent d'exploiter des possibilités de mesures "sans regrets"* (sections 7.3.4 et 9.2.1).

- **Imperfections du marché.** La réduction des imperfections actuelles du marché et des institutions et d'autres obstacles qui s'opposent à l'adoption de mesures efficaces par rapport au coût de réduction des émissions peut faire baisser les coûts privés par rapport aux pratiques actuelles. Elle peut aussi réduire les coûts privés dans leur ensemble.

- **Avantages accessoires.** Les mesures d'atténuation des changements climatiques se répercuteront sur d'autres questions intéressant la société. Dans de nombreux cas, par exemple, la réduction des émissions de carbone entraînera la diminution simultanée de la pollution locale et régionale de l'air. Il est probable que les stratégies d'atténuation auront aussi des effets sur les transports, l'agriculture, les pratiques en matière d'occupation des sols, la gestion des déchets et d'autres questions d'intérêt social telles que l'emploi et la sécurité de l'énergie. Toutefois, tous les effets ne seront pas positifs : une conception et un choix soigneux des politiques permettra d'obtenir davantage d'effets positifs et moins d'effets négatifs. Dans certains cas, l'importance des avantages accessoires de l'atténuation sera comparable au coût des mesures d'atténuation, ces avantages s'ajoutant au potentiel des mesures "sans regrets", bien que les évaluations soient difficiles à réaliser et soient très variables (sections 7.3.3, 8.2.4, 9.2.2 à 9.2.8 et 9.2.10).

- **Double dividende.** Certains instruments (tels que les taxes ou les droits d'émission mis aux enchères) produisent des recettes pour les gouvernements. Si ces recettes servent à financer la réduction des taxes actuelles qui créent une distorsion ("recyclage des recettes"), elles permettront de réduire le coût économique de la réduction des gaz à effet de serre. L'importance de la compensation dépend de la structure fiscale existante, du type de réduction des taxes, des conditions du marché du travail et de la méthode de recyclage employée (sections 7.3.3, 8.2.2 et 9.2.1).

**13.** *L'évaluation du coût de la mise en application du Protocole de Kyoto par les pays cités à l'annexe B varie selon les études et les régions, comme l'indique le paragraphe 11, et dépend largement des hypothèses concernant l'emploi des mécanismes du Protocole de Kyoto et leurs interactions avec les mesures prises à l'échelon national.* La grande majorité des études mondiales qui rendent compte de ce coût et qui le comparent font appel à des modèles

énergétiques-économiques internationaux. Neuf de ces études font état des incidences sur le PIB<sup>12</sup> citées ci-après (sections 7.3.5, 8.3.1, 9.2.3 et 10.4.4).

*Pays figurant à l'annexe II*<sup>13</sup> : *En l'absence d'un échange de droits d'émission entre les pays figurant à l'annexe B*<sup>14</sup>, *la majorité des études d'envergure mondiale indiquent des réductions du PIB prévu représentant, en 2010, 0,2 à 2 pour cent environ pour les différents pays figurant à l'annexe II. S'il existe un échange total de droits d'émission entre tous les pays figurant à l'annexe B, les réductions estimatives se situeront, en 2010, entre 0,1 et 1,1 pour cent du PIB prévu*<sup>15</sup>. Dans ces études, on a lancé un grand nombre d'hypothèses, exposées dans le paragraphe 11. Dans les modèles dont les résultats sont présentés dans ce paragraphe, on suppose un emploi intégral de l'échange de droits d'émission sans frais de transaction. Les résultats, pour les cas où il n'existe pas de marché libre entre les pays figurant à l'annexe B, supposent des échanges nationaux complets dans chaque région. Les modèles ne tiennent compte ni des puits ni des gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub>. Ils n'incluent pas le mécanisme de développement propre, les mesures ayant un coût négatif, les avantages accessoires et le recyclage ciblé des recettes.

Dans toutes les régions, les coûts subissent également l'influence des facteurs suivants :

- Des restrictions quant à l'instauration d'un marché libre entre les pays figurant à l'annexe B, des frais de transaction élevés lors de l'application des mécanismes et une mise en œuvre nationale inefficace pourraient entraîner une augmentation des coûts.

