

giec

GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR l'évolution du climat

CHANGEMENTS CLIMATIQUES 2014

Rapport de synthèse



RAPPORT DU GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL
SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT



Changements climatiques 2014

Rapport de synthèse

Publié sous la direction de

**L'équipe de rédaction
principale**
Rapport de synthèse
GIEC

Rajendra K. Pachauri
Président
GIEC

Leo Meyer
Responsable de l'unité
d'appui technique
GIEC

Équipe de rédaction principale

Rajendra K. Pachauri (Président), Myles R. Allen (Royaume-Uni), Vicente R. Barros (Argentine), John Broome (Royaume-Uni), Wolfgang Cramer (Allemagne/France), Renate Christ (Autriche/OMM), John A. Church (Australie), Leon Clarke (États-Unis d'Amérique), Qin Dahe (Chine), Purnamita Dasgupta (Inde), Navroz K. Dubash (Inde), Ottmar Edenhofer (Allemagne), Ismail Elgizouli (Soudan), Christopher B. Field (États-Unis d'Amérique), Piers Forster (Royaume-Uni), Pierre Friedlingstein (Royaume-Uni/Belgique), Jan Fuglestad (Norvège), Luis Gomez-Echeverri (Colombie), Stéphane Hallegatte (France/Banque mondiale), Gabriele Hegerl (Royaume-Uni/Allemagne), Mark Howden (Australie), Kejun Jiang (Chine), Blanca Jimenez Cisneros (Mexique/UNESCO), Vladimir Kattsov (Fédération de Russie), Hoesung Lee (République de Corée), Katharine J. Mach (États-Unis d'Amérique), Jochem Marotzke (Allemagne), Michael D. Mastrandrea (États-Unis d'Amérique), Leo Meyer (Pays-Bas), Jan Minx (Allemagne), Yacob Mulugetta (Éthiopie), Karen O'Brien (Norvège), Michael Oppenheimer (États-Unis d'Amérique), Joy J. Pereira (Malaisie), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Gian-Kasper Plattner (Suisse), Hans-Otto Pörtner (Allemagne), Scott B. Power (Australie), Benjamin Preston (États-Unis d'Amérique), N.H. Ravindranath (Inde), Andy Reisinger (Nouvelle-Zélande), Keywan Riahi (Autriche), Matilde Rusticucci (Argentine), Robert Scholes (Afrique du Sud), Kristin Seyboth (États-Unis d'Amérique), Youba Sokona (Mali), Robert Stavins (États-Unis d'Amérique), Thomas F. Stocker (Suisse), Petra Tschakert (États-Unis d'Amérique), Detlef van Vuuren (Pays-Bas), Jean-Pascal van Ypersele (Belgique)

Service d'appui technique - Rapport de synthèse

Leo Meyer, Sander Brinkman, Line van Kesteren, Noémie Leprince-Ringuet, Fijke van Boxmeer

Il convient de citer le présent rapport comme suit:

GIEC, 2014: *Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.

GRUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

© Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2015

Première parution 2015

ISBN 978-92-9169-243-9

La présente publication est identique au rapport approuvé (*Résumé à l'intention des décideurs*) et adopté (version complète) lors de la quarantième session du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) le 1^{er} novembre 2014, à Copenhague (Danemark), exception faite des révisions éditoriales et des *errata* ajoutés entre-temps. Les errata sont accessibles sur le Web à l'adresse suivante: <http://www.ipcc.ch>.

Les appellations employées sur les cartes et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant aux tracés 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.

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 doivent être adressées au:

GIEC

s/c Organisation météorologique mondiale (OMM)

7bis, avenue de la Paix

Case postale 2300

CH 1211 Genève 2, Suisse

www.ipcc.ch

Tél.: +41 22 730 8208

Fax: +41 22 730 8025

Courriel : IPCC-Sec@wmo.int

Maquette de couverture : Laura Biagioni, Secrétariat du GIEC, OMM

Photos de couverture:



I - Glacier de Folgefonna, sur les hauts plateaux de Sørkjorden, Norvège (60°03' N - 6°20' E).

© Yann Arthus-Bertrand / Altitude | www.yannarthusbertrand.org | www.goodplanet.org

II - Plantation de semis de palétuviers à Funafala, atoll de Funafuti, Tuvalu. © David J. Wilson

III - Vue aérienne de Shanghai (Chine). © Ocean/Corbis

The background is a solid orange color. A white L-shaped line is positioned on the left side, starting from the top left and extending downwards and then horizontally to the right, ending in a rounded corner.

Avant-propos, préface et hommage

Avant-propos

Le présent *Rapport de synthèse* fait la synthèse des conclusions des contributions des trois groupes de travail au cinquième Rapport d'évaluation (RE5) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui constituent ensemble l'évaluation la plus complète des changements climatiques jamais entreprise par le GIEC: *Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques*; *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité*; et *Changements climatiques 2014: L'atténuation des changements climatiques*. Y sont également présentées les conclusions de deux rapports spéciaux intitulés *Sources d'énergie renouvelable et atténuation du changement climatique* (2011) et *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique* (2011).

Le *Rapport de synthèse* confirme que l'influence de l'homme sur le système climatique est manifeste et de plus en plus forte et que l'on observe ses incidences sur tous les continents et dans tous les océans. Nombre des changements constatés depuis les années 1950 sont sans précédent depuis des dizaines d'années, voire des millénaires. Le GIEC est désormais certain à 95 % que l'homme est la première cause du réchauffement planétaire actuel. Le *Rapport de synthèse* constate en outre que plus les activités humaines perturbent le climat, plus les risques de conséquences graves, généralisées et irréversibles pour l'être humain et les écosystèmes, ainsi que d'altérations de longue durée de tous les éléments du système climatique sont élevés. Le *Rapport* rappelle que nous disposons d'options pour circonscrire ces changements et les risques qu'ils posent, et que de nombreuses solutions envisageables permettraient un développement économique et humain soutenu. Cependant, pour stabiliser l'augmentation de la température sous le seuil de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, nous devrons d'urgence nous écarter radicalement du scénario du «statu quo». Par ailleurs, plus nous attendrons pour intervenir, plus les mesures à prendre coûteront cher, et plus les problèmes techniques, économiques, sociaux et institutionnels qu'elles posent deviendront difficiles à surmonter.

Ces constatations et les autres informations dont fait état le *Rapport de synthèse* ont sans aucun doute amélioré considérablement notre compréhension des enjeux les plus critiques posés par le changement climatique: le rôle des émissions de gaz à effet de serre; la gravité des risques et des conséquences, en particulier pour les pays les moins avancés et les collectivités les plus vulnérables, vu leur capacité limitée d'y faire face; les options envisageables et les conditions qu'il nous faudra respecter pour y avoir recours et faire en sorte que le changement climatique reste gérable. Ainsi, le *Rapport de synthèse* attire l'attention des décideurs et des citoyens du monde sur la nécessité d'agir d'urgence pour faire face à ces défis.

Ce *Rapport de synthèse*, diffusé à Copenhague le 2 novembre 2014, arrivait à point nommé. En effet, les décideurs se réunissaient en décembre 2014 à Lima, à l'occasion de la vingtième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), afin de jeter les bases des délibérations de la vingt et unième session prévue à Paris, en 2015, laquelle devrait déboucher sur un nouvel accord concernant le changement climatique. Nous espérons que les conclusions scientifiques du *Rapport de synthèse* deviendront pour eux une source de motivation pour la conclusion d'un accord global qui permettra de maintenir les effets du changement climatique à un niveau gérable. Ce rapport fournit les informations requises pour faire des choix éclairés; il nous fait prendre conscience plus que jamais de l'urgence d'intervenir et de la gravité des risques auxquels nous exposerait notre passivité. Plaider l'ignorance ne peut plus être une excuse pour ne pas agir.

En tant qu'organisme intergouvernemental établi en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) n'a cessé de mettre à la disposition des responsables politiques les évaluations scientifiques et techniques les plus fiables et les plus objectives qui soient dans ce domaine. Les rapports d'évaluation, les rapports spéciaux, les documents techniques, les rapports méthodologiques et les autres documents publiés par le GIEC à partir de 1990 sont devenus des ouvrages de référence reconnus à travers le monde.

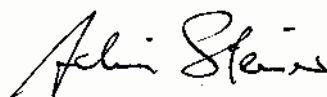
Le présent *Rapport de synthèse* est le fruit du travail bénévole, du dévouement et de l'engagement de milliers d'experts et de scientifiques du monde entier, qui représentent un large éventail de compétences et de points de vue. Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à tous les membres de l'équipe de rédaction principale du *Rapport de synthèse*, aux membres de l'équipe de rédaction élargie, ainsi qu'aux éditeurs-réviseurs qui ont accepté avec enthousiasme de relever l'immense défi que représentait l'élaboration de ce rapport exceptionnel, en sus des autres tâches à la réalisation desquelles ils s'étaient déjà engagés au cours de la période de préparation du cinquième Rapport d'évaluation. Nous souhaitons également remercier les membres du Service d'appui technique du *Rapport de synthèse* ainsi que le Secrétariat du GIEC de l'efficacité avec laquelle ils ont organisé la production du rapport.

Nous souhaitons également souligner avec reconnaissance l'aide apportée par les gouvernements des pays Membres du GIEC aux scientifiques qui ont travaillé à l'élaboration du présent rapport, ainsi que leur contribution au Fonds d'affectation spéciale du GIEC grâce auquel le coût de la participation d'experts en provenance de pays en développement et de pays à économie en transition a été pris en charge. Nous exprimons notre gratitude au gouvernement wallon (Belgique), qui a accueilli la réunion chargée de définir les orientations du rapport de synthèse, aux gouvernements norvégien, néerlandais, allemand et malaisien, qui ont accueilli les séances de rédaction du rapport, et au gouvernement danois, qui a accueilli la quarantième session du GIEC au cours de laquelle le *Rapport de synthèse* a été approuvé. L'aide financière généreuse de la Norvège, des Pays-Bas et de l'Institut d'économie énergétique de Corée, ainsi que l'aide en nature de l'Agence néerlandaise d'évaluation environnementale et de l'Institut de l'énergie et des ressources de New Delhi (Inde), ont permis le bon déroulement des travaux du Service d'appui technique chargé du *Rapport de synthèse*. Nous tenons à leur exprimer nos vifs remerciements.

Nous souhaitons enfin remercier tout particulièrement M. Rajendra K. Pachauri, président du GIEC, pour sa conduite éclairée et les bons conseils qu'il a prodigués tout au long de l'élaboration du présent rapport.



Michel Jarraud
Secrétaire général
Organisation météorologique mondiale



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

Préface

Le présent *Rapport de synthèse*, intitulé «Changements climatiques 2014», est le dernier volet du cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Document concis destiné aux décideurs des administrations publiques et du secteur privé, ainsi qu'au grand public, il fait la synthèse des principales conclusions formulées par les trois groupes de travail du GIEC dans leurs contributions au cinquième Rapport d'évaluation – *Éléments scientifiques; Incidences, adaptation et vulnérabilité; Atténuation des changements climatiques*. Il s'inspire aussi des conclusions de deux rapports spéciaux publiés en 2011 : *Sources d'énergie renouvelable et atténuation du changement climatique* et *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique*. Synthèse complète et à jour des évaluations traitant du changement climatique, il se fonde sur les articles scientifiques, techniques et socioéconomiques les plus récents publiés dans ce domaine.

Portée du Rapport

Le présent document est le résultat des efforts soigneusement coordonnés déployés par les groupes de travail du GIEC afin de rassembler des informations cohérentes et complètes sur les divers aspects du changement climatique. Il comprend notamment une évaluation cohérente des incertitudes et des risques qui entourent le changement climatique; une analyse intégrée des coûts et des aspects économiques; un examen des aspects régionaux; une analyse des changements, incidences et stratégies de parade liés à l'eau et aux systèmes terrestres, au cycle du carbone (y compris une analyse de l'acidification des océans, de la cryosphère et du niveau des mers); ainsi qu'une étude des options d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à ces changements envisageables dans un contexte de développement durable. Y sont également présentées des informations relatives à l'article 2, qui porte sur l'objectif ultime de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Le *Rapport de synthèse* aborde aussi d'autres aspects du changement climatique, y compris les effets directs de ces changements sur les écosystèmes naturels ainsi que leurs effets directs et indirects sur les systèmes humains — par exemple, la santé publique, la sécurité alimentaire et la sécurité des conditions sociétales. En intégrant l'analyse des risques liés aux changements climatiques et l'examen des enjeux de l'atténuation et de l'adaptation dans le cadre du développement durable, le *Rapport de synthèse* rappelle en outre qu'à quelques exceptions près, tous les systèmes de la planète subiraient les conséquences d'un changement climatique, et qu'il n'est pas possible d'établir une distinction nette entre, d'une part, l'étude des moyens de lutte contre ce phénomène et les risques qu'il fait peser sur la planète, et d'autre part, la promotion du développement durable, c'est-à-dire un développement qui répond aux besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations à venir de répondre aux leurs. Le rapport insiste donc également sur les liens qui existent entre ces différents enjeux et fournit des informations sur la façon dont l'étude du changement climatique se superpose à celle des autres enjeux du développement et s'y intègre.

Structure

Le *Rapport de synthèse* est composé d'un *Résumé à l'intention des décideurs* (RID), d'une partie plus détaillée (*Thèmes*) d'où est tiré le Résumé, ainsi que d'annexes. Bien que le RID ressemble à la partie détaillée tant par sa structure que par l'ordre de traitement des sujets, des questions particulières abordées sous plus d'une rubrique dans cette dernière sont résumées dans une seule section du RID. Chaque paragraphe du *Résumé à l'intention des décideurs* contient des références qui renvoient au texte correspondant de la section consacrée aux *Thèmes*. Dans celle-ci, des références complètes renvoient aux chapitres pertinents des rapports des groupes de travail ou aux deux rapports spéciaux précités. Le *Rapport de synthèse* forme un tout indépendant; le *Résumé à l'intention des décideurs* aborde les questions les plus pertinentes d'un point de vue stratégique qui sont traitées dans la partie détaillée, ainsi que dans l'ensemble du cinquième Rapport d'évaluation.

Les contributions des trois groupes de travail au cinquième Rapport d'évaluation, y compris les résumés à l'intention des décideurs, les résumés techniques, les foires aux questions et le Rapport de synthèse, publiés dans toutes les langues officielles de l'ONU, sont disponibles en ligne sur le site Web du GIEC, ainsi qu'en version électronique hors ligne. Dans les versions électroniques, les renvois se présentent sous la forme d'hyperliens qui permettent 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 des listes des auteurs, des éditeurs-réviseurs et des éditeurs scientifiques sont également fournis en annexe.

Pour faciliter l'accès au plus grand nombre de lecteurs possible et pour accroître l'utilité de ces informations pour les parties prenantes, des conclusions titres surlignées émaillent les diverses sections du *Rapport de synthèse*. Ces textes, qui sont au nombre de 21, transmettent des messages simples, sans termes techniques, rédigés dans un langage facile à comprendre par le grand public; ils ont été élaborés par les auteurs du rapport et approuvés par les gouvernements membres du GIEC.

La partie détaillée s'articule autour des quatre grands thèmes définis par le GIEC :

Les changements observés et leurs causes (Thème 1). Dans cette section sont présentées les nouvelles informations recueillies par les trois groupes de travail et portant sur les changements subis par le système climatique, y compris ceux touchant l'atmosphère, les océans, la cryosphère et le niveau des océans; les principaux facteurs récents et passés qui ont influé sur les conditions climatiques et l'incidence des activités humaines sur les déterminants d'émissions; les incidences observées, y compris les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes; et l'attribution des changements climatiques et de leurs incidences.

Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives (Thème 2). Cette section porte sur les changements climatiques futurs, ainsi que sur les incidences et les risques y relatifs. Y sont présentées des informations sur les principaux facteurs qui influenceront à l'avenir

sur le climat, sur les rapports entre les émissions cumulées et l'évolution des conditions de température et sur les changements projetés du système climatique au cours du XXI^e siècle et au-delà. La section inclut une évaluation des risques et des incidences futures de l'évolution du climat et des interactions entre les risques liés au climat et d'autres types de risques. Des informations sur les changements à long terme, y compris l'élévation du niveau de la mer et l'acidification des océans, ainsi que les risques de changements abrupts et irréversibles y sont également présentées.

Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution (Thème 3). Cette section est axée sur les orientations possibles que pourraient prendre à l'avenir les efforts d'adaptation et d'atténuation sous forme de stratégies complémentaires de réduction et de gestion des risques liés au changement climatique, et évalue leurs interactions avec le développement durable. Elle décrit les méthodes d'analyse propices à la prise de décisions efficaces, ainsi que les différences qui peuvent exister entre les risques de changement climatique, l'adaptation et l'atténuation du point de vue des échelles de temps, ainsi que de l'ampleur et de la persistance des effets. Elle analyse les caractéristiques des méthodes d'adaptation et d'atténuation, les enjeux y afférents, et les limites et avantages de ces méthodes, pour différents scénarios de réchauffement futur.

Adaptation et atténuation (Thème 4). Cette section réunit des informations recueillies par les groupes de travail II et III sur diverses options d'adaptation et d'atténuation, y compris les technologies et les infrastructures écologiquement rationnelles, les modes de subsistance, les comportements et les modes de vie durables. Elle décrit les facteurs favorables, les obstacles et les démarches stratégiques, ainsi que les conditions financières et technologiques dont dépendent les méthodes d'intervention efficaces. Elle décrit les occasions d'interventions intégrées et établit des liens entre l'adaptation et l'atténuation et d'autres objectifs de société.

Processus

Le *Rapport de synthèse* du cinquième Rapport d'évaluation du GIEC a été rédigé conformément aux procédures prescrites par le GIEC pour assurer la qualité du travail effectué et sa rigueur. Par rapport à la synthèse correspondante du quatrième Rapport d'évaluation, le travail d'élaboration du présent rapport a commencé un an plus tôt — avant même que les rapports des groupes de travail ne soient achevés — afin d'assurer une meilleure intégration des rapports et une meilleure synthèse. Une réunion destinée à définir la portée et les grandes lignes du Rapport de synthèse a été organisée à Liège (Belgique), en août 2010, et l'ébauche élaborée à cette occasion a été approuvée par le GIEC en octobre 2010 à Busan (République de Corée). Conformément aux procédures propres au GIEC, le Président du GIEC, en concertation avec les coprésidents des groupes de travail, a désigné les 45 membres de l'équipe de rédaction principale du *Rapport de synthèse*. Ces nominations, ainsi que celles des 9 réviseurs, ont été approuvées par le Bureau du GIEC en mars 2012. L'équipe de rédaction principale a par ailleurs désigné 14 auteurs supplémentaires, dont la nomination a été approuvée par le Président du GIEC et qui ont largement contribué au contenu du Rapport. Alors que le Rapport prenait forme, il a été proposé d'inclure dans l'équipe de rédaction principale 6 auteurs et un

réviseur supplémentaires, ce que le Bureau du GIEC a approuvé. Ces personnes sont venues renforcer et élargir le champ de compétences requis pour l'élaboration du rapport. Après avoir été soumis à l'examen des experts et des gouvernements, le projet de rapport final a été présenté lors de la quarantième session du GIEC, qui s'est tenue du 27 octobre au 1^{er} novembre 2014 à Copenhague (Danemark). À cette occasion, les gouvernements ont approuvé le Résumé à l'intention des décideurs ligne par ligne et adopté la partie détaillée (*Thèmes*) section par section.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre plus profonde gratitude à tous les membres de l'équipe de rédaction principale et de l'équipe de rédaction élargie pour les efforts inlassables qu'ils ont déployés, les compétences qu'ils ont partagées et l'engagement dont ils ont fait preuve tout au long de l'élaboration du *Rapport de synthèse*. Nous leurs sommes redevables de leur perfectionnisme, de leur intégrité et de leur méticulosité sans lesquels l'élaboration du Rapport n'aurait pu être menée à bien. Nous souhaitons remercier aussi les réviseurs experts qui ont apporté leur compétence inestimable à l'élaboration d'un rapport offrant une évaluation impartiale et complète des informations disponibles concernant le changement climatique. Ils ont joué un rôle crucial pour assurer la transparence d'un processus dont le GIEC a toutes les raisons de se féliciter. Merci également à tous les auteurs du cinquième Rapport d'évaluation et des deux rapports spéciaux. Le *Rapport de synthèse* n'aurait pu voir le jour sans leur évaluation soignée du corpus considérable de documents abordant les divers aspects du changement climatique et sans les précieux commentaires qu'ils ont formulés sur le projet de rapport.

Tout au long de l'élaboration du cinquième Rapport d'évaluation, nous avons bénéficié de l'expertise et du discernement de nos collègues qui dirigent le GIEC, en particulier les coprésidents du Groupe de travail I, Thomas Stocker et Qin Dahe, du Groupe de travail II, Chris Field et Vicente Barros, et du Groupe de travail III, Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs-Madruga et Youba Sokona. Leur coopération en ce qui concerne les informations contenues dans les rapports des trois groupes de travail a été des plus précieuses pour la production d'un document final de haute qualité.

Nous souhaitons remercier aussi Fredolin Tangang, David Wratt, Eduardo Calvo, Jose Moreno, Jim Skea et Suzana Kahn Ribeiro, qui sont intervenus à titre de réviseurs pendant la réunion d'approbation du *Rapport de synthèse* et qui ont veillé à ce que les changements apportés au *Résumé à l'intention des décideurs* pendant cette session soient fidèlement reproduits dans la partie détaillée du rapport (*Thèmes*). Leur précieux travail était garant de la confiance que se sont voués les scientifiques et les représentants gouvernementaux et qui a permis à ces derniers de travailler en parfaite harmonie, un facteur propre au GIEC et essentiel à sa crédibilité.

Nous apprécions au plus haut point l'enthousiasme, le dévouement et le professionnalisme dont on fait preuve, tout au long de la réunion d'approbation du *Rapport de synthèse*, Gian-Kasper Plattner, Melinda Tignor et Judith Boschung, du Service d'appui technique

du Groupe de travail I, Katie Mach et Eren Bilir, du Service d'appui technique du Groupe de travail II, Ellie Farahani, Jussi Savolainen et Steffen Schlömer du Service d'appui technique du Groupe de travail III, et Gerrit Hansen, de l'Institut de recherche de Potsdam sur les incidences du climat. Leur collaboration avec le Service d'appui technique du *Rapport de synthèse* était indispensable au succès de la réunion. Des remerciements particuliers doivent aussi être adressés à Adrien Michel, du Service d'appui technique du Groupe de travail I, pour l'élaboration des graphiques.

Merci à Leo Meyer, chef du Service d'appui technique du *Rapport de synthèse*, ainsi qu'à Sander Brinkman, Line van Kesteren, Noémie Leprince-Ringuet et Fijke van Boxmeer, membres de ce service, d'avoir accepté, en sus de leur travail normal, la tâche herculéenne de la coordination de l'élaboration et de la production du rapport. C'est en partie à leur énergie inépuisable, à leur profond engagement et à leur dévouement que nous devons la publication d'un *Rapport de synthèse* exceptionnel.

Nous tenons en outre à souligner le travail consacré à l'élaboration, à la publication et à la diffusion du rapport par le personnel du Secrétariat du GIEC: Gaetano Leone, Carlos Martin-Novella, Jonathan Lynn, Brenda Abrar-Milani, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Mary Jean Burer, Annie Courtin, Judith Ewa, Joëlle Fernandez, Nina Peeva, Sophie Schlingemann, Amy Smith et Werani Zabula. Nos remerciements s'adressent également à Francis Hayes et à Elhousseine Gouaini, qui se sont chargés du bon déroulement de la réunion d'approbation.

Nous remercions les gouvernements membres du GIEC (Belgique, Norvège, Pays-Bas, Allemagne, Malaisie et Danemark) qui ont gracieusement accueilli la réunion visant à définir la structure du *Rapport de synthèse*, quatre des réunions de notre équipe de rédaction principale, ainsi que la quarantième réunion du GIEC. Merci aux gouvernements, à l'OMM, au PNUE et au Secrétariat de la CCNUCC de leur contribution au Fonds d'affectation spéciale essentiel au financement de nombre d'activités. Des remerciements particuliers doivent être adressés à la Norvège, aux Pays-Bas et à l'Institut d'économie énergétique de Corée pour l'aide financière généreuse qu'ils ont apportée au Service d'appui technique du *Rapport de synthèse*, ainsi qu'à l'Agence néerlandaise d'évaluation environnementale (PBL) et à l'Institut de l'énergie et des ressources de New Delhi pour l'aide en nature qu'ils ont accordée au Service. Nous tenons aussi à souligner l'aide accordée par les deux organismes parents du GIEC, le PNUE et l'OMM, et remercions particulièrement l'OMM d'héberger le Secrétariat du GIEC et d'avoir accueilli la première réunion de l'équipe de rédaction spéciale. Nous adressons enfin nos plus vifs remerciements au Secrétariat de la CCNUCC qui a offert sa collaboration lors des diverses étapes de nos travaux et qui n'a jamais manqué de faire valoir l'importance de ces travaux dans plusieurs enceintes concernées.



R.K. Pachauri
Président du GIEC



Renate Christ
Secrétaire du GIEC

Hommage



Stephen H. Schneider
(11 février 1945 – 19 juillet 2010)

Le présent *Rapport de synthèse* du cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est dédié à la mémoire de Stephen H. Schneider, l'un des climatologues les plus réputés de notre époque.

Né à New York, Steve Schneider a reçu une formation de physicien (physique des plasmas) avant d'embrasser, il y a près de 40 ans, une carrière de spécialiste du climat, au cours de laquelle il s'est employé sans relâche à améliorer nos connaissances dans ce domaine et à informer les décideurs et le grand public des problèmes grandissants posés par le changement climatique et des moyens pouvant être envisagés pour y faire face. Il n'a jamais craint d'exprimer ses opinions, tirant ses convictions de son exceptionnelle expérience scientifique. Il s'est fait une réputation d'excellence en tant que rédacteur en chef/fondateur de la revue interdisciplinaire *Climatic Change* et auteur de centaines de livres et articles scientifiques dont un grand nombre ont été publiés conjointement avec des chercheurs issus de disciplines diverses. Sa collaboration avec le GIEC a débuté avec le premier Rapport d'évaluation, publié en 1990, qui a joué un rôle de premier plan dans l'établissement de l'assise scientifique de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Il est par la suite devenu auteur principal, auteur coordonnateur principal ou éditeur-réviseur de divers rapports d'évaluation, et a siégé à titre de membre de l'équipe de rédaction principale du Rapport de synthèse du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Sa vie et son œuvre ont inspiré et motivé les membres de l'équipe de rédaction principale du présent rapport. Son vaste bagage de connaissances issues d'un éventail de disciplines diverses procurait à Steve Schneider les outils essentiels pour saisir la diversité inhérente aux sciences du climat.

Table des matières

Partie liminaire

Avant-propos	v
Préface	vii
Hommage	xi

RID

Résumé à l'intention des décideurs	2
RID 1. Changements observés et leurs causes	2
RID 2. Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives	8
RID 3. Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution	17
RID 4. Adaptation et atténuation	27

Thèmes

Introduction	37
Encadré de l'introduction.1 Le risque et la gestion d'un avenir incertain	38
Encadré de l'introduction.2 Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation	39
Thème 1: Les changements observés et leurs causes	41
1.1 Système climatique: changements observés	42
1.1.1 Atmosphère	42
1.1.2 Océan	42
1.1.3 Cryosphère	42
1.1.4 Niveau des mers	44
Encadré 1.1 Tendances récentes de la température et leurs conséquences	45
1.2 Facteurs anciens et récents du changement climatique	46
1.2.1 Forçages radiatifs naturels et anthropiques	46
1.2.2 Activités humaines influant sur les facteurs d'émission	47
1.3 Attribution des changements climatiques et des incidences	49
1.3.1 Attribution des changements climatiques à des facteurs humains et naturels qui influent sur le système climatique	50
1.3.2 Attribution des incidences observées au changement climatique	51
1.4 Phénomènes extrêmes	56
1.5 Exposition et vulnérabilité	57
1.6 Mesures prises face au changement climatique: adaptation et atténuation	57
Thème 2: Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives	60
2.1 Principaux facteurs du climat à venir et fondements des projections	60
Encadré 2.1 Modélisation du système climatique terrestre: progrès, degré de confiance et incertitude	60
Encadré 2.2 Profils représentatifs d'évolution de concentration	61
Encadré 2.3 Modèles et méthodes permettant d'évaluer les risques de changement climatique, ainsi que la vulnérabilité à ce changement et ses incidences	62

2.2	Prévisions d'évolution du système climatique	63
2.2.1	Température de l'air	63
2.2.2	Cycle de l'eau.....	63
2.2.3	Océan, cryosphère et niveau de la mer.....	63
2.2.4	Cycle du carbone et biogéochimie	67
2.2.5	Réponses du système climatique	67
2.3	Risques et incidences futurs d'un changement climatique	67
2.3.1	Les écosystèmes et leurs services dans les océans, sur les zones côtières, sur terre et en eau douce.....	72
2.3.2	Eau, systèmes d'alimentation, systèmes urbains, santé, sécurité et moyens de subsistance.....	73
	Encadré 2.4 Motifs de préoccupation concernant le changement climatique	78
2.4	Changements climatiques au-delà de 2100, irréversibilité et changements brusques.....	79
Thème 3: Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution.....		83
3.1	Principes de prise de décision en matière de changement climatique.....	84
3.2	Réduction des risques afférents au changement climatique par l'adaptation et l'atténuation.....	85
	Encadré 3.1 Limites de l'évaluation économique des risques afférents au changement climatique	87
3.3	Caractéristiques des profils d'évolution de l'adaptation.....	88
3.4	Caractéristiques des profils d'évolution de l'atténuation.....	90
	Encadré 3.2 Métriques des gaz à effet de serre et profils d'évolution de l'atténuation.....	97
	Encadré 3.3 Technologies de géo-ingénierie permettant d'éliminer le dioxyde de carbone et de gérer le rayonnement solaire — Rôles, options, risques et statut possibles	99
3.5	Interactions entre l'atténuation, l'adaptation et le développement durable.....	100
	Encadré 3.4 Co-avantages et effets secondaires indésirables	101
Thème 4: Adaptation et atténuation.....		103
4.1	Conditions favorables et obstacles communs à la mise en place et à l'exécution des stratégies d'adaptation et d'atténuation.....	104
4.2	Possibilités d'adaptation.....	105
4.3	Options d'atténuation.....	109
4.4	Démarches stratégiques d'adaptation et d'atténuation – technologie et finances.....	113
4.4.1	Coopération internationale et régionale en matière d'adaptation et d'atténuation	113
4.4.2	Atténuation	119
4.4.3	Mise au point et transfert de technologies.....	121
4.4.4	Investissements et finances.....	122
4.5	Corrélations négatives, synergies et approche globale.....	124

Annexes	127
I. Guide de consultation	129
II. Glossaire	131
III. Acronymes, sigles, symboles chimiques et unités de mesure	147
IV. Auteurs et éditeurs-réviseurs	151
V. Examineurs	155
VI. Publications du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	159

Sources citées dans le présent *Rapport de synthèse*

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

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

Dans l'introduction et les sections du *Rapport de synthèse* consacrées aux différents thèmes, les références renvoient aux contributions des Groupes de travail I, II et III (GT, GTII, GTIII) au cinquième rapport d'évaluation et aux autres rapports du GIEC (en italiques, entre accolades) ou à d'autres sections du *Rapport de synthèse* (entre parenthèses).

