

**Contribution du Groupe de travail III  
au quatrième Rapport d'évaluation  
du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat  
Bilan 2007 des changements climatiques: L'atténuation des changements climatiques**

---

## **Résumé à l'intention des décideurs**

---

**Ce résumé, approuvé en détail par la 9e session du Groupe de travail III du GIEC, Bangkok – Thaïlande, mai 2007, constitue la déclaration officiellement agréée du GIEC concernant l'atténuation des changements climatiques.**

**Basé sur un projet préparé par:**

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Rutu Dave, Ogunlade Davidson, Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, BertJan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam, Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla, Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi

## Table des matières

<b>A. Introduction</b> .....	3
<b>B. Tendances des émissions de gaz à effet de serre</b> .....	3
<b>C. Mesures d'atténuation à court et à moyen termes (jusqu'en 2030)</b> .....	9
<b>D. Mesures d'atténuation à long terme (après 2030)</b> .....	16
<b>E. Politiques, mesures et instruments visant à atténuer les changements climatiques</b> .....	20
<b>F. Développement durable et atténuation des changements climatiques</b> .....	24
<b>G. Lacunes dans les connaissances</b> .....	25
<b>Encadré final 1: Représentation de l'incertitude</b> .....	25

## A. Introduction

1. La contribution du Groupe de travail III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4) met l'accent sur les publications récentes consacrées aux aspects scientifiques, technologiques, environnementaux, économiques et sociaux de l'atténuation du changement climatique, et parues depuis le troisième Rapport d'évaluation du GIEC (TRE) et des Rapports spéciaux sur le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> (RSPSC), et sur la Protection de la couche d'ozone et du système climatique mondial (SROC).

Après l'introduction, le présent rapport se subdivise en six sections:

- Tendances des émissions des gaz à effet de serre (GES)
- Mesures d'atténuation à court et moyen termes dans divers secteurs de l'économie (jusqu'en 2030)
- Mesures d'atténuation à long terme (après 2030)
- Politiques, mesures et instruments visant à atténuer le changement climatique
- Développement durable et atténuation du changement climatique
- Lacunes dans les connaissances

Les références aux sections des chapitres correspondants sont indiquées entre crochets à la fin de chaque paragraphe. Le lecteur peut trouver l'explication des termes, acronymes et symboles chimiques utilisés dans le présent RID dans le glossaire annexé au rapport principal.

## B. Tendances des émissions des gaz à effet de serre

2. **Les émissions globales de gaz à effet de serre (GES) ont cru depuis l'époque préindustrielle, avec une augmentation de 70% entre 1970 et 2004** (bon accord, nombreuses mises en évidence)<sup>1</sup>

- Depuis l'époque préindustrielle, l'augmentation des émissions de GES anthropiques a conduit à une nette augmentation des concentrations de GES atmosphériques [1.3; Résumé du Groupe de travail I].
- Entre 1970 et 2004, les émissions globales de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC et SF<sub>6</sub>, pondérées par leur potentiel de réchauffement global (PRG), ont

augmenté de 70% (24% entre 1990 et 2004), de 28,7 à 49 gigatonnes en équivalent de dioxyde de carbone (GtCO<sub>2</sub>-eq)<sup>2</sup> (voir figure RID.1). Les émissions de ces gaz ont augmenté à des rythmes différents. Entre 1970 et 2004, les émissions de CO<sub>2</sub> ont augmenté d'environ 80% (28% entre 1990 et 2004) et ont représenté 77% des émissions totales des GES anthropiques en 2004.

- La plus forte augmentation des émissions de GES entre 1970 et 2004 provenait du secteur de la fourniture d'énergie (augmentation de 145%). La croissance des émissions directes<sup>3</sup> pendant cette période a été de 120% pour les transports, 65% pour l'industrie et de 40%<sup>4</sup> pour l'utilisation des terres, ses changements et la foresterie (UTCF)<sup>5</sup>.
- La diminution de l'intensité énergétique globale au cours des années 1970-2004 (-33%), a eu moins d'effet sur les émissions globales que l'effet combiné de l'augmentation mondiale des revenus par habitant (77%) et de la croissance démographique mondiale (69%), ces deux variables étant des facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation d'énergie (figure RID.2). La tendance à long terme d'une décroissance de l'intensité en carbone de la production d'électricité a changé de sens à partir de 2000. Les différences entre les revenus per capita, les émissions per capita et de l'intensité énergétique parmi les pays demeurent considérables. (figure RID.3). En 2004, les pays visés à l'Annexe I de la CCNUCC constituaient 20% de la population mondiale, produisaient 57% du Produit intérieur brut mondial basé sur le pouvoir d'achat paritaire (PIB<sub>ppp</sub>)<sup>6</sup>, et étaient responsables de 46% des émissions mondiales de GES (figure RID.3a) [1.3].
- Les émissions de substances détruisant l'ozone (ODS) réglementées par le Protocole de Montréal<sup>7</sup>, qui sont également des GES, ont considérablement décliné depuis les années 1990. En 2004 les émissions de ces gaz se situaient environ à 20% de leur niveau de [1.3].
- Divers secteurs et de nombreux pays ont pu réduire leurs émissions de GES grâce à des politiques menées dans les domaines du changement climatique, de la sécurité énergétique<sup>8</sup> et du développement durable. La portée de ces mesures n'a toutefois pas été encore suffisante pour contrer la croissance mondiale des émissions. [1.3, 12.2].

<sup>1</sup> Chaque résultat titre a, attachée, une évaluation de l'incertitude en termes « accord, mise en évidence » qui est étayée par les points qui le suivent. L'encadré final 1 donne une explication de cette représentation de l'incertitude.

<sup>2</sup> Par définition l'équivalence en CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-eq) est la quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> qui provoquerait le même forçage radiatif qu'une quantité émise donnée d'un gaz bien mélangé ou qu'un mélange de gaz bien mélangés, chacun étant multiplié par son PRG respectif afin de tenir compte des différences dans leur temps de rémanence dans l'atmosphère [Glossaire du rapport du Groupe I].

<sup>3</sup> Les émissions directes dans chaque secteur n'incluent pas les émissions du secteur électrique consommées dans les secteurs du bâtiment, de l'industrie et de l'agriculture, ni les émissions des opérations de raffinage du carburant destiné au secteur des transports.

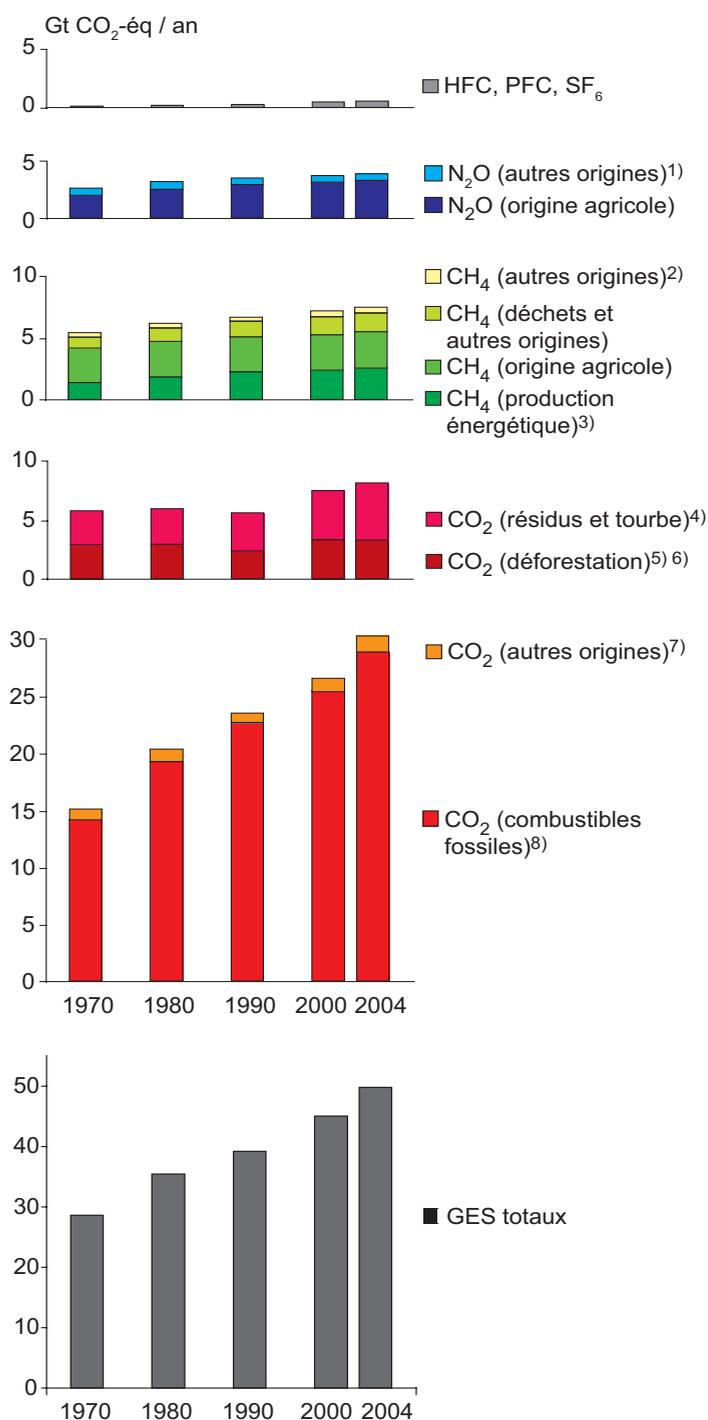
<sup>4</sup> Les termes "affectation des terres, évolution de l'affectation des terres et la foresterie" sont utilisés ici pour décrire l'ensemble des émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O dues au déboisement, à la biomasse et à sa combustion, à la décomposition de la biomasse dans le cadre de l'exploitation forestière et du déboisement, à la décomposition de la tourbe et aux feux de tourbières [1.3.1]. Ce terme englobe plus que les émissions dues au déboisement qui, elles, font l'objet d'un sous-titre séparé. Les émissions en question n'incluent pas l'élimination du carbone.

<sup>5</sup> Cette tendance est pour le total des émissions de l'UTCF dont les émissions de la déforestation sont un sous-ensemble et, en raison des incertitudes importantes sur les données, est significativement moins certain que pour les autres secteurs. Le rythme de la déforestation était globalement un peu inférieur dans la période 2000-2005 que dans la période 1990-2000 (9.2.1).

<sup>6</sup> Dans ce rapport, la métrique le PIB<sub>ppp</sub> n'est utilisée qu'à titre indicatif. Le calcul du PIB au taux de change commercial (TCC) et à la parité du pouvoir d'achat (PPA) est expliqué dans la note de bas de page 12.

<sup>7</sup> Halons, chlorofluorocarbures (CFC), hydrochlorofluorocarbures (HCFC), chloroforme de méthyle (CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>), tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>) et bromure de méthyle (CH<sub>3</sub>Br).

<sup>8</sup> La sécurité énergétique fait référence à la sécurité de l'approvisionnement en énergie.



**Figure RID 1:** Émissions globales de gaz à effet de serre sur la période 1970-2004 pondérées par le Potentiel de réchauffement global (PRG). Pour convertir les émissions en eq-CO<sub>2</sub>, on a utilisé les PRG sur 100 ans du GIEC (SRE 1996) (voir les lignes directrices pour l'établissement des inventaires d'émissions de la CCNUCC). Sont compris les CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PF et SF<sub>6</sub> provenant de toutes les sources.

Les deux catégories d'émission de CO<sub>2</sub> reflètent émissions de la production et de la consommation d'énergie (deuxième à partir du bas) et les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de l'évolution de l'affectation des terres (troisième à partir du bas) [Figure 1.1a].

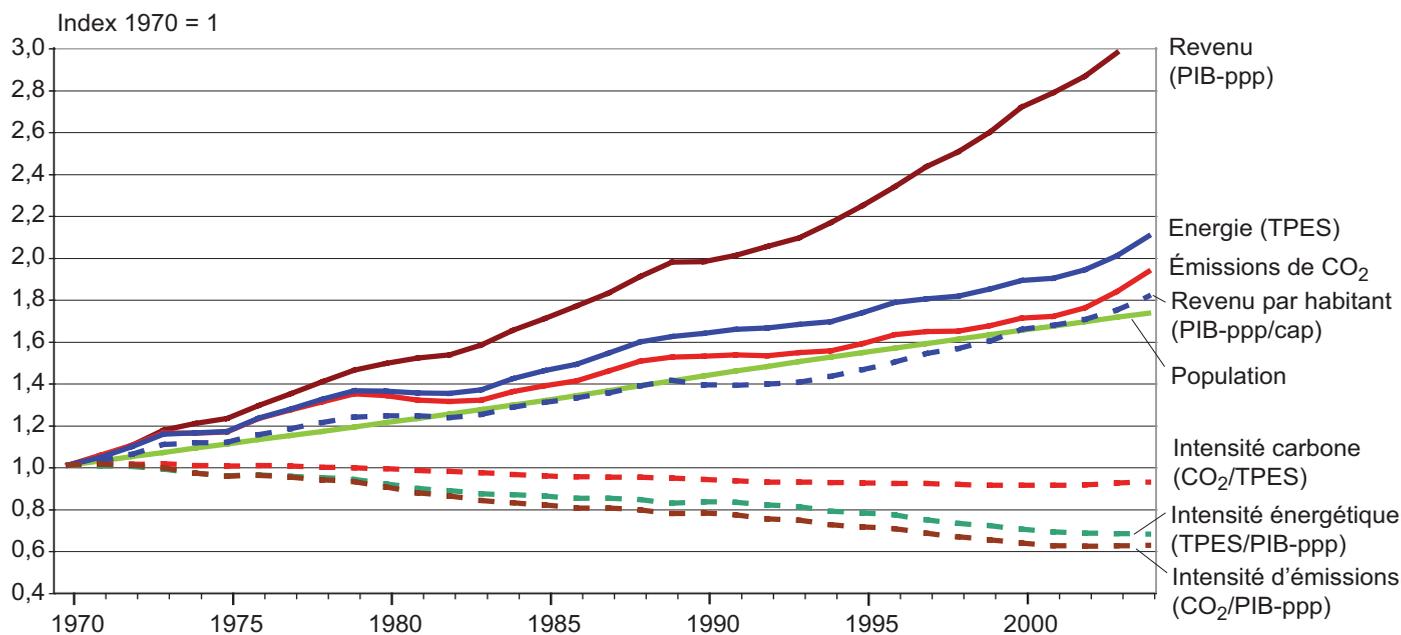
**Notes:**

1. La rubrique N<sub>2</sub>O «autres» comprend les processus industriels, le déboisement et les incendies de savanes, les eaux usées et les l'incinération des déchets
2. «Autre» correspond au CH<sub>4</sub> provenant des processus industriel et des feux de savanes
3. Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la dégradation (décomposition) de la biomasse située au-dessus du sol demeurant après l'abattage des arbres et le déboisement, ainsi que le CO<sub>2</sub> provenant des feux de tourbières et de la décomposition des sols de tourbe drainés.
4. Ainsi que l'utilisation habituelle des 10% de la biomasse totale, dans l'hypothèse où les autres 90% proviennent de la production de la biomasse durable. Corrigée pour 10% du carbone de la biomasse dont on suppose qu'il reste sous forme de charbon de bois après combustion.
5. Pour les données de combustion à grande échelle de biomasse de forêt et de brousse, moyennées sur 1997-2002 à partir des données satellitaires de la base sur les émissions globales des feux.
6. Production de ciment et torchères de gaz naturel.
7. L'utilisation des combustibles fossiles inclut les émissions provenant des matières premières réserves.

