

CHANGEMENTS CLIMATIQUES 2007

RAPPORT DE SYNTHÈSE



Un rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat



Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse

Publié sous la direction de

L'Équipe de rédaction principale Rajendra K. Pachauri

Rapport de synthèse
GIEC

Président du
GIEC

Andy Reisinger

Chef de l'Unité d'appui technique pour le
Rapport de synthèse, GIEC

Équipe de rédaction principale

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe

Équipe d'appui technique pour le Rapport de synthèse :

Andy Reisinger, Richard Nottage, Prima Madan

Référence du présent rapport

GIEC, 2007 : *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de-)].* GIEC, Genève, Suisse, ..., 103 pages.



OMM

Publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat



PNUE

PUBLIÉ PAR LE GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

© Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2008

Première parution 2008

ISBN 92-9169-222-0

Le GIEC se réserve le droit de publication en version imprimée ou électronique ou sous toute autre forme et dans n'importe quelle langue. De courts extraits de la présente publication peuvent être reproduits sans autorisation, pour autant que la source complète soit clairement indiquée. La correspondance relative au contenu rédactionnel et les demandes de publication, reproduction ou traduction partielle ou totale de la présente publication (ou des présents articles) doivent être adressées à :

GIEC

c/o Organisation météorologique mondiale (OMM)

7 bis, avenue de la Paix

Tél. : +41 22 730 82 08

Case postale 2300

Fax : +41 22 730 80 25

CH 1211 Genève 2, Suisse

Courriel : IPCC-Sec@wmo.int

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du GIEC, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de certaines sociétés ou de certains produits ne signifie pas que le GIEC les cautionne ou les recommande de préférence à d'autres sociétés ou produits de nature similaire dont il n'est pas fait mention ou qui ne font l'objet d'aucune publicité.

Imprimé en Suède



Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a été colauréat du prix Nobel de la paix 2007

© La Fondation Nobel. Prix Nobel® et l'empreinte de la médaille du prix Nobel® sont des marques déposées de la Fondation Nobel

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été établi en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), qui l'ont chargé d'évaluer les informations scientifiques relatives au changement climatique, de mesurer les conséquences environnementales et socioéconomiques de ce changement et de formuler des stratégies de parade réalistes. Depuis lors, le GIEC a publié plusieurs évaluations de fond qui ont grandement aidé les gouvernements à élaborer et à mettre en place des politiques pertinentes en la matière et qui ont en particulier permis à la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), adoptée en 1992, et à son Protocole de Kyoto, adopté en 1997, de disposer des avis éclairés nécessaires.

Depuis sa création, le GIEC a fait paraître une série de rapports d'évaluation (en 1990, 1995, 2001 et le présent rapport en 2007), de rapports spéciaux, de documents techniques et de rapports méthodologiques qui sont devenus des ouvrages de référence pour les décideurs, les scientifiques, les experts et les étudiants. Parmi ses plus récentes publications figurent deux rapports spéciaux parus en 2005, intitulés *Piégeage et stockage du dioxyde de carbone* et *Préservation de la couche d'ozone et du système climatique planétaire*, ainsi que l'édition 2006 des *Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. Un document technique sur les changements climatiques et l'eau est en cours de préparation.

Le présent Rapport de synthèse (RSY) a été adopté à Valence (Espagne) le 17 novembre 2007. Il constitue la dernière partie du quatrième Rapport d'évaluation, dont les trois volumes précédents sont parus successivement cette même année sous le titre *Bilan 2007 des changements climatiques*. On y trouve un résumé des conclusions exposées dans les rapports des trois Groupes de travail, où l'accent est mis sur les aspects qui intéressent particulièrement les décideurs : le rapport confirme que le climat est en train de changer, essentiellement en raison des activités humaines ; décrit les incidences du réchauffement planétaire déjà observables et anticipées ; présente les possibilités d'adaptation de nos sociétés soucieuses de réduire leur vulnérabilité ; et analyse les coûts des politiques et des technologies à mettre en œuvre pour limiter la portée des changements futurs.

Le quatrième Rapport d'évaluation est un ouvrage remarquable qui s'appuie sur les travaux d'une vaste communauté de chercheurs. Plus de 500 auteurs principaux et 2 000 examinateurs spécialistes de ces questions ont participé à la rédaction de ce document, qui a été soumis à l'examen minutieux des représentants d'une centaine de nations. C'est le

fruit de l'enthousiasme, de la mobilisation et de la coopération de spécialistes de nombreuses disciplines différentes quoique apparentées. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à toutes ces personnes, aux membres du Bureau du GIEC, au personnel des unités d'appui technique – notamment celui de l'Unité d'appui technique pour le Rapport de synthèse hébergée par The Energy and Resources Institute (TERI) à New Delhi –, à M^{me} Renate Christ, Secrétaire du GIEC, et à l'ensemble du personnel du Secrétariat.

Nous sommes reconnaissants aux gouvernements et aux organisations qui contribuent au fonds d'affectation spéciale du GIEC et qui apportent leur appui aux experts sous diverses formes. Le GIEC a toujours associé à ses travaux un large éventail de spécialistes issus de pays en développement et de pays à économie en transition ; le fonds d'affectation spéciale permet d'octroyer l'aide financière nécessaire pour assurer leur présence aux réunions. Nous tenons également à louer l'esprit de coopération dont tous les représentants gouvernementaux ont su faire preuve lors des réunions du GIEC pour parvenir à un consensus fort et riche de sens.

Nous tenons en outre à remercier le Président du GIEC, M. Rajendra K. Pachauri, de coordonner l'ensemble des activités avec un dévouement et une volonté sans faille. C'est d'ailleurs sous sa direction que le prix Nobel de la paix a été décerné au GIEC tout entier en 2007.

Enfin, nous voudrions saisir cette occasion pour rendre hommage à M. Bert Bolin, qui avait ouvert la voie il y a vingt ans en qualité de premier président du GIEC et dont nous avons appris avec une profonde tristesse la disparition le 30 décembre dernier, après une brillante carrière menée dans les domaines de la météorologie et de la climatologie.



Michel Jarraud
Secrétaire général
Organisation météorologique mondiale



Achim Steiner
Directeur exécutif
Programme des Nations Unies pour l'environnement

Le Rapport de synthèse constitue, avec le Résumé à l'intention des décideurs, la dernière et quatrième partie du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) intitulé *Bilan 2007 des changements climatiques*. Il rassemble en un tout cohérent, au profit des décideurs et des autres parties intéressées, les toutes dernières informations pertinentes d'ordre scientifique, technique et socioéconomique sur les changements climatiques, afin d'aider les gouvernements et les autres acteurs du secteur public et du secteur privé à formuler et à mettre en place des stratégies efficaces pour parer la menace que font peser ces changements imputables aux activités humaines.

Le présent document fait la synthèse des informations figurant dans les contributions des trois Groupes de travail au quatrième Rapport d'évaluation, à savoir le rapport du Groupe de travail I sur les bases scientifiques physiques, le rapport du Groupe de travail II sur les conséquences, l'adaptation et la vulnérabilité et le rapport du Groupe de travail III sur l'atténuation des changements climatiques. Il s'inspire aussi d'autres publications du GIEC, en particulier des rapports spéciaux parus dernièrement. Le Rapport de synthèse a été rédigé par une équipe spécialement constituée à cette fin, formée des auteurs des rapports des trois Groupes de travail, sous la conduite du président du GIEC. Conformément aux instructions transmises, les auteurs ont rédigé le projet de texte dans un style courant, mais en veillant à rendre parfaitement compte des données scientifiques et techniques.

Le Rapport de synthèse aborde un certain nombre de questions d'importance relevant des six grands thèmes arrêtés par le Groupe d'experts, tout en s'attachant aux aspects qui recouvrent plusieurs domaines. Un Résumé à l'intention des décideurs (RiD) complète le Rapport de synthèse proprement dit. Le plan suivi dans les deux documents est sensiblement le même, si ce n'est que, par souci de concision et de clarté, certaines questions étudiées sous plusieurs points dans la version intégrale sont récapitulées dans une seule section du Résumé à l'intention des décideurs.

Point 1 – Changements climatiques observés et effets constatés sur les systèmes naturels et les sociétés humaines, selon les informations provenant des Groupes de travail I et II.

Point 2 – Causes naturelles et anthropiques de l'évolution du climat. On analyse les liens entre les émissions et la concentration des gaz à effet de serre, le forçage radiatif et les changements climatiques qui en résultent. On détermine également dans quelle mesure les changements climatiques observés et leurs effets sur les systèmes physiques et biologiques sont attribuables à des causes naturelles ou aux activités humaines. Les informations sont tirées des contributions des trois Groupes de travail au quatrième Rapport d'évaluation.

Point 3 – Changements climatiques anticipés et incidences attendues, selon les rapports établis par les trois Groupes de travail. Cette partie contient des informations actualisées sur les scénarios d'émissions et les changements climatiques qui devraient intervenir au XXI^e siècle et au-delà et sur les conséquences anticipées pour différents systèmes, secteurs et régions. Une attention particulière est accordée au développement et au bien-être des populations humaines.

Point 4 – Possibilités et mesures d'adaptation et d'atténuation, telles qu'elles sont recensées dans les rapports des Groupes de travail II et III. Dans cette partie, on analyse aussi les corrélations des changements climatiques et des mesures prises pour y faire face avec le développement durable. L'accent est mis sur les mesures qui pourraient être mises en place d'ici 2030. On traite des technologies, des politiques, des décisions et des moyens à envisager, des obstacles à la mise en œuvre, des synergies à créer et des équilibres à trouver.

Point 5 – Perspectives à long terme et aspects scientifiques, techniques et socioéconomiques de l'adaptation et de l'atténuation, conformément aux objectifs et aux dispositions de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Le processus décisionnel est analysé du point de vue de la gestion des risques, sans négliger les aspects plus vastes relatifs à l'environnement et à l'intégration. Il est question des taux d'émission à atteindre pour stabiliser la concentration des gaz à effet de serre à divers niveaux et limiter la hausse des températures, des coûts associés aux mesures d'atténuation, des technologies à mettre au point et à utiliser et des incidences qu'il serait possible d'éviter. On examine en détail cinq grands motifs de préoccupation qui, compte tenu des connaissances acquises depuis le troisième Rapport d'évaluation, se seraient aggravés.

Point 6 – Conclusions robustes et incertitudes clés.

Si le Rapport de synthèse se suffit pour une bonne part à lui-même, il convient toutefois de le lire en sachant qu'il fait suite à d'autres volumes qu'il est recommandé de consulter pour une analyse plus poussée. À cet égard, chacun des rapports des trois Groupes de travail se compose d'une évaluation scientifique et technique détaillée, d'un résumé technique et d'un résumé à l'intention des décideurs qui a été approuvé ligne par ligne.

La version intégrale du Rapport de synthèse précise très souvent la source des informations présentées, qu'il s'agisse des contributions des Groupes de travail au quatrième Rapport d'évaluation ou d'autres rapports du GIEC. Pour faciliter la lecture, les mentions qui apparaissent dans le Résumé à l'intention des décideurs renvoient uniquement aux sections correspondantes de la version intégrale du Rapport de synthèse. Le CD-ROM ci-inclus contient le texte *in extenso* des rapports des trois Groupes de travail en anglais ainsi que les Résumés

à l'intention des décideurs, les Résumés techniques et le Rapport de synthèse dans toutes les langues officielles des Nations Unies. Dans la version électronique, les renvois se présentent sous la forme d'hyperliens qui permettront au lecteur d'accéder facilement à de plus amples informations de nature scientifique, technique et socioéconomique. Un guide de l'utilisateur, un glossaire, une liste d'acronymes ainsi que diverses listes des auteurs, des éditeurs-réviseurs et des examinateurs figurent en annexe du présent rapport.

Le Rapport de synthèse a été établi conformément aux procédures de préparation, d'examen, d'acceptation, d'adoption, d'approbation et de publication des rapports du GIEC. Il a été adopté et approuvé par le Groupe d'experts à sa vingt-septième session (Valence, Espagne, 12-17 novembre 2007).

Nous saisissons l'occasion pour remercier :

- l'Équipe de rédaction principale qui a établi la version préliminaire du présent rapport et a apporté un soin méticuleux aux détails pour en arrêter la version définitive ;
- les éditeurs-réviseurs qui ont veillé à ce que toutes les observations formulées soient prises en considération et à ce que le texte rende fidèlement compte des rapports dont il s'inspire ;
- les équipes d'auteurs coordonnateurs principaux et d'auteurs principaux relevant des Groupes de travail, qui ont apporté leur aide à l'équipe de rédaction ;
- le responsable et le personnel de l'Unité d'appui technique pour le Rapport de synthèse, en particulier M. Andy Reisinger, ainsi que les Unités d'appui technique des trois Groupes de travail, qui ont procuré un soutien logistique et rédactionnel ;
- le personnel du Secrétariat du GIEC, qui s'est acquitté de

tâches innombrables pour assurer l'élaboration, la diffusion et la publication du rapport ;

- l'OMM et le PNUE pour l'appui qu'ils ont accordé au Secrétariat du GIEC et pour leurs contributions financières au fonds d'affectation spéciale du GIEC ;
- l'ensemble des pays membres et la CCNUCC pour leurs contributions au fonds d'affectation spéciale du GIEC ;
- l'ensemble des pays membres et des organisations participantes pour leurs inestimables contributions en nature, et notamment pour l'appui accordé aux experts participant aux travaux du GIEC et pour l'accueil des réunions et sessions du Groupe d'experts.



M. R.K. Pachauri
Président du GIEC



M^{me} Renate Christ
Secrétaire du GIEC

Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse

Table des matières

Avant-propos	iii
Préface	v
Résumé à l'intention des décideurs	1
Rapport de synthèse	23
Introduction	25
Point 1	29
Point 2	35
Point 3	43
Point 4	55
Point 5	63
Point 6	71
Annexes	
I. Guide de l'utilisateur et accès à des informations plus détaillées	75
II. Glossaire	76
III. Acronymes et symboles chimiques ; unités de mesure ; groupements de pays	90
IV. Liste des auteurs	92
V. Liste des examinateurs et des éditeurs-réviseurs	94
VI. Index	100
VII. Publications du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	102



Sources citées dans le présent Rapport de synthèse

Les références figurant dans le présent rapport sont placées entre accolades { } à la fin de chaque paragraphe.

Dans le **Résumé à l'intention des décideurs**, les références renvoient aux sections, figures, tableaux et encadrés figurant dans l'introduction et les différents points du Rapport de synthèse.

Dans **l'introduction et les six points** du Rapport de synthèse, les références renvoient aux contributions des Groupes de travail I, II et III (GT I, GT II et GT III) au quatrième Rapport d'évaluation et aux autres rapports du GIEC sur lesquels le Rapport de synthèse est fondé ou encore aux autres sections du Rapport de synthèse (RSY).

Les abréviations ci-après ont été utilisées :

RiD : Résumé à l'intention des décideurs

RT : Résumé technique

RE : Résumé exécutif d'un chapitre

Les chiffres désignent les chapitres et les sections d'un rapport.

Par exemple, {GT I RT.3 ; GT II 4.RE, figure 4.3 ; GT III tableau 11.3} fait référence à la section 3 du Résumé technique du rapport du Groupe de travail I, au Résumé exécutif et à la figure 4.3 du chapitre 4 du rapport du Groupe de travail II et au tableau 11.3 du chapitre 11 du rapport du Groupe de travail III.

Autres rapports cités dans le présent Rapport de synthèse :

TRE : Troisième Rapport d'évaluation

SROC : *Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System* (Rapport spécial sur la préservation de la couche d'ozone et du système climatique planétaire)



Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse

Résumé à l'intention des décideurs

Une évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Le présent résumé, dont le contenu détaillé a été approuvé lors de la XXVII^e session plénière du GIEC (Valence, Espagne, 12-17 novembre 2007), constitue la déclaration officielle du GIEC sur les principales conclusions et incertitudes exposées dans les contributions des Groupes de travail au quatrième Rapport d'évaluation.

Basé sur un projet de texte rédigé par :

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe

Introduction

Le Rapport de synthèse constitue la dernière partie du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Il présente un bilan des changements climatiques fondé sur les conclusions des trois Groupes de travail du GIEC.

Les points exposés dans le présent Résumé à l'intention des décideurs sont analysés de manière approfondie dans la version intégrale du Rapport de synthèse et dans les rapports sous-jacents établis par chacun des trois Groupes de travail.

1. Les changements climatiques observés et les effets constatés

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer (figure RiD.1). {1.1}

Onze des douze dernières années (1995–2006) figurent parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe. Alors que, dans le troisième Rapport d'évaluation (TRE), on estimait à 0,6 [0,4-0,8] °C la tendance linéaire au réchauffement entre 1901 et 2000, la valeur établie pour 1906–2005 atteint 0,74 [0,56-0,92] °C¹ (figure RiD. 1). Les températures ont augmenté presque partout dans le monde, quoique de manière plus sensible aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord. Par ailleurs, les terres émergées se sont réchauffées plus rapidement que les océans (figures RiD.2, RiD.4). {1.1, 1.2}

L'élévation du niveau de la mer concorde avec le réchauffement (figure RiD.1). Sur l'ensemble de la planète, le niveau moyen de la mer s'est élevé de 1,8 [1,3-2,3] mm/an depuis 1961 et de 3,1 [2,4-3,8] mm/an depuis 1993, sous l'effet de la dilatation thermique et de la fonte des glaciers, des calottes glaciaires et des nappes glaciaires polaires. On ne peut dire à l'heure actuelle si l'accélération du rythme qui a été constatée entre 1993 et 2003 traduit une variation décennale ou un renforcement de la tendance à long terme. {1.1}

La diminution observée de l'étendue des zones couvertes de neige et de glace concorde elle aussi avec le réchauffement (figure RiD.1). Les données-satellite dont on dispose depuis 1978 montrent que l'étendue annuelle moyenne des glaces a diminué de 2,7 [2,1-3,3] % par décennie dans l'océan Arctique, avec un recul plus marqué en été (7,4 [5,0-9,8] %). Les glaciers et la couverture neigeuse occupent une moins grande superficie dans les deux hémisphères. {1.1}

Entre 1900 et 2005, les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles diminuaient au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud. Il est *probable*² que la sécheresse a progressé à l'échelle du globe depuis les années 1970. {1.1}

Il est *très probable* que les journées froides, les nuits froides et le gel ont été moins fréquents sur la plus grande partie des terres émergées depuis cinquante ans et que le nombre de journées chaudes et de nuits chaudes a au contraire augmenté. De plus, la fréquence des phénomènes ci-après s'est *probablement* accrue : vagues de chaleur sur la majeure partie des terres émergées, fortes précipitations dans la plupart des régions et, depuis 1975, élévations extrêmes du niveau de la mer³ dans le monde entier. {1.1}

Les observations révèlent une augmentation de l'activité cyclonique intense dans l'Atlantique Nord depuis 1970 environ, cette évolution étant moins nette ailleurs. Aucune tendance claire ne se dégage quant au nombre de cyclones tropicaux qui se forment chaque année, et il est difficile de retracer avec certitude une évolution à long terme, surtout avant 1970. {1.1}

Il est *très probable* que les températures moyennes dans l'hémisphère Nord ont été plus élevées pendant la seconde moitié du XX^e siècle que durant n'importe quelle autre période de cinquante ans au cours des cinq derniers siècles, et il est *probable* qu'elles ont été les plus élevées depuis 1 300 ans au moins. {1.1}

Les observations⁴ effectuées sur tous les continents et dans la plupart des océans montrent qu'une multitude de systèmes naturels sont touchés par les changements climatiques régionaux, en particulier par la hausse des températures. {1.2}

On peut affirmer avec un *degré de confiance élevé* que les changements intervenus dans le manteau neigeux, les glaces et le gélisol se sont traduits par une multiplication et une extension des lacs glaciaires, une instabilité accrue des sols dans les régions montagneuses et d'autres zones à pergélisol et des modifications de certains écosystèmes en Arctique et en Antarctique. {1.2}

De même, certains systèmes hydrologiques ont été perturbés par l'intensification du ruissellement et la précocité des crues de printemps dans de nombreux cours d'eau alimentés par la fonte des glaciers et de la neige ainsi que par la modification de la structure thermique et de la qualité de l'eau due au réchauffement des lacs et des rivières (*degré de confiance élevé*). {1.2}

Dans les écosystèmes terrestres, le caractère hâtif des phénomènes printaniers et la migration d'espèces animales et végétales vers les pôles et vers les hauteurs sont associés au réchauffement récent avec un *degré de confiance très élevé*. Dans certains écosystèmes marins et d'eau douce, le déplacement des aires de répartition et les variations du degré d'abondance des algues, du plancton et

¹Les chiffres placés entre crochets correspondent à un intervalle d'incertitude à 90 % de part et d'autre de la valeur la plus probable, c'est-à-dire qu'il y a une probabilité estimée de 5 % que la valeur recherchée soit au-delà de cet intervalle et une probabilité de 5 % qu'elle soit en-deça. Les intervalles d'incertitude ne sont pas toujours répartis de façon symétrique de part et d'autre de la valeur la plus probable.

²Les mots en italique expriment le degré de confiance ou d'incertitude au moyen d'une terminologie type décrite dans l'introduction du Rapport de synthèse (voir l'encadré intitulé « Traitement de l'incertitude »).

³À l'exclusion des tsunamis, qui sont des phénomènes indépendants des changements climatiques. L'élévation extrême du niveau de la mer dépend du niveau moyen de la mer et des systèmes météorologiques régionaux. Elle correspond à la tranche supérieure (1 %) des valeurs horaires relevées dans une station pendant une période de référence donnée.

⁴Jeux de données débutant en 1970 essentiellement.

Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord

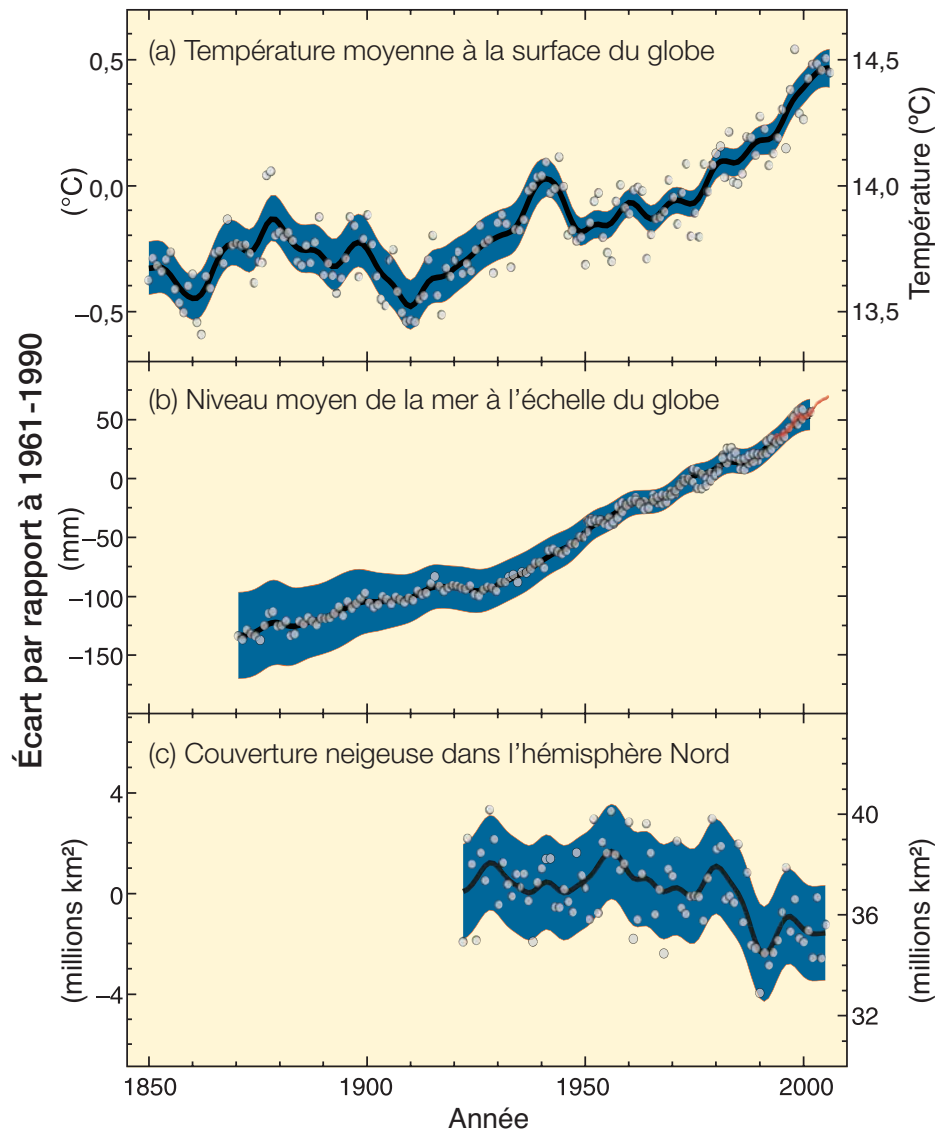


Figure RiD.1. Variations observées a) de la température moyenne à la surface du globe, b) du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe, selon les données recueillies par les marégraphes (en bleu) et les satellites (en rouge), et c) de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord en mars-avril. Tous les écarts sont calculés par rapport aux moyennes pour la période 1961-1990. Les courbes lissées représentent les moyennes décennales, et les cercles correspondent aux valeurs annuelles. Les zones ombrées représentent les intervalles d'incertitude qui ont été estimés à partir d'une analyse poussée des incertitudes connues (a et b) et à partir des séries chronologiques (c). {Figure 1.1}

des poissons sont liés à la hausse de la température de l'eau ainsi qu'aux modifications connexes de la couche de glace, de la salinité, de la teneur en oxygène et de la circulation de l'eau (*degré de confiance élevé*). {1.2}

Plus de 29 000 séries de données d'observation tirées de 75 études révèlent qu'un grand nombre de systèmes physiques et biologiques souffrent de profondes perturbations. Les tendances relevées dans plus de 89 % de ces séries de données vont dans le sens attendu en réaction à un réchauffement du climat (figure RiD.2). Il faut savoir toutefois que le volume de données et de textes publiés sur les changements observés est très inégal d'une région à l'autre et est particulièrement peu abondant dans les pays en développement. {1.2, 1.3}

Les changements climatiques régionaux commencent à avoir d'autres effets sur le milieu naturel et l'environnement humain (*degré de confiance moyen*), bien que nombre de ces effets soient difficiles à cerner en raison de l'adaptation et des facteurs non climatiques. {1.2}

Il s'agit notamment des effets de l'élévation des températures sur : {1.2}

- les pratiques agricoles et sylvicoles aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord (plantation plus précoce au printemps, par exemple) et les régimes de perturbation des forêts (incendies, parasites, etc.) ;
- plusieurs aspects de la santé, dont la mortalité associée à la chaleur en Europe, les vecteurs de maladies infectieuses dans

Modifications des systèmes physiques et biologiques et variations de la température en surface pendant la période 1970-2004

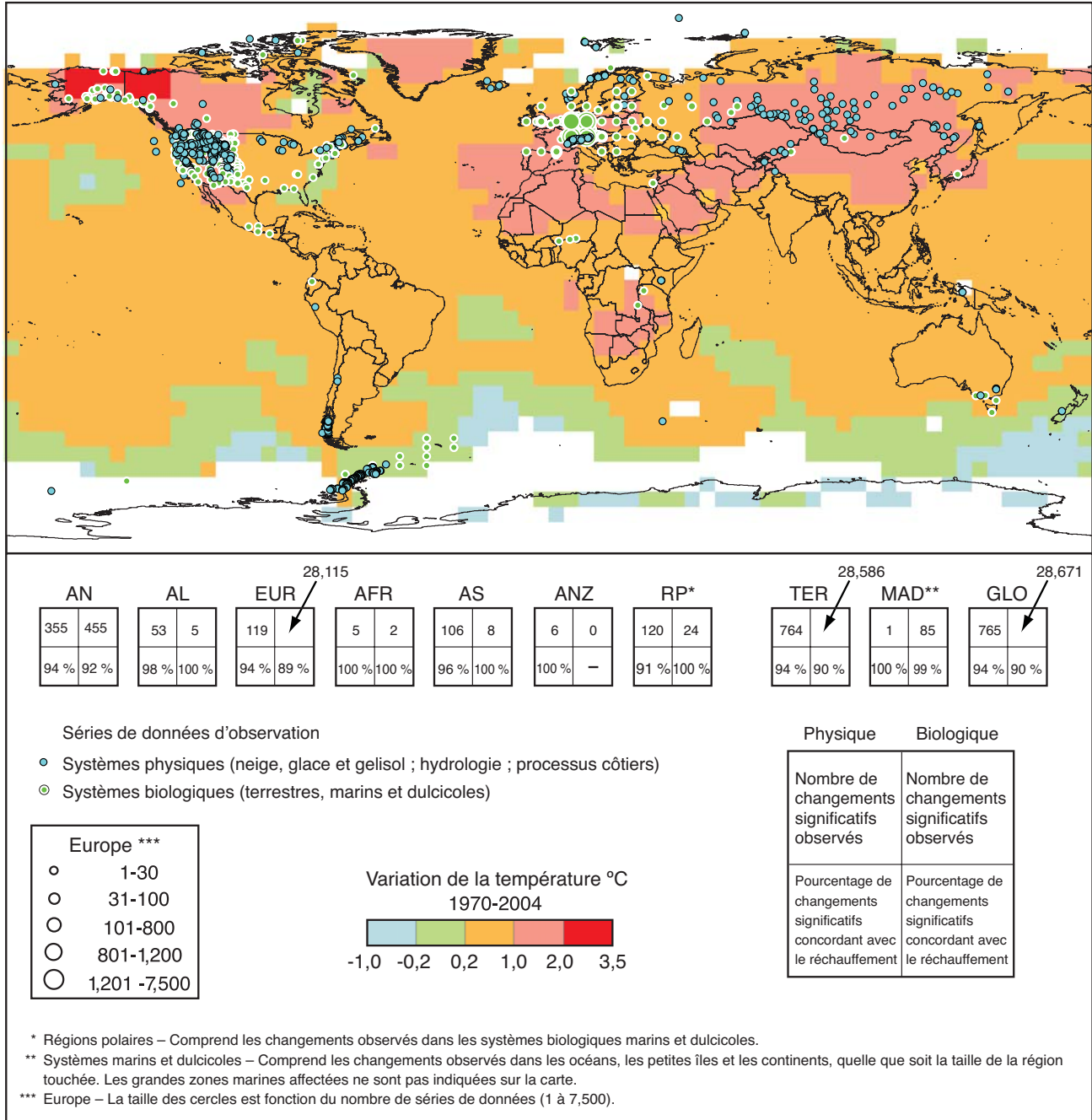


Figure RiD.2. Emplacement des changements significatifs relevés dans les séries de données sur les systèmes physiques (neige, glace et sol gelé ; hydrologie ; processus côtiers) et les systèmes biologiques (terrestres, marins et dulcicoles) et variations de la température de l'air en surface pendant la période 1970-2004. Quelque 29 000 séries de données ont été retenues sur les 80 000 publiées dans 577 études, sur la base des critères suivants : 1) se terminer en 1990 ou plus tard ; 2) s'étendre sur une période d'au moins 20 ans ; 3) présenter un changement significatif, dans un sens ou dans l'autre, ayant fait l'objet d'une évaluation dans certaines études. Les séries retenues proviennent de quelque 75 études, dont 70 environ ont été réalisées après la parution du TRE. Sur ces 29 000 séries de données, 28 000 environ sont tirées d'études européennes. Les zones laissées en blanc sont des zones où les données d'observation sont insuffisantes pour qu'il soit possible d'y définir une tendance de la température. Les cases 2 x 2 indiquent le nombre total de séries de données présentant des changements significatifs (rangée supérieure) et la proportion de celles qui concordent avec le réchauffement (rangée inférieure) pour i) les régions continentales : Amérique du Nord (NAM), Amérique latine (LA), Europe (EUR), Afrique (AFR), Asie (AS), Australie et Nouvelle-Zélande (ANZ), régions polaires (RP) ; ii) la planète entière : terres émergées (TER), zones marines et dulcicoles (MFW), globe dans son ensemble (GLO). La somme des différents nombres d'études figurant dans les sept cases des régions continentales (NAM, LA, EUR, AFR, AS, ANZ, RP) ne correspond pas au total de la case du globe dans son ensemble (GLO), parce que ces nombres (à l'exception de celui qui concerne les régions polaires) n'incluent pas les études sur les systèmes marins et dulcicoles (MFW). Les grandes zones marines affectées n'apparaissent pas sur la carte. {Figure 1.2}

diverses régions et les allergies aux pollens aux latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère Nord ;

- certaines activités conduites dans l'Arctique (chasse et déplacement sur la neige et la glace, par exemple) et dans les régions alpines de faible altitude (sports d'hiver, notamment).

2. Les causes de l'évolution du climat

Les variations de la concentration de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols dans l'atmosphère, de la couverture végétale et du rayonnement solaire modifient le bilan énergétique du système climatique. {2.2}

Les émissions mondiales de GES imputables aux activités humaines ont augmenté depuis l'époque préindustrielle ; la hausse a été de 70 % entre 1970 et 2004 (figure RiD.3).⁵ {2.1}

Les rejets annuels de dioxyde de carbone (CO₂) – le plus important gaz à effet de serre anthropique – ont progressé de 80 % environ entre 1970 et 2004. À compter de l'an 2000, on a observé une inversion de la tendance au fléchissement des émissions de CO₂ par unité d'énergie produite qui se dessinait à long terme. {2.1}

Depuis 1750, sous l'effet des activités humaines, les concentrations atmosphériques de CO₂, de méthane (CH₄)

et d'oxyde nitreux (N₂O) se sont fortement accrues ; elles sont aujourd'hui bien supérieures aux valeurs historiques déterminées par l'analyse de carottes de glace portant sur de nombreux millénaires. {2.2}

En 2005, les concentrations atmosphériques de CO₂ (379 ppm) et de CH₄ (1 774 ppb) ont largement excédé l'intervalle de variation naturelle des 650 000 dernières années. La cause première de la hausse de la concentration de CO₂ est l'utilisation de combustibles fossiles ; le changement d'affectation des terres y contribue aussi, mais dans une moindre mesure. Il est *très probable* que l'augmentation observée de la concentration de CH₄ provient surtout de l'agriculture et de l'utilisation de combustibles fossiles ; cette progression s'est toutefois ralentie depuis le début des années 1990, ce qui concorde avec le fait que les émissions totales (anthropiques et d'origine naturelle) ont été quasi constantes durant cette période. Quant à la hausse de la concentration de N₂O, elle est essentiellement due à l'agriculture. {2.2}

On peut avancer avec un *degré de confiance très élevé* que les activités humaines menées depuis 1750 ont eu pour effet net de réchauffer le climat.⁶ {2.2}

L'essentiel de l'élévation de la température moyenne du globe observée depuis le milieu du XX^e siècle est très probablement attribuable à la hausse des concentrations de GES anthropiques⁷. Il est probable que tous les continents,

Émissions mondiales de gaz à effet de serre anthropiques

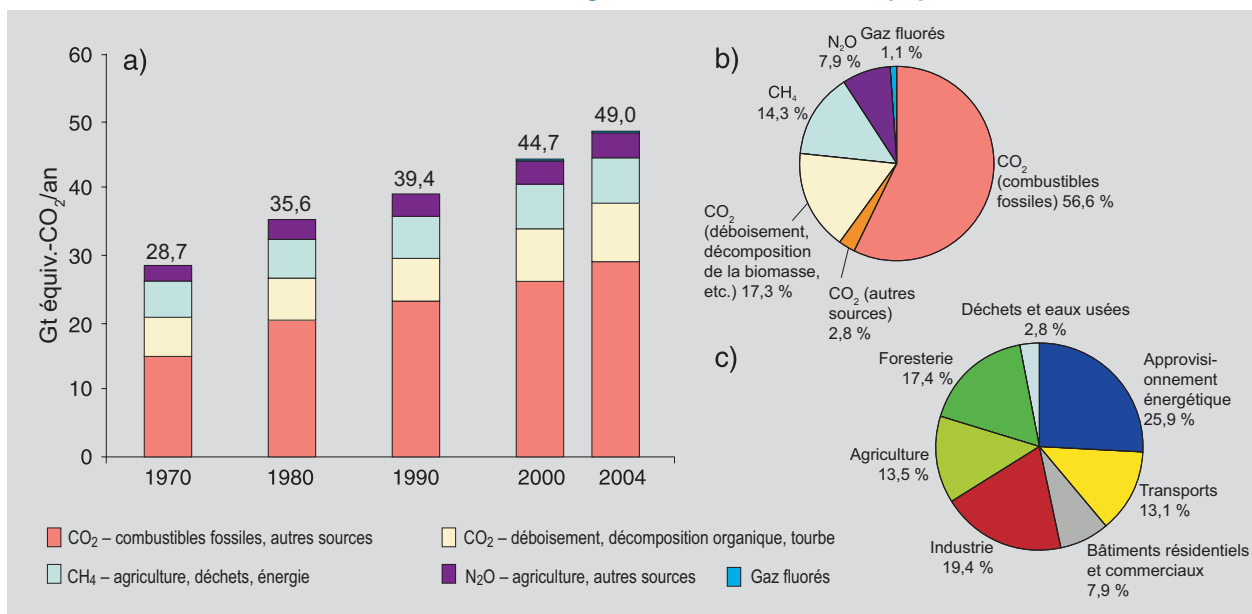


Figure RiD.3. a) Émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde, 1970–2004⁵. b) Parts respectives des différents GES anthropiques dans les émissions totales de 2004, en équivalent-CO₂. c) Contribution des différents secteurs aux émissions totales de GES anthropiques en 2004, en équivalent-CO₂. (La foresterie inclut le déboisement). {Figure 2.1}

⁵ Comprend uniquement les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄), d'oxyde nitreux (N₂O), d'hydrofluorocarbones (HFC), d'hydrocarbures perfluorés (PFC) et d'hexafluorure de soufre (SF₆) prises en compte par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Une pondération est appliquée à ces GES en fonction de leur potentiel de réchauffement mondial sur 100 ans, selon les données utilisées dans le cadre de la CCNUCC.

⁶ L'augmentation de la concentration des GES tend à réchauffer la surface, tandis que l'effet net de la hausse de concentration des aérosols tend à la refroidir. Les activités humaines menées depuis l'époque préindustrielle se sont soldées par un réchauffement de la planète (+ 1,6 [+ 0,6 à + 2,4] W/m²). À titre de comparaison, on estime que la variation de l'éclairement énergétique du Soleil a eu un effet de réchauffement de (+ 0,12 [+ 0,06 à + 0,30] W/m²) seulement.

⁷ Le degré d'incertitude restant est évalué selon les méthodes actuelles.

Variation des températures à l'échelle du globe et des continents

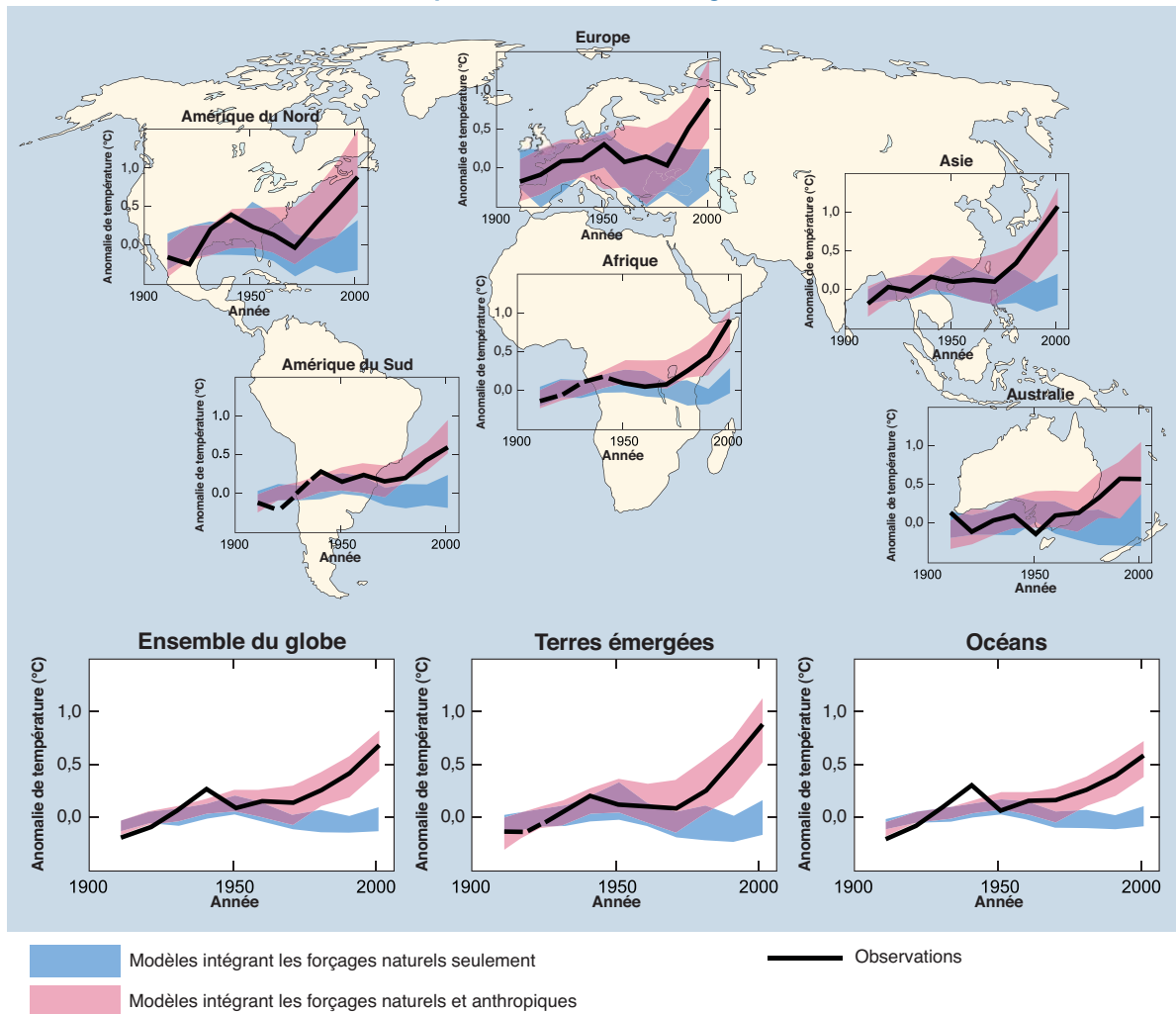


Figure RiD.4. Comparaison des variations de la température en surface observées à l'échelle du globe et des continents avec les résultats simulés par des modèles climatiques intégrant les forçages naturels seulement ou les forçages naturels et anthropiques. Les moyennes décennales des observations effectuées de 1906 à 2005 (ligne en noir) sont reportées au milieu de chaque décennie en comparaison de la moyenne correspondante pour la période 1901-1950. Les lignes en pointillé signalent une couverture spatiale inférieure à 50 %. Les bandes ombrées en bleu indiquent la fourchette comprise entre 5 et 95 % de 19 simulations issues de 5 modèles climatiques qui ne considèrent que les forçages naturels produits par l'activité solaire et volcanique. Les bandes ombrées en rouge représentent la fourchette comprise entre 5 et 95 % de 58 simulations obtenues avec 14 modèles climatiques tenant compte des forçages naturels et anthropiques. {Figure 2.5}

à l'exception de l'Antarctique, ont généralement subi un réchauffement anthropique marqué depuis cinquante ans (figure RiD.4). {2.4}

À lui seul, le forçage total produit par l'activité volcanique et les fluctuations du rayonnement solaire depuis cinquante ans aurait *probablement* dû refroidir le climat. Seuls les modèles qui tiennent compte des forçages anthropiques parviennent à simuler les configurations du réchauffement observées et leurs variations. Il reste difficile de simuler et d'imputer l'évolution des températures aux échelles sous-continentales. {2.4}

Grâce aux progrès accomplis depuis le troisième Rapport d'évaluation, il est possible de déceler l'incidence des activités humaines sur différents aspects du climat, outre la température moyenne. {2.4}

Les activités humaines ont : {2.4}

- *très probablement* contribué à l'élévation du niveau de la mer au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle ;
- *probablement* concouru au changement de la configuration des vents, qui a modifié la trajectoire des tempêtes extratropicales et le régime des températures ;
- *probablement* entraîné une élévation de la température des nuits extrêmement chaudes et froides et des journées extrêmement froides ;
- *sans doute* accru les risques de vagues de chaleur, la progression de la sécheresse depuis les années 1970 et la fréquence des épisodes de fortes précipitations.

Il est *probable* que le réchauffement anthropique survenu depuis trente ans a joué un rôle notable à l'échelle du globe dans l'évolution observée de nombreux systèmes physiques et biologiques. {2.4}

Il est *très improbable* que la variabilité naturelle puisse expliquer à elle seule l'adéquation spatiale entre les régions du globe qui se réchauffent sensiblement et celles où les perturbations importantes de nombreux systèmes concordent avec une hausse des températures. Plusieurs études de modélisation ont établi des liens entre la réponse de certains systèmes physiques et biologiques et le réchauffement anthropique. {2.4}

Il est impossible d'imputer totalement la réaction observée des systèmes naturels au réchauffement anthropique en raison de la durée insuffisante de la plupart des études d'impact, de la variabilité naturelle accrue du climat à l'échelle régionale, de l'intervention de facteurs non climatiques et de la couverture spatiale limitée des études réalisées. {2.4}

3. Les changements climatiques projetés et les effets attendus

Vu les politiques d'atténuation et les pratiques de développement durable déjà en place, les émissions mondiales de GES continueront d'augmenter au cours des prochaines décennies (large concordance, degré élevé d'évidence). {3.1}

Selon le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES, 2000), les émissions mondiales de GES (en équivalent- CO_2) augmenteront de 25 à 90 % entre 2000 et 2030 (figure RiD.5), les combustibles fossiles gardant une place prépondérante parmi les sources d'énergie jusqu'en 2030 et au-delà. On obtient des fourchettes comparables avec les scénarios plus récents qui ne prévoient pas de mesures additionnelles de réduction des émissions.^{8,9} {3.1}

La poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé devrait accentuer le réchauffement et modifier profondément le système climatique au XXI^e siècle. Il est très probable que ces changements seront plus importants que ceux observés pendant le XX^e siècle (tableau RiD.1, figure RiD.5). {3.2.1}

Un réchauffement d'environ 0,2 °C par décennie au cours des vingt prochaines années est anticipé dans plusieurs scénarios d'émissions SRES. Même si les concentrations de l'ensemble des GES et des aérosols avaient été maintenues aux niveaux de 2000, l'élévation des températures se poursuivrait à raison de 0,1 °C environ par décennie. Les projections à plus longue échéance divergent de plus en plus selon le scénario utilisé. {3.2}

Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000–2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures en surface

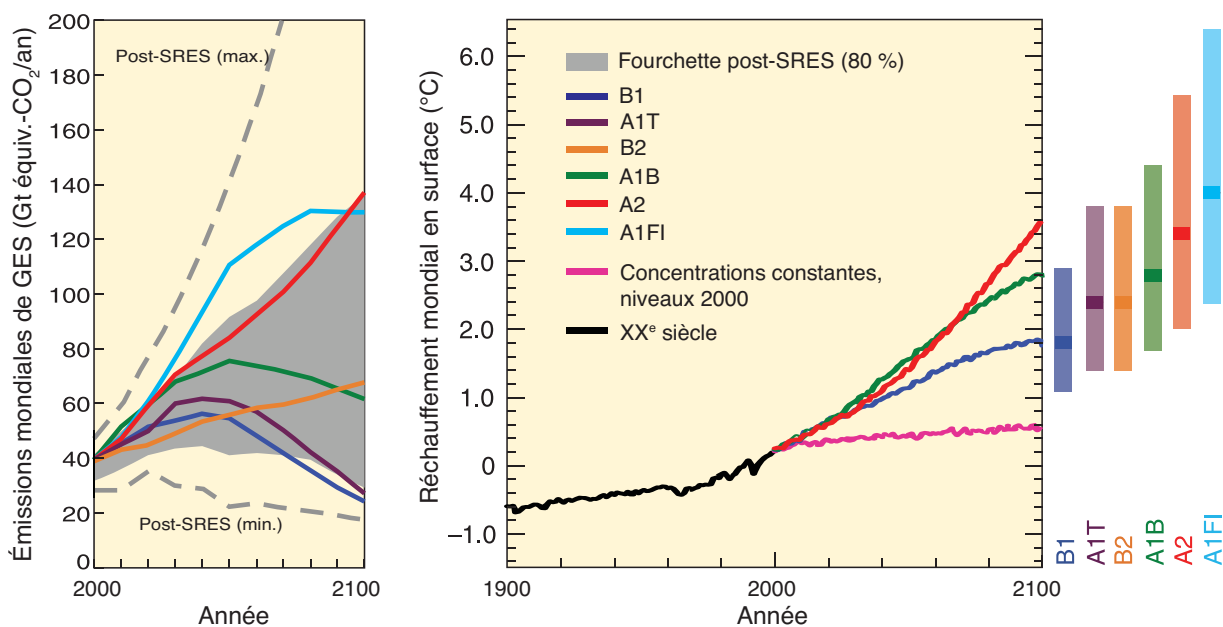


Figure RiD.5. À gauche : Émissions mondiales de GES (en Gt équiv.- CO_2) en l'absence de politiques climatiques : six scénarios illustratifs de référence (SRES, lignes colorées) et intervalle au 80^e percentile des scénarios publiés depuis le SRES (post-SRES, partie ombrée). Les lignes en pointillé délimitent la plage complète des scénarios post-SRES. Les GES sont le CO_2 , le CH_4 , le N_2O et les gaz fluorés. À droite : Les courbes en trait plein correspondent aux moyennes mondiales multimodèles du réchauffement en surface pour les scénarios A2, A1B et B1, en prolongement des simulations relatives au XX^e siècle. Ces projections intègrent les émissions de GES et d'aérosols de courte durée de vie. La courbe en rose ne correspond pas à un scénario mais aux simulations effectuées à l'aide de modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan (MCGAO) en maintenant les concentrations atmosphériques aux niveaux de 2000. Les barres sur la droite précisent la valeur la plus probable (zone foncée) et la fourchette probable correspondant aux six scénarios de référence du SRES pour la période 2090-2099. Tous les écarts de température sont calculés par rapport à 1980-1999. {Figures 3.1, 3.2}

⁸ Les scénarios SRES sont décrits dans le point 3 du Rapport de synthèse (voir l'encadré intitulé « Scénarios SRES »). Seules les politiques climatiques déjà en place sont prises en considération dans ces scénarios ; des études plus récentes intègrent l'action menée au titre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto.

⁹ La section 5 analyse les modes de réduction des émissions envisagés dans les scénarios d'atténuation.

Tableau RiD.1 Projections des valeurs moyennes du réchauffement en surface et de l'élévation du niveau de la mer à la fin du XXI^e siècle, à l'échelle du globe. {Tableau 3.1}

Cas	Variation de température (°C, pour 2090–2099 par rapport à 1980–1999) ^{a, d}		Élévation du niveau de la mer (m, pour 2090–2099 par rapport à 1980–1999)
	Valeur la plus probable	Intervalle probable	Intervalle basé sur les modèles sauf évolution dynamique rapide de l'écoulement glaciaire
Concentrations constantes, niveaux 2000 ^b	0,6	0,3 – 0,9	Non disponible
Scénario B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Scénario A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Scénario B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Scénario A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Scénario A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Scénario A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Notes :

- Les valeurs les plus probables et les intervalles d'incertitude *probables* sont établis à partir d'une hiérarchie de modèles de complexité variable et compte tenu des contraintes d'observation.
- La composition constante en 2000 est déduite uniquement des modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan.
- Ces scénarios sont les six scénarios SRES de référence. Les concentrations approximatives (en équivalent-CO₂) correspondant au forçage radiatif calculé pour les GES et les aérosols anthropiques en 2100 (voir p. 823 de la contribution du Groupe de travail I au TRE) selon les scénarios SRES illustratifs de référence B1, A1T, B2, A1B, A2 et A1FI s'établissent respectivement à 600, 700, 800, 850, 1 250 et 1 550 ppm environ.
- La variation de température est calculée par rapport à 1980–1999. Il suffit d'ajouter 0,5 °C pour obtenir l'écart relativement à 1850-1899.

Les projections (tableau RiD.1) concordent globalement avec celles données dans le troisième Rapport d'évaluation. Toutefois, les incertitudes et les fourchettes supérieures de température sont plus grandes. Cela s'explique essentiellement par le fait que, selon l'éventail élargi des modèles maintenant disponibles, les rétroactions entre le climat et le cycle du carbone seraient plus fortes qu'on ne l'anticipait. Le réchauffement nuit à la fixation du CO₂ atmosphérique dans les terres et les océans, augmentant ainsi la partie des émissions anthropiques qui reste dans l'atmosphère. L'ampleur de cet effet de rétroaction varie considérablement d'un modèle à l'autre. {2.3, 3.2.1}

On ne comprend pas assez bien certains effets importants régissant l'élévation du niveau de la mer pour que, dans le présent rapport, on ait pu estimer la probabilité de ce phénomène ou en donner la valeur la plus probable ou la limite supérieure. Le tableau RiD.1 présente les projections de l'élévation moyenne du niveau de la mer pour la période 2090–2099.¹⁰ Les projections ne tenant compte ni des incertitudes liées aux rétroactions entre le climat et le cycle du carbone, ni des effets complets de l'évolution de l'écoulement dans les nappes glaciaires, les valeurs supérieures des fourchettes ne doivent pas être considérées comme les limites supérieures de l'élévation du niveau de la mer. Si l'on a tenu compte de l'accroissement de l'écoulement glaciaire au Groenland et en Antarctique aux rythmes observés entre 1993 et 2003, le phénomène pourrait cependant s'accélérer ou ralentir.¹¹ {3.2.1}

Un degré de confiance plus élevé que dans le troisième Rapport d'évaluation est associé aux projections concernant les configurations du réchauffement et d'autres particularités de portée régionale, dont la modification des régimes du

vent, des précipitations et de certains aspects des phénomènes extrêmes et des glaces de mer. {3.2.2}

Parmi les changements anticipés à l'échelle régionale figurent : {3.2.2}

- un réchauffement maximal sur les terres émergées et dans la plupart des régions des hautes latitudes de l'hémisphère Nord et un réchauffement minimal au-dessus de l'océan Austral et d'une partie de l'Atlantique Nord (figure RiD.6), dans la droite ligne des tendances relevées dernièrement ;
- une contraction de la couverture neigeuse, une augmentation d'épaisseur de la couche de dégel dans la plupart des régions à pergélisol et une diminution de l'étendue des glaces de mer ; selon certaines projections obtenues avec les scénarios SRES, les eaux de l'Arctique seraient pratiquement libres de glace à la fin de l'été d'ici la deuxième moitié du XXI^e siècle ;
- une hausse *très probable* de la fréquence des températures extrêmement élevées, des vagues de chaleur et des épisodes de fortes précipitations ;
- une augmentation *probable* d'intensité des cyclones tropicaux et, avec un degré de confiance moindre, une baisse du nombre de cyclones tropicaux sur l'ensemble de la planète ;
- le déplacement vers les pôles de la trajectoire des tempêtes extratropicales, accompagné de changements dans la configuration des vents, des précipitations et des températures ;
- une augmentation *très probable* des précipitations aux latitudes élevées et, au contraire, une diminution *probable* sur la plupart des terres émergées subtropicales, conformément aux tendances relevées récemment.

¹⁰ Les projections données dans le TRE allaient jusqu'en 2100, tandis que celles du présent rapport portent sur la période 2090-2099. Les fourchettes du TRE auraient été les mêmes que celles du tableau RiD.1 si les incertitudes avaient été traitées de la même manière.

¹¹ Les tendances à long terme sont analysées plus loin.

Configuration du réchauffement à la surface du globe

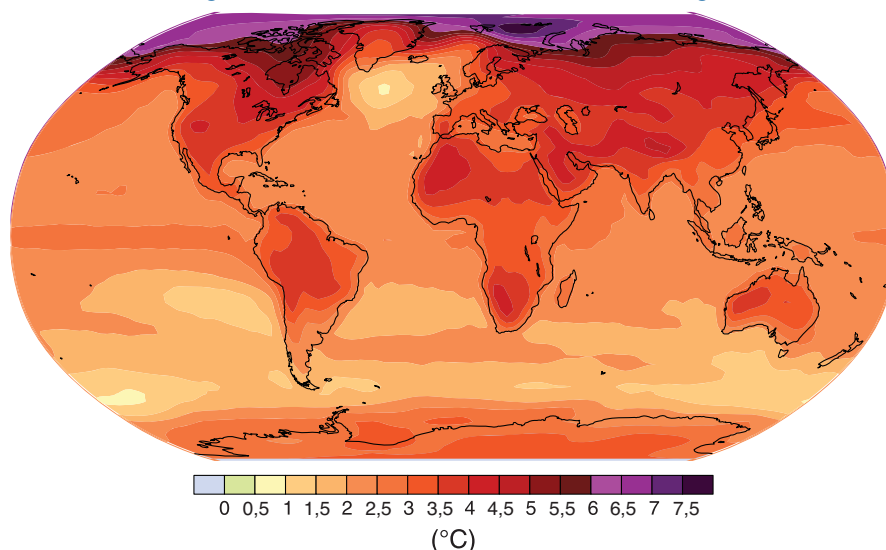


Figure RiD.6 Évolution projetée de la température en surface pour la fin du XXI^e siècle (2090-2099) par rapport à la période 1980-1999, selon les projections moyennes obtenues avec plusieurs modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan pour le scénario A1B du SRES. {Figure 3.2}

On estime avec un *degré de confiance élevé* que, d'ici le milieu du siècle, le débit annuel moyen des cours d'eau et la disponibilité des ressources en eau augmenteront aux hautes latitudes (et dans certaines régions tropicales humides) et diminueront dans certaines régions sèches des latitudes moyennes et des tropiques. Bon nombre de zones semi-arides (bassin méditerranéen, ouest des États-Unis, Afrique australe, nord-est du Brésil, etc.) souffriront d'une baisse des ressources en eau imputable aux changements climatiques (*degré de confiance élevé*). {3.3.1, figure 3.5}

Les études postérieures au TRE permettent de mieux comprendre la chronologie et l'étendue des incidences selon l'ampleur et le rythme des changements climatiques. {3.3.1, 3.3.2}

La figure RiD.7 présente des exemples de cette évolution pour un certain nombre de systèmes et de secteurs. Dans la partie supérieure sont indiquées des incidences qui s'accroissent parallèlement à la hausse des températures. Leur chronologie et leur ampleur estimées dépendent aussi des modes de développement (partie inférieure). {3.3.1}

Le tableau RiD.2 présente quelques incidences anticipées pour différentes régions.

Il est *probable* que certains systèmes, secteurs et régions seront plus durement touchés que d'autres par l'évolution du climat.¹² {3.3.3}

Systèmes et secteurs : {3.3.3}

- Écosystèmes :
 - terrestres : toundra, forêt boréale et régions montagneuses, en raison de leur sensibilité au réchauffement ; écosystèmes de type méditerranéen, à cause de la diminution des

- précipitations ; forêts pluviales tropicales, dans les zones où la pluviosité diminue ;
- côtiers : mangroves et marais salants soumis à de multiples contraintes ;
- marins : récifs coralliens soumis à de multiples contraintes ; biome des glaces de mer, en raison de sa sensibilité au réchauffement ;
- Ressources en eau dans certaines régions sèches des latitudes moyennes¹³ et dans les zones tropicales sèches, à cause de la modification de la pluviosité et de l'évapotranspiration, ainsi que dans les zones tributaires de la fonte de la neige et de la glace ;
- Agriculture aux basses latitudes, sous l'effet de la raréfaction des ressources en eau ;
- Basses terres littorales, par suite de la menace d'une élévation du niveau de la mer et du risque accru de phénomènes météorologiques extrêmes ;
- État sanitaire des populations disposant d'une faible capacité d'adaptation.

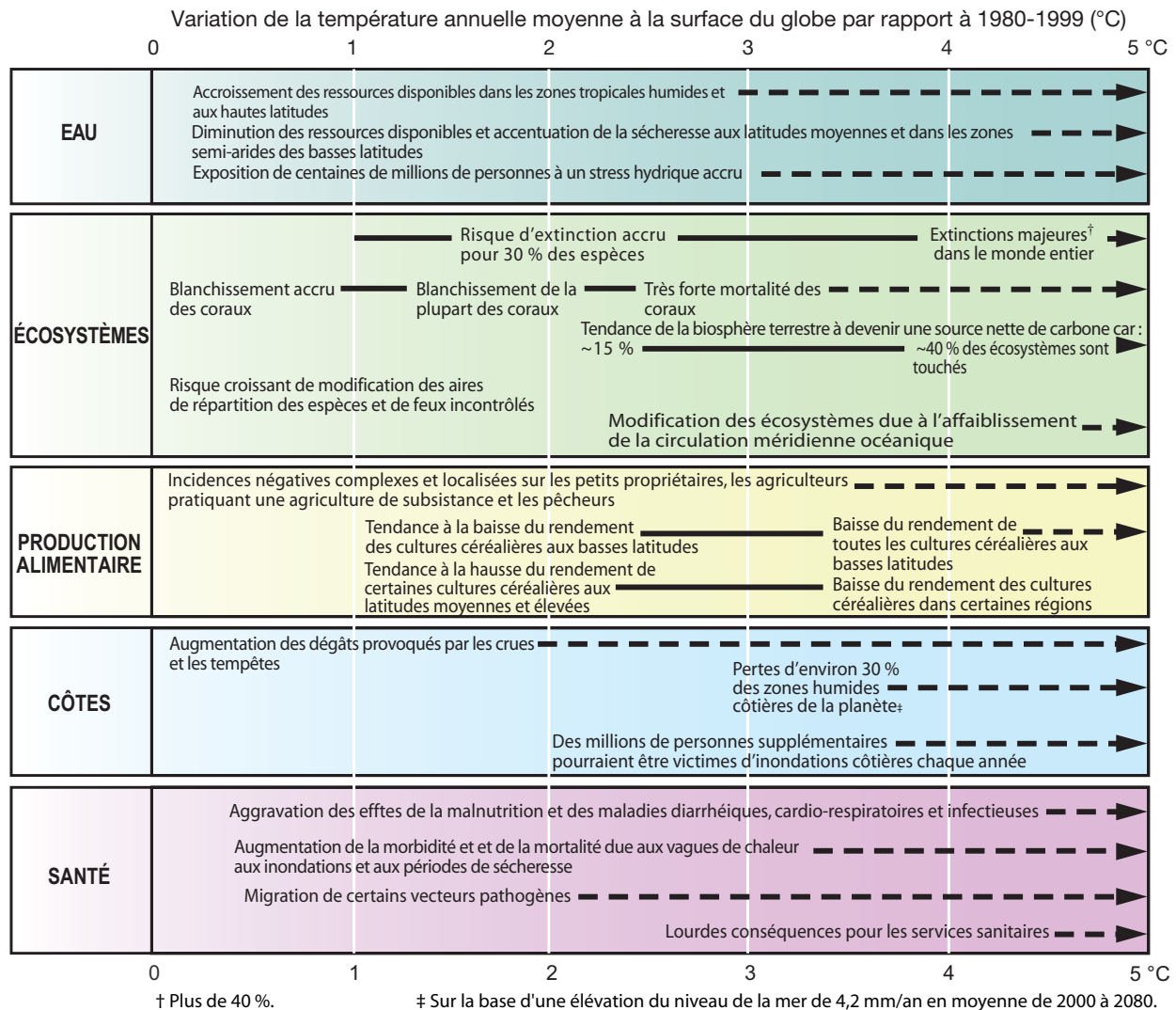
Régions : {3.3.3}

- Arctique, à cause de la vitesse du réchauffement et de ses incidences sur les systèmes naturels et les collectivités humaines ;
- Afrique, vu la faible capacité d'adaptation et les effets projetés ;
- Petites îles, en raison de la forte exposition de la population et de l'infrastructure aux effets projetés ;
- Grands deltas asiatiques et africains, étant donné la densité de population et la forte exposition à l'élévation du niveau de la mer, aux ondes de tempête et aux inondations fluviales.

¹²Selon les avis qualifiés formulés relativement aux textes consultés et compte dûment tenu de l'ampleur, du moment et du rythme des changements climatiques, de la sensibilité du climat et de la capacité d'adaptation.

¹³Zones arides et semi-arides comprises.