Les abréviations suivantes 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.

Autres rapports du GIEC cités dans le présent *Rapport de synthèse*:

SREX: Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique

SRREN: Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique

RE4: Quatrième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2014

Rapport de synthèse

**Résumé à l'intention
des décideurs**

Introduction

Le *Rapport de synthèse* constitue la dernière partie du cinquième 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 (GT) du GIEC et sur les rapports spéciaux du GIEC.

Le *Résumé à l'intention des décideurs* suit le même plan que le *Rapport de synthèse* dont les grands thèmes sont les suivants: Les changements observés et leurs causes; Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives; Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution; Adaptation et atténuation.

Comme c'est le cas dans les contributions des trois groupes de travail, le degré de certitude des principaux résultats présentés dans le *Rapport de synthèse* s'appuie sur les évaluations de la compréhension scientifique sous-jacente par les équipes de rédaction et est exprimé par un degré de confiance qualitatif (de *très faible* à *très élevé*) et, lorsque c'est possible, quantifié en termes de probabilités (d'*extrêmement improbable* à *extrêmement probable*)¹. Le cas échéant, les résultats sont également formulés sous forme d'énoncés des faits, sans recourir à des qualificatifs d'incertitude.

Le *Rapport de synthèse* comprend des informations se rapportant à l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

RID 1. Changements observés et leurs causes

L'influence de l'homme sur le système climatique est clairement établie et, aujourd'hui, les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont les plus élevées jamais observées. Les changements climatiques récents ont eu de larges répercussions sur les systèmes humains et naturels. {1}

RID 1.1 Changements observés dans le système climatique

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est élevé. {1.1}

Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850. Les années 1983 à 2012 constituent *probablement* la période de 30 ans la plus chaude qu'ait connue l'hémisphère Nord depuis 1 400 ans (*degré de confiance moyen*). La tendance linéaire de la moyenne globale des données de température de surface combinant les terres émergées et les océans indique un réchauffement de 0,85 [0,65 à 1,06] °C² au cours de la période 1880–2012, pour laquelle il existe plusieurs jeux de données indépendants (figure RID.1a). {1.1.1, figure 1.1}

La température moyenne à la surface du globe présente une grande variabilité aux échelles décennale et interannuelle (figure RID.1a), qui se superpose à un réchauffement multidécennal considérable. En raison de cette variabilité naturelle,

¹ Chaque résultat repose sur une évaluation des éléments dont on dispose et du degré de cohérence de ces éléments. Dans de nombreux cas, la synthèse de ces deux paramètres permet de déterminer un certain degré de confiance. Les termes suivants sont utilisés pour décrire les éléments disponibles: limités, moyens ou robustes et leur degré de cohérence: faible, moyen ou élevé. Cinq qualificatifs sont utilisés pour exprimer le degré de confiance: très faible, faible, moyen, élevé et très élevé, en caractères italiques, ex. *degré de confiance moyen*. Les termes suivants ont été utilisés pour indiquer la probabilité évaluée d'un résultat: quasiment certain, probabilité de 99–100 %, très probable 90–100 %, probable 66–100 %, à peu près aussi probable qu'improbable 33–66 %, improbable 0–33 %, très improbable 0–10 %, exceptionnellement improbable 0–1 %. Des termes supplémentaires (*extrêmement probable* 95–100 %, *plus probable qu'improbable* >50–100 %, et *extrêmement improbable* 0–5 %) peuvent également être utilisés le cas échéant. L'évaluation de la probabilité est exprimée en italique, ex. *très probable*. Pour obtenir davantage de détails à ce sujet, se reporter à la publication suivante: Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe et F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Genève, Suisse, 4 pp

² Sauf indication contraire, on s'attend à ce que les fourchettes de valeurs indiquées entre crochets ou à la suite du signe '±' aient une probabilité de 90 % de couverture de la valeur estimée.

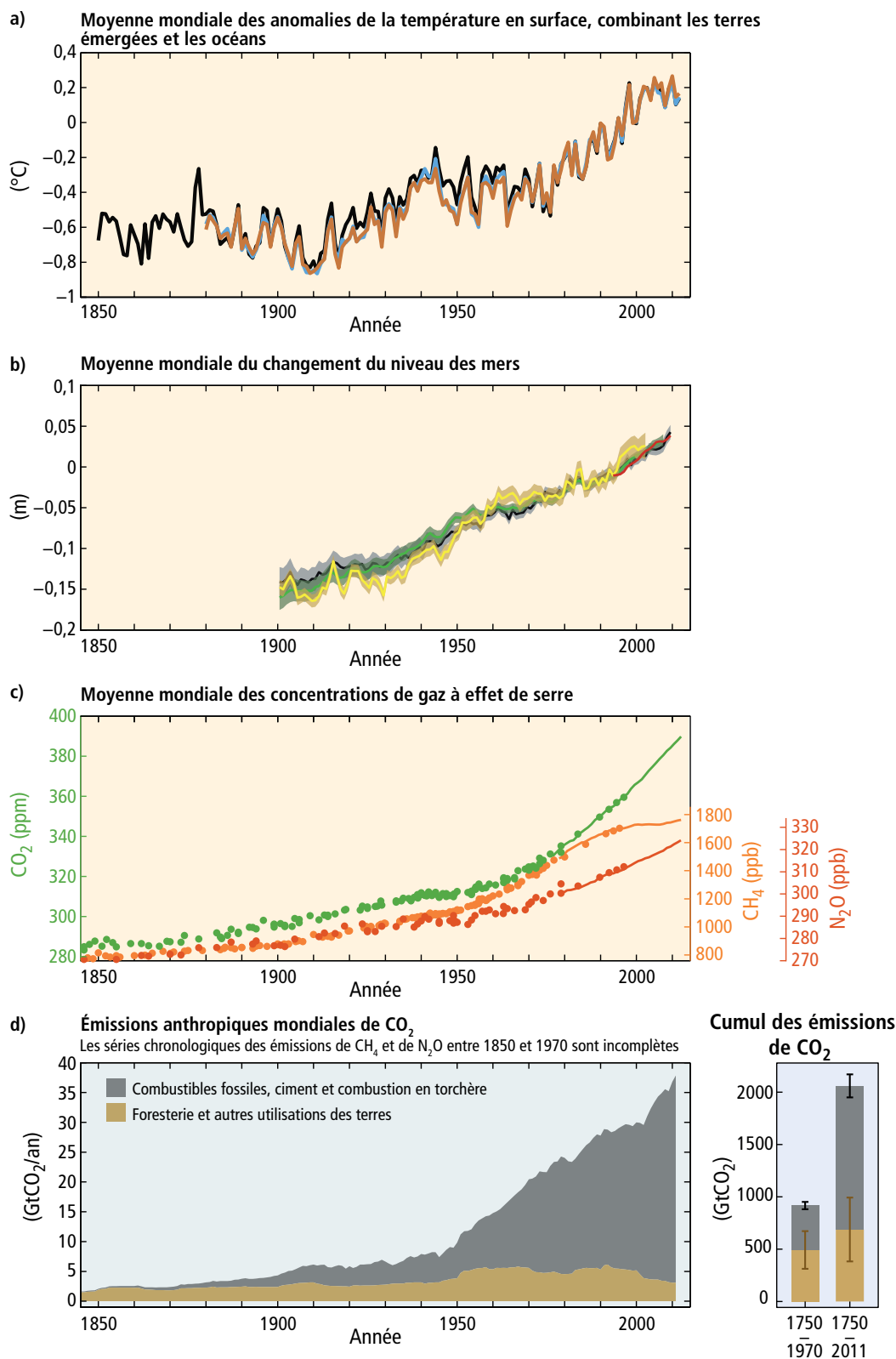


Figure RID.1 | Dans la section 1.2 et le thème 1, on examine le rapport complexe entre les observations (panneaux a, b et c sur fond jaune) et les émissions (panneau d sur fond bleu clair). Observations et autres indicateurs d'un système climatique planétaire en évolution. Observations: **a)** Moyenne annuelle et mondiale des anomalies de la température de surface combinant les terres émergées et les océans par rapport à la moyenne établie pour la période 1986–2005. Les différents ensembles de données sont représentés par des courbes de couleurs différentes. **b)** Moyenne annuelle et mondiale de l'évolution du niveau des mers par rapport à la moyenne établie pour la période 1986–2005 pour l'ensemble de données le plus long. Les différents ensembles de données sont représentés par des courbes de couleurs différentes. Tous les ensembles de données sont alignés par rapport à 1993, à savoir la première année de données d'altimétrie par satellite (courbe rouge). Lorsqu'elles sont estimées, les incertitudes sont représentées par des parties ombrées. **c)** Concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre que sont le dioxyde de carbone (CO₂, vert), le méthane (CH₄, orange) et l'oxyde nitreux (N₂O, rouge) déterminées à partir de l'analyse de carottes de glace (points) et obtenues par mesure directe dans l'atmosphère (courbes). Indicateurs: **d)** Émissions anthropiques mondiales de CO₂ provenant de la foresterie et d'autres utilisations des terres ainsi que de l'utilisation des combustibles fossiles, de la production de ciment et de la combustion en torchère. Les cumuls des émissions de CO₂ provenant des deux types de sources en question et les incertitudes qui y correspondent sont représentés par les boîtes à moustaches verticales sur la droite. Les effets globaux des cumuls des émissions de CH₄ et de N₂O sont représentés sur le panneau c. La figure RID.2 fournit une représentation des données sur les émissions de gaz à effet de serre de 1970 à 2010. [figures 1.1, 1.3, 1.5]

les tendances calculées sur des séries courtes sont très sensibles à la date de début et de fin de la période considérée, et ne reflètent généralement pas les tendances climatiques de long terme. Par exemple, le rythme du réchauffement sur les 15 dernières années (1998–2012; 0,05 [–0,05 à +0,15] °C par décennie), qui débutent par un fort épisode El Niño, est inférieur à la tendance calculée depuis 1951 (1951–2012; 0,12 [0,08 à 0,14] °C par décennie). {1.1.1, encadré 1.1}

Le réchauffement océanique constitue l'essentiel de la hausse de la quantité d'énergie emmagasinée au sein du système climatique et représente plus de 90 % de l'énergie accumulée entre 1971 et 2010 (*degré de confiance élevé*), environ 1 % seulement étant emmagasinée dans l'atmosphère. À l'échelle mondiale, le réchauffement de l'océan est plus prononcé près de la surface et les 75 premiers mètres de profondeur se sont réchauffés de 0,11 [0,09 à 0,13] °C par décennie sur la période 1971–2010. Le réchauffement de l'océan superficiel (jusqu'à 700 m de profondeur) est *quasiment certain* entre 1971 et 2010, et *probable* entre 1870 et 1971. {1.1.2, figure 1.2}

Dans les régions continentales des latitudes moyennes de l'hémisphère Nord, la moyenne des précipitations a augmenté depuis 1901 (*degré de confiance moyen* avant 1951 et *élevé* ensuite). Pour les autres latitudes, le *degré de confiance* relatif aux tendances régionales à long terme positives ou négatives est *faible*. Les observations des changements de la salinité océanique suggèrent des changements touchant le cycle hydrique planétaire sur les océans (*degré de confiance moyen*). Il est *très probable* que les régions à salinité élevée (où l'évaporation domine le bilan d'eau en surface) sont devenues plus salées, tandis que les régions à faible salinité (où les précipitations dominent) sont devenues moins salées depuis les années 1950. {1.1.1, 1.1.2}

Depuis le début de l'ère industrielle, l'absorption de CO₂ par les océans entraîne une acidification de l'eau de mer dont le pH a diminué de 0,1 (*degré de confiance élevé*), soit une augmentation de 26 % de la concentration en ions hydrogène qui mesure l'acidité. {1.1.2}

Entre 1992 et 2011, la masse des nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique a diminué (*degré de confiance élevé*), la perte ayant *probablement* augmenté au cours de la période 2002–2011. Les glaciers de presque toutes les régions du globe ont continué à se réduire (*degré de confiance élevé*) et l'étendue du manteau neigeux de l'hémisphère Nord au printemps a continué à diminuer (*degré de confiance élevé*). On peut affirmer, avec un *degré de confiance élevé*, que les températures du pergélisol ont augmenté dans la plupart des régions depuis le début des années 1980, en raison de l'augmentation de la température en surface et de l'évolution du manteau neigeux. {1.1.3}

L'étendue moyenne annuelle de la banquise arctique a diminué au cours de la période 1979–2012 à une vitesse qui se situait *très probablement* entre 3,5 et 4,1 % par décennie. L'étendue spatiale a diminué en toutes saisons et à chaque décennie successive depuis 1979, la diminution de l'étendue moyenne décennale étant la plus rapide en été (*degré de confiance élevé*). Il est *très probable* que l'étendue moyenne annuelle de la banquise en Antarctique a augmenté de 1,2 à 1,8 % par décennie entre 1979 et 2012. On estime cependant, avec un *degré de confiance élevé*, qu'il existe de fortes disparités régionales à ce sujet, avec des augmentations dans certaines régions et des diminutions dans d'autres. {1.1.3, figure 1.1}

Entre 1901 et 2010, le niveau moyen des mers à l'échelle du globe s'est élevé de 0,19 m [de 0,17 à 0,21 m] (figure RID.1b). Depuis le milieu du XIX^e siècle, le rythme d'élévation du niveau moyen des mers est supérieur au rythme moyen des deux derniers millénaires (*degré de confiance élevé*). {1.1.4, figure 1.1}

RID 1.2 Causes du changement climatique

Les émissions anthropiques de gaz à effet de serre, qui ont augmenté depuis l'époque préindustrielle en raison essentiellement de la croissance économique et démographique, sont actuellement plus élevées que jamais, ce qui a entraîné des concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux sans précédent depuis au moins 800 000 ans. Leurs effets, associés à ceux d'autres facteurs anthropiques, ont été détectés dans tout le système climatique et il est *extrêmement probable* qu'ils aient été la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XX^e siècle. {1.2, 1.3.1}

La concentration des gaz à effet de serre (GES) que sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O) a fortement augmenté dans l'atmosphère en raison des émissions engendrées par l'activité humaine depuis l'époque préindustrielle (figure RID.1c). Le cumul des émissions atmosphériques anthropiques de CO₂ entre 1750 et 2011 s'élève à 2 040 ± 310 GtCO₂. Pour environ 40 %, ces émissions sont restées dans l'atmosphère (880 ± 35 GtCO₂), le reste ayant été