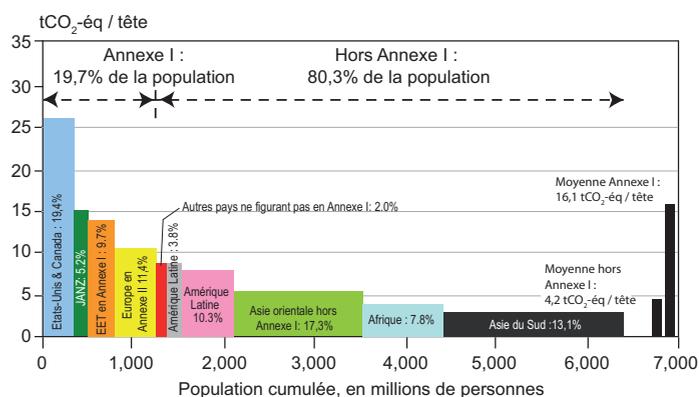
**3. Au vu des mesures actuelles d'atténuation des changements climatiques et des pratiques associées pour un développement durable, les émissions globales des GES vont continuer d'augmenter pendant les quelques décennies à venir (bon accord, nombreuses mises en évidence).**

- D'après les scénarios RSSE (sans atténuation), le niveau de référence des émissions mondiales de GES s'élèvera dans une fourchette entre 9,7 Gt éq-CO<sub>2</sub> et 36,7 Gt éq-CO<sub>2</sub> (25-90%) entre 2000 et 2030<sup>10</sup> (Encadré RID.1 et figure RID.4). Dans ces scénarios, les combustibles fossiles garderont une place dominante dans le mix énergétique global jusqu'en 2030 au moins. De ce fait, on s'attend à ce que les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la consommation d'énergie subissent une hausse de 40 à 110% entre 2000 et 2030. Entre les deux tiers et les trois quarts de cet accroissement des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine énergétique devraient provenir des régions non visées à l'Annexe I, dont les émissions de CO<sub>2</sub> énergétiques par habitant en 2030 resteront vraisemblablement inférieures (2,8-5,1 tCO<sub>2</sub>/hab.) à celles des régions visées à l'Annexe I (9,6-15,1 tCO<sub>2</sub>/hab.). D'après les scénarios du RSSE, on s'attend à ce que leur consommation d'énergie par unité de PIB (6,2 – 9,9 MJ/\$US PIB) soit inférieure à celle des Pays non visés à l'Annexe I (11,0 – 21,6 MJ/\$US PIB). [1.3, 3.2]

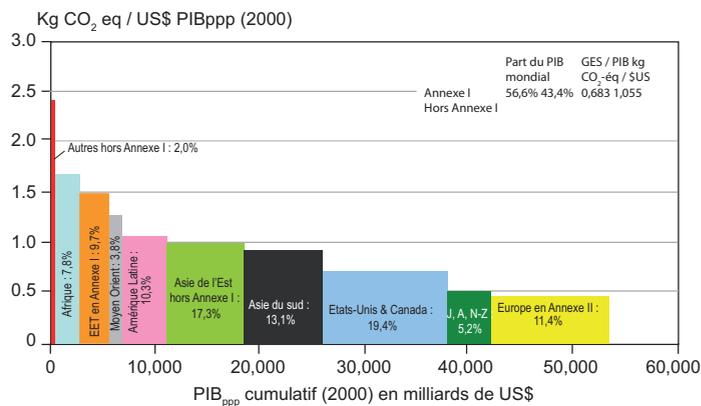
<sup>9</sup> D'après le RSSE 2000, les émissions de GES représenteraient 39,8 Gteq-CO<sub>2</sub>, quantité inférieure à celle qui est indiquée dans la base de données EDGAR pour 2000 (45 Gteq-CO<sub>2</sub>). Cet écart est du principalement à des différences dans les émissions de l'UTCf.



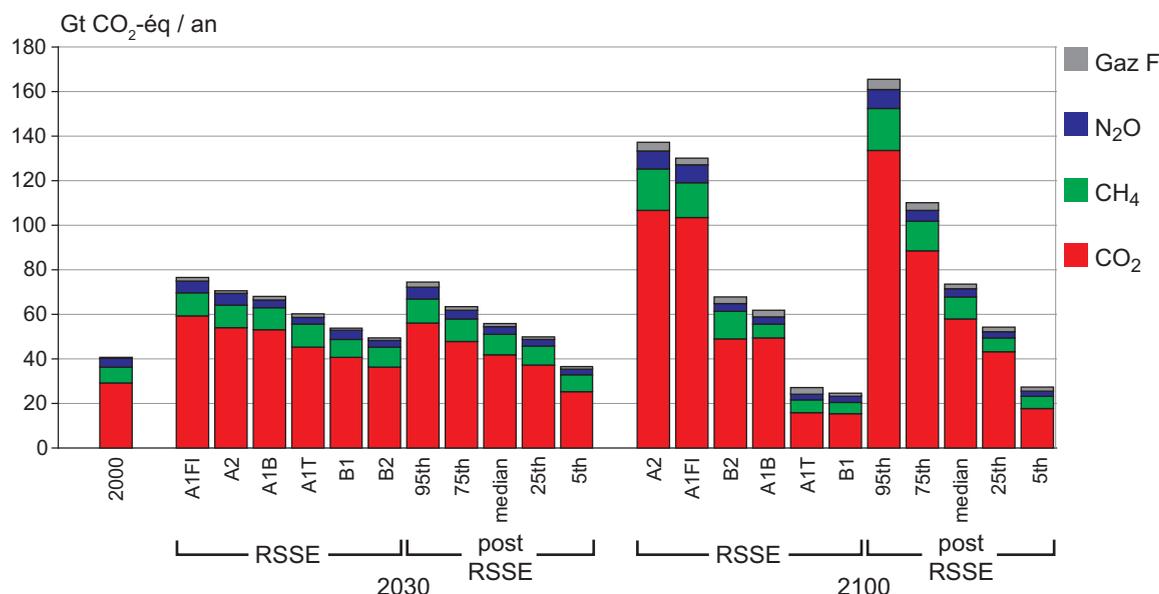
**Figure RID 2:** Croissance relative mondiale du Produit intérieur brut (PIB) en termes de PPA (PIB<sub>ppa</sub>), de Fourniture Totale d'Énergie Primaire (FTEP), des émissions de CO<sub>2</sub> (provenant de la combustion de combustibles fossiles, des torchères de gaz et des cimenteries) et de la population (Pop). En outre, pour la période 1970-2004 les lignes en pointillé indiquent les revenus par habitant (PIB<sub>ppa</sub>/Pop), l'intensité énergétique (FTEP/PIB<sub>ppa</sub>), l'intensité en carbone de la fourniture d'énergie (CO<sub>2</sub>/FTEP), et l'intensité des émissions des processus de production économique (CO<sub>2</sub>/PIB<sub>ppa</sub>). [Figure 1.5]



**Figure RID 3a:** Distribution régionale des émissions de GES per capita (tous les GES régis par le Protocole de Kyoto, y compris ceux, provenant de l'affectation des terres) en fonction de la population pour différents groupes de pays, pour l'année 2004. Le pourcentage indiqué dans les barres correspond à la part des régions dans les émissions globales de GES [Figure 1.4a].



**Figure RID 3b:** Distribution régionale des émissions de GES (tous les GES régis par le Protocole de Kyoto, y compris ceux, provenant de l'affectation des terres) par \$US du PIBppa par rapport au PIBppp des différents groupes de pays, pour l'année 2004. Les pourcentages indiqués dans les barres correspondent à la part des régions dans les émissions globales de GES [Figure 1.4b].



**Figure RID 4:** Émissions globales de GES en 2000 et projection des émissions de référence<sup>11</sup> pour 2030 et 2100 d'après le RSSE du GIEC et les publications post-RSSE. La figure présente les émissions d'après les six scénarios illustratifs du RSSE, ainsi que la distribution de la fréquence des émissions dans les scénarios post-RSSE (5<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, médian, 75<sup>e</sup>, 95<sup>e</sup> percentiles), comme expliqué dans le chapitre 3. Les gaz F sont les HFC, PFC et SF<sub>6</sub> [1.3, 3.2, Figure 1.7]. [modification de la rédaction: ajout d'une note de bas de page à la légende]

**4. Les gammes des scénarios d'émissions de référence publiés depuis le RSSE<sup>10</sup>, sont comparables à celles qui sont présentées dans le Rapport spécial sur les Scénarios d'émissions (RSSE) du GIEC (25-135 Gt éq-CO<sub>2</sub>/an en 2100, voir la figure RID.4). (accord élevé, beaucoup d'évidence)**

- Les études effectuées depuis le RSSE ont utilisé des valeurs plus basses pour certains facteurs d'émissions, notamment pour les projections concernant la population. Toutefois, dans le cas des études qui incluaient ces nouvelles projections de population, la modification d'autres facteurs, tels que la croissance économique, n'a que peu altéré l'ensemble des niveaux d'émissions. Les projections de la croissance économique pour l'Afrique, l'Amérique Latine et le Moyen-Orient jusqu'en 2030 dans les scénarios de

référence post-RSSE sont inférieures à celles du RSSE, mais l'effet sur la croissance économique mondiale et l'ensemble des émissions en est négligeable [3.2].

- La représentation des émissions d'aérosols et de leurs précurseurs, y compris le dioxyde de soufre, la suie et le carbone organique, qui ont un net effet de refroidissement<sup>11</sup>, a été améliorée. En règle générale, ces émissions sont inférieures à celles présentées dans le RSSE [3.2].
- Selon les études disponibles, le choix du taux de conversion pour le PIB (TCC ou PPA), s'il est appliqué de façon régulière, n'a que peu d'effet sur les émissions projetées<sup>12</sup>. Les différences, si elles existent, sont faibles par comparaison aux incertitudes découlant de paramètres hypothétiques d'autres scénarios, comme le développement technologique, par exemple [3.2].

<sup>10</sup> Les scénarios de référence n'incluent pas de politiques climatiques autres que celles qui sont déjà mises en place ; des études plus récentes donnent des résultats différents du fait de l'inclusion de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto.

<sup>11</sup> Voir le rapport RE4 GT I, chapitre 10.2.

<sup>12</sup> Depuis le TRE, les différents taux de conversion utilisés dans divers scénarios d'émissions ont donné matière à d'amples discussions. Deux métriques ont été utilisées pour comparer le PIB entre différents pays. L'utilisation du TCC est préférable pour les analyses impliquant des produits objets d'échanges commerciaux internationaux. L'utilisation de la PPA est préférable pour des analyses impliquant des comparaisons de revenus entre des pays de niveau de développement très différents. La plupart des unités monétaires indiquées dans le présent rapport sont exprimées en termes de TCC, puisque la grande majorité des publications portant sur l'atténuation des émissions est basée sur le TCC. Lorsque les unités monétaires sont exprimées en termes de PPA, la base en est le PIB<sub>ppa</sub>.

### Encadré RID.1: Scénarios d'émissions présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions du GIEC (RSSE)

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), 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 préservation 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 RSSE 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.

*Cet encadré présentant un résumé des scénarios du RSSE a été repris du troisième Rapport d'évaluation après avoir été approuvé en détail par le Groupe d'experts.*

### Encadré RID 2: Potentiel d'atténuation et approches analytiques

Le concept du « potentiel d'atténuation » a été élaboré dans le but d'évaluer la portée possible des réductions des GES, par rapport à un niveau de référence des émissions, pour un prix de carbone donné (exprimé en coût des émissions évitées en CO<sub>2</sub> équivalent). Le potentiel d'atténuation recouvre le « potentiel du marché » et le « potentiel économique », comme expliqué ci-après.

**Le potentiel du marché** représente le potentiel d'atténuation basé sur les coûts privés et les taux d'amortissement privés<sup>13</sup>, susceptible de se réaliser dans des conditions prévues du marché, y compris les politiques et mesures déjà en place, compte tenu des obstacles qui font obstacle à la réalisation effective [2.4].

<sup>13</sup> Les coûts et taux d'amortissement privés reflètent les perspectives des consommateurs privés et des entreprises; une explication détaillée se trouvera dans le Glossaire.

(Encadré RID2 continué)

**Le potentiel économique** représente le potentiel d'atténuation qui tient compte des coûts et avantages sociaux<sup>14</sup>, ainsi que des taux d'amortissement sociaux, en supposant que l'efficacité du marché est améliorée par les politiques et mesures et que les obstacles sont franchis [2.4].

Les études portant sur le potentiel du marché informent les décideurs sur le potentiel d'atténuation, compte tenu des politiques et obstacles existants, alors que les études portant sur les potentiels économiques indiquent ce qui pourrait être réalisé si de nouvelles politiques supplémentaires étaient mises en place pour supprimer les obstacles, et incluaient les coûts et avantages sociaux. De ce fait, le potentiel économique est généralement supérieur au potentiel de marché.

Pour évaluer le potentiel d'atténuation, il existe plusieurs types d'approches. Le potentiel économique est essentiellement évalué à partir de deux grandes catégories d'approches : le « l'approche ascendante » et le « l'approche descendante ».