- La prise en compte dans les politiques et les actions nationales des mesures "sans regrets"<sup>10</sup> citées dans le paragraphe 12, l'emploi du mécanisme de développement propre, les puits et l'inclusion des gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> pourraient permettre d'abaisser les coûts. Les coûts par pays pourraient varier plus largement.

<sup>12</sup> De nombreuses autres études qui tiennent compte de façon plus précise des particularités des pays et de la diversité des politiques visées présentent une fourchette plus large d'évaluation des coûts nets (section 8.2.2).

<sup>13</sup> Pays cités à l'annexe II : groupe de pays figurant à l'annexe II de la CCNUCC qui comprennent tous les pays développés appartenant à l'Organisation de coopération et de développement économiques.

<sup>14</sup> Pays cités à l'annexe B : groupe de pays figurant à l'annexe B du Protocole de Kyoto qui ont convenu d'un objectif en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, y compris tous les pays figurant à l'annexe I (modifiée en 1998) à l'exception de la Turquie et du Bélarus.

<sup>15</sup> On peut faire appel à de nombreux paramètres pour présenter les coûts. Par exemple, s'il existe un marché libre entre tous les pays cités à l'annexe B, le coût annuel de l'application des objectifs de Kyoto par les pays développés sera de l'ordre de 0,5 % du PIB, ce qui représente 125 milliards de dollars E.-U. par an, soit, en 2010, un total de 125 dollars E.-U. par personne dans les pays cités à l'annexe II (hypothèses formulées dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions). Cela correspond, sur une période de dix ans, à une incidence sur le taux de croissance économique inférieure à 0,1 % par an.

Les modèles indiquent que les mécanismes du Protocole de Kyoto, qui ont leur importance pour limiter les risques d'élévation des coûts dans certains pays, peuvent être complémentaires des politiques nationales. De même, ils peuvent minimiser les risques d'incidences internationales inéquitables et contribuer à répartir également les coûts marginaux. Les études mondiales de modélisation citées ci-dessus indiquent que les coûts marginaux nationaux dus à la poursuite des objectifs de Kyoto pourraient aller de 20 \$/US/tC à 600 \$/US/tC environ sans échanges, mais n'iraient que de 15 \$/US/tC à 150 \$/US/tC s'il existe un marché libre entre les pays figurant à l'annexe B. La réduction des coûts imputable à ces mécanismes pourrait dépendre des détails de leur mise en œuvre, et notamment de la compatibilité des mécanismes nationaux et internationaux, des contraintes et des frais de transaction.

*Pays à économie en transition : dans la plupart de ces pays, les effets sur le PIB peuvent être négligeables ou aller jusqu'à plusieurs points de pourcentage.* Cela indique des possibilités d'amélioration du rendement énergétique dont ne disposent pas les pays figurant à l'annexe II. Si l'on suppose une amélioration considérable du rendement énergétique et/ou la poursuite de la récession économique dans certains pays, les quantités attribuées pourraient être supérieures aux émissions prévues pendant la première période d'engagement. Dans ce cas, les modèles indiquent une augmentation du PIB grâce à des recettes provenant de l'échange des quantités attribuées. Cependant, pour certains pays à économie en transition, la mise en œuvre du Protocole de Kyoto aura sur le PIB des répercussions semblables à celles que subiront les pays figurant à l'annexe II.

**14.** *Selon des études d'efficacité par rapport au coût à échéance d'un siècle, le coût de la stabilisation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente lorsque le niveau de stabilisation de cette concentration diminue. Des conditions de base différentes peuvent avoir une influence importante sur les coûts absolus.* Si les coûts subissent une augmentation modérée lorsqu'on passe d'un niveau de stabilisation de la concentration de 750 ppmv à un niveau de 550 ppmv, ces coûts augmentent davantage si l'on passe de 550 à 450 ppmv à moins que les émissions, dans le scénario des conditions de base, soient très faibles. Toutefois, ces résultats ne tiennent pas compte du piégeage du carbone, de gaz autres que le CO<sub>2</sub> et de l'effet possible d'objectifs plus ambitieux sur les changements technologiques induits<sup>16</sup>. Les coûts correspondant à chaque niveau de concentration dépendent de nombreux facteurs parmi lesquels le taux d'actualisation, la répartition des réductions d'émissions dans le temps, les politiques et les mesures adoptées et en particulier le choix du scénario des conditions de base : pour les scénarios axés sur un développement durable au niveau local et régional, par exemple, le coût total de la stabilisation à un niveau donné est nettement plus faible que pour d'autres scénarios<sup>17</sup> (sections 2.5.2, 8.4.1 et 10.4.6).