Exemples d'incidences associées à la variation de la température moyenne à la surface du globe (ces incidences varieront selon le degré d'adaptation, le rythme du réchauffement et le mode de développement socio-économique)



Réchauffement en 2090–2099 par rapport à 1980–1999 pour des scénarios sans mesures d'atténuation

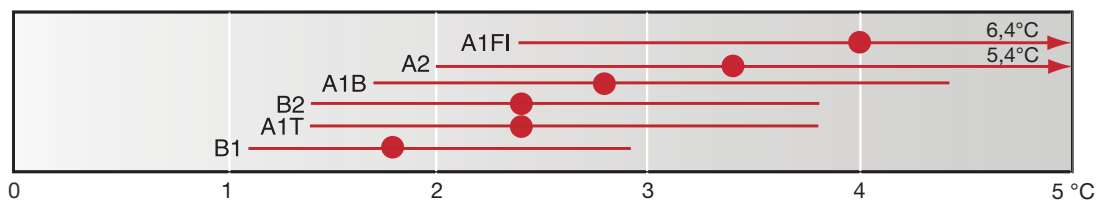


Figure RiD.7. Exemples d'incidences associées à l'élévation de la température moyenne à la surface du globe. **En haut :** Exemples d'incidences planétaires anticipées des changements climatiques (et, le cas échéant, de l'élévation du niveau de la mer et de l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère) selon l'ampleur de la hausse de la température moyenne à la surface du globe au XXI^e siècle. Les traits noirs relient les diverses incidences entre elles, les flèches en pointillé indiquent que ces incidences se poursuivent avec le réchauffement. La disposition du texte permet de voir approximativement à quel niveau de réchauffement s'amorce l'effet mentionné. Les chiffres relatifs à la pénurie d'eau et aux inondations représentent les répercussions supplémentaires des changements climatiques relativement aux conditions projetées selon les scénarios A1FI, A2, B1 et B2 du SRES. Ces estimations ne tiennent pas compte de l'adaptation aux changements climatiques. Toutes ces incidences sont affectées d'un degré de confiance élevé. **En bas :** Les points et les traits représentent les valeurs les plus probables et les fourchettes probables du réchauffement en 2090–2099 par rapport à 1980–1999, pour les six scénarios SRES de référence. {Figure 3.6}

Tableau RiD.2. Exemples d'incidences régionales anticipées. {3.3.2}

Afrique	<ul style="list-style-type: none"> ● D'ici 2020, 75 à 250 millions de personnes devraient souffrir d'un stress hydrique accentué par les changements climatiques. ● Dans certains pays, le rendement de l'agriculture pluviale pourrait chuter de 50 % d'ici 2020. On anticipe que la production agricole et l'accès à la nourriture seront durement touchés dans de nombreux pays, avec de lourdes conséquences en matière de sécurité alimentaire et de malnutrition. ● Vers la fin du XXI^e siècle, l'élévation anticipée du niveau de la mer affectera les basses terres littorales fortement peuplées. Le coût de l'adaptation pourrait représenter 5 à 10 % du produit intérieur brut, voire plus. ● Selon plusieurs scénarios climatiques, la superficie des terres arides et semi-arides pourrait augmenter de 5 à 8 % d'ici à 2080 (RT).
Asie	<ul style="list-style-type: none"> ● Les quantités d'eau douce disponibles devraient diminuer d'ici les années 2050 dans le centre, le sud, l'est et le sud-est de l'Asie, en particulier dans les grands bassins fluviaux. ● Les zones côtières, surtout les régions très peuplées des grands deltas de l'Asie du Sud, de l'Est et du Sud-Est, seront exposées à des risques accrus d'inondation marine et, dans certains grands deltas, d'inondation fluviale. ● Les changements climatiques devraient amplifier les pressions que l'urbanisation rapide, l'industrialisation et le développement économique exercent sur les ressources naturelles et l'environnement. ● Les modifications du cycle hydrologique devraient entraîner, dans l'est, le sud et le sud-est de l'Asie, une hausse de la morbidité et de la mortalité endémiques dues aux maladies diarrhéiques qui accompagnent les crues et la sécheresse.
Australie et Nouvelle-Zélande	<ul style="list-style-type: none"> ● Certains sites d'une grande richesse écologique, dont la Grande Barrière de corail et les « Wet Tropics » (tropiques humides) du Queensland, devraient subir une perte importante de biodiversité d'ici 2020. ● D'ici 2030, les problèmes d'approvisionnement en eau devraient s'intensifier dans l'est et le sud de l'Australie ainsi que dans le Northland et certaines régions orientales de la Nouvelle-Zélande. ● D'ici 2030, la production agricole et forestière devrait décroître dans une bonne partie du sud et de l'est de l'Australie ainsi que dans plusieurs régions orientales de la Nouvelle-Zélande, en raison de l'accentuation de la sécheresse et de la fréquence accrue des incendies. Au début toutefois, les changements climatiques devraient se révéler bénéfiques dans d'autres secteurs de la Nouvelle-Zélande. ● D'ici 2050, dans certaines régions de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, l'aménagement progressif du littoral et la croissance démographique devraient accroître les risques liés à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des tempêtes et des inondations côtières.
Europe	<ul style="list-style-type: none"> ● On s'attend que les changements climatiques amplifient les disparités régionales en matière de ressources naturelles et de moyens économiques. Au nombre des incidences négatives figurent un risque croissant d'inondations éclair à l'intérieur des terres, une plus grande fréquence des inondations côtières et une érosion accrue (attribuable aux tempêtes et à l'élévation du niveau de la mer). ● Les régions montagneuses devront faire face au recul des glaciers, à la réduction de la couverture neigeuse et du tourisme hivernal ainsi qu'à la disparition de nombreuses espèces (jusqu'à 60 % d'ici 2080 dans certaines régions, selon les scénarios de fortes émissions). ● Dans le sud de l'Europe, région déjà vulnérable à la variabilité du climat, les changements climatiques devraient aggraver la situation (températures élevées et sécheresse) et nuire à l'approvisionnement en eau, au potentiel hydroélectrique, au tourisme estival et, en général, aux rendements agricoles. ● Les risques sanitaires liés aux vagues de chaleur et à la fréquence accrue des incendies devraient être amplifiés par les changements climatiques.
Amérique latine	<ul style="list-style-type: none"> ● D'ici le milieu du siècle, les forêts tropicales devraient être progressivement remplacées par la savane dans l'est de l'Amazonie sous l'effet de la hausse des températures et du dessèchement des sols. La végétation de type semi-aride aura tendance à laisser place à une végétation de type aride. ● La disparition de certaines espèces risque d'appauvrir énormément la diversité biologique dans de nombreuses régions tropicales de l'Amérique latine. ● Le rendement de certaines cultures importantes et de l'élevage du bétail devrait diminuer, au détriment de la sécurité alimentaire. On anticipe en revanche une augmentation du rendement des cultures de soja dans les zones tempérées. D'un point de vue général, on anticipe une augmentation du nombre de personnes exposées à la famine (RT ; degré de confiance moyen). ● La modification des régimes de précipitations et la disparition des glaciers devraient réduire considérablement les ressources en eau disponibles pour la consommation humaine, l'agriculture et la production d'énergie.
Amérique du Nord	<ul style="list-style-type: none"> ● Selon les projections, le réchauffement du climat dans les régions montagneuses de l'ouest du continent diminuera l'enneigement, augmentera la fréquence des inondations hivernales et réduira les débits estivaux, avivant la concurrence pour des ressources en eau déjà surexploitées. ● L'évolution modérée du climat au cours des premières décennies du siècle devrait accroître de 5 à 20 % le rendement des cultures pluviales, mais avec de nets écarts d'une région à l'autre. De graves difficultés risquent de surgir dans le cas des cultures déjà exposées à des températures proches de la limite supérieure de leur plage de tolérance ou qui dépendent de ressources en eau déjà fortement utilisées. ● Au cours du siècle, les villes qui subissent actuellement des vagues de chaleur devraient faire face à une hausse du nombre, de l'intensité et de la durée de ces phénomènes, ce qui pourrait avoir des incidences défavorables pour la santé. ● Dans les régions côtières, les établissements humains et les habitats naturels subiront des pressions accrues découlant de l'interaction des effets du changement climatique avec le développement et la pollution.

Table SPM.2. suite...

Régions polaires	<ul style="list-style-type: none"> • Les principales répercussions biophysiques attendues sont la réduction de l'épaisseur et de l'étendue des glaciers, des nappes glaciaires et des glaces de mer ainsi que la modification des écosystèmes naturels au détriment de nombreux organismes, dont les oiseaux migrateurs, les mammifères et les grands prédateurs. • Pour les communautés de l'Arctique, les effets devraient être mitigés, notamment ceux qui résulteront de l'évolution de l'état de la neige et de la glace. • Les éléments d'infrastructure et les modes de vie traditionnels des populations autochtones seront touchés. • On estime que les écosystèmes et les habitats propres aux régions polaires de l'Arctique et de l'Antarctique seront fragilisés, du fait de l'atténuation des obstacles climatiques à l'invasion de nouvelles espèces.
Petites îles	<ul style="list-style-type: none"> • Selon les prévisions, l'élévation du niveau de la mer devrait intensifier les inondations, les ondes de tempête, l'érosion et d'autres phénomènes côtiers dangereux, menaçant l'infrastructure, les établissements humains et les installations vitales pour les populations insulaires. • La détérioration de l'état des zones côtières, par exemple l'érosion des plages et le blanchissement des coraux, devrait porter atteinte aux ressources locales. • D'ici le milieu du siècle, les changements climatiques devraient réduire les ressources en eau dans de nombreuses petites îles, par exemple dans les Caraïbes et le Pacifique, à tel point que la demande ne pourra plus être satisfaite pendant les périodes de faible pluviosité. • La hausse des températures devrait favoriser l'invasion d'espèces exotiques, notamment aux moyennes et hautes latitudes.

Note :

Sauf indication contraire, ces projections sont extraites du Résumé à l'intention des décideurs préparé par le Groupe de travail II. Elles bénéficient d'un *degré de confiance élevé* ou *très élevé* et concernent les secteurs susceptibles d'être touchés, soit l'agriculture, les écosystèmes, les ressources en eau, les côtes, la santé, l'industrie et les établissements humains. Le Résumé à l'intention des décideurs du Groupe de travail II précise la source des énoncés, les calendriers estimés et les températures escomptées. La gravité des impacts et le moment où ils surviendront dépendent de l'ampleur et du rythme de l'évolution du climat, des scénarios d'émissions, des modes de développement et des stratégies d'adaptation.

Dans les autres régions du globe, même prospères, des segments particuliers de la population (par exemple les pauvres, les jeunes enfants ou les personnes âgées), tout comme certaines zones et activités, risquent d'être gravement menacés. {3.3.3}

Acidification des océans

La fixation du carbone anthropique émis depuis 1750 a abaissé le pH des océans de 0,1 unité en moyenne. La hausse de la concentration atmosphérique de CO₂ a accentué encore l'acidité du milieu marin. Selon les projections fondées sur les scénarios SRES, le pH moyen des océans en surface devrait baisser de 0,14 à 0,35 unité au cours du XXI^e siècle. Les effets sur la biosphère marine ne sont pas connus à ce jour, mais on pense que le phénomène aura une incidence néfaste sur les testacés et crustacés marins (les coraux, par exemple) et sur les espèces qui en sont tributaires. {3.3.4}

Le changement de fréquence et d'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, conjugué à l'élévation du niveau de la mer, devrait avoir surtout des effets néfastes sur les systèmes naturels et humains. {3.3.5}

Un certain nombre de phénomènes extrêmes et leurs incidences sur différents secteurs sont décrits dans le tableau RiD.3.

Même si les concentrations de gaz à effet de serre étaient stabilisées, le réchauffement anthropique et l'élévation du niveau de la mer se poursuivraient pendant des siècles en raison des échelles de temps propres aux processus et aux rétroactions climatiques. {3.2.3}

La figure RiD.8 présente les valeurs estimées du réchauffement à long terme (sur plusieurs siècles) correspondant aux six catégories de scénarios de stabilisation élaborés par le Groupe de travail III pour le quatrième Rapport d'évaluation.

Estimation du réchauffement sur plusieurs siècles, par rapport à 1980–1999, selon les catégories de scénarios de stabilisation du quatrième Rapport d'évaluation

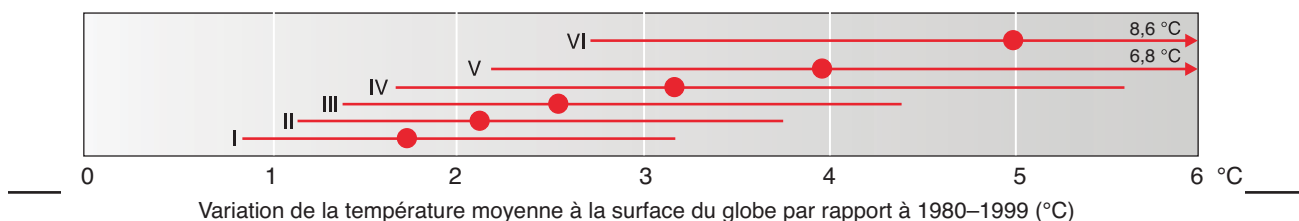


Figure RiD.8. Valeurs estimées du réchauffement à long terme (sur plusieurs siècles) correspondant aux six catégories de scénarios de stabilisation élaborés par le Groupe de travail III pour le quatrième Rapport d'évaluation (tableau RiD.6). L'échelle des températures a été décalée de - 0,5 °C par rapport au tableau RiD.6, afin de tenir compte du réchauffement intervenu entre l'époque préindustrielle et 1980-1999. La température moyenne à la surface du globe approche de l'équilibre au bout de quelques siècles pour la plupart des niveaux de stabilisation. Selon les scénarios d'émissions de GES qui entraînent, d'ici à 2100, une stabilisation à des niveaux comparables à ceux des scénarios B1 et A1B du SRES (600 et 850 ppm équiv.-CO₂, catégories IV et V), les modèles indiquent que la hausse de la température mondiale à l'équilibre serait réalisée dans une proportion de 65 à 70 % environ au moment de la stabilisation, en fixant la sensibilité du climat à 3 °C. La température à l'équilibre pourrait être atteinte plus tôt avec les scénarios de stabilisation à des niveaux nettement inférieurs (catégories I et II, figure RiD.11). (Figure 3.4)

Tableau RiD.3. Exemples d'incidences possibles des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes associés aux changements climatiques, selon les projections visant la deuxième moitié du XXI^e siècle. L'évolution de la capacité d'adaptation n'est pas prise en compte. Les probabilités indiquées dans la deuxième colonne concernent les phénomènes recensés dans la première colonne. {Tableau 3.2}

Phénomène ^a et évolution anticipée	Probabilité de l'évolution future selon les projections établies pour le XXI ^e siècle sur la base des scénarios SRES	Principales incidences anticipées par secteur			
		Agriculture, foresterie et écosystèmes	Ressources en eau	Santé	Industrie, établissements humains et société
Journées et nuits froides moins nombreuses et moins froides, journées et nuits chaudes plus nombreuses et plus chaudes, sur la plupart des terres émergées	<i>Pratiquement certain^b</i>	Hausse des rendements dans les régions froides ; baisse dans les régions chaudes ; invasions d'insectes plus fréquentes	Effets sur les ressources en eau tributaires de la fonte des neiges ; effets sur certaines sources d'approvisionnement	Baisse de la mortalité humaine due au froid	Baisse de la demande énergétique pour le chauffage, hausse pour la climatisation ; détérioration de la qualité de l'air urbain ; perturbations moins fréquentes des transports (pour cause de neige, verglas) ; effets sur le tourisme hivernal
Périodes ou vagues de chaleur plus fréquentes sur la plupart des terres émergées	<i>Très probable</i>	Baisse des rendements dans les régions chaudes en raison du stress thermique ; risque accru d'incendies	Hausse de la demande ; problèmes liés à la qualité de l'eau (prolifération d'algues, p. ex.)	Risque accru de mortalité due à la chaleur, surtout chez les personnes âgées, les malades chroniques, les très jeunes enfants et les personnes isolées	Baisse de la qualité de vie des personnes mal logées dans les régions chaudes ; effets sur les personnes âgées, les très jeunes enfants et les pauvres
Fortes précipitations plus fréquentes dans la plupart des régions	<i>Très probable</i>	Perte de récoltes ; érosion des sols ; impossibilité de cultiver les terres détrempées	Effets néfastes sur la qualité de l'eau de surface et souterraine ; contamination des sources d'approvisionnement ; atténuation possible de la pénurie d'eau	Risque accru de décès, de blessures, de maladies infectieuses, d'affections des voies respiratoires et de maladies de la peau	Perturbation des établissements humains, du commerce, des transports et de l'organisation sociale lors des inondations ; pressions sur l'infrastructure urbaine et rurale ; pertes matérielles
Progression de la sécheresse	<i>Probable</i>	Dégradation des sols ; baisse des rendements ou perte de récoltes ; mortalité plus fréquente du bétail ; risque accru d'incendies	Intensification du stress hydrique	Risque accru de pénurie d'aliments et d'eau, de malnutrition, de maladies d'origine hydrique et alimentaire	Pénurie d'eau pour les établissements humains, l'industrie et les sociétés ; baisse du potentiel hydroélectrique ; possibilité de migration des populations
Augmentation de l'activité cyclonique intense	<i>Probable</i>	Perte de récoltes ; déracinage d'arbres par le vent ; dégâts causés aux récifs coralliens	Perturbation de l'approvisionnement en eau lors des pannes de courant	Risque accru de décès, de blessures et de maladies d'origine hydrique et alimentaire ; états de stress post-traumatique	Perturbations causées par les inondations et les vents violents ; impossibilité de s'assurer auprès du secteur privé dans les zones vulnérables ; possibilité de migration des populations ; pertes matérielles
Incidence accrue des épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer (à l'exception des tsunamis) ^c	<i>Probable^d</i>	Salinisation des eaux d'irrigation, des estuaires et des systèmes d'eau douce	Diminution de la quantité d'eau douce disponible en raison de l'intrusion d'eau salée	Risque accru de décès et de blessures lors des inondations ; effets sanitaires liés à la migration	Coût de la protection du littoral par rapport au coût de la réaffectation des terres ; possibilité de déplacement des populations et de l'infrastructure ; voir aussi l'activité cyclonique (ci-dessus)

Notes :

- Les définitions exactes sont données dans le tableau 3.7 du Groupe de travail I.
- Élévation des valeurs extrêmes des températures diurnes et nocturnes relevées chaque année.
- L'élévation extrême du niveau de la mer dépend du niveau moyen de la mer et des systèmes météorologiques régionaux. Elle correspond à la tranche supérieure (1 %) des valeurs horaires relevées à une station donnée pendant une période de référence.
- Dans tous les scénarios, le niveau moyen de la mer en 2100 est supérieur à celui de la période de référence. Les effets de l'évolution des systèmes météorologiques régionaux sur les épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer ne sont pas pris en compte.

L'inlandsis groenlandais devrait continuer de se rétracter et de contribuer à l'élévation du niveau de la mer après 2100. Selon les modèles actuels, si le réchauffement moyen à l'échelle du globe se maintenait pendant des millénaires au-delà de 1,9 à 4,6 °C par rapport à l'époque préindustrielle, la nappe glaciaire pourrait disparaître presque complètement et élever le niveau de la mer de quelque 7 mètres. Les températures projetées pour le Groenland sont comparables à celles de la dernière période interglaciaire, il y a 125 000 ans ; à cette époque, selon les données paléoclimatiques

disponibles, l'étendue des glaces polaires terrestres avait diminué et le niveau de la mer s'était élevé de 4 à 6 mètres. {3.2.3}

Les études actuelles réalisées avec des modèles globaux prévoient que la nappe glaciaire antarctique restera trop froide pour fondre de manière importante en surface et que sa masse augmentera en raison de chutes de neige plus abondantes. Cependant, une perte nette pourrait se produire si le déversement de glace dynamique l'emportait dans le bilan de masse. {3.2.3}

Le réchauffement anthropique pourrait avoir des conséquences brusques ou irréversibles selon l'ampleur et le rythme de l'évolution du climat. {3.4}

L'ablation d'une partie des nappes glaciaires qui recouvrent les zones polaires pourrait faire monter de plusieurs mètres le niveau de la mer, modifier profondément la topographie des côtes et provoquer l'inondation des basses terres. Les effets seraient particulièrement marqués dans les deltas et sur les îles de faible altitude. De tels bouleversements devraient s'échelonner sur plusieurs millénaires, mais on ne peut écarter la possibilité que le niveau de la mer s'élève plus rapidement que prévu en quelques siècles. {3.4}

Il est *probable* que les changements climatiques auront un certain nombre d'incidences irréversibles. Si le réchauffement moyen de la planète excédait 1,5 à 2,5 °C par rapport à 1980-1999, le risque d'extinction de 20 à 30 % des espèces recensées à ce jour serait *probablement* accru (*degré de confiance moyen*). Si la température s'élevait de plus de 3,5 °C environ, les modèles prévoient que 40 à 70 % des espèces recensées pourraient disparaître de la surface du globe. {3.4}

D'après les simulations actuelles, il est *très probable* que la circulation méridienne océanique accusera un ralentissement dans l'Atlantique au cours du XXI^e siècle, sans pour autant que les températures cessent d'augmenter au-dessus de l'Atlantique et en Europe. Il est *très improbable* que la circulation méridienne océanique change brusquement pendant cette période. On ne peut prévoir avec un degré suffisant de confiance l'évolution à plus long terme. Les changements importants et persistants de la circulation méridienne océanique auront *probablement* des effets sur la productivité des écosystèmes marins, la pêche, la fixation du CO₂ dans les océans, la teneur en oxygène des océans et la végétation terrestre. Il est possible que la modification de l'absorption du CO₂ par les terres et les océans ait un effet de rétroaction sur le système climatique. {3.4}

4. Les possibilités d'adaptation et d'atténuation¹⁴

Les possibilités d'adaptation sont multiples, mais il est impératif d'intensifier l'action engagée si l'on veut réduire la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques. Il existe des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas toujours parfaitement. {4.2}

Les sociétés se sont de tout temps adaptées aux conditions météorologiques et climatiques. Toutefois, davantage de mesures devront être prises pour réduire les répercussions de l'évolution et de la variabilité du climat et ce, indépendamment de l'ampleur des stratégies d'atténuation qui seront mises en œuvre dans les vingt à trente prochaines années. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'amplifier la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques, notamment la pauvreté, l'accès inégal aux ressources, l'insécurité alimentaire, la tendance à la mondialisation de l'économie, les conflits en cours et l'incidence de maladies telles que le VIH/SIDA, sans oublier les dangers climatiques déjà présents. {4.2}

On commence à prendre certaines mesures d'adaptation à une échelle limitée. L'adaptation peut atténuer la vulnérabilité, surtout si elle s'inscrit dans des initiatives sectorielles plus larges (tableau RiD.4). Certaines solutions intéressantes pourraient être mises en pratique à faible coût et/ou avec de grands avantages par rapport au coût dans divers secteurs (*degré de confiance élevé*). Toutefois, trop peu d'études ont tenté d'estimer l'ensemble des coûts et avantages des mesures d'adaptation. {4.2, tableau 4.1}

La capacité d'adaptation, intimement liée au développement socioéconomique, est inégalement répartie entre les sociétés et au sein de ces dernières. {4.2}

Plusieurs obstacles freinent la mise en œuvre des mesures d'adaptation ou nuisent à leur efficacité. La capacité de s'adapter est un processus dynamique qui est en partie fonction de la base de production dont dispose une société donnée : ressources naturelles et moyens économiques, réseaux et programmes sociaux, capital humain et institutions, mode de gouvernement, revenu national, santé et technologie. Même les sociétés dotées d'une grande capacité d'adaptation restent vulnérables à l'évolution et à la variabilité du climat ainsi qu'aux extrêmes climatiques. {4.2}

Selon les études ascendantes et descendantes réalisées à ce jour, il existerait un potentiel économique appréciable d'atténuation des émissions mondiales de GES pour les prochaines décennies, qui pourrait neutraliser la hausse prévue de ces émissions ou les ramener sous les niveaux actuels (*large concordance, degré élevé d'évidence*) (figures RiD.9, RiD.10).¹⁵ Les résultats des deux types d'études concordent à l'échelle du globe (figure SRiD.9), mais des écarts considérables existent entre les secteurs. {4.3}

¹⁴ L'adaptation et l'atténuation sont étudiées séparément ici, bien que ces mesures puissent être complémentaires. La question est analysée dans la section 5.

¹⁵ La notion de **potentiel d'atténuation** a été forgée dans le but d'évaluer l'ampleur des réductions de GES qu'il serait possible d'atteindre, par rapport à des niveaux de référence, pour un prix donné du carbone (exprimé en coût par unité d'émissions d'équivalent-CO₂ évitée ou réduite). On distingue le potentiel d'atténuation « de marché » et le potentiel d'atténuation « économique ».

Le **potentiel de marché** représente le potentiel d'atténuation fondé sur les coûts et les taux d'actualisation privés (reflétant le point de vue des consommateurs et des entreprises) qui peut être réalisé dans les conditions prévues du marché, y compris les politiques et mesures en place, en tenant compte des obstacles à la réalisation effective.

Le **potentiel économique** représente le potentiel d'atténuation qui prend en compte les coûts et avantages et les taux d'actualisation sociaux (reflétant le point de vue de la société, les taux d'actualisation sociaux étant inférieurs à ceux utilisés par les investisseurs privés), en supposant que l'efficacité du marché est améliorée par les politiques et mesures adoptées et que les obstacles sont levés.

Il existe plusieurs façons d'estimer le potentiel d'atténuation. Les **études ascendantes** évaluent les options d'atténuation en s'attachant à des technologies et des règlements spécifiques. Ce sont des études essentiellement sectorielles dans lesquelles la macroéconomie est jugée invariable. Les **études descendantes** évaluent le potentiel que présentent les options d'atténuation pour l'ensemble de l'économie. Elles utilisent des cadres cohérents et des informations globales sur les possibilités qui s'offrent et intègrent les rétroactions des systèmes macroéconomiques et des marchés.

Tableau RiD.4. Exemples de mesures d'adaptation prévues par secteur. {Tableau 4.1}

Secteur	Possibilité/stratégie d'adaptation	Cadre d'action sous-jacent	Principaux facteurs pouvant limiter ou favoriser la mise en œuvre
Eau	Extension de la collecte des eaux de pluie ; techniques de stockage et de conservation ; réutilisation ; dessalement ; méthodes efficaces d'utilisation et d'irrigation	Politiques nationales de l'eau et gestion intégrée des ressources ; gestion des risques	Obstacles financiers, humains et physiques ; <i>gestion intégrée des ressources ; synergies avec d'autres secteurs</i>
Agriculture	Modification des dates de plantation et des variétés cultivées ; déplacement des cultures ; meilleure gestion des terres (lutte contre l'érosion et protection des sols par le boisement, etc.)	Politiques de R.-D. ; réforme institutionnelle ; régime foncier et réforme agraire ; formation ; renforcement des capacités ; assurance-récolte ; incitations financières (subventions, crédits d'impôt, etc.)	Contraintes technologiques et financières ; accès aux nouvelles variétés ; marchés ; <i>allongement de la période de végétation aux hautes latitudes ; recettes tirées des « nouveaux » produits</i>
Infrastructure/établissements humains (y compris dans les zones côtières)	Changement de lieu d'implantation ; digues et ouvrages de protection contre les ondes de tempête ; consolidation des dunes ; acquisition de terres et création de terrains marécageux/zones humides contre l'élévation du niveau de la mer et les inondations ; protection des obstacles naturels	Normes et règlements intégrant dans la conception les effets des changements climatiques ; politiques d'utilisation des terres ; codes du bâtiment ; assurance	Obstacles financiers et technologiques ; difficultés de réimplantation ; <i>politiques et gestion intégrées ; synergies avec les objectifs du développement durable</i>
Santé	Plans de veille sanitaire pour les vagues de chaleur ; services médicaux d'urgence ; surveillance et contrôle accrus des maladies sensibles au climat ; salubrité de l'eau et assainissement	Politiques de santé publique tenant compte des risques climatiques ; renforcement des services de santé ; coopération régionale et internationale	Seuils de tolérance humaine (groupes vulnérables) ; connaissances insuffisantes ; moyens financiers ; <i>amélioration des services de santé ; meilleure qualité de vie</i>
Tourisme	Diversification des attractions et des recettes touristiques ; déplacement des pentes de ski à plus haute altitude et vers les glaciers ; production de neige artificielle	Planification intégrée (capacité d'accueil ; liens avec d'autres secteurs, etc.) ; incitations financières (subventions, crédits d'impôt, etc.)	Demande et mise en marché de nouvelles attractions ; problèmes financiers et logistiques ; effets potentiellement négatifs sur d'autres secteurs (p. ex. consommation accrue d'énergie pour la production de neige artificielle) ; <i>recettes tirées des « nouvelles » attractions ; élargissement du groupe des parties prenantes</i>
Transports	Harmonisation/réimplantation ; normes de conception et planification des routes, voies ferrées et autres éléments d'infrastructure en fonction du réchauffement et des impératifs de drainage	Politiques nationales des transports intégrant les effets des changements climatiques ; investissement dans la R.-D. sur des conditions particulières (zones à pergélisol, etc.)	Obstacles financiers et technologiques ; absence de trajets moins exposés ; <i>amélioration des technologies et intégration avec des secteurs essentiels (p. ex. l'énergie)</i>
Énergie	Renforcement des réseaux aériens de transport et de distribution ; enfouissement des câbles ; efficacité énergétique ; recours aux sources d'énergie renouvelables ; réduction de la dépendance à l'égard d'une seule source d'énergie	Politiques énergétiques nationales, règlements, incitations fiscales et financières au profit d'autres formes d'énergie ; normes de conception intégrant les effets des changements climatiques	Difficultés d'accès à des solutions de rechange viables ; obstacles financiers et technologiques ; degré d'acceptation des nouvelles technologies ; <i>stimulation des nouvelles technologies ; utilisation des ressources locales</i>

Note :

Les systèmes d'alerte précoce font partie des options envisagées dans de nombreux secteurs.

Aucune technologie ne permettra, à elle seule, de réaliser tout le potentiel d'atténuation dans quelque secteur que ce soit. Le potentiel économique, qui est généralement supérieur au potentiel de marché, ne pourra se concrétiser que si les politiques voulues sont en place et les obstacles levés (tableau RiD.5). {4.3}

Selon les études ascendantes, les possibilités d'atténuation dont le coût net est négatif pourraient réduire les émissions de quelque

6 Gt équiv.-CO₂/an en 2030, à condition d'analyser et d'éliminer les obstacles à la mise en œuvre. {4.3}

Les décisions concernant les investissements dans l'infrastructure énergétique, qui devraient excéder 20 billions¹⁶ de dollars É.-U. entre 2005 et 2030, auront une incidence à long terme sur les émissions de GES en raison de la durée de vie des centrales et autres immobilisations. De nombreuses décennies pourraient

¹⁶20 billions = 20 000 milliards = 20 x 10¹².

Comparaison du potentiel économique mondial d'atténuation et de l'augmentation prévue des émissions en 2030

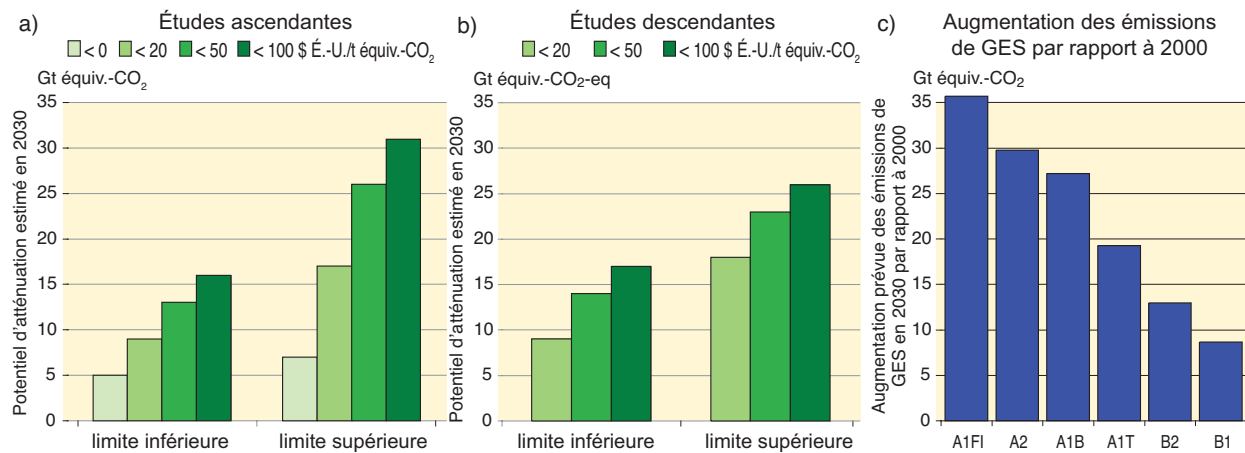


Figure RiD.9. Potentiel économique mondial d'atténuation estimé en 2030 à partir d'études ascendantes (diagramme a) et descendantes (diagramme b), en comparaison de l'augmentation anticipée des émissions selon différents scénarios SRES par rapport aux niveaux de 2000, soit 40,8 Gt équiv.-CO₂ (diagramme c). Note : Par souci de cohérence avec les résultats des scénarios SRES, les émissions de GES en 2000 ne comprennent pas les rejets issus de la décomposition de la biomasse aérienne qui subsiste après une coupe forestière ou un déboisement, ni ceux issus de la combustion de tourbe et des sols tourbeux asséchés. {Figure 4.1}

Potentiel économique d'atténuation par secteur en 2030 selon des études ascendantes

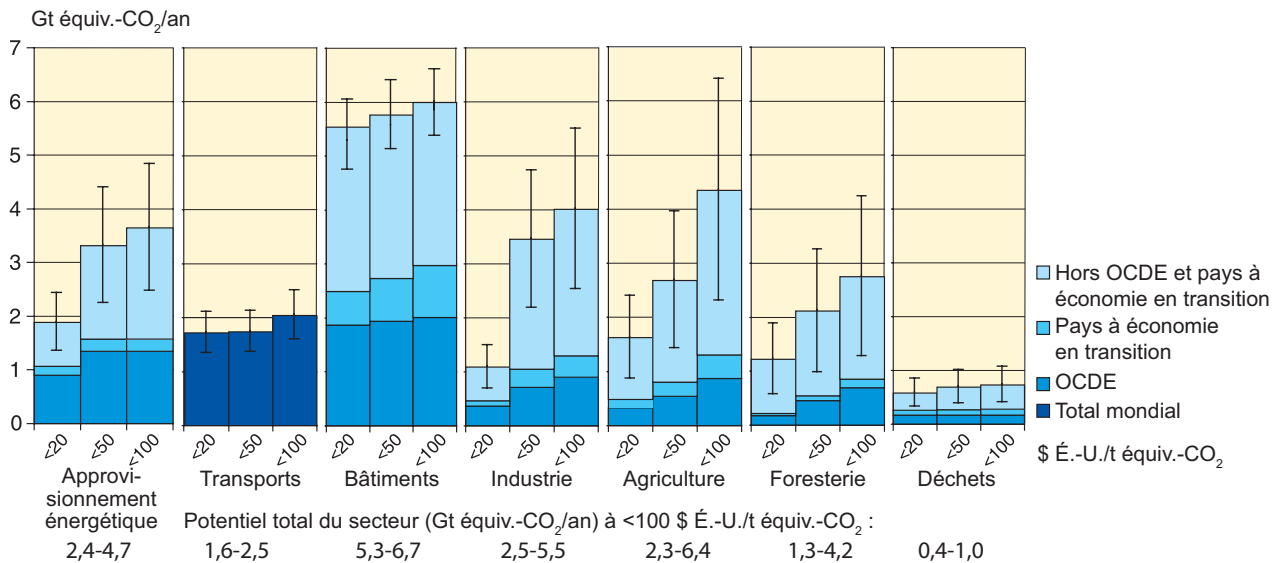


Figure RiD.10. Potentiel économique d'atténuation estimé par secteur en 2030 selon des études ascendantes, relativement aux bases de référence utilisées pour l'évaluation des divers secteurs. Le potentiel indiqué ne comprend pas les options non techniques, telle la modification des modes de vie. {Figure 4.2}

Notes :

- a) Les lignes verticales représentent la fourchette du potentiel économique mondial estimé pour chaque secteur. Les émissions sont attribuées selon l'usage final ; ainsi, les rejets produits par la consommation d'électricité sont imputés aux secteurs utilisateurs et non au secteur de l'approvisionnement énergétique.
- b) L'estimation des potentiels a été rendue difficile par le nombre limité d'études, notamment pour des prix élevés du carbone.
- c) Les bases de référence diffèrent selon le secteur. Pour l'industrie, on a utilisé celle du scénario B2 du SRES et, pour l'approvisionnement énergétique et les transports, celle du scénario WEO 2004. Dans le cas des bâtiments, la base de référence se situait entre celles des scénarios B2 et A1B du SRES. Pour le secteur des déchets, on a établi la base de référence à partir des forces motrices du scénario A1B du SRES. Enfin, dans le cas de l'agriculture et de la foresterie, les bases de référence reposaient essentiellement sur les forces motrices associées au scénario B2.
- d) Les chiffres de l'aviation internationale étant inclus, seuls figurent les totaux mondiaux pour le secteur des transports.
- e) Les catégories exclues sont : les émissions de gaz autres que le CO₂ (bâtiments et transports), une partie des options visant le rendement des matériaux, la production de chaleur et la cogénération (approvisionnement énergétique), les véhicules utilitaires lourds, le trafic maritime et les transports de passagers à fort taux d'occupation, la plupart des options coûteuses (bâtiments), le traitement des eaux usées, la réduction des rejets des mines de charbon et des gazoducs, les gaz fluorés (approvisionnement énergétique et transports). La sous-estimation du potentiel économique total qui en résulte est de l'ordre de 10 à 15 %.

Tableau RID-5. Exemples des principales technologies d'atténuation, des politiques connexes et des conditions favorables ou défavorables à leur application, par secteur. {Tableau 4.2}

Secteur	Principales technologies et méthodes d'atténuation déjà sur le marché. Principales technologies et méthodes d'atténuation qui devraient être commercialisées d'ici 2030 (italique)	Politiques, mesures et instruments ayant fait la preuve de leur efficacité sur le plan de l'environnement	Principales conditions favorables (italique) ou défavorables
Approvisionnement énergétique	Amélioration de la production et de la distribution ; passage du charbon au gaz ; énergie nucléaire ; sources d'énergie renouvelables (hydroélectricité, énergie solaire et éolienne, géothermie, bioénergie) ; cogénération ; premières applications de la technique de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone (PSC) (p. ex. stockage du CO ₂ extrait du gaz naturel) ; PSC dans les centrales électriques fonctionnant au gaz, à la biomasse et au charbon ; <i>énergie nucléaire de pointe ; énergies renouvelables de pointe, y compris l'énergie maremotrice et houlomotrice, l'énergie solaire concentrée et photovoltaïque</i>	Réduction des subventions visant les combustibles fossiles ; taxes sur les combustibles fossiles ou redevances sur le carbone Droits préférentiels pour les technologies basées sur les énergies renouvelables ; obligation d'utiliser les énergies renouvelables ; subventions aux producteurs	La résistance des intérêts en place peut rendre l'application difficile <i>Peut aider à créer un marché pour les technologies moins polluantes</i>
Transports	Véhicules offrant un meilleur rendement énergétique ; véhicules hybrides ; véhicules diesel moins polluants ; biocarburants ; passage du transport routier au transport ferroviaire et au transport en commun ; modes de déplacement non motorisés (bicyclette, marche) ; aménagement du territoire et planification des transports ; <i>biocarburants de deuxième génération ; aéronefs plus performants ; véhicules électriques et hybrides de pointe dotés de batteries plus puissantes et plus fiables</i>	Économie obligatoire de carburant ; mélange de biocarburants ; normes de CO ₂ pour le transport routier Taxes à l'achat, l'enregistrement et l'utilisation de véhicules ; taxes sur les carburants ; tarification du réseau routier et du stationnement Réduction des déplacements par l'aménagement du territoire et la planification de l'infrastructure ; investissement dans des installations de transport en commun pratiques et dans les modes de déplacement non motorisés	L'efficacité peut être limitée si tout le parc automobile n'est pas visé L'efficacité peut être moindre si les revenus sont élevés <i>Convient particulièrement aux pays qui commencent à mettre en place leurs systèmes de transport</i>
Bâtiments	Efficacité de l'éclairage et utilisation de la lumière naturelle ; meilleur rendement des appareils électriques et des systèmes de chauffage et de climatisation ; amélioration des cuisinières et de l'isolation ; utilisation active et passive de l'énergie solaire pour le chauffage et la climatisation ; fluides réfrigérants de substitution, récupération et recyclage des gaz fluorés ; <i>conception intégrée des bâtiments commerciaux comprenant des techniques de contrôle et de rétroaction, tels les compteurs intelligents ; énergie solaire photovoltaïque intégrée aux bâtiments</i>	Normes et étiquetage des appareils Codes du bâtiment et certification Programmes de gestion de la demande Initiatives du secteur public, y compris par les achats Aide aux sociétés de services énergétiques	Nécessité de revoir régulièrement les normes Intéressant pour les bâtiments neufs. L'application peut se révéler difficile Réglementation requise pour que les entreprises de services publics puissent en bénéficier Les achats du secteur public peuvent accroître la demande de produits à haut rendement énergétique Facteur de succès : accès au financement par des tiers
Industrie	Équipement électrique (utilisation finale) plus efficace ; récupération de la chaleur et de l'énergie ; recyclage et remplacement des matériaux ; maîtrise des émissions de gaz autres que le CO ₂ ; multitude de technologies adaptées aux différents procédés ; <i>efficacité énergétique améliorée ; PSC dans les usines de production de ciment, d'ammoniac et de fer ; électrodes inertes pour la fabrication d'aluminium</i>	Établissement de données de référence ; normes de rendement ; subventions, crédits d'impôt Permis échangeables Accords volontaires	Peut stimuler l'adoption de nouvelles technologies. La politique nationale doit être stable pour préserver la compétitivité à l'échelle internationale Mécanismes d'attribution prévisibles et signaux de stabilité des prix pour les investissements Facteurs de succès : objectifs précis, scénario de référence, contribution de tiers à la conception et à l'examen, règles formelles de suivi, coopération étroite entre le secteur public et privé
Agriculture	Meilleure gestion des terres arables et des pâturages afin de favoriser la fixation du carbone dans les sols ; remise en état des sols tourbeux cultivés et des terres dégradées ; amélioration de la riziculture et gestion du bétail et du foin de manière à réduire les rejets de CH ₄ ; amélioration de l'épandage d'engrais azotés afin d'abaisser les émissions de N ₂ O ; culture de variétés destinées à remplacer les combustibles fossiles ; meilleure efficacité énergétique ; <i>hausse du rendement des cultures</i>	Incitations financières et règlements visant à améliorer la gestion des terres ; maintien de la teneur en carbone des sols ; utilisation efficace des engrais et de l'irrigation	<i>Peut favoriser les synergies avec le développement durable et la réduction de la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques, surmontant ainsi les obstacles à la mise en œuvre</i>
Foresterie/forêts	Boisement ; reboisement ; gestion forestière ; recul du déboisement ; gestion des produits forestiers et utilisation à la place des combustibles fossiles ; <i>amélioration des essences afin d'accroître la productivité de la biomasse et la fixation du carbone ; affinement des techniques de télédétection servant à analyser le potentiel de fixation du carbone dans la végétation ou les sols et à cartographier les changements d'affectation des terres</i>	Incitations financières visant à améliorer la gestion des déchets et des eaux usées Incitations financières ou obligation d'utiliser les énergies renouvelables Réglementation de la gestion des déchets	Manque de capitaux d'investissement et questions relatives aux régimes fonciers. <i>Peut contribuer à réduire la pauvreté</i>
Déchets	Récupération du CH ₄ sur les sites d'enfouissement ; incinération des déchets avec récupération d'énergie ; compostage des matières organiques ; traitement contrôlé des eaux usées ; recyclage et minimisation des déchets ; <i>couvertures et filtres biologiques destinés à optimiser l'oxydation du CH₄</i>	Incitations financières visant à améliorer la gestion des déchets et des eaux usées Incitations financières ou obligation d'utiliser les énergies renouvelables Réglementation de la gestion des déchets	<i>Peut stimuler la diffusion des technologies</i> Possibilité de se procurer localement des combustibles bon marché Application très efficace au niveau national par le biais de stratégies coercitives

s'écouler avant que les technologies faisant peu appel au carbone soient largement exploitées, même dans l'éventualité où des mesures rendraient les investissements initiaux plus intéressants. Selon les premières estimations, il faudrait remettre profondément en question les choix effectués en matière d'investissement pour que, d'ici 2030, les émissions globales de CO₂ dues au secteur énergétique soient ramenées aux niveaux de 2005, alors même que le surcoût net ne devrait guère excéder 5 à 10 % du total des investissements. {4.3}

Les gouvernements peuvent mettre en œuvre un large éventail de politiques et d'instruments destinés à stimuler l'atténuation, mais les possibilités d'application dépendent des circonstances nationales et du secteur visé (tableau RiD.5). {4.3}

Parmi ces moyens figurent les politiques climatiques qui doivent être intégrées dans les politiques de développement, les règlements et normes, les taxes et redevances, les permis négociables, les incitations financières, les accords volontaires, les outils d'information et les travaux de recherche, développement et démonstration. {4.3}

Un signal fort concernant le prix du carbone pourrait concrétiser une part appréciable du potentiel d'atténuation dans tous les secteurs. Selon les études de modélisation, si la tonne d'équivalent-CO₂ valait 20 à 80 \$ É.-U. en 2030, la stabilisation interviendrait aux alentours de 550 ppm d'équiv.-CO₂ en 2100. Il est possible, au même niveau de stabilisation, que les changements technologiques induits ramènent cette fourchette à 5–65 \$ É.-U. en 2030¹⁷. {4.3}

Des avantages connexes peuvent découler rapidement des mesures d'atténuation (par exemple l'amélioration de la santé grâce à la réduction de la pollution de l'air) et compenser une bonne partie des coûts encourus (*large concordance, degré élevé d'évidence*). {4.3}

L'action engagée par les Parties visées à l'annexe I de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est capable d'infléchir l'économie mondiale et les émissions globales, mais l'ampleur des transferts d'émissions de carbone demeure incertaine (*large concordance, degré moyen d'évidence*).¹⁸ {4.3}

Comme le mentionnait le troisième Rapport d'évaluation, les pays exportateurs de combustibles fossiles (qu'ils soient ou non visés à l'annexe I de la CCNUCC) doivent s'attendre à un recul de la demande et des prix et à un ralentissement de la croissance du produit intérieur brut (PIB) sous l'effet des mesures d'atténuation. L'étendue de ces répercussions dépend largement des hypothèses

retenues quant aux politiques adoptées et à la conjoncture du marché du pétrole. {4.3}

La modification des modes de vie, des comportements et des pratiques de gestion peut concourir à atténuer les effets de l'évolution du climat dans l'ensemble des secteurs (*large concordance, degré moyen d'évidence*). {4.3}

La coopération internationale peut contribuer de bien des manières à réduire les émissions mondiales de GES. Parmi les résultats les plus remarquables de l'action menée au titre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto figurent l'élaboration d'une réponse mondiale face aux changements climatiques, l'adoption d'une panoplie de politiques nationales et la création d'un marché international du carbone et de mécanismes institutionnels sur lesquels pourront s'appuyer les efforts futurs (*large concordance, degré élevé d'évidence*). Les questions d'adaptation sont en outre mieux prises en compte dans le cadre de la CCNUCC, et l'on envisage de prendre d'autres initiatives internationales. {4.5}

L'intensification de la coopération et l'expansion des mécanismes axés sur le marché abaisseront les coûts à engager pour atteindre un niveau d'atténuation donné ou augmenteront les effets bénéfiques pour l'environnement. On peut envisager, par exemple, la fixation d'objectifs d'émissions, l'exécution d'actions sectorielles, locales, infranationales et régionales, la mise en œuvre de programmes de recherche, développement et démonstration, l'adoption de politiques communes, la mise en place de stratégies de développement et l'élargissement des mécanismes de financement. {4.5}

Dans plusieurs secteurs, il est possible de créer des synergies sans nuire à d'autres dimensions du développement durable. De fait, les décisions concernant les politiques d'ordre macroéconomique et d'autres politiques non climatiques peuvent avoir une incidence notable sur les taux d'émission, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques. {4.4, 5.8}

Les mesures prises aux fins d'un développement plus durable peuvent accroître les capacités d'atténuation et d'adaptation, faire reculer les émissions et réduire la vulnérabilité, mais des obstacles peuvent s'opposer à leur mise en œuvre. Pourtant, il est *très probable* que les changements climatiques risquent de ralentir les progrès accomplis sur la voie du développement durable. Ils pourraient d'ailleurs empêcher la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement au cours du prochain demi-siècle. {5.8}

¹⁷ Dans les études évaluées dans le présent rapport, les mesures d'atténuation et les coûts macroéconomiques sont analysés au moyen de modèles descendants. La plupart de ces modèles examinent l'éventail des possibilités en fonction du moindre coût global, sur la base d'un échange universel des droits d'émission et en supposant une transparence des marchés, la gratuité des transactions et, par conséquent, une application optimale des options d'atténuation tout au long du XXI^e siècle. Les coûts sont donnés pour une date précise. Si des régions, des secteurs (par exemple, l'utilisation des terres), des options ou des gaz sont exclus, les coûts globaux modélisés augmentent. Ils baissent au contraire si l'on prend des bases de référence plus basses, si l'on affecte les recettes provenant des taxes sur le carbone et de l'échange des permis et si l'on intègre l'apprentissage technologique induit. Ces modèles ne tiennent compte ni des effets bénéfiques des changements climatiques ni, en général, des avantages connexes découlant des mesures d'atténuation, ni des questions d'équité. On parvient beaucoup mieux aujourd'hui à inclure dans les études de stabilisation les approches basées sur les changements technologiques induits, mais plusieurs difficultés conceptuelles demeurent. Lorsque ces changements sont pris en considération, les coûts projetés pour atteindre un niveau de stabilisation donné sont moindres ; la réduction est encore plus importante aux niveaux de stabilisation inférieurs.

¹⁸ Le point 4 du Rapport de synthèse donne davantage d'explications à ce sujet.

5. Les perspectives à long terme

La détermination de ce qui constitue une « perturbation anthropique dangereuse du système climatique » au sens de l'article 2 de la CCNUCC fait intervenir des jugements de valeur. Les connaissances scientifiques sont en mesure d'éclairer cette analyse, par exemple en précisant les critères à retenir pour apprécier le caractère critique d'une vulnérabilité. {Encadré « Vulnérabilités critiques et article 2 de la CCNUCC », Point 5}.

De nombreux systèmes sensibles aux conditions climatiques peuvent présenter des vulnérabilités critiques¹⁹, dont l'approvisionnement alimentaire, l'infrastructure, la santé, les ressources en eau, les systèmes côtiers, les écosystèmes, les cycles biogéochimiques à l'échelle planétaire, les nappes glaciaires et les configurations de la circulation atmosphérique et océanique. {Encadré « Vulnérabilités critiques et article 2 de la CCNUCC », Point 5}

Les cinq « motifs de préoccupation » exposés dans le troisième Rapport d'évaluation sont encore valables pour examiner les vulnérabilités critiques. Ils se seraient aggravés selon les analyses présentées ici. Un degré de confiance supérieur est attaché à de nombreux risques, dont certains seraient plus grands ou surviendraient à un niveau de réchauffement moindre que prévu. On saisit mieux aujourd'hui les liens qui unissent les incidences (à l'origine des « motifs de préoccupation ») à la vulnérabilité (y compris la capacité de s'adapter à ces incidences). {5.2}

On est à même de cerner plus précisément les facteurs qui rendent les systèmes, secteurs et régions particulièrement vulnérables et on a de plus en plus de raisons de craindre que le globe ne subisse de très vastes impacts à l'échelle de plusieurs siècles. {5.2}

- **Risques encourus par les systèmes uniques et menacés.** De nouvelles observations viennent confirmer l'incidence des changements climatiques sur les systèmes uniques en leur genre et vulnérables (notamment les populations et les écosystèmes des régions polaires et de haute montagne), pour lesquels les effets défavorables s'intensifient avec la hausse des températures. Les projections actuelles font apparaître, avec un degré de confiance plus élevé que dans le TRE, que le risque d'extinction d'espèces et de détérioration des récifs coralliens augmente avec le réchauffement. Si la température moyenne de la planète dépassait de plus de 1,5 à 2,5 °C les niveaux de 1980 à 1999, le risque d'extinction de 20 à 30 % des espèces végétales et animales recensées à ce jour serait *probablement* accru (*degré de confiance moyen*). On est davantage assuré qu'une élévation de la température moyenne à la surface du globe de 1 à 2 °C par rapport aux niveaux de 1990 (soit 1,5 à 2,5 °C de plus qu'à l'époque préindustrielle) menacerait gravement nombre de systèmes uniques et fragiles, et notamment beaucoup de zones dotées d'une grande diversité biologique. Les coraux sont sensibles au

stress thermique et disposent d'une faible capacité d'adaptation. Selon les projections, les épisodes de blanchissement seraient plus fréquents et la mortalité serait massive si la température de la mer en surface augmentait de 1 à 3 °C, à moins d'une adaptation thermique ou d'une acclimatation des coraux. Par ailleurs, les projections font état d'une vulnérabilité accrue des populations autochtones de l'Arctique et des petites îles en cas de réchauffement. {5.2}

- **Risques de phénomènes météorologiques extrêmes.** Comme l'ont révélé les réactions à plusieurs phénomènes climatiques extrêmes survenus récemment, la vulnérabilité est plus grande qu'on ne l'envisageait dans le troisième Rapport d'évaluation, tant dans les pays développés que dans les pays en développement. On anticipe aujourd'hui avec un degré de confiance plus élevé une augmentation des sécheresses, des vagues de chaleur et des inondations ainsi qu'un accroissement de leurs effets défavorables. {5.2}
- **Répartition des effets et des vulnérabilités.** Il existe des écarts considérables entre les régions, et celles dont la situation économique est la plus défavorable sont souvent les plus vulnérables aux changements climatiques et aux dommages qui s'y associent, en particulier en présence de stress multiples. On a davantage de raisons de penser que certains segments de la population deviennent plus vulnérables, notamment les pauvres et les personnes âgées, dans les pays en développement comme dans les pays développés. Par ailleurs, de plus en plus d'éléments semblent indiquer que les zones peu développées ou situées aux basses latitudes, notamment les régions sèches et les grands deltas, seront davantage exposées. {5.2}
- **Effets cumulés.** Selon les projections, les avantages nets liés au marché qu'offrira dans un premier temps le changement climatique culmineront à un niveau de réchauffement moindre, et donc plus tôt qu'il n'était indiqué dans le TRE. Il est *probable* que la hausse plus marquée de la température à la surface du globe provoquera des dommages plus importants qu'estimé dans le TRE. De plus, le coût net des effets d'un réchauffement accru devrait augmenter au fil du temps. {5.2}
- **Risques de singularités à grande échelle.** On estime avec *un degré de confiance élevé* que, si la planète continuait de se réchauffer pendant plusieurs siècles, l'élévation du niveau de la mer due à la seule dilatation thermique serait beaucoup plus importante qu'elle ne l'a été au XX^e siècle, engloutissant des zones côtières entières, avec toutes les incidences connexes. Par rapport au troisième Rapport d'évaluation, on comprend mieux que le risque de voir le Groenland et, éventuellement, l'Antarctique contribuer eux aussi à l'élévation du niveau de la mer puisse être supérieur à celui projeté par les modèles de nappes glaciaires et que le phénomène puisse durer plusieurs siècles. En effet, la dynamique des glaces qui a été observée récemment, mais dont les modèles évalués dans le quatrième Rapport d'évaluation n'ont pas parfaitement tenu compte, risque d'accélérer la disparition des glaces. {5.2}

¹⁹Parmi les critères utilisés dans les textes pour juger du caractère « critique » des vulnérabilités figurent l'ampleur, le moment d'apparition, le caractère persistant ou réversible, les effets de répartition, la probabilité et l'« importance » des incidences ainsi que la possibilité de s'adapter à ces dernières.

Ni l'adaptation ni l'atténuation ne permettront, à elles seules, de prévenir totalement les effets des changements climatiques (degré de confiance élevé). Les deux démarches peuvent toutefois se compléter et réduire sensiblement les risques encourus. {5.3}

L'adaptation est nécessaire à court et à plus long terme pour faire face aux conséquences du réchauffement qui sont inéluctables, même selon les scénarios de stabilisation aux niveaux les plus bas qui ont été évalués. Il existe des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas toujours parfaitement. Il est probable que, si l'évolution du climat se poursuivait sans intervention, la capacité d'adaptation des systèmes naturels, aménagés et humains serait dépassée à longue échéance. Ces seuils ne seront pas franchis au même moment dans tous les secteurs, ni dans toutes les régions. La mise en œuvre précoce de mesures d'atténuation permettrait de ne pas rester tributaire d'une infrastructure à forte intensité de carbone et d'atténuer les effets des changements climatiques et les besoins d'adaptation connexes. {5.2, 5.3}

Il est possible de diminuer, de différer ou d'éviter de nombreux effets grâce aux mesures d'atténuation. Les efforts et les investissements qui seront réalisés dans les vingt à trente prochaines années auront une incidence notable sur la possibilité de stabiliser les concentrations à un niveau relativement bas. Tout retard pris dans la réduction des émissions amenuiserait sensiblement cette possibilité et accentuerait les risques d'aggravation des effets. {5.3, 5.4, 5.7}

Les émissions de GES doivent culminer puis décroître pour que les concentrations atmosphériques de ces gaz se stabilisent. Plus le niveau de stabilisation visé est bas, plus le pic doit être atteint rapidement.²⁰ {5.4}

Le tableau RiD.6 et la figure RiD.11 présentent les taux d'émissions associés à différentes concentrations de stabilisation ainsi que l'évolution résultante, à l'équilibre et à long terme, de la température du globe et du niveau de la mer due à la seule dilatation thermique.²¹ Pour atteindre un niveau donné de stabilisation des

Tableau RiD.6. Caractéristiques des scénarios de stabilisation post-TRE et élévation résultante, à l'équilibre et à long terme, de la température moyenne à la surface du globe et du niveau de la mer due à la seule dilatation thermique.^a {Tableau 5.1}

Catégorie	Concentration de CO ₂ au niveau de stabilisation (2005 = 379 ppm) ^b	Concentration d'équivalent-CO ₂ au niveau de stabilisation, y compris GES et aérosols (2005 = 375 ppm) ^b	Année du pic d'émissions de CO ₂ ^{a, c}	Variation des émissions mondiales de CO ₂ en 2050 (par rapport aux émissions en 2000) ^{a, c}	Écart entre la température moyenne du globe à l'équilibre et la température préindustrielle, selon la valeur la plus probable de la sensibilité du climat ^{d, e}	Écart entre le niveau moyen de la mer à l'équilibre et le niveau préindustriel dû à la seule dilatation thermique ^f	Nombre de scénarios évalués
	ppm	ppm	année	%	°C	mètres	
I	350-400	445-490	2000-2015	- 85 à - 50	2,0-2,4	0,4-1,4	6
II	400-440	490-535	2000-2020	- 60 à - 30	2,4-2,8	0,5-1,7	18
III	440-485	535-590	2010-2030	- 30 à + 5	2,8-3,2	0,6-1,9	21
IV	485-570	590-710	2020-2060	+ 10 à + 60	3,2-4,0	0,6-2,4	118
V	570-660	710-855	2050-2080	+ 25 à + 85	4,0-4,9	0,8-2,9	9
VI	660-790	855-1 130	2060-2090	+ 90 à +140	4,9-6,1	1,0-3,7	5

Notes :

- a) Il est possible que les études d'atténuation évaluées sous-estiment la baisse des émissions nécessaire pour atteindre un niveau de stabilisation donné, car elles ne tiennent pas compte des rétroactions du cycle du carbone (voir également le point 2.3).
- b) Les concentrations atmosphériques de CO₂ atteignaient 379 ppm en 2005. La valeur la plus probable de la concentration totale d'équivalent-CO₂ pour tous les GES à longue durée de vie s'établissait à 455 ppm environ en 2005, tandis que la valeur correspondante incluant l'effet net de l'ensemble des agents de forçage anthropique était de 375 ppm.
- c) La fourchette correspond aux 15^e-85^e percentiles de la distribution des scénarios post-TRE. Les émissions de CO₂ sont données afin de pouvoir comparer les scénarios portant sur plusieurs gaz aux scénarios qui se limitent au CO₂ (voir la figure RiD.3).
- d) La valeur la plus probable de la sensibilité du climat s'établit à 3 °C.
- e) L'inertie propre au système climatique explique le fait que la température moyenne du globe à l'équilibre se distingue de la température moyenne du globe au moment où les concentrations de GES seront stabilisées. Selon la majorité des scénarios évalués, les concentrations de GES se stabilisent entre 2100 et 2150 (voir également la note de bas de page 21).
- f) L'élévation du niveau de la mer à l'équilibre tient uniquement compte de la dilatation thermique des océans, et l'état d'équilibre ne sera pas atteint avant de nombreux siècles. Ces valeurs ont été estimées au moyen de modèles climatiques relativement simples (un MCGAO de faible résolution et plusieurs MSTCI, pour une sensibilité du climat de 3 °C) et ne comprennent pas l'apport de la fonte des inlandsis, des glaciers et des calottes glaciaires. On estime que la dilatation thermique entraînera à long terme une élévation de 0,2 à 0,6 m du niveau de la mer pour chaque degré Celsius d'augmentation de la température moyenne du globe par rapport à l'époque préindustrielle. (MCGAO : modèle de la circulation générale couplé atmosphère-océan ; MSTCI : modèle du système terrestre de complexité intermédiaire)

²⁰ Le pic des émissions devrait être atteint en 2015 pour la catégorie inférieure des scénarios d'atténuation et en 2090 pour la catégorie supérieure (voir le tableau RiD.6). Le rythme de l'évolution du climat est très différent avec les scénarios qui considèrent d'autres modes de réduction des émissions.

²¹ Dans le quatrième Rapport d'évaluation, il n'y a pas de valeurs estimées de l'évolution de la température au cours du présent siècle selon les différents scénarios de stabilisation. Pour la plupart des niveaux de stabilisation, la température moyenne du globe à l'équilibre est atteinte au bout de quelques siècles. L'état d'équilibre pourrait survenir plus tôt avec les scénarios de stabilisation aux niveaux les plus bas (catégories I et II, figure RiD.11).