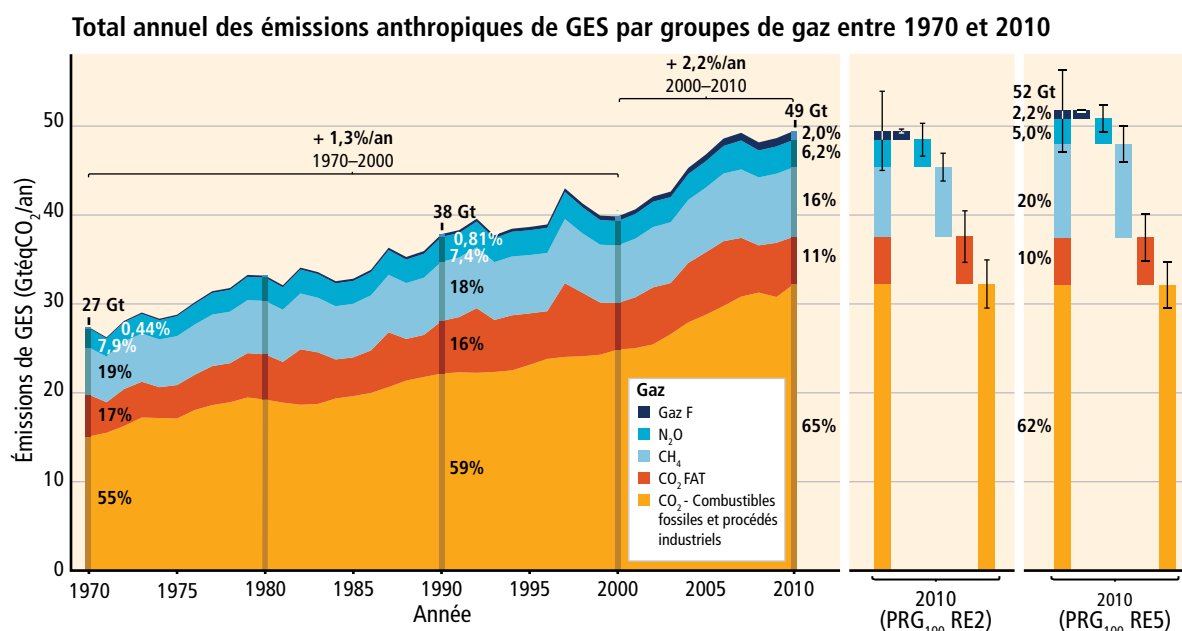


Figure RID.2 | Total annuel des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) (gigatonne d'équivalent CO₂ par an, GtéquCO₂/an), pour la période 1970–2010 et par gaz : CO₂ issu de l'usage des combustibles fossiles et des procédés industriels; CO₂ issu de la foresterie et d'autres affectations des terres (FAT); méthane (CH₄); oxyde nitreux (N₂O); gaz fluorés (gaz F) réglementés en vertu du protocole de Kyoto. À droite sont représentées côte à côte les émissions de 2010 en équivalent CO₂, suivant des pondérations établies à partir d'une part des valeurs du deuxième Rapport d'évaluation du GIEC (RE2) et d'autre part des valeurs du cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (RE5). Sauf indication contraire, les émissions en équivalent CO₂ dont il est question dans le *Rapport de synthèse* regroupent tous les gaz réglementés en vertu du protocole de Kyoto (CO₂, CH₄, N₂O et gaz F); elles sont établies à partir des valeurs du potentiel de réchauffement global calculées à un horizon de cent ans (PRG₁₀₀) tirées du RE2 (voir le glossaire). En se servant des valeurs du PRG₁₀₀ les plus récentes, à savoir celles du RE5 (boîtes à moustaches à droite), on obtient un total annuel des émissions de GES plus élevé (52 GtéquCO₂/an) qu'il faut attribuer à une contribution accrue du méthane, ce qui ne modifie pas beaucoup la tendance à long terme. {figure 1.6, encadré 3.2}

éliminé de l'atmosphère et se trouvant stocké dans la végétation et le sol ainsi que dans l'océan. L'océan a absorbé environ 30 % des émissions anthropiques de CO₂, ce qui a entraîné une acidification de ses eaux. Environ la moitié des émissions anthropiques de CO₂ cumulées entre 1750 et 2011 ont été produites durant les 40 dernières années de cette période (*degré de confiance élevé*) (figure RID.1d). {1.2.1, 1.2.2}

Le total mondial des émissions anthropiques de GES a continué d'augmenter entre 1970 et 2010, avec une hausse en valeur absolue plus marquée entre 2000 et 2010, et ce, malgré le nombre croissant de politiques mises en œuvre en faveur de l'atténuation du changement climatique. Les émissions anthropiques annuelles de GES ont atteint 49 (± 4,5) GtéquCO₂³ en 2010. Les émissions de CO₂ imputables à l'usage de combustibles fossiles et aux procédés industriels ont contribué dans une proportion de 78 % à l'accroissement du total mondial des émissions de GES entre 1970 et 2010, ce pourcentage demeurant analogue entre 2000 et 2010 (*degré de confiance élevé*) (figure RID.2). Globalement, les croissances économique et démographique continuent d'être les moteurs les plus importants de l'augmentation des émissions de CO₂ dues à l'utilisation des combustibles fossiles. Entre 2000 et 2010, la contribution de la croissance démographique est restée à peu près identique à celle des trois décennies précédentes, tandis que la contribution de la croissance économique est montée en flèche. L'augmentation de l'utilisation du charbon a inversé une tendance ancienne de décarbonisation progressive de l'approvisionnement mondial en énergie (c'est-à-dire à une réduction de l'intensité carbone dans le secteur de l'énergie) (*degré de confiance élevé*). {1.2.2}

Depuis la parution du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4), les éléments suggérant une influence humaine sur le système climatique sont devenus plus probants. Il est *extrêmement probable* que plus de la moitié de l'augmentation observée de la température moyenne à la surface du globe entre 1951 et 2010 est due à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre d'origine anthropique et à d'autres forçages anthropiques conjugués. L'estimation la plus probable de la contribution humaine au réchauffement est semblable au réchauffement observé sur cette période (figure RID.3). Dans toutes les régions continentales à l'exception de l'Antarctique, il est *probable* que les forçages anthropiques ont contribué fortement à l'augmentation des températures en surface depuis le milieu du XX^e siècle. Il est *probable* que les influences anthropiques

³ Sauf indication contraire, les quantités des émissions de GES sont données en équivalent CO₂ (GtéquCO₂) et pondérées en fonction des valeurs du potentiel de réchauffement global calculées à un horizon de cent ans (PRG₁₀₀) tirées du deuxième Rapport d'évaluation du GIEC. {encadré 3.2}

⁴ S'agissant de l'Antarctique, les incertitudes importantes liées aux observations font que le degré de confiance associé à la contribution de l'influence anthropique au réchauffement observé, dont la moyenne est établie à partir des données des stations en service, est faible.

Contributions au changement observé de la température en surface entre 1951 et 2010

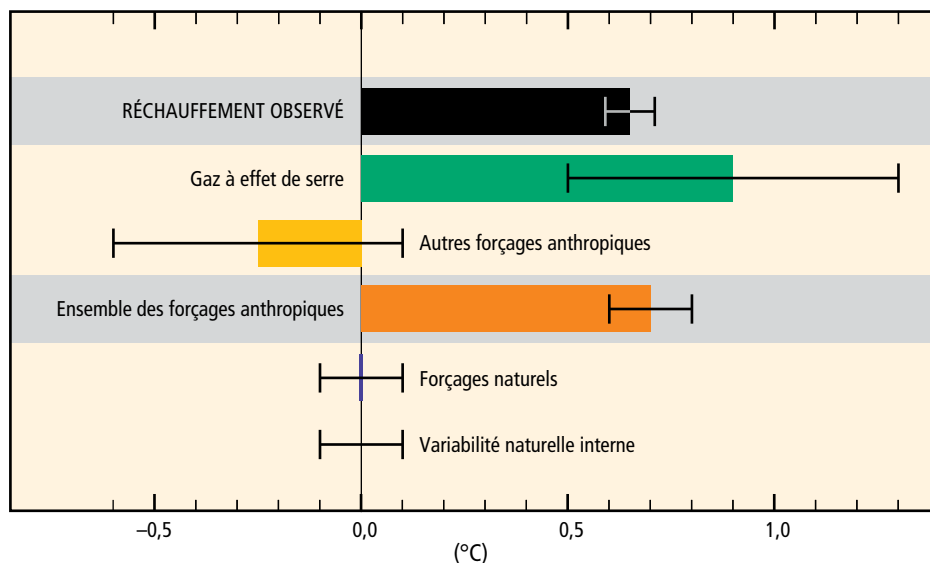


Figure RID.3 | Estimations de la plage *probable* (segments horizontaux) et médianes correspondantes (barres) pour les tendances du réchauffement sur la période 1951–2010 dû à des gaz à effet de serre au mélange homogène, à d'autres forçages anthropiques (y compris l'effet refroidissant des aérosols et celui du changement d'affectation des terres), à l'ensemble des forçages anthropiques, aux forçages naturels et à la variabilité naturelle interne (qui correspond à la partie de la variabilité du climat qui se produit spontanément au sein du système climatique, même en l'absence de forçage). L'évolution observée des températures en surface est représentée en noir avec sa plage d'incertitude de 5 à 95 % due à la seule incertitude observationnelle. Les plages des différentes attributions du réchauffement (en couleur) sont obtenues à partir d'une combinaison d'observations et de simulations des modèles climatiques, utilisée pour évaluer la contribution de chaque forçage externe influant sur le réchauffement observé. Une moindre incertitude pèse sur l'estimation de la contribution de l'ensemble des forçages anthropiques que sur celle des contributions distinctes des gaz à effet de serre et des autres forçages anthropiques. Étant donné que ces deux contributions se compensent partiellement, les observations permettent en effet de mieux cerner le signal combiné. [figure 1.9]

affectent le cycle mondial de l'eau depuis 1960 et qu'elles contribuent au recul des glaciers depuis les années 1960 et à l'augmentation de la perte de masse de l'inlandsis du Groenland depuis 1993. Elles ont *très probablement* contribué à la fonte de la banquise de l'Arctique depuis 1979 et *très probablement* contribué fortement au réchauffement de l'océan superficiel (jusqu'à 700 m de profondeur) et à l'élévation du niveau moyen des mers observée depuis les années 1970. {1.3, figure 1.10}

RID 1.3 Incidences du changement climatique

Au cours des dernières décennies, l'évolution observée du climat, quelles que soient ses causes, a eu un impact sur tous les océans et sur les systèmes naturels et humains de tous les continents, ce qui témoigne de la sensibilité de ces systèmes au changement climatique. {1.3.2}

Les preuves les plus flagrantes et les mieux étayées des incidences du changement climatique ont trait aux systèmes naturels. Dans beaucoup de régions, les changements touchant les précipitations ou la fonte des neiges et des glaces perturbent les systèmes hydrologiques et influent sur la qualité et la quantité des ressources hydriques (*degré de confiance moyen*). On observe chez beaucoup d'espèces terrestres, dulçaquicoles et marines une évolution de l'aire de répartition, des activités saisonnières, des mouvements migratoires, de l'abondance et des interactions interspécifiques découlant du changement climatique en cours (*degré de confiance élevé*). On a également attribué au changement climatique certains des effets observés sur les systèmes humains, en établissant une distinction entre les contributions majeures ou mineures de ce dernier et celles d'autres influences (figure RID.4). L'évaluation des résultats de nombreuses études portant sur un large éventail de régions et de types de cultures, fait apparaître davantage d'incidences négatives que d'incidences positives du changement climatique sur le rendement des cultures (*degré de confiance élevé*). Parmi les incidences de l'acidification des océans sur les organismes marins, certaines ont été attribuées à l'influence humaine (*degré de confiance moyen*). {1.3.2}

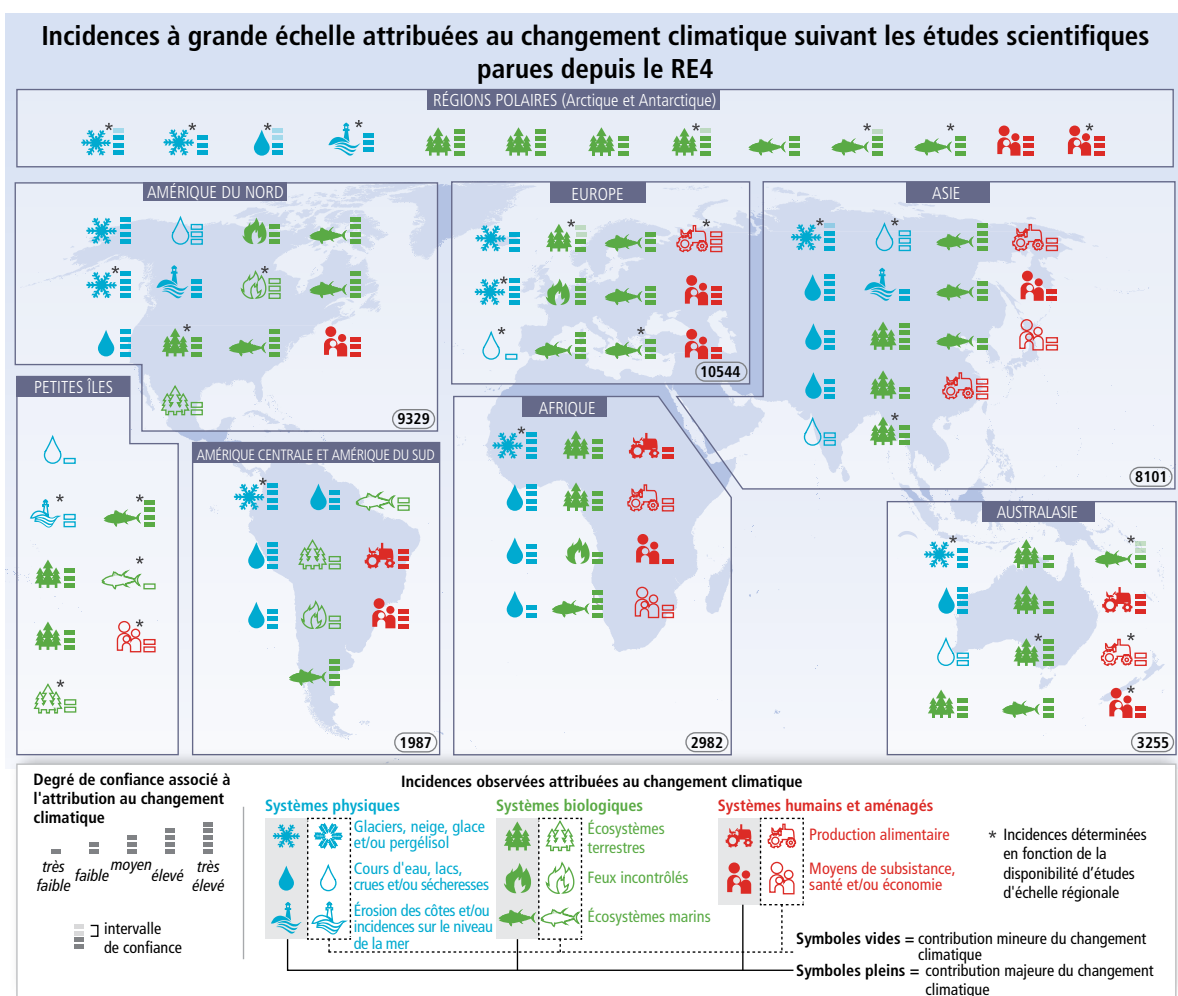


Figure RID.4 | Le nombre des incidences observées au cours des dernières décennies que les études scientifiques parues depuis le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4) attribuent à présent au changement climatique a fortement augmenté. Pour corroborer de tels résultats, ces études se fondent sur des éléments scientifiques probants portant sur le rôle du changement climatique. La liste des incidences attribuables au changement climatique présentée sur cette mappemonde ne saurait être considérée comme exhaustive. Les publications qui viennent étayer l'attribution des incidences se caractérisent par une base de connaissances de plus en plus vaste, mais leur nombre est encore faible pour beaucoup de régions, de systèmes et de processus, ce qui met en évidence les lacunes que comportent les données et les études. Les symboles indiquent le type d'incidence, la contribution relative du changement climatique (majeure ou mineure) aux incidences observées, et le degré de confiance correspondant. Les différents symboles utilisés correspondent à une ou plusieurs entrées du tableau RID.A1 (GTII RE5), regroupant ainsi des incidences associées à l'échelle régionale. Les nombres entourés figurant dans le coin inférieur droit des cadres correspondants aux régions indiquent le nombre total d'ouvrages et articles parus en anglais sur le thème du changement climatique entre 2001 et 2010, répertoriés dans la base de données bibliographique Scopus, contenant dans leur titre, dans leur résumé ou dans leurs mots clés le nom d'un pays (jusqu'à juillet 2011). Ces nombres fournissent une indication générale sur le nombre des publications scientifiques parues portant sur le changement climatique dans chaque grande région; il ne s'agit pas de publications portant spécifiquement sur l'attribution des incidences du changement climatique par région. Pour les régions polaires et les petits États insulaires, le nombre est inclus dans celui des régions continentales voisines. La documentation retenue pour l'évaluation des attributions des incidences répond aux critères du GIEC portant sur les éléments scientifiques, définis dans le chapitre 18 de la contribution du Groupe de travail II au RE5. Les publications prises en compte dans les analyses d'attribution des incidences appartiennent à une base encore plus vaste de documents qui ont été examinés pour les besoins de la contribution du Groupe de travail II au RE5. Voir le tableau RID.A1 (GTII RE5) dans lequel figurent les descriptions des incidences avec leurs attributions. {figure 1.11}