<sup>16</sup> Les changements technologiques induits constituent un nouveau domaine d'étude. Aucun des documents du troisième Rapport d'évaluation portant sur les relations entre la concentration de CO<sub>2</sub> à échéance d'un siècle et les coûts n'indique de résultats pour des modèles tenant compte des changements technologiques induits. Les modèles qui en tiennent compte dans certains cas indiquent que la concentration à échéance d'un siècle peut être différente à croissance du PIB égale mais sous divers régimes politiques (section 8.4.1.4).

**15.** *Pour toute mesure d'atténuation des gaz à effet de serre, les coûts et les avantages économiques sont inégalement répartis entre les secteurs. Le coût des mesures d'atténuation pourrait être réduit à divers degrés par des politiques appropriées.* En général, il est plus facile d'identifier les activités qui subissent des pertes économiques par rapport à celles qui bénéficient d'avantages et leurs coûts économiques sont plus immédiats, plus concentrés et plus certains. Si des politiques d'atténuation sont adoptées, les secteurs du charbon, éventuellement du pétrole et du gaz et certains secteurs gros consommateurs d'énergie tels que celui de la production d'acier sont les plus susceptibles de souffrir d'un désavantage économique. D'autres secteurs, y compris les industries et les services faisant appel à des sources d'énergie renouvelables, pourraient bénéficier à long terme de l'évolution des prix et de l'existence de ressources financières et autres qui, autrement, auraient été consacrées à des secteurs à forte intensité de carbone. Des politiques telles que la suppression des subventions accordées pour les combustibles fossiles pourraient accroître les avantages globaux pour la société grâce à des gains d'efficacité économique, alors que l'emploi des mécanismes du Protocole de Kyoto pourrait permettre de réduire le coût économique net du respect des objectifs de l'annexe B. D'autres types de politiques, consistant par exemple à exempter les industries à forte intensité de carbone, permettent de redistribuer les coûts mais entraînent une augmentation du coût total pour la société. La plupart des études indiquent que les effets distributifs d'une taxe sur le carbone peuvent avoir des incidences négatives sur les groupes à faibles revenus sauf si les recettes tirées de cette taxe sont employées directement ou indirectement pour compenser de telles incidences (section 9.2.1).

**16.** *Les contraintes sur les émissions subies par les pays figurant à l'annexe I ont des effets d'entraînement<sup>18</sup> bien établis, quoique variés, sur les pays ne figurant pas à cette annexe (sections 8.3.2 et 9.3).*

● *Pays exportateurs de pétrole ne figurant pas à l'annexe 1 : les analyses présentent les coûts de façon différente, et notamment la réduction du PIB prévu et la réduction des recettes prévues provenant du pétrole<sup>19</sup>. L'étude qui indique les coûts les plus faibles prévoit, pour 2010, une réduction de 0,2 pour cent du PIB prévu sans échange de droits d'émission et de moins de 0,05 pour cent du PIB prévu pour les pays figurant à l'annexe B qui pratiquent l'échange de droits d'émission<sup>20</sup>. L'étude qui indique les coûts les plus élevés prévoit, pour 2010, une réduction de 25 pour cent des recettes tirées du pétrole s'il n'y a pas d'échange d'émissions, et de 13 pour cent pour les pays figurant à l'annexe B qui pratiquent l'échange de droits d'émission. Ces*

<sup>17</sup> La figure 1 indique l'influence des scénarios de référence sur l'ampleur des mesures d'atténuation nécessaires pour atteindre un niveau de stabilisation donné

<sup>18</sup> Les effets d'entraînement sont uniquement des effets économiques, et non des effets écologiques.