Augmentation des émissions de CO₂ et de la température à l'équilibre selon divers niveaux de stabilisation

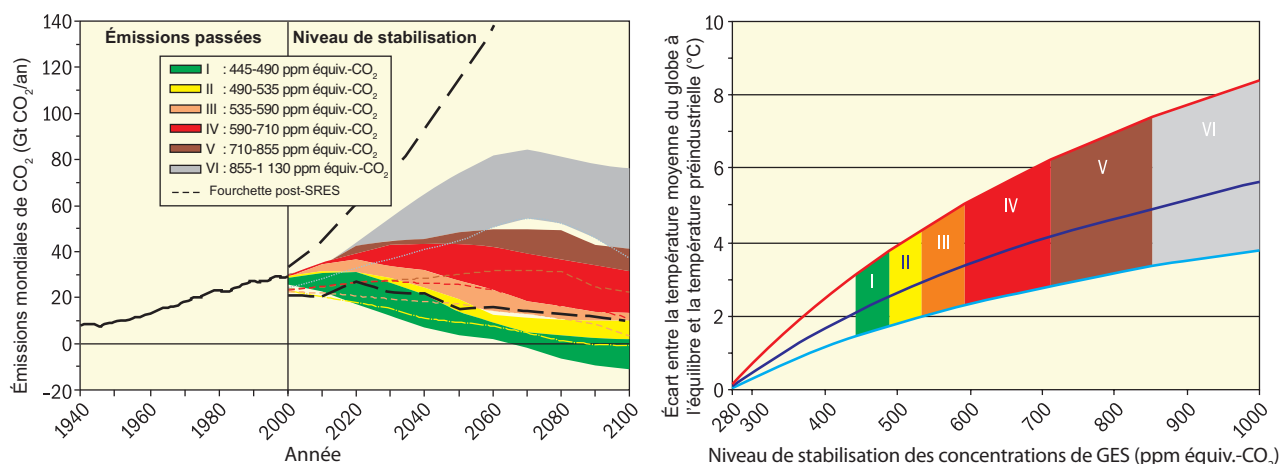


Figure RiD.11. Émissions mondiales de CO₂ entre 1940 et 2000 et fourchettes d'émissions anticipées, selon les catégories de scénarios de stabilisation, pour la période 2000-2100 (à gauche) ; rapport entre l'objectif de stabilisation et l'écart probable entre la température moyenne du globe à l'équilibre et la température préindustrielle (à droite). Il peut s'écouler plusieurs siècles avant que ne soit atteint l'état d'équilibre, surtout avec les scénarios qui prévoient un haut niveau de stabilisation. Les zones colorées correspondent aux scénarios de stabilisation groupés selon leurs objectifs (catégories I à VI). On voit, à droite, l'écart entre la température moyenne du globe et la température préindustrielle selon i) la valeur la plus probable de la sensibilité du climat, soit 3 °C (trait noir recoupant les zones colorées), ii) la limite supérieure de la plage probable de la sensibilité du climat, soit 4,5 °C (ligne rouge délimitant le haut des zones colorées) et iii) la limite inférieure de la plage probable de la sensibilité du climat, soit 2 °C (ligne bleue délimitant le bas des zones colorées). Dans la partie gauche, les lignes noires en pointillé représentent les fourchettes d'émissions des scénarios de référence publiés depuis le SRES (2000). Les gammes d'émissions des scénarios de stabilisation comprennent le CO₂ uniquement ou plusieurs gaz. Elles correspondent au 10^e-90^e percentiles de la distribution complète. Note : Dans la plupart des scénarios, les émissions de CO₂ ne comprennent pas les rejets issus de la décomposition de la biomasse aérienne qui subsiste après une coupe forestière ou un déboisement, ni ceux issus de la combustion de tourbe et des sols tourbeux asséchés. {Figure 5.1}

températures, les mesures d'atténuation doivent être prises plus tôt et avec plus de rigueur si l'on suppose que la sensibilité du climat est grande. [5.4, 5.7]

Il est inévitable que le réchauffement s'accompagne d'une élévation du niveau de la mer. La dilatation thermique se poursuivra pendant de nombreux siècles après que les concentrations de GES se seront stabilisées, à quelque niveau que ce soit, provoquant une montée des eaux beaucoup plus importante que celle projetée pour

le XXI^e siècle. Si la hausse des températures se maintenait pendant des siècles au-delà de la fourchette 1,9-4,6 °C par rapport à l'époque préindustrielle, la fonte de l'inlandsis groenlandais pourrait faire monter le niveau de la mer de plusieurs mètres, pour un apport supérieur à celui de la dilatation thermique. Étant donné les délais en jeu dans la dilatation thermique et la réaction des nappes glaciaires au réchauffement, il s'écoulerait des siècles entre le moment où les concentrations de GES se stabiliseraient aux niveaux actuels

Tableau RiD.7. Estimation des coûts macroéconomiques mondiaux en 2030 et 2050, relativement à la base de référence établie pour les voies les moins coûteuses de stabilisation à long terme. {Tableau 5.2}

Niveau de stabilisation (ppm équiv.-CO ₂)	Médiane de la baisse du PIB ^a (%)		Baisse du PIB ^b (%)		Ralentissement de la progression moyenne du PIB par an (points de pourcentage) ^{c, e}	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
445-535 ^d	Non disponible		< 3	< 5,5	< 0,12	< 0,12
535-590	0,6	1,3	0,2 à 2,5	légèrement moins de 4	< 0,1	< 0,1
590-710	0,2	0,5	- 0,6 à 1,2	- 1 à 2	< 0,06	< 0,05

Notes :

Les valeurs présentées s'appuient sur l'ensemble des textes qui fournissent des chiffres sur le PIB, indépendamment des bases de référence et des scénarios d'atténuation.

a) PIB mondial calculé selon les taux de change du marché.

b) La fourchette correspondant aux 10^e et 90^e percentiles des données analysées est précisée, le cas échéant. Les valeurs négatives représentent une hausse du PIB. La première ligne (445-535 ppm équiv.-CO₂) correspond uniquement à la limite supérieure des estimations fournies dans les textes.

c) Le ralentissement de la progression annuelle du PIB est le fléchissement moyen au cours de la période visée qui aboutirait à la décroissance du PIB indiquée en 2030 et 2050.

d) Les études sont peu nombreuses et s'appuient généralement sur des bases de référence basses. Des bases de référence plus élevées concernant les émissions majorent généralement les coûts.

e) Les valeurs correspondent à l'estimation maximale de la baisse du PIB apparaissant dans la troisième colonne.

ou à des niveaux supérieurs et le moment où le niveau de la mer cesserait à son tour de monter. {5.3, 5.4}

Tous les niveaux de stabilisation analysés pourraient être atteints en déployant un éventail de technologies qui sont déjà commercialisées ou qui devraient l'être d'ici quelques décennies, à condition toutefois que des mesures adaptées et efficaces stimulent la mise au point, l'acquisition, l'application et la diffusion de ces technologies et éliminent les obstacles connexes (large concordance, degré élevé d'évidence). {5.5}

Selon l'ensemble des scénarios de stabilisation évalués, 60 à 80 % du recul des émissions proviendrait de l'approvisionnement et de la consommation énergétique ainsi que des procédés industriels. L'efficacité énergétique joue un rôle prépondérant dans de nombreux scénarios. En ce qui concerne l'utilisation des terres et la foresterie, les mesures d'atténuation visant à la fois le CO₂ et les autres gaz offrent une plus grande souplesse et une meilleure efficacité par rapport au coût. Les bas niveaux de stabilisation exigent des investissements précoces ainsi qu'une diffusion et une commercialisation beaucoup plus rapides des technologies de pointe à faibles taux d'émission. {5.5}

Il pourrait s'avérer difficile de réduire les émissions de manière significative sans procéder à des investissements conséquents et à un transfert efficace des technologies. Il importe par ailleurs d'assurer le financement du surcoût des technologies pauvres en carbone. {5.5}

En règle générale, les coûts macroéconomiques de l'atténuation augmentent parallèlement à la rigueur des objectifs de stabilisation (tableau RiD.7). Ils s'écartent considérablement de la moyenne pour certains pays et secteurs.²² {5.6}

Une stabilisation entre 710 et 445 ppm équiv.-CO₂ en 2050 impliquerait, à l'échelle de la planète, des coûts macroéconomiques moyens se situant entre une hausse de 1 % et une baisse de 5,5 % du PIB mondial (tableau RiD.7). Cela équivaut à un ralentissement de la progression moyenne du PIB mondial de moins de 0,12 point de pourcentage par an. {5.6}

Faire face aux changements climatiques suppose un processus itératif de gestion des risques qui prenne en considération les mesures d'atténuation comme les mesures d'adaptation et qui tienne compte des dommages et des avantages connexes, de la durabilité, de l'équité et de l'attitude à l'égard des risques. {5.1}

Les répercussions des changements climatiques imposeront *très probablement* des coûts annuels nets qui s'alourdiront à mesure que les températures augmenteront à l'échelle planétaire. Des estimations validées établissent en moyenne le coût social du carbone²³ à 12 \$ É.-U. par tonne de CO₂ en 2005, mais la fourchette obtenue sur cent estimations est large (- 3 à 95 \$ É.-U./t CO₂). Cela s'explique en partie par les différentes hypothèses retenues quant à la sensibilité du climat, aux délais de réponse, au traitement des risques et des questions d'équité, aux incidences économiques et autres, à la prise en compte d'éventuelles pertes catastrophiques et aux taux d'actualisation. Les valeurs totales estimées des coûts masquent des écarts importants entre secteurs, régions et populations. Elles sous-estiment *très probablement* le coût des dommages, puisque nombre d'incidences sont impossibles à chiffrer. {5.7}

D'après les résultats préliminaires et partiels d'un certain nombre d'analyses intégrées, les coûts et les avantages des mesures d'atténuation seraient du même ordre de grandeur, sans qu'il soit toutefois possible de déterminer avec certitude le mode de réduction des émissions ou le niveau de stabilisation pour lequel les avantages excéderaient les coûts. {5.7}

La sensibilité du climat reste l'une des principales incertitudes qui entachent les scénarios d'atténuation visant une température donnée. {5.4}

Le choix de l'ampleur et du calendrier des mesures d'atténuation exige de mettre en balance les coûts économiques d'une baisse accélérée des émissions de GES et les risques climatiques à moyen et long terme d'un retard d'intervention. {5.7}

²² Voir les précisions données sur l'estimation des coûts et les hypothèses des modèles dans la note de bas de page 17.

²³ Coût économique net, actualisé, des dommages provoqués par les changements climatiques à l'échelle du globe.

Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse

Rapport de synthèse

Une évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Le présent rapport, dont le contenu a été approuvé point par point lors de la XXVII^e session plénière du GIEC (Valence, Espagne, 12-17 novembre 2007), constitue la déclaration officielle du GIEC sur les principales conclusions et incertitudes exposées dans les contributions des Groupes de travail au quatrième Rapport d'évaluation.

Basé sur un projet de texte rédigé par :

Équipe de rédaction principale

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe

Équipe de rédaction élargie

Terry Barker

Éditeurs-réviseurs

Abdelkader Allali, Roxana Bojariu, Sandra Diaz, Ismail Elgizouli, Dave Griggs, David Hawkins, Olav Hohmeyer, Bubu Pateh Jallow, Lu ka Kajfež-Bogataj, Neil Leary, Hoesung Lee, David Wratt

Introduction

Introduction

Le Rapport de synthèse constitue la dernière partie du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Il présente un bilan des changements climatiques fondé sur les conclusions des trois Groupes de travail du GIEC.

Le Point 1 résume les changements climatiques qui sont observés ainsi que leurs effets sur les systèmes naturels et humains, sans tenir compte de leurs causes, qui sont évaluées dans le cadre du Point 2. Le Point 3 est consacré aux projections relatives aux changements climatiques futurs et à leurs incidences selon divers scénarios.

Le Point 4 examine les possibilités d'adaptation et d'atténuation au cours des prochaines décennies ainsi que leurs corrélations avec le développement durable. Le Point 5 évalue, sous un angle plus théorique et dans une perspective à long terme, les rapports entre l'adaptation et

l'atténuation, tandis que le Point 6 résume les principales conclusions robustes du Rapport et les incertitudes clés qui subsistent.

La figure I.1 donne une représentation schématique des facteurs humains de l'évolution du climat, des effets du changement climatique et des réponses apportées, ainsi que de leurs corrélations. En 2001, lorsqu'est paru le troisième Rapport d'évaluation, les informations disponibles permettaient surtout d'établir ces corrélations dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire de déterminer les changements climatiques et leurs incidences à partir des données socioéconomiques et des émissions. Grâce à une meilleure connaissance de ces corrélations, il est désormais possible de les évaluer dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, autrement dit de définir des voies de développement possibles et des limitations des émissions globales susceptibles de réduire le risque d'incidences futures indésirables.

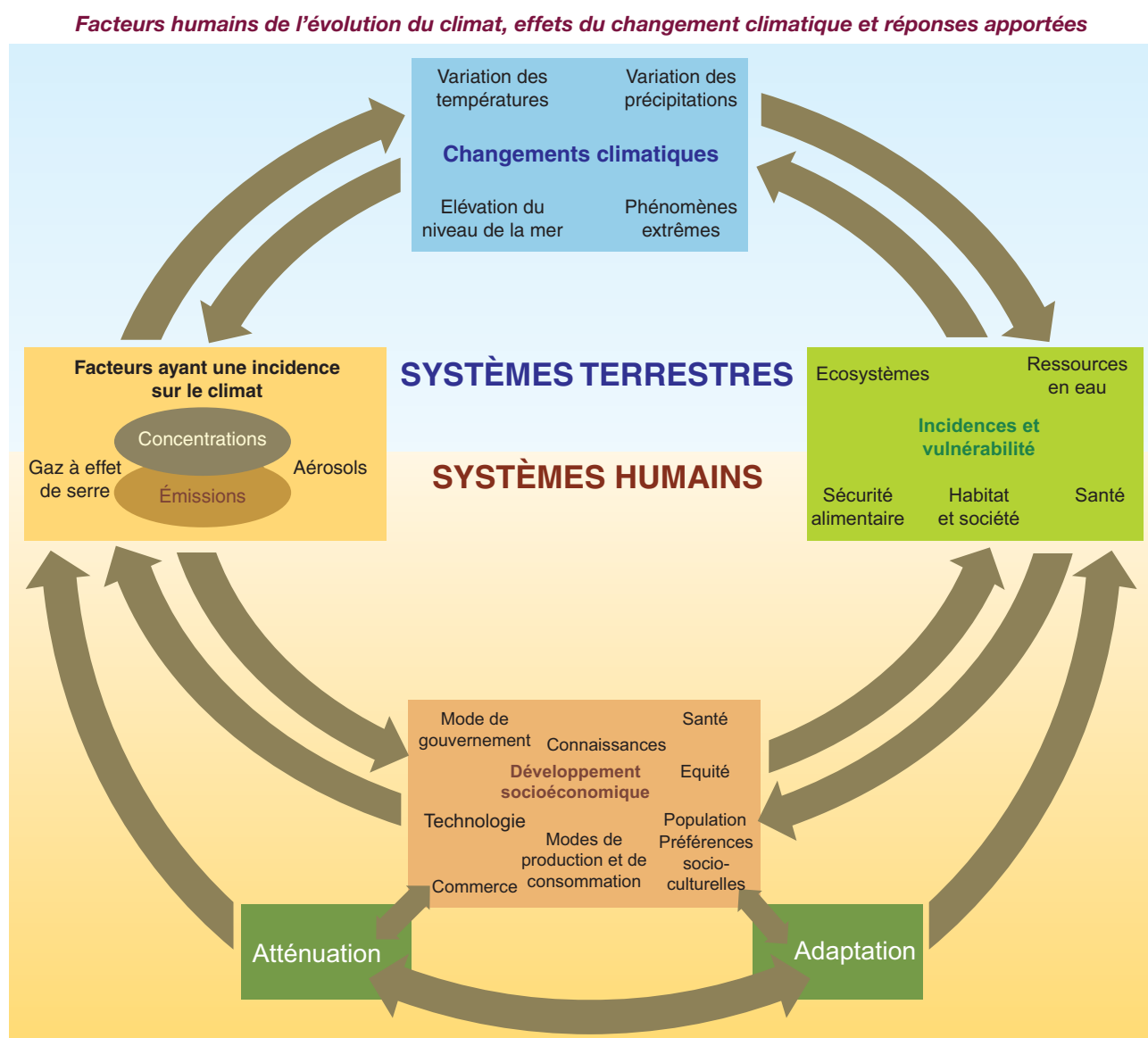


Figure I.1. Représentation schématique des facteurs humains de l'évolution du climat, des effets sur le changement climatique et des réponses apportées, ainsi que de leurs corrélations.

Traitement de l'incertitude

La note d'orientation du GIEC sur l'incertitude¹ établit un cadre de référence pour le traitement de l'incertitude à l'intention des trois Groupes de travail et aux fins du présent Rapport de synthèse. Il s'agit d'un cadre général, étant donné que les informations évaluées relèvent de différentes disciplines et que les méthodes de traitement de l'incertitude tirées de la littérature sont variées. Les données, indicateurs et analyses utilisés en sciences naturelles sont généralement d'une autre nature que ceux qui servent à évaluer le développement technologique ou qui sont utilisés en sciences sociales. Les travaux du Groupe de travail I entrent dans la première catégorie, ceux du Groupe de travail III dans la seconde, tandis que le domaine d'étude du Groupe de travail II englobe les deux catégories.

Trois approches différentes, faisant chacune appel à une terminologie particulière, sont adoptées pour décrire les incertitudes. Leur choix dépend tout à la fois de la nature de l'information disponible et de l'avis autorisé des auteurs quant à l'exactitude et au degré d'exhaustivité des connaissances scientifiques actuelles.

Lorsque l'évaluation de l'incertitude est qualitative, elle consiste à donner une idée approximative de la quantité et de la qualité des éléments probants (c'est-à-dire des informations théoriques ou tirées d'observations ou de modèles indiquant si une opinion ou proposition est vraie ou valable) ainsi que du degré de concordance (c'est-à-dire du niveau de convergence des documents sur une conclusion donnée). C'est cette approche qu'adopte le Groupe de travail III en utilisant une série de termes explicites tels que : *large concordance, degré élevé d'évidence ; large concordance, degré moyen d'évidence ; concordance moyenne, degré moyen d'évidence ; etc.*

Lorsque l'évaluation de l'incertitude est plutôt quantitative et fondée sur un avis autorisé quant à l'exactitude des données, des analyses ou des modèles utilisés, on emploie les degrés de confiance ci-après pour exprimer la probabilité qu'une conclusion est correcte : *degré de confiance très élevé* (9 chances au moins sur 10) ; *degré de confiance élevé* (environ 8 chances sur 10) ; *degré de confiance moyen* (environ 5 chances sur 10) ; *faible degré de confiance* (environ 2 chances sur 10) ; *et très faible degré de confiance* (moins d'une chance sur 10).

Lorsque l'évaluation de l'incertitude concerne des résultats précis et qu'elle est fondée sur un avis autorisé et une analyse statistique d'une série d'éléments probants (par exemple des observations ou des résultats de modèles), on utilise les fourchettes de probabilité ci-après pour exprimer la probabilité d'occurrence : *pratiquement certain* (probabilité supérieure à 99 %) ; *extrêmement probable* (probabilité supérieure à 95 %) ; *très probable* (probabilité supérieure à 90 %) ; *probable* (probabilité supérieure à 66 %) ; *plus probable qu'improbable* (probabilité supérieure à 50 %) ; *à peu près aussi probable qu'improbable* (probabilité de 33 % à 66 %) ; *improbable* (probabilité inférieure à 33 %) ; *très improbable* (probabilité inférieure à 10 %) ; *extrêmement improbable* (probabilité inférieure à 5 %) ; *exceptionnellement improbable* (probabilité inférieure à 1 %).

Le Groupe de travail II a eu recours aux évaluations du degré de confiance et de la probabilité, tandis que le Groupe de travail I a essentiellement utilisé les évaluations de la probabilité.

Le présent Rapport de synthèse reprend les modes d'évaluation de l'incertitude adoptés par les trois Groupes de travail. Lorsque des conclusions synthétiques reposent sur des informations provenant de plus d'un Groupe de travail, l'incertitude est exprimée dans les termes qui apparaissent dans les rapports des Groupes de travail respectifs.

Sauf indication contraire, les chiffres placés entre crochets qui figurent dans le présent rapport correspondent à un intervalle d'incertitude à 90 % (c'est-à-dire qu'il y a une probabilité estimée de 5 % que la valeur recherchée soit au-delà de l'intervalle indiqué entre crochets et une probabilité de 5 % qu'elle soit en-deçà). Les intervalles d'incertitude ne sont pas toujours répartis de façon symétrique de part et d'autre de la valeur la plus probable.

¹ <http://www.ipcc.ch/meetings/ar4-workshops-express-meetings/uncertainty-guidance-note.pdf>

1

Changements climatiques observés et effets constatés

1.1 Observations relatives aux changements climatiques

Depuis le troisième Rapport d'évaluation, les connaissances sur l'évolution du climat dans l'espace et le temps ont considérablement progressé grâce aux améliorations apportées à de nombreux jeux et analyses de données, à l'élargissement de la couverture géographique, à une meilleure compréhension des incertitudes et à une diversification des mesures effectuées. *{GT I RiD}*

Définitions du changement climatique

Selon le GIEC, le changement climatique s'entend d'une variation de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Il se rapporte à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou à l'activité humaine. Cette définition diffère de celle figurant dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), selon laquelle les changements climatiques désignent des changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables.

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer (figure 1.1). *{GT I 3.2, 4.8, 5.2, 5.5, RiD}*

Onze des douze dernières années (1995–2006) figurent parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe. Alors que, dans le troisième Rapport d'évaluation (TRE), on estimait à 0,6 [0,4-0,8] °C la tendance linéaire au réchauffement entre 1901 et 2000, la valeur établie pour 1906–2005 atteint 0,74 [0,56-0,92] °C (figure 1.1). Entre 1956 et 2005, la tendance linéaire (0,13 [0,10-0,16] °C tous les dix ans) sur un demi-siècle est près de deux fois plus importante que celle constatée sur un siècle, entre 1906 et 2005. *{GT I 3.2, RiD}*

Les températures ont augmenté presque partout dans le monde, quoique de manière plus sensible aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord (figure 1.2). Les températures moyennes dans l'Arctique ont augmenté pratiquement deux fois plus vite que les températures mondiales au cours des 100 dernières années. Les régions continentales connaissent un réchauffement plus rapide que les océans (figures 1.2 et 2.5). Selon les observations effectuées depuis 1961, la température moyenne des océans s'est accrue à des profondeurs d'au moins 3 000 mètres, et les océans ont absorbé plus de 80 % de la chaleur ajoutée au système climatique. De nouvelles analyses de mesures effectuées par ballon et par satellite des températures de la troposphère inférieure et moyenne font apparaître des taux de réchauffement analogues à ceux constatés pour les températures de surface. *{GT I 3.2, 3.4, 5.2, RiD}*

L'élévation du niveau de la mer concorde avec le réchauffement (figure 1.1). Sur l'ensemble de la planète, le niveau moyen de la mer

s'est élevé de 1,8 [1,3-2,3] mm/an en moyenne entre 1961 et 2003, et d'environ 3,1 [2,4-3,8] mm/an en moyenne entre 1993 et 2003. On ne peut dire à l'heure actuelle si l'accélération du rythme qui a été constatée entre 1993 et 2003 traduit une variation décennale ou un renforcement de la tendance à long terme. On estime que, depuis 1993, l'élévation du niveau de la mer est imputable pour 57 % environ à la dilatation thermique des océans, pour 28 % environ à la fonte des glaciers et des calottes glaciaires et, pour le reste, à la rétraction des nappes glaciaires polaires. Entre 1993 et 2003, la somme de ces facteurs concorde, aux incertitudes près, avec l'élévation totale du niveau de la mer qui est directement observée. *{GT I 4.6, 4.8, 5.5, RiD, tableau RiD.1}*

La diminution observée de l'étendue des zones couvertes de neige et de glace concorde elle aussi avec le réchauffement (figure 1.1). Les données-satellite dont on dispose depuis 1978 montrent que l'étendue annuelle moyenne des glaces a diminué de 2,7 [2,1-3,3] % par décennie dans l'océan Arctique, avec un recul plus marqué en été (7,4 [5,0-9,8] % par décennie). Les glaciers et la couverture neigeuse occupent une moins grande superficie dans les deux hémisphères. Depuis 1900, l'étendue maximale du gélisol saisonnier a diminué de quelque 7 % dans l'hémisphère Nord, ce recul pouvant atteindre 15 % au printemps. Depuis les années 1980, les températures à la surface du pergélisol se sont globalement accrues (jusqu'à 3 %) dans l'Arctique. *{GT I 3.2, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 5.5, RiD}*

D'autres aspects du climat se sont durablement modifiés, tant à l'échelle continentale et régionale qu'à celle des bassins océaniques. Une évolution des précipitations a été observée entre 1900 et 2005 dans beaucoup de grandes régions. Ainsi, pendant cette période, les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles diminuaient au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud. Il est *probable*² que la sécheresse a progressé à l'échelle du globe depuis les années 1970. *{GT I 3.3, 3.9, RiD}*

La fréquence et/ou l'intensité de certains phénomènes météorologiques extrêmes a changé au cours des 50 dernières années :

- Il est *très probable* que les journées froides, les nuits froides et le gel ont été moins fréquents sur la plus grande partie des terres émergées et que le nombre de journées chaudes et de nuits chaudes a au contraire augmenté. *{GT I 3.8, RiD}*
- Il est *probable* que les vagues de chaleur sont devenues plus fréquentes sur la majeure partie des terres émergées. *{GT I 3.8, RiD}*
- Il est *probable* que la fréquence des épisodes de fortes précipitations (ou la proportion des précipitations totales correspondant à de fortes précipitations) a augmenté dans la plupart des régions. *{GT I 3.8, 3.9, RiD}*
- Il est *probable* que la fréquence des épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer³ s'est accrue en de nombreux endroits du globe depuis 1975. *{GT I 5.5, RiD}*

Les observations révèlent une augmentation de l'activité cyclonique tropicale intense dans l'Atlantique Nord depuis 1970 environ. Il semble en outre que cette activité s'est renforcée dans certaines autres régions où la qualité des données est une préoccupation majeure. La variabilité à l'échelle pluridécennale et la qualité des relevés concernant les cyclones tropicaux avant l'instauration d'observations régulières par satellite vers 1970 compliquent la détection de tendances à long terme pour ce qui concerne l'activité cyclonique tropicale. *{GT I 3.8, RiD}*

² Les indications de probabilité et de confiance en italique sont des expressions types, qui sont expliquées dans l'encadré intitulé « Traitement de l'incertitude » se trouvant dans l'Introduction.

³ À l'exclusion des tsunamis, qui ne sont pas dus aux changements climatiques. L'élévation extrême du niveau de la mer dépend du niveau moyen de la mer et des systèmes météorologiques régionaux. Elle correspond à la tranche supérieure (1 %) des valeurs horaires relevées dans une station pendant une période de référence donnée.

Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord

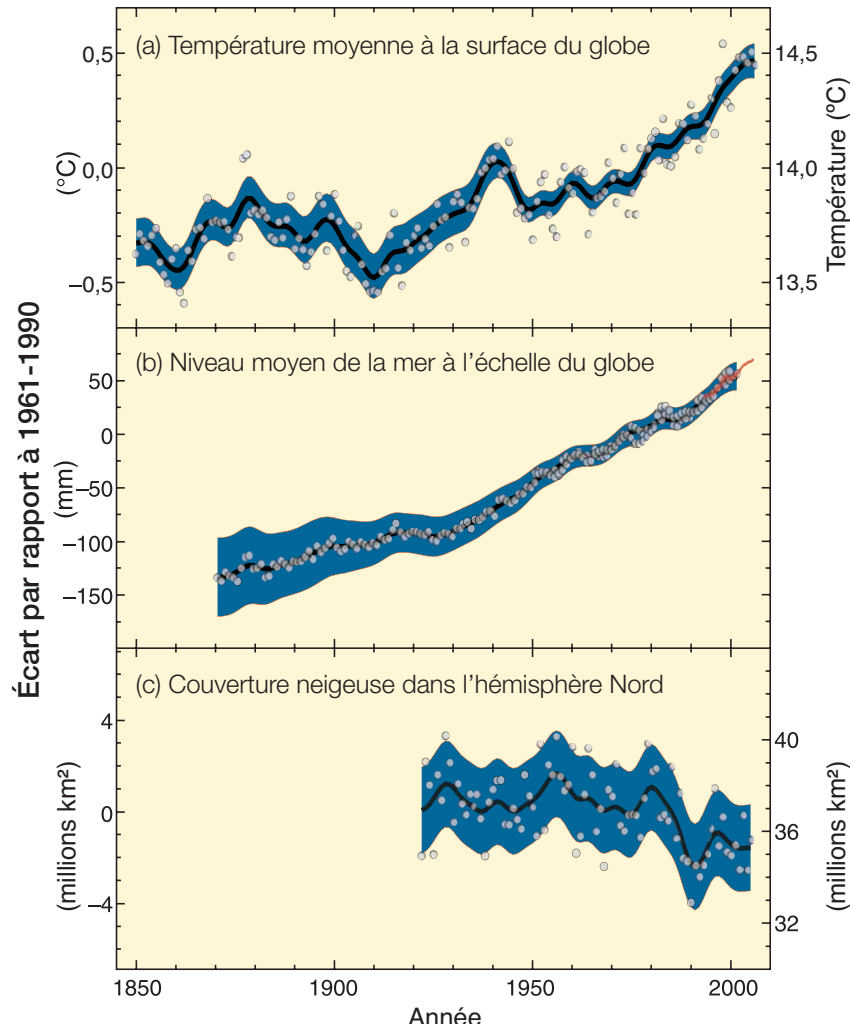


Figure RiD.1. Variations observées a) de la température moyenne à la surface du globe, b) du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe, selon les données recueillies par les marégraphes (en bleu) et les satellites (en rouge), et c) de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord en mars-avril. Tous les écarts sont calculés par rapport aux moyennes pour la période 1961-1990. Les courbes lissées représentent les moyennes décennales, et les cercles correspondent aux valeurs annuelles. Les zones ombrées représentent les intervalles d'incertitude qui ont été estimés à partir d'une analyse poussée des incertitudes connues (a et b) et à partir des séries chronologiques (c). {GT I FAQ 3.1 figure 1, figure 4.2, figure 5.13, figure RiD.3 }

Il est *très probable* que les températures moyennes dans l'hémisphère Nord ont été plus élevées pendant la seconde moitié du XX^e siècle que durant n'importe quelle autre période de cinquante ans au cours des cinq derniers siècles, et il est *probable* qu'elles ont été les plus élevées depuis 1 300 ans au moins. {GT I 6.6, RiD}

1.2 Effets constatés des changements climatiques

Les constatations formulées ci-après reposent dans une large mesure sur des jeux de données qui couvrent la période commençant en 1970. Le nombre d'études consacrées à l'évolution observée de l'environnement physique et biologique et aux corrélations avec les changements climatiques régionaux a considérablement augmenté depuis le troisième Rapport d'évaluation. Quant à la qualité des jeux de données, elle s'est améliorée. Il convient de relever que le volume de données et de textes publiés sur les changements observés est très inégal d'une région à l'autre et est particulièrement peu abondant dans les pays en développement. {GT II RiD}

Ces études ont permis de dresser un bilan plus vaste et plus fiable des relations entre le réchauffement observé et ses incidences que celui figurant dans le troisième Rapport d'évaluation, qui avait conclu « avec un *degré de confiance élevé*² que les variations récentes de la température à l'échelle régionale ont eu des répercussions discernables sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques ». {GT II RiD}

Les observations effectuées sur tous les continents et dans la plupart des océans montrent qu'une multitude de systèmes naturels sont touchés par les changements climatiques régionaux, en particulier par la hausse des températures. {GT II RiD}

On peut avancer avec un *degré de confiance élevé* que les systèmes naturels liés à la neige, à la glace et au sol gelé (y compris le pergélisol) sont perturbés, comme en témoignent les exemples suivants :

- extension et multiplication des lacs glaciaires {GT II 1.3, RiD}
- déstabilisation des sols dans les zones de pergélisol et chutes de roches dans les régions montagneuses {GT II 1.3, RiD}
- modifications de certains écosystèmes en Arctique et en Antarctique, notamment dans les biomes des glaces de mer, et des prédateurs aux niveaux élevés du réseau alimentaire {GT II 1.3, 4.4, 15.4, RiD}

Modifications des systèmes physiques et biologiques et variations de la température en surface pendant la période 1970-2004

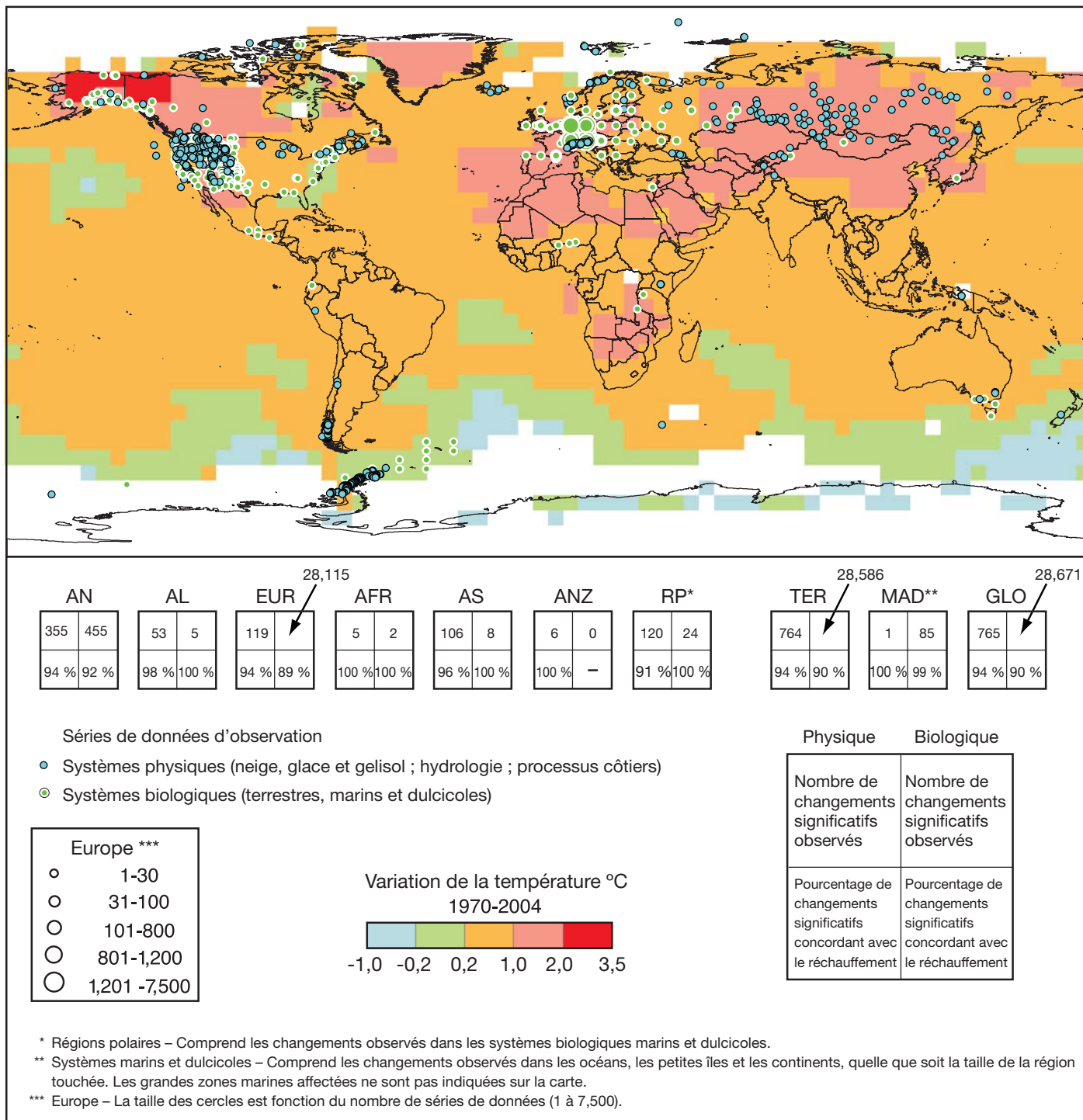


Figure 1.2. Emplacement des changements significatifs relevés dans les séries de données sur les systèmes physiques (neige, glace et sol gelé ; hydrologie ; processus côtiers) et les systèmes biologiques (terrestres, marins et dulcicoles) et variations de la température de l'air en surface pendant la période 1970-2004. Quelque 29 000 séries de données ont été retenues sur les 80 000 publiées dans 577 études, sur la base des critères suivants : 1) se terminer en 1990 ou plus tard ; 2) s'étendre sur une période d'au moins 20 ans ; 3) présenter un changement significatif, dans un sens ou dans l'autre, ayant fait l'objet d'une évaluation dans certaines études. Les séries retenues proviennent de quelque 75 études, dont 70 environ ont été réalisées après la parution du TRE. Sur ces 29 000 séries de données, 28 000 environ sont tirées d'études européennes. Les zones laissées en blanc sont des zones où les données d'observation sont insuffisantes pour qu'il soit possible d'y définir une tendance de la température. Les cases 2 x 2 indiquent le nombre total de séries de données présentant des changements significatifs (rangée supérieure) et la proportion de celles qui concordent avec le réchauffement (rangée inférieure) pour i) les régions continentales : Amérique du Nord (NAM), Amérique latine (LA), Europe (EUR), Afrique (AFR), Asie (AS), Australie et Nouvelle-Zélande (ANZ), régions polaires (PR) ; ii) la planète entière : terres émergées (TER), zones marines et dulcicoles (MFW), globe dans son ensemble (GLO). La somme des différents nombres d'études figurant dans les sept cases des régions continentales (NAM, LA, EUR, AFR, AS, ANZ, PR) ne correspond pas au total de la case du globe dans son ensemble (GLO), parce que ces nombres (à l'exception de celui qui concerne les régions polaires) n'incluent pas les études sur les systèmes marins et dulcicoles (MFW). Les grandes zones marines affectées n'apparaissent pas sur la carte. {GT II figure RiD.1, figure 1.8, figure 1.9 ; GT I figure 3.9b}

Vu l'accumulation des éléments probants, il est possible d'affirmer avec un *degré de confiance élevé* que les systèmes hydrologiques subissent les effets suivants : intensification de l'écoulement et précocité des crues de printemps dans de nombreux cours d'eau alimentés par la fonte des glaciers et de la neige ; modification de la structure thermique et de la qualité de l'eau due au réchauffement des lacs et des rivières. *{GT II 1.3, 15.2, RiD}*

On considère avec un *degré de confiance très élevé*, sur la foi de données abondantes concernant une large gamme d'espèces, que le réchauffement récent affecte fortement les systèmes biologiques terrestres, ce qui se traduit par la précocité de certains événements printaniers tels que le débourrement, la migration des oiseaux ou la ponte ainsi que par le déplacement de l'aire de distribution géographique d'un certain nombre d'espèces animales et végétales vers les pôles ou une altitude supérieure. Les observations satellitaires réalisées depuis le début des années 1980 indiquent avec un *degré de confiance élevé* que, sous l'effet du réchauffement récent, un «verdissement» précoce de la végétation se produit au printemps par suite de l'allongement de la période de croissance thermique. *{GT II 1.3, 8.2, 14.2, RiD}*

En se basant sur de nouvelles données substantielles, on peut affirmer avec un *degré de confiance élevé* que les changements observés dans les systèmes biologiques marins et dulcicoles sont liés tant à la hausse des températures de l'eau qu'aux modifications connexes de la couverture glacielle, de la salinité, des taux d'oxygène et de la circulation. Ces changements revêtent notamment les formes suivantes : déplacements des zones de distribution géographique et variations de l'abondance des algues, du plancton et des poissons dans les océans de latitudes élevées ; augmentation des populations d'algues et de zooplancton dans les lacs situés à des latitudes élevées et les lacs d'altitude ; modifications de l'aire de distribution géographique et migration précoce des poissons dans les cours d'eau. Alors que les conséquences des changements climatiques sur les récifs coralliens sont de plus en plus flagrantes, il est difficile de dissocier les effets des contraintes d'origine climatique de ceux résultant d'autres contraintes (par exemple la surpêche ou la pollution). *{GT II 1.3, RiD}*

On constate l'apparition d'autres effets des changements climatiques régionaux sur le milieu naturel et l'environnement humain, bien que nombre d'entre eux soient difficiles à déceler en raison de l'adaptation et des facteurs non climatiques. *{GT II RiD}*

Des effets consécutifs à la hausse des températures ont été répertoriés avec un *degré de confiance moyen* dans les systèmes aménagés et les systèmes humains suivants :

- les pratiques agricoles et sylvicoles aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord (plantation plus précoce au printemps, par exemple) et les régimes de perturbation des forêts (incendies ravageurs, etc.) ; *{GT II 1.3, RiD}*

- certains aspects sanitaires tels que la surmortalité liée à la chaleur en Europe, l'évolution des vecteurs de maladies infectieuses dans certaines régions d'Europe ou la précocité et la recrudescence de la production saisonnière de pollens allergènes aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Nord *{GT II 1.3, 8.2, 8.RE, RiD}*
- certaines activités humaines dans l'Arctique (par exemple la chasse et l'abrègement des périodes de déplacement sur la neige et la glace) ainsi que dans les régions alpines de faible altitude (par exemple les limitations imposées aux sports de montagne). *{GT II 1.3, RiD}*

L'élévation du niveau de la mer et l'expansion humaine contribuent au rétrécissement des zones côtières humides et des mangroves et, par conséquent, à l'aggravation des dommages causés dans de nombreuses régions par les inondations côtières. Cependant, d'après les publications existantes, les tendances de ces effets restent encore à établir. *{GT II 1.3, 1.RE, RiD}*

1.3 Concordance entre l'évolution des systèmes physiques et biologiques et le réchauffement

Le réchauffement de la planète est également confirmé par d'autres changements affectant les océans et les continents, tels que la diminution observée de la couverture neigeuse et, dans l'hémisphère Nord, de l'étendue des glaces de mer, l'amenuisement des glaces de mer, le raccourcissement des périodes de gel des lacs et des cours d'eau, la fonte des glaciers, la diminution d'étendue du pergélisol, la hausse des températures du sol et des profils de température obtenus par forage ou l'élévation du niveau de la mer. *{GT I 3.9}*

Plus de 29 000 séries de données d'observation tirées de 75 études révèlent qu'une multitude de systèmes physiques et biologiques subissent de profonds changements. Les tendances relevées dans plus de 89 % de ces séries de données correspondent à l'évolution anticipée en réaction au réchauffement (figure 1.2). *{GT II 1.4, RiD}*

1.4 Les observations ne révèlent pas de changements pour certains aspects du climat.

Certains aspects du climat ne semblent pas avoir changé. Pour plusieurs d'entre eux, l'insuffisance des données disponibles ne permet pas de déceler d'éventuels changements. L'étendue des glaces de mer de l'Antarctique présente une variabilité interannuelle et des changements localisés, mais aucune évolution moyenne pluridécennale statistiquement significative, ce qui concorde avec la stabilité de la température atmosphérique moyenne à proximité de la surface sur l'ensemble du continent. On ne dispose pas d'éléments suffisamment probants pour mettre en évidence certaines tendances concernant d'autres variables, par exemple la circulation méridienne océanique à l'échelle du globe ou des phénomènes à petite échelle tels que les tornades, la grêle, la foudre ou les tempêtes de poussière. Aucune évolution notable du nombre annuel de cyclones tropicaux n'a été observée. *{GT I 3.2, 3.8, 4.4, 5.3, RiD}*

2

Les causes de l'évolution du climat

Les causes de l'évolution du climat

Le présent Point porte sur les facteurs naturels et anthropiques de l'évolution du climat, et notamment sur les relations de causalité entre les émissions de gaz à effet de serre (GES), la concentration de ces gaz dans l'atmosphère, le forçage radiatif⁴ et, enfin, les réactions et les effets du climat.

2.1 Emissions de GES à longue durée de vie

Le forçage radiatif du système climatique est essentiellement provoqué par les GES à longue durée de vie. La présente section examine ceux dont les émissions sont visées par la CCNUCC.

Les émissions mondiales de GES imputables aux activités humaines ont augmenté depuis l'époque préindustrielle ; la hausse a été de 70 % entre 1970 et 2004 (figure 2.1).⁵ (GT III 1.3, RiD)

Entre 1970 et 2004, les rejets annuels de dioxyde de carbone (CO₂), le principal gaz à effet de serre anthropique, sont passés de 21 à 38 gigatonnes (Gt), soit une progression d'environ 80 %, et représentaient 77 % des émissions totales de GES anthropiques en 2004 (figure 2.1). Le taux d'augmentation des émissions d'équivalent-CO₂ (équiv.-CO₂) a été bien plus élevé entre 1995 et 2004 (0,92 Gt équiv.-CO₂/an) qu'entre 1970 et 1994 (0,43 Gt équiv.-CO₂/an). (GT III 1.3, RT.1, RiD)

Emissions et concentrations d'équivalent-dioxyde de carbone (équiv.-CO₂)

L'influence des GES sur le réchauffement du système climatique de la planète (forçage radiatif) varie selon les propriétés radiatives de ces gaz et leur durée de vie dans l'atmosphère. Elle peut être exprimée à l'aide d'une mesure standard fondée sur le forçage radiatif imputable au CO₂.

- **L'émission d'équivalent-CO₂** est la quantité émise de dioxyde de carbone qui provoquerait le même forçage radiatif intégré dans le temps jusqu'à une date donnée qu'une quantité émise d'un gaz à effet de serre à longue durée de vie ou qu'un mélange de gaz à effet de serre. L'émission d'équivalent-CO₂ est obtenue en multipliant l'émission d'un gaz à effet de serre par son potentiel de réchauffement global (PRG) pour la période de temps considérée⁶. Dans le cas d'un mélange de gaz à effet de serre, elle est obtenue en additionnant les émissions d'équivalent-CO₂ de chacun des gaz. Si l'émission d'équivalent-CO₂ est une mesure standard et utile pour comparer les émissions de différents gaz à effet de serre, elle n'implique cependant pas des réponses identiques aux changements climatiques (voir GT I 2.10).
- **La concentration d'équivalent-CO₂** est la concentration de dioxyde de carbone qui entraînerait un forçage radiatif de même ampleur qu'un mélange donné de CO₂ et d'autres éléments de forçage.⁷

Émissions mondiales de gaz à effet de serre anthropiques

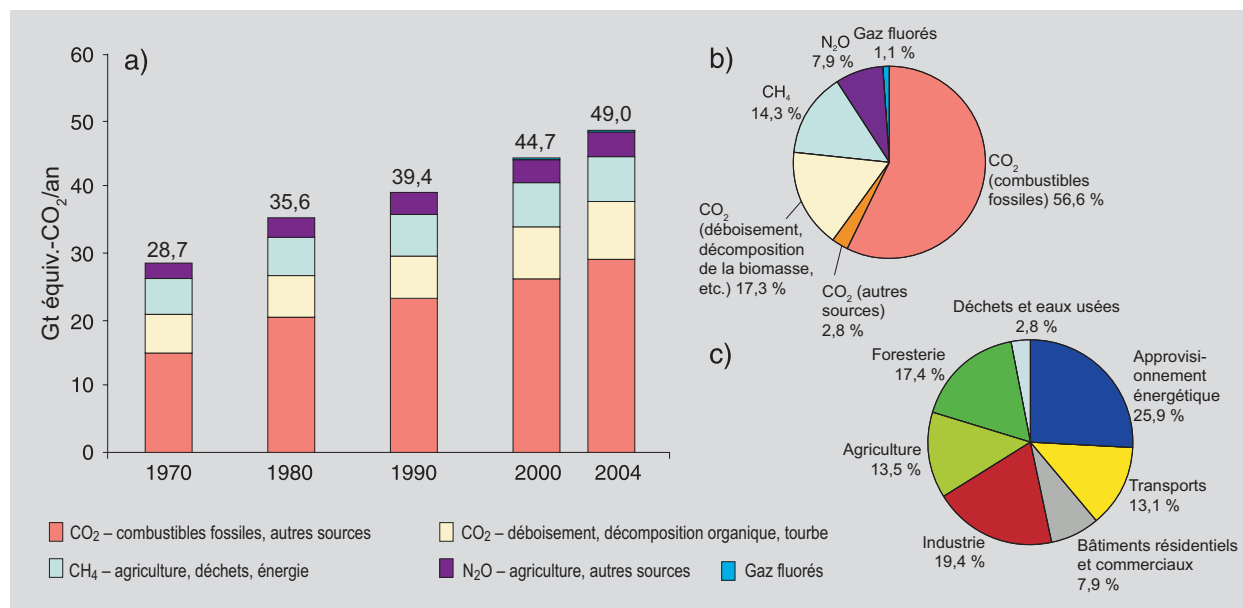


Figure 2.1. a) Émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde, 1970–2004.⁵ b) Parts respectives des différents GES anthropiques dans les émissions totales de 2004, en équivalent-CO₂. c) Contribution des différents secteurs aux émissions totales de GES anthropiques en 2004, en équivalent-CO₂. (La foresterie inclut le déboisement). (GT III, figures RT.1a, RT.1b, RT.2b)

⁴Le forçage radiatif est la mesure de l'influence d'un facteur sur l'altération de l'équilibre des énergies entrantes et sortantes du système Terre-atmosphère et donne une indication de l'ampleur de ce facteur en tant que moyen de changement climatique potentiel. Dans le présent rapport, les valeurs du forçage radiatif, dont les variations sont calculées par rapport au niveau préindustriel établi en 1750, sont exprimées en watts par mètre carré (W/m²).

⁵Il comprend uniquement les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄), d'oxyde nitreux (N₂O), d'hydrofluorocarbones (HFC), d'hydrocarbures perfluorés (PFC) et d'hexafluorure de soufre (SF₆) prises en compte par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Une pondération est appliquée à ces GES en fonction de leur potentiel de réchauffement mondial sur 100 ans, selon les données utilisées dans le cadre de la CCNUCC.

⁶Le présent rapport utilise un PRG à 100 ans et des valeurs numériques conformes à l'usage établi par la CCNUCC.

⁷Ces valeurs peuvent prendre en compte uniquement les GES ou un mélange de GES et d'aérosols.

La plus forte augmentation des émissions de GES entre 1970 et 2004 est imputable à l'approvisionnement énergétique, aux transports et à l'industrie. La hausse des émissions de gaz à effet de serre due aux bâtiments à usage résidentiel et commercial, à la foresterie (y compris le déboisement) et à l'agriculture a été plus lente. Les sources sectorielles de GES en 2004 sont indiquées à la figure 2.1c {GT III 1.3, RiD}

La diminution de l'intensité énergétique globale entre 1970 et 2004 (- 33 %) a eu moins d'effet sur les émissions totales que l'effet conjugué de l'augmentation mondiale des revenus (77 %) et de la croissance démographique mondiale (69 %), qui sont deux facteurs d'accroissement des émissions de CO₂ liées à la consommation d'énergie. La tendance à long terme d'un fléchissement des émissions de CO₂ par unité d'énergie fournie s'est inversée après 2000. {GT III 1.3, figure RiD.2, RiD}

Le revenu par habitant, les émissions par habitant et l'intensité énergétique varient considérablement d'un pays à l'autre. En 2004, les pays visés à l'annexe I de la CCNUCC représentaient 20 % de la population mondiale, produisaient 57 % du produit intérieur brut mondial fondé sur la parité de pouvoir d'achat (PIB_{PPA}) et contribuaient pour 46 % aux émissions mondiales de GES (figure 2.2). {GT III 1.3, RiD}

2.2 Facteurs de l'évolution du climat

Les variations des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre et d'aérosols, du couvert terrestre et du rayonnement solaire influent sur le bilan énergétique du système climatique et contribuent aux changements climatiques. Elles se répercutent sur l'absorption, l'émission et la diffusion du rayonnement dans l'atmosphère et à la surface de la Terre. Il s'ensuit des variations positives ou négatives du bilan énergétique appelées forçage radiatif⁴. Celui-ci est utilisé pour comparer l'influence des facteurs de réchauffement ou de refroidissement du climat de la planète. {GT I RT.2}

Les activités humaines engendrent des émissions de quatre GES à longue durée de vie : le CO₂, le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O) et les hydrocarbures halogénés (un groupe de gaz contenant du

fluor, du chlore ou du brome). Les concentrations atmosphériques de GES augmentent lorsque les émissions l'emportent sur les processus d'absorption.

Sous l'effet des activités humaines, les concentrations atmosphériques de CO₂, de CH₄ et de N₂O se sont fortement accrues depuis 1750 ; elles sont aujourd'hui bien supérieures aux valeurs historiques déterminées par l'analyse de carottes de glace couvrant de nombreux millénaires (figure 2.3). En 2005, les concentrations atmosphériques de CO₂ (379 ppm) et de CH₄ (1 774 ppb) ont largement excédé l'intervalle de variation naturelle des 650 000 dernières années. La cause première de la hausse de la concentration de CO₂ est l'utilisation de combustibles fossiles ; le changement d'affectation des terres y contribue aussi, mais dans une moindre mesure. Il est très probable que l'augmentation observée de la concentration de CH₄ provient surtout de l'agriculture et de l'utilisation de combustibles fossiles. Quant à la hausse de la concentration de N₂O, elle est essentiellement due à l'agriculture. {GT I 2.3, 7.3, RiD}

La concentration atmosphérique mondiale de dioxyde de carbone est passée de 280 ppm environ à l'époque préindustrielle à 379 ppm en 2005. Le rythme d'accroissement annuel de la concentration de CO₂ a été plus rapide au cours des 10 dernières années (1,9 ppm par an en moyenne entre 1995 et 2005) qu'il ne l'a été depuis le début des mesures atmosphériques directes continues (1,4 ppm par an en moyenne entre 1960 et 2005), bien qu'il puisse varier d'une année à l'autre. {GT I 2.3, 7.3, RiD ; GT III 1.3}

La concentration atmosphérique mondiale de CH₄ est passée d'environ 715 ppb à l'époque préindustrielle à 1 732 ppb au début des années 1990, pour atteindre 1 774 ppb en 2005. Le taux de croissance a fléchi depuis le début des années 1990, en cohérence avec les émissions totales (somme des sources anthropiques et naturelles), qui sont restées pratiquement constantes au cours de cette période. {GT I 2.3, 7.4, RiD}

La concentration atmosphérique globale de N₂O est passée de 270 ppb à l'époque préindustrielle à 319 ppb en 2005. {GT I 2.3, 7.4, RiD}

Répartition régionale des émissions de GES en fonction de la population et du PIB_{PPA}

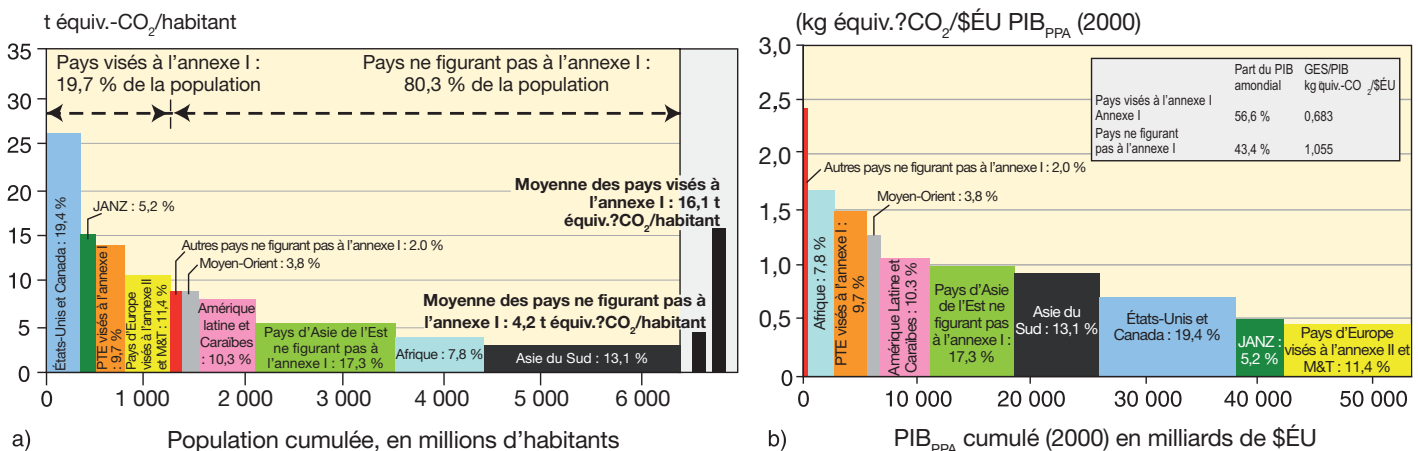


Figure 2.2. a) Répartition régionale des émissions de GES par habitant selon la population des différents groupes de pays en 2004 (voir l'appendice pour les définitions des groupes de pays). b) Répartition régionale des émissions de GES par \$ÉU du PIB_{PPA} des différents groupes de pays en 2004. Les pourcentages indiqués dans les bâtons des deux graphiques représentent la contribution des différentes régions aux émissions globales de GES. {GT III, figures RiD.3a, RiD.3b}

Évolution des gaz à effet de serre à partir des données des carottes de glace et de mesures récentes

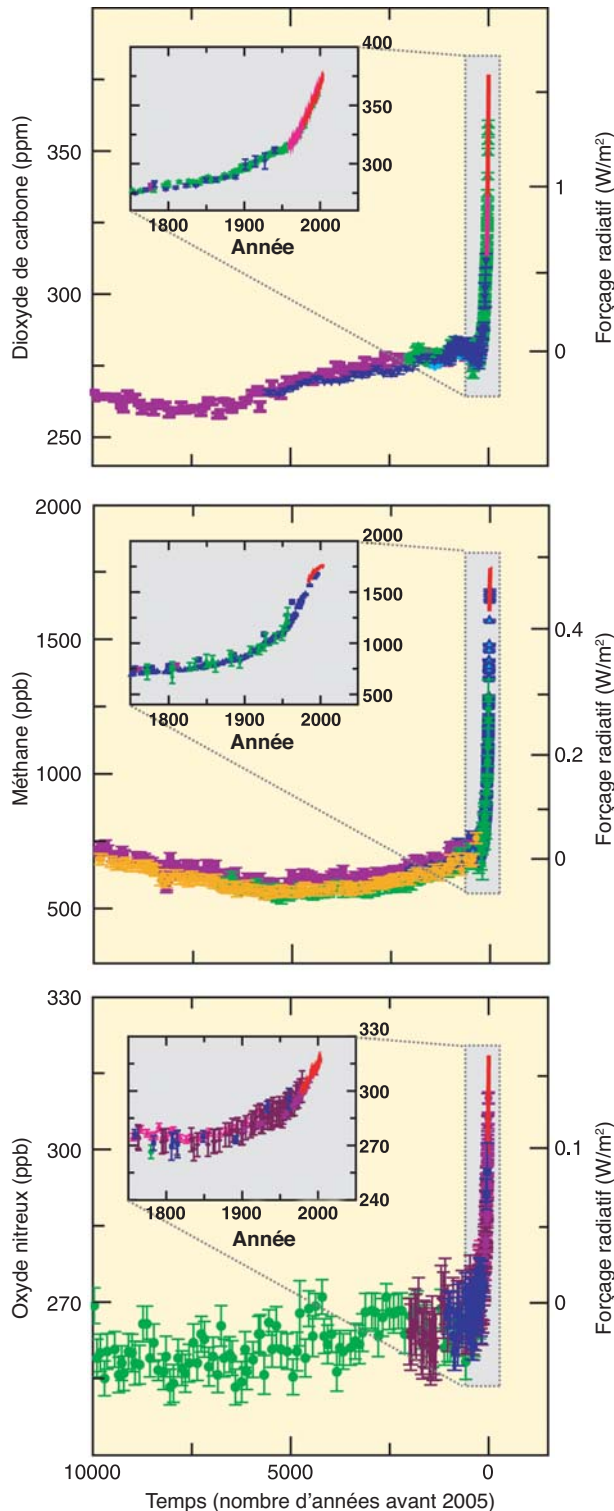


Figure 2.3. Concentrations atmosphériques de CO_2 , de CH_4 et de N_2O durant les 10 000 dernières années (grands graphiques) et depuis 1750 (médaillons). Les mesures proviennent des carottes de glace (symboles de couleurs différentes correspondant aux diverses études) et d'échantillons atmosphériques (lignes rouges). Les forçages radiatifs correspondants par rapport à 1750 sont indiqués sur les axes à droite des grands graphiques. [GT I, figure RiD.1]

La concentration de nombreux hydrocarbures halogénés (dont les hydrofluorocarbones) a augmenté, essentiellement sous l'effet des activités humaines, alors qu'elle était proche de zéro à l'ère préindustrielle. [GT I 2.3, RiD ; SROC RiD]

On peut affirmer avec un degré de confiance très élevé qu'en moyenne, les activités humaines menées depuis 1750 ont eu globalement un effet de réchauffement net, avec un forçage radiatif de + 1,6 [+ 0,6 à + 2,4] W/m^2 (figure 2.4). [GT I 2.3, 6.5, 2.9, RiD]

Le forçage radiatif cumulé résultant de l'augmentation des concentrations de CO_2 , de CH_4 et de N_2O est de + 2,3 [+ 2,1 à + 2,5] W/m^2 , et son taux d'accroissement pendant l'ère industrielle est *très probablement* sans précédent depuis plus de 10 000 ans (figures 2.3 et 2.4). Le forçage radiatif du dioxyde de carbone a augmenté de 20 % entre 1995 et 2005, ce qui représente le plus grand changement survenu en une décennie depuis plus de 200 ans au moins. [GT I 2.3, 6.4, RiD]

Les contributions anthropiques aux aérosols (essentiellement des sulfates, du carbone organique, du carbone noir, des nitrates et des poussières) produisent globalement un effet de refroidissement, avec un forçage radiatif direct total de - 0,5 [- 0,9 à - 0,1] W/m^2 et un forçage indirect dû à l'albédo des nuages de - 0,7 [- 1,8 à - 0,3] W/m^2 . Les aérosols influent en outre sur les précipitations. [GT I 2.4, 2.9, 7.5, RiD]

En comparaison, on estime que les variations de l'éclairement énergétique solaire ont provoqué, depuis 1750, un léger forçage radiatif de + 0,12 [+ 0,06 à + 0,30] W/m^2 , soit moins de la moitié de la valeur estimée figurant dans le troisième Rapport d'évaluation. [GT I 2.7, RiD]

2.3 Sensibilité du climat et rétroactions

La sensibilité du climat à l'équilibre est un indicateur de la réponse du système climatique à un forçage radiatif constant. Elle est définie comme le réchauffement moyen à l'équilibre à la surface du globe sous l'effet d'un doublement de la concentration de CO_2 . Les progrès réalisés depuis le troisième Rapport d'évaluation permettent d'affirmer qu'elle se situe *probablement* entre 2 et 4,5 °C, la valeur la plus probable s'établissant à 3 °C environ, et qu'il est *très improbable* qu'elle soit inférieure à 1,5 °C. Des valeurs nettement supérieures à 4,5 °C ne peuvent être exclues, mais la concordance des modèles et des observations n'est pas aussi bonne pour ces valeurs. [GT I 8.6, 9.6, encadré 10.2, RiD]

Les rétroactions peuvent amplifier ou atténuer la réponse à un forçage donné. L'émission directe de vapeur d'eau (un gaz à effet de serre) liée aux activités humaines joue un rôle négligeable dans le forçage radiatif. Ainsi, l'augmentation de la concentration de vapeur d'eau dans la troposphère sous l'effet de l'accroissement de la température moyenne à la surface du globe représente non pas un facteur de forçage du changement climatique, mais une rétroaction positive essentielle. Les variations de la concentration de vapeur d'eau, qui constituent la principale rétroaction influant sur la sensibilité du climat à l'équilibre, sont aujourd'hui mieux connues qu'à l'époque du troisième Rapport d'évaluation. Les rétroactions liées aux nuages restent la plus grande source d'incertitude. Les schémas spatiaux de la réponse climatique dépendent dans une large mesure des processus et rétroactions climatiques. Par exemple, les rétroactions relatives à l'albédo des glaces de mer ont tendance à renforcer la réponse aux hautes latitudes. [GT I 2.8, 8.6, 9.2, RT.2.1.3, RT.2.5, RiD]

Le réchauffement nuit à la fixation du CO_2 atmosphérique dans les terres émergées et les océans, augmentant ainsi la partie des émissions anthropiques qui reste dans l'atmosphère. Cette rétroaction positive du cycle du carbone renforce l'accroissement de CO_2 atmosphérique et entraîne des changements climatiques plus importants pour un scénario

Composantes du forçage radiatif

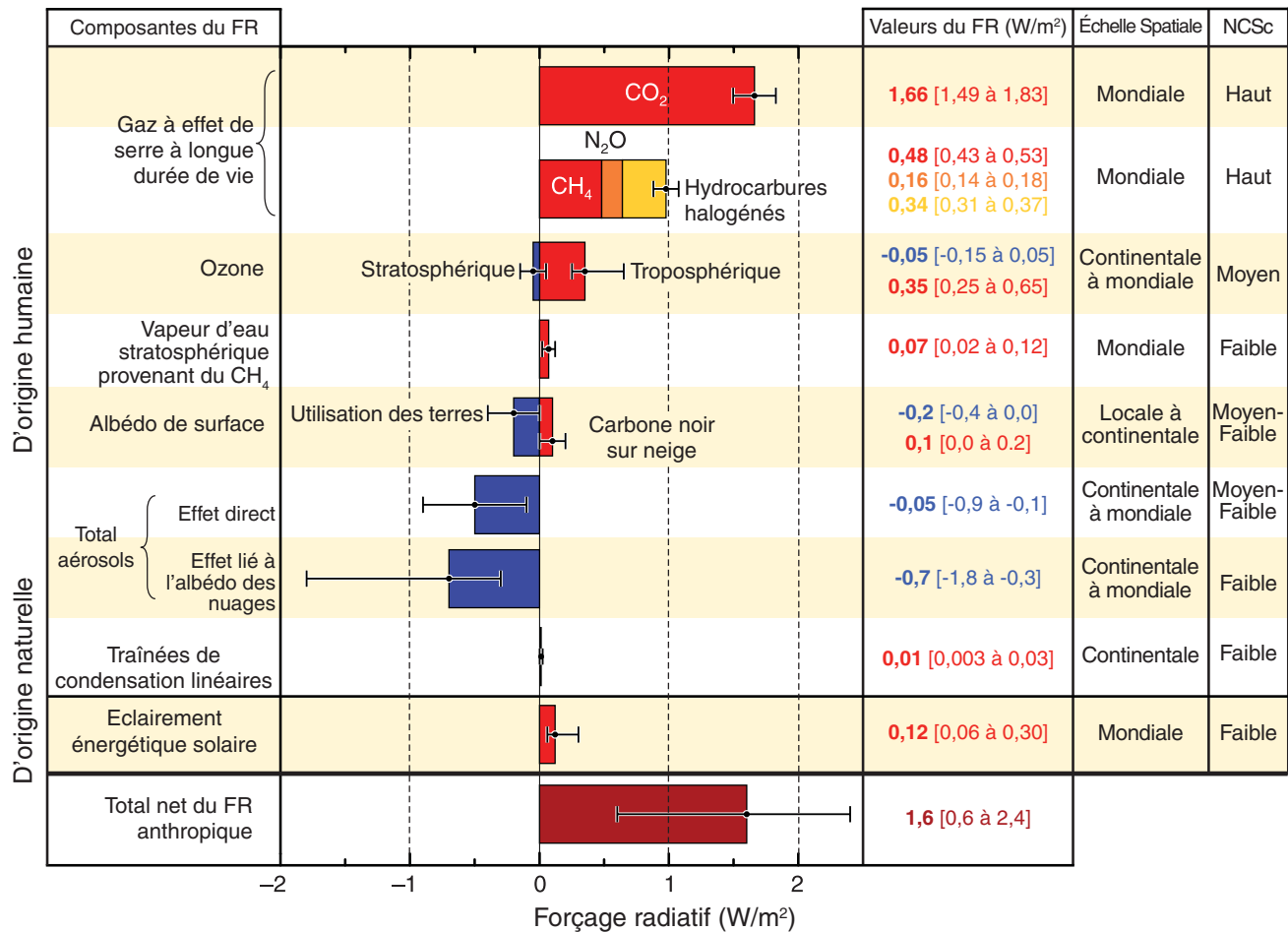


Figure 2.4. Forçage radiatif moyen à l'échelle du globe (FR) en 2005 (valeurs les plus probables et intervalles d'incertitude de 5 à 95 %) par rapport à 1750 pour le CO₂, le CH₄, le N₂O et d'autres agents et mécanismes importants, ainsi que l'étendue géographique type (échelle spatiale) du forçage et le niveau de compréhension scientifique (NCS). Les aérosols émis lors des éruptions volcaniques explosives sont un facteur de refroidissement épisodique additionnel pendant les quelques années qui suivent une éruption. La fourchette correspondant aux traînées de condensation linéaires ne tient pas compte des autres effets éventuels de l'aviation sur la nébulosité. {GT I, figure RiD.2}

d'émissions donné. Cependant, la vigueur de cet effet de rétroaction varie considérablement selon les modèles. {GT I 7.3, RT.5.4, RiD ; GT II 4.4}

2.4 Attribution des changements climatiques

L'attribution évalue d'une part la concordance quantitative entre les changements observés et les réponses anticipées aux facteurs de forçage externes (tels que les variations de l'éclairement énergétique solaire ou les GES anthropiques) et, d'autre part, l'absence de concordance de ces changements avec d'autres explications physiques plausibles. {GT I RT.4, RiD}

L'essentiel de l'élévation de la température moyenne du globe observée depuis le milieu du XX^e siècle est très probablement attribuable à la hausse des concentrations de GES anthropiques.⁸ Cette constatation marque un progrès par rapport à la conclusion du troi-

sième Rapport d'évaluation, selon laquelle « l'essentiel du réchauffement observé au cours des 50 dernières années est probablement dû à l'accroissement de la concentration de GES » (figure 2.5). {GT I 9.4, RiD}

Le réchauffement général observé de l'atmosphère et de l'océan ainsi que la perte de masse glaciaire confirment qu'il est *extrêmement improbable* que les changements climatiques planétaires des 50 dernières années puissent s'expliquer sans forçages externes, et que, *très probablement*, ils ne sont pas seulement dus à des causes naturelles connues. Durant cette période, le forçage total produit par l'activité volcanique et solaire aurait *probablement* dû refroidir le climat, et non pas le réchauffer. Un réchauffement du système climatique a été décelé dans les variations de la température à la surface du globe, dans l'atmosphère et dans les premières centaines de mètres de profondeur des océans. Le schéma de réchauffement troposphérique et de refroidissement stratosphérique, tel qu'il a été observé, est *très probablement* dû à l'influence conjuguée de l'augmentation des GES et de l'appauvrissement de la couche stratos-

⁸ Le degré d'incertitude restant est évalué selon les méthodes actuelles.