RID 1.4 Phénomènes extrêmes

Des changements ont été constatés depuis 1950 environ en ce qui concerne bon nombre de phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Certains de ces changements ont été attribués aux activités humaines, notamment la diminution des extrêmes de froid, l'augmentation des extrêmes de chaleur, la hausse des niveaux extrêmes de pleine mer et la multiplication des épisodes de fortes précipitations dans diverses régions. {1.4}

Il est *très probable* que le nombre de journées et de nuits froides a diminué et que le nombre de journées et de nuits chaudes a augmenté à l'échelle du globe. Il est *probable* que la fréquence des vagues de chaleur a augmenté sur une grande partie

de l'Europe, de l'Asie et de l'Australie. Il est très probable que l'influence humaine a contribué à des changements observés à l'échelle du globe relatifs à la fréquence et l'intensité des extrêmes journaliers de température depuis le milieu du XX^e siècle. Il est *probable* que l'influence humaine a plus que doublé la probabilité d'occurrence des vagues de chaleur en certains endroits. On a observé une hausse du nombre de décès dus à la chaleur et une baisse des décès dus au froid dans certaines régions du fait du réchauffement planétaire (*degré de confiance moyen*). {1.4}

Il est *probable* que les régions continentales où le nombre d'épisodes de précipitations abondantes a augmenté plutôt que diminué sont plus nombreuses. Compte tenu de la mise en évidence récente de tendances à la hausse des épisodes de précipitations et d'écoulements extrêmes dans certains bassins versants, les risques d'inondations augmenteraient à l'échelle régionale (*degré de confiance moyen*). Il est *probable* que les élévations extrêmes du niveau de la mer (en cas d'ondes de tempête par exemple) ont augmenté depuis 1970, principalement en raison de l'élévation du niveau moyen de la mer. {1.4}

Les incidences de phénomènes climatiques extrêmes survenus récemment — vagues de chaleur, sécheresses, inondations, cyclones et incendies de forêt — mettent en évidence la grande vulnérabilité et le degré élevé d'exposition de certains écosystèmes et de nombreux systèmes humains à la variabilité actuelle du climat (*degré de confiance très élevé*). {1.4}

RID 2. Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives

Si elles se poursuivent, les émissions de gaz à effet de serre provoqueront un réchauffement supplémentaire et une modification durable de toutes les composantes du système climatique, ce qui augmentera la probabilité de conséquences graves, généralisées et irréversibles pour les populations et les écosystèmes. Pour limiter l'ampleur des changements climatiques, il faudrait réduire fortement et durablement les émissions de gaz à effet de serre, ce qui, avec l'adaptation, est susceptible de limiter les risques liés à ces changements. {2}

RID 2.1 Principaux facteurs déterminants du climat futur

Les émissions cumulées de CO₂ détermineront dans une large mesure la moyenne mondiale du réchauffement en surface vers la fin du XXI^e siècle et au-delà. Les projections relatives aux émissions de gaz à effet de serre varient sur une large fourchette en fonction du développement socio-économique et de la politique climatique. {2.1}

Les facteurs déterminants des émissions anthropiques de GES sont principalement la taille de la population, l'activité économique, le mode de vie, la consommation d'énergie, le mode d'utilisation des terres, la technologie et la politique climatique. Les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP), utilisés pour établir des projections fondées sur ces facteurs, décrivent quatre voies de développement différentes pour le XXI^e siècle concernant les émissions et les concentrations atmosphériques de GES, les émissions de polluants atmosphériques et l'affectation des terres. Les RCP comprennent un scénario strict d'atténuation (RCP2,6), deux scénarios intermédiaires (RCP4,5 et RCP6,0) et un scénario d'émissions très élevées de GES (RCP8,5). Les scénarios ne prévoyant aucun effort destiné à limiter les émissions (scénarios de référence) conduisent à des trajectoires se situant entre le RCP6,0 et le RCP8,5 (figure RID.5a). Le RCP2,6 est représentatif d'un scénario visant un réchauffement planétaire qui demeurerait *probablement* inférieur à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Les RCP sont cohérents par rapport au vaste ensemble de scénarios décrits dans la documentation évaluée par le Groupe de travail III⁵. {2.1, encadré 2.2, 4.3}

De multiples faisceaux de preuve mettent en évidence une forte relation quasi linéaire entre les émissions cumulées de CO₂ et les changements de la température à la surface du globe jusqu'en 2100, à la fois dans les RCP et dans l'ensemble plus vaste des scénarios d'atténuation analysés par le Groupe de travail III (figure RID.5b). À tout niveau de réchauffement correspond une plage d'émissions de CO₂⁶; ainsi des émissions importantes pendant les premières décennies impliqueraient des émissions plus faibles ensuite. {2.2.5, tableau 2.2}

⁵ Environ 300 scénarios de référence et 900 scénarios d'atténuation sont classés en fonction de la concentration en équivalent CO₂ (éqCO₂) d'ici 2100. L'équivalent CO₂ représente le forçage dû à tous les GES (y compris les gaz halogénés et l'ozone troposphérique), les aérosols et les changements d'albédo

⁶ Pour quantifier cet intervalle d'émissions de CO₂, il faut prendre en compte les facteurs autres que le CO₂.

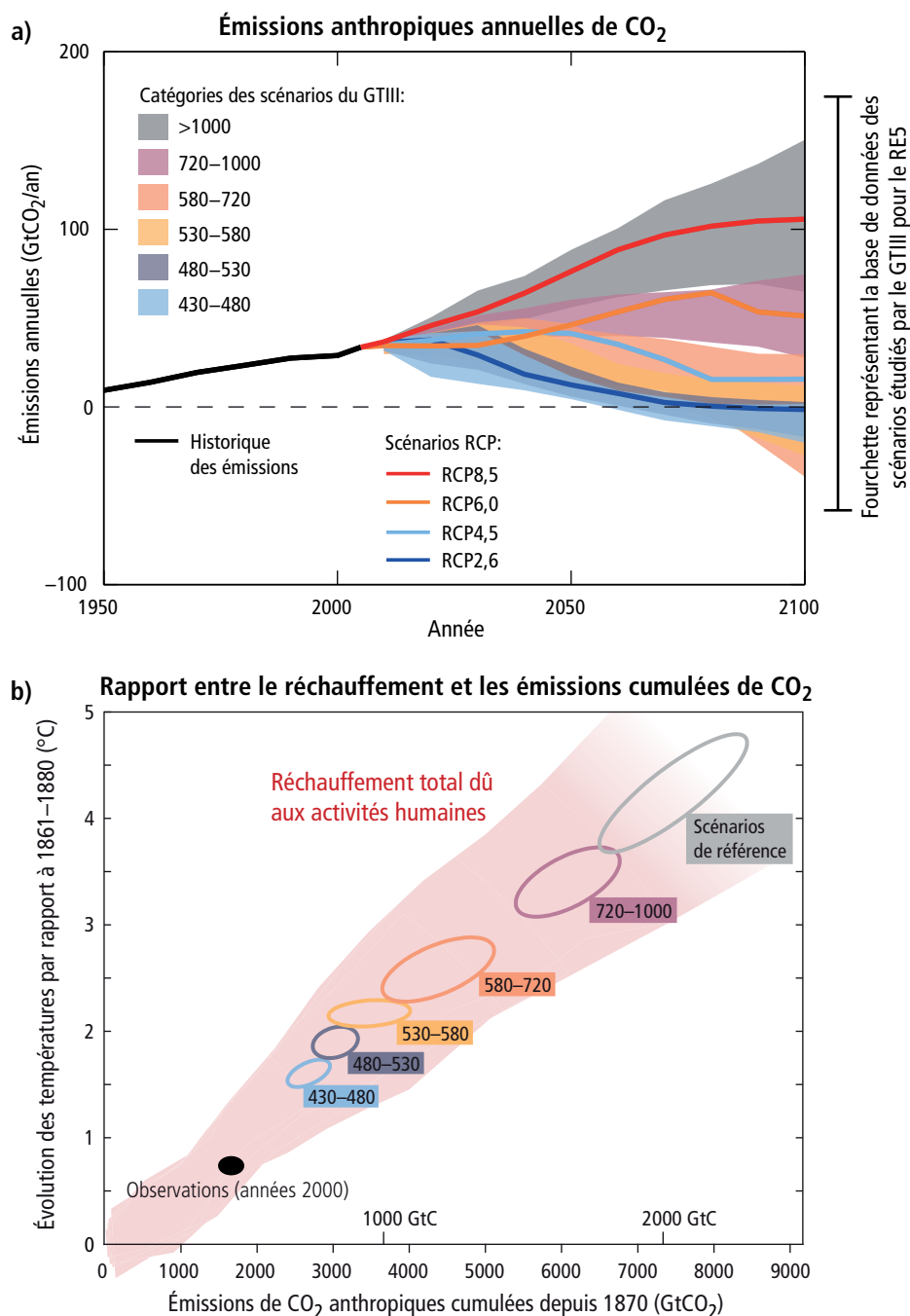


Figure RID.5 | a) Émissions de dioxyde de carbone (CO₂) selon les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) uniquement (traits de couleur) et catégories de scénarios associées utilisées par le GTIII (ombrages en couleur représentant la fourchette de 5 à 95 %). Les catégories de scénarios utilisées par le GTIII condensent le vaste ensemble de scénarios d'émissions décrits dans les publications scientifiques; leurs définitions se basent sur les niveaux de concentration en équivalent CO₂ (en ppm) en 2100. Voir aussi la figure 1 de l'encadré 2.2 qui présente les séries chronologiques des émissions des autres gaz à effet de serre. **b)** Augmentation de la température moyenne à la surface du globe à l'époque à laquelle les émissions mondiales de CO₂ atteignent un cumul net donné, tracée en fonction de ce cumul, obtenue à partir de plusieurs sources de données. La zone en couleur représente la dispersion des projections passées et futures obtenues grâce à différents modèles de climat et cycle du carbone prenant en compte les séries historiques d'émissions et les quatre RCP pour toute la période jusqu'à 2100; elle s'estompe à mesure que le nombre de modèles disponibles diminue. Les ellipses représentent le rapport entre le réchauffement anthropique total en 2100 et le cumul des émissions de CO₂ de 1870 à 2100, obtenu à l'aide d'un modèle climatique simple (réponse climatique médiane) suivant les catégories de scénarios utilisées par le GTIII. En ce qui concerne la température, le petit axe des ellipses correspond à l'impact de différents scénarios pour les facteurs climatiques différents du CO₂. L'ellipse noire pleine représente les émissions observées jusqu'à 2005 et les températures observées au cours de la décennie 2000–2009 avec les incertitudes correspondantes. [encadré 2.2, figure 1; figure 2.3]

Selon les résultats multimodèles, pour limiter le réchauffement total anthropique à moins de 2 °C relativement à la période 1861–1880 avec une probabilité supérieure à 66 %⁷, il faudra que les émissions cumulées de toutes les sources anthropiques de CO₂ depuis 1870 demeurent inférieures à environ 2 900 GtCO₂ (dans une fourchette de 2 550 à 3 150 GtCO₂ en fonction de facteurs autres que le CO₂). Ce cumul atteignait déjà environ 1 900 GtCO₂⁸ en 2011. Le tableau 2.2 fournit davantage de détails à ce sujet. {2.2.5}

RID 2.2 Changements projetés touchant le système climatique

Les projections réalisées sur la base de tous les scénarios d'émissions considérés indiquent une augmentation de la température de surface au cours du XXI^e siècle. Il est *très probable* que la fréquence et la durée des vagues de chaleur augmenteront et que les précipitations extrêmes vont devenir plus intenses et plus fréquentes dans de nombreuses régions. Les océans vont continuer de se réchauffer et de s'acidifier et le niveau moyen de la mer de s'élever. {2.2}

Sauf indication contraire, les changements dont il est question dans cette section RID 2.2 représentent des projections pour 2081–2100 par rapport à 1986–2005.

Futur L'évolution future du climat sera fonction de l'inertie du réchauffement dû aux émissions anthropiques passées, ainsi que des émissions anthropiques à venir et de la variabilité naturelle du climat. Le changement de la température moyenne à la surface du globe pour la période 2016–2035 relativement à 1986–2005, analogue pour les quatre RCP, sera *probablement* compris entre 0,3 °C et 0,7 °C (*degré de confiance moyen*). Cette conclusion prend pour hypothèse qu'aucune éruption volcanique intense ou changement touchant certaines sources naturelles (CH₄, N₂O, etc.) ou changement imprévu du rayonnement solaire n'aura lieu. Vers le milieu du XXI^e siècle, l'ampleur des changements projetés dépend fortement du choix du scénario d'émissions. {2.2.1, tableau 2.1}

Vers la fin du XXI^e siècle (2081–2100), le réchauffement moyen à la surface du globe par rapport à la période 1850–1900 sera *probablement* supérieur à 1,5 °C selon les scénarios RCP4,5, RCP6,0 et RCP8,5 (*degré de confiance élevé*), et *probablement* supérieur à 2 °C selon les scénarios RCP6,0 et RCP8,5 (*degré de confiance élevé*). Il est *plus probable qu'improbable* qu'il soit supérieur à 2 °C selon le scénario RCP4,5 (*degré de confiance moyen*). Il est *improbable* qu'il soit supérieur à 2 °C selon le scénario RCP2,6 (*degré de confiance moyen*). {2.2.1}

Vers la fin du XXI^e siècle (2081–2100), le réchauffement moyen à la surface du globe par rapport à la période 1986–2005 aura atteint *probablement* entre 0,3 °C et 1,7 °C selon le RCP2,6, entre 1,1 °C et 2,6 °C selon le RCP4,5, entre 1,4 °C et 3,1 °C selon le RCP6,0 et entre 2,6 °C et 4,8 °C selon le RCP8,5⁹. L'Arctique continuera de se réchauffer plus rapidement que l'ensemble du globe (figure RID.6a, figure RID.7a). {2.2.1, figure 2.1, figure 2.2, tableau 2.1}

Il est *quasiment certain* que, dans la plupart des régions continentales, les extrêmes chauds seront plus nombreux et les extrêmes froids moins nombreux aux échelles quotidienne et saisonnière, à mesure que la température moyenne à la surface du globe augmentera. Il est *très probable* que les vagues de chaleur seront plus fréquentes et dureront plus longtemps. Toutefois, des extrêmes froids pourront continuer de se produire occasionnellement en hiver. {2.2.1}

⁷ Pour limiter le réchauffement à 2 °C avec une probabilité supérieure à 50 % et à 33 %, les quantités correspondantes sont respectivement 3 000 GtCO₂ (fourchette de 2 900 à 3 200 GtCO₂) et 3 300 GtCO₂ (fourchette de 2 950 à 3 800 GtCO₂). À des seuils de température plus élevés ou plus bas correspondent nécessairement des cumuls d'émissions plus élevés ou plus faibles.