Les études ascendantes sont basées sur l'évaluation des options en matière d'atténuation, mettant l'accent sur des technologies et des réglementations spécifiques. Ce sont des études essentiellement sectorielles dans lesquelles la macroéconomie reste invariable. Les estimations sectorielles ont été agrégées, comme dans le TRE, afin de fournir une estimation du potentiel global d'atténuation dans la présente évaluation.

**Les études descendantes** portent sur l'évaluation du potentiel d'atténuation pour l'ensemble de l'économie. Elles utilisent des cadres et des ensembles de données cohérents pour examiner les options d'atténuation et tiennent compte des rétroactions liées aux systèmes macroéconomiques et aux marchés.

Depuis le TRE, la différence entre les modèles ascendants et descendants s'est estompée du fait que les modèles descendants incorporent maintenant de plus en plus d'options technologiques d'atténuation et que les modèles ascendants incorporent davantage de rétroactions macroéconomiques et celles du marché, et que la structure de leurs modèles intègre également l'analyse des obstacles.

Les études ascendantes sont particulièrement utiles pour l'évaluation des options spécifiques d'une politique au niveau sectoriel, par exemple les options visant à améliorer l'efficacité énergétique, tandis que les études descendantes sont utiles pour évaluer les politiques climatiques intersectorielles ou touchant à l'ensemble de l'économie, telles que la taxation du carbone et les politiques de stabilisation.

Les études actuelles du potentiel économique, ascendantes et descendantes, sont toutefois limitées en ce sens qu'elles ne tiennent pas compte de tous les choix possibles des modes de vie ni de toutes les externalités, comme la pollution locale de l'air. Elles ne représentent que partiellement des régions, pays, secteurs, gaz et obstacles. Les coûts projetés des mesures d'atténuation ne tiennent pas compte des avantages potentiels d'un changement climatique évité.

### Encadré RID 3: Hypothèses contenues dans les études sur les portefeuilles d'atténuation et sur les coûts macroéconomiques

Les études sur les portefeuilles d'atténuation et sur les coûts macroéconomiques, évaluées dans le présent rapport, sont basées sur les modèles ascendants. La plupart des modèles abordent les portefeuilles d'atténuation sur la base d'une approche fondée sur un coût global minimum et des émissions mondialement négociables, dans une conjoncture de transparence des marchés, de coûts de transactions inexistantes et donc d'une application optimale des mesures d'atténuation dans le courant du XXI<sup>e</sup> siècle. Les coûts sont indiqués pour une date donnée.

Si des régions, des secteurs (par exemple, l'affectation des terres) ou des gaz sont exclus, les coûts globaux prévus augmenteront. L'intégration de niveaux de références plus bas, de revenus provenant de taxes sur le carbone et de permis d'échanges et de l'apprentissage technologique, contribuera à diminuer les coûts mondiaux modélisés. Ces modèles ne tiennent compte ni des effets bénéfiques du changement climatique, ni, en règle générale, des avantages connexes des mesures d'atténuation ou des questions relatives à l'équité.

<sup>14</sup> Les coûts sociaux et taux d'amortissement sociaux reflètent les perspectives de la société. Les taux d'amortissement sociaux sont inférieurs à ceux appliqués par les investisseurs privés; une explication détaillée se trouvera dans le Glossaire.

## C. Atténuation à court et moyen termes (jusqu'en 2030)

### 5. Les études ascendantes et descendantes indiquent l'existence d'un potentiel économique considérable pour atténuer les émissions globales de GES au cours des prochaines décennies, qui permettrait de décaler l'augmentation globale prévue des émissions ou de ramener les émissions en-dessous des niveaux actuels (*accord élevé, beaucoup de mises en évidence*)

Les tableaux ci-après présentent les incertitudes liées aux estimations sous forme de fourchettes afin de refléter les éventails des bases de référence, les rythmes du développement technologique et d'autres facteurs propres aux différentes approches. En outre, des incertitudes résultent également du fait que l'information relative aux pays, aux secteurs et aux gaz, est limitée.

#### Études ascendantes:

- Pour 2030, le tableau RID 1 ci-dessous et la figure RID 5A de la présente évaluation (voir Encadré RID.2) donnent un aperçu du potentiel économique estimé selon une approche ascendante. A titre de référence, en l'an 2000 les émissions représentaient 43 Gt  $\text{eq-CO}_2$ . [11.3]:

- Selon les études, les possibilités d'atténuation à coûts négatifs nets<sup>15</sup> ont le potentiel nécessaire pour réduire les émissions d'environ 6 Gt  $\text{eq-CO}_2/\text{an}$  en 2030. Pour atteindre ce résultat il faudra s'intéresser aux obstacles à la mise en application des mesures [11.3].
- Isolément, aucun secteur ni aucune technologie ne saurait relever le défi posé par une atténuation totale. Chacun des secteurs évalués participe à l'ensemble de la tâche (voir figure RID 6). Le tableau RID 3 présente les technologies et les pratiques clés pour les différents secteurs respectifs [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4].

#### Études descendantes:

- Le tableau RID 2 ci-dessous et la figure RID 5B présentent des réductions d'émissions pour 2030 calculées d'après les études descendantes. Les potentiels économiques mondiaux indiqués par les études descendantes correspondent à ceux des modèles ascendants (voir Encadré RID 2), bien qu'avec des différences sectorielles considérables [3.6].
- Les estimations présentées dans le tableau RID 2 ont été déduites à partir de scénarios de stabilisation, c.-à-d. qu'elles concourent vers une stabilisation à long terme des concentrations de GES atmosphériques [3.6].

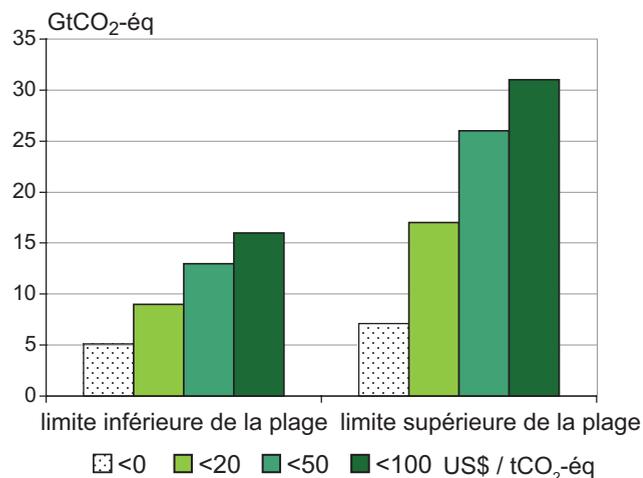
**Tableau RID 1:** Estimations du potentiel économique global des mesures d'atténuation pour 2030 à partir d'études ascendantes.

Prix du carbone (US\$/t $\text{CO}_2\text{-eq}$ )	Potentiel économique (Gt $\text{CO}_2\text{-eq}/\text{an}$ )	Réduction par rapport au scénario A1B du RSSE (68 Gt $\text{eq-CO}_2/\text{an}$ ) (%)	Réduction par rapport au scénario B2 du RSSE (68 Gt $\text{eq-CO}_2/\text{an}$ ) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

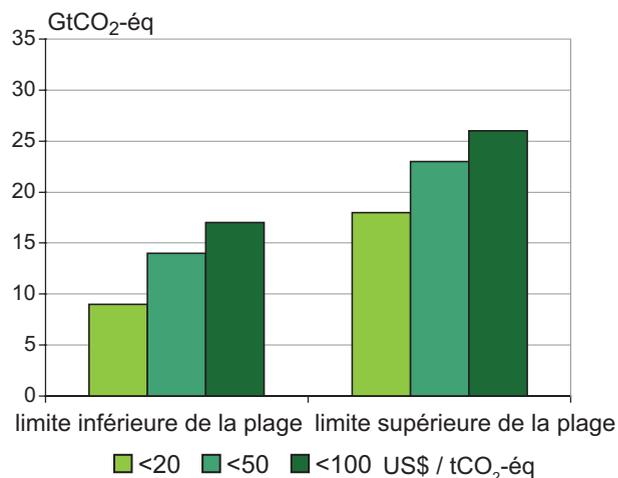
**Tableau RID 2:** Estimations du potentiel économique global des mesures d'atténuation pour 2030 à partir d'études descendantes.

Prix du carbone (US\$/t $\text{CO}_2\text{-eq}$ )	Potentiel économique (Gt $\text{CO}_2\text{-eq}/\text{an}$ )	Réduction par rapport au scénario A1B du RSSE (68 Gt $\text{eq-CO}_2/\text{an}$ ) (%)	Réduction par rapport au scénario B2 du RSSE (68 Gt $\text{eq-CO}_2/\text{an}$ ) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

<sup>15</sup> Dans le présent rapport, ainsi que dans le SRE et le TRE, les options avec des coûts négatifs nets (options sans regrets) sont celles dont les avantages, tels que la réduction des coûts de l'énergie et la réduction des polluants à l'échelle locale/régionale, sont égaux ou supérieurs à leurs coûts de société, à l'exclusion des avantages provenant d'un changement climatique évité (voir Encadré RID 1).



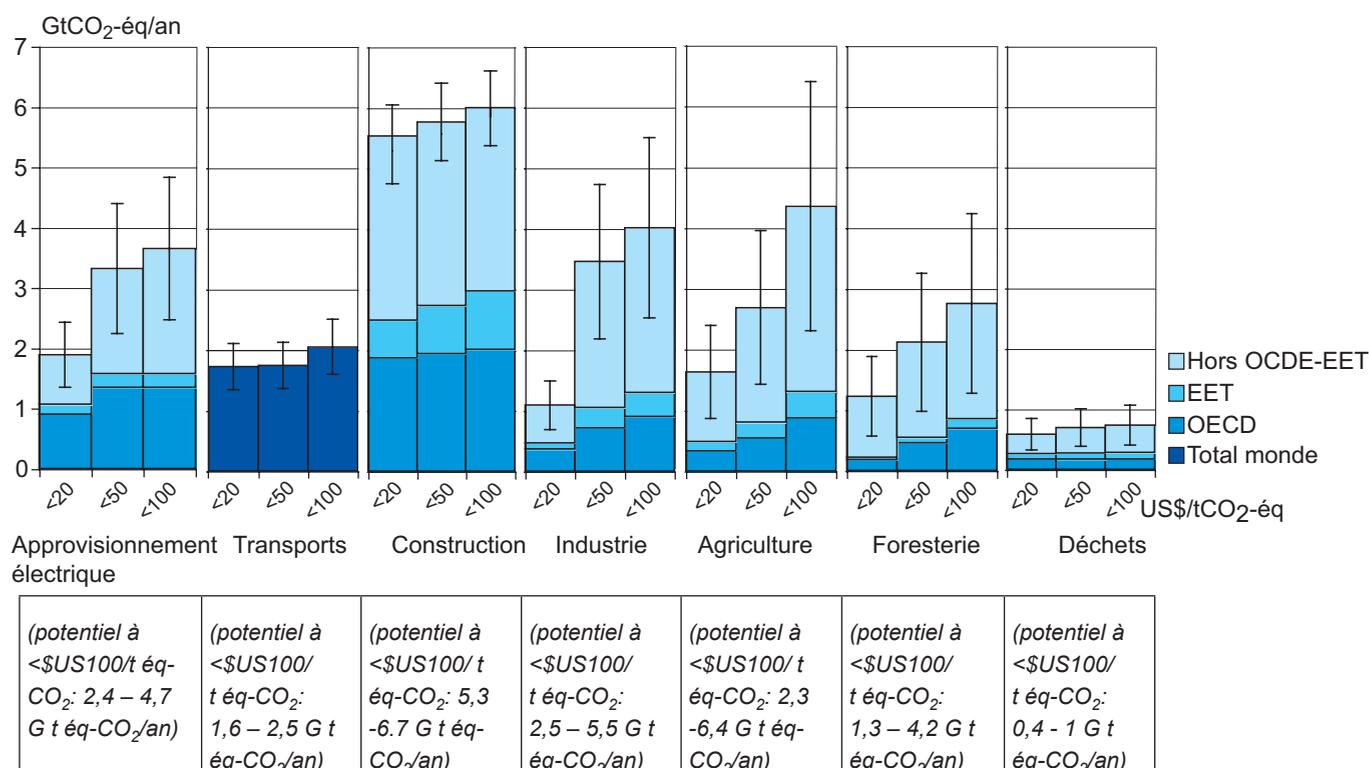
**Figure RID 5A:** Estimation du potentiel économique global des mesures d'atténuation pour 2030, d'après les études ascendantes (données du tableau RID 1)



**Figure RID 5B:** Estimation du potentiel économique global des mesures d'atténuation pour 2030, les études descendantes données du tableau RID 2)

**Tableau RID 3:** Principales technologies et pratiques d'atténuation par secteur. Les secteurs et les technologies ne sont pas donnés dans un ordre particulier. Les pratiques non technologiques, telles que les modifications du mode de vie, ne sont pas incluses dans ce tableau (mais sont examinées au paragraphe 7 du présent Résumé).