Variation des températures à l'échelle du globe et des continents

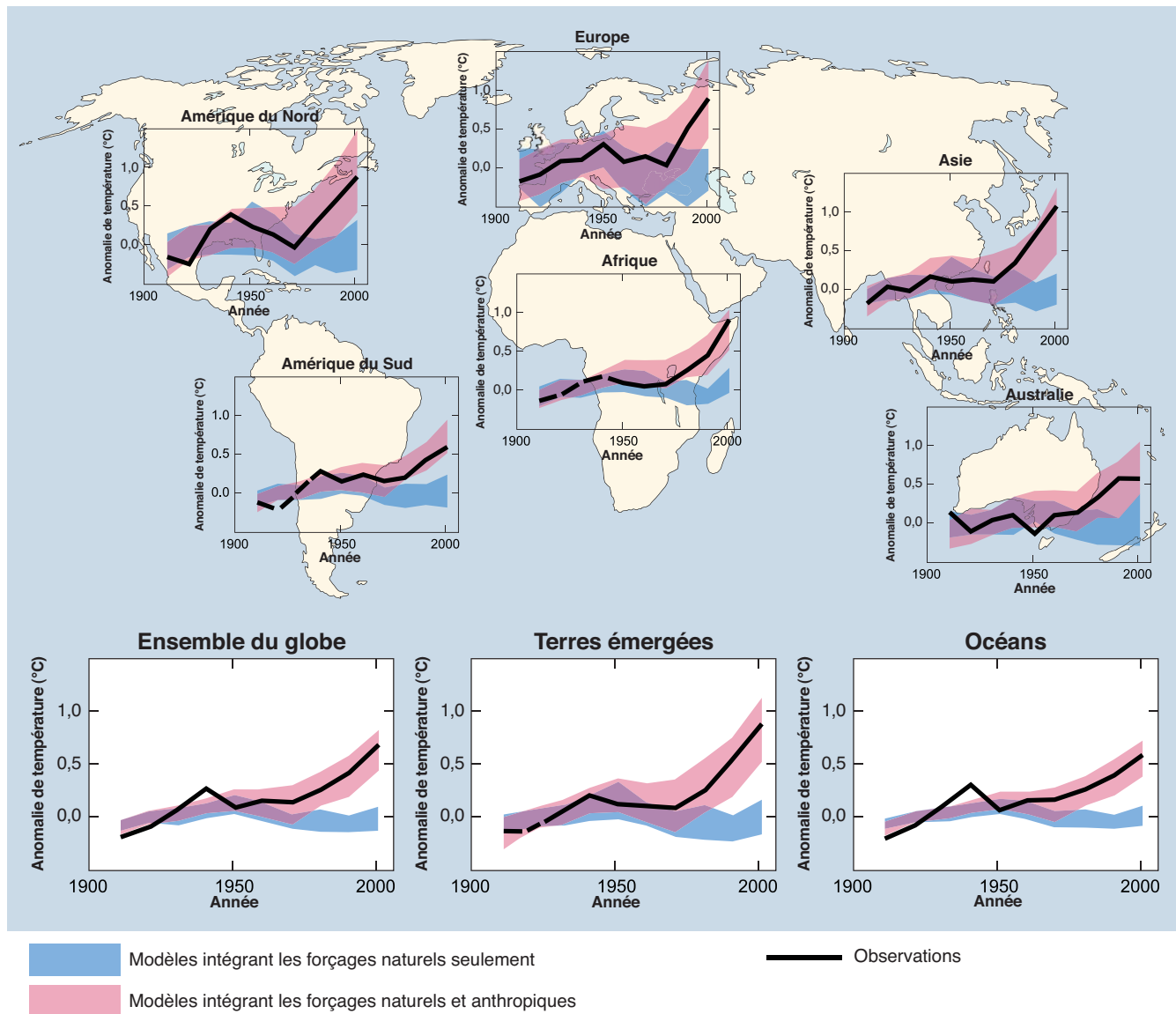


Figure 2.5. Comparaison des variations de la température en surface observées à l'échelle du globe et des continents avec les résultats simulés par des modèles climatiques intégrant les forçages naturels seulement ou les forçages naturels et anthropiques. Les moyennes décennales des observations effectuées de 1906 à 2005 (ligne en noir) sont reportées au milieu de chaque décennie en comparaison de la moyenne correspondante pour la période 1901-1950. Les lignes en pointillé signalent une couverture spatiale inférieure à 50 %. Les bandes ombrées en bleu indiquent la fourchette comprise entre 5 et 95 % de 19 simulations issues de 5 modèles climatiques qui ne considèrent que les forçages naturels produits par l'activité solaire et volcanique. Les bandes ombrées en rouge représentent la fourchette comprise entre 5 et 95 % de 58 simulations obtenues avec 14 modèles climatiques tenant compte des forçages naturels et anthropiques. {GT I, figure RiD 4}

phérique d’ozone. Il est probable que l’accroissement des concentrations de GES aurait, à lui seul, provoqué un réchauffement plus important que celui qui a été observé, car les aérosols volcaniques et anthropiques ont neutralisé une partie du réchauffement qui se serait autrement produit. {GT I 2.9, 3.2, 3.4, 4.8, 5.2, 7.5, 9.4, 9.5, 9.7, RT.4.1, RiD}

Il est probable que tous les continents, à l’exception de l’Antarctique, ont généralement subi un réchauffement anthropique marqué depuis cinquante ans (figure 2.5). {GT I 3.2, 9.4, RiD}

Seuls les modèles qui tiennent compte des forçages anthropiques parviennent à simuler les configurations du réchauffement observées, dont un réchauffement plus important au-dessus des terres émergées qu’au-dessus des océans, et leurs variations. Aucun modèle couplé du

climat mondial ne tenant compte que des seuls forçages naturels n’a reproduit les tendances moyennes au réchauffement propres aux différents continents (à l’exception de l’Antarctique) pour la seconde moitié du XX^e siècle. {GT I 3.2, 9.4, RT.4.2, RiD}

Il reste malaisé de simuler et d’attribuer les variations de température observées à des échelles plus réduites. La variabilité naturelle du climat, relativement importante à ces échelles, ne permet guère de mettre en évidence les changements anticipés dus aux forçages externes. Le rôle que joue l’augmentation de concentration des GES dans les variations de température observées à petite échelle est également difficile à estimer en raison de l’incertitude liée aux forçages locaux (tels que ceux produits par les aérosols et les changements d’affectation des terres) et aux rétroactions. {GT I 8.3, 9.4, RiD}

Grâce aux progrès accomplis depuis le troisième Rapport d'évaluation, il est possible de déceler l'incidence des activités humaines sur d'autres aspects du climat que la température moyenne, notamment sur les extrêmes de température et les configurations des vents. *(GT I 9.4, 9.5, RiD)*

Les températures des nuits les plus chaudes et les plus froides et celles des journées les plus froides ont *probablement* augmenté en raison de forçages anthropiques. Il est *plus probable qu'improbable* que ces forçages ont accru le risque de vagues de chaleur. De plus, les forçages anthropiques ont *probablement* concouru au changement de la configuration des vents, qui a modifié la trajectoire des tempêtes extratropicales et le régime des températures dans les deux hémisphères. Cependant, les variations observées dans la circulation de l'hémisphère Nord sont plus importantes que celles simulées par les modèles en réponse à l'évolution des forçages au XX^e siècle. *(GT I 3.5, 3.6, 9.4, 9.5, 10.3, RiD)*

Il est *très probable* que la réponse aux forçages anthropiques a contribué à l'élévation du niveau de la mer pendant la seconde moitié du XX^e siècle. Certains éléments probants attestent une incidence climatique d'origine humaine sur le cycle hydrologique, et notamment sur l'évolution des configurations à grande échelle observées des précipitations terrestres au cours du XX^e siècle. Il est *plus probable qu'improbable* que les activités humaines ont contribué à une tendance générale à la progression de la sécheresse depuis les années 1970 et à une augmentation de fréquence des épisodes de fortes précipitations. *(GT I 3.3, 5.5, 9.5, RT.4.1, RT.4.3)*

Il est *probable* que le réchauffement anthropique survenu depuis trente ans a joué un rôle notable à l'échelle du globe dans l'évolution observée de nombreux systèmes physiques et biologiques. *{GT II 1.4}*

Une synthèse d'un certain nombre d'études met clairement en évidence qu'il est *très improbable* que la variabilité naturelle des températures ou des systèmes puisse expliquer à elle seule l'adéquation spatiale entre les régions du globe qui se réchauffent sensiblement et celles où les perturbations importantes de nombreux systèmes naturels concordent avec une hausse des températures. Plusieurs études de modélisation ont établi des liens entre la réponse de certains systèmes physiques et biologiques et le réchauffement anthropique, mais peu d'études de ce genre ont été réalisées. En outre, compte tenu des indices probants d'un réchauffement anthropique marqué durant les 50 dernières années, établi en moyenne pour tous les continents (à l'exception de l'Antarctique), il est *probable* que ce réchauffement a exercé une influence perceptible sur de nombreux systèmes naturels depuis trente ans. *(GT I 3.2, 9.4, RiD ; GT II 1.4, RiD)*

Des limites et des lacunes empêchent actuellement d'attribuer entièrement les réactions des systèmes naturels au réchauffement anthropique. Les analyses disponibles sont limitées par le nombre de systèmes étudiés, par la longueur des relevés et par les sites observés. La variabilité naturelle des températures est plus forte au niveau régional qu'à l'échelle mondiale, ce qui empêche de déceler aisément les changements dus aux forçages externes. A l'échelle régionale, d'autres facteurs non climatiques entrent en ligne de compte, tels que les changements d'affectation des terres, la pollution ou les espèces envahissantes. *{GT II 1.2, 1.3, 1.4, RiD}*

3

Le changement climatique et ses incidences à court et à long terme selon divers scénarios

3.1 Les scénarios d'émissions

Vu les politiques d'atténuation et les pratiques de développement durable déjà en place, les émissions mondiales de GES continueront d'augmenter au cours des prochaines décennies (*large concordance, degré élevé d'évidence*⁹). Les plages d'émissions anticipées dans les scénarios de référence publiés après la parution du Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES, 2000) sont comparables à celles qui sont présentées dans celui-ci (voir l'encadré sur les scénarios SRES et la figure 3.1).¹⁰ {GT III 1.3, 3.2, RiD}

Selon les scénarios SRES, les émissions mondiales de référence de GES devraient augmenter de 9,7 à 36,7 Gt équiv.-CO₂ (25 à 90 %) entre 2000 et 2030, les combustibles fossiles gardant leur place prépondérante parmi les sources d'énergie au moins jusqu'en 2030. De ce fait, on anticipe une hausse de 40 à 110 % des émissions de CO₂ dues à la consommation d'énergie au cours de cette période. {GT III 1.3, RiD}

Dans les études publiées après le SRES (c'est-à-dire selon les scénarios post-SRES), des valeurs inférieures ont été utilisées pour certains facteurs d'émissions, notamment pour les projections démographiques. Toutefois, dans les études intégrant les nouvelles projections démographiques, la modification d'autres facteurs tels que la croissance économique ne se répercute que faiblement sur les niveaux d'émissions globaux. Selon les projections des scénarios de référence post-SRES, la croissance économique en Afrique, en Amérique latine et au Moyen-Orient jusqu'en 2030 est inférieure à celle anticipée dans les scénarios SRES, mais cela n'a que peu d'incidences sur la croissance économique mondiale et les émissions dans leur ensemble. {GT III 3.2, RT.3, RiD}

Le rôle joué par les émissions d'aérosols (qui ont un effet net de refroidissement) et de leurs précurseurs, y compris le dioxyde de soufre, le carbone noir et le carbone organique, est mieux pris en compte dans les scénarios post-SRES. En règle générale, ceux-ci font apparaître des émissions moindres que celles prévues dans les scénarios SRES. {GT III 3.2, RT.3, RiD}

Les scénarios SRES

Le sigle SRES renvoie aux scénarios décrits dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES, 2000). Ceux-ci sont regroupés en quatre familles (A1, A2, B1 et B2), qui étudient différentes voies de développement en fonction d'un large éventail de facteurs démographiques, économiques et technologiques ainsi que des émissions de GES qui en résultent. Seules les politiques climatiques actuelles sont prises en considération dans ces scénarios. Les émissions anticipées dans les projections sont largement utilisées pour estimer les changements climatiques à venir, et les hypothèses d'évolution socioéconomique, démographique et technologique sur lesquelles elles se fondent sont prises en compte dans de nombreuses évaluations récentes de la vulnérabilité au changement climatique et des incidences de celui-ci. {GT I 10.1 ; GT II 2.4 ; GT III RT.1, RiD}

Le canevas A1 fait l'hypothèse d'un monde caractérisé par une croissance économique très rapide, un pic de la population mondiale au milieu du siècle et l'adoption rapide de nouvelles technologies plus efficaces. Cette famille de scénarios se répartit en trois groupes qui correspondent à différentes orientations de l'évolution technologique du point de vue des sources d'énergie : à forte composante fossile (A1FI), non fossile (A1T) et équilibrant les sources (A1B). Le canevas B1 décrit un monde convergent présentant les mêmes caractéristiques démographiques que A1, mais avec une évolution plus rapide des structures économiques vers une économie de services et d'information. Le canevas B2 décrit un monde caractérisé par des niveaux intermédiaires de croissances démographique et économique, privilégiant l'action locale pour assurer une durabilité économique, sociale et environnementale. Enfin, le canevas A2 décrit un monde très hétérogène caractérisé par une forte croissance démographique, un faible développement économique et de lents progrès technologiques. Aucun scénario SRES ne s'est vu affecter un niveau de probabilité. {GT III RT.1, RiD}

Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000–2100 en l'absence de politiques climatiques additionnelles

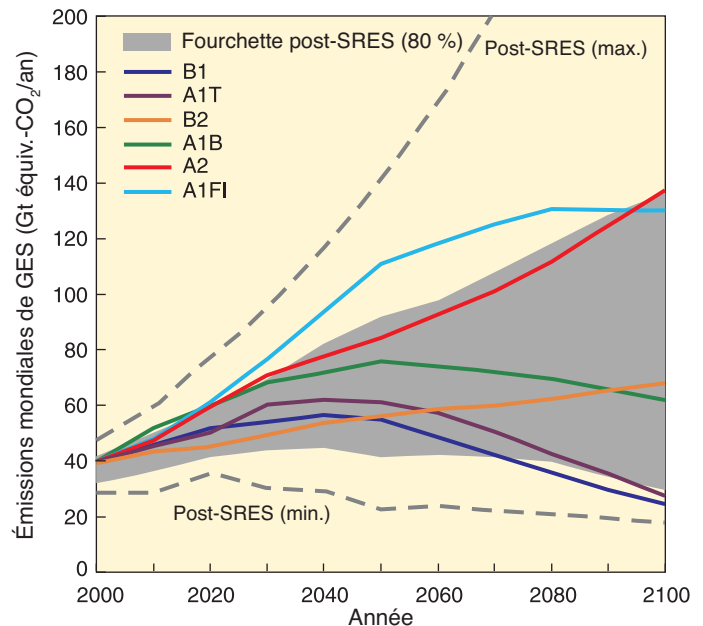


Figure 3.1. Émissions mondiales de GES (en Gt équiv.-CO₂ par an) en l'absence de politiques climatiques additionnelles : six scénarios illustratifs de référence (SRES, lignes colorées) et intervalle au 80^e percentile des scénarios publiés après le SRES (post-SRES, partie ombrée). Les courbes en pointillé délimitent la plage complète des scénarios post-SRES. Les GES sont le CO₂, le CH₄, le N₂O et les gaz fluorés. {GT III 1.3, 3.2, figure RiD.4}

Selon les études dont on dispose, le taux de conversion utilisé pour le produit intérieur brut (PIB) – taux de change du marché (TCM) ou parité de pouvoir d'achat (PPA) – ne modifie pas sensiblement les valeurs d'émissions anticipées, pour autant qu'il soit appliqué systématiquement.¹¹ S'il en existe, les différences sont faibles par rapport aux incertitudes découlant des hypothèses faites pour d'autres paramètres des scénarios, notamment l'évolution technologique. {GT III 3.2, RT.3, RiD}

⁹ Les indications en italique relatives à la concordance ou au degré d'évidence expriment le degré de confiance ou d'incertitude au moyen d'une terminologie type décrite dans l'introduction du Rapport de synthèse (voir l'encadré intitulé « Traitement de l'incertitude »).

¹⁰ Seules les politiques climatiques actuelles sont prises en considération dans les scénarios de référence ; les études plus récentes intègrent les mesures prises au titre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto. Les modes de réduction des émissions envisagés dans les scénarios d'atténuation sont examinés au Point 5.

¹¹ Depuis le troisième Rapport d'évaluation (TRE), un débat s'est engagé sur les différents taux de conversion appliqués dans les scénarios d'émissions. On peut comparer les PIB à l'aide du TCM, préférable dans le cas de produits commercialisés à l'échelle internationale, ou de la PPA, préférable dans le cas de revenus de pays à niveaux de développement très différents. Dans le présent rapport, tout comme dans la grande majorité des publications sur l'atténuation des émissions, la plupart des unités monétaires sont exprimées à l'aide du TCM. L'expression PIB_{PPA} signale que les unités monétaires sont exprimées en fonction de la PPA. {GT III RiD}

3.2 Projections relatives aux changements climatiques à venir

Un réchauffement d'environ 0,2 °C par décennie au cours des vingt prochaines années est anticipé dans plusieurs scénarios d'émissions SRES. Même si les concentrations de l'ensemble des GES et des aérosols avaient été maintenues aux niveaux de 2000, l'élévation des températures se poursuivrait à raison de 0,1 °C environ par décennie. Les projections à plus longue échéance divergent de plus en plus selon le scénario utilisé. (figure 3.2). {GT I 10.3, 10.7 ; GT III 3.2}

Depuis la publication du premier rapport du GIEC, en 1990, les projections évaluées font apparaître une hausse de la température moyenne à la surface du globe de 0,15 à 0,3 °C par décennie entre 1990 et 2005. Ces valeurs peuvent maintenant être comparées à celles qui ont été observées, soit environ 0,2 °C par décennie, ce qui tend à renforcer la confiance dans les projections à court terme. {GT I 1.2, 3.2}

3.2.1 Évolution mondiale du climat au XXI^e siècle

La poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé devrait accentuer le réchauffement et modifier profondément le système climatique au XXI^e siècle. Il est très probable que ces changements seront plus importants que ceux observés pendant le XX^e siècle. {GT I 10.3}

Grâce aux progrès réalisés en matière de modélisation des changements climatiques, il est maintenant possible de fournir, pour divers scénarios d'émissions, les valeurs les plus probables et les intervalles d'incertitude probables du réchauffement anticipé. Le tableau 3.1 présente les valeurs les plus probables et les intervalles probables pour le réchauffement moyen de l'air à la surface du globe selon les six scénarios d'émissions de référence SRES (compte tenu des rétroactions climat-cycle du carbone). {GT I 10.5}

Tableau 3.1 Projections des valeurs moyennes du réchauffement en surface et de l'élévation du niveau de la mer à la fin du XXI^e siècle, à l'échelle du globe. {GT I 10.5, 10.6, tableau 10.7, tableau RiD 3}

Cas	Variation de température (°C, pour 2090–2099 par rapport à 1980–1999) ^{a, d}		Élévation du niveau de la mer (m, pour 2090–2099 par rapport à 1980–1999)
	Valeur la plus probable	Intervalle probable	Intervalle fondé sur les modèles sauf évolution dynamique rapide de l'écoulement glaciaire
Concentrations constantes, niveaux 2000 ^b	0,6	0,3-0,9	Non disponible
Scénario B1	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
Scénario A1T	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
Scénario B2	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
Scénario A1B	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
Scénario A2	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
Scénario A1FI	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59

Notes :

- Ces valeurs estimées sont établies à partir d'une hiérarchie de modèles comprenant un modèle climatique simple, plusieurs modèles terrestres de complexité moyenne et de nombreux modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan (MCGAO), compte tenu des contraintes d'observation.
- La composition constante en 2000 est établie uniquement à partir de modèles MCGAO.
- Ces scénarios sont les six scénarios SRES de référence. Les concentrations approximatives (en équivalent-CO₂) correspondant au forçage radiatif calculé pour les GES et les aérosols anthropiques en 2100 (voir p. 823 de la contribution du Groupe de travail I au TRE) selon les scénarios SRES illustratifs de référence B1, A1T, B2, A1B, A2 et A1FI s'établissent respectivement à 600, 700, 800, 850, 1 250 et 1 550 ppm environ.
- La variation de température est calculée par rapport à 1980-1999. Il suffit d'ajouter 0,5 °C pour obtenir l'écart relativement à 1850-1899.

¹² Les projections données dans le TRE allaient jusqu'en 2100, tandis que celles du présent rapport portent sur la période 2090-2099. Les fourchettes du TRE auraient été les mêmes que celles du tableau 3.1 si les incertitudes avaient été traitées de la même manière.

3.2.2 Évolution régionale du climat au XXI^e siècle

Un degré de confiance plus élevé que dans le troisième Rapport d'évaluation est associé aux projections concernant les configurations du réchauffement et d'autres particularités de portée régionale, dont la modification des régimes du vent, des précipitations et de certains aspects des phénomènes extrêmes et des glaces de mer. (GT I 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1)

Les projections du réchauffement au XXI^e siècle font apparaître des configurations géographiques indépendantes des scénarios qui sont analogues à celles observées ces dernières décennies. On s'attend que le réchauffement atteigne un maximum sur les terres émergées et aux plus hautes latitudes de l'hémisphère Nord et un minimum au-dessus de l'océan Austral (près de l'Antarctique) et dans la partie septentrionale de l'Atlantique Nord, dans la continuité des tendances récemment observées (partie droite de la figure 3.2). (GT I 10.3, RiD)

Les projections font apparaître une diminution d'étendue de la couverture neigeuse, une augmentation d'épaisseur de la couche de dégel dans la plupart des régions à pergélisol ainsi qu'une diminution de l'étendue des glaces de mer dans l'Arctique et l'Antarctique, et cela pour tous les scénarios SRES. Selon certaines projections, les eaux de l'Arctique seraient pratiquement libres de glace à la fin de l'été d'ici la seconde moitié du XXI^e siècle. (GT I 10.3, 10.6, RiD ; GT II 15.3.4)

Il est très probable que les épisodes de chaleur extrême, les vagues de chaleur et les épisodes de fortes précipitations deviendront plus fréquents. (RSY tableau 3.2 ; GT I 10.3, RiD)

Sur la base de plusieurs modèles, il est probable que les cyclones tropicaux (typhons et ouragans) deviendront plus intenses, avec une accélération des vitesses de pointe des vents et un accroissement des précipitations du fait de l'augmentation de la température à la surface des mers tropicales. C'est avec un degré de confiance moindre qu'on anticipe une diminution du nombre de cyclones tropicaux sur l'ensemble de la planète. L'augmentation manifeste du nombre de tempêtes très intenses depuis 1970 dans certaines régions est beaucoup plus marquée que ne le prévoient les simulations fondées sur les modèles actuels pour cette période. (GT I 3.8, 9.5, 10.3, RiD)

Selon les projections, la trajectoire des tempêtes extratropicales devrait se déplacer vers les pôles, ce qui modifiera le régime des vents, des précipitations et des températures, dans la continuité des tendances générales observées ces cinquante dernières années. (GT I 3.6, 10.3, RiD)

Depuis le TRE, on comprend mieux les configurations de précipitations obtenues par projection. Le volume des précipitations augmentera très probablement aux latitudes élevées, alors qu'il diminuera probablement dans la plupart des régions continentales subtropicales (d'environ 20 % en 2100 selon le scénario A1B – figure 3.3), dans la continuité des tendances observées récemment. (GT I 3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2-11.9, RiD)

Projections relatives au réchauffement à la surface du globe selon plusieurs modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan

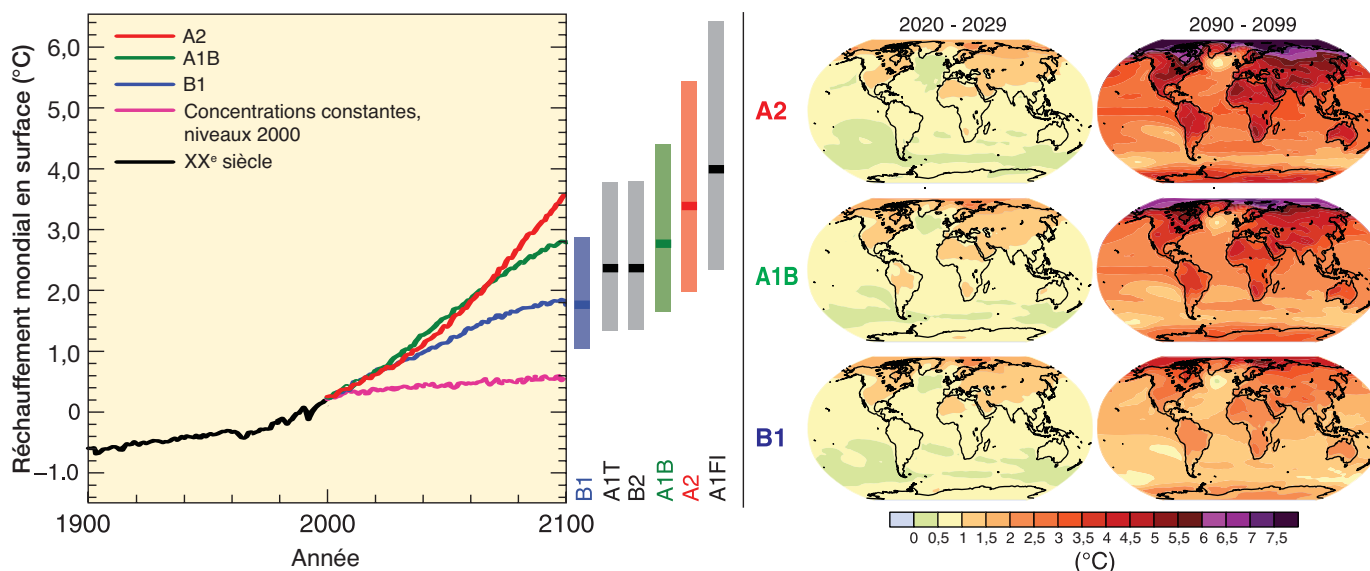


Figure 3.2. À gauche : Les courbes en trait plein correspondent aux moyennes multimodèles du réchauffement en surface (par rapport à la période 1980-1999) pour les scénarios A2, A1B et B1 du SRES, dans la continuité des simulations relatives au XX^e siècle. La courbe orange correspond au cas où les concentrations se maintiendraient aux niveaux de 2000. Les barres au milieu de la figure indiquent les valeurs les plus probables (zone foncée) et les fourchettes probables selon les six scénarios SRES de référence pour la période 2090-2099 par rapport à 1980-1999. Ces valeurs et ces fourchettes tiennent compte des projections établies à l'aide des modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan (MCGAO) (partie gauche de la figure) ainsi que des résultats d'une hiérarchie de modèles indépendants et des contraintes liées à l'observation. À droite : Évolution projetée de la température en surface pour le début et la fin du XXI^e siècle par rapport à la période 1980-1999, selon les projections moyennes obtenues à l'aide de plusieurs modèles MCGAO pour les scénarios A2 (en haut), A1B (au milieu) et B1 (en bas) du SRES, pour les décennies 2020-2029 (à gauche) et 2090-2099 (à droite). (GT I 10.4, 10.8 ; figures 10.28, 10.29, RiD)

¹³ Les tendances à long terme sont analysées dans les sections 3.2.3 et 5.2.

Projections multimodèles des variations du régime des précipitations

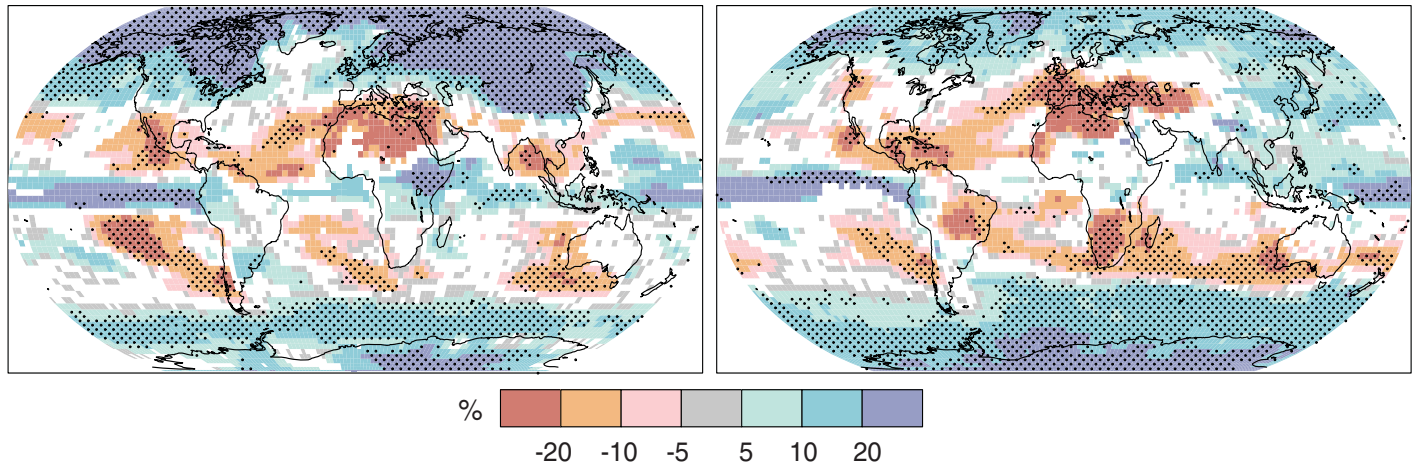


Figure 3.3. Variations relatives du régime des précipitations (%) pour la période 2090-2099, par rapport à la période 1980-1999. Les valeurs indiquées sont des moyennes tirées de plusieurs modèles, obtenues à partir du scénario A1B du SRES pour des périodes allant de décembre à février (à gauche) et de juin à août (à droite). Les zones en blanc correspondent aux régions où moins de 66 % des modèles concordent sur le sens de la variation et les zones en pointillé à celles où plus de 90 % des modèles concordent sur celui-ci. (GT I figure 10.9, RiD)

3.2.3 Évolution du climat au-delà du XXI^e siècle

Le réchauffement anthropique et l'élévation du niveau de la mer devraient se poursuivre pendant des siècles en raison des échelles de temps propres aux processus et aux rétroactions climatiques, même si l'on parvenait à stabiliser les concentrations de GES. (GT I 10.4, 10.5, 10.7, RiD)

Si le forçage radiatif devait se stabiliser et si tous les agents de forçage radiatifs étaient maintenus constants aux niveaux correspondant aux scénarios B1 ou A1B en 2100, les simulations laissent entrevoir une augmentation supplémentaire de la température moyenne du globe d'environ 0,5 °C d'ici à 2200. En outre, la dilatation thermique entraînerait à elle seule une élévation du niveau de la mer de 0,3 à 0,8 m d'ici à 2300 (par rapport à 1980-1999). Elle se poursuivrait pendant plusieurs siècles, en raison du temps que met la chaleur pour atteindre les couches profondes de l'océan. (GT I 10.7, RiD)

Selon les projections, l'inlandsis groenlandais continuera de se rétracter et participera à l'élévation du niveau de la mer après 2100. D'après les modèles actuels, la perte de masse glaciaire due au réchauf-

fement sera plus rapide que les gains dus à l'accroissement des précipitations, et le bilan de masse surfacique deviendra négatif (perte nette de glace) si le réchauffement moyen du globe dépasse 1,9 à 4,6 °C (par rapport à l'époque préindustrielle). Si ce bilan négatif se maintenait pendant des millénaires, l'inlandsis groenlandais disparaîtrait pour ainsi dire totalement, entraînant une élévation du niveau de la mer de quelque 7 m. Les températures correspondantes pour le Groenland (pour un réchauffement planétaire de 1,9 à 4,6 °C) devraient être comparables à celles qui ont caractérisé la dernière période interglaciaire il y a 125 000 ans, lorsque, selon les données paléoclimatiques disponibles, l'étendue des glaces terrestres avait diminué aux pôles et le niveau de la mer s'était élevé de 4 à 6 m. (GT I 6.4, 10.7, RiD)

Les processus dynamiques liés à l'écoulement de la glace – qui ne sont pas pris en considération dans les modèles actuels, mais qui sont mis en évidence par des observations récentes – pourraient accroître la vulnérabilité au réchauffement des nappes glaciaires et contribuer de ce fait à l'élévation du niveau de la mer. Toutefois, les avis divergent quant à l'ampleur de ces processus, qui sont encore mal compris. (GT I 4.6, 10.7, RiD)

Réchauffement estimatif sur plusieurs siècles, par rapport à 1980-1999, selon les catégories de scénarios de stabilisation du quatrième Rapport d'évaluation

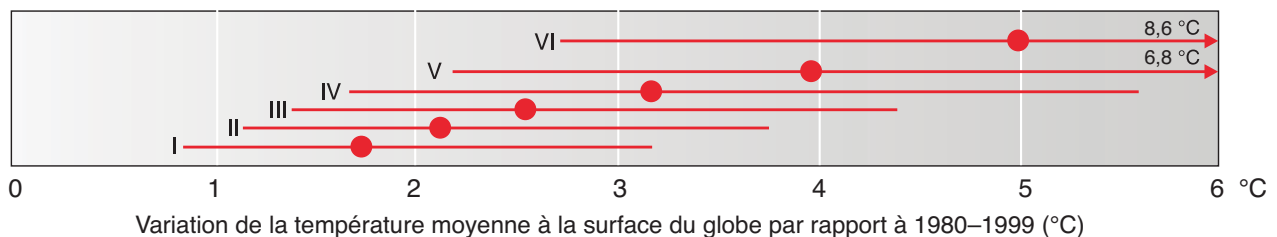


Figure 3.4 : Réchauffement estimatif à long terme (sur plusieurs siècles) correspondant aux six catégories de stabilisation envisagées par le GT III pour le quatrième Rapport d'évaluation (tableau 5.1). L'échelle des températures a été décalée de - 0,5 °C par rapport au tableau 5.1 pour tenir compte, approximativement, du réchauffement intervenu entre l'époque préindustrielle et 1980-1999. La température moyenne à la surface du globe approche de l'équilibre après quelques siècles pour la plupart des niveaux de stabilisation. Avec les scénarios d'émissions de GES qui conduisent en 2100 à une stabilisation à des niveaux comparables à ceux des scénarios B1 et A1B du SRES (600 et 850 ppm équiv.-CO₂ – catégories IV et V), les modèles évalués anticipent que, dans l'hypothèse d'une sensibilité du climat de 3 °C, environ 65 à 70 % du réchauffement mondial à l'équilibre sera réalisé au moment de la stabilisation. Selon les scénarios de stabilisation à des niveaux inférieurs (catégories I et II, figure 5.1), la température à l'équilibre pourrait être atteinte plus tôt. (GT I 10.7.2)

Selon les études actuelles fondées sur des modèles globaux, la nappe glaciaire antarctique restera trop froide pour qu'une forte fonte puisse se produire en surface, et sa masse augmentera en raison de l'augmentation des chutes de neige. Cependant, une perte nette pourrait intervenir si l'ablation l'emportait sur l'accumulation dans le bilan de masse. *{GT I 10.7, RiD}*

Les émissions passées et futures de CO₂ anthropique continueront à contribuer au réchauffement et à l'élévation du niveau de la mer pendant plus d'un millénaire, en raison des échelles de temps nécessaires pour que ce gaz disparaisse de l'atmosphère. *{GT I 7.3, 10.3, figure 7.12, figure 10.35, RiD}*

La figure 3.4 présente le réchauffement estimatif à long terme (sur plusieurs siècles) correspondant aux six catégories de scénarios de stabilisation élaborés par le Groupe de travail III pour le quatrième Rapport d'évaluation.

3.3 Incidences des changements climatiques futurs

On dispose aujourd'hui d'informations plus précises sur la nature des incidences futures pour de nombreux systèmes et secteurs, y compris dans des domaines qui n'ont pas été traités dans les évaluations précédentes. *{GT II RT.4, RiD}*

On trouvera ci-dessous une sélection des principales conclusions¹⁴ concernant les incidences du changement climatique sur les systèmes, les secteurs et les régions ainsi qu'un certain nombre de conclusions relatives à la vulnérabilité¹⁵ aux changements climatiques anticipés au XXI^e siècle. Sauf indication contraire, les projections sont affectées d'un *degré de confiance élevé*. Le réchauffement planétaire moyen est calculé par rapport à la période 1980-1999. Des informations supplémentaires concernant les incidences se trouvent dans le rapport du Groupe de travail II. *{GT II RiD}*

3.3.1 Incidences sur les systèmes et les secteurs

Écosystèmes

- Il est *probable* que la résilience de nombreux écosystèmes sera annihilée durant ce siècle en raison d'une combinaison sans précédent de changements climatiques, de perturbations connexes (inondations, sécheresses, feux incontrôlés, insectes, acidification des océans, etc.) et d'autres facteurs de changement à l'échelle planétaire (changement d'affectation des terres, pollution, fragmentation des systèmes naturels, surexploitation des ressources, etc.). *{GT II 4.1- 4.6, RiD}*
- Le niveau de fixation nette du carbone par les écosystèmes terrestres culminera *probablement* avant le milieu du siècle, avant de diminuer, voire de s'inverser¹⁶, amplifiant ainsi les changements climatiques. *{GT II 4.RE, figure 4.2, RiD}*
- Si le réchauffement moyen à la surface du globe dépasse 1,5 à 2,5 °C, le risque d'extinction d'environ 20 à 30 % des espèces végétales et animales étudiées à ce jour sera *probablement* accru (*degré de confiance moyen*). *{GT II 4.RE, figure 4.2, RiD}*
- Selon les projections, un réchauffement moyen à la surface du globe dépassant 1,5 à 2,5 °C associé à un accroissement de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère entraînera d'importants changements dans la structure et la fonction des écosystèmes, dans les interactions écologiques des différentes espèces et dans leurs aires de répartition, le plus souvent au détriment de la biodiversité et des biens et services des écosystèmes (p. ex. les ressources en eau et les disponibilités alimentaires). *{GT II 4.4, encadré RT.6, RiD}*

¹⁴ Critères de sélection : ampleur et moment d'apparition de l'incidence ; degré de confiance ; représentativité pour le système, le secteur et la région.

¹⁵ La vulnérabilité d'un système aux changements climatiques est définie par sa sensibilité aux effets défavorables des changements et par son incapacité d'y faire face.

¹⁶ En faisant l'hypothèse d'émissions de GES se poursuivant au rythme actuel ou plus rapidement et d'autres changements planétaires, notamment du point de vue de l'utilisation des terres.

Alimentation

- Selon les projections, en cas d'augmentation de la température moyenne au plan local de 1 à 3 °C au maximum selon la culture considérée, les rendements agricoles s'accroîtront légèrement aux moyennes et hautes latitudes, puis diminueront au-delà de ces valeurs dans certaines régions (*degré de confiance moyen*). *{GT II 5.4, RiD}*
- Aux latitudes plus basses, en particulier dans les régions à saison sèche ou dans les régions tropicales, on anticipe que le rendement agricole diminuera même si la température locale n'augmente que faiblement (de 1 à 2 °C), entraînant ainsi un risque accru de famine (*degré de confiance moyen*). *{GT II 5.4, RiD}*
- À l'échelle mondiale, on anticipe que le potentiel de production alimentaire augmentera tant que la hausse des températures moyennes locales sera de l'ordre de 1 à 3 °C, mais qu'il diminuera au-delà (*degré de confiance moyen*). *{GT II 5.4, 5.5, RiD}*

Côtes

- Selon les projections, les changements climatiques et l'élévation du niveau de la mer entraîneront un accroissement des risques auxquels sont exposées les côtes, notamment en matière d'érosion. Ce phénomène sera amplifié par la pression croissante qu'exerceront les activités humaines sur les zones littorales (*degré de confiance très élevé*). *{GT II 6.3, 6.4, RiD}*
- D'ici à 2080, on prévoit que plusieurs millions de personnes supplémentaires subiront chaque année les conséquences d'inondations dues à l'élévation du niveau de la mer. Les basses terres très peuplées des grands deltas d'Asie et d'Afrique seront les plus touchées, les petites îles étant particulièrement vulnérables (*degré de confiance très élevé*). *{GT II 6.4, 6.5, tableau 6.11, RiD}*

Industrie, établissements humains et société

- Parmi les industries, les établissements humains et les sociétés les plus vulnérables figurent ceux qui sont situés dans les plaines d'inondation côtières ou fluviales, ceux dont l'économie est étroitement liée aux ressources sensibles aux conditions climatiques et ceux qui sont situés dans des zones connaissant des phénomènes météorologiques extrêmes, en particulier en cas d'urbanisation rapide. *{GT II 7.1, 7.3, 7.4, 7.5, RiD}*
- Les populations défavorisées peuvent être particulièrement vulnérables, en particulier lorsqu'elles sont concentrées dans des zones particulièrement menacées. *{GT II 7.2, 7.4, 5.4, RiD}*

Santé

- Selon les projections, les changements climatiques auront une incidence sur l'état sanitaire de millions de personnes, du fait notamment de l'intensification de la malnutrition, de l'augmentation du nombre des décès, des maladies et des accidents dus à des phénomènes météorologiques extrêmes, de l'aggravation des conséquences des maladies diarrhéiques, de la multiplication des affections cardio-respiratoires liées aux fortes concentrations d'ozone troposphérique dans les zones urbaines en raison du changement climatique et des modifications de la distribution géographique de certaines maladies infectieuses. *{GT I 7.4, encadré 7.4 ; GT II 8.RE, 8.2, 8.4, RiD}*
- Selon les projections, les changements climatiques auront quelques incidences favorables dans les zones tempérées, notamment une diminution des décès liés à l'exposition au froid, ainsi que quelques effets mitigés, notamment une modification de la diffusion et du potentiel de transmission du paludisme en Afrique. Dans l'ensemble, on s'attend que ces effets sanitaires favorables du réchauffement soient contrebalancés par ses effets négatifs, en particulier dans les pays en développement. *{GT II 8.4, 8.7, 8.RE, RiD}*

Le changement climatique et l'eau

Le changement climatique devrait accentuer les facteurs actuels de stress hydrique tels que la croissance démographique, l'évolution économique et le changement d'affectation des terres (urbanisation comprise). À l'échelle régionale, la neige accumulée en montagne, les glaciers et les petites calottes glaciaires jouent un rôle crucial dans l'approvisionnement en eau douce. On anticipe que le vaste phénomène de perte de masse des glaciers et de réduction du manteau neigeux observé ces dernières décennies s'accroîtra tout au long du XXI^e siècle, ce qui réduira les disponibilités en eau et le potentiel hydroélectrique et modifiera les caractéristiques saisonnières de l'écoulement dans les régions approvisionnées en eau de fonte provenant des principaux massifs montagneux (p. ex. l'Hindou Koush, l'Himalaya et les Andes), où vit actuellement plus d'un sixième de la population mondiale. {GT I 4.1, 4.5; GT II 3.3, 3.4, 3.5}

Les variations des précipitations (figure 3.3) et de la température (figure 3.2) entraînent une modification du ruissellement (figure 3.5) et des disponibilités en eau. On anticipe avec un *degré de confiance élevé* que, d'ici au milieu du siècle, le ruissellement augmentera de 10 à 40 % aux latitudes élevées et dans certaines régions tropicales humides, y compris des zones peuplées de l'Asie de l'Est et du Sud-Est, et diminuera de 10 à 30 % dans certaines régions sèches des latitudes moyennes et des zones tropicales sèches, du fait de la diminution des précipitations et des taux accrus d'évapotranspiration. De nombreuses zones semi-arides (p. ex. le bassin méditerranéen, l'ouest des États-Unis, l'Afrique australe et le nord-est du Brésil) subiront les effets d'un appauvrissement de leurs ressources en eau du fait du changement climatique (*degré de confiance élevé*). Selon les projections, les zones touchées par la sécheresse vont s'étendre, ce qui devrait avoir une incidence négative sur de nombreux secteurs, comme l'agriculture, l'approvisionnement en eau, la production d'énergie et la santé. À l'échelle régionale, on anticipe une forte augmentation de la demande d'eau d'irrigation consécutive aux changements climatiques. {GT I 10.3, 11.2-11.9; GT II 3.4, 3.5, figure 3.5, RT.4.1, encadré RT.5, RiD}

Les effets défavorables du changement climatique sur les systèmes d'approvisionnement en eau douce l'emportent sur les effets favorables (*degré de confiance élevé*). Les zones dans lesquelles on anticipe une diminution du ruissellement devront faire face à une réduction de la valeur des services fournis par les ressources en eau (*degré de confiance très élevé*). Les incidences favorables de l'accroissement du ruissellement annuel dans certaines zones seront *probablement* contrebalancées par les incidences défavorables qu'auront la variabilité accrue des précipitations et les variations saisonnières du ruissellement sur l'approvisionnement en eau, la qualité de l'eau et les risques d'inondation. {GT II 3.4, 3.5, RT.4.1}

Selon les études dont on dispose, les épisodes de fortes pluies devraient grandement augmenter dans de nombreuses régions, y compris celles dans lesquelles on anticipe une diminution de la moyenne des précipitations. Le risque accru d'inondation qui s'y associe ne sera pas sans conséquence pour la société, les infrastructures physiques et la qualité de l'eau. Il est *probable* que jusqu'à 20 % de la population mondiale vivra dans des zones où le risque de crue des cours d'eau pourrait augmenter d'ici aux années 2080. Selon les projections, la multiplication et l'aggravation des inondations et des sécheresses nuiront au développement durable. Le réchauffement modifiera encore les propriétés physiques, chimiques et biologiques des lacs et des cours d'eau, le plus souvent au détriment de nombreuses espèces d'eau douce, de la composition des communautés et de la qualité de l'eau. Dans les zones côtières, l'élévation du niveau de la mer favorisera les facteurs de stress hydrique du fait de la salinisation accrue des eaux souterraines. {GT I 11.2-11.9; GT II 3.2, 3.3, 3.4, 4.4}

Projections et cohérence des simulations concernant les variations relatives du ruissellement d'ici la fin du XXI^e siècle

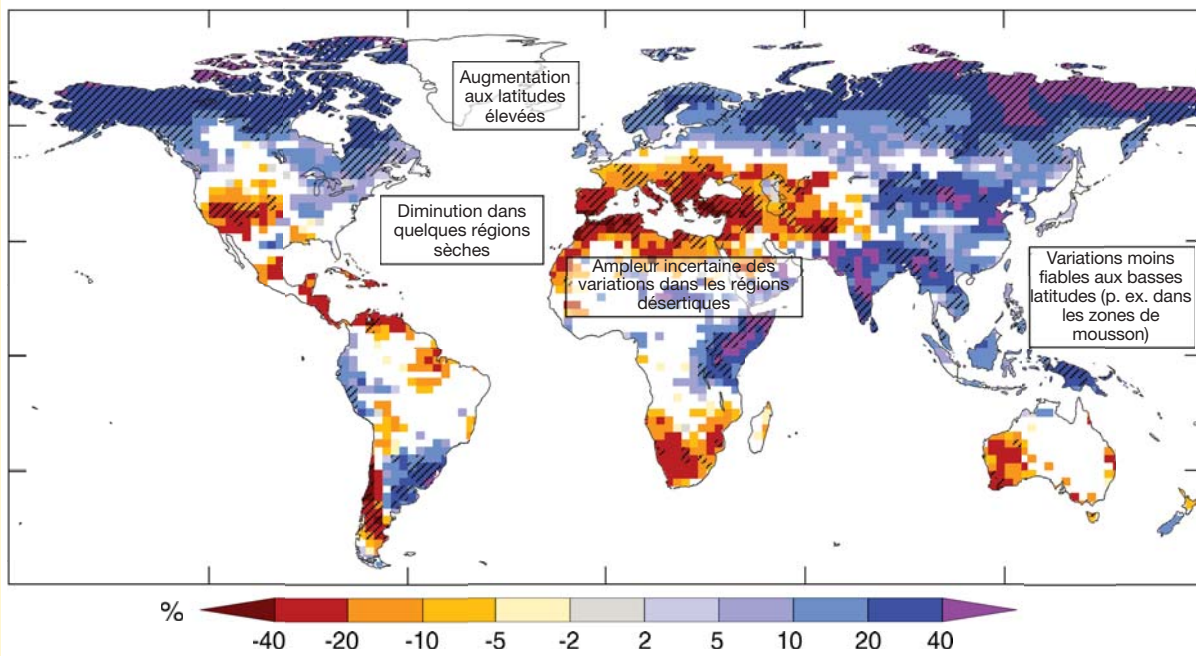


Figure 3.5. Variations relatives à grande échelle du ruissellement annuel (disponibilités en eau, en pourcentage) pour la période 2090-2099, par rapport à la période 1980-1999. La figure présente les valeurs médianes de 12 modèles climatiques selon le scénario A1B du SRES. Les zones en blanc indiquent les régions où moins de 66 % des 12 modèles concordent sur le sens de la variation et les zones en pointillé celles où plus de 90 % des modèles concordent sur celui-ci. La qualité de la simulation du ruissellement à grande échelle observé au XX^e siècle a servi de critère pour la sélection des 12 modèles parmi l'ensemble des modèles disponibles. La carte mondiale du ruissellement annuel illustre la situation globale et n'a aucune pertinence pour les petites échelles temporelles ou spatiales. Dans les zones caractérisées par une pluviosité et un ruissellement très faibles (p. ex. les zones désertiques), de légères variations de ruissellement peuvent avoir une importante incidence sur les pourcentages. Dans certaines régions, le sens des variations anticipées du ruissellement diffère des tendances observées récemment. Dans certaines zones où l'on anticipe une augmentation du ruissellement, on s'attend à des effets saisonniers divergents, notamment un accroissement du ruissellement pendant la saison des pluies et une diminution du ruissellement pendant la saison sèche. Les études fondées sur un petit nombre de modèles climatiques peuvent aboutir à des résultats très différents de ceux qui sont présentés ici. {GT II figure 3.4, adaptée selon les hypothèses de la figure RSY 3.3 ; GT II 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1}

- Les facteurs influant directement sur la santé des populations, comme l'éducation, les soins, la prévention publique, le développement des infrastructures et la croissance économique, seront décisifs. *{GT II 8.3, RiD}*

Eau

- Les effets sur l'eau, cruciaux pour l'ensemble des secteurs et des régions, sont détaillés ci-après dans l'encadré intitulé « Le changement climatique et l'eau ».

Les études postérieures au TRE permettent de mieux comprendre la chronologie et l'étendue des incidences selon l'ampleur et le rythme des changements climatiques. *{GT II RiD}*

La figure 3.6 présente des exemples des nouvelles informations dont on dispose pour divers systèmes et secteurs. Dans la partie supérieure figurent un certain nombre d'incidences qui augmentent parallèlement au réchauffement. On constate en outre, dans la partie inférieure, que leur chronologie et leur ampleur estimatives dépendent aussi des voies de développement. *{GT II RiD}*

Selon les cas, certaines des incidences présentées à la figure 3.6 pourraient être liées à des « vulnérabilités critiques » établies selon des critères définis dans la littérature (ampleur, chronologie, persistance/réversibilité, potentiel d'adaptation, effets de répartition, probabilité et portée des incidences) (voir la section 5.2). *{GT II RiD}*

3.3.2 Incidences sur les régions¹⁷

Afrique

- Selon les projections, d'ici 2020, 75 à 250 millions de personnes seront exposées à un stress hydrique accentué par les changements climatiques. *{GT II 9.4, RiD}*
- Dans certains pays, le rendement de l'agriculture pluviale pourrait chuter de 50 % d'ici 2020. On anticipe que la production agricole et l'accès à la nourriture seront durement touchés dans de nombreux pays, avec de lourdes conséquences en matière de sécurité alimentaire et de malnutrition. *{GT II 9.4, RiD}*
- Vers la fin du XXI^e siècle, l'élévation anticipée du niveau de la mer affectera les basses terres littorales fortement peuplées. Le coût de l'adaptation pourrait représenter 5 à 10 % du PIB, voire plus. *{GT II 9.4, RiD}*
- Selon plusieurs scénarios climatiques, la superficie des terres arides et semi-arides pourrait augmenter de 5 à 8 % d'ici à 2080 (*degré de confiance élevé*). *{GT II encadré RT.6, 9.4.4}*

Asie

- Les quantités d'eau douce disponibles devraient diminuer d'ici les années 2050 dans le centre, le sud, l'est et le sud-est de l'Asie, en particulier dans les grands bassins fluviaux. *{GT II 10.4, RiD}*
- Les zones côtières, surtout les régions très peuplées des grands deltas de l'Asie du Sud, de l'Est et du Sud-Est, seront exposées à des risques accrus d'inondation marine et, dans certains grands deltas, d'inondation fluviale. *{GT II 10.4, RiD}*
- Les changements climatiques devraient amplifier les pressions que l'urbanisation rapide, l'industrialisation et le développement économique exercent sur les ressources naturelles et l'environnement. *{GT II 10.4, RiD}*

- Les modifications du cycle hydrologique devraient entraîner, dans l'est, le sud et le sud-est de l'Asie, une hausse de la morbidité et de la mortalité endémiques dues aux maladies diarrhéiques qui accompagnent les crues et la sécheresse. *{GT II 10.4, RiD}*

Australie et Nouvelle-Zélande

- Certains sites d'une grande richesse écologique, dont la Grande Barrière de corail et les « Wet Tropics » (tropiques humides) du Queensland, devraient subir une perte importante de biodiversité d'ici 2020. *{GT II 11.4, RiD}*
- D'ici 2030, les problèmes d'approvisionnement en eau devraient s'intensifier dans l'est et le sud de l'Australie ainsi que dans le Northland et certaines régions orientales de la Nouvelle-Zélande. *{GT II 11.4, RiD}*
- D'ici 2030, la production agricole et forestière devrait décroître dans une bonne partie du sud et de l'est de l'Australie ainsi que dans plusieurs régions orientales de la Nouvelle-Zélande, en raison de l'accentuation de la sécheresse et de la fréquence accrue des incendies. Au début toutefois, les changements climatiques devraient se révéler bénéfiques dans d'autres secteurs de la Nouvelle-Zélande. *{GT II 11.4, RiD}*
- D'ici 2050, dans certaines régions de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, l'aménagement progressif du littoral et la croissance démographique devraient accroître les risques liés à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des tempêtes et des inondations côtières. *{GT II 11.4, RiD}*

Europe

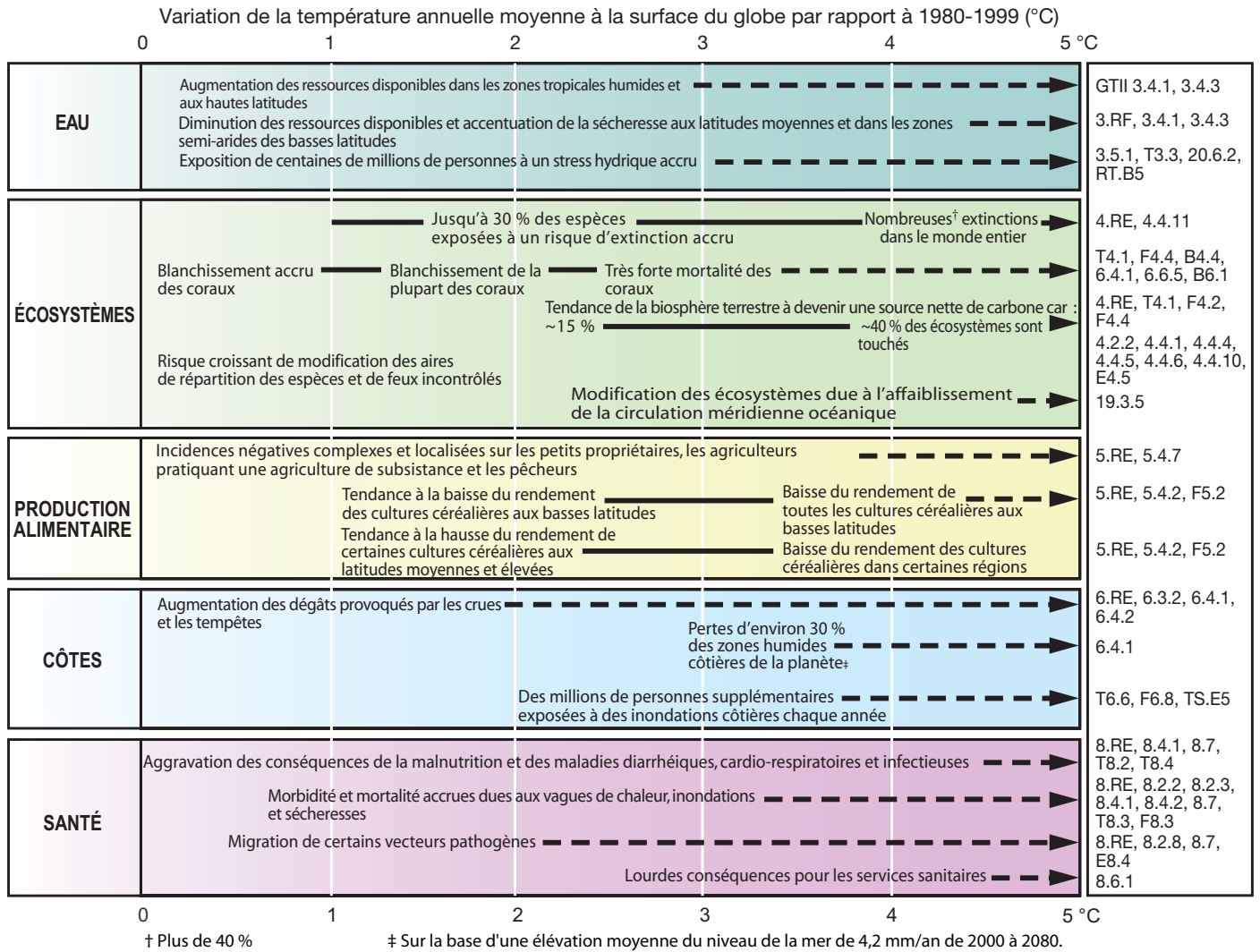
- On s'attend que les changements climatiques amplifient les disparités régionales en matière de ressources naturelles et de moyens économiques. Au nombre des incidences négatives figurent un risque croissant d'inondations éclair à l'intérieur des terres, une plus grande fréquence des inondations côtières et une érosion accrue (attribuable aux tempêtes et à l'élévation du niveau de la mer). *{GT II 12.4, RiD}*
- Les régions montagneuses devront faire face au recul des glaciers, à la réduction de la couverture neigeuse et du tourisme hivernal ainsi qu'à la disparition de nombreuses espèces (jusqu'à 60 % d'ici 2080 dans certaines régions, selon les scénarios de fortes émissions). *{GT II 12.4, RiD}*
- Dans le sud de l'Europe, région déjà vulnérable à la variabilité du climat, les changements climatiques devraient aggraver la situation (températures élevées et sécheresse) et nuire à l'approvisionnement en eau, au potentiel hydroélectrique, au tourisme estival et, en général, aux rendements agricoles. *{GT II 12.4, RiD}*
- Les risques sanitaires liés aux vagues de chaleur et à la fréquence accrue des incendies devraient être amplifiés par les changements climatiques. *{GT II 12.4, RiD}*

Amérique latine

- D'ici le milieu du siècle, les forêts tropicales devraient être progressivement remplacées par la savane dans l'est de l'Amazonie sous l'effet de la hausse des températures et du dessèchement des sols. La végétation de type semi-aride aura tendance à laisser place à une végétation de type aride. *{GT II 13.4, RiD}*
- La disparition de certaines espèces risque d'appauvrir énormément la diversité biologique dans de nombreuses régions tropicales de l'Amérique latine. *{GT II 13.4, RiD}*

¹⁷ Sauf indication contraire, toutes ces éléments d'information sont extraits du RiD élaboré par le GT II, se caractérisent par un degré de confiance *élevé* ou *très élevé* et portent sur plusieurs secteurs susceptibles d'être touchés, à savoir l'agriculture, les écosystèmes, l'eau, les côtes, la santé, l'industrie et les établissements humains. Le RiD du GT II précise la source des éléments d'information, des chronologies et des températures anticipées. L'ampleur des incidences réelles et le moment où elles interviendront dépendront de la portée et du rythme des changements climatiques, des scénarios d'émissions, des voies de développement et des mesures d'adaptation.

**Exemples d'incidences associées à la variation de la température moyenne à la surface du globe
(Les incidences varieront selon le degré d'adaptation, le rythme du réchauffement et le mode de développement socioéconomique)**



Réchauffement en 2090–2099 par rapport à 1980–1999 pour des scénarios sans mesures d'atténuation

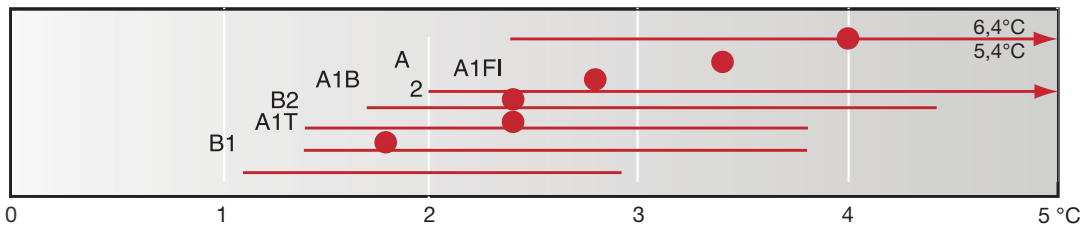


Figure 3.6. Exemples d'incidences associées à l'élévation de la température moyenne à la surface du globe. **En haut :** Exemples d'incidences planétaires anticipées des changements climatiques (et, le cas échéant, de l'élévation du niveau de la mer et de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère) selon l'ampleur de la hausse de la température moyenne à la surface du globe au XXI^e siècle. Les traits noirs relient les diverses incidences entre elles, les flèches en pointillé indiquent que ces incidences se poursuivent avec le réchauffement. La disposition du texte permet de voir approximativement à quel niveau de réchauffement s'amorce l'effet mentionné. Les chiffres relatifs à la pénurie d'eau et aux inondations correspondent aux incidences supplémentaires des changements climatiques par rapport aux conditions anticipées dans les scénarios A1FI, A2, B1 et B2 du SRES. Ces estimations ne tiennent pas compte de l'adaptation aux changements climatiques. Toutes ces incidences sont affectées d'un degré de confiance élevé. Le cadre situé en haut à droite indique les références au Rapport du GT II pour les incidences mentionnées à gauche*. **En bas :** Les points et les traits représentent les valeurs les plus probables et les fourchettes probables du réchauffement en 2090–2099 par rapport à 1980–1999 selon les six scénarios de référence du SRES. {GT I figure RiD.5, 10.7 ; GT II figure RiD.2 ; GT III tableau RT.2, tableau 3.10}

* RE = résumé, T = tableau, E = encadré et F = figure. Ainsi, « E4.5 » renvoie à l'encadré 4.5 du chapitre 4 et « 3.5.1 » à la section 3.5.1 du chapitre 3.