⁸ Cela représente environ les deux tiers d'un cumul de 2 900 GtCO₂ qui conduirait à un réchauffement inférieur à 2 °C suivant une probabilité supérieure à 66 %, ou environ 63 % d'un cumul de 3 000 GtCO₂ qui conduirait à un réchauffement inférieur à 2 °C suivant une probabilité supérieure à 50 %, ou encore environ 58 % d'un cumul de 3 300 GtCO₂ qui conduirait à un réchauffement inférieur à 2 °C suivant une probabilité supérieure à 33 %.

⁹ Pour la période 1986–2005, le réchauffement est d'environ 0,61 [de 0,55 à 0,67] °C par rapport à 1850–1900. {2.2.1}

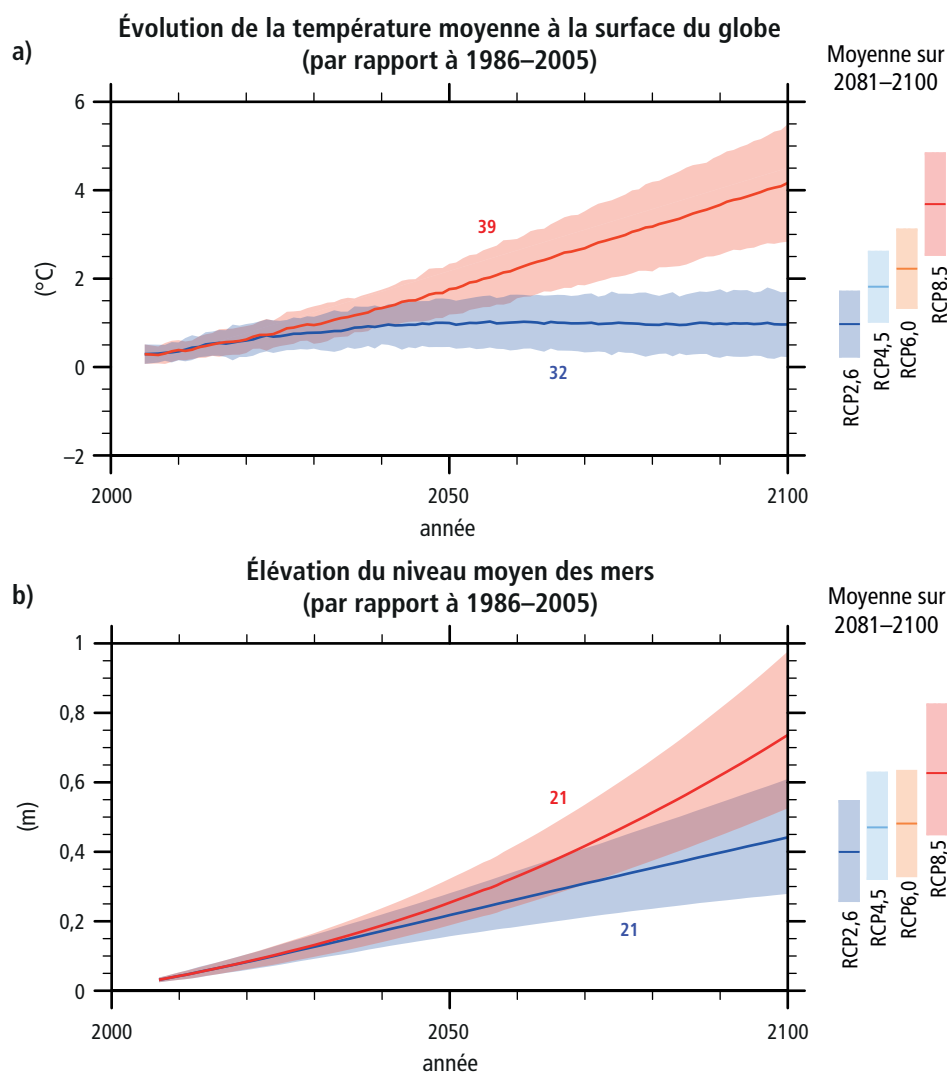


Figure RID.6 | Évolution de la température moyenne à la surface du globe **(a)** et élévation du niveau moyen des mers¹⁰ **(b)** entre 2006 et 2100, déterminés par des simulations multimodèles, par rapport à la période 1986–2005. Les séries chronologiques des projections et une mesure de l'incertitude (parties ombrées) sont présentées pour les scénarios RCP2,6 (en bleu) et RCP8,5 (en rouge). Les moyennes et incertitudes associées sur la période 2081–2100 sont fournies pour tous les scénarios RCP sous forme de bandes verticales de couleur à la droite des deux panneaux. Le nombre de modèles CMIP5 (cinquième phase du projet de comparaison de modèles couplés) utilisés pour calculer la moyenne multimodèle est indiqué. {2.2, Figure 2.1}

Les changements de précipitations ne seront pas uniformes. La moyenne annuelle des précipitations augmentera *probablement* dans les hautes latitudes et l'océan Pacifique équatorial dans le cas du RCP8,5. Dans de nombreuses régions des latitudes moyennes et dans les régions subtropicales arides, les précipitations moyennes diminueront *probablement*, tandis que dans de nombreuses régions humides des latitudes moyennes, elles augmenteront *probablement* dans le cas du RCP8,5. Les épisodes de précipitations extrêmes deviendront *très probablement* plus intenses et fréquents sur une grande partie des continents des latitudes moyennes et dans les régions tropicales humides. {2.2.2, figure 2.2}

À l'échelle mondiale, l'océan continuera à se réchauffer au cours du XXI^e siècle. D'après les projections, le signal de réchauffement le plus fort concernera l'océan superficiel des régions tropicales et des régions subtropicales de l'hémisphère Nord (figure RID.7a). {2.2.3, figure 2.2}

¹⁰ En l'état actuel des connaissances, seul l'effondrement de parties marines de l'inlandsis de l'Antarctique, s'il avait lieu, pourrait provoquer une élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe nettement supérieure à la fourchette probable au XXI^e siècle. On peut affirmer avec un *degré de confiance moyen* que l'effet de cet apport supplémentaire ne dépasserait pas plusieurs dixièmes de mètre au XXI^e siècle.

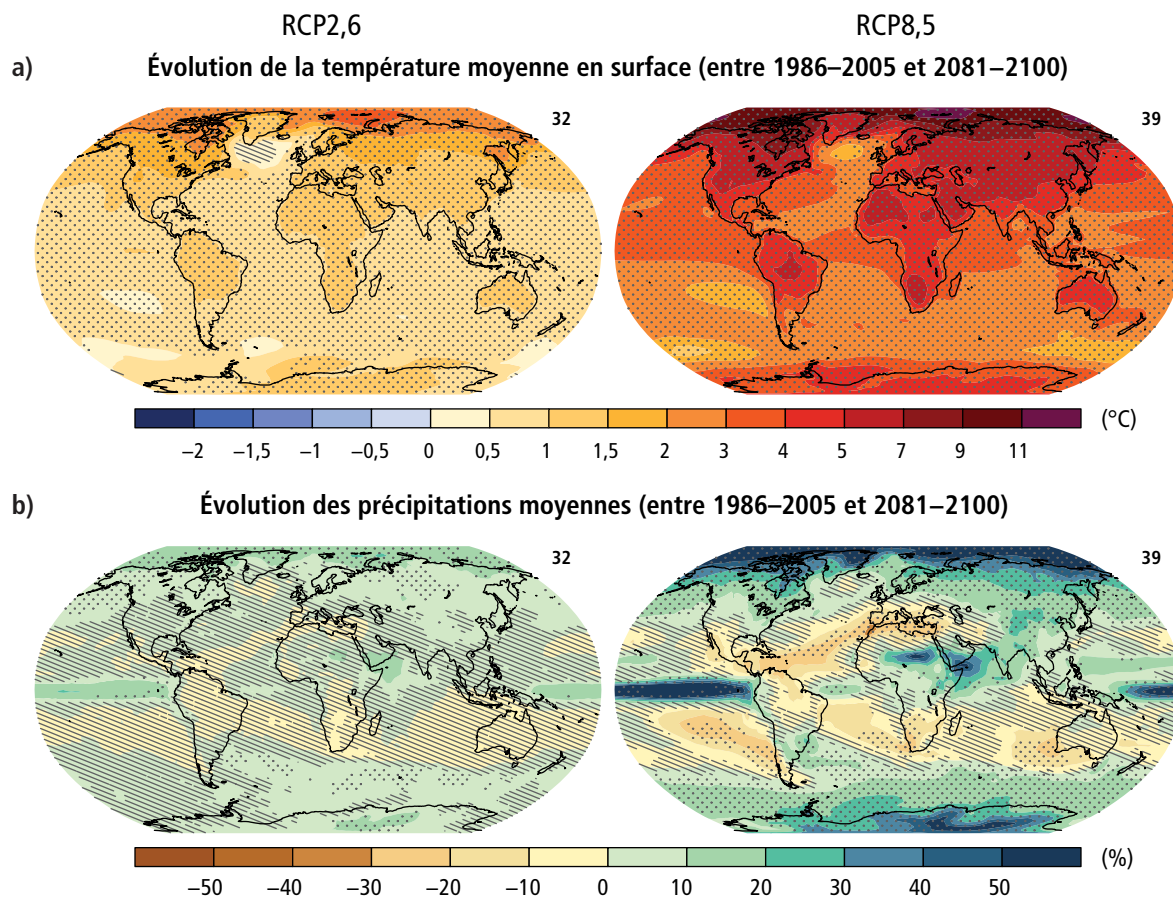


Figure RID.7 | Évolution de la température moyenne en surface **(a)** et évolution des précipitations moyennes **(b)** fondées sur des projections multimodèles pour la période 2081–2100 par rapport à la période 1986–2005, selon les scénarios RCP2,6 (à gauche) et RCP8,5 (à droite). Le nombre de modèles utilisés pour calculer la moyenne multimodèle figure dans l'angle supérieur droit de chaque image. Les pointillés signalent les régions dans lesquelles le changement projeté est grand par rapport à la variabilité naturelle interne et dans lesquelles 90 % au moins des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les hachures signalent les régions dans lesquelles le changement projeté est inférieur à un écart type de la variabilité naturelle interne. {2.2, Figure 2.2}

Les projections de modèles de système Terre indiquent une augmentation de l'acidification des océans pour tous les RCP vers la fin du XXI^e siècle, avec un lent rétablissement après le milieu du siècle selon le RCP2,6. Au sujet de la baisse du pH de l'océan de surface vers la fin du XXI^e siècle, les intervalles de valeurs sont les suivants: de 0,06 à 0,07 (augmentation de l'acidité de 15 à 17 %) pour le RCP2,6, de 0,14 à 0,15 (augmentation de l'acidité de 38 à 41 %) pour le RCP4,5, de 0,20 à 0,21 (augmentation de l'acidité de 58 à 62 %) pour le RCP6,0 et de 0,30 à 0,32 (augmentation de l'acidité de 100 à 109 %) pour le RCP8,5. {2.2.4, figure 2.1}

Les projections pour tous les scénarios RCP indiquent que l'étendue de la banquise diminuera, quel que soit le mois de l'année. Un océan Arctique presque sans glace¹¹ en septembre avant le milieu du siècle est probable d'après le RCP8,5¹² (*degré de confiance moyen*). {2.2.3, figure 2.1}

Il est *quasiment certain* que l'étendue du pergélisol de surface (jusqu'à 3,5 m de profondeur) diminuera dans les hautes latitudes de l'hémisphère Nord, au fur et à mesure que la température moyenne à la surface du globe augmentera; les projections de cette diminution pour la moyenne multimodèle sont de 37 % (RCP2,6) à 81 % (RCP8,5) (*degré de confiance moyen*). {2.2.3}

Les projections indiquent que le volume total des glaciers, en excluant les glaciers périphériques de l'Antarctique (et en excluant aussi les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique), diminuera de 15 à 55 % (RCP2,6) et de 35 à 85 % (RCP8,5) (*degré de confiance moyen*). {2.2.3}

¹¹ Lorsque l'étendue de la banquise est inférieure à 10⁶ km² pendant au moins cinq années consécutives.

¹² Selon une évaluation d'un sous-ensemble de modèles qui reproduisent le plus fidèlement la moyenne climatologique et la tendance de l'étendue de la banquise arctique sur la période 1979-2012.

La compréhension et la projection de l'évolution du niveau de la mer se sont beaucoup améliorées depuis la parution du RE4. Le niveau moyen mondial des mers continuera à s'élever au cours du XXI^e siècle et il est *très probable* que cette élévation se produira à un rythme plus rapide que celui observé entre 1971 et 2010. Pour la période 2081–2100 par rapport à 1986–2005, l'élévation sera *probablement* comprise entre 0,26 et 0,55 m pour le RCP2,6, et entre 0,45 et 0,82 m pour le RCP8,5 (*degré de confiance moyen*)¹⁰ (figure RID.6b). L'élévation du niveau des mers ne sera pas uniforme entre les différentes régions. À la fin du XXI^e siècle, il est *très probable* que le niveau des mers augmentera sur plus de 95 % environ de la surface des océans. Selon les projections, environ 70 % des littoraux du monde vont connaître un changement du niveau des mers proche de l'élévation moyenne, à plus ou moins 20 % près. {2.2.3}

RID 2.3 Risques et incidences futurs découlant de l'évolution du climat

Les changements climatiques vont amplifier les risques existants et en engendrer de nouveaux pour les systèmes naturels et humains. Ces risques, qui ne sont pas répartis uniformément, sont généralement plus grands pour les populations et les communautés défavorisées de tous les pays, quel que soit leur niveau de développement. {2.3}

Le risque d'incidences liées au climat découle de l'interaction entre des aléas climatiques (y compris les tendances et les phénomènes dangereux) et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes humains et naturels, y compris leur capacité d'adaptation. La progression du rythme et de l'ampleur du réchauffement ainsi que d'autres changements touchant le système climatique, associés à l'acidification des océans, augmentent le risque d'incidences néfastes graves, généralisées et dans certains cas irréversibles. Certains types de risques s'appliquent en particulier à des régions bien définies (figure RID.8), tandis que d'autres s'étendent à l'ensemble de la planète. Il est possible de réduire l'ensemble des risques associés au changement climatique en limitant le rythme et l'ampleur de ce changement, y compris l'acidification des océans. Les niveaux précis de changement climatique suffisant pour atteindre des changements soudains et irréversibles restent incertains, mais les risques engendrés par le franchissement de plusieurs de ces seuils augmentent avec la hausse des températures (*degré de confiance moyen*). Pour évaluer les risques, il importe de prendre en compte le plus large éventail d'incidences possible, y compris celles qui sont peu probables, mais dont les conséquences pourraient être lourdes. {1.5, 2.3, 2.4, 3.3, encadré d'introduction.1, encadré 2.3, encadré 2.4}

Une proportion importante des espèces est exposée à des risques accrus de disparition compte tenu du changement climatique projeté au cours du XXI^e siècle et au-delà, à cause, en particulier, des interactions entre le changement climatique et d'autres facteurs de perturbation (*degré de confiance élevé*). Pour la plupart, les espèces végétales n'ont pas la capacité naturelle de modifier leur extension géographique suffisamment vite pour pouvoir suivre le rythme actuel du changement climatique et les rythmes élevés dont font état les projections pour la plupart des paysages. La plupart des petits mammifères et des mollusques dulçaquicoles seront aussi trop lents à se propager par rapport aux rythmes projetés selon le RCP4,5 pour le siècle présent, particulièrement élevés pour les espaces dénués de relief (*degré de confiance élevé*). Les risques à venir paraissent élevés puisque nous savons que des changements climatiques naturels à l'échelle du globe, moins rapides que les changements d'origine anthropique que nous observons actuellement, ont entraîné au cours des derniers millions d'années une évolution importante des écosystèmes et l'extinction de très nombreuses espèces. Les organismes marins seront menacés par une baisse progressive de la concentration d'oxygène et par l'acidification des océans dont le rythme et l'ampleur seront élevés (*degré de confiance élevé*), les risques associés étant aggravés par une augmentation des extrêmes de température dans les océans (*degré de confiance moyen*). Les récifs coralliens comme les écosystèmes polaires sont particulièrement vulnérables. Les systèmes côtiers et les basses terres littorales sont menacés par l'élévation du niveau de la mer qui, même si la température moyenne de la planète est stabilisée, se poursuivra sur plusieurs siècles (*degré de confiance élevé*). {2.3, 2.4, figure 2.5}