Secteur	Technologies d'atténuation clés et pratiques déjà sur le marché	Technologies d'atténuation clés et pratiques clés dont la commercialisation est prévue avant 2030.
Fourniture d'énergie [4.3, 4.4]	Améliorations de l'efficacité de la production et de la distribution; passage du charbon au gaz; énergie nucléaire; chaleur et énergie renouvelables (énergie hydroélectrique, solaire, éolienne, géothermique et énergie verte); chaleur et énergie couplées; mise en œuvre préalable du PSC (stockage du CO <sub>2</sub> extrait du gaz naturel, par exemple)	Piégeage et stockage du carbone (PSC) pour les centrales électriques fonctionnant au gaz, à la biomasse et au charbon; énergie nucléaire de pointe; énergie renouvelable de pointe, y compris, l'énergie marémotrice, solaire et solaire photovoltaïque.
Transport [5.4]	D'avantage de véhicules à carburant performant; véhicules hybrides; véhicules à diesel propre; biocarburants; passage du mode de transport routier au transport ferroviaire et aux systèmes de transport public; transport non motorisé (bicyclette, marche); planification de l'affectation des terres et des transports	Biocarburants de la deuxième génération; avions plus performants; véhicules électriques et hybrides perfectionnés fonctionnant avec des batteries plus puissantes et plus fiables
Bâtiment [6.5]	Efficacité de l'éclairage et utilisation de la lumière du jour; performance accrue des appareils électriques, de chauffage et de climatisation; amélioration des appareils de cuisson; amélioration de l'isolation; conception active et passive de l'énergie solaire pour le chauffage et la climatisation; fluides de réfrigération de substitution, récupération et recyclage des gaz fluorés	Conception intégrée des bâtiments à usage commercial, comprenant des technologies de contrôle et de feedback, telles que la gestion intelligente des compteurs; énergie solaire photovoltaïque intégrée dans les bâtiments
Industrie [7.5]	Utilisation finale plus efficace des équipements; récupération de la chaleur et de l'énergie; recyclage et substitution des matériaux; gestion des émissions de gaz autres que le CO <sub>2</sub> ; diverses technologies spécifiques aux processus	Efficacité énergétique de pointe; PSC pour les cimenteries, les fabriques d'ammoniaque et l'industrie sidérurgique; électrodes inertes pour la fabrication de l'aluminium
Agriculture [8.4]	Amélioration de la gestion des terres cultivées et des pâturages visant à augmenter le stockage du carbone dans les sols; réhabilitation des sols tourbeux cultivés et des terres dégradées; amélioration des techniques rizicoles, de la gestion du bétail et du fumier pour réduire les émissions de CH <sub>4</sub> ; amélioration des techniques d'épandage des engrais azotés pour réduire les émissions de N <sub>2</sub> O; culture de végétaux spécifiques pour remplacer les combustibles fossiles; amélioration de l'efficacité énergétique	Amélioration du rendement des récoltes
Foresterie/forêts [9.4]	Boisement; reboisement; gestion forestière; diminution du déboisement; gestion de l'exploitation forestière; emploi de produits forestiers en tant qu'énergie verte pour remplacer les combustibles fossiles	Tree species improvement to increase biomass productivity and carbon sequestration. Improved remote sensing technologies for analysis of vegetation/ soil carbon sequestration potential and mapping land use change.
Déchets [10.4]	Récupération du méthane des sites d'enfouissement; incinération des déchets avec récupération d'énergie; compostage des déchets organiques; gestion du traitement des eaux usées; recyclage et minimisation des déchets	Biocovers and biofilters to optimize CH <sub>4</sub> oxidation.



**Figure RID 6:** Potentiel économique sectoriel estimé pour l'atténuation mondiale pour différentes régions en fonction du prix du carbone en 2030 à partir d'études ascendantes, par rapport aux bases de références hypothétiques des évaluations sectorielles. Une explication complète de la façon dont cette figure a été établie se trouve au paragraphe 11.3.

1. Les lignes verticales indiquent les fourchettes des potentiels économiques mondiaux estimées par secteur. Les fourchettes sont basées sur l'allocation des émissions en fonction de l'usage final, ce qui signifie que les émissions de l'électricité sont comptabilisées sur le secteur utilisateur final et non pas sur le secteur de la fourniture d'énergie.
2. L'estimation des potentiels a été limitée par la disponibilité des études, notamment pour des prix du carbone élevés.
3. Les bases de référence pour chaque secteur sont différentes. L'industrie avait pour base de référence le scénario B2 du RSSE, les secteurs de la fourniture d'énergie et des transports – la référence WEO 2004; le secteur du bâtiment se base sur une référence intermédiaire entre les scénarios B2 et A1B du RSSE; concernant les déchets, pour établir une base de référence spécifique on a utilisé les facteurs du scénario A1B du RSSE; les bases de références en agriculture et foresterie étaient fondées, pour la plupart, sur les facteurs déterminants du scénario B2.
4. Les transports aériens internationaux étant inclus, la figure ne montre que les sommes totales pour les transports [5.4].
5. Les catégories exclues sont: les émissions de gaz autres que le CO<sub>2</sub> dans le bâtiment et les transports, une fraction des options pour la performance des matériaux, la production de chaleur et la cogénération dans l'approvisionnement en énergie, les véhicules utilitaires lourds, les transports maritimes et transports en commun, la plupart des options coûteuses pour le bâtiment, le traitement des eaux usées, la réduction des émissions provenant des mines de charbon et des gazoducs, les gaz fluorés provenant de l'approvisionnement en énergie et des transports. La sous-estimation du potentiel économique totale de ces émissions représente environ 10-15%.

**6. In 2030 macro-economic costs for multi-gas mitigation, consistent with emissions trajectories towards stabilization between 445 and 710 ppm CO<sub>2</sub>-eq, are estimated at between a 3% decrease of global GDP. En 2030, on estime que la fourchette des coûts macroéconomiques de l'atténuation de gaz multiples se situera entre -3% du PIB mondial et une légère augmentation par rapport à la base de référence, ce qui correspond aux tendances à la stabilisation des émissions entre 445 et 710 ppm eq-CO (voir tableau RID.4). Les coûts régionaux peuvent cependant s'écarter considérablement des moyennes mondiales (accord élevé, évidence moyenne) (pour ce qui est des méthodes et des hypothèses relatifs à ces résultats, voir Encadré RID.3).**

- Selon la majorité des études, la réduction de PIB par rapport à la référence augmente avec l'abaissement de la cible de stabilisation.
- Selon le système de taxation en vigueur et l'utilisation des revenus, les études de modélisation indiquent que les

coûts pourraient être nettement inférieurs si les revenus des taxes sur le carbone ou de permis d'échange dans le cadre d'un système d'émissions négociables étaient utilisés pour la promotion technologies sobres en carbone ou pour réformer des taxes existantes [11.4].

- Les études présumant que les politiques à l'égard du changement climatique induiront un développement technologique renforcé, envisagent également une baisse des coûts. Toutefois, des coûts plus bas exigent des investissements plus importants en amont [3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6].
- Si certains modèles indiquent des pertes du PIB, d'autres indiquent des gains en partant de l'hypothèse que les bases de référence ne sont pas optimales et que les politiques d'atténuation accroissent l'efficacité du marché, ou encore que les politiques d'atténuation pourraient entraîner un plus fort développement technologique. Les imperfections du marché comprennent les ressources non utilisées, les taxes et/ou les subventions inadéquates [3.3, 11.4].

**Tableau RID 4:** Estimations des coûts macroéconomiques mondiaux en 2030<sup>a)</sup> des trajectoires à moindre coût pour atteindre à long terme divers niveaux de stabilisation<sup>b), c)</sup>

Niveaux de stabilisation (ppm eq-CO <sub>2</sub> )	Diminution médiane du PIB <sup>d)</sup> (%)	Fourchette des diminutions du PIB <sup>d), e)</sup> (%)	Diminution des taux de croissance moyens annuels du PIB <sup>d), f)</sup> (points de pourcentage)
590-710	0,2	-0,6-1,2	<0,06
535-590	0,6	0,2-2,5	<0,1
445-535 <sup>g)</sup>	Non disponible	<3	<0,12

**Notes :**

- <sup>a)</sup> La plupart des modèles indiquent que la diminution du PIB sera plus importante après 2030 pour un niveau de stabilisation donné. Les coûts à long terme en seront d'autant plus incertains. [Figure 3.25]
- <sup>b)</sup> Résultats basés sur des études utilisant des bases de référence variées.
- <sup>c)</sup> Les études varient selon la date prévue de la stabilisation; en principe vers 2100 ou plus tard.
- <sup>d)</sup> PIB mondial basé sur les taux d'échanges de marché.
- <sup>e)</sup> La fourchette des données analysées indique la médiane, ainsi que les 10<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles.
- <sup>f)</sup> Les calculs de la réduction des taux de croissance annuels sont basés sur une réduction moyenne pour une période allant jusqu'en 2030 qui entraînerait la diminution du PIB en question à partir de cette date.
- <sup>g)</sup> Les études fournissant des résultats sur le PIB sont peu nombreuses et sont généralement fondées sur des bases de référence basses.

- Les coûts sont généralement moindres avec une approche à gaz multiples et l'inclusion des puits de carbone, qu'avec une approche uniquement basée sur les réductions de CO<sub>2</sub> [3.3].
- Les coûts régionaux dépendent fortement du niveau de stabilisation présumé et des scénarios de référence. Le mode d'allocation revêt également une grande importance, mais, pour la plupart des pays, moins que le niveau de stabilisation [11.4, 13.3].

#### 7. Les modifications des modes de vie et du comportement peuvent contribuer à l'atténuation des changements climatiques dans l'ensemble des secteurs. Les méthodes de gestion peuvent également jouer un rôle positif. *(bon accord, évidences moyennes)*

- Des changements dans le mode de vie peuvent réduire les émissions de GES. Les modifications des habitudes et des modes de consommation visant à la préservation des ressources peuvent contribuer à élaborer une économie sobre en carbone qui serait à la fois équitable et durable [4.1, 6.7].
- Associés à d'autres mesures, les programmes pour l'éducation et la formation sont des outils pouvant promouvoir l'acceptation de l'efficacité énergétique par le marché [tableau 6.6].
- Les modifications du comportement des habitants, des traditions, des choix et de l'utilisation des technologies chez les consommateurs peuvent conduire à une réduction considérable des émissions de CO<sub>2</sub> dans le domaine de l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments [6.7].
- L'atténuation des GES peut être renforcée par la Gestion de la demande de mobilité, qui comprend l'urbanisation planifiée (susceptible de réduire la demande de déplacements) et la mise à disposition d'informations et de méthodes éducatives (permettant de limiter l'utilisation des automobiles et favoriser un style de conduite économe) [5.1].

- Dans le secteur industriel, les instruments de gestion qui comprennent la formation du personnel, les systèmes de bonification, les comptes-rendus réguliers, l'information sur les pratiques existantes peuvent contribuer à surmonter des obstacles organisationnels, diminuer la consommation d'énergie et les émissions de GES [7.3].

#### 8. Bien que basées sur des méthodologies différentes, les études menées dans toutes les régions analysées montrent que la diminution de la pollution atmosphérique, due aux mesures prises pour réduire les émissions des GES, peut entraîner, à très court terme, des avantages annexes extrêmement importants pour la santé, et compenser une bonne partie des coûts de l'atténuation *(bon accord, nombreuses mises en évidence)*

- Des économies supplémentaires pourraient être réalisées si on incluait des avantages connexes autres que ceux liés à la santé, tels que l'augmentation de la sécurité énergétique et de la production agricole, ainsi que la diminution des pressions exercées sur les écosystèmes naturels en raison de la réduction des concentrations d'ozone troposphérique [11.8].
- L'intégration des politiques de la pollution atmosphérique et de l'atténuation des changements climatiques présenterait des avantages économiques plus importants que si ces politiques étaient menées séparément [11.8].

#### 9. La documentation parue depuis le TRE confirme que l'économie mondiale et les émissions mondiales peuvent être affectées par les activités des Pays visés à l'Annexe I, bien que l'ampleur des transferts d'émissions soit encore incertaine *(bon accord, mises en évidence moyennes)*

- Les pays exportateurs de combustibles fossiles (pays visés à l'Annexe I et pays non visés à l'Annexe I) peuvent s'attendre, ainsi qu'il est indiqué dans le TRE<sup>16</sup>, à ce que la demande et les prix diminuent, et

<sup>16</sup> TRE GT III (2001), RID, paragraphe 16.

que la croissance du PIB soit ralentie par les mesures d'atténuation. L'étendue de cet effet d'entraînement<sup>17</sup> dépend fortement des suppositions concernant les décisions politiques et des conditions du marché du pétrole [11.7].

- Des incertitudes d'importance demeurent encore quant à l'évaluation des transferts d'émission de carbone<sup>18</sup>. La plupart des modèles à l'équilibre confirment la conclusion du TRE, selon laquelle les échanges d'émissions, réalisées dans le cadre du Protocole de Kyoto, représentent environ 5-20%, chiffre qui pourrait être réduit grâce à l'application de technologies d'émissions basses plus compétitives [11.7].

**10. De nouveaux investissements dans l'infrastructure énergétique des pays en développement, l'amélioration de l'infrastructure énergétique des pays industrialisés, ainsi que des politiques visant à promouvoir la sécurité énergétique peuvent, dans bien des cas, ouvrir des possibilités pour ramener les émissions de CO<sub>2</sub><sup>19</sup> en-deçà des scénarios de référence. Les avantages connexes supplémentaires sont propres à chaque pays, mais ils comprennent souvent la réduction de la pollution atmosphérique, l'amélioration de la balance commerciale, l'extension de services modernes d'énergie dans les zones rurales et l'emploi (bon accord, nombreuses mises en évidence)**

- On s'attend à ce que d'ici 2030, le coût des décisions portant sur les investissements futurs dans l'infrastructure énergétique revienne à 20.000 milliards de dollars US<sup>20</sup>, et que ces décisions aient des incidences à long terme sur les émissions de GES en raison de la longue durée de vie des centrales énergétiques et d'autres infrastructures à capital social. La diffusion à grande échelle des technologies sobres en carbone peut prendre plusieurs décennies, même avec des investissements initiaux attractifs. D'après les premières estimations, il faudrait un sérieux revirement des investisseurs pour qu'en 2030 les émissions globales de CO<sub>2</sub> énergétique soient ramenées aux niveaux de 2005, bien que la fourchette des investissements additionnels nets requis aille du négligeable à quelques 5-10% [4.1, 4.4, 11.6].
- Il est souvent plus rentable d'investir dans le développement efficace de l'utilisation finale d'énergie, que d'augmenter l'approvisionnement en énergie pour satisfaire la demande en services consommateurs d'énergie. L'amélioration de l'efficacité a des effets positifs sur la sécurité énergétique, la diminution de la pollution atmosphérique à l'échelle locale et régionale, ainsi que sur l'emploi [4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8].