- Le rendement de certaines cultures importantes et de l'élevage du bétail devrait diminuer, au détriment de la sécurité alimentaire. On anticipe en revanche une augmentation du rendement des cultures de soja dans les zones tempérées. D'un point de vue général, on anticipe une augmentation du nombre de personnes exposées à la famine (*degré de confiance moyen*). {GT II 13.4, encadré RT.6}
- La modification des régimes de précipitations et la disparition des glaciers devraient réduire considérablement les ressources en eau disponibles pour la consommation humaine, l'agriculture et la production d'énergie. {GT II 13.4, RiD}

Amérique du Nord

- Selon les projections, le réchauffement du climat dans les régions montagneuses de l'ouest du continent diminuera l'enneigement, augmentera la fréquence des inondations hivernales et réduira les débits estivaux, avant la concurrence pour des ressources en eau déjà surexploitées. {GT II 14.4, RiD}
- L'évolution modérée du climat au cours des premières décennies du siècle devrait accroître de 5 à 20 % le rendement des cultures pluviales, mais avec de nets écarts d'une région à l'autre. De graves difficultés risquent de surgir dans le cas des cultures déjà exposées à des températures proches de la limite supérieure de leur plage de tolérance ou qui dépendent de ressources en eau déjà fortement utilisées. {GT II 14.4, RiD}
- Au cours du siècle, les villes qui subissent actuellement des vagues de chaleur devraient faire face à une hausse du nombre, de l'intensité et de la durée de ces phénomènes, ce qui pourrait avoir des incidences défavorables pour la santé. {GT II 14.4, RiD}
- Dans les régions côtières, les établissements humains et les habitats naturels subiront des pressions accrues découlant de l'interaction des effets du changement climatique avec le développement et la pollution. {GT II 14.4, RiD}

Régions polaires

- Les principaux effets biophysiques anticipés sont la réduction de l'épaisseur et de l'étendue des glaciers, des nappes glaciaires et des glaces de mer ainsi qu'une modification des écosystèmes naturels au détriment de nombreux organismes, dont les oiseaux migrateurs, les mammifères et les grands prédateurs. {GT II 15.4, RiD}
- Pour les communautés de l'Arctique, les effets devraient être mitigés, notamment ceux qui résulteraient de l'évolution de l'état de la neige et de la glace. {GT II 15.4, RiD}
- Les éléments d'infrastructure et les modes de vie traditionnels des populations autochtones seront touchés. {GT II 15.4, RiD}
- On estime que les écosystèmes et les habitats propres aux régions polaires de l'Arctique et de l'Antarctique seront fragilisés, du fait de l'atténuation des obstacles climatiques à l'invasion de nouvelles espèces. {GT II 15.4, RiD}

Petites îles

- Selon les prévisions, l'élévation du niveau de la mer devrait intensifier les inondations, les ondes de tempête, l'érosion et d'autres phénomènes côtiers dangereux, menaçant l'infrastructure, les établissements humains et les installations vitales pour les populations insulaires. {GT II 16.4, RiD}
- La détérioration de l'état des zones côtières, par exemple l'érosion des plages et le blanchissement des coraux, devrait porter atteinte aux ressources locales. {GT II 16.4, RiD}
- D'ici le milieu du siècle, les changements climatiques devraient réduire les ressources en eau dans de nombreuses petites îles, par exemple dans les Caraïbes et le Pacifique, à tel point que la demande ne pourra plus être satisfaite pendant les périodes de faible pluviosité. {GT II 16.4, RiD}

- La hausse des températures devrait favoriser l'invasion d'espèces exotiques, notamment aux moyennes et hautes latitudes. {GT II 16.4, RiD}

3.3.3 Systèmes, secteurs et régions particulièrement touchés

Il est **probable** que certains systèmes, secteurs et régions seront plus durement touchés que d'autres par l'évolution du climat.¹⁸ {GT II RT.4.5}

Systèmes et secteurs : {GT II RT.4.5}

- écosystèmes :
 - terrestres : toundras, forêts boréales et régions montagneuses en raison de leur sensibilité au réchauffement ; écosystèmes de type méditerranéen du fait de la diminution des précipitations ; forêts pluviales tropicales dans les zones où la pluviosité diminue ;
 - côtiers : mangroves et marais salants soumis à de multiples contraintes ;
 - marins : récifs coralliens soumis à de multiples contraintes ; biome des glaces de mer en raison de sa sensibilité au réchauffement ;
- ressources en eau dans certaines régions sèches des latitudes moyennes¹⁹ et dans les zones tropicales sèches, en raison de la modification de la pluviosité et de l'évapotranspiration, ainsi que dans les zones tributaires de la fonte des neiges et des glaces ;
- agriculture aux basses latitudes, du fait de la raréfaction des ressources en eau ;
- systèmes des basses terres littorales, du fait de l'exposition à l'élévation du niveau de la mer et du risque accru de phénomènes météorologiques extrêmes ;
- état sanitaire des populations à faible capacité d'adaptation.

Régions : {GT II RT.4.5}

- l'Arctique, du fait de la rapidité du réchauffement anticipé et de ses incidences sur les systèmes naturels et les communautés humaines ;
- l'Afrique, du fait de sa faible capacité d'adaptation et des effets du changement climatique anticipés ;
- les petites îles où la population et les infrastructures sont très exposées aux effets du changement climatique anticipés ;
- les grands deltas d'Asie et d'Afrique, du fait de l'importante population et de la forte exposition à l'élévation du niveau de la mer, aux ondes de tempête et aux inondations fluviales.

Dans les autres régions du globe, même prospères, des segments particuliers de la population (par exemple les pauvres, les jeunes enfants ou les personnes âgées), tout comme certaines zones et activités, risquent d'être gravement menacés. {GT II 7.1, 7.2, 7.4, 8.2, 8.4, RT.4.5}

3.3.4 Acidification des océans

La fixation du carbone anthropique émis depuis 1750 a abaissé le pH des océans de 0,1 unité en moyenne. La hausse de la concentration atmosphérique de CO₂ a accentué encore l'acidité du milieu marin. Selon les projections fondées sur les scénarios SRES, le pH moyen des océans en surface devrait baisser de 0,14 à 0,35 unité au cours du XXI^e siècle. Les effets sur la biosphère marine ne sont pas connus à ce jour, mais on pense que le phénomène aura une incidence néfaste sur les testacés et crustacés marins (les coraux, par exemple) et sur les espèces qui en sont tributaires. {GT I RiD, GT II RiD}

¹⁸Selon les avis qualifiés sur les textes consultés et compte tenu de l'ampleur, du moment et du rythme anticipé des changements climatiques, de la sensibilité du climat et de la capacité d'adaptation.

¹⁹Zones arides et semi-arides comprises.

Tableau 3.2. Exemples d'incidences possibles des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes associés aux changements climatiques, selon les projections visant la deuxième moitié du XXI^e siècle. L'évolution de la capacité d'adaptation n'est pas prise en compte. Les probabilités indiquées dans la deuxième colonne concernent les phénomènes recensés dans la première colonne. {GT II tableau RID.1}

Phénomène ^a et évolution anticipée	Probabilité de l'évolution future selon les projections établies pour le XXI ^e siècle sur la base des scénarios SRES	Principales incidences anticipées par secteur			
		Agriculture, foresterie et écosystèmes {GT II 4.4, 5.4}	Ressources en eau {GT II 3.4}	Santé {GT II 8.2, 8.4}	Industrie, établissements humains et société {GT II 7.4}
Journées et nuits froides moins nombreuses et moins froides, journées et nuits chaudes plus nombreuses et plus chaudes, sur la plupart des terres émergées	Pratiquement certain ^b	Hausse des rendements dans les régions froides, baisse dans les régions chaudes ; invasions d'insectes plus fréquentes	Effets sur les ressources en eau tributaires de la fonte des neiges ; effets sur certaines sources d'approvisionnement	Baisse de la mortalité humaine due au froid	Baisse de la demande énergétique pour le chauffage, hausse pour la climatisation ; détérioration de la qualité de l'air urbain ; perturbations moins fréquentes des transports dues à la neige et au verglas ; effets sur le tourisme hivernal
Périodes ou vagues de chaleur plus fréquentes sur la plupart des terres émergées	Très probable	Baisse des rendements dans les régions chaudes en raison du stress thermique ; risque accru d'incendies	Hausse de la demande ; problèmes liés à la qualité de l'eau (prolifération d'algues, p. ex.)	Risque accru de mortalité liée à la chaleur, surtout chez les personnes âgées, les malades chroniques, les très jeunes enfants et les personnes isolées	Baisse de la qualité de vie des personnes mal logées dans les régions chaudes ; incidences sur les personnes âgées, les très jeunes enfants et les pauvres
Fortes précipitations plus fréquentes dans la plupart des régions	Très probable	Perte de récoltes ; érosion des sols ; impossibilité de cultiver les terres détrempées	Effets néfastes sur la qualité de l'eau de surface ou souterraine ; contamination des sources d'approvisionnement ; atténuation possible de la pénurie d'eau	Risque accru de décès, de blessures, de maladies infectieuses, d'affections des voies respiratoires et de maladies de la peau	Perturbation des établissements humains, du commerce, des transports et de l'organisation sociale lors des inondations ; pressions sur les infrastructures urbaines et rurales ; pertes matérielles
Progression de la sécheresse	Probable	Dégradation des sols ; baisse des rendements ou perte de récoltes ; mortalité plus fréquente du bétail ; risque accru d'incendies	Intensification du stress hydrique	Risque accru de pénurie d'aliments et d'eau, de malnutrition, de maladies d'origine hydrique et alimentaire	Pénurie d'eau dans les établissements humains, l'industrie et les collectivités ; baisse du potentiel hydroélectrique ; possibilité de migration des populations
Augmentation de l'activité cyclonique intense	Probable	Perte de récoltes ; déracinement d'arbres par le vent ; dégâts causés aux récifs coralliens	Perturbation de l'approvisionnement en eau lors des pannes de courant	Risque accru de décès, de blessures et de maladies d'origine hydrique et alimentaire ; états de stress post-traumatique	Perturbations causées par les inondations et les vents violents ; impossibilité de s'assurer auprès du secteur privé dans les zones vulnérables ; possibilité de migration des populations ; pertes matérielles
Incidence accrue des épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer (à l'exception des tsunamis) ^c	Probable ^d	Salinisation des eaux d'irrigation, des estuaires et des systèmes d'eau douce	Diminution de la quantité d'eau douce disponible en raison de l'intrusion d'eau salée	Risque accru de décès et de blessures lors des inondations ; effets sanitaires liés à la migration	Coût de la protection du littoral par rapport au coût de la réaffectation des terres ; possibilité de déplacement des populations et des infrastructures ; voir aussi l'activité cyclonique (ci-dessus)

Notes :

- Les définitions exactes sont données au tableau 3.7 de la contribution du GT I au quatrième Rapport d'évaluation.
- Élévation des valeurs extrêmes des températures diurnes et nocturnes relevées chaque année.
- L'élévation extrême du niveau de la mer dépend du niveau moyen de la mer et des systèmes météorologiques régionaux. Elle correspond à la tranche supérieure (1 %) des valeurs horaires relevées à une station donnée pendant une période de référence.
- Dans tous les scénarios, le niveau moyen de la mer anticipé en 2100 pour la planète est supérieur à celui de la période de référence. Les effets de l'évolution des systèmes météorologiques régionaux sur les épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer ne sont pas pris en compte. {GT I 10.6}

3.3.5 Phénomènes météorologiques extrêmes

Le changement de fréquence et d'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, conjugué à l'élévation du niveau de la mer, devrait avoir surtout des effets néfastes sur les systèmes naturels et humains (tableau 3.2). {GT II RID}

Le tableau 3.2 présente plusieurs phénomènes extrêmes et leurs effets sur divers secteurs.

3.4 Risque de changements brusques ou irréversibles

Le réchauffement anthropique pourrait avoir des conséquences brusques ou irréversibles, selon l'ampleur et le rythme de l'évolution du climat. {GT II 12.6, 19.3, 19.4, RID}

On considère en général qu'un changement climatique brusque à l'échelle d'une ou de quelques décennies entraîne des variations de la

circulation océanique. En outre, sur des échelles de temps plus longues, la modification des nappes glaciaires et des écosystèmes peut également avoir une incidence. Si un changement climatique brusque de grande ampleur devait intervenir, les conséquences pourraient en être très lourdes (voir le point 5.2). *[GT I 8.7, 10.3, 10.7 ; GT II 4.4, 19.3]*

L'ablation d'une partie des nappes glaciaires qui recouvrent les zones polaires et/ou la dilatation thermique des eaux océaniques sur des échelles de temps particulièrement longues pourraient faire monter de plusieurs mètres le niveau de la mer, modifier profondément la topographie des côtes et provoquer l'inondation des basses terres. Les effets seraient particulièrement marqués dans les deltas et sur les îles de faible altitude. Selon les modèles actuels, si le réchauffement planétaire devait se maintenir à 1,9-4,6 °C (par rapport à l'époque préindustrielle), de tels bouleversements devraient s'échelonner sur plusieurs millénaires, quoiqu'on ne puisse écarter la possibilité que le niveau de la mer s'élève plus rapidement que prévu en quelques siècles. *[RSY 3.2.3 ; GT 6.4, 10.7 ; GT II 19.3, RiD]*

Il est *probable* que les changements climatiques auront un certain nombre d'incidences irréversibles. Si le réchauffement moyen de la pla-

nète excédait 1,5 à 2,5 °C par rapport à 1980-1999, le risque d'extinction de 20 à 30 % des espèces recensées à ce jour serait *probablement* accru (*degré de confiance moyen*). Si la température s'élevait de plus de 3,5 °C environ, les modèles prévoient que 40 à 70 % des espèces recensées pourraient disparaître de la surface du globe. *[GT II 4.4, figure RiD.2]*

D'après les simulations actuelles, il est *très probable* que la circulation méridienne océanique accusera un ralentissement dans l'Atlantique au cours du XXI^e siècle, sans pour autant que les températures cessent d'augmenter dans la région. Il est *très improbable* que la circulation méridienne océanique change brusquement pendant cette période. On ne peut prévoir avec un degré suffisant de confiance l'évolution à plus long terme. *[GT I 10.3, 10.7 ; GT II figure, tableau RT.5, RiD.2]*

Les changements importants et persistants de la circulation méridienne océanique auront probablement des effets sur la productivité des écosystèmes marins, la pêche, la fixation du CO₂ dans les océans, la teneur en oxygène des océans et la végétation terrestre. Il est possible que la modification de l'absorption du CO₂ par les terres et les océans ait un effet de rétroaction sur le système climatique. *[GT II 12.6, 19.3, figure RiD.2]*

4

Possibilités et mesures d'adaptation et d'atténuation et corrélations avec le développement durable, à l'échelle mondiale et régionale

4.1 Réagir aux changements climatiques

Nos sociétés peuvent réagir à l'évolution du climat en s'adaptant à ses effets et en diminuant les émissions de GES (atténuation), afin de réduire le rythme et l'ampleur des changements. Le présent Point est consacré aux mesures d'adaptation et d'atténuation susceptibles d'être mises en œuvre au cours des vingt ou trente prochaines années ainsi qu'à leurs corrélations avec le développement durable. Ces mesures peuvent d'ailleurs être complémentaires. Leur complémentarité est traitée au Point 5 dans une perspective plus théorique et à plus longue échéance.

La capacité d'adaptation et d'atténuation dépend des conditions socio-économiques et environnementales ainsi que de l'accès aux informations et à la technologie²⁰. Cependant, en matière de coût et d'efficacité, on possède beaucoup plus d'informations sur les mesures d'atténuation que sur les mesures d'adaptation. {GT II 17.1, 17.3; GT III 1.2}

4.2 Possibilités d'adaptation

L'adaptation peut atténuer la vulnérabilité, à brève comme à longue échéance. {GT II 17.2, 18.1, 18.5, 20.3, 20.8}

Plusieurs facteurs sont susceptibles d'amplifier la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques, notamment la pauvreté, l'accès inégal aux ressources, l'insécurité alimentaire, la tendance à la mondialisation de l'économie, les conflits en cours et l'incidence de maladies telles que le VIH/SIDA, sans oublier les dangers climatiques déjà présents. {GT II 7.2, 7.4, 8.3, 17.3, 20.3, 20.4, 20.7, RiD}

Dans le monde entier, les sociétés ont de tout temps cherché à s'adapter et à réduire leur vulnérabilité aux conséquences des phénomènes météorologiques et climatiques tels que les inondations, les sécheresses ou les tempêtes. Des mesures d'adaptation supplémentaires seront toutefois nécessaires à l'échelle régionale et locale pour réduire les effets néfastes de l'évolution et de la variabilité anticipées du climat, quelle que soit l'ampleur des mesures d'atténuation qui seront mises en place au cours des vingt ou trente prochaines années. Cependant, l'adaptation seule ne suffira sans doute pas à remédier à tous les effets anticipés des changements climatiques, surtout pas à longue échéance alors que la plupart des répercussions s'amplifieront. {GT II 17.2, RiD; GT III 1.2}

Les possibilités d'adaptation sont multiples, mais il est impératif d'intensifier l'action engagée si l'on veut réduire la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques. Il existe des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas toujours parfaitement. On commence à prendre certaines mesures à une échelle limitée. Le tableau 4.1 contient des exemples de mesures d'adaptation prévues par secteur. Souvent, celles-ci sont motivées par des raisons diverses telles que le

développement économique ou la réduction de la pauvreté, puis intégrées dans des initiatives plus vastes de planification du développement au plan sectoriel, régional ou local telles que la planification des ressources en eau, la protection des côtes ou les stratégies d'atténuation des risques de catastrophes. Cette approche est suivie, par exemple, par le Bangladesh, dans le cadre de son plan national de gestion des ressources en eau, ou par les Pays-Bas et la Norvège, qui ont mis en place des plans de protection des côtes qui tiennent compte de différents scénarios de changements climatiques. {GT II 1.3, 5.5.2, 11.6, 17.2}

Peu d'études ont tenté d'estimer l'ensemble des coûts et avantages des mesures d'adaptation à l'échelle du globe. En revanche, un nombre croissant d'analyses coûts-avantages sont réalisées au niveau régional ou dans le cadre de projets à propos des conséquences pour certains secteurs tels que l'agriculture, la demande énergétique pour le chauffage et la climatisation, la gestion des ressources en eau et l'infrastructure. Compte tenu de ces analyses, on peut avancer avec un *degré de confiance élevé* que certaines solutions intéressantes pourraient être mises en pratique à faible coût et/ou avec de grands avantages par rapport au coût dans certains de ces secteurs. Par ailleurs, des recherches empiriques donnent à penser qu'un meilleur rapport coûts-avantages pourrait être obtenu en prenant certaines mesures d'adaptation à un stade précoce plutôt qu'en convertissant ultérieurement des infrastructures à longue durée de vie. {GT II 17.2}

La capacité d'adaptation, intimement liée au développement socioéconomique, est inégalement répartie entre les sociétés et au sein de ces dernières. {GT II 7.1, 7.2, 7.4, 17.3}

La capacité de s'adapter est un processus dynamique qui est en partie fonction de la base de production dont dispose une société donnée : ressources naturelles et moyens économiques, réseaux et programmes sociaux, capital humain et institutions, mode de gouvernement, revenu national, santé et technologie. Elle est aussi influencée par de multiples contraintes climatiques et non climatiques ainsi que par les politiques de développement. {GT II 17.3}

Des études ont récemment confirmé la conclusion du troisième Rapport d'évaluation selon laquelle il sera vital et bénéfique de s'adapter. Cependant, la mise en œuvre et l'efficacité des mesures d'adaptation restent tributaires d'un certain nombre de contraintes d'ordre financier, technique, cognitif, comportemental, politique, social, institutionnel et culturel. Même les sociétés dotées d'une grande capacité d'adaptation restent vulnérables à l'évolution et à la variabilité du climat et aux extrêmes climatiques. En 2003, par exemple, une vague de chaleur a causé de nombreux décès (surtout parmi les personnes âgées) dans des villes européennes et, en 2005, l'ouragan Katrina a infligé de lourdes pertes humaines et financières aux États-Unis d'Amérique. {GT II 7.4, 8.2, 17.4}

²⁰ La technologie s'entend de la mise en pratique de connaissances en vue d'accomplir des tâches particulières qui nécessitent à la fois des artefacts techniques (matériel et équipement) et des informations (sociales) (« logiciels », savoir-faire pour la production et l'utilisation des artefacts).

Tableau 4.1. Exemples de mesures d'adaptation prévues par secteur.

Secteur	Possibilité/stratégie d'adaptation	Cadre d'action sous-jacent	Principaux facteurs pouvant limiter ou favoriser (italique) la mise en œuvre
Eau {GT II, 5.5, 16.4, ; tableaux 3.5, 11.6, 17.1}	Extension de la collecte des eaux de pluie ; techniques de stockage et de conservation ; réutilisation ; dessalement ; méthodes efficaces d'utilisation et d'irrigation	Politiques nationales de l'eau et gestion intégrée des ressources ; gestion des risques	Obstacles financiers, humains et physiques ; <i>gestion intégrée des ressources ; synergies avec d'autres secteurs</i>
Agriculture {GT II 10.5, 13.5 ; tableau 10.8}	Modification des dates de plantation et des variétés cultivées ; déplacement des cultures ; meilleure gestion des terres (lutte contre l'érosion et protection des sols par le boisement, etc.)	Politiques de R.-D. ; réforme institutionnelle ; régime foncier et réforme agraire ; formation ; renforcement des capacités ; assurance-récolte ; incitations financières (subventions, crédits d'impôt, etc.)	Contraintes technologiques et financières ; accès aux nouvelles variétés ; marchés ; <i>allongement de la période de végétation aux hautes latitudes ; recettes tirées des « nouveaux » produits</i>
Infrastructures/établissements humains (y compris dans les zones côtières) {GT II 3.6, 11.4 ; tableaux 6.11, 17.1}	Changement de lieu d'implantation ; digues et ouvrages de protection contre les ondes de tempête ; consolidation des dunes ; acquisition de terres et création de terrains marécageux/zones humides contre l'élévation du niveau de la mer et les inondations ; protection des obstacles naturels	Normes et règlements intégrant dans la conception les effets des changements climatiques ; politiques d'utilisation des terres ; codes du bâtiment ; assurance	Obstacles financiers et technologiques ; difficultés de réimplantation ; <i>politiques et gestions intégrées ; synergies avec les objectifs du développement durable</i>
Santé {GT II 14.5, tableau 10.8}	Plans de veille sanitaire pour les vagues de chaleur ; services médicaux d'urgence ; surveillance et contrôle accrus des maladies sensibles au climat ; salubrité de l'eau et assainissement	Politiques de santé publique tenant compte des risques climatiques ; renforcement des services de santé ; coopération régionale et internationale	Seuils de tolérance humaine (groupes vulnérables) ; connaissances insuffisantes ; moyens financiers ; <i>amélioration des services de santé ; meilleure qualité de vie</i>
Tourisme {GT II 12.5, 15.5, 17.5 ; tableau 17.1}	Diversification des attractions et des recettes touristiques ; déplacement des pentes de ski à plus haute altitude et vers les glaciers ; production de neige artificielle	Planification intégrée (capacité d'accueil ; liens avec d'autres secteurs, etc.) ; incitations financières (subventions, crédits d'impôt, etc.)	Demande et mise en marché de nouvelles attractions ; problèmes financiers et logistiques ; effets potentiellement négatifs sur d'autres secteurs (p. ex. consommation accrue d'énergie pour la production de neige artificielle) ; <i>recettes tirées des « nouvelles » attractions ; élargissement du groupe des parties prenantes</i>
Transports {GT II 7.6, 17.2}	Harmonisation/réimplantation ; normes de conception et planification des routes, voies ferrées et autres éléments d'infrastructure en fonction du réchauffement et des impératifs de drainage	Politiques nationales des transports intégrant les effets des changements climatiques ; investissement dans la R.-D. sur des conditions particulières (zones à pergélisol, etc.)	Obstacles financiers et technologiques ; absence de trajets moins exposés ; <i>amélioration des technologies et intégration avec des secteurs essentiels (p. ex. l'énergie)</i>
Énergie {GT II 7.4, 16.2}	Renforcement des réseaux aériens de transport et de distribution ; enfouissement des câbles ; efficacité énergétique ; recours aux sources d'énergie renouvelables ; réduction de la dépendance à l'égard d'une seule source d'énergie	Politiques énergétiques nationales, règlements, incitations fiscales et financières au profit d'autres formes d'énergie ; normes de conception intégrant les effets des changements climatiques	Difficultés d'accès à des solutions de rechange viables ; obstacles financiers et technologiques ; degré d'acceptation des nouvelles technologies ; <i>stimulation des nouvelles technologies ; utilisation des ressources locales</i>

Note :

Les systèmes d'alerte précoce font partie des options envisagées dans de nombreux secteurs.

4.3 Possibilités d'atténuation

Selon les études ascendantes et descendantes²¹ réalisées à ce jour, il existerait un potentiel économique appréciable d'atténuation²¹ des émissions mondiales de GES pour les prochaines décennies, qui pourrait neutraliser la hausse prévue de ces émissions ou les ramener sous les niveaux actuels (*large concordance, degré élevé d'évidence*). (GT III 11.3, RiD)

La figure 4.1 propose une comparaison entre le potentiel économique mondial d'atténuation en 2030 et la hausse anticipée des émissions entre 2000 et 2030. Selon les études ascendantes, les possibilités d'atténuation dont le coût net est négatif²² pourraient réduire les émissions de quelque 6 Gt équiv.-CO₂/an en 2030, à condition d'analyser et d'éliminer les obstacles à la mise en œuvre. Le potentiel économique, qui est généralement supérieur au potentiel de marché, ne pourra se concrétiser que si les politiques voulues sont en place et les obstacles levés.²¹ (GT III 11.3, RiD)

Comparaison du potentiel économique mondial d'atténuation et de l'augmentation prévue des émissions en 2030

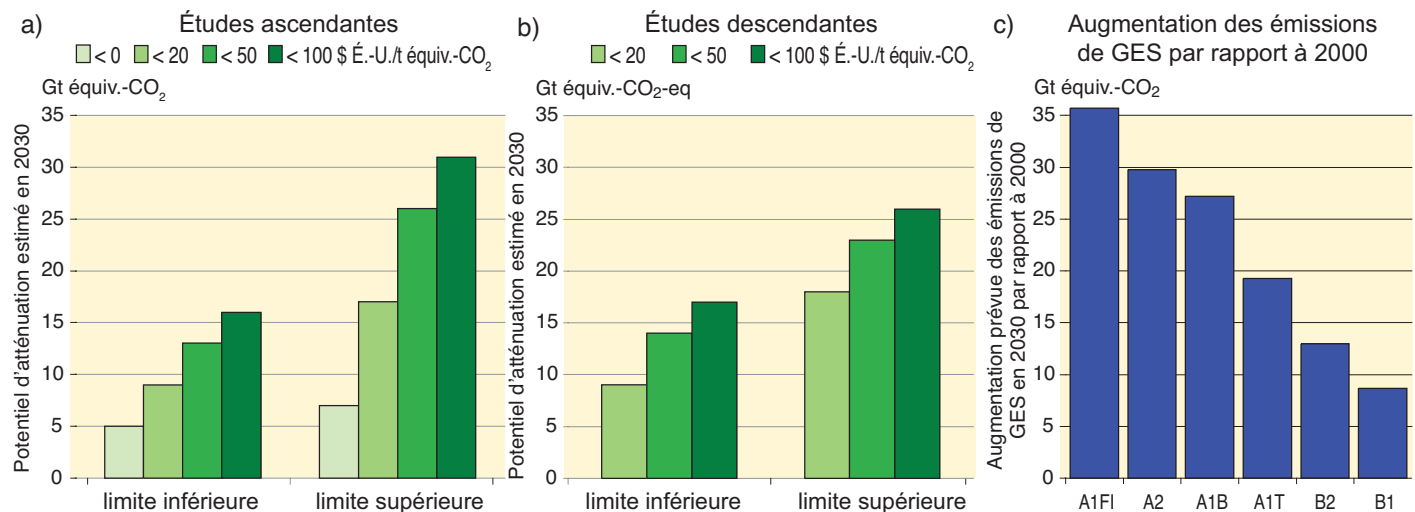


Figure 4.1. Potentiel économique mondial d'atténuation estimé en 2030 à partir d'études ascendantes (diagramme a) et descendantes (diagramme b), en comparaison de l'augmentation anticipée des émissions selon différents scénarios SRES par rapport aux niveaux de 2000, soit 40,8 Gt équiv.-CO₂ (diagramme c). Note : Par souci de cohérence avec les résultats des scénarios SRES, les émissions de GES en 2000 ne comprennent pas les rejets issus de la décomposition de la biomasse aérienne qui subsiste après une coupe forestière ou un déboisement, ni ceux issus de la combustion de tourbe et des sols tourbeux asséchés (GT III figures RiD.4, RiD.5a, RiD.5b)

²¹ La notion de **potentiel d'atténuation** a été forgée dans le but d'évaluer l'ampleur des réductions de GES qu'il serait possible d'atteindre, par rapport à des niveaux de référence, pour un prix donné du carbone (exprimé en coût par unité d'émissions d'équivalent-CO₂ évitée ou réduite). On distingue le potentiel d'atténuation « de marché » et le potentiel d'atténuation « économique ».

Le **potentiel de marché** représente le potentiel d'atténuation fondé sur les coûts et les taux d'actualisation privés (reflétant le point de vue des consommateurs et des entreprises) qui peut être réalisé dans les conditions prévues du marché, y compris les politiques et mesures en place, en tenant compte des obstacles à la réalisation effective.

Le **potentiel économique** représente le potentiel d'atténuation qui prend en compte les coûts et avantages et les taux d'actualisation sociaux (reflétant le point de vue de la société, les taux d'actualisation sociaux étant inférieurs à ceux utilisés par les investisseurs privés), en supposant que l'efficacité du marché est améliorée par les politiques et mesures adoptées et que les obstacles sont levés.

Il existe plusieurs façons d'estimer le potentiel d'atténuation. Les **études ascendantes** évaluent les options d'atténuation en s'attachant à des technologies et des règlements spécifiques. Ce sont des études essentiellement sectorielles dans lesquelles la macroéconomie est jugée invariable. Les **études descendantes** évaluent le potentiel que présentent les options d'atténuation pour l'ensemble de l'économie. Elles utilisent des cadres cohérents et des informations globales sur les possibilités qui s'offrent et intègrent les rétroactions des systèmes macroéconomiques et des marchés.

²² Les possibilités à coût net négatif (possibilités « sans regrets ») sont définies comme les solutions dont les avantages (coûts énergétiques réduits, diminution des rejets de polluants à l'échelle locale ou régionale, etc.) sont égaux ou supérieurs aux dépenses qu'elles entraînent pour la société, sans tenir compte des avantages liés à la prévention des changements climatiques.

²³ 20 billions = 20 000 milliards = 20 x 10¹²

Potentiel économique d'atténuation par secteur en 2030 selon des études ascendantes

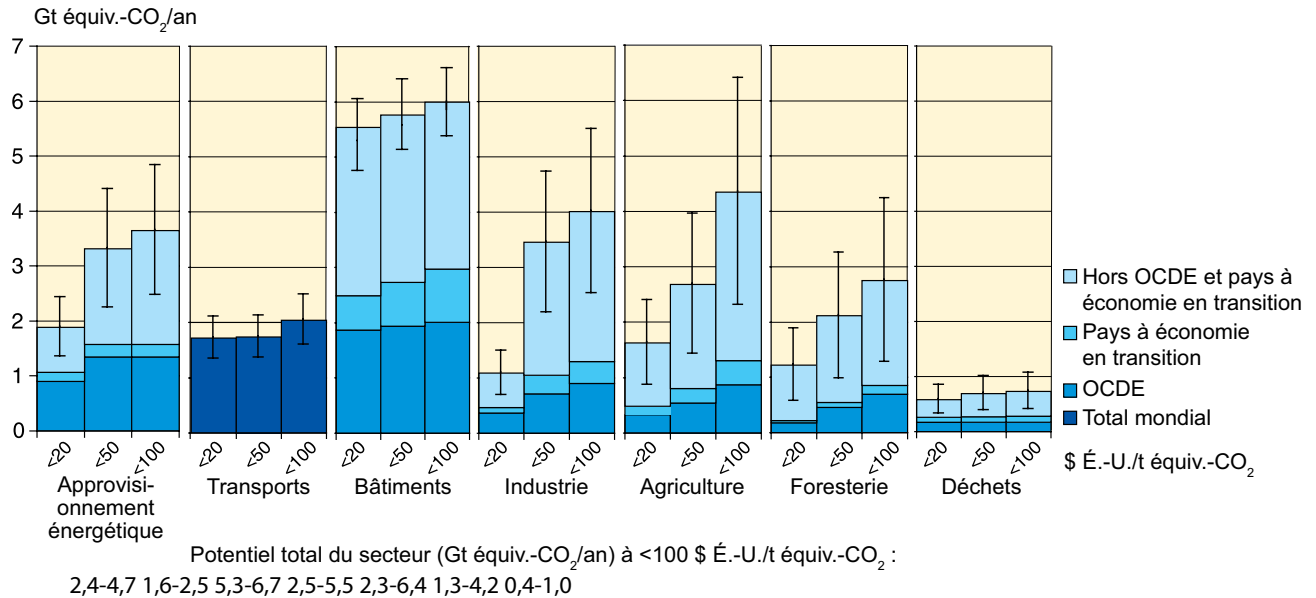


Figure 4.2. Potentiel économique d'atténuation estimé par secteur et par région, fondé sur l'utilisation des technologies et des pratiques censées être en usage en 2030. Le potentiel indiqué ne comprend pas les options non techniques, telles que la modification des modes de vie. {GT III figure RiD.6}

Notes :

- Les lignes verticales représentent la fourchette du potentiel économique mondial estimé pour chaque secteur. Les émissions sont attribuées selon l'usage final ; ainsi, les rejets produits par la consommation d'électricité sont imputés aux secteurs utilisateurs et non au secteur de l'approvisionnement énergétique.
- L'estimation des potentiels a été rendue difficile par le nombre limité d'études, notamment pour des prix élevés du carbone.
- Les bases de référence diffèrent selon le secteur. Pour l'industrie, on a utilisé celles du scénario B2 du SRES et, pour l'approvisionnement énergétique et les transports, celles du scénario WEO (World Energy Outlook) 2004. Dans le cas des bâtiments, la base de référence se situait entre celles des scénarios B2 et A1B du SRES. Pour le secteur des déchets, on a établi la base de référence à partir des forces motrices du scénario A1B du SRES. Enfin, dans le cas de l'agriculture et de la foresterie, les bases de référence reposaient essentiellement sur les forces motrices associées au scénario B2.
- Les chiffres de l'aviation internationale étant inclus, seuls figurent les totaux mondiaux pour le secteur des transports.
- Les catégories exclues sont : les émissions de gaz autres que le CO₂ (bâtiments et transports), une partie des options visant le rendement des matériaux, la production de chaleur et la cogénération (approvisionnement énergétique), les véhicules utilitaires lourds, le trafic maritime et les transports de passagers à fort taux d'occupation, la plupart des options coûteuses (bâtiments), le traitement des eaux usées, la réduction des rejets des mines de charbon et des gazoducs, les gaz fluorés (approvisionnement énergétique et transports). La sous-estimation du potentiel économique total qui en résulte est de l'ordre de 10 à 15 %.

dans ces technologies plus intéressants. Selon les premières estimations, il faudrait remettre profondément en question les choix effectués en matière d'investissement pour que, d'ici 2030, les émissions globales de CO₂ dues au secteur énergétique soient ramenées aux niveaux de 2005, alors même que le surcoût net ne devrait guère excéder 5 à 10 % du total des investissements. {GT III 4.1, 4.4, 11.6, RiD}

Bien que fondées sur des méthodes différentes, les études font apparaître que, dans toutes les régions du globe analysées, d'importants avantages connexes pour la santé peuvent découler à court terme d'une réduction de la pollution atmosphérique due à des mesures d'atténuation des émissions de GES et compenser une bonne partie des coûts encourus (large concordance, degré élevé d'évidence). {GT III, 11.8, RiD}

L'efficacité énergétique et l'utilisation d'énergies renouvelables permettent des synergies avec le développement durable. Dans les pays les moins avancés, la substitution énergétique peut faire reculer la mortalité et la morbidité en réduisant la pollution de l'air intérieur, la charge de travail des femmes et des enfants ainsi que l'utilisation incontrôlée de bois de chauffage et le déboisement qui s'ensuit. {GT III 11.8, 11.9, 12.4}

Les travaux publiés depuis le troisième Rapport d'évaluation confirment (large concordance, degré moyen d'évidence) que l'action engagée par les Parties visées à l'annexe I de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) peut influencer sur l'économie mondiale et les

émissions globales, bien que l'ampleur du transfert d'émissions de carbone demeure incertaine. {GT III 11.7, RiD}

Comme le mentionnait le troisième Rapport d'évaluation, les pays exportateurs de combustibles fossiles (qu'ils soient ou non visés à l'annexe I de la CCNUCC) doivent s'attendre à un recul de la demande et des prix et à un ralentissement de la croissance du produit intérieur brut (PIB) sous l'effet des mesures d'atténuation. L'étendue de ces répercussions dépend largement des hypothèses retenues quant aux politiques adoptées et à la conjoncture du marché du pétrole. {GT III 11.7, RiD}

Des incertitudes majeures subsistent quant à l'évaluation des transferts d'émissions de carbone. La plupart des modélisations à l'équilibre corroborent la conclusion du troisième Rapport d'évaluation, selon laquelle l'ensemble des transferts réalisés au titre du Protocole de Kyoto se situent dans une fourchette de 5 à 20 % environ et pourraient encore diminuer à la suite de la généralisation de technologies peu polluantes concurrentielles. {GT III 11.7, RiD}

La modification des modes de vie et des comportements peut concourir à atténuer les effets de l'évolution du climat dans l'ensemble des secteurs (large concordance, degré moyen d'évidence). Les méthodes de gestion peuvent aussi exercer une influence positive à cet égard. {GT III RiD}

Il est possible de contribuer à l'atténuation des effets des changements climatiques en modifiant les habitudes de consommation, les méthodes d'éducation et de formation, le comportement des occupants

Tableau 4.2 Exemples des principales technologies d'atténuation, des politiques et mesures connexes et des conditions favorables ou défavorables à leur application, par secteur.
{GT III tableaux RiD.3, RiD.7}

Secteur	Principales technologies et méthodes d'atténuation déjà sur le marché. Principales technologies et méthodes d'atténuation qui devraient être commercialisées d'ici 2030 (italique)	Politiques, mesures et instruments ayant fait la preuve de leur efficacité sur le plan de l'environnement	Principales conditions favorables (italique) et défavorables
Approvisionnement énergétique (GT III 4.3, 4.4)	Amélioration de la production et de la distribution ; passage du charbon au gaz ; énergie nucléaire ; sources d'énergie renouvelables (hydroélectricité, énergie solaire et éolienne, géothermie, bioénergie) ; cogénération ; premières applications de la technique de piégeage et de stockage du dioxyde de carbone (PSC) (p. ex. stockage du CO ₂ extrait du gaz naturel) ; PSC dans les centrales électriques fonctionnant au gaz, à la biomasse et au charbon ; énergie nucléaire de pointe ; énergies renouvelables de pointe, y compris l'énergie marémotrice et houlomotrice, l'énergie solaire concentrée et photovoltaïque	Réduction des subventions visant les combustibles fossiles ; taxes sur les combustibles fossiles ou redevances sur le carbone Droits préférentiels pour les technologies basées sur les énergies renouvelables ; obligation d'utiliser les énergies renouvelables ; subventions aux producteurs	La résistance des intérêts en place peut rendre l'application difficile. <i>Peut aider à créer un marché pour les technologies moins polluantes</i>
Transports (GT III 5.4)	Véhicules offrant un meilleur rendement énergétique ; véhicules hybrides ; véhicules diesel moins polluants ; biocarburants ; passage du transport routier au transport ferroviaire et au transport en commun ; modes de déplacement non motorisés (bicyclette, marche) ; aménagement du territoire et planification des transports ; biocarburants de deuxième génération ; aéronautiques plus performants ; véhicules électriques et hybrides de pointe dotés de batteries plus puissantes et plus fiables	Économie obligatoire de carburant ; mélange de biocarburants ; normes de CO ₂ pour le transport routier Taxes à l'achat, l'enregistrement et l'utilisation de véhicules ; taxes sur les carburants ; tarification du réseau routier et du stationnement Réduction des déplacements par l'aménagement du territoire et la planification de l'infrastructure ; investissement dans des installations de transport en commun pratiques et dans les modes de déplacement non motorisés	L'efficacité peut être limitée si tout le parc automobile n'est pas visé. L'efficacité peut être moindre si les revenus sont élevés. <i>Convient particulièrement aux pays qui commencent à mettre en place leurs systèmes de transport.</i>
Bâtiments (GT III 6.5)	Efficacité de l'éclairage et utilisation de la lumière naturelle ; meilleur rendement des appareils électriques et des systèmes de chauffage et de climatisation ; amélioration des cuisinières et de l'isolation ; utilisation active et passive de l'énergie solaire pour le chauffage et la climatisation ; fluides réfrigérants de substitution, récupération et recyclage des gaz fluorés ; conception intégrée des bâtiments commerciaux comprenant des techniques de contrôle et de rétroaction, tels que les compteurs intelligents ; énergie solaire photovoltaïque intégrée aux bâtiments	Normes et étiquetage des appareils Codes du bâtiment et certification Programmes de gestion de la demande Initiatives du secteur public, y compris par les achats Aides aux sociétés de services énergétiques	Nécessité de revoir régulièrement les normes. <i>Intrépassant pour les bâtiments neufs.</i> L'application peut se révéler difficile. Réglementation requise pour que les entreprises de services publics puissent en bénéficier. <i>Les achats du secteur public peuvent accroître la demande de produits à haut rendement énergétique.</i> <i>Facteur de succès : accès au financement par des tiers.</i>
Industrie (GT III 7.5)	Équipement électrique (utilisation finale) plus efficace ; récupération de la chaleur et de l'énergie ; recyclage et remplacement des matériaux ; maîtrise des émissions de gaz autres que le CO ₂ ; large éventail de technologies adaptées aux différents procédés ; efficacité énergétique améliorée ; PSC dans les usines de production de ciment, d'ammoniac et de fer ; électrodes inertes pour la fabrication d'aluminium	Établissement de données de référence ; normes de rendement ; subventions, crédits d'impôt Permis négociables Accords volontaires	<i>Peut stimuler l'adoption de nouvelles technologies.</i> La politique nationale doit être stable pour préserver la compétitivité à l'échelle internationale. Mécanismes d'attribution prévisibles et signaux de stabilité des prix pour les investissements. Facteurs de succès : objectifs précis, scénario de référence, contribution de tiers à la conception et à l'examen, règles formelles de suivi, coopération étroite entre les pouvoirs publics et l'industrie.
Agriculture (GT III 8.4)	Meilleure gestion des terres arables et des pâturages afin de favoriser le stockage du carbone dans les sols ; remise en état des sols tourbeux cultivés et des terres dégradées ; amélioration de la riziculture et gestion du bétail et du fumier de manière à réduire les rejets de CH ₄ ; amélioration de l'épandage d'engrais azotés afin d'abaisser les émissions de N ₂ O ; culture de variétés destinées à remplacer les combustibles fossiles ; meilleure efficacité énergétique ; hausse du rendement des cultures	Incitations financières et règlements visant à améliorer la gestion des terres ; maintien de la teneur en carbone des sols ; utilisation efficace des engrais et de l'irrigation	<i>Peut favoriser les synergies avec le développement durable et la réduction de la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques, et, ce faisant, surmonter les obstacles à la mise en œuvre.</i>
Foresterie/forêts (GT III 9.4)	Boisement ; reboisement ; gestion forestière ; recul du déboisement ; gestion des produits forestiers et utilisation à la place des combustibles fossiles ; amélioration des essences afin d'accroître la productivité de la biomasse et le piégeage du carbone ; perfectionnement des techniques de télédétection servant à analyser le potentiel de piégeage du carbone dans la végétation ou les sols et à cartographier les changements d'affectation des terres	Incitations financières (échelle nationale et internationale) visant à accroître la superficie boisée, à ralentir le déboisement et à préserver et gérer les forêts ; adoption et application de règlements sur l'utilisation des terres	Manque de capitaux d'investissement et questions relatives aux régimes fonciers. <i>Peut contribuer à réduire la pauvreté.</i>
Déchets (GT III 10.4)	Récupération du CH ₄ dans les décharges ; incinération des déchets avec récupération d'énergie ; compostage des matières organiques ; traitement contrôlé des eaux usées ; recyclage et minimisation des déchets ; couvertures et filtres biologiques destinés à optimiser l'oxydation du CH ₄	Incitations financières visant à améliorer la gestion des déchets et des eaux usées Mesures incitant ou obligeant à utiliser les énergies renouvelables Réglementation de la gestion des déchets	<i>Peut stimuler la diffusion des technologies.</i> Possibilité de se procurer localement des combustibles bon marché. Application très efficace au niveau national par le biais de stratégies coercitives.

des bâtiments, la gestion de la demande en matière de transports et les outils de gestion dans le secteur industriel. *{GT III 4.1, 5.1, 6.7, 7.3, RiD}*

Des politiques établissant un prix réel ou implicite du carbone pourraient inciter les producteurs et les consommateurs à investir dans des produits, des technologies ou des procédés qui émettent peu de GES. *{GT III RiD}*

Un signal fort concernant le prix du carbone pourrait concrétiser une part appréciable du potentiel d'atténuation dans tous les secteurs. Selon les études de modélisation, si la tonne d'équivalent-CO₂ valait entre 20 et 80 dollars des États-Unis en 2030, la stabilisation interviendrait aux alentours de 550 ppm équiv.-CO₂ en 2100. Selon des études menées depuis la parution du troisième Rapport d'évaluation qui tiennent compte des changements technologiques induits, ces derniers, au même niveau de stabilisation, pourraient ramener cette fourchette à 5 à 65 dollars des États-Unis en 2030.²⁴ *{GT III 3.3, 11.4, 11.5, RiD}*

Les gouvernements peuvent mettre en œuvre un large éventail de politiques et d'instruments destinés à stimuler l'atténuation, mais les possibilités d'application dépendent des circonstances nationales et de la compréhension de leurs corrélations (large concordance, degré élevé d'évidence). Cependant, l'expérience acquise après mise en œuvre dans différents pays et secteurs montre que chaque instrument présente des avantages et des inconvénients. *{GT III 13.2, RiD}*

L'évaluation des politiques et des instruments repose sur quatre grands critères : l'efficacité environnementale, l'efficacité par rapport au coût, les effets distributifs (y compris l'équité) et la faisabilité institutionnelle. *{GT III 13.2, RiD}*

Les résultats des politiques permettent de tirer les conclusions générales suivantes : *{GT III 13.2, RiD}*

- **En intégrant les politiques climatiques dans des politiques de développement de plus vaste envergure**, il est plus facile de les mettre en œuvre et de surmonter les obstacles.
- **Les règlements et les normes** offrent 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 réagir aux signaux de prix. Cependant, les règlements et les normes peuvent mettre un frein à l'innovation et aux technologies de pointe.
- **Les taxes et les redevances** peuvent contribuer à fixer le prix du carbone, mais elles ne peuvent garantir un niveau donné d'émissions. La littérature présente les taxes comme un moyen efficace d'internaliser les coûts des émissions de GES.
- **Les permis négociables** vont fixer le prix du carbone. Le volume des émissions autorisées détermine leur efficacité environnementale, tandis que l'attribution des permis a des incidences sur la répartition. Les fluctuations du prix du carbone rendent malaisée toute estimation du coût total qu'entraîne le respect des permis d'émission.
- **Les incitations financières** (subventions et crédits d'impôts) sont souvent utilisées par les pouvoirs publics pour encourager la mise au point et la diffusion de nouvelles technologies. Bien que leur coût économique soit généralement supérieur à celui des instruments précités, elles sont souvent indispensables pour surmonter les obstacles.

- **Les accords volontaires** entre le secteur industriel et les pouvoirs publics sont politiquement attrayants, sensibilisent les parties intéressées et ont contribué à l'évolution de nombreuses politiques nationales. Dans la majorité des cas, ces accords n'ont pas donné lieu à des réductions spectaculaires des émissions. Cependant, des accords conclus dernièrement dans certains pays ont accéléré l'application des meilleures technologies disponibles et ont entraîné des réductions d'émissions quantifiables.
- **Les outils d'information** (par exemple les campagnes de sensibilisation) peuvent améliorer la qualité de l'environnement en encourageant des choix faits en connaissance de cause ou en influant sur les comportements. Cependant, leur impact sur les émissions n'a pas encore été mesuré.
- **Les travaux de recherche, développement et démonstration (RD&D)** peuvent stimuler les progrès technologiques, réduire les coûts et permettre de s'orienter vers une stabilisation.

Des entreprises, des autorités locales et régionales, des ONG et des mouvements citoyens se sont engagés dans diverses actions volontaires dans le but de limiter les émissions de GES et d'encourager l'adoption de mesures novatrices et la diffusion de nouvelles technologies. Ces initiatives n'ont généralement qu'une incidence limitée sur les émissions à l'échelle nationale ou régionale. *{GT III 13.4, RiD}*

4.4 Liens entre les possibilités d'adaptation et d'atténuation et les corrélations avec le développement durable

On connaît de mieux en mieux les possibilités dont disposent divers secteurs pour choisir et mettre en œuvre des mesures de parade en matière climatique en vue de créer des synergies sans nuire à d'autres dimensions du développement durable. *{GT III RiD}*

Les politiques en matière de changements climatiques qui sont axées sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables présentent souvent des avantages économiques, améliorent la sécurité énergétique et permettent de réduire localement les émissions polluantes. Des mesures visant à restreindre le déboisement et la perte d'habitat naturel peuvent avoir des retombées non négligeables en ce qui concerne la biodiversité et la préservation des sols et des ressources en eau et peuvent être mises en œuvre d'une manière socialement et économiquement viable. Le boisement et les plantations à vocation bioénergétique peuvent permettre de réhabiliter des terres dégradées, de ralentir les eaux de ruissellement, de retenir le carbone des sols et de profiter à l'économie rurale, mais peuvent aussi concurrencer la production alimentaire et menacer la biodiversité en cas de mise en œuvre inadéquate. *{GT II 20.3, 20.8; GT III 4.5, 9.7, 12.3, RiD}*

Il est de plus en plus manifeste que les choix concernant les politiques d'ordre macroéconomique, les politiques agricoles, les prêts bancaires multilatéraux de développement, les pratiques d'assurance, la réforme du marché de l'électricité, la sécurité énergétique ou la préservation des forêts, par exemple, sont autant de facteurs aptes à réduire considérablement les émissions (tableau 4.3), bien qu'ils soient souvent considérés comme n'ayant aucun rapport avec les politiques climatiques. De même, des politiques non climatiques peuvent influencer sur la capacité d'adaptation et la vulnérabilité. *{GT III 20.3; GT III RiD, 12.3}*

²⁴Dans les études évaluées dans le présent rapport, les mesures d'atténuation et les coûts macroéconomiques sont analysés au moyen de modèles descendants. La plupart de ces modèles examinent l'éventail des possibilités en fonction du moindre coût global, sur la base d'un échange universel des droits d'émission et en supposant une transparence des marchés, la gratuité des transactions et, par conséquent, une application optimale des options d'atténuation tout au long du XXI^e siècle. Les coûts sont donnés pour une date précise. Si des régions, des secteurs (par exemple, l'utilisation des terres), des options ou des gaz sont exclus, les coûts globaux modélisés augmentent. Ils baissent au contraire si l'on prend des bases de référence plus basses, si l'on affecte les recettes provenant des taxes sur le carbone et de l'échange des permis et si l'on intègre l'apprentissage technologique induit. Ces modèles ne tiennent compte ni des effets bénéfiques des changements climatiques ni, en général, des avantages connexes découlant des mesures d'atténuation, ni des questions d'équité. On parvient beaucoup mieux aujourd'hui à inclure dans les études de stabilisation les approches basées sur les changements technologiques induits, mais plusieurs difficultés conceptuelles demeurent. Lorsque ces changements sont pris en considération, les coûts projetés pour atteindre un niveau de stabilisation donné sont moindres ; la réduction est encore plus importante aux niveaux de stabilisation inférieurs.

Tableau 4.3 Prise en compte des considérations relatives aux changements climatiques dans les politiques de développement – exemples choisis concernant l'atténuation. {GT III 12.2.4.6}

Secteurs	Moyens d'action et initiatives concernant des changements non climatiques	Emissions concernées
Macroéconomie	Mise en place de taxes ou de subventions non climatiques et/ou d'autres mesures fiscales ou réglementaires aptes à favoriser le développement durable	Ensemble des émissions de GES à l'échelle du globe
Foresterie	Adoption de méthodes de conservation et de gestion durable des forêts	Emissions de GES dues au déboisement
Électricité	Adoption d'énergies renouvelables efficaces par rapport au coût, de programmes de gestion liée à la demande et de mesures de réduction des pertes lors de la transmission et de la distribution	Emissions de CO ₂ dues au secteur de l'électricité
Importations de produits pétroliers	Diversification des proportions de combustibles importés et d'origine nationale et réduction de l'intensité énergétique des activités économiques pour améliorer la sécurité énergétique	Emissions dues aux importations de pétrole brut et de produits pétroliers
Assurances dans les secteurs du bâtiment et des transports	Primes différenciées, exclusions de couverture, amélioration des conditions pour les produits verts	Emissions de GES dues aux secteurs des transports et du bâtiment
Finance internationale	Stratégies nationales et sectorielles et financement de projets visant à réduire les émissions	Emissions des pays en développement

Il existe des synergies entre les possibilités d'adaptation et d'atténuation, mais également des interactions négatives. {GT II 18.4.3; GT III 11.9}

Il y a par exemple synergie dans les cas suivants : production rationnelle de biomasse, création de zones protégées, gestion des terres, utilisation de l'énergie dans les bâtiments et foresterie. Toutefois, les exemples de synergies sont plutôt limités dans d'autres secteurs. Des interactions négatives pourraient se produire au cas où les émissions de GES augmenteraient sous l'effet d'une consommation accrue d'énergie due à des mesures d'adaptation. {GT II 18.4.3, 18.5, 18.7, RT.5.2; GT III 4.5, 6.9, 8.5, 9.5, RiD}

4.5 Coopération internationale et régionale

Parmi les résultats les plus remarquables de l'action menée au titre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto figurent l'élaboration d'une réponse mondiale face aux changements climatiques, l'adoption d'une panoplie de politiques nationales et la création d'un marché international du carbone et de mécanismes institutionnels sur lesquels pourront s'appuyer les efforts futurs d'atténuation (*large concordance, degré élevé d'évidence*). Les questions d'adaptation sont en outre mieux prises en compte dans le cadre de la CCNUCC, et l'on envisage de prendre d'autres initiatives internationales en la matière. {GT II 18.7; GT III 13.3, RiD}

On prévoit que la première période d'engagement du Protocole, qui concerne les émissions globales, aura des effets limités. Son impact économique sur les pays visés à l'annexe B sera vraisemblablement inférieur aux prévisions du troisième Rapport d'évaluation, qui envisageait une réduction du PIB de 0,2 à 2 % en 2012 sans échange de droits d'émissions et de 0,1 à 1,1 % avec échange de droits d'émissions entre les pays visés à l'annexe B. Pour améliorer leur efficacité environnementale, les mesures d'atténuation devront, à l'avenir, se traduire par des réductions plus substantielles d'une part plus importante des émissions globales (voir le Point 5). {GT III 1.4, 11.4, 13.3, RiD}

Il ressort des publications (*large concordance, degré élevé d'évidence*) qu'il existe de multiples possibilités de réduire les émissions globales de GES dans le cadre de la coopération internationale. Il apparaît en outre que, pour porter des fruits, tout accord doit être efficace sur le plan environnemental et sur celui des coûts, tenir compte des questions de répartition et d'équité et être réalisable au plan institutionnel. {GT III 13.3, RiD}

L'intensification de la coopération en vue de réduire les émissions permettra d'abaisser les coûts à engager pour atteindre un niveau d'atténuation donné ou de renforcer l'efficacité environnementale. L'amélioration et la généralisation des mécanismes du marché (échange de droits d'émissions, mise en œuvre conjointe et mécanisme pour un développement « propre », par exemple) pourraient réduire les coûts d'ensemble de l'atténuation. {GT III 13.3, RiD}

Les mesures visant à faire face aux changements climatiques peuvent revêtir diverses formes : fixation d'objectifs d'émissions, actions sectorielles, locales, infranationales et régionales, mise en œuvre de programmes de recherche, développement et démonstration, adoption de politiques communes, mise en place de stratégies de développement ou élargissement des mécanismes de financement. Ces mesures peuvent être intégrées dans une politique d'ensemble. Cependant, toute comparaison quantitative des efforts déployés par les différents pays serait une entreprise complexe qui nécessiterait beaucoup de ressources. {GT III 13.3, RiD}

Les actions que pourraient engager les pays participants peuvent se différencier selon divers critères (moment choisi, participants, nature de l'action, etc.). Ces actions peuvent être contraignantes ou non, avoir des objectifs fixes ou dynamiques et se fonder sur une participation statique ou variable au fil du temps. {GT III 13.3, RiD}

5

Les perspectives à long terme : aspects scientifiques et socioéconomiques de l'adaptation et de l'atténuation dans la ligne des objectifs et des dispositions de la Convention et dans le cadre du développement durable

5.1 Perspectives pour la gestion des risques

Faire face aux changements climatiques suppose un processus itératif de gestion des risques qui prenne en considération les mesures d'adaptation comme les mesures d'atténuation et qui tienne compte des dommages et des avantages connexes, de la durabilité, de l'équité et de l'attitude à l'égard des risques. *{GT II 20.9, RiD; GT III RiD}*

Les techniques de gestion des risques peuvent explicitement prendre en compte les diversités sectorielles, régionales et temporelles. Pour les mettre en œuvre, il convient cependant d'être informé des incidences qu'auraient non seulement les scénarios climatiques les plus probables, mais aussi certains événements moins probables mais plus lourds de conséquences, ainsi que les conséquences des politiques et mesures envisagées. Le risque se définit généralement comme le produit de la probabilité d'un événement par les conséquences de celui-ci. La portée des changements climatiques dépend des caractéristiques des systèmes naturels et humains, de leurs voies de développement et de leurs emplacements particuliers. *{RSY 3.3, figure 3.6; GT II 20.2, 20.9, RiD; GT III 3.5, 3.6, RiD}*

5.2 Vulnérabilités, incidences et risques critiques – perspectives à long terme

Les cinq « motifs de préoccupation » énoncés dans le troisième Rapport d'évaluation sont aujourd'hui considérés comme plus pressants, de nombreux risques ayant été détectés avec un degré de confiance supérieur. D'après les projections, certains de ces risques seraient plus grands ou interviendraient à un niveau de réchauffement moindre que prévu. Cela s'explique par 1) une meilleure compréhension de l'ampleur des incidences de la hausse de la température moyenne à la surface du globe et de l'augmentation de concentration des GES (y compris la vulnérabilité à la variabilité actuelle du climat) ainsi que des risques connexes, 2) une détermination plus précise des circonstances qui fragilisent plus particulièrement certains systèmes, secteurs, groupes ou régions et 3) la conviction de plus en plus forte que le risque d'effets considérables sur plusieurs siècles ira croissant tant que la concentration des GES et la température

continueront d'augmenter. On saisit mieux aujourd'hui les liens qui unissent les incidences (à l'origine des « motifs de préoccupation » figurant dans le TRE) à la vulnérabilité (y compris la capacité de s'adapter à ces incidences). *{GT II 4.4, 5.4, 19.RE, 19.3.7, RT.4.6; GT III 3.5, RiD}*

Il a été conclu dans le TRE que la vulnérabilité aux changements climatiques est fonction de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation. L'adaptation peut réduire la sensibilité aux changements climatiques, tandis que l'atténuation peut réduire le degré d'exposition à ces changements (à leur rythme comme à leur étendue). La présente évaluation vient étayer ces conclusions. *{GT II 20.2, 20.7.3}*

Aucun critère ne peut à lui seul décrire correctement la diversité des vulnérabilités critiques ou faciliter leur classement. Des exemples d'incidences pertinentes sont présentés à la figure 3.6. Pour estimer les vulnérabilités critiques d'un système et les dommages qui s'y associent, il est nécessaire de prendre en compte l'exposition (le rythme et l'ampleur du changement climatique), la sensibilité (parfois en partie fonction du niveau de développement) et la capacité d'adaptation. Certaines vulnérabilités critiques peuvent être définies à l'aide de seuils ; dans certains cas, ceux-ci sont objectifs et peuvent permettre de déterminer l'état d'un système, alors que, dans d'autres cas, les seuils sont définis subjectivement et dépendent donc de valeurs sociétales. *{GT II 19.RE, 19.1}*

Les cinq « motifs de préoccupation » définis dans le TRE visaient à présenter les risques climatiques et les vulnérabilités critiques sous forme synthétique et à « aider les lecteurs à évaluer les risques par eux-mêmes ». Ils offrent aujourd'hui encore un cadre utile pour appréhender les vulnérabilités critiques et ont été actualisés dans le quatrième Rapport d'évaluation. *{TRE GT II chapitre 19; GT II RiD}*

- **Risques encourus par les systèmes uniques et menacés.** De nouvelles observations viennent confirmer l'incidence des changements climatiques sur les systèmes uniques en leur genre et vulnérables (notamment les populations et les écosystèmes des régions polaires et de haute montagne), pour lesquels les effets défavorables s'intensifient avec la hausse des températures. Les projections actuelles font apparaître, avec un degré de confiance plus élevé que dans le TRE, que le risque d'extinction d'espèces et de détérioration des récifs coralliens augmente avec le réchauffement. Si la température moyenne de la planète dépassait de plus de 1,5 à 2,5 °C les niveaux de 1980 à 1999, le risque d'extinction de 20 à

Vulnérabilités critiques et article 2 de la CCNUCC

L'article 2 de la CCNUCC dispose que :

« L'objectif ultime de [ladite] Convention et de tous instruments juridiques connexes que la Conférence des Parties pourrait adopter est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable ».

La détermination de ce qui constitue une « perturbation anthropique dangereuse du système climatique » au sens de l'article 2 de la CCNUCC fait intervenir des jugements de valeur. Les connaissances scientifiques sont en mesure d'éclairer cette analyse, par exemple en précisant les critères à retenir pour apprécier le caractère « critique » d'une vulnérabilité. *{RSY 3.3, GT II 19.RE}*

De nombreux systèmes sensibles aux conditions climatiques peuvent présenter des vulnérabilités critiques²⁵, dont l'approvisionnement alimentaire, l'infrastructure, la santé, les ressources en eau, les systèmes côtiers, les écosystèmes, les cycles biogéochimiques à l'échelle planétaire, les nappes glaciaires et les configurations de la circulation atmosphérique et océanique. *{GT II 19.RE}*

On dispose aujourd'hui d'informations plus ciblées concernant toutes les régions du monde quant à la nature des effets à prévoir, notamment pour certains lieux qui n'avaient fait l'objet d'aucune évaluation par le passé. *{GT II RiD}*

²⁵ Parmi les critères utilisés dans les textes pour juger du caractère « critique » des vulnérabilités figurent l'ampleur, le moment d'apparition, le caractère persistant ou réversible, les effets de répartition, la probabilité et l'« importance » des incidences ainsi que la possibilité de s'adapter à ces dernières.