<sup>19</sup> On trouvera au tableau 9.4 du rapport principal des détails sur les six études analysées.

<sup>20</sup> On peut considérer ces coûts estimatifs comme étant la différence du taux de croissance du PIB pour la période 2000-2010. Sans échange de droits d'émission, le taux de croissance du PIB est réduit de 0,02 % par an. Pour les pays cités à l'annexe B qui pratiquent l'échange de droits d'émission, ce taux est réduit de moins de 0,005 % par an.

études, qui ne tiennent pas compte de politiques et de mesures<sup>21</sup> autres que l'échange de droits d'émission par les pays figurant à l'annexe B, susceptible de réduire les incidences subies par les pays exportateurs de pétrole ne figurant pas à l'annexe I, ont tendance à surestimer les coûts subis par ces pays et les coûts globaux.

Il est possible de réduire encore les effets subis par ces pays en supprimant les subventions accordées pour les combustibles fossiles, en restructurant les taxes sur l'énergie selon la teneur en carbone, en augmentant l'emploi du gaz naturel et en diversifiant l'économie des pays exportateurs de pétrole ne figurant pas à l'annexe I.

- *Autres pays ne figurant pas à l'annexe I : ceux-ci pourraient être lésés par la réduction de la demande d'exportation de leurs produits vers les pays de l'OCDE et par l'augmentation du prix des produits à forte teneur en carbone et autres produits qu'ils continuent d'importer. Ils pourraient bénéficier de la réduction du prix des combustibles et du transfert de technologies et de savoir-faire ne portant pas atteinte à l'environnement.* Le bilan net pour un pays donné dépend des facteurs dominants parmi ceux mentionnés. En raison de la complexité de la situation, la détermination des gagnants et des perdants reste incertaine.
- *Transfert d'émissions de carbone<sup>22</sup> : la réimplantation éventuelle de certaines industries à forte intensité de carbone dans des pays ne figurant pas à l'annexe I et l'augmentation des incidences de l'évolution des prix sur le flux des échanges commerciaux pourraient conduire à un transfert de l'ordre de 5 à 20 pour cent (section 8.3.2.2).* Les exemptions accordées par exemple aux industries à forte intensité de carbone rendent improbables les évaluations élevées des modèles quant au transfert d'émissions de carbone, mais pourraient entraîner l'élévation du coût total. Le transfert de technologies et de compétences écologiquement rationnelles, dont les modèles ne tiennent pas compte, pourrait conduire à une réduction du transfert d'émissions et faire plus que compenser ce transfert, surtout à long terme.

<sup>21</sup> Ces politiques et ces mesures comprennent celles qui concernent les gaz autres que le CO<sub>2</sub> et les sources non énergétiques de tous les gaz, la compensation des puits, la restructuration de l'industrie (par exemple, des producteurs d'énergie aux fournisseurs de services énergétiques), l'exploitation de la puissance de l'OPEP sur le marché et des mesures (prises par exemple, par les pays figurant à l'annexe B) liées au financement, aux assurances et au transfert de technologie. En outre, en général, les études ne tiennent pas compte des politiques et des effets susceptibles de réduire le coût total de l'atténuation : emploi des recettes fiscales pour réduire le poids de la fiscalité ou pour financer d'autres mesures d'atténuation, avantages accessoires pour l'environnement de la réduction de l'emploi de combustibles fossiles et changements technologiques induits par les politiques d'atténuation.

<sup>22</sup> Dans le présent contexte, le transfert d'émissions de carbone se définit comme étant l'augmentation des émissions de pays ne figurant pas à l'annexe B due aux réductions pratiquées par des pays cités à cette annexe, augmentation exprimée en pourcentage de ces réductions.