- Les énergies renouvelables ont, en général, des effets positifs sur la sécurité énergétique, l'emploi et la qualité de l'air. Étant donné les coûts des autres options d'approvisionnement, la part de l'électricité renouvelable, qui représentait 18% de l'électricité fournie en 2005, pourrait atteindre en 2030 30-35% de l'électricité totale fournie, le prix du carbone atteignant 50 \$US/t éq-CO<sub>2</sub> [4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8].
- Plus les prix du marché des combustibles fossiles seront élevés sur les marchés, et plus les alternatives sobres en carbone seront compétitives, bien que l'instabilité des prix soit un facteur dissuasif pour les investisseurs. D'un autre côté, les ressources traditionnelles de pétrole à un prix plus élevé pourraient être remplacées par des alternatives riches en carbone, provenant de sables bitumeux et des schistes argileux, les huiles lourdes, ainsi que des combustibles synthétisés à partir de charbon et de gaz, ce qui reviendrait à augmenter les émissions de GES, à moins que les usines de production ne soient équipées d'installations de PSC [4.2, 4.3, 4.4, 4.5].
- Étant donné les coûts relatifs des autres options d'approvisionnement, la part de l'énergie nucléaire, qui représentait 16% de l'électricité fournie en 2005, pourrait atteindre en 2030 18% de l'électricité totale fournie, le prix du carbone atteignant 50 \$US/t éq-CO<sub>2</sub>; toutefois, la sécurité, la prolifération de l'armement et les déchets restent des contraintes [4.2, 4.3, 4.4]<sup>21</sup>
- Le PSC dans des formations géologiques souterraines est une technologie nouvelle dont l'application pourrait contribuer de façon considérable à l'atténuation attendue pour 2030. La contribution réelle dépendra des développements techniques, économiques et réglementaires [4.3, 4.4, 7.3].

**11. Il existe de nombreuses options d'atténuation dans le secteur des transports<sup>19</sup>, mais leurs effets peuvent être contrecarrés par la croissance de ce secteur. Les mesures d'atténuations possibles sont confrontées à de nombreux obstacles, tels que les préférences des consommateurs et le manque d'encadrement réglementaire (Accord moyen, mises en évidence moyennement nombreuses).**

- Les mesures prises pour améliorer la rentabilité des véhicules, conduisant à des économies de carburant, sont souvent avantageuses (du moins dans le cas des véhicules légers), mais le potentiel du marché est bien inférieur au potentiel économique en raison de diverses exigences de la part du consommateur, comme les performances et les dimensions. L'évaluation du potentiel d'atténuation pour les poids-lourds n'est pas

<sup>17</sup> Les effets d'entraînement de l'atténuation dans une perspective intersectorielle sont les répercussions des politiques et mesures d'atténuation dans un pays ou un groupe de pays sur d'autres pays ou secteurs.

<sup>18</sup> Le transfert d'émissions de carbone est l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> à l'extérieur des pays qui prennent des mesures nationales d'atténuation, divisée par la diminution des émissions dans ces pays.

<sup>19</sup> 20 trillions = 20000 milliards = 20\*10<sup>12</sup>.

<sup>20</sup> L'Autriche ne s'est pas associée à cette déclaration.

<sup>21</sup> Voir tableau RID.1 et figure RID 6.

possible, faute d'informations suffisantes. On ne saurait donc s'attendre à ce que les forces motrices du marché, y compris le prix croissant des carburants, puissent, à elles seules générer des réductions significatives des émissions [5.3, 5.4].

- Selon leur provenance, les biocarburants peuvent tenir une place importante lorsqu'il s'agit des émissions de GES dans le secteur des transports. D'après les prévisions de base, en 2030 la part des biocarburants utilisés comme additifs ou substituts pour l'essence et au diesel représentera 3% de la demande totale d'énergie. Ce chiffre pourrait atteindre 5-10% en fonction des futurs prix du pétrole et du charbon, des améliorations apportées à l'efficacité des véhicules et du succès des technologies exigeant l'utilisation de la biomasse cellulosique [5.3, 5.4].
- En fonction des conditions et des politiques locales, le passage du transport routier au transport ferroviaire, fluvial et maritime, des transports privés aux transports en commun<sup>22</sup>, ainsi que l'affectation des terres, la planification urbaine et les transports non motorisés ouvrent des possibilités pour l'atténuation des GES [5.3, 5.5].
- Les émissions de CO<sub>2</sub> dues au secteur aérospatial peuvent être potentiellement atténuées à moyen terme, grâce à l'utilisation de carburants plus efficaces, ce qui peut être obtenu par divers moyens, dont la technologie et la gestion des services et du trafic aérien. Toutefois, ces améliorations ne compenseraient qu'une partie des émissions toujours croissantes du trafic aérien. Le potentiel d'atténuation total dans ce secteur devrait également prendre en compte les impacts climatiques des émissions du trafic aérien autres que celles dues au CO<sub>2</sub> [5.3, 5.4].
- La réduction des émissions dans le secteur des transports présente souvent des avantages connexes lorsqu'il s'agit d'encombrements du trafic, de la qualité de l'air et de la sécurité énergétique [5.5].

**12. Les options d'efficacité énergétique<sup>19</sup> relatives aux les constructions neuves et existantes pourraient considérablement réduire les émissions de CO<sub>2</sub> en dégageant des bénéfices économiques nets. Des nombreux obstacles s'opposent à la mise en œuvre de ce potentiel, mais les avantages connexes en sont considérables (*bon accord, nombreuses mises en évidence*)**

- Vers 2030, près de 30% des émissions de CO<sub>2</sub> projetées pour le secteur du bâtiment peuvent être évitées avec des bénéfices économiques nets [6.4, 6.5].
- Tout en limitant les émissions de CO<sub>2</sub>, les constructions profitant de l'efficacité énergétiques peuvent aussi améliorer la qualité de l'air à l'intérieur comme à l'extérieur, améliorer le bien-être social et renforcer la

sécurité énergétique [6.6, 6.7].

- Les opportunités pour réduire les GES dans le secteur du bâtiment existent dans le monde entier, mais de nombreux obstacles rendent leur réalisation difficile. Ces obstacles sont, entre autres, le manque de technologies disponibles, le financement, la pauvreté, les coûts élevés d'informations fiables, les limitations inhérentes à la conception des bâtiments et un portefeuille approprié de politiques et de programmes. [6.7, 6.8].
- Ces obstacles sont plus importants dans les pays en développement qui ont donc plus de difficulté à réaliser le potentiel de réduction des GES dans le secteur du bâtiment [6.7].

**13. Dans le secteur industriel<sup>19</sup>, ce sont les industries à forte consommation d'énergie qui disposent du potentiel économique maximum. Ni les pays industrialisés, ni les pays en développement n'utilisent pleinement les mesures d'atténuation mises à leur disposition (*bon accord, nombreuses mises en évidence*)**

- De nombreuses installations industrielles dans les pays en développement sont neuves et font appel aux dernières technologies avec les émissions spécifiques les plus faibles. Cependant, il existe encore de nombreuses usines, plus anciennes et inefficaces, à la fois dans les pays industrialisés et en développement. Les remettre aux normes permettrait de réduire considérablement leurs émissions [7.1, 7.3, 7.4].
- Les principaux obstacles à la pleine application des diverses possibilités d'atténuation disponibles sont la lenteur de rotation du capital social, le manque de ressources financières et techniques, ainsi que la capacité limitée des entreprises, notamment des petites et moyennes entreprises, d'accéder aux et intégrer les informations d'ordre technologique [7.6].

**14. Les pratiques agricoles collectivement peuvent apporter une contribution significative, et à moindre coût<sup>19</sup>, à l'accroissement des puits de carbone terrestres, à la réduction des émissions de GES et aux réserves de biomasse à finalité énergétique (*consensus moyen, degré d'évidence moyen*).**

- En agriculture, une grande partie du potentiel d'atténuation (à l'exception de l'énergie verte) provient du piégeage du carbone dans les sols, dont l'action synergique est considérable dans le cas d'une agriculture viable et qui diminue, en règle générale, la vulnérabilité aux changements climatiques [8.4, 8.5, 8.8].
- Les déperditions du carbone stocké dans le sol peuvent se produire suite à des modifications dans la gestion des terres et suite aux changements climatiques [8.10].
- Dans certains systèmes agricoles, les réductions

<sup>22</sup> Y compris les transports de masse par le rail, la route, la mer et le covoiturage.

<sup>23</sup> Les coûts nets sont définis comme les coûts de l'atténuation moins ceux de l'énergie économisée ; des coûts négatifs nets correspondent à un bénéfice.

d'émissions de méthane et d'oxyde nitreux présentent également un potentiel d'atténuation considérable [8.4, 8.5].

- Il n'existe pas de techniques d'atténuation qui soient universellement applicables; ces techniques doivent être évaluées séparément pour chaque système et installation agricole [8.4].
- La biomasse provenant de résidus agricoles et de cultures destinées à la production d'énergie peut constituer un élément important de l'énergie verte, toutefois sa contribution aux mesures d'atténuation dépend de la demande d'énergie bio pour les transports et l'approvisionnement en énergie, de la disponibilité de l'eau et des terrains destinés à la production alimentaire et celle des fibres. L'affectation extensive des terres agricoles à la production de la biomasse énergétique peut concurrencer d'autres cultures et avoir des conséquences tant positives, que négatives sur l'environnement, ainsi que des implications pour la sécurité alimentaire [8.4, 8.8].

**15. Les mesures d'atténuation liées à la foresterie peuvent, à peu de frais<sup>19</sup>, contribuer à réduire considérablement les émissions des sources et augmenter l'absorption du CO<sub>2</sub> par les puits et peuvent être conçues pour créer des synergies avec l'adaptation et le développement durable (bon accord, nombreuses mises en évidence)<sup>23</sup>**

- Près de 65% du potentiel total d'atténuation (atteignant 100 \$US/t éq-CO<sub>2</sub>) se trouvent dans les tropiques, et en réduisant les émissions dues au déboisement, on pourrait réaliser près de 50% du potentiel total. [9.4].
- Le potentiel d'atténuation du secteur forestier (c.à.d. les forêts natives et plantées) peut être affecté par les changements climatiques qui peuvent varier en amplitude et en orientation selon les régions et les sous-régions. [9.5].
- Les mesures d'atténuation liées à la foresterie peuvent être conçues et appliquées de manière à être compatibles avec l'adaptation ; elles peuvent dégager d'importants avantages connexes en matière d'emploi, de génération de revenus, de biodiversité et de préservation des bassins hydrographiques, d'approvisionnement en énergies renouvelables et de soulagement de la pauvreté [9.5, 9.6, 9.7].

**16. Les déchets de la consommation<sup>24</sup> participent peu aux émissions globales des GES<sup>25</sup> (<5%), cependant la contribution du secteur des déchets à l'atténuation des GES peut s'avérer bénéfique, peu coûteuse et favoriser le développement durable (bon accord, nombreuses mises en évidence).**

- Les pratiques actuelles de traitement des déchets peuvent servir à l'atténuation efficace des GES de ce secteur: il existe sur le marché de nombreuses techniques éprouvées et efficaces du point de vue environnemental pour atténuer les émissions, tout en générant des avantages connexes pour l'amélioration de la santé et de la sécurité publiques, la protection des sols et la lutte contre la pollution et la fourniture locale d'énergie. [10.3, 10.4, 10.5].
- La minimisation des déchets et le recyclage contribuent indirectement aux effets bénéfiques de l'atténuation par le biais de la préservation de l'énergie et des matières premières [10.4].
- Dans les pays en développement et les pays à économie transitoire, le handicap principal de la gestion des déchets et des eaux usées est la pénurie de capitaux locaux. Un autre obstacle de taille étant le manque de compétences en matière de technologie soutenable [10.6].

**17. Les choix proposés par la géo-ingénierie, comme la fertilisation de l'océan pour l'élimination directe du CO<sub>2</sub> atmosphérique ou le blocage de la lumière solaire en introduisant des substances dans les hautes couches de l'atmosphère, relèvent de la spéculation, ne sont étayés par aucune preuve et risquent, par ailleurs, d'avoir des effets secondaires inconnus. Aucune estimation fiable des coûts de ces options n'a été publiée. (accord moyen, mises en évidence limitées) [11.2].**

<sup>23</sup> Tuvalu a fait remarquer que le terme "à peu de frais" posait un problème, du fait que dans le Rapport du GT III (chapitre 9, page 15) il est indiqué que: "les coûts des projets d'atténuation liés à la foresterie augmentent considérablement lorsqu'on tient compte des coûts de substitution des terrains".

<sup>24</sup> Les déchets industriels sont traités dans le secteur de l'industrie.

<sup>25</sup> Les GES provenant de déchets comprennent le méthane des sites d'enfouissement et des eaux usées, le N<sub>2</sub>O des eaux usées, et le CO<sub>2</sub> provenant de l'incinération du carbone fossile.

## D. Atténuation à long terme (après 2030)

**18. Pour que les concentrations de GES atmosphériques se stabilisent, les émissions devraient d'abord atteindre un maximum puis décroître. Plus le niveau de stabilisation sera bas, plus le temps de croissance et de décroissance sera court. Les efforts en matière d'atténuation qui seront fournis au cours des deux ou trois prochaines décennies auront un rôle important lors des occasions d'abaisser les niveaux de stabilisation (voir tableau RID.5, et figure RID. 8)<sup>26</sup> (bon accord, nombreuses mises en évidence).**

- Des études récentes faisant appel à une réduction de plusieurs gaz ont exploré des niveaux de stabilisation inférieurs à ceux qui avaient été envisagés dans le TRE. [3.3].
- Concernant la stabilisation des concentrations de GES<sup>27</sup>, les études évaluées présentent une série de profils d'émissions. La plupart des études sont fondées sur l'approche du moindre coût et incluent à la fois les réductions d'émissions précoces et à tardives (figure RID.7) [Encadré RID 2]. Le tableau RID.5 résume

les niveaux d'émissions requis pour divers groupes de concentrations stabilisées, ainsi que l'augmentation à l'équilibre de la température moyenne globale<sup>28</sup>, sur la base de la "meilleure estimation" de la sensibilité climatique (concernant le degré vraisemblable d'incertitude<sup>29</sup>, voir également la figure RID.8). La stabilisation des concentrations et des températures à l'équilibre à des niveaux plus bas avance le moment où les émissions devront atteindre leur maximum et exige des réductions d'émissions plus importantes pour l'an 2050 [3.3].