30 % des espèces végétales et animales recensées à ce jour serait *probablement* accru (*degré de confiance moyen*). On est davantage assuré qu'une élévation de la température moyenne à la surface du globe de 1 à 2 °C par rapport aux niveaux de 1990 (soit 1,5 à 2,5 °C de plus qu'à l'époque préindustrielle) menacerait gravement nombre de systèmes uniques et fragiles, et notamment beaucoup de zones dotées d'une grande diversité biologique. Les coraux sont sensibles au stress thermique et disposent d'une faible capacité d'adaptation. Selon les projections, les épisodes de blanchissement seraient plus fréquents et la mortalité serait massive si la température de la mer en surface augmentait de 1 à 3 °C, à moins d'une adaptation thermique ou d'une acclimatation des coraux. Par ailleurs, les projections font état d'une vulnérabilité accrue des populations autochtones de l'Arctique et des petites îles en cas de réchauffement. *{RSY 3.3, 3.4, figure 3.6, tableau 3.2; GT II 4.RE, 4.4, 6.4, 14.4.6, 15.RE, 15.4, 15.6, 16.RE, 16.2.1, 16.4, tableau 19.1, 19.3.7, RT.5.3, figure RT.12, figure RT.14}*

- **Risques de phénomènes météorologiques extrêmes.** Comme l'ont révélé les réactions à plusieurs phénomènes climatiques extrêmes survenus récemment, la vulnérabilité est plus grande qu'on ne l'envisageait dans le troisième Rapport d'évaluation, tant dans les pays développés que dans les pays en développement. On anticipe aujourd'hui avec un degré de confiance plus élevé une augmentation des sécheresses, des vagues de chaleur et des inondations ainsi qu'un accroissement de leurs effets défavorables. Comme cela est récapitulé au tableau 3.2, les projections font apparaître, dans de nombreuses régions, une multiplication des sécheresses, des vagues de chaleur et des inondations, entraînant pour la plupart de lourdes conséquences, notamment celle de multiplier les situations de stress hydrique et les feux incontrôlés, de compromettre la production alimentaire, de nuire à la santé, d'augmenter les risques d'inondation et les épisodes d'élévation extrême du niveau de la mer et d'endommager les infrastructures. *{RSY 3.2, 3.3, tableau 3.2; GT I 10.3, tableau RiD.2; GT II 1.3, 5.4, 7.1, 7.5, 8.2, 12.6, 19.3, tableau 19.1, tableau RiD.1}*
- **Répartition des effets et des vulnérabilités.** Il existe des écarts considérables entre les régions, et celles dont la situation économique est la plus défavorable sont souvent les plus vulnérables aux changements climatiques et aux dommages qui s'y associent, en particulier en présence de stress multiples. On a davantage de raisons de penser que certains segments de la population sont particulièrement vulnérables, notamment les pauvres et les personnes âgées, dans les pays en développement comme dans les pays développés. On affecte un degré de certitude plus élevé qu'auparavant à la répartition régionale des changements climatiques (voir le point 3.2) et aux incidences régionales qui sont anticipées, ce qui permet de mieux déterminer les systèmes, secteurs et régions qui seront plus particulièrement vulnérables (voir le point 3.3). Par ailleurs, de plus en plus d'éléments semblent indiquer que les zones peu développées ou situées aux basses latitudes, notamment les régions sèches et les grands deltas, sont davantage exposées. De nouvelles études confirment que l'Afrique est l'un des continents les plus vulnérables en raison de la diversité des effets anticipés, des stress multiples et de sa faible capacité d'adaptation. Des risques considérables liés à l'élévation du niveau de la mer sont envisagés, en particulier pour les grands deltas d'Asie et les petites communautés insulaires. *{RSY 3.2, 3.3, 5.4; GT I 11.2-11.7, RiD; GT II 3.4.3, 5.3, 5.4, encadrés 7.1 et 7.4, 8.1.1, 8.4.2, 8.6.1.3, 8.7, 9.RE, tableau 10.9, 10.6, 16.3, 19.RE, 19.3, tableau 19.1, 20.RE, RT.4.5, RT.5.4, tableaux RT.1, RT.3, RT.4, RiD}*

- **Effets cumulés.** Selon les projections, les avantages nets liés au marché qu'offrira dans un premier temps le changement climatique culmineront à un niveau de réchauffement moindre, et donc plus tôt qu'il n'était indiqué dans le TRE. Il est *probable* que la hausse plus marquée de la température à la surface du globe provoquera des dommages plus importants qu'estimé dans le TRE. De plus, le coût net des effets d'un réchauffement accru devrait augmenter au fil du temps. Les effets cumulés ont également été quantifiés en fonction d'autres paramètres (voir le point 3.3) : ainsi, les changements climatiques qui surviendront au cours du siècle prochain affecteront *probablement* des centaines de millions de personnes par suite de la multiplication des crues côtières, de la réduction des ressources en eau, de l'augmentation de la malnutrition et de l'accroissement des répercussions sanitaires. *{RSY 3.3, figure 3.6; GT II 19.3.7, 20.7.3, RT.5.3}*
- **Risques de singularités²⁶ à grande échelle.** Comme il est indiqué au point 3.4, un brusque dérèglement de la circulation méridienne océanique au cours du siècle est *très improbable*. On estime avec un *degré de confiance élevé* que, si la planète continuait de se réchauffer pendant plusieurs siècles, l'élévation du niveau de la mer due à la seule dilatation thermique serait beaucoup plus importante qu'elle ne l'a été au XX^e siècle, engloutissant des zones côtières entières, avec toutes les incidences connexes. Par rapport au troisième Rapport d'évaluation, on comprend mieux que le risque de voir le Groenland et, éventuellement, l'Antarctique contribuer eux aussi à l'élévation du niveau de la mer puisse être supérieur à celui projeté par les modèles de nappes glaciaires et que le phénomène puisse durer plusieurs siècles. En effet, la dynamique des glaces qui a été observée récemment, mais dont les modèles évalués dans le quatrième Rapport d'évaluation n'ont pas parfaitement tenu compte, risque d'accélérer la disparition des glaces. Une déglaciation totale de l'inlandsis du Groenland entraînerait une élévation du niveau de la mer de 7 m et pourrait être irréversible. *{RSY 3.4; GT I 10.3, Box 10.1; GT II 19.3.7, RiD}*

5.3 Adaptation et atténuation

Ni l'adaptation ni l'atténuation ne permettront, à elles seules, de prévenir totalement les effets des changements climatiques (*degré de confiance élevé*). L'adaptation est nécessaire à court et à plus long terme pour faire face aux conséquences du réchauffement qui sont inéluctables, même selon les scénarios de stabilisation aux niveaux les plus bas qui ont été évalués. Il existe des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas toujours parfaitement. Les deux démarches peuvent toutefois se compléter et réduire sensiblement les risques encourus. *{GT II 4.RE, RT 5.1, 18.4, 18.6, 20.7, RiD; GT III 1.2, 2.5, 3.5, 3.6}*

L'adaptation restera inefficace dans certains cas, notamment pour ce qui concerne quelques écosystèmes naturels (p. ex. perte de viabilité des écosystèmes des glaces de mer et des écosystèmes marins dans l'Arctique), la disparition des glaciers de montagne (qui jouent un rôle décisif dans le stockage et l'approvisionnement en eau) et l'adaptation à une élévation de plusieurs mètres du niveau de la mer²⁷. Dans de nombreux cas, elle sera plus difficilement réalisable ou très onéreuse pour les changements climatiques anticipés au-delà des prochaines décennies (notamment dans les deltas et les estuaires). Il est établi avec un *degré de confiance élevé* que la capacité d'adaptation naturelle de nombreux écosystèmes sera dépassée avant la fin du siècle. De plus, un grand nombre d'obstacles et de contraintes s'opposent à une adaptation efficace des systèmes humains (voir le point 4.2). *{RSY 4.2; GT II 17.4.2, 19.2, 19.4.1}*

²⁶ Voir glossaire.

²⁷ Bien qu'il soit techniquement possible de s'adapter à une élévation de plusieurs mètres du niveau de la mer, les ressources à mettre en œuvre à cet effet sont réparties de manière si inégale que les possibilités d'adaptation sont considérées comme dépassées pour ce risque. *{GT II 17.4.2, 19.4.1}*

À long terme, il est *probable* que, si rien ne vient atténuer les changements climatiques, la capacité d'adaptation des systèmes naturels, aménagés et humains sera dépassée. Une stratégie limitée aux seules mesures d'adaptation pourrait se solder par des changements climatiques trop importants pour qu'une adaptation efficace soit possible, si ce n'est à un prix social, écologique et économique exorbitant. (GT II 18.1, RiD)

Les efforts déployés pour atténuer les émissions de GES afin de réduire le rythme et l'ampleur des changements climatiques doivent prendre en compte l'inertie des systèmes climatiques et socioéconomiques. (RSY 3.2; GT I 10.3, 10.4, 10.7, RiD; GT III 2.3.4)

Une fois les concentrations de GES stabilisées, le réchauffement moyen de la planète devrait ralentir en l'espace de quelques décennies. Une légère augmentation de la température moyenne à la surface du globe resterait possible pendant plusieurs siècles. En raison de l'absorption thermique continue des océans, l'élévation du niveau de la mer découlant de la dilatation thermique se poursuivrait pendant plusieurs siècles, à un rythme cependant moins rapide qu'avant la stabilisation. (RSY 3.2, GT I 10.3, 10.4, 10.7, RiD)

Tout retard pris dans la réduction des émissions limiterait considérablement les possibilités de parvenir à des niveaux de stabilisation inférieurs et accroîtrait le risque d'aggravation des incidences du changement climatique. Même si les mesures d'atténuation ne porteront leurs fruits qu'après plusieurs décennies, le fait de les amorcer dans un proche avenir permettrait de ne pas s'enfermer dans des voies de développement

et des types d'infrastructure à forte intensité de carbone, de ralentir le rythme du changement climatique et de limiter les besoins en matière d'adaptation liés à des niveaux de réchauffement plus élevés. (GT II 18.4, 20.6, 20.7, RiD; GT III 2.3.4, 3.4, 3.5, 3.6, RiD)

5.4 Évolution des émissions jusqu'à leur stabilisation

Les émissions de GES doivent culminer puis décroître pour que les concentrations atmosphériques de ces gaz se stabilisent²⁸. Plus le niveau de stabilisation visé est bas, plus le pic doit être atteint rapidement (figure 5.1).²⁹ (GT III 3.3, 3.5, RiD)

Les progrès réalisés dans l'élaboration des modèles après la publication du TRE permettent d'évaluer les stratégies d'atténuation concernant plusieurs gaz pour étudier la faisabilité et les coûts de la stabilisation des concentrations de GES. Ces modèles permettent d'explorer un plus large éventail de scénarios que le TRE, notamment pour des niveaux de stabilisation inférieurs. (GT III 3.3, 3.5, RiD)

Les mesures d'atténuation qui seront prises au cours des deux à trois prochaines décennies détermineront dans une large mesure les possibilités de stabiliser les concentrations à un niveau relativement bas. (tableau 5.1 et figure 5.1). (GT III 3.5, RiD).

Augmentation des émissions de CO₂ et de la température à l'équilibre selon divers niveaux de stabilisation

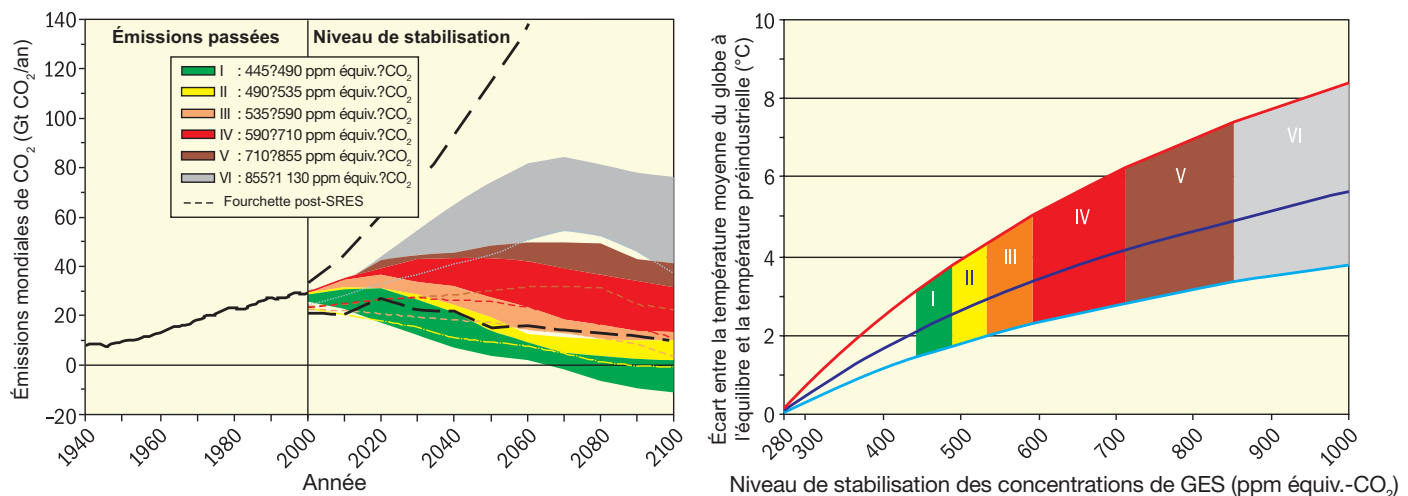


Figure 5.1. Émissions mondiales de CO₂ entre 1940 et 2000 et fourchettes d'émissions anticipées, selon les catégories de scénarios de stabilisation, pour la période 2000–2100 (à gauche); rapport entre l'objectif de stabilisation et l'écart probable entre la température moyenne du globe à l'équilibre et la température préindustrielle (à droite). Il peut s'écouler plusieurs siècles avant que ne soit atteint l'état d'équilibre, surtout avec les scénarios qui prévoient un haut niveau de stabilisation. Les zones colorées correspondent aux scénarios de stabilisation groupés selon leurs objectifs (catégories I à VI). On voit, à droite, l'écart entre la température moyenne du globe et la température préindustrielle selon i) la valeur la plus probable de la sensibilité du climat, soit 4,5 °C (ligne rouge délimitant le haut des zones colorées) et ii) la limite supérieure de la gamme probable de la sensibilité du climat, soit 2 °C (ligne bleue délimitant le bas des zones colorées). Dans la partie gauche, les lignes noires en pointillés représentent les fourchettes d'émissions des scénarios de référence publiés depuis le SRES (2000). Les gammes d'émissions des scénarios de stabilisation comprennent le CO₂ uniquement ou plusieurs gaz. Elles correspondent aux 10^e–90^e percentiles de la distribution complète. Note : Dans la plupart des scénarios, les émissions de CO₂ ne comprennent pas les rejets issus de la décomposition de la biomasse aérienne qui subsiste après une coupe forestière ou un déboisement, ni ceux issus de la combustion de tourbe et des sols tourbeux asséchés. (GT III figures RiD.7 et RiD.8)

²⁸ Les émissions doivent atteindre leur niveau maximum (leur pic) avant de diminuer.

²⁹ Le pic des émissions devrait être atteint en 2015 pour la catégorie inférieure des scénarios d'atténuation et en 2090 pour la catégorie supérieure (voir le tableau 5.1). Le rythme de l'évolution du climat est très différent avec les scénarios qui considèrent d'autres modes de réduction des émissions. (GT II 19.4)

Tableau 5.1. Caractéristiques des scénarios de stabilisation post-TRE et élévation résultante, à l'équilibre et à long terme, de la température moyenne à la surface du globe et du niveau de la mer due à la seule dilatation thermique.^a {GT I 10.7; GT III tableau RT.2, tableau 3.10, tableau RiD.5}

Catégorie	Concentration de CO ₂ au niveau de stabilisation (2005 = 379 ppm) ^b	Concentration d'équivalent-CO ₂ au niveau de stabilisation, y compris GES et aérosols (2005 = 375 ppm) ^b	Année du pic d'émissions de CO ₂ ^{a,c}	Variation des émissions mondiales de CO ₂ en 2050 (par rapport aux émissions en 2000) ^{a,c}	Écart entre la température moyenne du globe à l'équilibre et la température préindustrielle, selon la valeur la plus probable de la sensibilité du climat ^{d,e}	Écart entre le niveau moyen de la mer à l'équilibre et le niveau préindustriel dû à la seule dilatation thermique ^f	Nombre de scénarios évalués
	ppm	ppm	année	%	°C	mètres	
I	350-400	445-490	2000-2015	- 85 à - 50	2,0 - 2,4	0,4 - 1,4	6
II	400-440	490-535	2000-2020	- 60 à - 30	2,4 - 2,8	0,5 - 1,7	18
III	440-485	535-590	2010-2030	- 30 à + 5	2,8 - 3,2	0,6 - 1,9	21
IV	485-570	590-710	2020-2060	+ 10 à + 60	3,2 - 4,0	0,6 - 2,4	118
V	570-660	710-855	2050-2080	+ 25 à + 85	4,0 - 4,9	0,8 - 2,9	9
VI	660-790	855-1 130	2060-2090	+ 90 à +140	4,9 - 6,1	1,0 - 3,7	5

Notes :

- a) Il est possible que les études d'atténuation évaluées sous-estiment la baisse des émissions nécessaire pour atteindre un niveau de stabilisation donné, car elles ne tiennent pas compte des rétroactions du cycle du carbone (voir également le point 2.3).
- b) Les concentrations atmosphériques de CO₂ atteignaient 379 ppm en 2005. La valeur la plus probable de la concentration totale d'équivalent-CO₂ pour tous les GES à longue durée de vie s'établissait à 455 ppm environ en 2005, tandis que la valeur correspondante incluant l'effet net de l'ensemble des agents de forçage anthropique était de 375 ppm.
- c) La fourchette correspond aux 15^e-85^e percentiles de la distribution des scénarios post-TRE. Les émissions de CO₂ sont données afin de pouvoir comparer les scénarios portant sur plusieurs gaz aux scénarios qui se limitent au CO₂ (voir la figure 2.1).
- d) La valeur la plus probable de la sensibilité du climat s'établit à 3 °C.
- e) L'inertie propre au système climatique explique le fait que la température moyenne du globe à l'équilibre se distingue de la température moyenne du globe au moment où les concentrations de GES seront stabilisées. Selon la majorité des scénarios évalués, les concentrations de GES se stabilisent entre 2100 et 2150 (voir également la note de bas de page 30).
- f) L'élévation du niveau de la mer à l'équilibre tient uniquement compte de la dilatation thermique des océans, et l'état d'équilibre ne sera pas atteint avant de nombreux siècles. Ces valeurs ont été estimées au moyen de modèles climatiques relativement simples (un MCGAO de faible résolution et plusieurs MSTCI, pour une sensibilité du climat de 3 °C) et ne comprennent pas l'apport de la fonte des inlandsis, des glaciers et des calottes glaciaires. On estime que la dilatation thermique entraînera à long terme une élévation de 0,2 à 0,6 m du niveau de la mer pour chaque degré Celsius d'augmentation de la température moyenne du globe par rapport à l'époque préindustrielle. (MCGAO : modèle de la circulation générale couplé atmosphère-océan; MSTCI : modèle du système terrestre de complexité intermédiaire)

Dans le tableau 5.1 sont récapitulés les niveaux d'émissions associés à différentes concentrations de stabilisation ainsi que la hausse correspondante de la température moyenne à la surface du globe à l'équilibre, selon la « valeur la plus probable » de la sensibilité du climat (voir la figure 5.1 pour l'intervalle d'incertitude *probable*). La stabilisation à un faible niveau de concentration et aux niveaux correspondants de la température à l'équilibre exige que le pic intervienne plus tôt et que les réductions des émissions d'ici 2050 soient plus marquées³⁰. La sensibilité du climat est une incertitude fondamentale pour les scénarios d'atténuation qui visent à atteindre des niveaux de températures particuliers. Si elle est élevée, les mesures d'atténuation nécessaires pour atteindre un niveau donné de stabilisation des températures doivent être prises plus tôt et avec plus de rigueur. {GT III 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, RiD}

Il est inévitable que le réchauffement s'accompagne d'une élévation du niveau de la mer. La dilatation thermique se poursuivra pendant de nombreux siècles après que les concentrations de GES se seront stabilisées, à quelque niveau que ce soit, provoquant une montée des eaux beaucoup plus importante que celle projetée pour le XXI^e siècle (tableau 5.1). Si les concentrations de GES et d'aérosols avaient été stabilisées aux niveaux de l'an 2000, la dilatation thermique devrait à elle seule entraîner une élévation du niveau de la mer supplémentaire de 0,3 à 0,8 m. Si la hausse des températures se maintenait pendant des siècles au-delà de la fourchette 1,9-4,6 °C par rapport à l'époque préindustrielle, la fonte de l'inlandsis groenlandais pourrait faire monter le

niveau de la mer de plusieurs mètres, pour un apport supérieur à celui de la dilatation thermique. À long terme, cette évolution serait lourde de conséquences pour les zones côtières de la planète. Étant donné les délais en jeu dans la dilatation thermique et la réaction des nappes glaciaires au réchauffement, il s'écoulerait des siècles entre le moment où les concentrations de GES (ou le forçage radiatif) se stabiliseraient aux niveaux actuels ou à des niveaux supérieurs et le moment où le niveau de la mer cesserait à son tour de monter {GT I 10.7}

Les rétroactions entre le cycle du carbone et les changements climatiques ont une incidence sur les mesures d'atténuation et d'adaptation nécessaires. Ces deux cycles étant corrélés, la part des émissions anthropiques subsistant dans l'atmosphère devrait augmenter à mesure que se réchauffe le système climatique (voir les points 2.3 et 3.2.1). Toutefois, les études portant sur l'atténuation n'intègrent pas encore la pleine portée de ces rétroactions. Les réductions d'émissions nécessaires pour atteindre un niveau de stabilisation donné pourraient donc avoir été sous-estimées dans les études d'atténuation évaluées au tableau 5.1. En se fondant sur la compréhension actuelle des rétroactions entre les changements climatiques et le cycle du carbone, les études qui s'appuient sur les modèles suggèrent qu'une stabilisation des concentrations de CO₂ à 450 ppm³¹, par exemple, pourrait nécessiter que les émissions cumulées au cours du XXI^e siècle soient inférieures à 1 800 [1 370-2 200] Gt CO₂, soit environ 27 % de moins que les 2 460 [2 310-2 600] Gt CO₂ établis sans tenir compte des rétroactions du cycle du carbone. {RSY 2.3, 3.2.1; GT I 7.3, 10.4, RiD}.

³⁰ Dans le quatrième Rapport d'évaluation, il n'y a pas de valeurs estimées de l'évolution de la température au cours du présent siècle selon les différents scénarios de stabilisation. Pour la plupart des niveaux de stabilisation, la température moyenne du globe à l'équilibre est atteinte au bout de quelques siècles. L'état d'équilibre pourrait survenir plus tôt avec les scénarios de stabilisation aux niveaux les plus bas (catégories I et II, figure 5.1).

³¹ Pour une stabilisation à 1 000 ppm CO₂, cette rétroaction pourrait nécessiter que les émissions cumulées soient ramenées d'une moyenne entre les divers modèles d'environ 5 190 [4 910-5 460] Gt CO₂ à quelque 4 030 [3 590-4 580] Gt CO₂. {GT I 7.3, 10.4, RiD}

5.5 Flux de technologie et développement

Tous les niveaux de stabilisation analysés pourraient être atteints en déployant un éventail de technologies qui sont déjà commercialisées ou qui devraient l'être d'ici quelques décennies, à condition toutefois que des mesures adaptées et efficaces stimulent la mise au point, l'acquisition, l'application et la diffusion de ces technologies et éliminent les obstacles connexes (*large concordance, degré élevé d'évidence*) (GT III RiD)

La généralisation des technologies à faibles émissions de GES et l'amélioration des technologies par la RD&D privée ou publique seraient nécessaires pour atteindre les objectifs de stabilisation et réduire les coûts.³² La figure 5.2 présente des exemples représentatifs de la contribution que peut apporter l'éventail des possibilités d'atténuation. La contribution des diverses technologies varie au fil du temps et en fonction de la région, du mode de développement de référence, des technologies disponibles, des coûts relatifs et des niveaux de stabilisation analysés. Une stabilisation aux plus bas des niveaux évalués (490 à 540 ppm équiv.-CO₂) présuppose des investissements précoces, une diffusion et une commercialisation considérablement plus rapides des technologies de pointe à faibles taux d'émission au cours des prochaines décennies (2000-2030) ainsi que des contributions plus élevées pour toutes les options d'atténuation à long terme (2000-2100). Cela exige de s'attaquer efficacement, par des mesures incitatives adaptées, à tout ce qui fait obstacle au développement, à l'acquisition, à l'application et à la diffusion des technologies. (GT III 2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6, RiD)

Il pourrait s'avérer difficile de réduire les émissions de manière significative sans procéder à des investissements conséquents et à un transfert efficace des technologies. Il importe par ailleurs d'assurer le financement du surcoût des technologies pauvres en carbone. (GT III 13.3, RiD)

Les contributions que pourront apporter les diverses technologies restent très incertaines. Cependant, selon l'ensemble des scénarios de stabilisation évalués, 60 à 80 % du recul des émissions au cours du siècle proviendrait de l'approvisionnement et de la consommation énergétique ainsi que des procédés industriels. En ce qui concerne l'utilisation des terres et la foresterie, les mesures d'atténuation visant à la fois le CO₂ et les autres gaz offrent une plus grande souplesse et une meilleure efficacité par rapport au coût. L'efficacité énergétique joue un rôle prépondérant dans de nombreux scénarios pour la plupart des régions et des échelles de temps. Pour les bas niveaux de stabilisation, les scénarios mettent davantage l'accent sur l'utilisation de sources d'énergie à faible teneur en carbone, comme les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et le recours au piégeage et au stockage du CO₂ (PSC). Dans ces scénarios, l'amélioration de l'intensité en carbone des approvisionnements en énergie et de l'économie dans son ensemble doit être beaucoup plus rapide que par le passé (figure 5.2). (GT III 3.3, 3.4, RT.3, RiD)

Éventail des possibilités d'atténuation pour la stabilisation des concentrations de GES

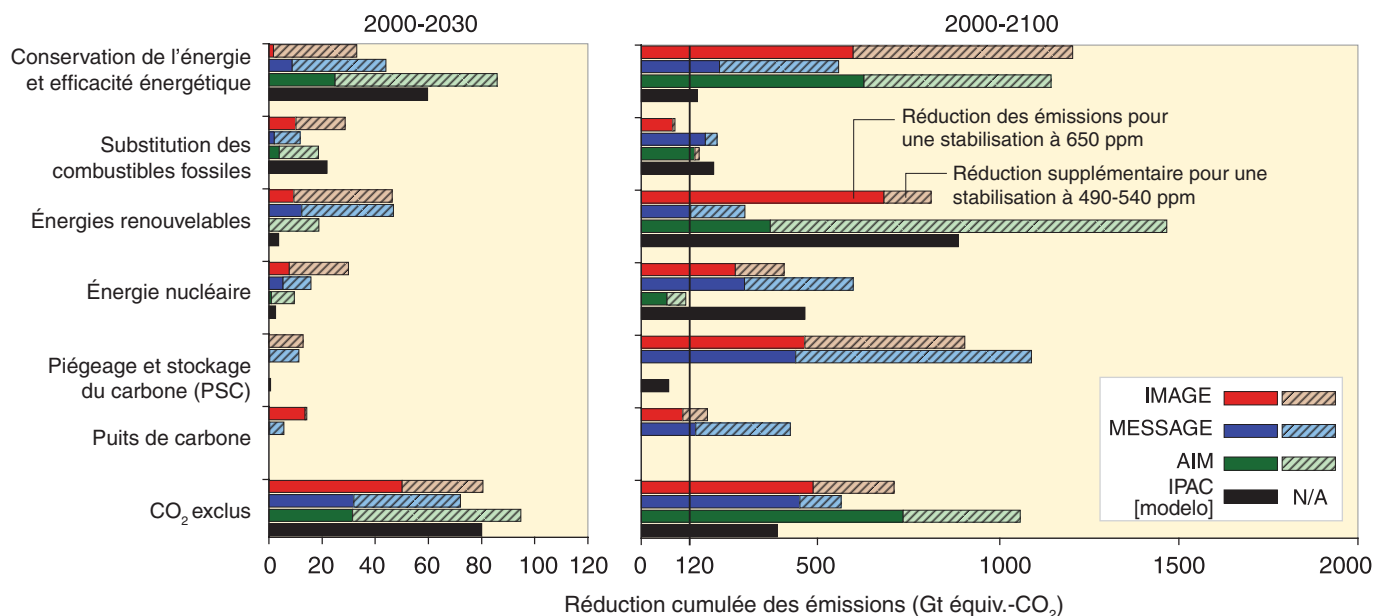


Figure 5.2 Réductions cumulées des émissions pour diverses mesures d'atténuation entre 2000 et 2030 (à gauche) et entre 2000 et 2100 (à droite). La figure présente des scénarios illustratifs tirés de quatre modèles (AIM, IMAGE, IPAC et MESSAGE) visant à une stabilisation à des niveaux respectivement bas (490 à 540 ppm équiv.-CO₂) et moyen (650 ppm équiv.-CO₂). Les bandes de couleur foncée indiquent les réductions pour un objectif de 650 ppm équiv.-CO₂ et les bandes de couleur claire les réductions supplémentaires pour atteindre 490 à 540 ppm équiv.-CO₂. Il est à noter que certains modèles ne prennent pas en compte l'atténuation due au renforcement des puits de carbone forestiers (AIM et IPAC) ou au piégeage et au stockage du CO₂ (AIM) et que, pour déterminer la part des solutions énergétiques pauvres en carbone dans l'approvisionnement total en énergie, il faut les inclure dans la base de référence. La valeur du piégeage et du stockage du CO₂ (PSC) tient compte de la biomasse. Les valeurs données pour les puits de carbone forestiers comprennent la réduction des émissions dues au déboisement. La figure présente des réductions d'émissions selon des scénarios de référence avec des émissions cumulées comprises entre 6 000 et 7 000 Gt équiv.-CO₂ (2000-2100). (GT III figure RiD.9)

³² À titre de comparaison, depuis près de deux décennies, les montants qu'affectent les gouvernements à la plupart des programmes de recherche dans le domaine énergétique restent stables ou diminuent en valeur réelle absolue (même après l'entrée en vigueur de la CCNUCC) et ne représentent aujourd'hui qu'environ la moitié de leur niveau en 1980. (GT III 2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2)

5.6 Coûts des mesures d'atténuation et objectifs de stabilisation à long terme

En règle générale, les coûts macroéconomiques de l'atténuation augmentent parallèlement à la rigueur des objectifs de stabilisation et sont relativement plus élevés lorsqu'ils sont calculés sur la base des scénarios de référence prévoyant des niveaux d'émissions élevés. (GT III RiD)

Une stabilisation entre 710 et 445 ppm équiv.-CO₂ en 2050 impliquerait, à l'échelle de la planète, des coûts macroéconomiques moyens se situant entre une hausse de 1 % et une baisse de 5,5 % du PIB mondial (*large concordance, degré moyen d'évidence*) (voir tableau 5.2). Cela équivaut à un ralentissement de la progression moyenne du PIB mondial de moins de 0,12 point de pourcentage par an. Les pertes estimatives en matière de PIB d'ici 2030 sont en moyenne inférieures et présentent un écart moindre par rapport à 2050 (voir le tableau 5.2). Les coûts s'écartent considérablement de la moyenne pour certains pays et secteurs.³³ (GT III 3.3, 13.3, RiD)

5.7 Coûts, avantages et effets climatiques évités aux niveaux mondial et régional

Les incidences des changements climatiques varieront selon les régions. Cumulées et actualisées, elles entraîneront très probablement des coûts nets annuels qui s'alourdiront à mesure que les températures augmenteront à l'échelle planétaire. (GT II RiD)

Selon les projections, pour une hausse de la température moyenne à la surface du globe de moins de 1 à 3 °C au-dessus des niveaux de 1980-1999, les incidences des changements climatiques devraient procurer des avantages liés au marché dans certains lieux et secteurs et, en même temps, occasionner des coûts dans d'autres lieux et secteurs. Les pertes moyennes à l'échelle du globe pourraient atteindre 1 à 5 % du PIB pour 4 °C de réchauffement, quoiqu'elles puissent se révéler beaucoup plus lourdes au niveau régional. (GT II 9.RE, 10.6, 15.RE, 20.6, RiD)

Des estimations validées établissent en moyenne le coût social du carbone (coût économique net des dommages causés par le changement

climatique, cumulé pour toute la planète et actualisé) à 12 \$ É.-U. par tonne de CO₂ en 2005, mais la fourchette obtenue sur cent estimations est large (- 3 à 95 \$ É.-U./t CO₂). Toutes les données publiées indiquent que, selon les projections, le coût net des dommages causés par le changement climatique sera important et ira croissant. (GT II 20.6, RiD)

Les chiffres cumulés pour la planète sous-estiment *très probablement* le coût des dommages, puisque nombre d'incidences sont impossibles à chiffrer. Il est *pratiquement certain* que les valeurs totales estimées des coûts masquent des écarts importants entre secteurs, régions, pays et populations. Dans certains lieux et au sein de certains segments de population très exposés, très vulnérables et/ou peu adaptables, les coûts nets seront sensiblement supérieurs à la moyenne planétaire. (GT II 7.4, 20.RE, 20.6, 20.RE, RiD)

D'après les résultats préliminaires et partiels d'un certain nombre d'analyses intégrées, les coûts et les avantages des mesures d'atténuation seraient du même ordre de grandeur, sans qu'il soit toutefois possible de déterminer avec certitude le mode de réduction des émissions ou le niveau de stabilisation pour lequel les avantages excéderaient les coûts. (GT III RiD)

Comparer les coûts de l'atténuation avec ceux des dommages évités exigerait d'exprimer, par un indice global de bien-être, les incidences en matière de bien-être pour des personnes vivant en des lieux et à des époques différentes. (GT II 18.RE)

Le choix de l'ampleur et du calendrier des mesures d'atténuation exige de mettre en balance les coûts économiques d'une baisse accélérée des émissions de GES et les risques climatiques à moyen et long terme découlant d'un retard d'intervention. (GT III RiD)

De nombreuses incidences peuvent être évitées, réduites ou retardées par des mesures d'atténuation. (GT II RiD)

Bien que les rares études d'impact menées pour évaluer les scénarios de stabilisation ne tiennent pas pleinement compte des incertitudes inhérentes aux projections concernant le climat en cours de stabilisation, elles fournissent néanmoins des indications sur les dommages évités et la réduction des risques pour différents niveaux de réduction d'émissions. Le rythme et l'ampleur des changements climatiques anthropiques à venir

Tableau 5.2. Estimation des coûts macroéconomiques mondiaux en 2030 et 2050, relativement à la base de référence établie pour les voies les moins coûteuses de stabilisation à long terme. (GT III 3.3, 13.3, tableaux RiD.4 et RiD.6)

Niveau de stabilisation (ppm équiv.-CO ₂)	Médiane de la baisse du PIB ^a (%)		Baisse du PIB ^b (%)		Ralentissement de la progression moyenne du PIB par an (points de pourcentage) ^{c, e}	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
445-535 ^d	Non disponible		< 3	< 5,5	< 0,12	< 0,12
535-590	0,6	1,3	0,2 à 2,5	légèrement moins de 4	< 0,1	< 0,1
590-710	0,2	0,5	- 0,6 à 1,2	- 1 à 2	< 0,06	< 0,05

Notes :

Les valeurs présentées s'appuient sur l'ensemble des textes qui fournissent des chiffres sur le PIB, indépendamment des bases de référence et des scénarios d'atténuation.

a) PIB mondial calculé selon les taux de change du marché.

b) La fourchette correspondant aux 10^e et 90^e percentiles des données analysées est précisée, le cas échéant. Les valeurs négatives représentent une hausse du PIB. La première ligne (445-535 ppm équiv.-CO₂) correspond uniquement à la limite supérieure des estimations fournies dans les textes.

c) Le ralentissement de la progression annuelle du PIB est le fléchissement moyen au cours de la période visée qui aboutirait à la décroissance du PIB indiquée en 2030 et 2050.

d) Les études sont peu nombreuses et s'appuient généralement sur des bases de référence basses. Des bases de référence plus élevées concernant les émissions majorent généralement les coûts.

e) Les valeurs correspondent à l'estimation maximale de la baisse du PIB apparaissant dans la troisième colonne.

³³Voir les précisions données sur l'estimation des coûts et les hypothèses des modèles dans la note de bas de page 24.

et de leurs incidences seront déterminés par des choix humains définissant diverses évolutions socioéconomiques et mesures d'atténuation qui influenceront sur les modes d'émissions. La figure 3.2 montre clairement que les divers scénarios d'émissions SRES pourraient aboutir à une évolution très différente du climat tout au long du XXI^e siècle. Certaines des incidences associées à des températures élevées à la figure 3.6 pourraient être évitées par l'adoption de voies de développement socioéconomique qui limitent les émissions et les changements climatiques connexes aux valeurs les plus basses des fourchettes présentées dans cette même figure. *(RSY 3.2, 3.3; GT III 3.5, 3.6, RiD)*

La figure 3.6 indique dans quelle mesure une réduction du réchauffement pourrait par exemple réduire le risque de perturbation de nombreux écosystèmes et d'extinction de diverses espèces et la probabilité d'une évolution à la baisse du rendement des cultures céréalières dans certaines régions. *(RSY 3.3, figure 3.6; GT II 4.4, 5.4, tableau 20.6)*

5.8 Considérations plus générales concernant l'environnement et la durabilité

Le développement durable peut atténuer la vulnérabilité aux changements climatiques, lesquels peuvent affaiblir la capacité des nations de parvenir à des modes de développement durables. *(GT II RiD)*

Il est *très probable* que les changements climatiques risquent de ralentir les progrès accomplis sur la voie du développement durable, soit directement par une exposition accrue à leurs effets néfastes, soit

indirectement par une altération de la capacité d'adaptation. Ils pourraient d'ailleurs empêcher la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement au cours du prochain demi-siècle. *(GT II RiD)*

Le changement climatique interagira à toutes les échelles avec d'autres sujets de préoccupation évolutifs concernant l'environnement et les ressources naturelles, dont la pollution des eaux, des sols et de l'air, les dangers sanitaires, les risques de catastrophes et le déboisement. En l'absence de mesures d'atténuation et d'adaptation intégrées, leurs effets conjugués pourraient s'exacerber à l'avenir. *(GT II 20.3, 20.7, 20.8, RiD)*

Les mesures prises aux fins d'un développement plus durable peuvent accroître les capacités d'atténuation et d'adaptation, faire reculer les émissions et réduire la vulnérabilité, mais des obstacles peuvent s'opposer à leur mise en œuvre. *(GT II 20.8; GT III 12.2, RiD)*

Les capacités d'adaptation et d'atténuation peuvent être renforcées par le développement durable. Celui-ci peut ainsi réduire la vulnérabilité au changement climatique en diminuant la sensibilité (par l'adaptation) et/ou l'exposition (par l'atténuation). Actuellement, peu de plans de promotion de la durabilité prévoient cependant explicitement l'adaptation aux effets des changements climatiques ou le renforcement des capacités d'adaptation. De même, l'adoption de nouveaux modes de développement pourrait concourir sensiblement à l'atténuation, mais exigerait des ressources pour surmonter les nombreux obstacles. *(GT II 20.3, 20.5, RiD; GT III 2.1, 2.5, 12.1, RiD)*

6

Conclusions robustes, incertitudes clés

Conclusions robustes, incertitudes clés

Dans le présent rapport comme dans le TRE, on entend par conclusion robuste en matière de changements climatiques toute conclusion qui reste valable pour un large éventail de démarches, de méthodes, de modèles et d'hypothèses et qui devrait généralement le rester malgré les incertitudes. Quant aux incertitudes clés, ce sont des incertitudes qui, une fois levées, peuvent donner lieu à de nouvelles conclusions robustes. *(TRE RSY Q.9)*

Les conclusions robustes n'englobent pas l'ensemble des conclusions essentielles du quatrième Rapport d'évaluation, dont certaines peuvent être pertinentes pour l'élaboration des politiques même si elles sont liées à d'importantes incertitudes. *(GT II 20.9)*

La liste des conclusions robustes et des incertitudes clés figurant ci-après n'est pas exhaustive.

6.1 Les changements climatiques observés, leurs effets et leurs causes

Conclusions robustes

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer *(GT I 3.9, RiD)*

Sur tous les continents et dans certains océans, nombre de systèmes naturels sont perturbés par des changements climatiques régionaux. Les modifications observées de nombreux systèmes physiques et biologiques concordent avec ce réchauffement. Sous l'effet de l'absorption de CO₂ anthropique depuis 1750, l'acidité des couches superficielles de l'océan a augmenté. *(GT I 5.4, GT II 1.3)*

Les émissions anthropiques annuelles totales de GES, pondérées en fonction de leur potentiel de réchauffement global sur 100 ans, se sont accrues de 70 % entre 1970 et 2004. Sous l'effet de ces émissions, les valeurs de la concentration de N₂O dans l'atmosphère sont actuellement bien supérieures aux valeurs préindustrielles couvrant plusieurs milliers d'années, et celles de la concentration de CH₄ et de CO₂ excèdent aujourd'hui largement l'intervalle de variation naturelle pour les 650 000 dernières années. *(GT I RiD, GT III 1.3)*

L'essentiel du réchauffement général moyen constaté depuis 50 ans est *très probablement* attribuable à l'augmentation de concentration des GES anthropiques. Il est en outre *probable* qu'en moyenne, tous les continents, à l'exception de l'Antarctique, ont subi les effets d'un réchauffement anthropique marqué. *(GT I 9.4, RiD)*

Il est *probable* que le réchauffement anthropique survenu depuis trente ans a joué un rôle notable à l'échelle du globe dans l'évolution observée de nombreux systèmes physiques et biologiques. *(GT II 1.4, RiD)*

Incertitudes clés

Les données relatives au climat restent insuffisantes dans certaines régions. De plus, les données et les études concernant les changements observés dans les systèmes naturels et aménagés sont très inégalement réparties d'une région à l'autre et sont particulièrement peu abondantes dans les pays en développement. *(GT I RiD ; GT II 1.3, RiD)*

La variabilité des phénomènes extrêmes, comme la sécheresse, les cyclones tropicaux, les températures extrêmes ou la fréquence et l'intensité des précipitations, est plus difficile à analyser et à surveiller que les moyennes climatiques, car cela nécessite de longues séries chronologiques de données à haute résolution spatiale et temporelle. *(GT I 3.8, RiD)*

Il est difficile de déceler les effets des changements climatiques sur les systèmes humains et certains systèmes naturels en raison de l'adaptation et des facteurs non climatiques. *(GT II 1.3)*

La simulation des variations de températures observées et leur attribution à des causes naturelles ou humaines à des échelles inférieures à l'échelle continentale soulèvent toujours des difficultés. A ces échelles, il est en effet malaisé de discerner l'influence du réchauffement anthropique sur les systèmes physiques et biologiques en raison de facteurs tels que les changements d'affectation des terres ou la pollution. *(GT I 8.3, 9.4, RiD ; GT II 1.4, RiD)*

Des incertitudes clés subsistent quant à l'ampleur des émissions de CO₂ dues aux changements d'affectation des terres et à celle des émissions de CH₄ provenant de diverses sources. *(GT I 2.3, 7.3, 7.4 ; GT III 1.3, RT.14)*

6.2 Éléments moteurs et projections concernant l'évolution future du climat et ses incidences

Conclusions robustes

Vu les politiques d'atténuation des effets des changements climatiques et les pratiques de développement durable déjà en place, les émissions mondiales de GES continueront d'augmenter au cours des prochaines décennies *(GT III 3.2, RiD)*

Un réchauffement d'environ 0,2 °C par décennie au cours des vingt prochaines années est anticipé dans plusieurs scénarios d'émissions SRES *(GT I 10.3, 10.7, RiD)*

La poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé devrait accentuer le réchauffement et modifier profondément le système climatique au XXI^e siècle. Il est *très probable* que ces changements seront plus importants que ceux observés pendant le XX^e siècle. *(GT I 10.3, 11.1, RiD)*

Tous les scénarios prévoient que le réchauffement sera plus marqué sur les terres émergées que dans les océans voisins et qu'il sera particulièrement sensible aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord. *(GT I 10.3, 11.1, RiD)*

Le réchauffement tend à freiner le piégeage du CO₂ atmosphérique par les écosystèmes terrestres et les océans, ce qui a pour conséquence d'augmenter la part des émissions anthropiques qui reste dans l'atmosphère. *(GT I 7.3, 10.4, 10.5, RiD)*

Même si les émissions de gaz à effet de serre diminuaient suffisamment pour stabiliser la concentration de ces gaz, le réchauffement anthropique et l'élévation du niveau de la mer se poursuivraient pendant des siècles en raison des échelles de temps propres aux processus et aux rétroactions climatiques. *(GT I 10.7, RiD)*

Il est *très improbable* que la sensibilité du climat à l'équilibre soit inférieure à 1,5 °C. *(GT I 8.6, 9.6, encadré 10.2, RiD)*

Il est *probable* que certains systèmes, secteurs et régions seront plus durement touchés que d'autres par l'évolution du climat. Au nombre de ces systèmes et secteurs figurent certains écosystèmes (toundra, forêt boréale et régions montagneuses, écosystèmes de type méditerranéen, mangroves, marais salants, récifs coralliens et biome des glaces de mer), les basses terres littorales, les ressources en eau dans les zones tropicales et subtropicales sèches et dans les zones tributaires de la fonte de la neige et de la glace, l'agriculture aux basses latitudes et l'état sanitaire des populations disposant d'une faible capacité d'adaptation. Les régions concernées sont l'Arctique, l'Afrique, les petites îles et les grands deltas asiatiques et africains. Dans les autres régions du globe, même prospères, des segments particuliers de la population, tout comme certaines zones et activités, risquent d'être gravement menacés. *(GT II RT.4.5)*

Il est *très probable* que la fréquence et l'intensité accrues de certains phénomènes météorologiques extrêmes accentueront les incidences. Comme l'ont montré divers événements récents, la vulnérabilité aux vagues de chaleur, aux cyclones tropicaux, aux inondations et à la sécheresse d'un certain nombre de secteurs et de régions, y compris de pays développés, est une source de préoccupation plus vive aujourd'hui qu'à l'époque du troisième Rapport d'évaluation. *{GT II tableau RiD.2, 19.3}*

Incertitudes clés

L'incertitude quant à la sensibilité du climat à l'équilibre engendre une incertitude quant au réchauffement anticipé selon un scénario donné de stabilisation des émissions d'équivalent-CO₂. L'incertitude quant à la rétroaction du cycle du carbone engendre une incertitude quant à l'évolution des émissions requise pour parvenir à un certain niveau de stabilisation. *{GT I 7.3, 10.4, 10.5, RiD}*

Les estimations relatives à l'influence des diverses rétroactions sur le système climatique varient considérablement selon les modèles, notamment en ce qui concerne les rétroactions liées à la nébulosité, à l'absorption de chaleur par les océans ou au cycle du carbone, malgré les progrès réalisés dans ce domaine. En outre, le degré de confiance accordé aux projections est plus élevé pour certaines variables (par exemple la température) que pour d'autres (par exemple les précipitations), et il l'est également plus dans le cas des grandes échelles spatiales et des périodes de longue durée pour la détermination des moyennes temporelles. *{GT I 7.3, 8.1-8.7, 9.6, 10.2, 10.7, RiD ; GT II 4.4}*

Les incidences des aérosols sur l'ampleur de la réaction des températures, sur la nébulosité et sur les précipitations demeurent incertaines. *{GT I 2.9, 7.5, 9.2, 9.4, 9.5}*

L'évolution future de la masse des nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique, notamment sous l'effet des variations de l'écoulement glaciaire, est une source d'incertitude majeure susceptible de modifier à la hausse les projections concernant l'élévation du niveau de la mer. L'incertitude quant à l'absorption de la chaleur par les océans ajoute, elle aussi, à l'incertitude concernant cette élévation. *{GT I 4.6, 6.4, 10.3, 10.7, RiD}*

Il est impossible d'évaluer de façon fiable les variations de la circulation océanique à grande échelle au-delà du XXI^e siècle en raison des incertitudes concernant la quantité d'eau de fonte en provenance de l'inlandsis groenlandais et la réponse des modèles au réchauffement. *{GT I 6.4, 8.7, 10.3}*

Les projections relatives aux changements climatiques et à leurs incidences au-delà de 2050 environ dépendent dans une large mesure des scénarios et des modèles. Une meilleure compréhension des sources d'incertitude et un renforcement des réseaux d'observation systématique permettraient de les améliorer. *{GT II RT.6}*

La recherche sur les incidences est entravée par les incertitudes qui entourent les projections régionales concernant les changements climatiques, en particulier les précipitations. *{GT II RT.6}*

Dans l'ensemble, la compréhension des phénomènes peu probables mais à fort impact ainsi que des incidences cumulées de phénomènes successifs de moindre ampleur est insuffisante, alors qu'elle est indispensable pour prendre des décisions fondées sur les risques. *{GT II 19.4, 20.2, 20.4, 20.9, TR.6}*

6.3 Réponses aux changements climatiques

Conclusions robustes

On commence à prendre certaines mesures d'adaptation (des activités humaines) à une échelle limitée ; il faudra les développer et les généraliser pour réduire la vulnérabilité aux changements climatiques. *{GT II 17.RE, 20.5, tableau 20.6, RiD}*

Il est *probable* que, si l'évolution du climat se poursuivait sans intervention, la capacité d'adaptation des systèmes naturels, aménagés et humains, serait dépassée à longue échéance *{GT II 20.7, RiD}*

Un large éventail de possibilités d'atténuation sont déjà disponibles ou devraient l'être d'ici 2030 dans tous les secteurs, ce qui représente un potentiel économique d'atténuation (pour un coût s'échelonnant d'un coût net négatif à un coût pouvant atteindre 100 dollars É.-U./t équiv.-CO₂) suffisant pour compenser la hausse anticipée des émissions globales ou ramener celles-ci au-dessous des niveaux actuels en 2030. *{GT III 11.3, RiD}*

Il est possible de diminuer, de différer ou d'éviter de nombreux effets grâce aux mesures d'atténuation. Les efforts et les investissements qui seront réalisés dans les vingt à trente prochaines années auront une incidence notable sur la possibilité de stabiliser les concentrations à un niveau relativement bas. Tout retard pris dans la réduction des émissions amenuiserait sensiblement cette possibilité et accentuerait les risques d'aggravation des effets *{GT II RiD, GT III RiD}*

Les divers niveaux de stabilisation de la concentration des GES qui ont été analysés pourraient être atteints en déployant un éventail de technologies qui sont déjà commercialisées ou qui devraient l'être d'ici quelques décennies, à condition toutefois que des mesures adaptées et efficaces soient prises et que les obstacles soient levés. En outre, il faudrait intensifier la RD&D en vue d'améliorer les performances techniques des nouvelles technologies, de réduire leurs coûts et de généraliser leur utilisation. Plus les niveaux de stabilisation seront bas, plus grande sera la nécessité d'investir dans de nouvelles technologies au cours des prochaines décennies. *{GT III 3.3, 3.4}*

Le choix d'orientations favorisant un développement plus durable peut grandement contribuer à atténuer les effets des changements climatiques, à faciliter l'adaptation à ces changements et à réduire la vulnérabilité à leur égard. *{GT II 18.7, 20.3, RiD ; GT III 13.2, RiD}*

Les décisions concernant les politiques d'ordre macroéconomique ou autre qui semblent sans rapport avec les changements climatiques peuvent avoir une incidence notable sur les taux d'émission. *{GT III 12.2}*

Incertitudes clés

On connaît mal la façon dont les planificateurs du développement tiennent compte des informations sur la variabilité du climat et les changements climatiques, ce qui compromet toute évaluation d'ensemble de la vulnérabilité. *{GT II 18.8, 20.9}*

Les voies de développement socioéconomique déterminent l'évolution et l'utilisation des capacités d'adaptation et d'atténuation. *{GT II 17.3, 17.4, 18.6, 19.4, 20.9}*

Il existe des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas toujours parfaitement, notamment parce que l'efficacité des mesures d'adaptation dépend dans une large mesure de facteurs de risque géographiques et climatiques particuliers ainsi que de diverses contraintes institutionnelles, politiques et financières. *{GT II RiD}*

Les valeurs estimées des coûts et du potentiel d'atténuation sont établies en fonction d'un certain nombre d'hypothèses relatives à l'évolution future de la croissance socioéconomique, de l'évolution technologique et des modes de consommation. Les hypothèses concernant les facteurs de diffusion des technologies et les possibilités d'efficacité technologique et de réduction des coûts à longue échéance sont sources d'incertitude. Par ailleurs, on connaît mal les effets des changements de comportement et de mode de vie. *{GT III 3.3, 3.4, 11.3}*

Les effets des politiques non climatiques sur les émissions sont insuffisamment chiffrés. *{GT III 12.2}*

Annexe I

Guide de l'utilisateur et accès à des informations plus détaillées

Conformément à la définition donnée dans les procédures du GIEC, le Rapport de synthèse (RSY) fait la synthèse de l'ensemble des éléments d'information figurant dans les rapports d'évaluation et les rapports spéciaux du GIEC. Le RSY du quatrième Rapport d'évaluation contient des éléments d'information tirés des contributions des trois Groupes de travail du GIEC au quatrième Rapport d'évaluation et, selon les besoins, d'autres rapports du GIEC. Il se fonde exclusivement sur les évaluations effectuées par les Groupes de travail du GIEC et ne traite ni ne procède à l'évaluation des publications scientifiques originales proprement dites.

Si le Rapport de synthèse se suffit pour une bonne part à lui-même, il constitue cependant un résumé très condensé des informations les plus intéressantes tirées des rapports des trois Groupes de travail. Les utilisateurs qui le souhaiteraient peuvent accéder aux éléments d'information pertinents selon le niveau de détail requis de la façon suivante :

- Le résumé à l'intention des décideurs (RiD) du Rapport de synthèse correspond au résumé le plus condensé de nos connaissances actuelles en ce qui concerne les aspects scientifiques, techniques et socioéconomiques des changements climatiques. Toutes les références entre accolades qui se trouvent dans ce résumé renvoient aux sections numérotées correspondantes du Rapport de synthèse proprement dit.
- L'introduction et les six points du Rapport de synthèse proprement dit donnent des informations plus détaillées et plus complètes que le résumé à l'intention des décideurs. Les références entre accolades renvoient aux chapitres, aux résumés à l'intention des décideurs et aux résumés techniques des rapports élaborés par les trois Groupes de travail du GIEC et, dans certains cas, à d'autres sections thématiques du Rapport de synthèse lui-même. Les références au troisième Rapport d'évaluation (TRE) du GIEC (2001) portent la mention « TRE » avant celle du rapport cité.
- Les utilisateurs qui souhaitent en apprendre plus long sur les aspects scientifiques ou avoir accès aux ouvrages scientifiques sur lesquels le Rapport de synthèse est fondé se reporteront aux chapitres pertinents des rapports des Groupes de travail du GIEC qui sont mentionnés dans le RSY. Ces chapitres fournissent des références complètes au sujet des ouvrages scientifiques sur lesquels sont fondés les rapports d'évaluation du GIEC et proposent en outre des informations très détaillées par région et par secteur.

On trouvera ci après un glossaire détaillé, une liste d'acronymes, de sigles et d'unités de mesures et un index qui devraient faciliter la consultation du présent rapport par des lecteurs aussi nombreux que possible.

Annexe II

Glossaire

Rédacteur : Alfons P. M. Baede (Pays Bas)

Corédacteurs : Paul van der Linden (Royaume-Uni), Aviel Verbruggen (Belgique)

Le présent glossaire est fondé sur les glossaires figurant dans les contributions des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Des efforts particuliers ont été déployés en matière d'ajouts, de cohérence et de raccourcissement des définitions, afin d'en faciliter l'utilisation.

Les termes en italique ont la signification suivante : *Référence à une autre entrée du glossaire* ; *Référence secondaire au glossaire* (termes qui figurent dans un glossaire des contributions des Groupes de travail du GIEC au quatrième Rapport d'évaluation ou qui sont définis dans le texte d'une entrée du présent glossaire).

A.

Absorption, diffusion et émission de rayonnement

Le rayonnement électromagnétique peut interagir de diverses façons avec la matière, que celle-ci se présente sous la forme des atomes ou des molécules d'un gaz (par exemple les gaz de l'*atmosphère*) ou sous la forme de matière particulaire, solide ou liquide (par exemple les *aérosols*). La matière **émet** elle-même un rayonnement en fonction de sa composition et de sa température. Le rayonnement peut aussi être absorbé par la matière, l'énergie **absorbée** étant alors transférée ou réémise. Enfin, le rayonnement peut être dévié de son trajet initial (**diffusé**) par suite de son interaction avec la matière.

Accord volontaire

Accord librement conclu entre une instance gouvernementale et une ou plusieurs parties relevant du secteur privé au sujet de la réalisation de certains objectifs environnementaux ou de l'amélioration des résultats en matière d'environnement au-delà des obligations à remplir. Les accords volontaires ne sont pas tous véritablement volontaires ; certains comportent des récompenses et/ou des pénalités liées à l'adhésion aux engagements pris ou à leur réalisation.

Acidification de l'océan

Diminution du *pH* de l'eau de mer due à l'absorption de *dioxyde de carbone anthropique*.

Action volontaire

Programmes non officiels, engagements personnels et déclarations par lesquels les parties prenantes (entreprises ou groupe d'entreprises) déterminent leurs propres objectifs et s'emploient souvent à assurer elles-mêmes leurs activités de surveillance et de compte rendu.

Activités exécutées conjointement

Phase pilote de la *mise en œuvre conjointe*, telle qu'elle est définie dans l'article 4.2(a) de la *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)* et qui favorise la mise en œuvre d'activités de projets entre pays développés (et leurs entreprises) de même qu'entre pays développés et pays en développement (et leurs entreprises). Les activités exécutées conjointement devraient permettre aux Parties à la CCNUCC d'acquiescer de l'expérience en ce domaine. Il n'est pas prévu de valider les activités de ce genre pendant la phase pilote. Rien n'est encore décidé quant à l'avenir des projets d'activités exécutées conjointement et à la façon dont ils peuvent se rattacher aux *mécanismes de Kyoto*. Sous la forme simple de permis négociables, les activités exécutées conjointement et autres formules fondées sur le marché représentent des mécanismes qui pourraient grandement contribuer à la mobilisation de ressources supplémentaires pour la réduction des émissions. Voir aussi *Mécanisme pour un développement propre* et *Échange de droits d'émissions*.

Activité solaire

Le Soleil traverse des périodes de grande activité, qui se traduisent par une augmentation du nombre de taches solaires ainsi que par un accroissement du rayonnement solaire, de l'activité magnétique et des flux de particules de haute énergie. Ces fluctuations s'effectuent à des échelles de temps qui peuvent varier de plusieurs millions d'années à quelques minutes.

Actualisation

Opération mathématique permettant de comparer des montants en numéraire (ou autres) reçus ou dépensés à des moments (années) différents. L'opérateur utilise un taux d'actualisation fixe ou, éventuellement, variable (> 0) d'une année à l'autre, qui fait qu'une valeur future vaut moins aujourd'hui. En cas d'*approche descriptive* de l'actualisation, on accepte les taux d'actualisation qui sont effectivement appliqués par les particuliers (épargnants et investisseurs) dans leurs décisions quotidiennes (*taux d'actualisation privé*). Dans le cas d'une *approche prescriptive (éthique ou normative)* de l'actualisation, le taux d'actualisation est fixé d'un point de vue social, fondé par exemple sur une appréciation éthique des intérêts des générations futures (*taux social d'actualisation*).

Adaptation

Initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des *changements climatiques* réels ou prévus. On distingue plusieurs sortes d'adaptation : *anticipative* ou *réactive*, de caractère *privé* ou *public, autonome* ou *planifiée*. Citons à titre d'exemple l'édification de digues le long des cours d'eau ou des côtes et le remplacement des plantes fragiles par des espèces résistant aux chocs thermiques.

Aérosols

Ensemble de particules solides ou liquides en suspension dans l'air, dont la taille varie généralement de 0,01 à 10 μm (millionième de mètre) et qui séjournent dans l'atmosphère plusieurs heures au moins. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou humaine (*anthropique*). Ils peuvent influer sur le *climat* de diverses façons : directement, par diffusion ou *absorption* du rayonnement, et indirectement, en agissant comme des noyaux de condensation pour la formation de nuages ou en modifiant les propriétés optiques et la durée de vie des nuages.

Albédo

Fraction du *rayonnement solaire* réfléchi par une surface ou un objet, souvent exprimée en pourcentage. Les surfaces enneigées ont un albédo élevé, les sols de surface ont un albédo élevé à faible et les surfaces couvertes de végétation et les océans ont un albédo faible. L'albédo de la Terre varie principalement en fonction de la nébulosité, de l'enneigement, de l'englacement, de la surface foliaire et des variations du couvert terrestre.

Anthropique

Résultant de l'action de l'homme ou fait par lui.

Apprentissage par la pratique

À mesure que les chercheurs et les entreprises se familiarisent avec de nouveaux procédés technologiques ou qu'ils acquièrent de l'expérience par suite de l'accroissement de la production, ils peuvent découvrir des moyens d'améliorer ces procédés ou d'en réduire les coûts. L'apprentissage par la pratique est une forme d'évolution technologique fondée sur l'expérience.

Atmosphère

Enveloppe gazeuse de la Terre. L'atmosphère sèche est composée presque entièrement d'azote (rapport de mélange en volume de 78,1 %) et d'oxygène (rapport de mélange en volume de 20,9 %) ainsi que d'un certain nombre de gaz présents à l'état de trace, tels que l'argon (rapport de mélange en volume de 0,93 %), l'hélium et des gaz à effet de serre qui influent sur le rayonnement, notamment le *dioxyde de carbone* (rapport de mélange en volume de 0,035 %) et l'*ozone*. En outre, l'atmosphère contient de la vapeur d'eau en proportion très variable, mais généralement dans un rapport de mélange en volume d'environ 1 %. L'atmosphère contient également des nuages et des *aérosols*.

Atténuation

Modification et substitution des techniques employées dans le but de réduire les ressources engagées et les émissions par unité de production. Bien que certaines politiques sociales, économiques et technologiques puissent contribuer à réduire les émissions, du point de vue du *changement climatique*, l'atténuation signifie la mise en œuvre de politiques destinées à réduire les émissions de *gaz à effet de serre* et à renforcer les *puits*.

Attribution

Voir *Détection et attribution*.

Avantages connexes

Avantages qu'offrent les politiques mises en œuvre pour de multiples raisons au même moment, étant entendu que la plupart des politiques d'*atténuation* des émissions de *gaz à effet de serre* ont d'autres motifs, souvent aussi importants (par exemple en matière de développement, de durabilité et d'équité).

Avantages des mesures d'adaptation

Dépenses d'indemnisation évitées ou avantages résultant de l'adoption et de l'exécution de mesures d'*adaptation*.

Avantages nets liés au marché

Le *changement climatique*, notamment lorsqu'il est modéré, devrait avoir des effets positifs et négatifs sur les secteurs fondés sur le marché, avec cependant des différences marquées selon les secteurs et les *régions* et selon son rythme et son ampleur. On appelle *avantages nets liés au marché* la somme des avantages et des *coûts* liés au marché propres à tous les secteurs et à toutes les régions pour une période déterminée. Ces avantages ne tiennent pas compte des *effets non liés au marché*.

B.

Base de référence

Référence pour des quantités mesurables à partir de laquelle on peut mesurer un autre résultat ; par exemple, un *scénario* de non intervention sert de référence pour l'analyse des scénarios fondés sur l'hypothèse d'une intervention.

Bassin

Surface d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un lac.

Bassin hydrographique

Zone qui recueille et draine les eaux pluviales.

Bilan de masse (des glaciers, calottes glaciaires ou nappes glaciaires)

Bilan entre le gain de masse de la masse de glace (accumulation) et la perte de masse (ablation, vèlage d'icebergs). La terminologie dans ce domaine comprend les termes suivants:

Bilan de masse spécifique : perte ou gain net de masse pendant la durée d'un *cycle hydrologique* en un point donné de la surface d'un *glacier* ;

Bilan de masse totale (d'un glacier) : bilan de masse spécifique intégré spatialement pour toute la surface du glacier ; perte ou gain total de masse d'un glacier pendant la durée d'un cycle hydrologique ;

Bilan de masse spécifique moyen : bilan de masse totale par unité de surface du glacier. Lorsque la surface est spécifiée (*bilan de masse surfacique spécifique*, etc.), on ne tient pas compte de l'écoulement glaciaire ; dans le cas contraire, l'écoulement glaciaire et le vèlage d'icebergs sont pris en compte dans le bilan massique. Le bilan de masse surfacique spécifique est positif dans la zone d'accumulation et négatif dans la zone d'ablation.

Bilan énergétique

Différence entre l'énergie d'entrée totale et l'énergie de sortie totale dans le *système climatique*. Un bilan positif donne lieu à un réchauffement, un bilan négatif, à un refroidissement. Calculé en moyenne pour l'ensemble de la planète et sur des périodes prolongées, ce bilan doit être égal à zéro. Comme le *système climatique* tire pratiquement toute son énergie du Soleil, un bilan égal à zéro signifie que, globalement, la quantité de *rayonnement solaire* incident est en moyenne égale à la somme du rayonnement solaire réfléchi et du *rayonnement infrarouge thermique* ascendant émis par le système climatique. Toute perturbation de cet équilibre radiatif global, qu'elle soit *anthropique* ou d'origine naturelle, est appelée *forçage radiatif*.

Biocarburant

Carburant obtenu à partir de matière organique sèche ou d'huiles combustibles d'origine végétale. L'alcool, la liqueur noire issue de la préparation de la pâte à

papier, le bois et l'huile de soja sont des exemples de biocarburants.

Biodiversité

Diversité totale de tous les organismes et écosystèmes présents à diverses échelles spatiales (depuis les gènes jusqu'aux *biomes* entiers).

Biomasse

Masse totale des organismes vivants présents dans un périmètre ou un volume donné ; les végétaux morts depuis peu sont souvent inclus en tant que biomasse morte. La quantité de biomasse est exprimée en poids sec, en contenu énergétique (*énergie*) ou en teneur en carbone ou en azote.

Biome

Élément régional majeur et distinct de la *biosphère*, généralement constitué de plusieurs écosystèmes (*forêts*, cours d'eau, étangs, marécages, etc. dans une *région de même climat*). Les biomes se caractérisent par des communautés végétales et animales particulières.