## Comment aboutir à une atténuation

**17.** *Pour mettre en œuvre avec succès les mesures d'atténuation des gaz à effet de serre, il convient de surmonter de nombreux obstacles d'ordre technique, économique, politique, culturel, social, comportemental et/ou institutionnel s'opposant à une exploitation complète des possibilités techniques, économiques et sociales qu'offrent ces mesures.* Les possibilités d'atténuation et les types d'obstacles varient selon les régions et les secteurs ainsi qu'avec le temps, en raison des fortes variations de la capacité d'atténuation. Les pauvres d'un pays donné disposent de possibilités limitées d'adopter des techniques ou de transformer leur comportement social, surtout s'ils ne s'inscrivent pas dans une économie marchande. La plupart des pays pourraient bénéficier d'un financement novateur, d'une réforme institutionnelle et d'une suppression des obstacles au commerce. Dans les pays industrialisés, les futures possibilités consistent, pour l'essentiel, à éliminer les obstacles sociaux et comportementaux. Dans les pays à économie en transition, elles consistent à rationaliser les prix. Dans les pays en développement, elles consistent à rationaliser les prix, à élargir l'accès à l'information, à offrir des techniques évoluées, des ressources financières, une formation et un renforcement des capacités. Dans tout pays, cependant, il existe des possibilités d'éliminer toute combinaison d'obstacles (sections 1.5, 5.3 et 5.4).

**18.** *Sur le plan national, les réactions aux changements climatiques peuvent gagner en efficacité si elles se présentent sous la forme d'un ensemble d'outils d'intervention visant à limiter ou à réduire les émissions de gaz à effet de serre.* Ces outils peuvent comprendre, selon la situation nationale, des taxes sur les émissions, le carbone et l'énergie, des permis d'émission négociables ou non, l'attribution et/ou la suppression de subventions, des consignes, les normes de technologie ou de performance, des conditions de répartition des sources d'énergie, l'interdiction de produits, des accords volontaires, des dépenses et des investissements publics et un appui à la recherche-développement. Chaque gouvernement peut adopter des critères d'évaluation distincts, susceptibles de conduire à la mise en place de divers ensembles d'instruments. La documentation en général n'accorde pas de préférence à certains outils d'intervention. Les instruments du marché peuvent être efficaces par rapport au coût dans de nombreux cas, surtout si l'on développe la capacité de les administrer. Les normes concernant le rendement énergétique et la réglementation relative aux résultats, largement employées, peuvent être efficaces dans de nombreux pays et précèdent parfois les instruments fondés sur le marché. Récemment, on a fait davantage appel à des accords volontaires, qui ont parfois précédé l'adoption de mesures plus rigoureuses. On met de plus en plus l'accent sur les campagnes d'information, l'étiquetage écologique et les campagnes de publicité faisant appel à des arguments écologiques, de façon indépendante ou en association avec des subventions d'incitation, pour informer les consommateurs et les fabricants et faire évoluer leur comportement. La recherche-développement d'Etat et/ou privée est importante pour faire progresser l'application à long terme et le transfert de technologies d'atténuation au-delà du potentiel actuel du marché ou de l'économie (section 6.2).

**19.** *On peut accroître l'efficacité des mesures d'atténuation des changements climatiques en intégrant les politiques climatiques aux objectifs non climatiques des politiques nationales et transformer ces mesures en vastes stratégies de transition afin d'aboutir aux transformations sociales et techniques à long terme qu'exigent le développement durable et l'atténuation des changements climatiques.* De même que les politiques climatiques peuvent offrir des avantages accessoires qui amélioreront le bien-être, de même les politiques non climatiques peuvent donner lieu à des avantages climatiques. Il serait peut-être possible de réduire sensiblement les émissions de gaz à effet de serre en poursuivant des objectifs climatiques par l'intermédiaire de politiques socio-économiques d'ordre général. Dans de nombreux pays, l'intensité de carbone des systèmes énergétiques peut varier en fonction des programmes généraux de développement de l'infrastructure énergétique, de la fixation des prix et de la politique fiscale. L'adoption de techniques de pointe écologiquement rationnelles offre des possibilités particulières de développement conciliable avec l'environnement tout en évitant les activités fortes productrices de gaz à effet de serre. Il est possible de favoriser le transfert de ces technologies vers des petites et moyennes entreprises. En outre, la prise en compte des avantages accessoires dans des stratégies globales de développement national peut réduire les obstacles politiques et institutionnels auxquels sont confrontées les institutions s'occupant du climat (sections 2.2.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.5.1, 2.5.2, 10.3.2 et 10.3.4).