**Tableau RID 5:** Caractéristiques des scénarios de stabilisation post-TRE [Tableau RS 2, 3.10]<sup>a)</sup>

Catégorie	Forçage radiatif (W/m <sup>2</sup> )	Concentration en CO <sub>2</sub> <sup>c)</sup> (ppm)	Concentration en eq-CO <sub>2</sub> <sup>c)</sup> (ppm)	Augmentation de la température moyenne globale au-dessus de l'équilibre préindustriel, en utilisant "la meilleure estimation" de la sensibilité climatique <sup>b), c)</sup> (°C)	Année du maximum des émissions de CO <sub>2</sub> <sup>d)</sup>	Changement des émissions globales de CO <sub>2</sub> en 2050 (% par rapport aux émissions en 2000) <sup>d)</sup>	Nombre de scénarios évalués
I	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85 to -50	6
II	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60 to -30	18
III	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	2010-2030	-30 to +5	21
IV	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10 to +60	118
V	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25 to +85	9
VI	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90 to +140	5
Total							177

<sup>a)</sup> La compréhension de la « réponse du système climatique au forçage radiatif » et les « rétroactions » sont évaluées dans le Rapport RE4 du GT I. Les rétroactions entre le cycle du carbone et les changements climatiques affectent l'atténuation requise pour une stabilisation à un niveau donné de la concentration du dioxyde de carbone atmosphérique. On s'attend à ce que, le climat se réchauffant, ces rétroactions augmentent la fraction des émissions anthropiques demeurant dans l'atmosphère. Il se pourrait donc que les études concernées aient sous-estimé les réductions d'émissions requises pour atteindre un niveau de stabilisation donné.

<sup>b)</sup> La meilleure estimation de la sensibilité climatique représente 3°C [GT 1 RID].

<sup>c)</sup> Notons que la température globale moyenne à l'équilibre se distingue de la température globale moyenne prévue pour le moment où les concentrations des GES seront stabilisées par l'inertie du système climatique. D'après la majorité des scénarios évalués, les concentrations des GES se stabiliseront entre 2100 et 2150.

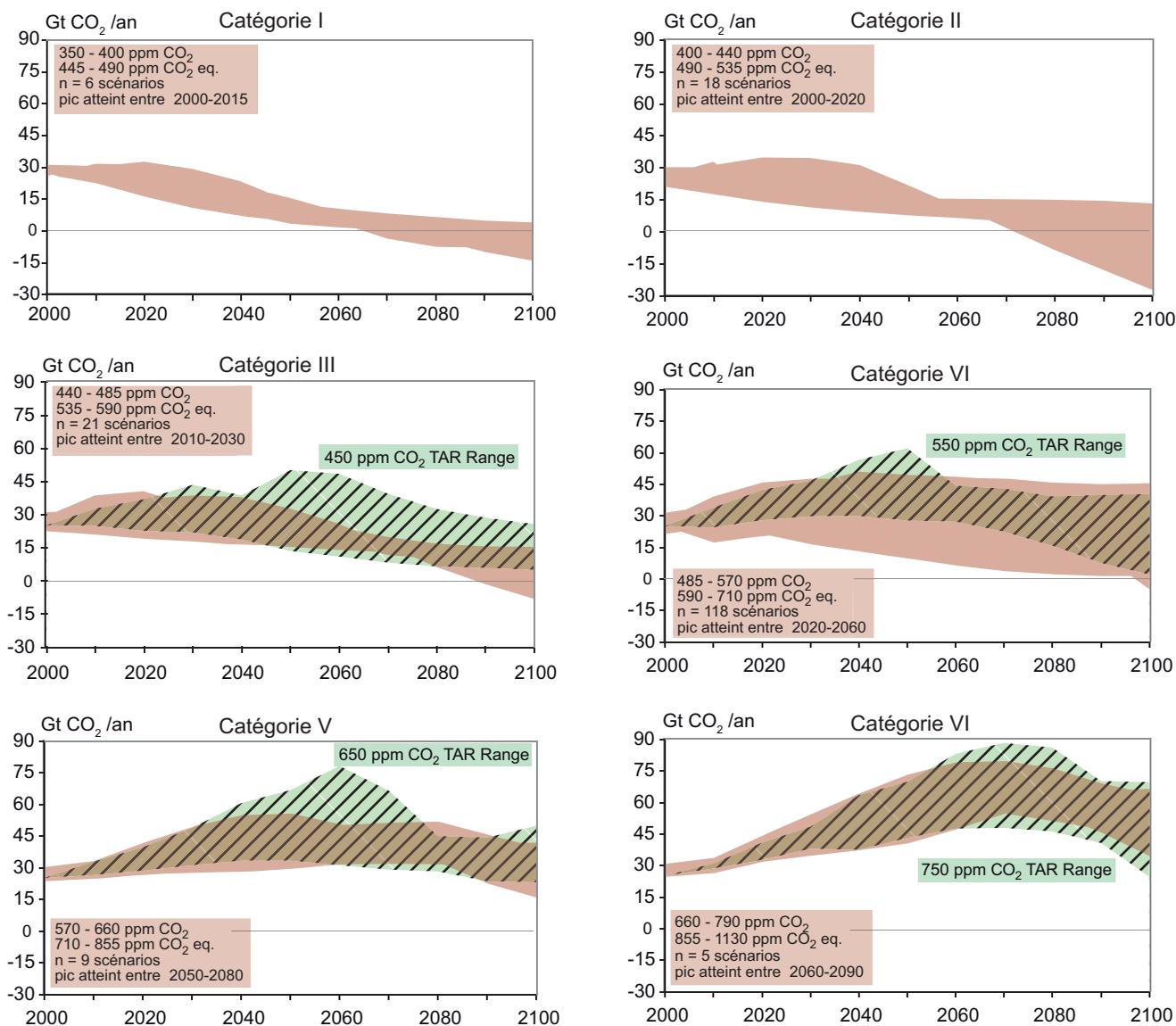
<sup>d)</sup> La fourchette correspond aux 15<sup>e</sup> - 85<sup>e</sup> percentiles de la distribution des scénarios de post-TRE. Les émissions de CO<sub>2</sub> sont indiquées de façon à ce que les scénarios de gaz multiples puissent être comparés aux scénarios uniquement CO<sub>2</sub>.

<sup>26</sup> Le paragraphe 2 concerne l'historique des émissions de GES depuis l'époque préindustrielle.

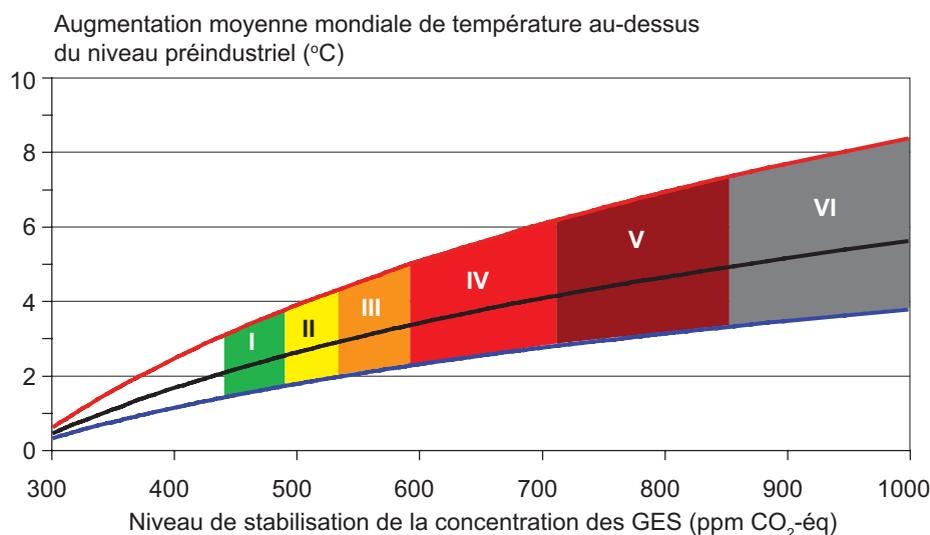
<sup>27</sup> Les études diffèrent sur le moment où la stabilisation sera atteinte; on situe ce moment vers 2100 ou plus tard.

<sup>28</sup> Les données sur la température globale moyenne proviennent de rapport RE4, GT I, chapitre 10.8. Ces températures sont atteintes bien après la stabilisation des concentrations.

<sup>29</sup> La sensibilité du climat à l'équilibre mesure la réponse du système climatique au forçage radiatif persistant. Il ne s'agit pas d'une projection, mais du réchauffement global moyen de surface consécutif à un doublement de la concentration de dioxyde de carbone [RE4 GT I RID].



**Figure RID 7:** Tracés des émissions dans les scénarios d'atténuation pour différentes catégories de niveaux de stabilisation (catégories I à VI, illustrées dans le rectangle à l'intérieur de chaque panneau de la figure). Les tracés ne concernent que les émissions de CO<sub>2</sub>. Les zones en brun clair indiquent les émissions de CO<sub>2</sub> pour des scénarios d'émissions post-TRE. Les zones en vert illustrent plus de 80 scénarios de stabilisation du TRE. Les émissions de l'année de base peuvent varier d'un modèle à l'autre suivant la façon de considérer un secteur ou une industrie. Pour atteindre des niveaux de stabilisation plus bas, certains scénarios proposent d'éliminer le CO<sub>2</sub> atmosphérique (émissions négatives) grâce à des techniques telles que la production d'énergie à partir de la biomasse au moyen du piégeage et du stockage du carbone. (Figure 3.17)



**Figure RID 8 :** Catégories des scénarios de stabilisation telles que représentées dans la figure RID.7 (bandes de couleur) et leur relations avec le changement à l'équilibre des températures globales moyennes au-dessus du niveau préindustriel, établies selon (i) la "meilleure estimation" de la sensibilité climatique de 3°C (ligne noire au milieu de la zone ombrée), (ii) la limite supérieure du degré de vraisemblance de la sensibilité climatique de 4,5°C (ligne rouge au sommet de la zone ombrée) et (iii) la limite inférieure du degré de vraisemblance de la sensibilité climatique de 2°C (ligne bleue à la base de la zone ombrée). L'ombrage coloré montre les bandes de concentration de la stabilisation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère correspondant aux scénarios de stabilisation des catégories I à VI, indiquées à la figure RID.7. Les données proviennent du RE4 GT I, chapitre 10.8.

**19. La plage des niveaux de stabilisation évalués pourrait être atteinte en déployant tant un éventail de technologies qui existent déjà sur le marché, que celles dont on attend la commercialisation dans les décennies à venir. Cela présuppose des stimuli appropriés et efficaces pour le développement, l'acquisition, le déploiement et la diffusion des technologies, ainsi que pour surmonter les obstacles qui leurs sont associés (bon accord, nombreuses mises en évidence).**

- La contribution des diverses technologies à la réduction des émissions requise pour la stabilisation, variera dans le temps, selon les régions et les niveaux de stabilisation.
  - o L'efficacité énergétique a un rôle prépondérant dans de nombreux scénarios pour la plupart des régions et échelles de temps.
  - o Pour les niveaux de stabilisation les plus bas, les scénarios mettent surtout l'accent sur l'utilisation des sources d'énergie sobres en carbone, telles que les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire, ainsi que l'utilisation des techniques de piégeage et stockage du CO<sub>2</sub> (PSC). Dans ces scénarios, les améliorations apportées à l'approvisionnement en énergie à forte intensité de carbone, ainsi que, d'ailleurs, à l'économie dans son ensemble, doivent suivre un rythme plus rapide que dans le passé.
  - o La stabilisation s'opère plus sagement et plus rentablement si on applique des méthodes

d'atténuation à la fois du CO<sub>2</sub> et des gaz autres que le CO<sub>2</sub> dans les domaines de l'affectation des sols et de la foresterie. Dans gamme des mesures d'atténuation, la bioénergie moderne pourrait représenter une part non négligeable des énergies renouvelables.

- o Les exemples représentatifs de la gamme des options d'atténuation sont présentés à la figure RID.9 [3.3, 3.4].
- Les objectifs prévus en matière de stabilisation et de réduction des coûts peuvent être atteints par le biais d'investissements dans les technologies à faible intensité de GES et les technologies peuvent être améliorées grâce aux programmes publics et privés de Recherche, Développement et Démonstration (RD&D). Plus les niveaux de stabilisation seront bas, notamment pour les émissions égales ou inférieures à 550 ppm d'éq-CO<sub>2</sub>, plus les efforts à fournir en matière de RD&D et d'investissements dans de nouvelles technologies devront être importants pendant les quelques décennies à venir. Ce qui nécessite une approche efficace des obstacles au développement, à l'acquisition, au déploiement et à la diffusion des technologies.
- Ces obstacles pourraient être surmontés grâce à des incitations appropriées, qui permettraient d'atteindre les objectifs d'un vaste éventail de technologies. [2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6].