Biome des glaces de mer

Biome constitué de tous les organismes marins vivant dans ou sur la banquise (eau de mer gelée) des océans polaires.

Biosphère (terrestre et marine)

Partie du système terrestre comprenant tous les *écosystèmes* et organismes vivants présents dans l'*atmosphère*, sur terre (*biosphère terrestre*) ou dans les océans (*biosphère marine*), y compris la matière organique morte qui en provient, telle que la litière, la matière organique des sols et les détritiques des océans.

Blanchissement des coraux

Décoloration des *coraux* résultant de la disparition des organismes symbiotiques qui leur fournissent de l'énergie.

Boisement

Plantation de nouvelles forêts sur des terres qui, historiquement, n'en possédaient pas (depuis 50 ans au moins). Pour une analyse plus approfondie du terme *forêt* et d'autres termes connexes tels que *boisement*, *reboisement* et *déboisement*, on se reportera au rapport spécial du GIEC intitulé « *Land Use, Land Use Change, and Forestry* » (Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) (IPCC, 2000). Voir également le rapport intitulé « *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types* » (Définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines) (IPCC, 2003).

C.

Calotte glaciaire

Masse de glace en forme de dôme recouvrant une zone située en altitude, d'une superficie très inférieure à celle d'une *nappe glaciaire*.

Capacité d'adaptation

Ensemble des capacités, des ressources et des institutions d'un pays ou d'une *région* lui permettant de mettre en œuvre des mesures d'*adaptation* efficaces.

Capacité d'atténuation

Capacité d'un pays de réduire les émissions de *gaz à effet de serre anthropiques* ou de renforcer les *puits* naturels. Cette capacité se rapporte aux savoir-faire, aux aptitudes et aux compétences dont dispose un pays et dépend de la technologie, des institutions, de la richesse, de l'équité, des *infrastructures* et de l'information. La capacité d'atténuation est un élément essentiel de tout développement durable au niveau national.

Carotte de glace

Cylindre de glace prélevé par forage dans un *glacier* ou une *nappe glaciaire*.

Changement climatique

Variation de l'état du *climat*, que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels, à des *forçages externes* ou à des changements *anthropiques* persistants dans la composition de l'*atmosphère* ou dans l'*utilisation des terres*. On notera que la *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*, dans son article premier, définit les changements climatiques comme des « changements qui sont attribués directement ou indirectement à une

activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui vient s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ». La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles. Voir également *Variabilité du climat ; Détection et attribution*.

Changement climatique brusque

La non linéarité du *système climatique* peut conduire à des *changements climatiques* brusques, parfois dénommés *changements climatiques rapides*, *événements brusques* ou même *événements surprise*. Le terme *brusque* se réfère souvent à des échelles temporelles plus courtes que l'échelle temporelle type du forçage responsable. Toutefois, tous les changements climatiques brusques ne sont pas forcément imputables à des *forçages externes*. Au nombre des événements brusques possibles qui ont été envisagés figurent une réorganisation de grande ampleur de la circulation thermohaline, une déglaciation rapide et une fonte massive du *pergélisol* ou un accroissement de la respiration des sols entraînant de rapides changements dans le *cycle du carbone*. D'autres événements peuvent survenir de façon totalement inattendue, à la suite d'un forçage intense à évolution rapide d'un système non linéaire.

Changement structurel

Changement, par exemple, des parts relatives du *produit intérieur brut* imputables aux différents secteurs de l'économie (industrie, agriculture, services, etc.). De façon plus générale, un changement structurel correspond à la transformation d'un système, à l'occasion de laquelle on remplace ou on prévoit de remplacer certains éléments par d'autres.

Chlorofluorocarbones (CFC)

Voir *Hydrocarbures halogénés*.

Circulation méridienne océanique

Circulation convective méridienne (nord-sud) à grande échelle, moyennée zonalement, dans les océans. Dans l'Atlantique, cette circulation mobilise les eaux relativement chaudes des couches supérieures vers le nord et les eaux relativement froides des couches profondes vers le sud. Le *Gulf Stream* fait partie de cette circulation atlantique.

Climat

Au sens étroit du terme, le climat désigne en général « le temps moyen » ou, plus précisément, se réfère à une description statistique fondée sur les moyennes et la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (la période type, définie par l'Organisation météorologique mondiale, est de 30 ans). Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, la hauteur de précipitation et le vent. Dans un sens plus large, le climat désigne l'état du *système climatique*, y compris sa description statistique. Dans plusieurs sections du présent rapport, on utilise également des périodes types d'une durée différente, par exemple des périodes de 20 ans.

Combustibles fossiles

Combustibles carbonés extraits des dépôts de carbone fossile (charbon, tourbe, pétrole, gaz naturel, etc.).

Concentration d'équivalent dioxyde de carbone

Voir l'encadré intitulé « Émissions et concentration d'équivalent dioxyde de carbone (équivalent- CO_2) » dans la section consacrée au point 2 du présent rapport.

Confiance

Le niveau de confiance dans la justesse d'un résultat est exprimé, dans le présent rapport, au moyen d'une terminologie standard définie comme suit :

Terminologie	Degré de confiance dans la justesse d'un résultat
Degré de confiance très élevé	Au moins 9 chances sur 10 de tomber juste
Degré de confiance élevé	Environ 8 chances sur 10
Degré de confiance moyen	Environ 5 chances sur 10
Faible degré de confiance	Environ 2 chances sur 10
Très faible degré de confiance	Moins de 1 chance sur 10

Voir également *Probabilité ; Incertitude*.

Conformité

La conformité fait référence à la capacité des pays à se conformer aux dispositions d'un accord ainsi qu'à la mesure dans laquelle ils s'y conformeront. Elle dépend de la mise en œuvre des politiques ordonnées, mais aussi du degré de concordance des mesures appliquées avec ces politiques. La conformité indique à quel point les différents acteurs dont le comportement est remis en cause par l'accord (administrations locales, sociétés, organisations, particuliers, etc.) se sont effectivement conformés aux mesures de mise en œuvre et aux obligations y afférentes. Voir aussi *Mise en œuvre*.

Consommation d'eau

Quantité d'eau irrémédiablement perdue lors de son utilisation (par évaporation et production de biens). La consommation d'eau correspond à la différence entre l'eau prélevée et l'eau rejetée.

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)

Convention adoptée le 9 mai 1992 à New York et signée par plus de 150 pays et par la Communauté européenne lors du Sommet Planète Terre, qui s'est tenu à Rio de Janeiro en 1992. Son objectif ultime est de « stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». Elle contient des engagements pour toutes les Parties. Conformément à la Convention, les *Parties figurant à l'annexe I* (les pays faisant partie de l'OCDE en 1990 et les *pays à économie en transition*) doivent s'employer à ramener en 2000 les émissions de gaz à effet de serre non réglementées par le Protocole de Montréal à leur niveau de 1990. La Convention est entrée en vigueur en mars 1994. Voir *Protocole de Kyoto*.

Convention-cadre sur les changements climatiques

Voir *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*.

Corail

Le terme « corail » a plusieurs significations, mais désigne habituellement l'ordre des Scléractinies, dont tous les membres possèdent des exosquelettes calcaires et qui se divisent en coraux qui construisent des récifs (hermatypiques) et en coraux qui n'en construisent pas ou en coraux d'eaux froides et en coraux d'eaux chaudes. Voir *Blanchissement des coraux ; Récifs de corail*.

Couplage climat cycle du carbone

Les *changements climatiques* futurs causés par les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère auront une incidence sur le *cycle du carbone* à l'échelle du globe. Ces modifications du cycle mondial du carbone influenceront à leur tour sur la fraction des gaz à effet de serre anthropiques qui reste dans l'atmosphère et, par conséquent, sur la concentration atmosphérique de ces gaz, ce qui se traduira par de nouveaux changements climatiques. Cet effet de *réaction* est appelé *couplage climat cycle du carbone*. Les modèles couplés climat cycle du carbone de la première génération semblent indiquer que le réchauffement planétaire aura pour effet d'augmenter la proportion du dioxyde de carbone anthropique qui reste dans l'atmosphère.

Coût

Consommation de ressources (temps de travail, capitaux, matériel, combustibles, etc.) considérée comme la conséquence d'une action. En économie, toutes les ressources sont évaluées à leur *coût de substitution*, qui est le coût du renoncement à une activité économique au profit d'une autre. Les coûts sont définis de multiples façons et en fonction de diverses hypothèses qui influent sur leur valeur. Il existe différents types de coût : les *frais d'administration*, les *coûts des dommages* (causés aux écosystèmes, à l'économie et aux personnes par les effets négatifs des *changements climatiques*) et les *coûts de mise en œuvre* pour toute politique nécessitant des modifications de la réglementation existante, des efforts pour renforcer les capacités, des activités d'information, de formation et de sensibilisation, etc. Les *coûts privés* sont supportés par des personnes, des entreprises ou autres entités privées qui engagent l'action, tandis que les *coûts sociaux* comprennent en plus les coûts externes pour l'environnement et pour la société dans son ensemble. Les *avantages* sont le contraire des coûts (on les qualifie parfois de *coûts négatifs*). Les *coûts nets* correspondent aux coûts, moins les avantages.

Coûts des mesures d'adaptation

Coûts de la planification, de l'élaboration, de la préconisation et de l'application des mesures d'*adaptation*, y compris les coûts de transition.

Coûts macroéconomiques

Correspondent généralement à des variations du *produit intérieur brut* ou à des variations de sa croissance ou encore à un affaiblissement du bien-être ou de la consommation.

Cryosphère

Composante du *système climatique* constituée de la totalité de la neige, de la glace et du *gélisol* (y compris le *pergélisol*) au dessus et au dessous de la surface des terres émergées et des océans. Voir également *Glacier* ; *Nappe glaciaire*.

Cycle du carbone

Expression utilisée pour désigner le flux de carbone (sous diverses formes telles que le *dioxyde de carbone*) dans l'*atmosphère*, les océans, la *biosphère* terrestre et la lithosphère.

Cycle hydrologique

Cycle selon lequel l'eau des océans et l'eau présente à la surface des terres émergées s'évapore, se déplace dans l'atmosphère sous la forme de vapeur d'eau, se condense pour former des nuages, retombe sous forme de pluie ou de neige, est interceptée par les arbres et la végétation, s'écoule par *ruissellement* à la surface des terres émergées, s'infiltre dans les sols, réalimente les nappes souterraines, se déverse dans les cours d'eau et, pour finir, se jette dans les océans, d'où elle s'évapore de nouveau (AMS, 2000). Les différents systèmes participant au cycle hydrologique sont habituellement qualifiés de *systèmes hydrologiques*.

D.

Déboisement

Conversion d'une forêt en zone non forestière. Pour une analyse détaillée du terme *forêt* et de termes apparentés tels que *boisement*, *reboisement* ou déboisement, on se reportera au rapport spécial du GIEC intitulé « Land Use, Land Use Change, and Forestry » (Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) (IPCC, 2000). Voir également le rapport intitulé « Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types » (Définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines) (IPCC, 2003).

Dernière période interglaciaire (DPI)

Voir *Période interglaciaire*.

Détection et attribution

Le *climat* varie continuellement à toutes les échelles temporelles. La *détection* des *changements climatiques* consiste à montrer que le climat a changé selon certains critères statistiques définis, sans donner la raison de ce changement. L'*attribution* consiste à établir, avec un certain degré de *confiance*, les causes les plus probables du changement détecté.

Développement durable

La notion de développement durable, qui a été introduite dans la Stratégie mondiale de la conservation (UICN, 1980) et qui est centrée sur le concept de société durable et de gestion des ressources renouvelables, a été adoptée par la Commission mondiale de l'environnement et du développement en 1987, puis à la Conférence de Rio en 1992. Elle correspond à un processus de changement dans lequel l'exploitation des ressources, la gestion des investissements, l'orientation du développement technologique et les changements institutionnels s'articulent harmonieusement et renforcent le potentiel existant et futur pour répondre aux besoins et aux aspirations de l'homme. Le développement durable comporte des dimensions politiques, sociales, économiques et environnementales.

Déversement de glace dynamique

Déversement de glace en provenance de *nappes glaciaires* et de *calottes glaciaires* plutôt sous l'effet de la dynamique de ces nappes ou calottes (par exemple sous forme de mouvements de *glaciers*, de courants glaciaires et de vêlage d'icebergs) que par suite de la fonte ou du *ruissellement*.

Dilatation thermique

En relation avec l'*élévation du niveau de la mer*, augmentation de volume (et diminution de la densité) résultant du réchauffement de l'eau. Un réchauffement des océans entraîne une augmentation de leur volume et, par conséquent, une élévation du niveau de la mer. Voir *Variation du niveau de la mer*.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Gaz d'origine naturelle ou résultant de la combustion des combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon, etc.) et de la *biomasse* ainsi que des *changements d'affectation des terres* et

d'autres procédés industriels. C'est le principal *gaz à effet de serre anthropique* qui influe sur le bilan radiatif de la Terre. C'est aussi le gaz de référence pour la mesure des autres gaz à effet de serre, dont le *potentiel de réchauffement global* est donc égal à 1.

E.

Échange de droits d'émission

Démarche axée sur le marché, adoptée pour atteindre des objectifs environnementaux et permettre en particulier à ceux qui réduisent leurs émissions de *gaz à effet de serre* au-dessous des niveaux prévus d'utiliser ou d'échanger ces réductions excédentaires afin de compenser des émissions en provenance d'une autre source située à l'intérieur même ou en dehors du pays considéré. Cet échange s'effectue en général à l'intérieur d'une entreprise ou à l'échelon national ou international. Dans son deuxième Rapport d'évaluation, le GIEC est convenu d'employer l'expression « permis d'émission » dans le cas des systèmes d'échange au plan national et l'expression « contingent d'émission » dans le cas des systèmes d'échange au plan international. Ainsi, l'échange de droits d'émission évoqué à l'article 17 du *Protocole de Kyoto* est un système de contingents négociables, fondé sur les quantités attribuées sur la base des engagements chiffrés de limitation ou de réduction des émissions qui figurent dans l'*annexe B* du Protocole.

Échelles spatiales et temporelles

Le *climat* peut varier selon des échelles spatiales et temporelles très diverses. Les *échelles spatiales* vont de l'échelle locale (moins de 100 000 km²) ou régionale (100 000 à 10 millions de km²) à l'échelle continentale (de 10 à 100 millions de km²). Quant aux *échelles temporelles*, elles varient de l'échelle saisonnière à l'échelle géologique (correspondant à des périodes qui peuvent couvrir des centaines de millions d'années).

Éclairement énergétique solaire total (TSI)

Quantité de *rayonnement solaire* reçue en dehors de l'*atmosphère* terrestre sur une surface perpendiculaire à ce rayonnement et à la distance moyenne de la Terre au Soleil. Des mesures fiables du rayonnement solaire ne peuvent être effectuées que depuis l'espace, et les premiers relevés précis ne remontent qu'à 1978. La valeur généralement acceptée est de 1 368 watts par mètre carré (W m⁻²), avec une précision d'environ 0,2 %. Des variations de l'ordre de quelques dixièmes de pourcent sont courantes et sont généralement liées à la présence de taches solaires sur le disque solaire. La variation du cycle solaire du TSI est de l'ordre de 0,1 % (AMS, 2000).

Écosystème

Système d'organismes vivants en interaction les uns avec les autres et avec leur environnement physique. Les limites de ce qu'on peut appeler un écosystème sont quelque peu arbitraires et dépendent du centre d'intérêt ou du thème de l'étude effectuée. Un écosystème peut donc se limiter à un espace très réduit ou s'étendre à l'ensemble du globe.

Écoulement fluvial

Mouvement de l'eau dans le lit d'un cours d'eau, généralement exprimé en m³/s. Synonyme de *débit fluvial*.

Effet de serre

Les *gaz à effet de serre* absorbent efficacement le *rayonnement infrarouge thermique* émis par la surface de la Terre, par l'*atmosphère* elle-même en raison de la présence de ces gaz et par les nuages. Le rayonnement atmosphérique est émis dans toutes les directions, y compris vers la surface de la Terre. Par conséquent, les gaz à effet de serre retiennent la chaleur dans le système surface-*troposphère* : c'est ce qu'on appelle l'*effet de serre*. Dans la troposphère, le rayonnement infrarouge thermique est étroitement lié à la température de l'atmosphère à l'altitude à laquelle il est émis, cette température diminuant en général avec l'altitude. En fait, le rayonnement infrarouge émis vers l'espace provient d'une altitude où la température est en moyenne de -19 °C, en équilibre avec le *rayonnement solaire* net incident, alors que la surface de la Terre se maintient à une température beaucoup plus élevée, de +14 °C en moyenne. Une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre accroît l'opacité de l'atmosphère au rayonnement infrarouge et entraîne donc un rayonnement effectif vers l'espace depuis une altitude plus élevée et à une température plus basse. Il en résulte un *forçage radiatif* qui entraîne un renforcement de l'effet de serre; c'est ce qu'on appelle l'*effet de serre renforcé*.

Effets cumulés

Ensemble des *effets* observés dans des *régions* et/ou des secteurs donnés. Pour totaliser les effets, il faut avoir une idée claire de leur importance relative dans les différentes régions et les différents secteurs considérés (ou se fonder sur des hypothèses précises à ce sujet). L'évaluation des effets cumulés porte notamment sur le nombre total de personnes qui les subissent ou le coût économique total.

Effets liés au marché

Incidences liées aux mécanismes du marché et qui ont une influence directe sur le *produit intérieur brut* (PIB) – par exemple des modifications de l’offre et du prix des denrées agricoles et d’autres biens. Voir également *Effets non liés au marché*.

Effets non liés au marché

Incidences sur les *écosystèmes* ou le bien-être qui ne sont pas facilement chiffrables en termes monétaires – par exemple un risque accru de mort prématurée ou l’augmentation du nombre de personnes menacées de famine. Voir également *Effets liés au marché*.

El Niño-oscillation australe (ENSO)

El Niño, au sens original du terme, est un courant marin chaud qui se manifeste périodiquement le long de la côte de l’Équateur et du Pérou, perturbant la pêche locale. Il a depuis lors été associé à une vaste zone de réchauffement située dans la partie tropicale de l’océan Pacifique, à l’est de la ligne de changement de jour. Cet événement océanique est lié à une fluctuation du régime de pression en surface dans les zones tropicales et subtropicales, dénommée *oscillation australe*. Le phénomène résultant de la combinaison de ces deux événements, qui se produit à des échelles de temps de 2 à 7 ans environ, est généralement connu sous le nom d’*El Niño-oscillation australe* (ENSO). Il est souvent mesuré par la différence de pression en surface entre Darwin et Tahiti et par les valeurs de la température de la mer en surface au centre et à l’est du Pacifique équatorial. Lors d’un épisode ENSO, les alizés dominants faiblissent, réduisant les remontées d’eau froide et modifiant les courants océaniques de telle sorte que la température de la mer en surface augmente, ce qui a pour effet d’affaiblir encore plus les alizés. Ce phénomène exerce une grande influence sur le vent, la température de la mer en surface et les précipitations dans la partie tropicale du Pacifique. Il a également des répercussions climatiques dans toute la *région* du Pacifique et dans d’autres régions du monde, par ses effets sur les téléconnexions mondiales. La phase froide du phénomène ENSO est appelée *La Niña*.

Émissions anthropiques

Émissions de *gaz à effet de serre*, de précurseurs de gaz à effet de serre et d’*aérosols* dus aux activités humaines. Au nombre de ces activités figurent la combustion de *combustibles fossiles*, le *déboisement*, les *changements d’affectation des terres*, l’élevage et la fertilisation.

Émissions d’équivalent-dioxyde de carbone

Voir l’encadré intitulé « Émissions et concentration d’équivalent dioxyde de carbone (équivalent- CO_2) » dans la section consacrée au point 2 du présent rapport et au chapitre 2.10 du rapport du Groupe de travail I.

Énergie

Quantité de travail ou de chaleur fournie. L’énergie se classe en différentes catégories et devient utile à l’homme lorsqu’elle circule d’un point à un autre ou qu’elle est convertie d’une catégorie en une autre. L’*énergie primaire* (on parle également de *sources d’énergie*) est présente dans les ressources naturelles (charbon, pétrole brut, gaz naturel, uranium, etc.) et n’a encore fait l’objet d’aucun processus anthropique de conversion ou de transformation. Cette énergie doit être transformée et acheminée pour devenir de l’*énergie utile* (la lumière, par exemple). L’*énergie renouvelable* est obtenue à partir des flux d’énergie continus ou répétitifs qui se produisent dans le milieu naturel et comprend des technologies sans carbone, comme l’énergie solaire, l’énergie hydroélectrique, l’énergie éolienne, l’énergie marémotrice, l’énergie de la houle et l’énergie géothermique, ainsi que des technologies neutres en carbone, telles que la biomasse. L’*énergie intrinsèque* est l’énergie utilisée pour produire une substance (métal industriel ou matériau de construction), compte tenu de l’énergie utilisée dans l’unité de production (ordre zéro), de l’énergie utilisée pour produire des matières qui sont utilisées dans l’unité de production (premier ordre) et ainsi de suite.

Équivalent CO_2

Voir l’encadré intitulé « Émissions et concentration d’équivalent dioxyde de carbone (équivalent- CO_2) » dans la section consacrée au point 2 du présent rapport et au chapitre 2.10 du rapport du Groupe de travail I.

Érosion

Processus d’enlèvement et de transport des sols et des roches sous l’effet des phénomènes atmosphériques, des mouvements en masse et de l’action des cours d’eau, des *glaciers*, des vagues, du vent et des eaux souterraines.

Évaluation des incidences (des changements climatiques)

Processus consistant à déceler et à évaluer les effets des *changements climatiques* sur les systèmes naturels ou les *systèmes humains* en termes financiers et/ou non financiers.

Évaluation intégrée

Méthode d’analyse qui combine en un ensemble cohérent les résultats et modèles propres aux sciences physiques, biologiques, économiques et sociales ainsi que les interactions de ces divers éléments, de façon à pouvoir évaluer l’état et les conséquences des changements environnementaux de même que les mesures prises pour y remédier. Les modèles utilisés pour procéder à ce genre d’analyse sont appelés *modèles d’évaluation intégrée*.

Évapotranspiration

Processus combiné d’évaporation à la surface de la Terre et de transpiration de la végétation.

Événement météorologique extrême

Événement rare en un endroit et à un moment de l’année particuliers. Si les définitions du mot « rare » varient considérablement, un événement météorologique extrême devrait normalement être aussi rare, sinon plus, que le dixième ou le quatre-vingt dixième *percentile* de la fonction de densité de probabilité observée. Par définition, les caractéristiques de ce qu’on appelle *événements météorologiques extrêmes* peuvent, dans l’absolu, varier d’un endroit à un autre. Des événements extrêmes isolés ne peuvent pas être imputés purement et simplement à un *changement climatique anthropique*, car il existe toujours une chance infime pour que l’événement en question soit dû à des causes naturelles. Lorsque des conditions météorologiques extrêmes se prolongent pendant un certain temps, l’espace d’une saison par exemple, elles peuvent être considérées comme un *événement climatique extrême*, en particulier si elles correspondent à une moyenne ou à un total en lui-même extrême (par exemple une *sécheresse* ou de fortes pluies pendant toute une saison).

Éventail

Ensemble cohérent de mesures et/ou de technologies que les décideurs peuvent utiliser pour atteindre un objectif donné. L’élargissement de la portée de telles mesures ou technologies peut permettre de prendre en compte une plus grande variété d’événements et d’incertitudes.

Évolution technologique

Considérée habituellement comme synonyme d’*amélioration* technologique, en ce sens qu’avec une quantité donnée de ressources (facteurs de production), cette évolution permet d’obtenir des biens et services plus nombreux ou de meilleure qualité. Les modèles économiques distinguent l’évolution technologique autonome (exogène), endogène et induite. L’*évolution technologique autonome* (exogène) est un processus qui n’est pas pris en compte par le modèle et qui prend souvent la forme d’une évolution de la demande en énergie ou de la croissance de la production mondiale. L’*évolution technologique endogène* est le résultat d’une activité économique prise en compte par le modèle, c’est-à-dire que le choix des technologies est inclus dans le modèle et qu’il affecte la demande en énergie et/ou la croissance économique. L’*évolution technologique induite* englobe l’évolution technologique endogène, mais aussi d’autres changements induits par des politiques et des mesures telles que les taxes sur le carbone destinées à stimuler les activités de recherche développement.

Évolution technologique induite

Voir *Évolution technologique*.

Extinction

Disparition totale et irréversible d’une espèce tout entière.

F.

Fertilisation par le CO_2

Voir *Fertilisation par le dioxyde de carbone*.

Fertilisation par le dioxyde de carbone (CO_2)

Stimulation de la croissance des végétaux due à l’augmentation de la concentration atmosphérique de *dioxyde de carbone* (CO_2). Selon leur mode de *photosynthèse*, certains types de plantes sont plus sensibles aux variations de la concentration atmosphérique de CO_2 .

Fixation du carbone

Voir *Piégeage*.

Fleur d’eau

Prolifération d’algues dans un lac, un cours d’eau ou un océan.

Forçage

Voir *Forçage externe*.

Forçage externe

Se rapporte à un agent de forçage extérieur au *système climatique* qui provoque un changement dans ce dernier. Les éruptions volcaniques, les variations du rayonnement solaire, les changements *anthropiques* de la composition de l'*atmosphère* ainsi que les *changements d'affectation des terres* sont des forçages externes.

Forçage radiatif

Variation de l'éclairement énergétique net (différence entre l'éclairement descendant et l'éclairement ascendant, exprimée en W m⁻²) à la *tropopause* due à une modification d'un agent externe du *changement climatique*, comme par exemple une modification de la concentration de *dioxyde de carbone* ou du rayonnement solaire. On calcule le forçage radiatif après avoir laissé les températures *stratosphériques* éventuellement perturbées se réajuster à l'équilibre radiatif-dynamique, en maintenant toutefois toutes les propriétés *troposphériques* à leurs valeurs non perturbées. Le forçage radiatif est qualifié d'instantané si l'on n'observe aucune modification de la température stratosphérique. Dans le présent rapport, le forçage radiatif est en outre défini comme le changement par rapport à l'année 1750 et, sauf indication contraire, se rapporte à une valeur moyenne annuelle à l'échelle du globe.

Forêt

Type de végétation dominée par les arbres. Un grand nombre de définitions du terme « forêt » sont utilisées dans le monde, du fait de la grande disparité des conditions biogéophysiques, des structures sociales et des conditions économiques. Des critères particuliers sont appliqués dans le cadre du *Protocole de Kyoto*. Pour une analyse détaillée du terme « forêt » et de termes apparentés tels que *boisement*, *reboisement* ou *déboisement*, on se reportera au rapport spécial du GIEC intitulé « Land Use, Land Use Change, and Forestry » (Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) (IPCC, 2000). Voir également le rapport intitulé « Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types » (Définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines) (IPCC, 2003).

Forêt boréale

Forêts de pins, d'épicéas, de sapins et de mélèzes s'étendant de la côte est du Canada à l'Alaska et de la côte est de la Sibérie à la grande plaine européenne.

G.

Gaz à effet de serre (GES)

Constituants gazeux de l'*atmosphère*, tant naturels qu'*anthropiques*, qui absorbent et émettent un rayonnement à des longueurs d'onde données du spectre du *rayonnement infrarouge thermique* émis par la surface de la Terre, l'*atmosphère* et les nuages. C'est cette propriété qui est à l'origine de l'*effet de serre*. La vapeur d'eau (H₂O), le *dioxyde de carbone* (CO₂), l'*oxyde nitreux* (N₂O), le *méthane* (CH₄) et l'*ozone* (O₃) sont les principaux gaz à effet de serre présents dans l'*atmosphère* terrestre. Il existe également des gaz à effet de serre résultant uniquement des activités humaines, tels que les *hydrocarbures halogénés* et autres substances contenant du chlore et du brome, dont traite le Protocole de Montréal. Outre le CO₂, le N₂O et le CH₄, le *Protocole de Kyoto* traite, quant à lui, d'autres gaz à effet de serre tels que l'*hexafluorure de soufre* (SF₆), les *hydrofluorocarbones* (HFC) et les *hydrocarbures perfluorés* (PFC).

Gaz fluorés

Groupe des *hydrofluorocarbones*, des *hydrocarbures perfluorés* et de l'*hexafluorure de soufre*, tous pris en compte par le *Protocole de Kyoto*.

Gélisol

Sol ou roche dont une partie ou la totalité de l'eau interstitielle est gelée (Van Everdingen, 1998). Ce terme englobe également le *pergélisol*. Un sol qui gèle et dégèle chaque année est appelé *gélisol saisonnier*.

Gélisol saisonnier

Voir *Gélisol*.

Gestion de la demande

Politiques et programmes visant à influencer la demande de biens et/ou de services. Dans le secteur de l'énergie, la gestion de la demande consiste à réduire la demande d'électricité et d'autres formes d'énergie. La gestion de la demande contribue à réduire les *émissions de gaz à effet de serre*.

Gestion intégrée des ressources en eau (IWRM)

Notion primordiale de la gestion des ressources en eau, cependant définie non sans ambiguïté. La gestion intégrée des ressources en eau est basée sur quatre principes énoncés lors de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement qui s'est tenue à Dublin, en 1992 : 1) l'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, nécessaire à la vie, au développement et à l'environnement ; 2) la mise en valeur et la gestion des ressources en eau devraient être fondées sur une approche participative faisant intervenir les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs de tous niveaux ; 3) les femmes ont un rôle prépondérant à jouer en matière d'approvisionnement en eau et de gestion et de conservation des ressources en eau ; 4) du fait de ses multiples usages concurrentiels, l'eau a une valeur économique et devrait être considérée comme un bien économique.

Glace de mer

Toute forme de glace présente en mer et provenant de la congélation de l'eau de mer. Il peut s'agir de morceaux distincts (*floe*) qui se déplacent à la surface de l'océan sous l'effet du vent et des courants (*banquise dérivante*) ou d'une plate forme immobile rattachée à la côte (*banquise côtière*). La glace de mer de moins d'un an est appelée *glace de l'année*. La glace ayant survécu à au moins une période de fonte estivale est appelée *glace de plusieurs années*.

Glacier

Masse de glace terrestre s'écoulant le long d'une pente (par déformation interne et/ou glissement à la base) et limitée dans ses mouvements par les contraintes internes et la friction à la base et sur les côtés. Les glaciers sont alimentés par la neige accumulée en altitude, cette accumulation étant elle-même compensée par la fonte à basse altitude ou le déversement en mer. Voir *Équilibre de masse*.

H.

Hexafluorure de soufre (SF₆)

L'un des six *gaz à effet de serre* dont il est prévu de réduire les émissions au titre du *Protocole de Kyoto*. Abondamment utilisé dans l'industrie lourde pour isoler l'appareillage haute tension et pour faciliter la fabrication des systèmes de refroidissement des câbles et des semi-conducteurs.

Hierarchie de modèles

Voir *Modèle climatique*.

Hydrocarbures halogénés

Terme collectif désignant le groupe des composés organiques partiellement halogénés comprenant notamment les chlorofluorocarbones (CFC), les hydrochlorofluorocarbones (HCFC), les hydrofluorocarbones (HFC), les halons, le chlorure de méthyle et le bromure de méthyle. Bon nombre d'entre eux ont un *potentiel de réchauffement global* élevé. Les hydrocarbures halogénés contenant du chlore et du brome contribuent également à l'appauvrissement de la couche d'*ozone*.

Hydrocarbures perfluorés (PFC)

Figurent parmi les six *gaz à effet de serre* dont il est prévu de diminuer les émissions au titre du *Protocole de Kyoto*. Sous produits de la production d'aluminium et de l'enrichissement de l'uranium, ils remplacent aussi les *chlorofluorocarbones* dans la fabrication des semi-conducteurs.

Hydrochlorofluorocarbones (HCFC)

Voir *Hydrocarbures halogénés*

Hydrofluorocarbones (HFC)

Comptent parmi les six *gaz à effet de serre* dont les émissions doivent être réduites au titre du *Protocole de Kyoto*. Produits commercialement pour remplacer les chlorofluorocarbones, ils sont utilisés principalement dans le secteur de la réfrigération et de la fabrication des semi-conducteurs. Voir *Hydrocarbures halogénés*.

Hydrosphère

Composante du *système climatique* formée des eaux superficielles et souterraines liquides, telles que les océans, les mers, les cours d'eau, les lacs d'eau douce, les eaux souterraines, etc.

I.

Incertitude

Expression du degré d'inconnaissance d'une valeur (l'état futur du *système climatique*, par exemple). L'incertitude peut être due à un manque d'information ou à un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. Elle peut avoir des origines diverses et résulter ainsi d'erreurs chiffrables dans les données, d'une définition trop imprécise des concepts ou de la terminologie employés ou encore de *projections* incertaines du comportement humain. L'incertitude peut donc être

représentée par des mesures quantitatives (par exemple un ensemble de valeurs calculées par divers modèles) ou par des énoncés qualitatifs (reflétant par exemple l'opinion d'un groupe d'experts). (Voir Moss et Schneider, 2000 ; Manning et al., 2004). Voir également *Probabilité* ; *Confiance*.

Incidences (des changements climatiques)

Effets des *changements climatiques* sur les systèmes naturels et les *systèmes humains*. Selon que l'on tient compte ou non de l'*adaptation*, on peut établir une distinction entre incidences potentielles et incidences résiduelles :

- *Incidences potentielles* : toutes les incidences susceptibles de se produire dans le cadre d'un changement climatique prévu, sans qu'il soit tenu compte de l'*adaptation*.
- *Incidences résiduelles* : incidences des changements climatiques après adaptation.

Voir également *Effets cumulés*, *Effets liés au marché* et *Effets non liés au marché*.

Inertie

Pour ce qui est de l'*atténuation* des effets du *changement climatique*, l'inertie est liée aux difficultés que soulève toute évolution du fait des conditions préexistantes dans la société (capital physique créé par l'homme, capital naturel et capital social non physique – institutions, réglementation, normes, etc. –, par exemple). Les structures existantes figent les sociétés, les rendant moins aptes au changement.

Pour ce qui est du *système climatique*, l'inertie correspond au retard avec lequel se produit un changement climatique à la suite d'un *forçage externe* et à la poursuite du changement climatique même après stabilisation de ce forçage.

Infrastructure

Matériel de base, équipements collectifs, entreprises productives, installations et services nécessaires au bon fonctionnement et au développement d'une organisation, d'une ville ou d'un pays.

Intensité en carbone

Total des émissions de *dioxyde de carbone* par unité du *produit intérieur brut*.

Intensité énergétique

Rapport de la consommation d'*énergie* à la production économique ou physique. Au niveau national, l'intensité énergétique correspond au rapport de la consommation totale d'énergie primaire ou de la consommation d'énergie finale au *produit intérieur brut*. Au niveau d'une activité particulière, on peut aussi utiliser des quantités physiques en dénominateur (on parlera par exemple du nombre de litres de carburant par kilomètre parcouru).

Intrusion d'eau salée

Phénomène par lequel de l'eau salée, plus dense, repousse des eaux douces de surface ou souterraines, généralement dans des zones côtières ou des estuaires, soit en raison d'une diminution de l'influence continentale (par exemple du fait d'une réduction du *ruissellement* et de l'alimentation connexe de la nappe souterraine ou encore d'un prélèvement excessif d'eau dans les aquifères), soit en raison d'une influence maritime accrue (par exemple du fait de l'*élévation* relative *du niveau de la mer*).

L.

Lac glaciaire

Lac formé par les eaux de fonte d'un *glacier*, situé à l'avant du front (*lac proglaciaire*), à la surface (*lac supraglaciaire*), à l'intérieur (*lac intraglaciaire*) ou au dessous (*lac sous glaciaire*) du glacier en question.

M.

Maladie infectieuse

Toute maladie causée par des agents microbiologiques qui peut être transmise d'une personne à une autre ou d'un animal à l'homme. Cette transmission peut s'effectuer par contact physique direct, par manipulation d'un objet où se trouvent des agents infectieux, par le truchement d'un porteur de la maladie, par de l'eau contaminée ou par le biais de gouttelettes infectées expectorées ou exhalées dans l'air.

Manteau neigeux

Accumulation saisonnière de neige fondant lentement.

Marégraphe

Instrument installé sur la côte (et parfois en haute mer) qui sert à mesurer en permanence le niveau de la mer par rapport aux terres émergées adjacentes. Le calcul

de la moyenne dans le temps des valeurs du niveau de la mer ainsi enregistrées permet de déterminer les variations séculaires observées du niveau relatif de la mer. Voir *Variation/élévation du niveau de la mer*.

Mécanisme pour un développement « propre »

Défini dans l'article 12 du *Protocole de Kyoto*, le mécanisme pour un développement « propre » poursuit un double objectif : 1) aider les Parties ne figurant pas à l'*annexe I* à parvenir à un *développement durable* ainsi qu'à contribuer à l'objectif ultime de la Convention ; et 2) aider les Parties visées à l'*annexe I* à remplir leurs engagements chiffrés de limitation et de réduction de leurs émissions. Les unités de réduction certifiée des émissions obtenues dans le cadre de projets relevant du mécanisme pour un développement « propre » exécutés dans des pays ne figurant pas à l'*annexe I* qui contribuent à limiter ou à réduire les émissions de GES, lorsqu'elles sont certifiées par des entités opérationnelles désignées par la Conférence des Parties agissant en tant que Réunion des Parties, peuvent être portées au crédit des investisseurs (publics ou privés) des Parties visées à l'*annexe B*. Une part des fonds provenant d'activités de projets certifiées est utilisée pour couvrir les dépenses administratives et aider les pays en développement Parties qui sont particulièrement vulnérables aux effets défavorables des *changements climatiques* à financer le coût de l'*adaptation*.

Mécanismes de Kyoto (également appelés mécanismes de flexibilité)

Mécanismes économiques fondés sur des principes du marché, auxquels les Parties au *Protocole de Kyoto* peuvent recourir pour atténuer les incidences économiques possibles des mesures de réduction des émissions de *gaz à effet de serre*. Ces mécanismes comprennent en particulier la *mise en œuvre conjointe* (article 6), le *mécanisme pour un développement « propre »* (article 12) et l'*échange de droits d'émission* (article 17).

Mesure métrique

Mesure cohérente d'une caractéristique d'un objet ou d'une activité qui est autrement difficile à quantifier.

Mesures

Technologies, procédés ou pratiques visant à réduire les émissions de *gaz à effet de serre* ou leurs effets en deçà des niveaux anticipés pour l'avenir. Il peut s'agir, par exemple, de *technologies en matière d'énergies renouvelables*, de *procédés de réduction au minimum des déchets* ou d'*incitations à l'utilisation des transports en commun*. Voir également *Politiques*.

Méthane (CH₄)

L'un des six *gaz à effet de serre* dont les émissions doivent être réduites au titre du *Protocole de Kyoto*. Constituant principal du gaz naturel, le méthane est présent dans tous les combustibles hydrocarbonés et est aussi lié à l'élevage et à l'agriculture. Le *grisou* est le gaz que l'on trouve dans les filons de charbon.

Mise en œuvre

Désigne les mesures prises pour satisfaire aux obligations d'un traité. Cette mise en œuvre comprend deux phases, l'une juridique et l'autre effective.

La *mise en œuvre juridique* fait référence aux dispositions législatives et réglementaires, aux décrets judiciaires et aux autres mesures (y compris les efforts déployés pour gérer les progrès) que les gouvernements prennent pour traduire les accords internationaux en lois et en politiques internes. La *mise en œuvre effective* nécessite des politiques et des programmes qui amènent un changement de comportement et des décisions des groupes cibles concernés. Ces groupes cibles prennent ensuite des mesures efficaces d'atténuation et d'adaptation. Voir aussi *Conformité*.

Mise en œuvre conjointe (MOC)

Mécanisme de mise en œuvre axé sur le marché, défini à l'article 6 du *Protocole de Kyoto*, qui permet aux *pays visés à l'annexe I* ou aux entreprises établies dans ces pays de mettre en route des projets conjoints visant à limiter ou à réduire les émissions de *gaz à effet de serre* ou à renforcer les absorptions par les puits et d'échanger des unités de réduction des émissions. Ce processus de mise en œuvre conjointe est également mentionné à l'alinéa a du paragraphe 2 de l'article 4 de la *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*. Voir également *Mécanismes de Kyoto* ; *Activités exécutées conjointement*.

Mode de développement

Évolution basée sur un réseau de caractéristiques technologiques, économiques, sociales, institutionnelles, culturelles, biologiques et physiques qui déterminent les relations réciproques entre les *systèmes humains* et naturels, y compris les schémas de production et de consommation dans tous les pays, à une échelle temporelle donnée. Les *modes alternatifs de développement* se rapportent à diverses

évolutions possibles en matière de développement, la continuation de l'évolution actuelle ne constituant qu'un mode parmi bien d'autres.

Modèle

Voir *Modèle climatique* ; *Modèle ascendant* ; *Modèle descendant*.

Modèle climatique

Représentation numérique du *système climatique* fondée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes et sur leurs processus d'interaction et de *rétroaction* et qui tient compte de la totalité ou d'une partie de ses propriétés connues. Le système climatique peut être représenté par des modèles d'une complexité variable : autrement dit, pour une composante ou une combinaison de composantes donnée, on peut définir un spectre ou une hiérarchie de modèles différant par certains aspects tels que le nombre de dimensions spatiales, le degré de représentation explicite des processus physiques, chimiques ou biologiques ou le degré d'inclusion de paramétrisations empiriques. Les *modèles de la circulation générale couplés atmosphère océan (MCGAO)* fournissent une représentation d'ensemble du système climatique, qui est une des plus complètes du spectre actuellement disponible. Une évolution se dessine vers des modèles plus complexes à chimie et biologie interactives (voir chapitre 8 du rapport du Groupe de travail I). Les modèles climatiques sont des outils de recherche pour l'étude et la simulation du *climat* et servent aussi à des fins opérationnelles, notamment pour les *prévisions climatiques* mensuelles, saisonnières et interannuelles.

Modèle descendant

Modèle appliquant la théorie macroéconomique et diverses techniques économétriques et d'optimisation pour regrouper des variables économiques. Au moyen de données historiques sur la consommation, les prix, les revenus et les coûts des facteurs de production, les modèles descendants évaluent la demande finale de biens et de services ainsi que l'offre émanant de secteurs de premier plan tels que ceux de l'énergie, des transports, de l'agriculture et de l'industrie. Certains modèles descendants prennent en compte des données technologiques, ce qui les rapproche des *modèles ascendants*.

Modèles ascendants

Modèles rendant compte de la réalité par agrégation des caractéristiques d'activités et de processus particuliers, compte tenu d'informations d'ordre technique, technologique et financier les concernant. Voir aussi *Modèles descendants*.

Modes de variabilité climatique

La variabilité naturelle du *système climatique*, en particulier à l'échelle de la saison ou à plus long terme, se manifeste principalement selon des configurations spatiales et des échelles temporelles bien définies, par le biais des caractéristiques dynamiques de la circulation atmosphérique et de ses interactions avec les terres émergées et les océans. Ces configurations sont souvent qualifiées de *régimes*, de *modes* ou de *téléconnexions*. L'oscillation nord atlantique (NAO), la téléconnexion Pacifique Amérique du Nord (PNA), le phénomène *El Niño-oscillation australe (ENSO)*, le Mode annulaire boréal (NAM ; anciennement dénommé « oscillation arctique ») et le Mode annulaire austral (SAM ; anciennement dénommé « oscillation antarctique ») en sont des exemples. Bon nombre de modes de variabilité climatique importants sont évoqués à la section 3.6 du rapport du Groupe de travail I.

Modification climatique

Modification brusque ou saute des valeurs moyennes, signalant un changement de régime du climat (voir *Modes de variabilité climatique*). Se réfère le plus souvent à la modification climatique de 1976-1977 qui semble correspondre à un changement de comportement du phénomène *El Niño-oscillation australe (ENSO)*.

Morbidité

Fréquence d'une maladie ou de tout autre trouble de santé dans une population donnée, compte tenu du taux de morbidité par âge. Parmi les indicateurs de morbidité figurent l'incidence ou la prévalence des maladies chroniques, les taux d'hospitalisation, les consultations pour soins de santé primaires, les jours de congés-maladie (jours d'absence au travail) et la prévalence des symptômes.

Mortalité

Fréquence des décès au sein d'une population sur une période de temps donnée ; pour calculer la mortalité, on tient compte du taux de mortalité par âge, ce qui permet de déterminer l'espérance de vie et la proportion des morts prématurées.

Mousson

Inversion saisonnière tropicale et subtropicale des vents au sol et des précipitations associées, due à l'échauffement différentiel entre une masse continentale et l'océan adjacent. Les pluies de mousson se produisent principalement au-dessus des terres en été.

N.

Nappe glaciaire (ou inlandsis)

Masse de glace terrestre suffisamment épaisse pour recouvrir la majeure partie des formations rocheuses sous jacentes, de sorte que sa forme est déterminée principalement par sa dynamique interne (écoulement de la glace à mesure qu'elle se déforme intérieurement et/ou qu'elle glisse à sa base). Une nappe glaciaire se déplace à partir d'un haut plateau central selon une très faible pente moyenne en surface. Ses bords sont fortement inclinés, et la glace s'écoule par le biais de courants de glace rapides ou de *glaciers* émissaires, parfois dans la mer ou dans des plates formes de glace flottant sur la mer. Il n'existe actuellement que trois grandes nappes glaciaires, une au Groenland et deux en Antarctique – les nappes glaciaires antarctiques est et ouest –, séparées par la chaîne transantarctique. Les nappes glaciaires étaient plus nombreuses pendant les périodes glaciaires.

Niveau de compréhension scientifique (NCSc)

Indice sur une échelle de cinq niveaux (haut, moyen, moyen-faible, faible et très faible) servant à caractériser le degré de compréhension scientifique des agents de *forçage radiatif* qui influent sur le *changement climatique*. Pour chaque agent, l'indice représente une appréciation subjective des indications disponibles sur les mécanismes physico-chimiques déterminant le forçage et du degré de consensus au sujet de l'estimation quantitative et de l'*incertitude* liée à cette estimation.

Niveau moyen de la mer

Généralement défini comme le niveau relatif moyen de la mer sur une période donnée (un mois ou une année, par exemple), suffisamment longue pour qu'il soit possible d'établir une moyenne pour des phénomènes transitoires tels que les vagues ou les marées. Le *niveau relatif de la mer* est mesuré à l'aide d'un marégraphe par rapport au lieu d'implantation de ce dernier. Voir *Variation/élévation du niveau de la mer*.

Normes

Ensemble de règles ou de codes prescrivant ou définissant les performances des produits (classification, dimensions, caractéristiques, méthodes d'essai, règles d'utilisation, etc.). Les *normes relatives aux produits, aux technologies ou aux performances* établissent les prescriptions minimales requises pour les produits ou les technologies concernés. Les normes imposent une réduction des émissions de *gaz à effet de serre* liées à la fabrication ou à l'utilisation des produits et/ou à l'application des technologies employées.

O.

Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD)

Ensemble d'objectifs à échéance déterminée et mesurables visant à lutter contre la pauvreté, la famine, les maladies, l'analphabétisme, la discrimination à l'égard des femmes et la dégradation de l'environnement, adoptés en 2000 lors du Sommet du Millénaire des Nations Unies.

Obstacle

Toute difficulté qui s'oppose à la réalisation d'un but ou d'un potentiel d'*adaptation* ou d'*atténuation* et qui peut être surmontée ou atténuée par une politique, un programme ou une mesure. Le processus de *suppression des obstacles* comprend la correction directe des défaillances du marché ou la diminution des coûts de transaction dans les secteurs public et privé, notamment par l'amélioration des capacités institutionnelles, la réduction des risques et des incertitudes, la facilitation des opérations de bourse et le renforcement des politiques de réglementation.

Onde de tempête

Élévation temporaire du niveau de la mer, en un lieu donné, en raison de conditions météorologiques extrêmes (basse pression atmosphérique et/ou vents forts). L'onde de tempête est définie comme la différence entre la marée effective et la marée habituellement prévue à l'endroit et au moment considérés.

Organisation non gouvernementale (ONG)

Groupe ou association à but non lucratif, organisé en dehors des structures politiques institutionnalisées en vue d'atteindre des objectifs sociaux et/ou environnementaux particuliers ou de servir la cause de groupes d'intérêt particuliers. Source : <http://www.edu.gov.nf.ca/curriculum/teched/resources/glos-biodiversity.html>.

Oxyde nitreux (N₂O)

L'un des six *gaz à effet de serre* dont il est prévu de réduire les émissions au titre du *Protocole de Kyoto*. L'agriculture (gestion des sols et des effluents d'élevage) est la principale source anthropique d'oxyde nitreux, même si l'épuration des eaux usées, la combustion des combustibles fossiles et les procédés de l'industrie chimique jouent également un rôle important à cet égard. L'oxyde nitreux est aussi émis naturellement par toute une série de sources biologiques dans les sols

et dans l'eau, et notamment par l'action microbienne dans les forêts tropicales humides.

Ozone (O₃)

Forme triatomique de l'oxygène (O₂), l'ozone est un constituant gazeux de l'*atmosphère*. Dans la *troposphère*, il se forme naturellement, mais aussi par suite de réactions photochimiques faisant intervenir des gaz dus à l'activité humaine (smog). L'ozone troposphérique agit comme un *gaz à effet de serre*. Dans la *stratosphère*, l'ozone résulte de l'interaction du rayonnement ultraviolet solaire et de l'oxygène moléculaire (O₂). L'ozone stratosphérique joue un rôle décisif dans l'équilibre radiatif stratosphérique. C'est dans la couche d'ozone que sa concentration est la plus élevée.

P.

Paléoclimat

Climat propre à des périodes antérieures à l'invention d'instruments de mesure, y compris pour les temps historiques et géologiques, pour lesquels nous ne disposons que de données climatiques indirectes.

Paludisme

Maladie parasitaire endémique ou épidémique causée par un parasite protozoaire du genre *Plasmodium* et transmise par les moustiques du genre *Anopheles* ; provoque de fortes fièvres et des troubles systémiques, touche environ 300 millions de personnes et cause la mort de quelque 2 millions de personnes chaque année.

Parité de pouvoir d'achat (PPA)

Le pouvoir d'achat d'une monnaie s'évalue au moyen d'un ensemble de biens et de services qui peuvent être achetés avec un certain montant dans le pays d'origine. Par exemple, pour comparer sur le plan international le *produit intérieur brut (PIB)* de différents pays, on peut se fonder sur le pouvoir d'achat des monnaies plutôt que sur les taux de change actuels. Les évaluations de la parité de pouvoir d'achat ont tendance à sous estimer le PIB par habitant des pays industrialisés et à surestimer le PIB par habitant des pays en développement.

Partie prenante

Personne ou organisation ayant un intérêt légitime dans un projet ou une entité ou qui pourrait subir les effets de certaines mesures ou *politiques*.

Pays à économie en transition

Pays dont l'économie passe d'un système d'économie planifiée à une économie de marché.

Pays visés à l'annexe I

Groupe de pays figurant dans l'annexe I (sous sa forme amendée en 1998) de la *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*, comprenant tous les pays faisant partie de l'OCDE en 1990 ainsi qu'un certain nombre de pays à économie en transition. Conformément aux articles 4.2(a) et 4.2(b) de la Convention, les pays visés à l'annexe I s'engagent à ramener individuellement ou conjointement à leurs niveaux de 1990 les émissions de gaz à *effet de serre* d'ici à 2000. Les autres pays sont appelés, par défaut, *pays ne figurant pas dans l'annexe I*. Pour consulter la liste des pays visés à l'annexe I, voir le site <http://unfccc.int>.

Pays visés à l'annexe II

Groupe de pays figurant dans l'annexe II de la *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*, comprenant tous les pays faisant partie de l'OCDE en 1990. Conformément à l'article 4.2(g) de la Convention, ces pays s'engagent à fournir des ressources financières afin d'aider les pays en développement à s'acquitter de leurs obligations, notamment pour ce qui concerne l'établissement des communications nationales. Les pays visés à l'annexe II sont aussi censés faciliter le transfert de technologies écologiquement rationnelles aux pays en développement. Pour consulter la liste des pays visés à l'annexe II, voir le site <http://unfccc.int>.

Pays visés à l'annexe B

Pays figurant dans l'annexe B du *Protocole de Kyoto* qui sont convenus d'un objectif précis pour leurs émissions de gaz à effet de serre et comprenant tous les *pays visés à l'annexe I* (sous sa forme amendée de 1998), à l'exception de la Turquie et du Bélarus. Pour consulter la liste des pays visés à l'annexe I, voir le site <http://unfccc.int>. Voir *Protocole de Kyoto*.

Percentile

Sur une échelle de 100, valeur indiquant le pourcentage des valeurs d'un ensemble de données qui lui sont égales ou inférieures. Le percentile est souvent utilisé pour évaluer les extrêmes d'une répartition. Par exemple, le quatre-vingt-dixième

(ou le dixième) percentile peut servir de seuil pour les extrêmes supérieurs (ou inférieurs).

Pergélisol

Sol (sol proprement dit ou roche, y compris la glace et les substances organiques) dont la température reste égale ou inférieure à 0 °C pendant au moins deux années consécutives (Van Everdingen, 1998). Voir aussi *Gélisol*.

Période interglaciaire

Période chaude entre deux glaciations d'une période glaciaire. La période interglaciaire précédente, qui a eu lieu il y a 129 000 à 116 000 ans environ, est appelée *dernière période interglaciaire* (AMS, 2000).

Permis négociable

Instrument de politique économique qui permet d'échanger des droits à polluer (dans le cas présent pour l'émission d'une certaine quantité de *gaz à effet de serre*) dans le cadre d'un marché de permis libre ou contrôlé. Un *permis d'émission* est un droit d'émission d'une quantité donnée d'une substance, non transférable ou négociable, accordé par un gouvernement à une entité légale (une entreprise ou une autre source d'émission).

pH

Mesure adimensionnelle de l'acidité de l'eau (ou de toute autre solution). L'eau pure a un pH égal à 7. Les solutions acides ont un pH inférieur à 7 et les solutions basiques ont un pH supérieur à 7. Le pH est mesuré sur une échelle logarithmique. Par conséquent, une diminution du pH de une unité correspond à un décuplement de l'acidité.

Phénologie

Étude des phénomènes naturels périodiques (par exemple les stades de développement ou la migration) et de leur rapport avec le *climat* et les changements saisonniers.

Photosynthèse

Processus par lequel les plantes vertes, les algues et certaines bactéries absorbent le *dioxyde de carbone* de l'air (ou le bicarbonate de l'eau) pour produire des hydrates de carbone et rejettent de l'oxygène. La photosynthèse s'effectue selon des processus qui varient en fonction de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Voir également *Fertilisation par le dioxyde de carbone*.

Piégeage

Incorporation d'une substance potentiellement nocive dans un réservoir. Le piégeage de substances contenant du carbone, en particulier le *dioxyde de carbone*, est souvent appelé *fixation* (du carbone).

Piégeage et stockage du (dioxyde de) carbone

Processus consistant à extraire le *dioxyde de carbone* des sources d'émissions industrielles et énergétiques, à le transporter vers un site de stockage et à l'isoler de l'*atmosphère* pendant une longue période de temps.

Pile à combustible

Pile produisant de l'électricité de façon directe et continue à partir d'une réaction électrochimique contrôlée de l'hydrogène ou d'un autre combustible et de l'oxygène. Lorsque l'hydrogène sert de combustible, la réaction produit uniquement de l'eau (et pas de *dioxyde de carbone*) et de la chaleur, laquelle peut être utilisée. Voir *Production combinée de chaleur et d'électricité*.

Plancton

Microorganismes vivant dans les couches supérieures des milieux aquatiques. Il convient de distinguer le *phytoplancton*, qui tire son énergie de la *photosynthèse*, et le *zooplancton*, qui se nourrit de phytoplancton.

Politiques

Dans le contexte de la *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)*, les politiques sont engagées et/ou prescrites par un gouvernement – souvent de concert avec les milieux d'affaires et des entreprises établies dans le pays considéré ou avec d'autres pays –, afin d'accélérer l'application des mesures d'*atténuation* et d'*adaptation*. Au nombre des politiques figurent les taxes sur le carbone ou autres taxes sur l'énergie et les normes en matière de rendement des carburants pour les véhicules automobiles. Par *politiques communes et coordonnées* ou *politiques harmonisées*, on entend les politiques adoptées conjointement par les Parties à la Convention. Voir également *Mesures*.

Population autochtone

Il n'existe pas de définition du terme « population autochtone » qui soit reconstruite sur le plan international. Au nombre des critères communs souvent retenus par le droit international et les organismes des Nations Unies pour caractériser les populations autochtones figurent : la résidence dans ou l'attachement à des habitats traditionnels géographiquement distincts, des territoires ancestraux et leurs ressources naturelles ; le maintien d'identités culturelles et sociales ainsi que d'institutions sociales, économiques, culturelles et politiques autres que celles des sociétés ou cultures dominantes ; le fait d'être issu de populations présentes dans une région donnée, généralement avant la création d'États ou de territoires modernes et avant l'établissement des frontières actuelles ; enfin, le fait de se considérer comme faisant partie d'un groupe culturel indigène distinct et la volonté de préserver son identité culturelle.

Possibilités

Circonstances permettant de réduire l'écart entre le *potentiel de marché* d'une technologie ou d'une méthode et le *potentiel économique* ou technique.

Post SRES (scénarios)

Scénarios d'émissions en matière de situation de départ et d'atténuation, publiés après parachèvement du rapport spécial du GIEC consacré aux scénarios d'émissions (SRES) (Nakićenović et Swart, 2000), c'est à dire après l'an 2000.

Potentiel d'atténuation

Dans le contexte d'une *atténuation* des effets des *changements climatiques*, le potentiel d'atténuation est le degré d'atténuation qui pourrait être – mais n'est pas encore – atteint à la longue.

Le *potentiel de marché* correspond au potentiel d'atténuation fondé sur les *coûts* et les *taux d'actualisation* privés, dont on peut escompter la réalisation dans les conditions prévues du marché, y compris pour ce qui concerne les politiques et les mesures actuellement en cours, compte tenu du fait qu'un certain nombre d'*obstacles* limitent la mise en œuvre effective. Les coûts et les taux d'actualisation privés reflètent le point de vue des entreprises et des consommateurs privés.

Le *potentiel économique* correspond au potentiel d'atténuation qui prend en compte les coûts et avantages et les taux d'actualisation sociaux, étant entendu que les politiques et les mesures mises en œuvre renforcent l'efficacité du marché et que les obstacles sont levés. Les coûts et les taux d'actualisation sociaux reflètent le point de vue de la société. Les taux d'actualisation sociaux sont inférieurs à ceux utilisés par les investisseurs du secteur privé.

Les études du potentiel de marché peuvent servir à informer les décideurs du potentiel d'atténuation correspondant aux politiques et aux obstacles existants, alors que les études du potentiel économique indiquent ce qui peut être réalisé si de nouvelles politiques ou des politiques complémentaires appropriées sont mises en œuvre pour lever les obstacles et prendre en compte les coûts et avantages sociaux. De fait, le potentiel économique est généralement supérieur au potentiel de marché.

Le *potentiel technique* indique dans quelle mesure il est possible de réduire les émissions de *gaz à effet de serre* ou d'améliorer le rendement énergétique en appliquant des techniques ou des méthodes déjà éprouvées. S'il n'est pas fait explicitement référence aux coûts, l'adoption de « contraintes pratiques » peut nécessiter la prise en compte de considérations économiques implicites.

Potentiel de marché

Voir *Potentiel d'atténuation*.

Potentiel de réchauffement global (PRG)

Indice fondé sur les propriétés radiatives d'un mélange homogène de *gaz à effet de serre*, qui sert à mesurer le *forçage radiatif* d'une unité de masse d'un tel mélange dans l'*atmosphère* actuelle, intégré pour un horizon temporel donné par rapport à celui du *dioxyde de carbone*. Le PRG représente l'effet combiné des temps de séjour différents de ces gaz dans l'atmosphère et de leur pouvoir relatif d'absorption du *rayonnement infrarouge thermique* sortant. Le *Protocole de Kyoto* est basé sur des PRG à partir d'émissions d'impulsions sur une durée de 100 ans.

Potentiel économique (d'atténuation)

Voir *Potentiel d'atténuation*.

Préindustriel

Voir *Révolution industrielle*.

Prévision

Voir *Prévision climatique* ; *Projection climatique* ; *Projection*.

Prévision climatique

Une prévision climatique est le résultat d'une tentative d'estimation de l'évolution réelle du *climat* à l'avenir (à des échelles de temps saisonnières, interannuelles ou à long terme, par exemple). Comme il est possible que l'évolution future du *système climatique* soit fortement influencée par les conditions initiales, de telles prévisions sont, en général, de nature probabiliste. Voir également *Projection climatique* ; *Scénario climatique*.

Probabilité

La probabilité de réalisation d'un événement ou d'un résultat, lorsqu'une telle estimation probabiliste est possible, est exprimée dans les rapports du GIEC à l'aide d'une terminologie standard indiquée ci après :

Terminologie	Probabilité de réalisation d'un événement ou d'un résultat
Pratiquement certain	Probabilité de réalisation supérieure à 99 %
Très probable	Probabilité supérieure à 90 %
Probable	Probabilité supérieure à 66 %
Plus probable qu'improbable	Probabilité supérieure à 50 %
À peu près aussi probable qu'improbable	Probabilité de 33 à 66 %
Improbable	Probabilité inférieure à 33 %
Très improbable	Probabilité inférieure à 10 %
Exceptionnellement improbable	Probabilité inférieure à 1 %

Voir aussi *Confiance* ; *Incertitude*.

Production combinée de chaleur et d'électricité

Utilisation de la chaleur dissipée par les centrales thermiques – par exemple, la chaleur dégagée par les turbines à vapeur à condensation ou à l'échappement des turbines à gaz – à des fins industrielles ou pour le chauffage à distance. Synonyme de cogénération.

Produit intérieur brut (PIB)

Valeur monétaire de tous les biens et services produits dans un pays donné.

Projection

Indication de l'évolution future possible d'une grandeur ou d'un ensemble de grandeurs, souvent calculée à l'aide d'un modèle. Les projections se distinguent des prévisions en ce sens qu'elles reposent sur des hypothèses concernant par exemple l'évolution des conditions socioéconomiques ou des techniques qui peuvent ou non se concrétiser et qu'elles sont donc sujettes à une forte *incertitude*. Voir également *Projection climatique* ; *Prévision climatique*.

Projection climatique

Projection de la réaction du *système climatique* à des *scénarios d'émissions* ou de concentration de *gaz à effet de serre* et d'*aérosols* ou à des scénarios de *forçage radiatif*, basée généralement sur des simulations par des *modèles climatiques*. Les projections climatiques se distinguent des *prévisions climatiques* par le fait qu'elles sont fonction des scénarios d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisés, qui reposent sur des hypothèses concernant, par exemple, l'évolution socioéconomique et technologique à venir. Or, ces hypothèses peuvent se réaliser ou non, et sont donc sujettes à une forte *incertitude*.

Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto à la *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)* a été adopté en 1997 à Kyoto (Japon), lors de la troisième session de la Conférence des Parties (CdP) de la CCNUCC. Il comporte des engagements contraignants, en plus de ceux qui figurent dans la CCNUCC. Les *pays visés à l'annexe B* du Protocole (la plupart des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et des *pays à économie en transition*) se sont engagés à ramener leurs émissions *anthropiques* de *gaz à effet de serre* (*dioxyde de carbone*, *méthane*, *oxyde nitreux*, *hydrofluorocarbones*, *hydrocarbures perfluorés* et *hexafluorure de soufre*) à 5 % au moins au dessous de leurs niveaux de 1990 pendant la période d'engagement (2008-2012). Le Protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005.

Puits

Tout processus, activité ou mécanisme qui élimine de l'*atmosphère* un *gaz à effet de serre*, un *aérosol* ou un précurseur de gaz à effet de serre ou d'aérosol.

R.

Rayonnement infrarouge thermique

Rayonnement émis par la surface de la Terre, l'*atmosphère* et les nuages. Également connu sous le nom de *rayonnement terrestre* ou de *rayonnement de grandes longueurs d'onde*, il ne doit pas être confondu avec le rayonnement dans le proche infrarouge, qui fait partie du spectre solaire. Le rayonnement infrarouge correspond en général à une gamme particulière de longueurs d'onde (*spectre*) supérieures à celle de la couleur rouge dans la partie visible du spectre. Le spectre du rayonnement infrarouge thermique diffère de celui du rayonnement de courtes longueurs d'onde ou *rayonnement solaire* en raison de la différence de température entre le Soleil et le système Terre-atmosphère.

Rayonnement solaire

Rayonnement électromagnétique émis par le Soleil. Également appelé *rayonnement de courtes longueurs d'onde*. Le rayonnement solaire correspond à une gamme de longueurs d'onde (un spectre) très précise, déterminée par la température du Soleil, qui atteint son maximum dans les longueurs d'onde visibles. Voir également *Rayonnement infrarouge thermique* ; *Éclairement énergétique solaire total (TSI)*.