**20.** *Des mesures coordonnées entre les pays et les secteurs peuvent contribuer à réduire les coûts de l'atténuation et à aborder les problèmes de compétitivité, les conflits potentiels avec les règles du commerce international et le transfert d'émissions de carbone. Un groupe de pays qui cherche à limiter ses émissions collectives de gaz à effet de serre peut décider d'adopter des instruments internationaux bien conçus.* Les instruments évalués dans le présent rapport et élaborés dans le Protocole de Kyoto sont l'échange de droits d'émission, la mise en œuvre conjointe et le mécanisme pour un développement "propre". D'autres instruments internationaux sont également évalués dans le présent rapport : des taxes coordonnées ou harmonisées sur les émissions, le carbone et l'énergie, une taxe sur les émissions, le carbone et l'énergie, des normes relatives aux produits et aux techniques, des accords volontaires avec l'industrie, des transferts directs de ressources financières et de technologies et la création coordonnée d'un environnement dynamique incitant par exemple à la réduction des subventions sur les combustibles fossiles. A ce jour, certains de ces instruments n'ont été envisagés que dans certaines régions (sections 6.3, 6.4.2, 10.2.7 et 10.2.8).

**21.** *La prise de décisions sur les changements climatiques constitue pour l'essentiel un processus séquentiel entaché d'incertitude.* Selon la documentation, une stratégie prudente de gestion des risques exige une prise en compte soigneuse des conséquences (tant écologiques qu'économiques), de leur probabilité d'occurrence et de l'attitude de la société par rapport à de tels risques. Cette attitude est susceptible de varier selon les pays et peut-être même selon les générations. Nous confirmons ici les constatations du deuxième Rapport d'évaluation selon lequel l'amélioration des informations sur les processus et les incidences des changements climatiques et les réactions de la société par rapport à ceux-ci sont susceptibles d'avoir une grande valeur. Des décisions à propos des

politiques climatiques à court terme sont en cours d'adoption alors que l'objectif de la stabilisation est toujours en cours de discussion. La documentation propose une solution pas à pas pour stabiliser la concentration des gaz à effet de serre. Il faudra pour cela équilibrer les risques d'une action insuffisante ou excessive. La question qui se pose est non pas "Quelle est la meilleure voie pour les 100 prochaines années?", mais "Quelle est la meilleure voie à court terme, étant donné les changements climatiques prévus à long terme et les incertitudes connexes?"(section 10.4.3).

**22.** *Nous confirmons ici les constatations du deuxième Rapport d'évaluation selon lequel un ensemble de mesures précoces comprenant l'atténuation des émissions, la mise au point de techniques et la réduction des incertitudes scientifiques donnent davantage de souplesse aux actions de stabilisation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. La combinaison appropriée de mesures varie avec le temps et selon l'endroit.* Des études de modélisation économique effectuées depuis le deuxième Rapport d'évaluation indiquent qu'à court terme, une évolution progressive du système énergétique mondial actuel vers une économie émettant moins de carbone minimise les coûts associés à la réforme prématurée des investissements actuels. Elle laisse également du temps pour mettre au point des techniques et évite de se fixer prématurément sur des versions périmées de techniques peu polluantes à la progression rapide. D'un autre côté, des mesures plus promptes à court terme réduiraient les risques pour l'environnement et pour l'homme d'une évolution rapide du climat.

En outre, elles favoriseraient une mise en place plus prompte des techniques peu polluantes actuelles, inciteraient fortement, à court terme, à une évolution technique susceptible d'éviter qu'on se fixe sur des techniques à forte intensité de carbone et permettraient un renforcement ultérieur des objectifs, si l'on juge que cela est souhaitable à la lumière de la progression de la compréhension scientifique (sections 2.3.2, 2.5.2, 8.4.1, 10.4.2 et 10.4.3).

**23.** *Il existe un rapport entre l'efficacité écologique d'un régime international, l'efficacité par rapport au coût des politiques climatiques et l'équité de l'accord.* On peut concevoir tout régime international de façon à en accroître l'efficacité et l'équité. La documentation, analysée dans le présent rapport, sur la formation de coalitions au sein des régimes internationaux présente diverses stratégies conformes à ces objectifs et indique notamment comment rendre plus attrayante l'adhésion à un régime grâce à une répartition appropriée des activités et à l'adoption de stimulants. Si l'analyse et les négociations portent souvent sur la réduction des coûts du système, il est également reconnu dans la documentation que la mise en place d'un régime efficace en ce qui concerne les changements climatiques doit tenir compte du développement durable et de questions non économiques (sections 1.3 et 10.2).