20. On prévoit qu'en 2050<sup>30</sup>, les coûts macroéconomiques moyens globaux de l'atténuation de gaz multiples visant une stabilisation de 710 et 445 ppm eq-CO<sub>2</sub>, représenteraient 1% de bénéfices contre une diminution de 5,5% du PIB mondial (voir tableau RID.6). Les coûts s'écartent considérablement de la moyenne mondiale lorsqu'il s'agit de pays et de secteurs particuliers. (Voir Encadré RID.3 pour ce qui concerne les méthodes et les hypothèses, et le paragraphe 5 pour ce qui concerne l'explication des coûts négatifs) (*bon accord, mises en évidence moyennement nombreuses*)

21. La prise de décision quant au niveau d'atténuation global approprié dans le temps implique des processus de gestion des risques itératifs, incluant les mesures d'atténuation et d'adaptation, compte tenu des dommages effectifs et évités du changement climatique, des avantages connexes, de la durabilité, de l'équité et des comportements face aux risques. Pour choisir l'échelle spatio-temporelle de l'atténuation des GES, il faudrait comparer les coûts liés à la réduction accélérée des émissions à l'heure actuelle aux coûts des risques, à moyen et long terme, liés à des prises de décision tardives. (*bon accord, mises en évidence nombreuses*)

**Tableau RID 6:** Coûts macroéconomiques mondiaux estimés pour 2050, par rapport à la base de référence des politiques à moindre coût visant divers objectifs de stabilisation à long terme <sup>a)</sup> [3.3, 13.3]

Niveau de stabilisation (ppm eq-CO <sub>2</sub> )	Réduction médiane du PIBb) (%)	Fourchette des réductions du PIB b), c) (%)	Réduction du taux annuel moyen <sup>b)</sup> , <sup>d)</sup> de croissance du PIB (points de pourcentage)
590-710	0.5	-1 - 2	<0.05
535-590	1.3	slightly negative - 4	<0.1
445-535 <sup>e)</sup>	not available	<5.5	<0.12

**Notes:**

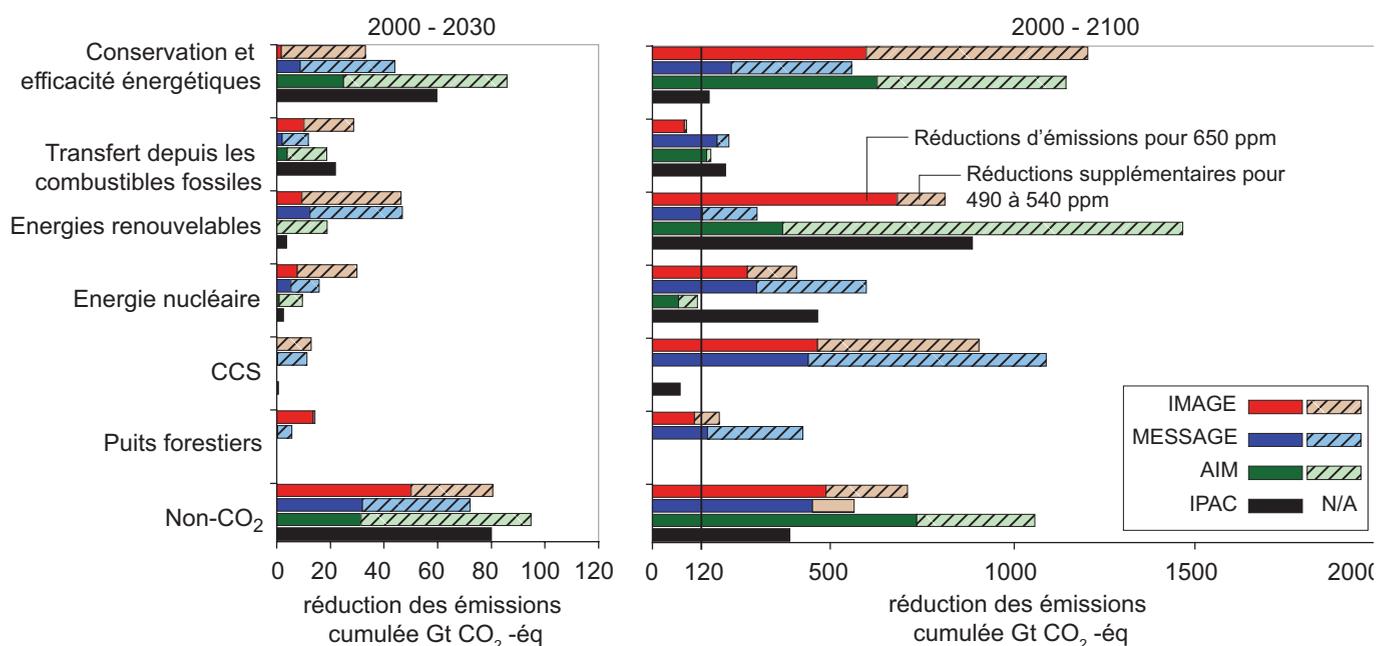
a) Correspond à toute la documentation existante sur les bases de référence et les scénarios d'atténuation d'où proviennent les chiffres du PIB.

b) PIB global basé sur les taux d'échange du marché.

c) Indication de la médiane et des 10<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des données analysées.

d) Le calcul de la diminution du taux de croissance annuel est basé sur une diminution moyenne jusqu'en 2050 qui aboutirait à la décroissance du PIB indiquée pour 2050.

e) Le nombre d'études est relativement faible, et la plupart sont fondées sur des niveaux de référence bas. En règle générale, des niveaux de référence élevés entraînent également des coûts élevés.



**Figure RID 9:** Réductions cumulées des émissions pour diverses mesures d'atténuation de 2000 à 2030 (panneau de gauche) et de 2000 à 2100 (panneau de droite). La figure présente des scénarios illustratifs de quatre modèles (AIM, IMAGE, IPAC et MESSAGE) visant à une stabilisation à 490-540 ppm eq-CO<sub>2</sub> et des niveaux de 650 ppm eq-CO<sub>2</sub>, respectivement. Les barres sombres indiquent les réductions pour un objectif fixé à 650 ppm eq-CO<sub>2</sub>, les barres claires - les réductions supplémentaires pour atteindre 490-540 ppm eq-CO<sub>2</sub>. Notons que certains modèles ne prennent pas en compte l'atténuation due au renforcement des puits

<sup>30</sup> Les estimations des coûts pour 2030 sont indiquées au paragraphe 5.

#### Encadré RID.4: Développement technologique induit par les modèles

La documentation concernée indique que les politiques et les mesures peuvent induire le développement technologique. Des progrès remarquables ont été réalisés dans la mise en application des approches basées l'incorporation du développement technologique induit dans les études sur la stabilisation ; cependant des difficultés conceptuelles demeurent. Les modèles utilisant ces approches prévoient des coûts réduits pour atteindre un niveau de stabilisation donné; ces réductions sont plus importantes dans le cas de niveaux de stabilisation inférieurs.

- Les résultats, peu nombreux et de portée limitée, des analyses intégrées des coûts et avantages des mesures d'atténuation indiquent que si ces derniers sont, dans l'ensemble, comparables en ampleur, ils ne permettent toutefois pas encore de déterminer avec certitude les modes d'émission ou le niveau de stabilisation pour lesquels les avantages excèderaient les coûts [3.5].
- L'évaluation intégrée des coûts et avantages économiques des différentes voies d'atténuation montre que la date et le niveau d'atténuation optimum sur le plan économique dépendent en grande partie de la forme et du caractère incertains de la courbe suivie par les dommages pécuniaires causés par les changements climatiques. Pour illustrer cette dépendance :
  - o une atténuation plus tardive et moins rigoureuse se justifie économiquement, si la courbe des dommages pécuniaires causés par les changements climatiques croît lentement et régulièrement sous bonne vigilance (ce qui augmente la possibilité de s'adapter en temps voulu);
  - o au contraire, une atténuation anticipée et plus rigoureuse serait économiquement justifiée, si la courbe des dommages pécuniaires causés par les changements climatiques s'incurvait brutalement vers le haut, ou si elle montrait des signes de non-linéarité (seuils de vulnérabilité ou probabilité, même infime, d'événements catastrophiques, par exemple) [3.6].
- La sensibilité du climat est le principal facteur d'incertitude des scénarios d'atténuation dont l'objectif est un niveau de température spécifique. Les études montrent que lorsque la sensibilité climatique est grande, la date et le niveau d'atténuation seront atteints plus rapidement et dans des conditions plus rigoureuses que lorsqu'elle est basse [3.5, 3.6].
- Les réductions d'émissions tardives entraînent des dépenses qui verrouillent les infrastructures à forte intensité d'émissions et les voies de développement. Un tel comportement limite sérieusement les opportunités d'atteindre des niveaux de stabilisation plus bas (comme indiqué au tableau RID.5) et risque d'aggraver les conséquences des changements climatiques [3.4, 3.1, 3.5, 3.6]

#### E. Politiques, mesures et instruments pour atténuer le changement climatique

- 22. Les gouvernements disposent d'un large éventail de politiques nationales et d'instruments pour créer des incitations à des actions d'atténuation. Leur applicabilité dans le pays dépend des circonstances et de la compréhension de leurs interactions, mais d'après l'expérience de leur mise en œuvre dans divers pays et secteurs, on s'aperçoit que chaque instrument présente des avantages et des inconvénients (*bon accord, nombreuses mises en évidence*).**
- L'évaluation des politiques et des instruments fait appel à quatre critères principaux: l'efficacité environnementale, la rentabilité économique, les conséquences de la répartition, y compris l'équité, et la faisabilité institutionnelle [13.2].
  - La conception des instruments peut être bonne ou mauvaise, rigoureuse ou négligente. Par ailleurs, il est très important que la mise en application de tous les instruments soit soumise à une gestion performante. On trouvera ci-après quelques conclusions d'ordre général quant à la performance des politiques: [7.9, 12.2, 13.2]
    - o *L'intégration des politiques climatiques dans un cadre de politiques de développement plus vaste* facilite leur mise en application et permet de surmonter plus aisément les obstacles.
    - o *Les réglementations et les normes* fournissent généralement un certain degré de certitude quant aux niveaux d'émissions. On peut les préférer à d'autres instruments, lorsque les informations ou d'autres obstacles empêchent les producteurs et les consommateurs de répondre aux signaux des prix. Cependant, ces règles et normes peuvent ne pas induire d'innovations ou de technologies de pointe.
    - o *Les taxes et les redevances* peuvent fixer le prix du carbone, mais ne peuvent garantir un niveau spécifique des émissions. Les publications présentent les taxes comme un moyen efficace d'intégrer les coûts des émissions de GES.
    - o *Les permis négociables* vont fixer le prix du

- carbone. Le volume des émissions autorisées détermine leur efficacité environnementale, tandis que l'allocation des permis a des conséquences sur la distribution. Les fluctuations du prix du carbone rendent malaisée toute estimation du coût total qu'entraînerait le respect des permis d'émissions.
- o *Les incitations financières* (subventions et crédits d'impôts) sont souvent utilisées par les gouvernements pour stimuler le développement et la diffusion de nouvelles technologies. Si les coûts économiques dépassent généralement ceux des instruments mentionnés ci-dessus, ils représentent souvent un facteur vital pour surmonter les obstacles.
  - o *Les accords volontaires* conclus entre les industriels et les gouvernements sont attrayants du point de vue politique, ils accroissent la prise de conscience des parties prenantes, et ont joué un rôle certain dans l'évolution de nombreuses politiques nationales. La majorité des accords n'a pas conduit à des réductions significatives des émissions au-delà des affaires courantes. Mais des accords récemment conclus dans certains pays ont accéléré l'application des meilleures technologies disponibles et ont entraîné des réductions d'émissions quantifiables.
  - o *Les instruments d'information* (telles les campagnes de prise de conscience) peuvent avoir un effet positif sur l'environnement en faisant connaître l'éventail des choix et, même en participant aux changements de comportement ; toutefois, leur impact sur les émissions n'a pas encore été quantifié.
  - Certaines fédérations, des autorités locales et régionales, des ONG et des groupes civils adoptent de nombreuses actions sur la base du volontariat. Ces actions volontaires peuvent contribuer à limiter les émissions de GES, stimuler les politiques innovantes et encourager le développement de nouvelles technologies. S'eux-mêmes, ces organismes ne peuvent avoir qu'une influence limitée sur les émissions au niveau national ou régional [13.4].
  - Le tableau RID.7 donne un aperçu des enseignements fournis par un secteur spécifique appliquant les politiques et des instruments au niveau national.
- 23. Les politiques qui produisent un prix réel ou implicite du carbone pourraient créer des incitations pour les producteurs et les consommateurs à investir davantage dans les produits, technologies et processus sobres en GES. De telles politiques pourraient inclure des instruments économiques, un financement gouvernemental et des réglementations (*bon accord, nombreuses mises en évidence*).**
- Un signal de prix effectif du carbone pourrait créer un potentiel d'atténuation considérable dans tous les secteurs [11.3, 13.2].
  - Les études de modèles (voir Encadré RID.3) indiquent que des prix du carbone atteignant 20 à 80 \$US/t éq-CO<sub>2</sub> en 2030 et 30 à 155 \$US/ t éq-CO<sub>2</sub> en 2050, sont cohérents avec une stabilisation à environ 550 ppm eq-CO<sub>2</sub> en 2100. Pour le même niveau de stabilisation, les études menées depuis la parution du TRE, qui tiennent compte du développement technologique induit, ramènent ces prix à 5 - 65 \$US/t éq-CO<sub>2</sub> en 2030 et à 15 130 \$US/ t éq-CO<sub>2</sub> en 2050 [3.3, 11.4, 11.5].
  - La plupart des évaluations descendantes, et quelques études ascendantes pour 2050, laissent à penser que des prix réels ou implicites du carbone de 20 à 50 \$US/t éq-CO<sub>2</sub>, constants ou en hausse pendant des décennies, pourraient permettre l'émergence en 2050 d'un secteur énergétique sobre en émissions de GES qui proposerait aux secteurs de l'utilisation finale des options d'atténuation économiquement attrayantes. [4.4, 11.6]
  - Les obstacles s'opposant à la mise en œuvre des options d'atténuation sont nombreux et varient selon les pays et les secteurs. Ces obstacles peuvent être d'ordre financier, technologique, institutionnel, et englober des aspects concernant l'information et le comportement [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5].

**Tableau RID 7:** Classement sectoriel des politiques, mesures et instruments dont l'efficacité environnementale a été prouvée dans leur secteur respectif au moins dans un certain nombre de cas nationaux

Secteur	Politiques <sup>a)</sup> , mesures et instruments ayant fait la preuve de leur efficacité environnementale	Contraintes ou opportunités clés
Production d'énergie [4.5]	Réduction des subventions aux combustibles fossiles Taxes ou impositions du carbone touchant les combustibles fossiles	Les résistances des intérêts en jeu peuvent rendre leur application difficile
	Tarifs promotionnels pour des technologies à énergies renouvelables Énergies renouvelables obligatoires Subventions aux producteurs	Peut être approprié pour la création de marchés pour des technologies à basses émissions
	Économie obligatoire de carburants, mélange de biocarburants et normes CO <sub>2</sub> pour le transport routier	Efficacité réduite si tout le parc automobile n'est pas concerné
Transports [5.5]	Taxes sur l'achat, l'enregistrement, l'utilisation et les carburants des véhicules, tarification des autoroutes et des parkings	L'efficacité peut chuter si les revenus augmentent
	Agir sur les besoins de mobilité au moyen des réglementations de l'affectation des terres et la planification de l'infrastructure Investir dans les transports publics attractifs et les moyens de transport non-motorisés	Surtout approprié dans le cas des pays qui commencent à développer leurs systèmes de transport
	Normes et labellisation de l'électroménager Règles de construction et certification Programmes de gestion de la demande Programmes de gestion du secteur public, y compris les achats Incitations pour les Compagnies de service d'économie d'énergie (ESCO)	Révision périodique des normes requises Attractif dans les cas de bâtiments neufs. L'application peut se révéler difficile. Réglementation requise pour que les équipements puissent en profiter Les acquisitions gouvernementales peuvent élargir la demande en produits énergétiquement rentables Facteur de réussite: accès au financement par des tiers
Industrie [7.9]	Fourniture d'informations de parangonnage Normes sur les performances Subventions, crédits d'impôts	Peut être approprié pour stimuler le transfert technologique. Importance d'une politique nationale stable pour être compétitive sur le plan international
	Permis négociables	Importance des mécanismes de transfert prévisibles et des signaux de prix stables pour les investissements
	Accords volontaires	Les facteurs de réussite comprennent: des objectifs précis, un scénario de référence, l'implication de tiers dans la conception, la révision et les règles formelles du suivi, une coopération étroite entre le gouvernement et l'industrie.
Agriculture [8.6, 8.7, 8.8]	Incitations financières et réglementations pour une meilleure gestion des terres, préservation de la teneur en carbone des sols, emploi efficace des engrais et de l'irrigation	Peuvent encourager la synergie avec le développement durable et la réduction de la vulnérabilité au changement climatique, surmontant ainsi les obstacles à la mise en œuvre
Foresterie/ Forêts [9.6]	Incitations financières (aux niveaux national et international) pour élargir les zones forestières, réduire le déboisement et promouvoir la gestion des forêts	Les restrictions incluent le manque d'investissement en capital et les questions de jouissance. Peut contribuer à soulager la pauvreté.
	Réglementation coercitive de l'affectation des terres	
Gestion des déchets [10.5]	Incitations financières pour améliorer la gestion des déchets et des eaux usées	Peut stimuler la diffusion des technologies
	Énergies renouvelables recommandées ou obligatoires	Disponibilité locale de carburants à bon marché
	Réglementation de la gestion des déchets	Efficacité maximum au niveau national si elle est accompagnée de stratégies coercitives

<sup>a)</sup> Les investissements du secteur public RD&D dans des technologies à faibles émissions se sont avérés rentables dans tous les secteurs.