Selon les projections, le changement climatique portera atteinte à la sécurité alimentaire (figure RID.9). En raison du changement climatique projeté d'ici le milieu du XXI^e siècle et au-delà, la redistribution des espèces marines à l'échelle mondiale et la réduction de la biodiversité marine dans les régions sensibles auront une incidence sur la pérennité de la productivité de la pêche et d'autres services écosystémiques (*degré de confiance élevé*). S'agissant de la culture du blé, du riz et du maïs dans les régions tropicales et tempérées, le changement climatique, à défaut d'une adaptation, devrait avoir une incidence négative sur la production en cas de hausses locales de la température moyenne de 2 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, bien que certaines zones particulières risquent d'être favorisées (*degré de confiance moyen*). Des hausses de la température moyenne du globe d'environ 4 °C ou plus¹³ par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, combinées à une hausse de la demande d'aliments, engendreraient des risques considérables pour la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale (*degré de confiance élevé*). Selon les projections, le changement climatique conduira à un appauvrissement des ressources renouvelables en eau de surface et en eau souterraine dans la plupart des régions subtropicales arides (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*), ce qui exacerbera la concurrence intersectorielle autour des ressources hydriques (*éléments limités, degré de cohérence moyen*). {2.3.1, 2.3.2}

¹³ Les projections montrent que le réchauffement moyen à la surface des terres émergées sera plus important que le réchauffement moyen à la surface du globe, et ce, pour tous les scénarios RCP pour la période 2081–2100 par rapport à 1986–2005. La figure RID.7 fournit davantage de détails sur les projections régionales. {2.2}

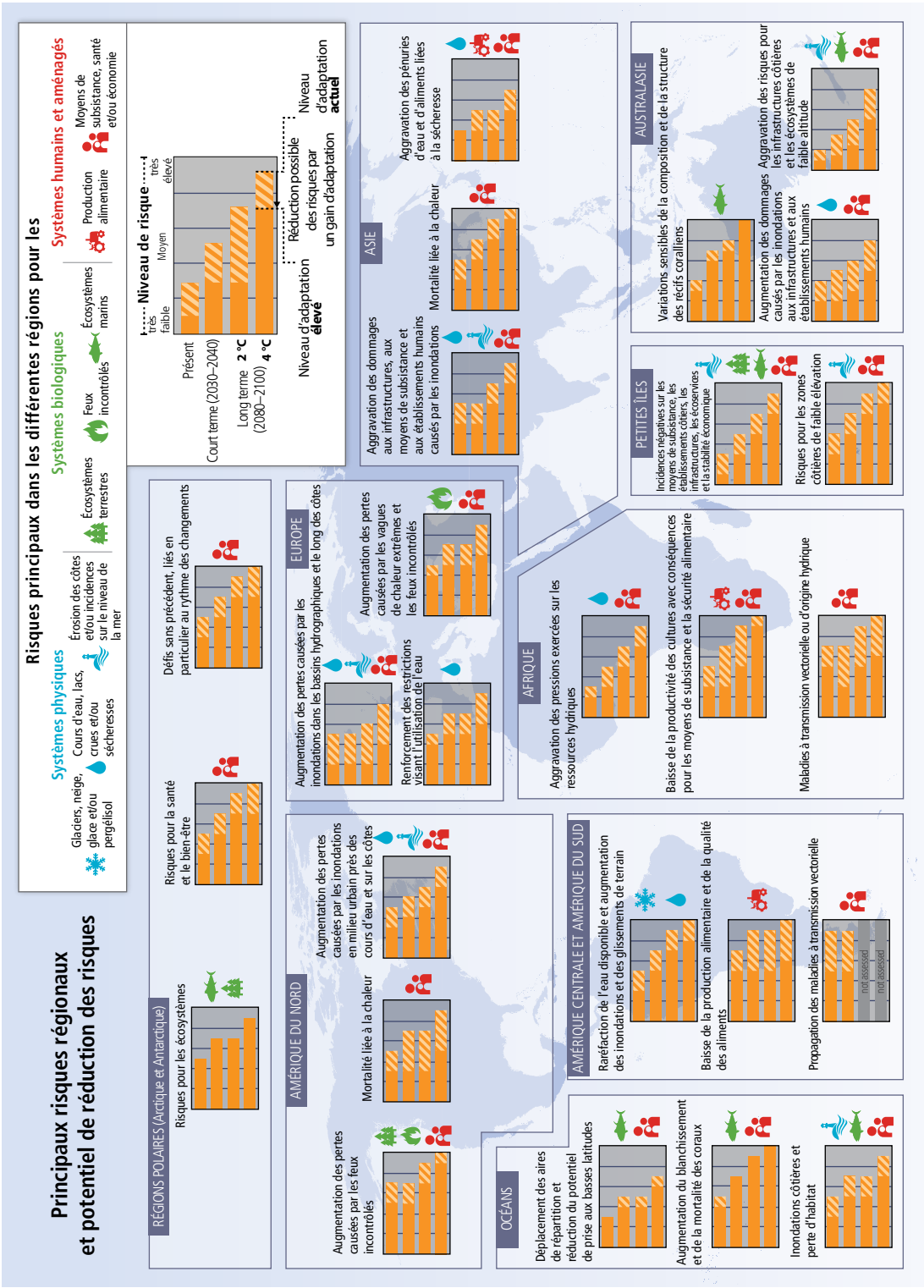
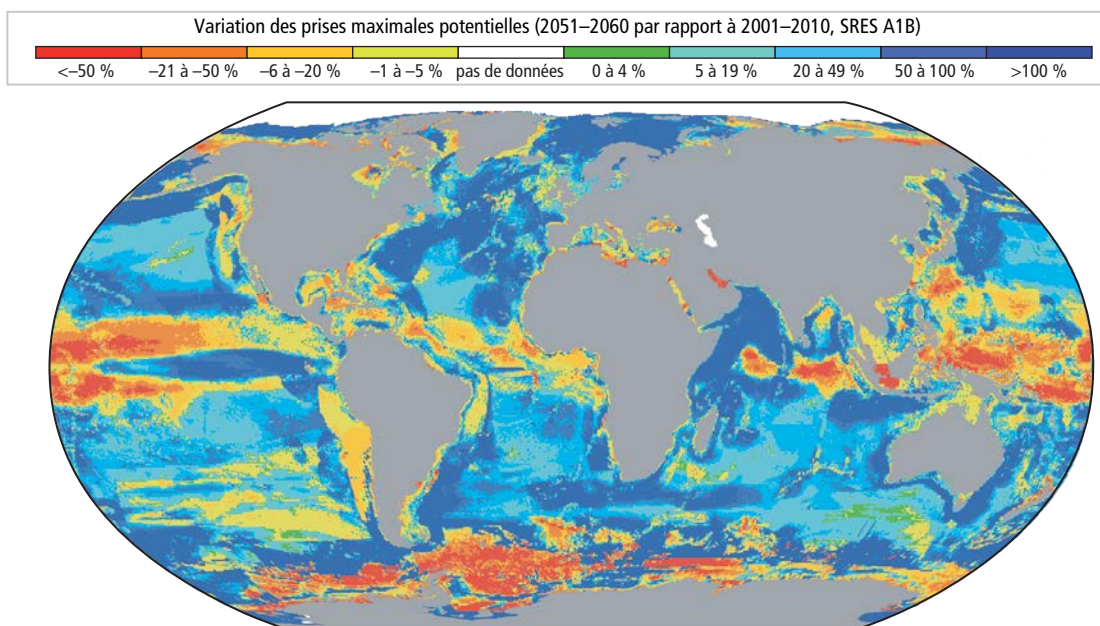


Figure RID.8 | Risques principaux¹⁴ dans les diverses régions du monde, y compris les perspectives de réduction de ces risques grâce à des mesures d'adaptation et d'atténuation, ainsi que les limites de l'adaptation. Le classement des risques principaux s'établit comme suit : très faible, faible, moyen, élevé, très élevé. Ces niveaux de risque sont présentés pour trois horizons temporels – moment présent, court terme (2030–2040) et long terme (2080–2100). À court terme, les niveaux projetés d'augmentation de la température moyenne mondiale ne divergent pas beaucoup d'un scénario d'émissions à l'autre. À plus long terme, les niveaux de risque sont analysés selon deux scénarios possibles d'augmentation de la température moyenne mondiale (hausse de 2 ou de 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Pour chaque horizon temporel, les niveaux de risque sont indiqués suivant l'hypothèse d'une poursuite de l'adaptation en cours et de niveaux élevés d'adaptation actuellement ou à l'avenir. Les niveaux de risque ne sont pas nécessairement comparables, en particulier d'une région à l'autre. (figure 2.4)

¹⁴ La définition des risques principaux s'appuie sur des avis d'experts et sur les critères particuliers suivants : grande amplitude, forte probabilité ou irréversibilité des incidences ; chronologie des incidences ; vulnérabilité ou exposition persistantes ; possibilités limitées de réduire les risques au moyen de mesures d'adaptation ou d'atténuation.

Menace du changement climatique sur la production alimentaire

a)



b)

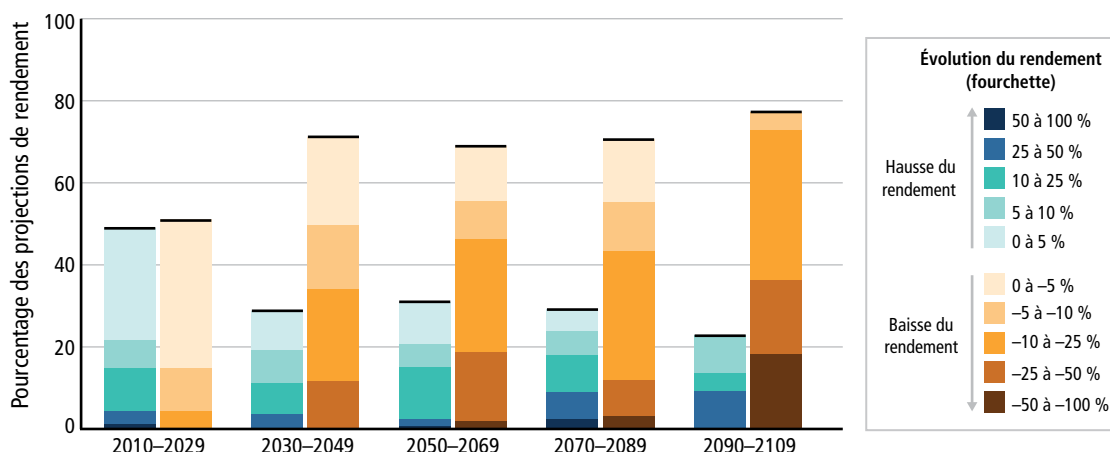


Figure RID.9 | a) Redistribution mondiale projetée des prises maximales potentielles d'environ 1 000 espèces exploitées de poissons et d'invertébrés marins. Les projections comparent les moyennes décennales 2001–2010 et 2051–2060 compte tenu des conditions océaniques en se fondant sur un seul modèle de climat pour un scénario de réchauffement modéré à élevé, sans analyse des incidences possibles de la surpêche ni de l'acidification des océans. **b)** Résumé des changements projetés du rendement des cultures (blé, maïs, riz et soja principalement) dus au changement climatique au cours du XXI^e siècle. La somme des données correspondant à chaque période est de 100 %; le pourcentage des projections présentant une hausse des rendements par rapport à celles présentant une baisse des rendements est indiqué. Le graphique présente des projections (basées sur 1 090 points de données) correspondant à différents scénarios d'émissions, pour les régions tropicales et tempérées, et pour des cas combinés d'adaptation et de non-adaptation. Les variations du rendement des cultures sont établies par rapport aux niveaux correspondant à la fin du XX^e siècle. [figure 2.6a, figure 2.7]

Jusqu'au milieu du siècle, le changement climatique influera sur la santé humaine principalement en aggravant les problèmes de santé existants (*degré de confiance très élevé*). Pendant toute la durée du XXI^e siècle, il devrait provoquer une détérioration de l'état de santé dans de nombreuses régions, en particulier dans les pays en développement à faible revenu, comparativement à une situation de référence sans changement climatique (*degré de confiance élevé*). D'ici 2100, selon le RCP8,5, la combinaison de conditions de température et d'humidité élevées dans certaines régions au cours de certaines parties de l'année devrait entraver des activités humaines courantes, notamment les cultures vivrières ou le travail à l'extérieur (*degré de confiance élevé*). {2.3.2}

Les projections montrent que, dans les zones urbaines, le changement climatique se traduira par des risques accrus pour les populations, les biens, les économies et les écosystèmes, ces risques découlant notamment du stress thermique, des orages et des précipitations extrêmes, des inondations le long des côtes et à l'intérieur des terres, des glissements de terrain, de la pollution atmosphérique, des sécheresses, des pénuries d'eau, de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête (*degré de confiance très élevé*). Ces risques sont amplifiés pour ceux qui sont privés des infrastructures et services essentiels ou qui vivent dans des zones exposées. {2.3.2}

Il est vraisemblable que les zones rurales subiront des incidences importantes qui influenceront sur la disponibilité et l'approvisionnement en eau, sur la sécurité alimentaire, sur les infrastructures et sur les revenus agricoles, et qui provoqueront des déplacements des zones de production de cultures vivrières ou autres à travers le monde (*degré de confiance élevé*). {2.3.2}

L'augmentation de la température provoquera une accélération des pertes économiques (*éléments limités, degré de cohérence élevé*), mais les incidences économiques mondiales du changement climatique sont actuellement difficiles à estimer. En ce qui concerne la pauvreté, les incidences du changement climatique devraient ralentir la croissance économique, entraver les efforts de lutte contre la pauvreté, continuer d'éroder la sécurité alimentaire, entretenir les pièges existants de la pauvreté et en créer de nouveaux, ce dernier effet étant particulièrement marqué dans les zones urbaines et dans les «points chauds de la faim» (*degré de confiance moyen*). Les dimensions internationales telles que le commerce et les relations entre les États sont aussi importantes pour comprendre les risques que le changement climatique pose à l'échelle régionale. {2.3.2}

Le changement climatique devrait provoquer une augmentation des déplacements de populations (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Les populations privées des ressources requises pour assurer une migration planifiée se trouvent en situation d'exposition accrue face aux phénomènes météorologiques extrêmes, en particulier dans les pays en développement à faible revenu. Le changement climatique peut accroître indirectement les risques de conflits violents en exacerbant les sources connues de conflits que sont la pauvreté et les chocs économiques (*degré de confiance moyen*). {2.3.2}

RID 2.4 Changements climatiques au-delà de 2100, irréversibilité et changement brusque

De nombreux aspects des changements climatiques et de leurs répercussions continueront de se manifester pendant des siècles, même si les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont stoppées. Les risques de changements abrupts ou irréversibles augmentent à mesure que le réchauffement s'amplifie. {2.4}

Dans tous les RCP envisagés à l'exception du RCP2,6, le réchauffement se poursuivra après 2100. Les températures en surface resteront à peu près constantes, mais à des niveaux élevés pendant plusieurs siècles après la fin complète des émissions anthropiques de CO₂. Une grande partie du réchauffement climatique d'origine anthropique lié aux émissions de CO₂ est irréversible sur des périodes de plusieurs siècles à plusieurs millénaires, sauf dans le cas d'une élimination nette considérable de CO₂ atmosphérique sur une longue période. {2.4, figure 2.8}