Reboisement

Plantation de *forêts* sur des terres anciennement forestières, mais converties à d'autres usages. Pour une analyse détaillée du terme forêt et de termes apparentés tels que *boisement*, *reboisement* ou *déboisement*, on se reportera au rapport spécial du GIEC intitulé « Land Use, Land Use Change, and Forestry » (Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) (IPCC, 2000). Voir également le rapport intitulé « Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types » (Définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines) (IPCC, 2003).

Récifs de corail

Structures calcaires ressemblant à des rochers édifiées par les *coraux* le long des côtes océaniques (*récifs côtiers*) ou sur les bancs ou les plates formes continentales immergés à faible profondeur (*récifs barrières*, *atolls*), surtout présentes dans les eaux océaniques tropicales et subtropicales.

Récupération du méthane

Technique consistant à piéger les émissions de *méthane* rejetées, en particulier, par les puits de pétrole ou de gaz, les mines de charbon, les tourbières, les gazoducs, les décharges et les digesteurs anaérobies et à les utiliser comme combustibles ou à d'autres fins économiques (charges d'alimentation, par exemple).

Région

Territoire se caractérisant par un certain nombre de particularités géographiques ou climatologiques. Le *climat* d'une région est soumis à l'influence de forçages à l'échelle locale et régionale tels que le relief, les modes d'*utilisation des terres* ou la présence de lacs ainsi qu'aux influences plus lointaines d'autres régions.

Remise à niveau

Fait d'ajouter à une *infrastructure* existante des éléments ou des équipements nouveaux ou modifiés ou de lui apporter des modifications structurelles qui, au moment de sa construction, n'étaient pas disponibles ou n'étaient pas considérées comme nécessaires. Dans le contexte du *changement climatique*, la remise à niveau a généralement pour objet de faire en sorte que l'infrastructure existante satisfasse aux nouvelles spécifications de conception parfois imposées par l'altération des conditions climatiques.

Rendement énergétique

Rapport de la quantité d'*énergie* utile produite par un procédé de conversion ou un système à la quantité d'énergie consommée.

Réponse climatique

Voir *Sensibilité du climat*.

Résilience

Capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements.

Rétroaction

Voir *Rétroaction climatique*.

Rétroaction climatique

Un mécanisme d'interaction de certains processus du *système climatique* est appelé rétroaction climatique lorsque le résultat d'un processus initial provoque, dans un second processus, des changements qui influent à leur tour sur le processus initial. Une rétroaction positive renforce le processus initial, alors qu'une rétroaction négative l'atténue.

Rétroaction d'albédo

Rétroaction climatique entraînant des changements dans l'*albédo* terrestre. Ce terme s'applique généralement à des changements dans la *cryosphère*, dont l'albédo est bien supérieur (~0,8) à l'albédo terrestre moyen (~0,3). En cas de réchauffement du climat, on prévoit que la cryosphère pourrait rétrécir, que l'albédo global de la terre diminuerait et qu'une plus grande quantité d'énergie solaire serait absorbée, ce qui entraînerait un réchauffement encore plus important de la Terre.

Rétroaction nuageuse

Rétroaction climatique se caractérisant par des changements de n'importe quelle propriété des nuages en réponse à d'autres changements atmosphériques. Pour pouvoir comprendre les rétroactions nuageuses et déterminer leur ampleur et leur signe, il est indispensable de comprendre en quoi un *changement climatique* peut influencer sur les différents types de nuages, sur la nébulosité et la hauteur des nuages et sur leurs propriétés radiatives et d'évaluer l'incidence de ces changements sur le bilan radiatif de la Terre. Pour l'heure, les rétroactions nuageuses constituent la principale source d'*incertitude* des estimations de la *sensibilité du climat*. Voir également *Forçage radiatif*.

Révolution industrielle

Période de croissance industrielle rapide aux profondes répercussions sociales et économiques, qui a débuté en Angleterre pendant la deuxième moitié du XVIII^e siècle et s'est poursuivie en Europe, puis dans d'autres pays, dont les États Unis. L'invention de la machine à vapeur a été un facteur majeur de cette évolution. La révolution industrielle marque le début d'une augmentation importante de l'utilisation des *combustibles fossiles* et des émissions, notamment de *dioxyde de carbone* fossile. Dans le présent rapport, les termes « préindustriel » et « industriel » se réfèrent respectivement, de manière quelque peu arbitraire, aux époques antérieure et postérieure à 1750.

Ruissellement

Partie des précipitations qui ne s'évapore pas ou ne transpire pas, mais qui s'écoule à la surface du sol et se déverse dans les masses d'eau. Voir *Cycle hydrologique*.

S.

Salinisation

Accumulation de sels dans les sols.

Scénario

Description vraisemblable et souvent simplifiée de ce que nous réserve l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales relations et forces motrices en jeu. Les scénarios peuvent être établis à partir de *projections*, mais sont souvent basés sur des informations complémentaires émanant d'autres sources, parfois accompagnées d'un « canevas circonstancié ». Voir également *Scénarios SRES* ; *Scénario climatique* ; *Scénario d'émissions*.

Scénario climatique

Représentation vraisemblable et souvent simplifiée du *climat* futur, fondée sur un ensemble intrinsèquement cohérent de relations climatologiques et établie expressément pour déterminer les conséquences possibles des *changements climatiques anthropiques*, qui sert souvent à alimenter les modèles d'impact. Les *projections climatiques* servent fréquemment de matière première aux scénarios climatiques, quoique ces derniers nécessitent généralement des informations supplémentaires, par exemple sur le climat observé actuellement. Un *scénario de changement climatique* correspond à la différence entre un scénario climatique et le climat actuel.

Scénario d'émissions

Représentation plausible de l'évolution future des émissions de substances susceptibles d'avoir des effets radiatifs (*gaz à effet de serre*, *aérosols*, par exemple), fondée sur un ensemble cohérent et homogène d'hypothèses relatives aux éléments moteurs (évolution démographique et socio-économique, progrès technologique, etc.) et à leurs interactions principales. Les *scénarios de concentration*, découlant des scénarios d'émissions, servent d'entrées dans les *modèles climatiques* pour le calcul des *projections climatiques*. Le GIEC a présenté en 1992 un ensemble de scénarios d'émissions qui lui ont servi à établir des projections climatiques (1996).

Ces scénarios d'émissions ont été appelés *scénarios IS92*. Dans le rapport spécial du GIEC consacré aux scénarios d'émissions (Nakičenič et Swart, 2000), de nouveaux scénarios d'émissions, appelés « scénarios SRES », ont été publiés. Pour le sens de certains termes concernant ces scénarios, voir *Scénarios SRES*.

Scénarios SRES

Scénarios d'émissions élaborés par Nakičenič et Swart (2000), sur lesquels sont notamment fondées certaines *projections climatiques* présentées dans le quatrième Rapport d'évaluation. Les définitions ci après permettent de mieux comprendre l'agencement et l'utilisation de l'ensemble de ces scénarios :

Famille de scénarios : Scénarios fondés sur le même canevas pour ce qui est de l'évolution démographique, sociétale, économique et technologique. L'ensemble des scénarios SRES comprend quatre familles de scénarios : A1, A2, B1 et B2.

Scénario illustratif : Scénario qui sert à l'illustration de chacun des six groupes de scénarios présentés dans le Résumé à l'intention des décideurs de Nakičenič et Swart (2000). Ces scénarios illustratifs consistent en quatre scénarios de référence révisés pour les groupes de scénarios A1B, A2, B1 et B2 ainsi qu'en deux scénarios supplémentaires pour les groupes A1FI et A1T. Tous les groupes de scénarios sont également fiables.

Scénario de référence : Scénario diffusé à l'origine, dans sa version préliminaire, sur le site Web consacré au SRES pour représenter une famille de scénarios donnée. Pour choisir les scénarios de référence, on s'est fondé sur les quantifications initiales qui reflétaient le mieux les canevas ainsi que sur les caractéristiques des modèles utilisés. Si les scénarios de référence ne sont ni plus ni moins vraisemblables que n'importe quel autre scénario, l'équipe de rédaction du SRES a cependant estimé qu'ils illustraient fort bien les canevas considérés. Ces scénarios – qui figurent sous une forme revue et corrigée dans Nakičenič et Swart (2000) – ont été examinés avec la plus grande attention par toute l'équipe de rédaction et dans le cadre du processus ouvert propre au SRES. Des scénarios ont également été choisis pour illustrer les deux autres groupes de scénarios.

Canevas : Description circonstanciée d'un scénario (ou d'une famille de scénarios), qui met en lumière les principales caractéristiques du scénario, les relations entre les principaux éléments moteurs et la dynamique de leur évolution.

Sécheresse

En termes généraux, la sécheresse est « une absence prolongée ou une insuffisance marquée des précipitations », « une insuffisance des précipitations entraînant une pénurie d'eau pour certaines activités ou certains groupes » ou « une période de temps anormalement sec suffisamment longue pour que le manque de précipitations cause un déséquilibre hydrologique sérieux » (Heim, 2002). La sécheresse est définie de plusieurs façons. La *sécheresse agricole* désigne un déficit hydrique dans la couche supérieure (1 mètre environ) du sol (la zone racinaire), qui affecte les cultures ; la *sécheresse météorologique* est essentiellement un manque prolongé de précipitations ; quant à la *sécheresse hydrologique*, elle se caractérise par un débit des cours d'eau et un niveau des lacs et des nappes souterraines inférieurs à la normale. Une *mégasécheresse* est une sécheresse persistante et étendue, d'une durée très supérieure à la normale (en général une décennie ou plus).

Sécurité alimentaire

Situation dans laquelle des personnes ont un accès assuré à une nourriture saine et nutritive en quantités suffisantes pour leur garantir une croissance normale et une vie saine et active. L'*insécurité alimentaire* peut résulter d'un manque de nourriture, d'un pouvoir d'achat insuffisant, de problèmes de distribution ou d'une mauvaise utilisation des aliments dans les ménages.

Sensibilité

Degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la *variabilité du climat* ou les *changements climatiques*. Les effets peuvent être directs (par exemple la modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou *indirects* (par exemple les dommages causés par une augmentation de fréquence des inondations côtières en raison d'une *élévation du niveau de la mer*).

Cette notion de sensibilité ne doit pas être confondue avec celle de *sensibilité du climat*, qui fait l'objet d'une définition distincte.

Sensibilité du climat

Dans les rapports du GIEC, la sensibilité du climat à l'équilibre désigne les variations à l'équilibre de la *température à la surface du globe* annuelle moyenne à la suite d'un doublement de la *concentration d'équivalent CO₂* dans l'atmosphère. En raison de contraintes informatiques, la sensibilité du climat à l'équilibre dans un *modèle climatique* est généralement estimée à l'aide d'un modèle de la circulation générale de l'atmosphère couplé à un modèle de la couche de mélange océanique, étant donné que cette sensibilité est déterminée en grande partie par des processus atmosphériques. Des modèles efficaces peuvent fonctionner à l'équilibre avec un océan dynamique.

La *réponse climatique transitoire* désigne un changement dans la *température à la surface du globe*, moyennée sur une période de 20 ans et centrée sur l'époque du doublement de la concentration de dioxyde de carbone atmosphérique, c'est-à-dire sur l'année 1970 dans le cadre d'une expérience d'augmentation de 1 % par an de la concentration d'équivalent CO₂ menée à l'aide d'un modèle couplé du climat mondial. C'est une mesure de l'ampleur et de la rapidité de la réaction de la température en surface au forçage dû aux *gaz à effet de serre*.

Singularité

Caractère remarquable d'un phénomène ou d'un aspect qui le distingue des autres ; caractère de ce qui est singulier, distinct, particulier, peu courant ou inhabituel.

Source

Tout procédé, activité ou mécanisme qui libère dans l'*atmosphère* des *gaz à effet de serre*, des *aérosols* ou des précurseurs de gaz à effet de serre ou d'aérosols. Le terme source peut aussi se rapporter à une source d'*énergie*, par exemple.

Stabilisation

Maintien à un niveau stable de la concentration atmosphérique d'un ou de plusieurs *gaz à effet de serre* (par exemple le *dioxyde de carbone*) ou d'un ensemble de gaz à effet de serre exprimés en *équivalent CO₂*. Les analyses ou les *scénarios* de stabilisation concernent la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'*atmosphère*.

Stratosphère

Région très stratifiée de l'*atmosphère* située au-dessus de la *troposphère* et s'étendant de 10 kilomètres (9 kilomètres aux hautes latitudes et 16 kilomètres en zone tropicale en moyenne) à 50 kilomètres d'altitude environ.

Stress hydrique

Un pays est soumis à un stress hydrique lorsque la nécessité d'une alimentation en eau douce assurée par prélèvement d'eau est un frein au développement. Dans les évaluations à l'échelle du globe, les bassins soumis à un stress hydrique sont souvent définis comme des bassins où les disponibilités en eau par habitant sont inférieures à 1 000 m³/an (sur la base du ruissellement moyen à long terme). Des prélèvements d'eau représentant plus de 20 % de l'alimentation en eau renouvelable sont considérés comme un indice de stress hydrique. Les cultures sont soumises à un stress hydrique si l'humidité du sol, donc l'*évapotranspiration* effective, est inférieure aux besoins potentiels en la matière.

Substitution de combustible

En règle générale, remplacement d'un combustible B par un combustible A. Dans le cadre du débat sur les changements climatiques, on considère implicitement que le combustible A contient moins de carbone que le combustible B (remplacement du charbon par du gaz naturel, par exemple).

Système climatique

Système extrêmement complexe comprenant cinq grands éléments (l'*atmosphère*, l'*hydrosphère*, la *cryosphère*, les terres émergées et la *biosphère*) et qui résulte de leurs interactions. Ce système évolue avec le temps sous l'effet de sa propre dynamique interne et en raison de *forçages externes* tels que les éruptions volcaniques, les variations de l'activité solaire ou les forçages *anthropiques* (par exemple les variations de la composition de l'atmosphère ou les *changements d'affectation des terres*).

Système humain

Tout système où l'organisation humaine joue un rôle de premier plan. Souvent, mais pas toujours, synonyme de « *société* » ou de « *système social* » (système agricole, système politique, système technologique, système économique, etc.) ; tous ces systèmes sont des systèmes humains, selon l'acception retenue dans le quatrième Rapport d'évaluation.

Systèmes hydrologiques

Voir *Cycle hydrologique*.

T.

Taux d'actualisation

Voir *Actualisation*.

Taux de change du marché

Taux de change des devises. Dans la plupart des économies, ces taux sont affichés quotidiennement et varient peu au cours des échanges. Dans certains pays en développement, les taux officiels et ceux du marché noir peuvent être très différents, et la détermination exacte du taux de change du marché soulève des difficultés.

Taxe

La *taxe sur le carbone* est un impôt sur la teneur en carbone des *combustibles fossiles*. Puisque pratiquement tout le carbone présent dans ces combustibles est en définitive rejeté sous forme de *dioxyde de carbone*, une taxe sur le carbone équivaut à une taxe sur les émissions pour chaque unité d'*équivalent-CO₂* rejeté. Une *taxe sur l'énergie* – un impôt sur le contenu énergétique des combustibles – contribue à réduire la demande d'énergie et, par conséquent, les émissions de dioxyde de carbone dues à l'emploi de combustibles fossiles. Une *écotaxe* vise à influencer le comportement humain (notamment sur le plan économique), de sorte qu'il ne porte pas atteinte à l'environnement. Une *taxe internationale sur les émissions*, le *carbone* ou *l'énergie* est une taxe appliquée à certaines sources dans les pays participants en vertu d'un accord international. L'*harmonisation des taxes* est un processus en vertu duquel les pays participants s'engagent à instituer une taxe en appliquant un taux d'imposition commun aux mêmes sources. Un *crédit d'impôt* est une réduction de taxe visant à stimuler l'achat d'un produit donné ou l'investissement dans un produit, par exemple certaines techniques de réduction des émissions de GES. Une *imposition du carbone* est l'équivalent d'une taxe sur le carbone.

Technologie

Mise en pratique de connaissances en vue d'accomplir des tâches particulières qui nécessitent à la fois des artefacts techniques (matériel et équipement) et des informations (sociales) (« logiciels », savoir-faire pour la production et l'utilisation des artefacts).

Température à la surface du globe

Estimation de la température moyenne de l'air à la surface du globe. Cependant, pour ce qui est des changements avec le temps, seules les anomalies par rapport aux conditions climatiques normales sont utilisées, le plus souvent fondées sur la moyenne mondiale pondérée selon la surface de l'anomalie de la température de la mer en surface et de l'anomalie de la température de l'air à la surface des terres émergées.

Température de fond

Les températures de fond sont mesurées dans des forages profonds de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres. On se sert souvent des profils de profondeur relatifs à la température de fond pour en déduire les variations dans le temps de la température à la surface du sol à l'échelle du siècle.

Température du sol

Température du sol près de la surface (généralement sur les 10 premiers centimètres).

Température en surface

Voir *Température à la surface du globe*.

Trajectoire d'émissions

Évolution prévue dans le temps des émissions d'un ou de plusieurs *gaz à effet de serre*, d'*aérosols* et de précurseurs de gaz à effet de serre.

Trajectoires des tempêtes

Terme désignant, à l'origine, les tracés de systèmes cycloniques particuliers, mais souvent utilisé de nos jours pour désigner, de façon plus générale, les *régions* où l'on observe le passage fréquent de perturbations extratropicales liées à des séries de systèmes de basses pressions (dépressionnaires ou cycloniques) et de hautes pressions (anticycloniques).

Transfert d'émissions de carbone

Fraction des réductions d'émissions dans les *pays visés à l'annexe B* qui peut être compensée, dans des pays exempts d'obligations, par une augmentation des émissions au-dessus des niveaux de référence. Ce transfert peut être lié 1) à une

relocalisation des activités de production à forte intensité énergétique dans des régions exemptes d'obligations ; 2) à une consommation accrue de combustibles fossiles dans des régions exemptes d'obligations par suite de la baisse des prix internationaux du pétrole et du gaz découlant d'une diminution de la demande de ces formes d'énergie ; 3) à une évolution des revenus (et par conséquent de la demande d'énergie) due à une amélioration des termes de l'échange.

Transfert de technologie

Échange de connaissances, de matériel et des logiciels connexes, de moyens financiers et de biens entre les différentes parties prenantes, qui favorise la diffusion des *technologies d'adaptation* aux changements climatiques ou d'*atténuation* de leurs effets. Sur un plan plus général, le transfert de technologie recouvre à la fois la diffusion de technologies et la mise en place d'une coopération technique dans les pays et entre les pays.

Tropopause

Limite entre la *troposphère* et la *stratosphère*.

Troposphère

Partie inférieure de l'*atmosphère*, s'étendant de la surface de la Terre à environ 10 kilomètres d'altitude aux latitudes moyennes (cette altitude variant en moyenne de 9 kilomètres aux latitudes élevées à 16 kilomètres en zone tropicale), où se forment les nuages et se produisent les phénomènes météorologiques. Dans la troposphère, la température diminue généralement avec l'altitude.

U.

Urbanisation

Conversion de terres à l'état naturel, exploitées (à des fins agricoles, par exemple) ou non, en zones urbaines ; le processus va de pair avec un exode rural, une proportion croissante de la population venant s'installer dans des établissements définis comme des *centres urbains*.

Utilisation des terres et changement d'affectation des terres

Le terme « *utilisation des terres* » désigne l'ensemble des dispositions, activités et apports par type de couverture terrestre (ensemble d'activités humaines). Ce terme est également utilisé pour définir les objectifs sociaux et économiques de l'exploitation des terres (pâturage, exploitation forestière et conservation, par exemple).

Le terme « *changement d'affectation des terres* » désigne un changement apporté par l'homme dans l'utilisation ou la gestion des terres, qui peut entraîner une modification de la couverture terrestre. Tant cette modification que le changement d'affectation des terres peuvent avoir une incidence sur l'*albédo* de la surface du globe, l'*évapotranspiration*, les *sources* et les *puits de gaz à effet de serre* ou sur d'autres propriétés du *système climatique* et peuvent donc entraîner un *forçage radiatif* et/ou avoir d'autres répercussions sur le *climat*, à l'échelle locale ou mondiale. Voir également le rapport spécial du GIEC intitulé « Land Use, Land Use Change, and Forestry » (Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) (IPCC, 2000).

V.

Variabilité du climat

Variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du *climat* à toutes les échelles temporelles et spatiales au delà de la variabilité propre à des phénomènes climatiques particuliers. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du *système climatique* (*variabilité interne*) ou à des variations des *forçages externes anthropiques* ou naturels (*variabilité externe*). Voir également *Changement climatique*.

Variation/élévation du niveau de la mer

Le niveau de la mer peut varier, à l'échelle mondiale et locale, à la suite de modifications i) de la forme des bassins océaniques, ii) de la masse totale d'eau et iii) de la densité de l'eau. Au nombre des facteurs qui concourent à une élévation du niveau de la mer dans le contexte d'un réchauffement général figurent à la fois l'augmentation de la masse totale d'eau due à la fonte de la neige et de la glace présentes sur les terres émergées et les variations de la densité de l'eau dues à une hausse de la température des eaux océaniques et à des modifications de la salinité. L'*élévation relative du niveau de la mer* correspond à une augmentation locale du niveau de l'océan par rapport à la terre, qui peut être provoquée par la montée des eaux océaniques et/ou par une subsidence des terres émergées. Voir également *Niveau moyen de la mer* ; *Dilatation thermique*.

Vecteur

Organisme (un insecte, par exemple) susceptible de transmettre un agent pathogène d'un hôte à un autre.

Vulnérabilité

Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des *changements climatiques*, y compris la *variabilité du climat* et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la *sensibilité* de ce système et de sa *capacité d'adaptation*.

Z.**Zone alpine**

Zone biogéographique correspondant aux régions escarpées qui se trouvent au-dessus de la limite des arbres et caractérisée par la présence de plantes herbacées à rosettes et de plantes arbustives ligneuses à croissance lente.

Zone aride

Région des terres émergées à faible pluviosité, « faible » signifiant généralement que la précipitation y est inférieure à 250 millimètres par an.

Zooplancton

Voir *Plancton*.

Références

Glossaires des contributions des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC.

AMS, 2000 : *AMS Glossary of Meteorology*, 2nd Ed. American Meteorological Society, Boston, MA, <http://amsglossary.allenpress.com/glossary/browse>.

Cleveland C.J. et C. Morris, 2006 : *Dictionary of Energy*, Elsevier, Amsterdam, 502 pages.

Heim, R.R., 2002 : *A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States*. Bull. Am. Meteorol. Soc., 83, p. 1149-1165

IPCC, 1996 : *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Publié sous la direction de Houghton, J.T., et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États Unis d'Amérique, 572 pages.

IPCC, 2000 : *Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Publié sous la direction de Watson, R.T., et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, États Unis d'Amérique, 377 pages.

IPCC, 2003 : *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types* [Publié sous la direction de Penman, J., et al.]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japon, 32 pages.

IUCN, 1980 : *The World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development*, Gland, Suisse, IUCN/UNEP/WWF.

Manning, M., et al., 2004 : *IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options*. Workshop Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genève.

Moss, R., et S. Schneider, 2000 : *Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for More Consistent Assessment and Reporting*. In: IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC. [Publié sous la direction de Pachauri, R., T. Taniguchi et K. Tanaka]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genève, p. 33–51.

Nakićenović, N., et R. Swart (Publié sous la direction de), 2000 : *Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, États Unis d'Amérique, 599 pages.

Van Everdingen, R. (Publié sous la direction de), 1998 : *Multi-Language Glossary of Permafrost and Related Ground-Ice Terms*, édition mise à jour en mai 2005. National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology, Boulder, CO, États Unis d'Amérique, <http://nsidc.org/fgdc/glossary/>.

Annexe III

Acronymes et symboles chimiques ; unités de mesure ; groupements de pays

III.1 Acronymes et symboles chimiques

A1	Famille de scénarios dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios d'émissions</i>	CH ₄	Méthane; voir <i>glossaire</i>
A1T	L'un des six scénarios SRES de référence; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>	CFC	Chlorofluorocarbones; voir <i>glossaire</i>
A1B	L'un des six scénarios SRES de référence; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>	CO ₂	Dioxyde de carbone; voir <i>glossaire</i>
A1FI	L'un des six scénarios SRES de référence; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>	ENSO	El Niño-oscillation australe; voir <i>glossaire</i>
A2	Famille de scénarios dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions; également l'un des six scénarios SRES de référence; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>	PIB	Produit intérieur brut; voir <i>glossaire</i>
MCGAO	Modèle de la circulation générale couplé atmosphère-océan; voir <i>glossaire</i> , <i>Modèle climatique</i>	HCFC	Hydrochlorofluorocarbones; voir <i>glossaire</i>
B1	Famille de scénarios dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions; également l'un des six scénarios SRES de référence; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>	HFC	Hydrofluorocarbones; voir <i>glossaire</i>
B2	Famille de scénarios dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions; également l'un des six scénarios SRES de référence; voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>	N ₂ O	Oxyde nitreux; voir <i>glossaire</i>
		OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques; voir www.oecd.org
		PFC	Hydrocarbures perfluorés; voir <i>glossaire</i>
		pH	Voir <i>glossaire</i>
		PPA	Parité de pouvoir d'achat; voir <i>glossaire</i>
		RD&D	Recherche, développement et démonstration
		SF ₆	Hexafluorure de soufre; voir <i>glossaire</i>
		SRES	Special Report on Emission Scenarios (Rapport spécial sur les scénarios d'émissions); voir <i>glossaire</i> , <i>Scénarios SRES</i>
		CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques; voir www.unfccc.int

III.2 Unités de mesure

Unités SI (Système international)					
Quantité physique	Nom de l'unité			Symbole	
longueur	mètre			m	
masse	kilogramme			kg	
temps	seconde			s	
température thermodynamique	kelvin			K	
Fractions et multiples					
Fraction	Préfixe	Symbole	Multiple	Préfixe	Symbole
10 ⁻¹	déci	d	10	déca	da
10 ⁻²	centi	c	10 ²	hecto	h
10 ⁻³	milli	m	10 ³	kilo	k
10 ⁻⁶	micro	μ	10 ⁶	méga	M
10 ⁻⁹	nano	n	10 ⁹	giga	G
10 ⁻¹²	pico	p	10 ¹²	téra	T
10 ⁻¹⁵	femto	f	10 ¹⁵	péta	P
Unités hors SI, quantités et abréviations connexes					
°C	degré Celsius (0 °C = 273 K approximativement) ; les différences de température sont également indiquées en °C (= K) plutôt que sous la forme plus correcte de « degrés Celsius ».				
ppmv	rapport de mélange (servant à mesurer la concentration des GES) : parties par million (10 ⁶) en volume				
ppbv	rapport de mélange (servant à mesurer la concentration des GES) : parties par milliard (10 ⁹) en volume				
pptv	rapport de mélange (servant à mesurer la concentration des GES) : parties par billion (10 ¹²) en volume				
watt	puissance ou flux énergétique ; 1 watt = 1 Joule/seconde = 1 kg m ² s ⁻³				
a	année				
ka	millier d'années				
bp	avant le présent				
GtC	gigatonne (métrique) de carbone				
GtCO ₂	gigatonne (métrique) de dioxyde de carbone (1 GtC = 3,7 GtCO ₂)				
équiv.-CO ₂	équivalent-dioxyde de carbone, servant à mesurer la quantité émise (généralement en équiv.-GtCO ₂) ou la concentration (généralement en équiv.-ppm CO ₂) de GES ; pour plus de précisions, voir l'encadré intitulé « Émissions et concentration d'équivalent-dioxyde de carbone (équiv.-CO ₂) » dans la section consacrée au point 2 du présent rapport.				

III.3 Groupements de pays

Pour plus de précisions sur l'ensemble complet des pays figurant et ne figurant pas à l'annexe I de la CCNUCC et des pays faisant partie de l'OCDE, voir <http://www.unfccc.int> et <http://www.oecd.org>.

Lorsque cela s'imposait dans le présent rapport, les pays ont été regroupés par région selon la classification de la CCNUCC et de son Protocole de Kyoto. En conséquence, les pays qui ont rejoint l'Union européenne depuis 1997 figurent encore sur la liste des pays en transition vers une économie de marché visés à l'annexe I. Les pays faisant partie des divers groupements régionaux mentionnés dans le présent rapport sont notamment les suivants* :

- **Pays en transition visés à l'annexe I** : Bélarus, Bulgarie, Croatie, Estonie, Fédération de Russie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Pologne, République tchèque, Roumanie, Slovaquie, Slovénie, Ukraine
- **Pays d'Europe (plus Monaco et la Turquie) visés à l'annexe II** : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Islande, Irlande, Italie, Liechtenstein, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse ; Monaco et Turquie
- **JANZ** : Japon, Australie, Nouvelle-Zélande
- **Moyen-Orient** : Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Qatar, République islamique d'Iran, Syrie, Yémen
- **Amérique latine et Caraïbes** : Antigua-et-Barbuda, Argentine, Bahamas, Barbade, Belize, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica, Cuba, Dominique, Équateur, El Salvador, Grenade, Guatemala, Guyana, Haïti, Honduras, Jamaïque, Mexique, Nicaragua, Panama, Paraguay, Pérou, République dominicaine, Sainte-Lucie, Saint-Kitts-et-Nevis, Saint-Vincent et-les-Grenadines, Suriname, Trinité-et-Tobago, Uruguay, Venezuela
- **Pays d'Asie de l'Est ne figurant pas à l'annexe I** : Cambodge, Chine, Mongolie, République de Corée, République démocratique populaire lao, République populaire démocratique de Corée, Viet Nam
- **Asie du Sud** : Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Comores, Îles Cook, Fidji, Inde, Indonésie, Kiribati, Malaisie, Maldives, Îles Marshall, Micronésie (États fédérés de), Myanmar, Nauru, Nioué, Népal, Pakistan, Palaos, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Philippines, Samoa, Singapour, Îles Salomon, Sri Lanka, Thaïlande, Timor oriental, Tonga, Tuvalu, Vanuatu
- **Amérique du Nord** : Canada, États-Unis d'Amérique
- **Autres pays ne figurant pas à l'annexe I** : Albanie, Arménie, Azerbaïdjan, Bosnie-Herzégovine, Chypre, Géorgie, Kazakhstan, Kirghizistan, Malte, Moldova, Saint-Marin, Serbie, Tadjikistan, Turkménistan, Ouzbékistan, République de Macédoine
- **Afrique** : Afrique du Sud, Algérie, Angola, Bénin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Cap-Vert, Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Gabon, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Guinée équatoriale, Kenya, Lesotho, Liberia, Libye, Madagascar, Malawi, Mali, Maroc, Mauritanie, Maurice, Mozambique, Namibie, Niger, Nigéria, Ouganda, République centrafricaine, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, Sénégal, Seychelles, Sierra Leone, Soudan, Swaziland, Tchad, Togo, Tunisie, Zambie, Zimbabwe

*Il n'a pas été possible d'obtenir un ensemble complet de données relatives à tous les pays pour toutes les régions en 2004.

Annexe IV

Liste des auteurs

Si le(s) pays de résidence diffère(nt) du pays d'origine, celui-ci est mentionné en dernier.

IV.1 Membres de l'Équipe de rédaction principale

BERNSTEIN, Lenny

L.S. Bernstein & Associates, L.L.C.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

BOSCH, Peter

Unité d'appui technique du Groupe de travail III du GIEC,
Ecofys Netherlands et Agence néerlandaise d'évaluation envi-
ronnementale

PAYS-BAS

CANZIANI, Osvaldo

Coprésident du Groupe de travail II du GIEC, Buenos Aires

ARGENTINE

CHEN, Zhenlin

Département de la coopération internationale, Administration
météorologique chinoise

CHINE

CHRIST, Renate

Secrétariat du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évo-
lution du climat (GIEC)

SUISSE/AUTRICHE

DAVIDSON, Ogunlade

Coprésident du Groupe de travail III du GIEC, Faculté d'ingé-
nierie, Université de Sierra Leone

SIERRA LEONE

HARE, William

Institut de recherche de Potsdam sur les incidences du climat

ALLEMAGNE/AUSTRALIE

HUQ, Saleemul

Institut international pour l'environnement et le développement

ROYAUME-UNI/BANGLADESH

KAROLY, David

École de météorologie, Université d'Oklahoma, États-Unis
d'Amérique, et Université de Melbourne, Australie

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE/AUSTRALIE

KATTSOV, Vladimir

Observatoire principal de géophysique Voeikov

RUSSIE

KUNDZEWICZ, Zbyszek

Centre de recherche pour l'agriculture et l'environnement
forestier, Académie polonaise des sciences

POLOGNE

LIU, Jian

Secrétariat du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évo-
lution du climat (GIEC)

SUISSE/CHINE

LOHMANN, Ulrike

Institut des sciences de l'atmosphère et du climat, École poly-
technique fédérale de Zürich (ETHZ)

SUISSE

MANNING, Martin

Unité d'appui technique du Groupe de travail I du GIEC, Cor-
poration universitaire pour la recherche atmosphérique

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE/NOUVELLE-ZÉLANDE

MATSUNO, Taroh

Centre de recherche avancée sur les changements planétaires

JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and
Technology)

JAPON

MENNE, Bettina

Centre européen de l'environnement et de la santé,

Organisation mondiale de la santé (OMS)

ITALIE/ALLEMAGNE

METZ, Bert

Coprésident du Groupe de travail III du GIEC, Division de

l'évaluation environnementale à l'échelle du globe, Agence
néerlandaise d'évaluation environnementale

PAYS-BAS

MIRZA, Monirul

Division de recherche sur l'adaptation et les répercussions
(DRAR), Environnement Canada, et Département des sciences

physiques et environnementales, Université de Toronto

CANADA/BANGLADESH

NICHOLLS, Neville

École de géographie et de science environnementale,

Université Monash

AUSTRALIE

NURSE, Leonard

Centre barbadien de gestion des ressources et d'études
environnementales, Université des Indes orientales

BARBADE

- PACHAURI, Rajendra
Président du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et Directeur général de
The Energy and Resources Institute (TERI)
INDE
- PALUTIKOF, Jean
Unité d'appui technique du Groupe de travail II du GIEC, Met Office Hadley Centre
ROYAUME-UNI
- PARRY, Martin
Coprésident du Groupe de travail II du GIEC, Met Office Hadley Centre et Centre for Environmental Policy, Imperial College, Université de Londres
ROYAUME-UNI
- QIN, Dahe
Coprésident du Groupe de travail I du GIEC, Administration météorologique chinoise
CHINE
- RAVINDRANATH, Nijavalli
Centre des sciences écologiques, Institut scientifique indien
INDE
- REISINGER, Andy
Unité d'appui technique pour le RSY du GIEC, Met Office Hadley Centre, Royaume-Uni, et The Energy and Resources Institute (TERI), Inde
ROYAUME-UNI/INDE/ALLEMAGNE
- REN, Jiawen
Institut de recherche en science de l'environnement et en ingénierie pour les régions froides et arides, Académie chinoise des sciences
CHINE
- RIAHI, Keywan
Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA) et Université de Technologie de Graz
AUTRICHE
- ROSENZWEIG, Cynthia
Goddard Institute for Space Studies, National Aeronautics and Space Administration (NASA)
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE
- RUSTICUCCI, Matilde
Sciences de l'atmosphère et des océans, Université de Buenos Aires
ARGENTINE
- SCHNEIDER, Stephen
Département des sciences biologiques, Université Stanford
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE
- SOKONA, Youba
Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)
TUNISIE/MALI
- SOLOMON, Susan
Coprésident du Groupe de travail I du GIEC, NOAA Earth System Research Laboratory,
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE
- STOTT, Peter
Met Office Hadley Centre
ROYAUME-UNI
- STOUFFER, Ronald
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, Université Princeton
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE
- SUGIYAMA, Taishi
Projet sur les politiques relatives au climat, Institut central de recherche de l'industrie de l'électricité (CRIEPI)
JAPON
- SWART, Rob
Agence néerlandaise d'évaluation environnementale
PAYS-BAS
- TIRPAK, Dennis
Direction de l'environnement, OCDE, et Institut international du développement durable (IIDD), Winnipeg, Canada
FRANCE/ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE
- VOGEL, Coleen
Département de géographie, Université de Witwatersrand
AFRIQUE DU SUD
- YOHE, Gary
Département d'économie, Université de Wesleyan
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

IV.2 Membre de l'Équipe de rédaction élargie

- BARKER, Terry
Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research, Université de Cambridge
ROYAUME-UNI

Annexe V

Liste des examinateurs et des éditeurs-réviseurs

V.1 Examineurs

Conformément aux règles et procédures du GIEC, la version préliminaire du RSY a été envoyée, pour examen officiel, à plus de 2 400 experts ainsi qu'aux 193 gouvernements membres du GIEC. Le présent appendice donne la liste des experts avec indication de l'organisme, de l'administration ou de l'établissement dont ils relevaient au moment de leur intervention et des organisations internationales qui ont formulé des observations au sujet de cette version préliminaire du RSY et dont les observations ont été prises en compte par l'Équipe de rédaction principale lors de la révision du projet de rapport.

Note : Les organisations internationales sont mentionnées en dernier.

Argentine

DEVIA, Leila
Technologie industrielle nationale

TRAVASSO, María Isabel
Institut national de technologie agricole

WEHBE, Monica Beatriz
Université nationale de Rio Cuarto

Australie

BARNETT, Jon
Université de Melbourne

BINDOFF, Nathaniel
CSIRO MAR et Université de Tasmanie

BRUNSKILL, Gregg
Australian Institute of Marine Science

CHAMBERS, Lynda
Bureau of Meteorology Research Centre

CHURCH, John
CSIRO

JONES, Roger
CSIRO

KAY, Robert
Coastal Zone Management Pty Ltd

LOUGH, Janice
Australian Institute of Marine Science

MANTON, Michael
Université Monash

SHEARMAN, David
Université d'Adelaïde

WALKER, George
Aon Re Asia Pacific

WATKINS, Andrew
National Climate Centre, Australian
Bureau of Meteorology

WHITE, David
ASIT Consulting

YOUNUS, Aboul Fazal
Bangladesh Unnaya Parishad et Université d'Adelaïde

Autriche

CLEMENS, Torsten
OMV Exploration et Production

KASER, Georg
Institut de géographie
Université d'Innsbruck

KIRCHENGAST, Gottfried
Centre Wegener pour le climat et le changement planétaire, Université de Graz

MA, Tiejun
Institut international d'analyse des systèmes appliqués

PAULI, Harald
Université de Vienne et Académie autrichienne des sciences

SCHRÖTER, Dagmar
Umweltbundesamt GmbH

Belgique

KJAER, Christian
European Wind Energy Association

SAWYER, Steve
Conseil mondial de l'énergie éolienne

VERHASSELT, Yola
Université Libre de Bruxelles

Bénin

YABI, Ibouaïma Fidele
Université d'Abomey-Calavi

Bolivie

HALLOY, Stephan
Conservation International

Brésil

AMBRIZZI, Tercio
Université de São Paulo

BUSTAMANTE, Mercedes
Université de Brasilia

GOMES, Marcos
Université pontificale catholique de Rio de Janeiro

MOREIRA, José
Institut d'électrotechnique et d'énergie

SANT'ANA, Silvio
Fundação Grupo Esquel Brasil

Bulgarie

YOTOVA, Antoaneta
Institut national de météorologie et d'hydrologie

Canada

AMIRO, Brian
Université du Manitoba

BARBER, David
Université du Manitoba

BELTRAMI, Hugo
Université St. Francis Xavier

BERRY, Peter
Santé Canada

BRADY, Michael
Ressources naturelles Canada – Service
canadien des forêts

CHURCH, Ian
Gouvernement du Yukon

CLARKE, R. Allyn
Pêches et Océans, Institut océanographi-
que de Bedford

FISHER, David A.
Ressources naturelles Canada

GRANDIA, Kevin
DeSmogBlog Society of British
Columbia

HUPE, Jane
OACI

JACKSON, David
Institut McMaster pour les études sur
l'énergie

JANZEN, Henry
Agriculture et agroalimentaire Canada

JEFFERIES, Robert
Université de Toronto

LEMMEN, Donald
Ressources naturelles Canada

MICHAUD, Yves
Commission géologique du Canada

NYBOER, John
Université Simon Fraser

SMITH, Sharon
Commission géologique du Canada

Chine

FANG, Xiuqi
Université normale de Beijing

GUO, Xueliang
Institut de physique de l'atmosphère,
Académie chinoise des sciences

LAM, Chiu-Ying
Observatoire de Hong Kong

REN, Guoyu
Centre climatologique national

SU, Jilan
Second Institut d'océanographie,
Administration chinoise des océans

WANG, Bangzhong
Administration météorologique chinoise

YINGJIE, Liu
Institut de l'environnement et du
développement durable en agriculture

ZHAO, Zong-Ci
Administration météorologique chinoise

ZHOU, Guangsheng
Institut de botanique, Académie chinoise
des sciences

Colombie

POVEDA, Germán
Université nationale de Colombie

Cuba

DIAZ MOREJON, Cristobal Felix
Ministère de la science, de la technologie
et de l'environnement

SUAREZ RODRIGUEZ, Avelino G.
Institut d'écologie et de systématique,
Agence de l'environnement

République tchèque

HALENKA, Tomas
Faculté de mathématiques et de
physique, Université Charles de Prague

Danemark

ERHARD, Markus
Agence européenne pour l'environne-
ment

MELTOFTE, Hans
Institut national de recherche
environnementale, Université de Aarhus

PORTER, John R.
Université de Copenhague

El Salvador

MUNGUÍA DE AGUILAR, Martha
Yvette
Ministère de l'environnement et des
ressources naturelles

France

CAMPBELL, Nick
Arkema SA

CANEILL, Jean-Yves
Electricité de France

DE T'SERCLAES, Philippine
Agence Internationale de l'énergie

DOUGUÉDROIT, Annick
Université de Provence

HÉQUETTE, Arnaud
Université du Littoral Côte d'Opale

LENÔTRE, Nicole
Bureau de recherches géologiques
et minières

MUIRHEID, Ben
Association internationale de l'industrie
des engrais

PHILIBERT, Cédric
Agence Internationale de l'énergie

PLANTON, Serge
Météo-France

RILLING, Jacques
Centre scientifique et technique du
bâtiment

RUFFING, Kenneth

Allemagne

BRUCKNER, Thomas
Université technique de Berlin

GERTEN, Dieter
Institut de recherche de Potsdam sur les
incidences du climat

GRASSL, Hartmut
Institut Max Planck de météorologie

KUCKSHINRICHS, Wilhelm
Centre de recherche Jülich

LAWRENCE, Mark
Institut Max Planck de chimie

MATZARAKIS, Andreas
Institut météorologique, Université
de Fribourg

MUELLER, Rolf
Centre de recherche Jülich

SCHWARZER, Klaus
Institut de géosciences, Université
de Kiel

TREBER, Manfred
Germanwatch

WALTHER, Gian-Reto
Université de Bayreuth

WELP, Martin
Université des sciences appliquées,
Eberswalde

WILLEBRAND, Jürgen
Institut Leibniz des sciences maritimes

WINDHORST, Wilhelm
Centre d'écologie, Université de Kiel

WURZLER, Sabine
Agence de Rhénanie-du-Nord-Westpha-
lie pour la nature, l'environnement et la
protection des consommateurs

Hongrie

BÉLA, Nováky
Université Szent István

SOMOGYI, Zoltán
Institut hongrois de recherche forestière

Inde

ROY, Joyashree
Université de Jadavpur

SHARMA, Upasna
Institut indien de technologie, Bombay

SRIKANTHAN, Ramachandran
Laboratoire de recherches physiques

Irlande

FINNEGAN, Pat
Greenhouse Ireland Action Network

TOL, Richard
Institut de recherches économiques
et sociales

Italie

CASERINI, Stefano
École polytechnique de Milan

MARIOTTI, Annarita
Agence nationale pour les
nouvelles technologies, l'énergie et
l'environnement

RIXEN, Michel
Centre de recherches sous-marines de
l'OTAN

Jamaïque

CLAYTON, Anthony
Université des Indes occidentales

Japon

AKIMOTO, Keigo
Institut de recherche en technologie
innovante pour la Terre

ALEXANDROV, Georgii
Institut national d'études
environnementales

ANDO, Mitsuru
Université Toyama d'études
internationales

IKEDA, Motoyoshi
Université de Hokkaido

INOUE, Takashi
Université des sciences de Tokyo

KOBAYASHI, Noriyuki
Université Nihon (École de droit)

KOBAYASHI, Shigeki
Toyota Research and Development
Laboratories, Inc.

KOIDE, Hitoshi
Université Waseda

KOMIYAMA, Ryoichi
Institut d'économie énergétique, Japon

MARUYAMA, Koki
Institut central de recherche de l'indus-
trie de l'électricité

MASUI, Toshihiko
Institut national d'études
environnementales

MATSUI, Tetsuya
Centre de recherche de Hokkaido,
Institut de recherche en foresterie et
produits forestiers

MIKIKO, Kainuma
Institut national d'études
environnementales

MORI, Shunsuke
Université des sciences de Tokyo

MORISUGI, Hisayoshi
Institut de recherche du Japon

NAKAKUKI, Shinichi
Compagnie d'électricité de Tokyo

NAKAMARU, Susumu
Sun Management Institute

ONO, Tsuneo
Institut national de recherche sur
les pêches de Hokkaido, Agence de
recherche sur les pêches

YAMAGUCHI, Mitsutsune
Université de Tokyo

YOSHINO, Masatoshi

Kenya

DEMKINE, Volodymyr
PNUE

Mexique

OSORNIO VARGAS, Alvaro
Université nationale autonome
de Mexico

Moldova

COROBOV, Roman
Institut moderne d'humanités

Pays-Bas

BREGMAN, Bram
Organisation néerlandaise de recherches
appliquées

BRINKMAN, Robert

MARCHAND, Marcel
Delft Hydraulics

MISDORP, Robbert
Centre international d'aménagement des
zones côtières, Ministère des transports,
des travaux publics et de la gestion des
eaux

SCHYNS, Vianney
Changements climatiques et efficacité
énergétique, Groupe d'appui des services
essentiels

STORM VAN LEEUWEN, Jan Willem
Ceedata Consultancy

VAN NOIJE, Twan
Royal Netherlands Meteorological
Institute

WORRELL, Ernst
Ecofys

Nouvelle-Zélande

CRAMPTON, James
GNS Science

GRAY, Vincent

SCHALLENBERG, Marc
Université d'Otago

Nigéria

ANTIA, Effiom
Université de Calabar

Norvège

ERIKSEN, Siri
Université d'Oslo

HOFGAARD, Annika
Institut norvégien de recherche en
sciences naturelles

KRISTJANSSON, Jon Egill
Université d'Oslo

Pérou

GAMBOA FUENTES, Nadia Rosa
Université pontificale catholique du
Pérou

Philippines

OGAWA, Hisashi
Organisation mondiale de la santé,
Bureau régional pour le Pacifique
occidental

TIBIG, Lourdes
Administration philippine des services
atmosphériques, géophysiques et
astronomiques

Portugal

DAS NEVES, Luciana
Université de Porto

PAIVA, Maria Rosa
Université nouvelle de Lisbonne

RAMOS-PEREIRA, Ana
Université de Lisbonne

République de Corée

KIM, Suam
Université nationale de Pukyong

Roumanie

BORONEANT, Constanta
Administration météorologique nationale

Fédération de Russie

GYTARSKY, Michael
Institut d'études du climat mondial et de
l'écologie

Arabie saoudite

ALFEHAID, Mohammed
Ministère du pétrole

BABIKER, Mustafa
Saudi Aramco

Afrique du Sud

TANSER, Frank
Centre africain d'études pour la santé
et la population

WINKLER, Harald
Centre de recherche énergétique,
Université du Cap

Espagne

ALONSO, Sergio
Université des îles Baléares

ANADÓN, Ricardo
Université d'Oviedo

HERNÁNDEZ, Félix
IEG-CSIC

MARTIN-VIDE, Javier
Département de géographie physique,
Université de Barcelone

MORENO, Jose M.
Faculté des sciences de l'environnement,
Université de Castille-La Manche

RIBERA, Pedro
Université Pablo de Olavide

RODRIGUEZ ALVAREZ, Dionisio
Gouvernement régional de Galice

Suède

LECK, Caroline
Département de météorologie, Université
de Stockholm

MOLAU, Ulf
Université de Göteborg

MÖLLERSTEN, Kenneth
Agence suédoise de l'énergie

RUMMUKAINEN, Markku
Institut météorologique et hydrologique
suédois

WEYHENMEYER, Gesa
Université suédoise des sciences
agricoles

Suisse

APPENZELLER, Christof
Office fédéral de météorologie et de
climatologie, MétéoSuisse

CHERUBINI, Paolo
Institut fédéral de recherches sur la forêt,
la neige et le paysage

FISCHLIN, Andreas
Écologie des systèmes continentaux,
ETH-Zürich

JUERG, Fuhrer
Station de recherche Agroscope ART

MAZZOTTI, Marco
ETH-Zürich

ROSSI, Michel J.
Ecole Polytechnique Fédérale
de Lausanne

Thaïlande

HENOCQUE, Yves
Département des pêches

SCHIPPER, Lisa
Centre régional START pour l'Asie du
Sud-Est, Université Chulalongkorn

Turquie

SENSOY, Serhat
Service météorologique national turc

Royaume-Uni

ALLAN, Richard
University de Reading

BARKER, Terry
Cambridge Centre for Climate Change
Mitigation Research

CLAY, Edward Overseas Development Institute	SMITH, Leonard Allen London School of Economics	GURWICK, Noel Carnegie Institution
CONVEY, Peter British Antarctic Survey	SPENCER, Thomas Université de Cambridge	HAAS, Peter Université du Massachusetts
CRABBE, M. James C. Université du Bedfordshire	SROKOSZ, Meric National Oceanography Centre	HEGERL, Gabriele Université Duke
GILLETT, Nathan Université d'East Anglia	STONE, Dáithí Université d'Oxford	KIMBALL, Bruce USDA, Agricultural Research Service
HAIGH, Joanna Imperial College	STREET, Roger UK Climate Impacts Programmes, Oxford University Centre for the Environment	KNOWLTON, Kim Université Columbia
HARRISON, Paula Oxford University Centre for the Environment	USHER, Michael Université de Stirling	LEE, Arthur Chevron Corporation
HAWKINS, Stephen Association de biologie marine du Royaume-Uni	WOODWORTH, Philip Proudman Oceanographic Laboratory	LIOTTA, Peter Pell Center for International Relations and Public Policy
JEFFERSON, Michael World Renewable Energy Congress/ Network	États-Unis d'Amérique ANYAH, Richard Université Rutgers	MACCRACKEN, Michael Climate Institute
JONES, Chris Met Office Hadley Centre	ATKINSON, David Centre international de recherche sur l'Arctique, Université d'Alaska, Fair- banks	MALONE, Elizabeth L Pacific Northwest National Laboratory
McCULLOCH, Archie Université de Bristol	BRIENO RANKIN, Veronica GeoSeq International LLC	MASTRANDREA, Michael Université Stanford
MORSE, Andy Université de Liverpool	CHAPIN, III, F. Stuart Université d'Alaska, Fairbanks	MATSUMOTO, Katsumi Université du Minnesota
MUIR, Magdalena Environmental and Legal Services Ltd.	CLEMENS, Steven Université Brown	MATSUOKA, Kenichi Université de Washington
PAAVOLA, Jouni Université de Leeds	CROWLEY, Tom Université Duke	McCARL, Bruce Texas A & M University
RAVETZ, Joe Université de Manchester	DELHOTAL, Katherine Casey RTI International	MILLER, Alan International Finance Corporation – CESEF
SHINE, Keith Université de Reading	EPSTEIN, Paul Harvard Medical School	MOLINARI, Robert Université de Miami
SIMMONS, Adrian Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme	EVERETT, John Ocean Associates, Inc.	MORGAN, Jack Crops Research Lab
SIVETER, Robert Association internationale de l'industrie pétrolière pour la sauvegarde de l'environnement	FAHEY, David NOAA Earth Science Research Laboratory	MURPHY, Daniel NOAA Earth System Research Laboratory
		NADELHOFFER, Knute Université du Michigan

NEELIN, J. David UCLA	SIDDIQI, Toufiq Global Environment and Energy in 21 st century	SIMS, Ralph Agence internationale de l'énergie
OPPENHEIMER, Michael Université Princeton	SIEVERING, Herman Université du Colorado	SINGER, Stephan WWF International
PARK, Jacob Green Mountain College	SOULEN, Richard	STEFANSKI, Robert Organisation météorologique mondiale
PARKINSON, Claire NASA Goddard Space Flight Center	TRENBERTH, Kevin National Centre for Atmospheric Research	YAN, Hong Organisation météorologique mondiale
ROBOCK, Alan Université Rutgers		
SCHWING, Franklin Ministère du commerce	Organisations internationales LLOSA, Silvia Stratégie internationale de prévention des catastrophes	
SHERWOOD, Steven Université Yale	McCULLOCH, Archie Chambre de commerce internationale	

V.2 Éditeurs-réviseurs

Le rôle des éditeurs-réviseurs consiste à s'assurer que toutes les observations importantes formulées par les experts et les gouvernements ont bien été prises en compte par l'Équipe de rédaction principale. Deux éditeurs-réviseurs ont été désignés pour chaque point de ce Rapport de synthèse. Ils confirment que toutes les observations ont été prises en considération, conformément aux procédures du GIEC.

Point 1

JALLOW, Bubu Pateh
Département des ressources en eau
GAMBIE

KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka
Université de Ljubljana
SLOVÉNIE

Point 2

BOJARIU, Roxana
Institut national de météorologie et
d'hydrologie
ROUMANIE

HAWKINS, David
Natural Resources Defence Council
Climate Center
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Point 3

DIAZ, Sandra
CONICET-Université nationale de
Córdoba
ARGENTINE

LEE, Hoesung
République de Corée

Point 4

ALLALI, Abdelkader
Ministère de l'Agriculture, du Dévelop-
pement rural et des Pêches
MAROC

ELGIZOULI, Ismail
Conseil supérieur pour l'environnement
et les ressources naturelles
SOUDAN

Point 5

WRATT, David
National Institute of Water and
Atmospheric Research
NOUVELLE-ZÉLANDE

HOHMEYER, Olav
Université de Flensburg
ALLEMAGNE

Point 6

GRIGGS, Dave
Université Monash
AUSTRALIE/ROYAUME-UNI

LEARY, Neil
Secrétariat international du START
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Annexe VI

Index

A.

acidification (*voir acidification des océans*)

adaptation

capacité d'~

aérosols

Afrique

agriculture/cultures

alimentaire

production ~

Amérique du Nord

Amérique latine

anthropique

émissions ~

réchauffement ~

Antarctique

Arctique

article 2 (de la CCNUCC)

Asie

atténuation

avantages des mesures d'~

coûts des mesures d'~

possibilités d'~

politiques d'~

éventail de mesures d'~

potentiel d'~

Australie et Nouvelle-Zélande

avantages connexes

B.

boisement

C.

carbone organique

CCNUCC

changement climatique

~ brusque

~ après stabilisation des GES

~ et pollution de l'air

le ~ et l'eau

attribution du ~

au-delà du XXI^e siècle

définitions

facteurs du ~

incidences du ~ (*voir incidence*)

~ irréversible

~ observable

projections relatives au ~

~ régional

circulation méridienne océanique

climat

couplage ~-cycle du carbone

changement du ~ (*voir changement climatique*)

variabilité du ~

combustibles fossiles

comportement (*voir mode de vie*)

concentration

~ atmosphérique

~ d'équivalent-CO₂

coopération (internationale)

côtes

protection des ~

inondation des ~

coût

~ d'adaptation

(*voir atténuation*)

(*voir ~ social du carbone*)

coût social du carbone

croissance démographique

cyclones (tropicaux)

D.

déboisement

delta

grand ~

développement durable

développement économique

dioxyde de carbone (CO₂)

concentration de ~

émissions de ~

dommages

E.

eau/hydrique

possibilités d'adaptation

plan national de gestion des ressources en

~ du Bangladesh

stress ~

ressources en ~

écosystèmes

élévation/variation du niveau de la mer

émissions

~ d'équivalent-CO₂

voie/trajectoire des ~

réduction des ~ (*voir atténuation*)

scénario d'~

énergie/énergétique

demande d'~

efficacité ~

intensité ~

sources d'~ à faible teneur en carbone

~ nucléaire

~ renouvelable

approvisionnement ~/production d'~

équilibre

niveau de la mer à l'~ (dilatation

thermique)

température à l'~

équité

établissements humains

Europe

évolution technologique

extinction

extrêmes

F.

forçage radiatif

foudre

G.

gaz à effet de serre (GES)

concentration de ~

émissions de ~

gestion des risques

glace/glaciaire

~ terrestre/nappe ~/calotte ~

~ de mer

glacier

Groenland

grêle

H.

hémisphère Nord

hydrocarbures halogénés

hydroélectricité

hydrologique

cycle/système ~

I.

incendie

incertitude

~ clé

terminologie

incidence (du changement climatique)

~ évitée/atténuée/retardée

~ bénéfique

~ irréversible

~ observée

~ anticipée

~ régionale

~ sectorielle

inertie

industrie

infrastructure

inondation

~ côtière

~ fluviale

intervalle de confiance

J.

jours

~ froides

~ chaudes

M.

mécanisme pour un développement

« propre »

Méditerranée/méditerranéen

mer ~
 bassin ~
méthane (CH₄)
migration
 ~ des oiseaux
 ~ des poissons
 ~ des populations
mode de vie
mortalité
motifs de préoccupation
Moyen-Orient

N.
neige (couverture/manteau)
nitrate
nuits
 ~ froides
 ~ chaudes

O.
objectifs du Millénaire pour le développement
obstacles
 ~ à l'adaptation
 ~ à l'atténuation
océan
 acidification des ~
 température/contenu thermique des ~
oxyde nitreux (N₂O)

P.
par habitant
 émissions par ~
 revenu par ~
pays en développement

petites îles
piégeage et stockage du carbone (PSC)
pluie (voir précipitations)
polaire
 nappes glaciaires ~
 régions ~
poussière
potentiel de réchauffement global (PRG)
précipitations
 fortes ~
 régime des ~
prix du carbone
produit intérieur brut (PIB)
Protocole de Kyoto

R.
ravageurs (régimes de perturbation)
recherche
 financement de la ~
 ~, développement et démonstration (RD&D)
répercussions
rétroaction
 ~ entre le climat et le cycle du carbone
ruissellement

S.
Sahel
santé
sécheresse
sensibilité du climat
société
soufre
 dioxyde/sulfate de ~
SRES

scénarios d'émissions ~
 canevas ~
stabilisation
 niveaux de ~
 modes de ~
stress (multiples)
système climatique

T.
technologies
 investissement dans les ~
technologies peu polluantes/faisant peu appel au carbone
température
 variations de la ~
 variabilité de la ~
tempête
tempête de poussière
tornades
tourisme
transfert d'émissions de carbone
transports
troisième Rapport d'évaluation (TRE)

U.
utilisation des terres

V.
vague de chaleur
vent
 régime des ~
verdissement (de la végétation)
voie de développement
vulnérabilité
 ~ critique

Annexe VII

Publications du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Rapports d'évaluation

Quatrième Rapport d'évaluation

Bilan 2007 des changements climatiques : Les bases scientifiques physiques

Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation

Bilan 2007 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité

Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation

Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse

Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation

Troisième Rapport d'évaluation

Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques

Contribution du Groupe de travail I au troisième Rapport d'évaluation

Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité

Contribution du Groupe de travail II au troisième Rapport d'évaluation

Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse

Contribution des Groupes de travail I, II et III au troisième Rapport d'évaluation

Deuxième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 1995 : Aspects scientifiques de l'évolution du climat

Contribution du Groupe de travail I au deuxième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 1995 : Analyse scientifique et technique des incidences de l'évolution du climat, mesures d'adaptation et d'atténuation

Contribution du Groupe de travail II au deuxième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 1995 : Aspects socioéconomiques de l'évolution du climat

Contribution du Groupe de travail III au deuxième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 1995 : Document de synthèse des informations scientifiques et techniques relatives à l'interprétation de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

Contribution des Groupes de travail I, II et III au deuxième Rapport d'évaluation

Supplément du premier Rapport d'évaluation

Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment

Rapport supplémentaire du Groupe de travail I du GIEC chargé des aspects scientifiques du changement climatique

Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment

Rapport supplémentaire du Groupe de travail II du GIEC chargé des incidences potentielles du changement climatique

Changement climatique : Les évaluations du GIEC de 1990 et 1992

Premier rapport d'évaluation du GIEC, Aperçu général et Résumés destinés aux décideurs, et Supplément 1992 du GIEC

Premier Rapport d'évaluation

Aspects scientifiques du changement climatique

Rapport rédigé en 1990 par le Groupe de travail I du GIEC chargé des aspects scientifiques du changement climatique

Incidences potentielles du changement climatique

Rapport rédigé en 1990 par le Groupe de travail II du GIEC chargé des incidences potentielles du changement climatique

Stratégies d'adaptation au changement climatique

Rapport rédigé en 1990 par le Groupe de travail III du GIEC chargé des stratégies d'adaptation au changement climatique

Rapports spéciaux

Carbon Dioxide Capture and Storage (Piégeage et stockage du dioxyde de carbone) 2005

Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons (Préservation de la couche d'ozone et du système climatique planétaire : Questions relatives aux hydrofluorocarbures et aux hydrocarbures perfluorés) (rapport établi conjointement par le GIEC et le GETE) 2005

Land Use, Land-Use Change and Forestry (Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) 2000

Emissions Scenarios (Scénarios d'émissions) 2000

Methodological and Technological Issues in Technology Transfer (Questions méthodologiques et technologiques dans le transfert de technologie) 2000

Aviation and the Global Atmosphere (L'aviation et l'atmosphère planétaire) 1999

The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability (Incidences de l'évolution du climat dans les régions : évaluation de la vulnérabilité) 1997

Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emissions Scenarios 1994

Rapports méthodologiques et directives techniques

Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (5 volumes) 2006

Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types (Définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines) 2003

Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie. Programme d'inventaires nationaux des gaz à effet de serre du GIEC, 2003

Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux Programme d'inventaires nationaux des gaz à effet de serre du GIEC, 2000

Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée (3 volumes) 1996

Directives techniques du GIEC pour l'évaluation des incidences de l'évolution du climat et des stratégies d'adaptation 1995

Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (3 volumes) 1994

Preliminary Guidelines for Assessing Impacts of Climate Change 1992

Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise – A Common Methodology 1991

Documents techniques

Les changements climatiques et la biodiversité
Document technique 5 du GIEC, 2002

Incidences des propositions de limitation des émissions de CO₂
Document technique 4 du GIEC, 1997

Stabilisation des gaz atmosphériques à effet de serre : conséquences physiques, biologiques et socio-économiques
Document technique 3 du GIEC, 1997

Introduction aux modèles climatiques simples employés dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC
Document technique 2 du GIEC, 1997

Techniques, politiques et mesures d'atténuation des changements climatiques
Document technique 1 du GIEC, 1996

Documents supplémentaires

Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea
Sous-groupe de l'aménagement du littoral relevant du Groupe de travail des stratégies de parade du GIEC, 1992

Emissions Scenarios
Rapport établi par le Groupe de travail des stratégies de parade du GIEC, 1990

Pour une liste plus complète des documents supplémentaires publiés par le GIEC, veuillez consulter le site www.ipcc.ch ou prendre contact avec le secrétariat du GIEC.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été établi conjointement par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), qui l'ont chargé de faire le point sur l'état des connaissances scientifiques relatives aux changements climatiques en s'appuyant sur des sources internationales sûres. Les évaluations qu'il produit à intervalles réguliers sur les causes de ces changements, leurs conséquences et les stratégies de parade possibles constituent les rapports les plus complets et les plus à jour sur le sujet, qui font autorité dans les milieux universitaires, les instances gouvernementales et les entreprises du monde entier. Le présent Rapport de synthèse est le quatrième volume du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC intitulé Bilan 2007 des changements climatiques. Plusieurs centaines d'experts, réunis au sein de trois Groupes de travail, y évaluent les informations disponibles sur les changements climatiques. Les contributions de ces trois Groupes de travail sont publiées par Cambridge University Press :

Climate Change 2007 – The Physical Science Basis

Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC
ISBN 978 0521 88009-1 (édition reliée), 978 0521 70596-7 (édition brochée)

Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability

Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC
ISBN 978 0521 88010-7 (édition reliée), 978 0521 70597-4 (édition brochée)

Climate Change 2007 – Mitigation of Climate Change

Contribution du Groupe de travail III au Quatrième rapport d'évaluation du GIEC
ISBN 978 0521 88011-4 (édition reliée), 978 0521 70598-1 (édition brochée)

Le Rapport de synthèse du Bilan 2007 des changements climatiques a été établi par une Équipe de rédaction principale spécialement constituée à cette fin. Sur la base de l'évaluation effectuée par les trois Groupes de travail, il fait le bilan de l'évolution du climat en examinant les points ci-après :

- Les changements climatiques observés et leurs effets ;
- Les causes de l'évolution du climat ;
- Le changement climatique et ses incidences à court et à long terme selon divers scénarios ;
- Les possibilités et mesures d'adaptation et d'atténuation et les corrélations avec le développement durable, à l'échelle mondiale et régionale ;
- Les perspectives à long terme : aspects scientifiques et socioéconomiques de l'adaptation et de l'atténuation dans la ligne des objectifs et des dispositions de la Convention et dans le cadre du développement durable ;
- Les conclusions robustes et les incertitudes clés.