## Lacunes dans les connaissances

**24.** *Depuis les évaluations précédentes du GIEC, on comprend mieux les aspects scientifiques, techniques, environnementaux, économiques et sociaux de l'atténuation des changements climatiques. Toutefois, il convient d'effectuer d'autres recherches pour renforcer*

les futures évaluations et réduire les incertitudes dans la mesure du possible afin qu'on produise suffisamment d'informations pour élaborer des politiques concernant les réactions face aux changements climatiques et notamment pour effectuer des recherches dans les pays en développement.

Voici les hautes priorités définies pour combler davantage le fossé existant entre les connaissances actuelles et les besoins en matière d'élaboration de politiques.

- *Analyse plus poussée du potentiel régional, national et sectoriel des mesures d'innovation technique et sociale.* Celle-ci inclut la recherche sur le potentiel et le coût à court, moyen et long terme du CO<sub>2</sub> et des gaz autres que le CO<sub>2</sub> et sur les possibilités d'atténuation dans les secteurs autres qu'énergétiques, la compréhension de la diffusion des techniques dans diverses régions, le recensement des possibilités en matière d'innovation sociale conduisant à une diminution des émissions de gaz à effet de serre, une analyse exhaustive des incidences des mesures d'atténuation sur le bilan énergétique du carbone à l'intérieur et en dehors du système terrestre et quelques études de base dans le domaine de la géo-ingénierie.
- *Questions économiques, sociales et institutionnelles liées à l'atténuation des changements climatiques dans tous les pays.* Il faut donner la priorité à l'analyse des mesures d'atténuation particulières aux régions et des obstacles qui se dressent, aux répercussions des évaluations de l'équité, aux méthodes appropriées et aux sources de données améliorées sur l'atténuation des changements climatiques et le renforcement des capacités en matière d'évaluation intégrée et au renforcement, à l'avenir, de la recherche et des évaluations, notamment dans les pays en développement.
- *Techniques d'analyse du potentiel et du coût des mesures d'atténuation en s'attachant en particulier à la comparabilité*

des résultats. On peut prendre comme exemples la définition et la mesure des obstacles qui s'opposent aux actions de réduction des gaz à effet de serre, le fait de rendre plus logiques, plus reproductibles et plus accessibles les techniques de modélisation de l'atténuation, l'apprentissage des techniques de modélisation, l'amélioration des outils analytiques d'évaluation des avantages accessoires, en fixant par exemple le coût de la réduction de la concentration de gaz à effet de serre et d'autres polluants, l'analyse systématique de la mesure dans laquelle les coûts dépendent des estimations des conditions de base pour divers scénarios de stabilisation des gaz à effet de serre, la mise en place de cadres analytiques de décision permettant d'aborder l'incertitude et les risques socio-économiques et écologiques en matière de prise de décisions sur le climat, l'amélioration des modèles et des études d'envergure mondiale, des hypothèses sur lesquelles ils reposent et de leur cohérence pour le traitement et la signalisation des questions se rapportant aux pays et aux régions ne figurant pas à l'annexe I.

- *Evaluation des mesures d'atténuation des changements climatiques dans le contexte du développement, de la viabilité écologique et de l'équité.* On peut prendre comme exemples l'exploration d'autres modes de développement, et notamment de modes de consommation écologiquement viables dans tous les secteurs, y compris celui des transports, l'analyse intégrée de l'atténuation et de l'adaptation, l'identification de possibilités de synergie entre des politiques climatiques explicites et des politiques générales de promotion du développement durable, l'intégration de l'équité entre et parmi les générations dans l'analyse de l'atténuation des changements climatiques, les incidences des évaluations de l'équité et l'analyse des incidences scientifiques, techniques et économiques des mesures dans le cadre d'une vaste gamme de régimes de stabilisation.