**24. L'efficacité du développement technologique, des innovations et du déploiement dépendent dans une grande mesure du support gouvernemental se traduisant par des contributions financières, des crédits d'impôts, l'établissement de normes et la création de marchés. Le transfert des technologies aux pays en développement dépend des conditions d'encadrement et du financement (*bon accord, nombreuses mises en évidence*).**

- Les bénéfices publics dégagés par des investissements de RD&D sont supérieurs à ceux du secteur privé, ce qui justifie le soutien apporté par le gouvernement aux programmes RD&D.
- Depuis près de vingt années, le financement gouvernemental, en termes réels et absolus, pour la plupart des programmes de recherche en matière d'énergie a stagné, voire diminué (même après l'entrée en vigueur de la CCNUCC), ne représentant plus que la moitié, environ, des financements en 1980 [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2].
- Le soutien du gouvernement est essentiel lorsqu'il s'agit de créer des conditions favorables à l'environnement dans un cadre institutionnel, politique, légal et réglementaire<sup>31</sup>, afin de soutenir les flux d'investissements et procéder à des transferts de technologies efficaces – sans quoi il peut s'avérer difficile de réaliser des réductions d'émissions significatives. Il est important de mobiliser le financement du coût marginal des technologies sobres en carbone. Des accords internationaux portant sur la technologie pourraient renforcer l'infrastructure des connaissances. [13.3].
- Les conséquences potentiellement avantageuses du transfert de technologie aux pays en développement, découlant des mesures prises par les pays visés à l'Annexe I, peuvent se révéler considérables, mais les estimations les concernant ne sont pas fiables [11.7].
- Les courants financiers qui affluent vers les pays en développement par le biais des projets MDP peuvent atteindre plusieurs milliards de \$US par an<sup>32</sup>, dépassant largement ceux qui transitent par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) ; ces sommes sont comparables à celles qui alimentent l'aide au développement en matière d'énergie, mais sont toutefois légèrement inférieures à la somme totale des investissements étrangers directs. Jusqu'à présent, les capitaux parvenant par le biais du MDP et du FEM, ainsi que l'aide au développement pour le transfert de technologies ont été limités et leur répartition géographique inégale [12.3, 13.3].

**25. Les résultats les plus remarquables de la CCNUCC et du protocole de Kyoto sont l'élaboration d'une**

**réponse globale au problème du climat, la stimulation de nombreuses politiques nationales, la création d'un marché international du carbone et l'instauration de nouveaux mécanismes institutionnels pouvant servir de base aux futurs efforts d'atténuation (*bon accord, nombreuses mises en évidence*).**

- On s'attend à ce que la première période d'engagement du Protocole, qui concerne les émissions globales, n'ait que des effets limités. Ses impacts économiques sur les pays visés à l'Annexe B seront vraisemblablement plus faibles que ceux prévus dans le TRE, qui envisageait une réduction du PIB de l'ordre de 0,2-2% en 2012 en l'absence de l'échange de droits d'émission, et de 0,1-1,1% en présence de l'échange de droits d'émission parmi les pays visés à l'Annexe B [1.4, 11.4, 13.3].

**26. Les publications existantes décrivent de nombreuses possibilités de réduire les émissions globales de GES au niveau international au moyen de la coopération. Elles suggèrent également que les accords fructueux sont ceux qui entraînent l'efficacité environnementale, la rentabilité, l'inclusion de considérations sur la distribution et l'équité et qui sont institutionnellement réalisables (*bon accord, nombreuses mises en évidence*).**

- Dans le cadre de la réduction des émissions, des efforts de coopération plus intensifs permettront d'abaisser les coûts globaux pour atteindre un niveau d'atténuation donné, ou augmenteront l'efficacité environnementale [13.3].
- L'amélioration et le développement des mécanismes de marché (échange de droits d'émission, Mise en œuvre conjointe et MDP, par exemple) pourraient réduire les coûts d'ensemble de l'atténuation [13.3].
- Les efforts entrepris pour faire face aux changements climatiques peuvent comprendre divers éléments, dont : les objectifs d'émissions; les actions aux niveaux sectoriel, local, infranational et régional; des programmes RD&D; l'adoption de politiques communes; la mise en œuvre de mesures pour le développement; ou le développement des moyens de financement. Ces éléments peuvent être appliqués de façon intégrée, mais comparer quantitativement les efforts fournis par chaque pays serait une opération complexe et consommatrice de ressources [13.3].
- Les actions que les pays participants entreprendraient peuvent être considérées sous des angles différents, à savoir : quand sera entreprise l'action, qui va y participer et en quoi elle consistera. Les actions peuvent être contraignantes ou non, inclure des objectifs fixes ou dynamiques et la participation aux actions peut être statique ou dynamique [13.3].

<sup>31</sup> Voir le Rapport spécial du GIEC sur les Questions méthodologiques et technologiques dans les transferts de technologies.

<sup>32</sup> En fonction du prix du marché qui a varié entre 4 et 26 \$US/teq-CO<sub>2</sub>, et sur la base d'environ 1000 projets MDP proposés et déposés qui pourraient générer avant 2012 des crédits dépassant 1,3 milliard pour la réduction des émissions.

## F. Développement durable et mesures d'atténuation des changements climatiques

**27. La modification des trajectoires de développement peut renforcer le développement durable et être un facteur important de l'atténuation du changement climatique ; des ressources sont toutefois nécessaires pour surmonter les nombreux obstacles à sa mise en œuvre. On comprend de mieux en mieux les options qu'ont divers secteurs en matière de choix et de mise en application des mesures d'atténuation visant à réaliser des synergies et éviter des conflits avec d'autres aspects du développement durable (*bon accord, nombreuses mises en évidence*).**

- Des mesures d'adaptation sont nécessaires, indépendamment de l'importance des mesures d'atténuation [1.2].
- La question des changements climatiques peut être considérée comme faisant partie intégrante des politiques pour le développement durable. Les conséquences des politiques de développement sur les émissions de GES sont fonction des circonstances nationales et de la force des institutions. Les changements des voies de développement découlent des interactions entre les processus décisionnels publics et privés (qui ne sont pas systématiquement assimilés à des politiques climatiques) impliquant le gouvernement, le monde des affaires et la société civile. L'efficacité du processus atteint son maximum lorsque les participants font preuve d'équité et que les prises de décision décentralisées sont coordonnées. [2.2, 3.3, 12.2].
- Les politiques ayant trait au changement climatique et au développement durable sont souvent, mais pas toujours, en synergie. La politique macroéconomique, la politique agricole, les prêts bancaires pour un développement multilatéral, les pratiques d'assurance, la réforme du marché de l'électricité, la sécurité énergétique, la préservation des forêts etc., sont des facteurs importants en matière de réduction d'émissions, bien que n'étant pas toujours considérés comme des politiques climatiques en soi. D'autre part, des décisions visant, par exemple, à améliorer l'accès du monde rural aux sources d'énergie modernes, peuvent ne pas avoir beaucoup d'effet sur les émissions globales de GES [12.2].
- Les politiques liées au changement climatique qui concernent l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables présentent souvent des avantages économiques, améliorent la sécurité énergétique et permettent de réduire localement les émissions polluantes. Pour atténuer l'approvisionnement en énergie, on peut également concevoir d'autres options qui permettraient de bénéficier du développement durable en évitant le déplacement de populations locales, par la création d'emplois et de prestations maladie [4.5, 12.3].
- La limitation du déboisement et des pertes d'habitat naturel peut être appliquée d'une manière socialement et économiquement durable ; elle profitera notamment à la biodiversité et la préservation des sols et de l'eau. Le boisement et les cultures destinées à fournir de l'énergie verte peuvent permettre de réhabiliter des terres dégradées, gérer le ruissellement des eaux, retenir le carbone des sols et présenter des avantages à l'économie rurale, mais aussi, en cas de planification insuffisante, menacer les terrains agricoles destinés à l'alimentation et même nuire à la biodiversité [9.7, 12.3].
- Le développement durable peut également être renforcé par de nombreuses mesures d'atténuation prises dans les secteurs de la gestion des déchets, des transports et du bâtiment [5.4, 6.6, 10.5, 12.3].
- Rendre le développement plus durable peut accroître à la fois les capacités d'adaptation et d'atténuation et réduire la vulnérabilité au changement climatique. Les mesures d'atténuation et d'adaptation peuvent avoir un effet synergique dans des cas tels que la production rationnelle de biomasse, la création de zones protégées, la gestion des terres, l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments et la foresterie. Dans d'autres situations, des compromis peuvent être nécessaires, par exemple dans les cas où les émissions de GES augmenteraient du fait d'une consommation d'énergie accrue due aux mesures d'adaptation [2.5, 3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1].

## G. Lacunes dans les connaissances

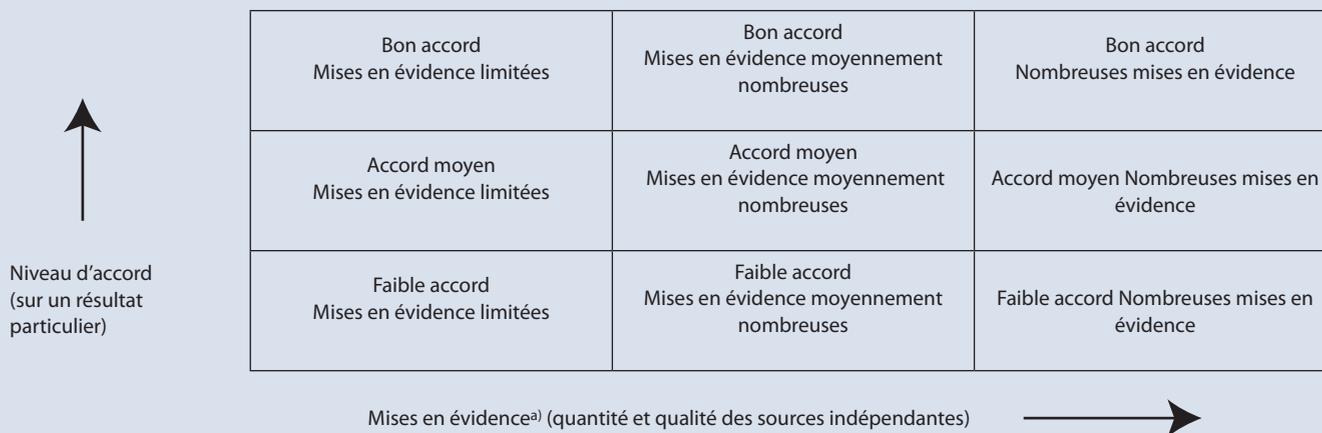
**28. Il existe encore bien des lacunes dans les connaissances actuellement disponibles concernant certains aspects de l'atténuation du changement climatique, en particulier dans les pays en développement. D'autres études visant à combler les lacunes dans les connaissances actuelles pourraient lever certaines incertitudes et donc faciliter les prises de décision relatives aux mesures d'atténuation des changements climatiques [RT.14].**

### Encadré final 1: Représentation de l'incertitude

L'incertitude est une caractéristique inhérente à toute évaluation. Les incertitudes associées aux résultats essentiels sont explicitées dans le quatrième Rapport d'évaluation.

La base scientifique des rapports de chacun des trois Groupes de travail étant fondamentalement différente, une approche commune est quasiment irréaliste. L'approche par la «vraisemblance», utilisée dans «Bilan 2007 des changements climatiques, les bases scientifiques physiques », ainsi que les approches par degré de «confiance» et de «probabilité» utilisées dans «Bilan 2007 des changements climatiques, conséquences, adaptation et vulnérabilité», ont été jugées inadaptées pour traiter de certaines incertitudes spécifiques intervenant dans le présent rapport sur les mesures d'atténuation, étant donné que des choix humains y sont pris en compte.

Dans le présent rapport, les incertitudes sont traitées sur une échelle bidimensionnelle. D'un côté on trouve les jugements d'experts des auteurs du Groupe de travail III sur le niveau de convergence de la documentation sur un résultat particulier (niveau d'accord), de l'autre, la quantité et la qualité des sources indépendantes, pertinentes au titre du règlement du GIEC, sur lesquelles est le résultat est fondé (nombre de mises en évidence<sup>33</sup>) (voir tableau RID.E.1). Cette approche n'est pas une approche quantitative dont pourraient dériver les probabilités liées à l'incertitude.



<sup>a)</sup> Dans le présent rapport, une mise en évidence est définie comme suit: Informations ou signes indiquant qu'une opinion ou une proposition est vraie ou valable. Voir Glossaire.

<sup>33</sup> Dans le présent rapport, le terme "évidence" est défini comme suit: Informations ou signes indiquant qu'une opinion ou une proposition est vraie ou valable. Voir Glossaire.