La stabilisation de la température moyenne à la surface du globe n'implique pas la stabilisation de toutes les composantes du système climatique. Le déplacement des biomes, l'évolution du carbone dans le sol, la transformation des inlandsis, le réchauffement des océans et l'élévation concomitante du niveau de la mer possèdent leurs propres échelles temporelles longues, si bien que ces processus se traduiront par des changements durant des centaines voire des milliers d'années après la stabilisation de la température à la surface de la planète. {2.1, 2.4}

L'acidification des océans se poursuivra pendant des siècles si les émissions de CO₂ ne cessent pas (*degré de confiance élevé*), et les écosystèmes marins seront fortement touchés. {2.4}

Il est *quasiment certain* que l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe va se poursuivre durant de nombreux siècles au-delà de 2100, cette élévation étant fonction des émissions futures. Le seuil de réchauffement moyen du globe par rapport aux niveaux préindustriels pour lequel on assisterait à une disparition quasi complète de la calotte du Groenland en un millénaire ou plus, avec une hausse du niveau moyen des mers pouvant atteindre jusqu'à 7 m est supérieur à environ 1 °C (*degré de confiance faible*), mais inférieur à environ 4 °C (*degré de confiance moyen*). Une perte de glace soudaine et irréversible de la calotte de l'Antarctique est possible, mais les éléments actuellement disponibles et le niveau de compréhension de ces phénomènes sont insuffisants pour qu'une estimation quantitative soit donnée. {2.4}

L'ampleur et le rythme du changement climatique associés aux scénarios à émissions modérées à élevées présenteront un risque élevé de bouleversement brutal et irréversible, à l'échelle régionale, de la composition, la structure et les fonctions des écosystèmes marins, terrestres et dulçaquicoles, y compris les milieux humides (*degré de confiance moyen*). Il est *quasiment certain* que la poursuite du réchauffement planétaire provoquera une réduction de l'étendue du pergélisol. {2.4}

RID 3. Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution

RID

L'adaptation et l'atténuation sont des stratégies complémentaires qui permettent de réduire et de maîtriser les risques liés aux changements climatiques. En limitant fortement les émissions au cours des prochaines décennies, on pourrait réduire les risques climatiques au XXI^e siècle et au-delà, améliorer les perspectives d'adaptation, réduire les coûts de l'atténuation sur le long terme et aplanir les difficultés afférentes, et privilégier des profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique dans l'optique du développement durable. {3.2, 3.3, 3.4}

RID 3.1 Fondements de la prise de décisions au sujet du changement climatique

Il est possible de prendre des décisions avisées pour limiter les changements climatiques et leurs effets en appliquant une vaste gamme d'outils d'analyse pour l'évaluation des risques et des avantages probables, qui prennent en compte la gouvernance, les questions d'éthique, l'équité, les jugements de valeur, les évaluations économiques et la diversité des perceptions et des réactions face aux risques et à l'incertitude. {3.1}

Le développement durable et l'équité fournissent une base à l'évaluation des politiques climatiques. Pour parvenir au développement durable en toute équité, et en éradiquant la pauvreté, il faut limiter les effets du changement climatique. Selon les pays, les contributions passées et futures à l'accumulation de GES dans l'atmosphère varient, et il en va de même pour les enjeux et les circonstances auxquels il faut faire face, et pour les capacités dont on dispose en matière d'atténuation et d'adaptation. L'atténuation et l'adaptation soulèvent des questions d'équité et de justice. Nombre des personnes les plus vulnérables aux changements climatiques ont contribué et contribuent le moins aux émissions de gaz à effet de serre. Refuser d'agir à présent en faveur de l'atténuation ne fait que remettre à plus tard la charge de l'effort à déployer; l'insuffisance des mesures d'adaptation aux incidences émergentes sape d'ores et déjà les fondements du développement durable. Les stratégies globales élaborées en réponse au changement climatique dans une optique de développement durable prennent en compte les co-avantages, les effets secondaires indésirables et les risques découlant des solutions d'adaptation et d'atténuation. {3.1, 3.5, encadré 3.4}

La façon dont les individus et les organisations perçoivent et prennent en compte les risques et les incertitudes influe sur la conception des politiques climatiques. Les méthodes d'évaluation tirées de l'analyse économique, sociale et éthique, qui peuvent prendre en compte un large éventail d'incidences possible, y compris celles qui sont peu probables, mais dont les conséquences pourraient être lourdes, contribuent à la prise de décisions. Elles ne permettent pas cependant d'extraire une solution unique qui constituerait le meilleur équilibre entre l'atténuation, l'adaptation et les effets résiduels du climat. {3.1}

Le changement climatique présente les caractéristiques d'un problème nécessitant une action collective à l'échelle mondiale, puisque la plupart des GES s'accumulent dans le temps et se mélangent à l'échelle du globe, et que les émissions provenant d'un acteur, quel qu'il soit (ex.: un individu, une communauté, une entreprise, un pays) ont des répercussions sur d'autres acteurs. Une atténuation ne pourra être efficace si les différents acteurs favorisent indépendamment leurs propres intérêts. Des actions menées en coopération, y compris à l'échelle internationale, se révèlent nécessaires si on veut réduire efficacement les émissions de GES et trouver des solutions aux problèmes que soulève le changement climatique. L'efficacité des mesures d'adaptation peut être renforcée par des actions complémentaires entreprises à tous les niveaux, y compris dans le cadre de la coopération internationale. Il apparaît que les résultats jugés équitables peuvent conduire à un gain d'efficacité dans la coopération. {3.1}

RID 3.2 Réduction des risques du changement climatique par l'atténuation et l'adaptation

Sans mesures d'atténuation autres que celles qui existent aujourd'hui, et même si des mesures d'adaptation sont prises, le risque de conséquences graves, généralisées et irréversibles à l'échelle du globe sera élevé à très élevé à la fin du XXI^e siècle en raison du réchauffement (*degré de confiance élevé*). L'atténuation s'accompagne de certains co-avantages et de risques dus à des effets secondaires indésirables, mais la probabilité de conséquences graves, généralisées et irréversibles est moindre que celle associée aux changements climatiques, d'où l'intérêt des mesures d'atténuation à court terme. {3.2, 3.4}

L'atténuation et l'adaptation sont des approches complémentaires visant à réduire les risques associés aux incidences du changement climatique à différentes échelles temporelles (*degré de confiance élevé*). Les mesures d'atténuation qui seront prises sous peu et tout au long du siècle pourront réduire nettement les incidences du changement climatique au cours de la

a) Les risques associés au changement climatique... b) ...sont fonction du cumul des émissions de CO₂...

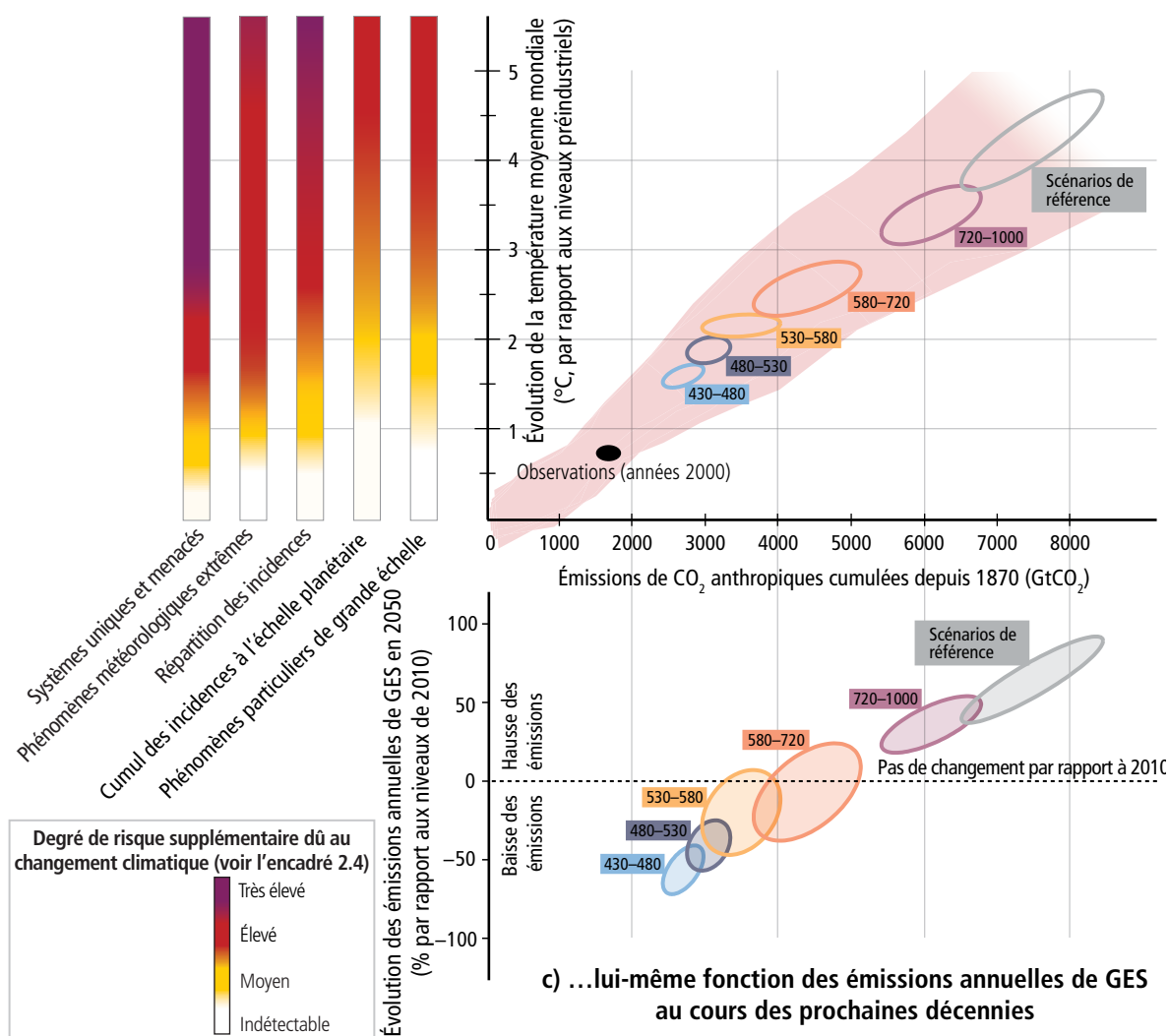


Figure RID.10 | Rapport entre les risques découlant du changement climatique, de l'évolution de la température, du cumul des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et de l'évolution des émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050. Pour limiter les risques sur tous les motifs de préoccupation (a), il faudrait restreindre le cumul des émissions de CO₂ (b), et donc réduire les émissions annuelles de GES au cours des quelques décennies à venir (c). Le **panneau a)** représente les cinq motifs de préoccupation {encadré 2.4}. Le **panneau b)** établit le lien entre l'évolution de la température et le cumul des émissions de CO₂ (en GtCO₂) depuis 1870. Ces schémas sont fondés sur les simulations CMIP5 (cinquième phase du projet de comparaison de modèles couplés) (panache rose) et un modèle climatique simple (réponse climatique médiane en 2100), pour les scénarios de référence et cinq catégories de scénarios d'atténuation (six ellipses). La figure RID.5 fournit davantage de détails à ce sujet. Le **panneau c)** représente le rapport entre le cumul des émissions de CO₂ (en GtCO₂) dans les différentes catégories de scénarios et l'évolution annuelle correspondante des émissions de GES d'ici 2050 exprimée en pourcentage par rapport à 2010 (points de pourcentage de Gt_{eq}CO₂/an). Les ellipses correspondent aux mêmes catégories de scénarios que celles du panneau b) et sont construites suivant la même méthode (voir détails à la figure RID.5). {figure 3.1}

deuxième moitié du XXI^e siècle et de la période qui suivra. Il est d'ores et déjà possible de tirer parti des mesures d'adaptation prises par rapport aux risques actuels et cela pourra être vrai pour les risques à venir. {3.2, 4.5}

Cinq motifs de préoccupation regroupent les risques découlant du changement climatique et illustrent les conséquences du réchauffement planétaire et les limites de l'adaptation des populations humaines, des économies et des écosystèmes, dans les divers secteurs et diverses régions. Ces cinq motifs de préoccupation sont associés 1) aux systèmes uniques et menacés, 2) aux phénomènes météorologiques extrêmes, 3) à la répartition des incidences, 4) au cumul des incidences à l'échelle planétaire et 5) aux phénomènes particuliers de grande échelle. Dans le présent rapport, ils fournissent des renseignements en rapport avec l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. {encadré 2.4}

Sans mesures d'atténuation autres que celles qui existent aujourd'hui, et même si des mesures d'adaptation sont prises, le risque de conséquences graves, généralisées et irréversibles à l'échelle du globe sera élevé à très élevé à la fin du XXI^e siècle en raison du réchauffement (*degré de confiance élevé*) (figure RID.10). Selon la plupart des scénarios excluant tout nouvel effort d'atténuation (ceux dont les concentrations atmosphériques sont supérieures à 1 000 ppm en éqCO₂), il est *plus probable qu'improbable* que le réchauffement dépassera de plus de 4 °C les niveaux préindustriels d'ici 2100 (tableau RID.1). Les risques associés à des températures atteignant ou dépassant 4 °C comprennent la disparition de nombreuses espèces, une insécurité alimentaire mondiale et régionale, des contraintes en découlant sur les activités humaines courantes et, dans certains cas, une réduction de la capacité d'adaptation (*degré de confiance élevé*). Certains risques découlant du changement climatique, notamment les risques portant sur les systèmes uniques et menacés et les risques associés aux phénomènes météorologiques extrêmes sont modérés à élevés à des températures se situant entre 1 et 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. {2.3, figure 2.5, 3.2, 3.4, encadré 2.4, tableau RID.1}

Des réductions importantes des émissions de GES au cours des quelques décennies à venir peuvent entraîner une diminution marquée des risques associés au changement climatique en limitant le réchauffement au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle et au-delà. Le cumul des émissions de CO₂ détermine en grande partie le réchauffement moyen à la surface du globe vers la fin du XXI^e siècle et au-delà. Pour limiter les risques sur tous les motifs de préoccupation, il faudrait restreindre le cumul des émissions de CO₂, et pour cela atteindre éventuellement un bilan nul des émissions mondiales de CO₂ en réduisant les émissions annuelles au cours des quelques décennies à venir (figure RID.10) (*degré de confiance élevé*). Il est cependant impossible, même grâce à des mesures d'atténuation et d'adaptation, d'éliminer tous les risques de dommages climatiques. {2.2.5, 3.2, 3.4}

L'atténuation s'accompagne de certains co-avantages et risques, mais la probabilité de conséquences graves, généralisées et irréversibles est moindre que celle associée aux changements climatiques. Compte tenu de l'inertie propre aux systèmes économique et climatique et de l'éventualité d'incidences irréversibles découlant du changement climatique, les mesures d'atténuation à court terme présentent un grand intérêt (*degré de confiance élevé*). Des retards touchant la mise en place de mesures supplémentaires d'atténuation ou les contraintes pouvant peser sur des solutions technologiques augmentent les coûts des efforts d'atténuation qu'il faudra déployer à un horizon plus lointain pour maintenir à un certain seuil les risques découlant du changement climatique (tableau RID.2). {3.2, 3.4}

RID 3.3 Caractéristiques des trajectoires d'adaptation

L'adaptation peut réduire les risques d'incidences liées aux changements climatiques, mais son efficacité a des limites, surtout lorsque l'ampleur et le rythme des changements climatiques augmentent. En adoptant une perspective à long terme, dans le contexte d'un développement durable, on augmente les chances que les mesures d'adaptation à plus court terme renforcent l'efficacité des options futures et améliorent la préparation. {3.3}

L'adaptation peut contribuer au bien-être des populations, à la sécurité des biens et au maintien des produits, des fonctions et des services écosystémiques, à l'heure actuelle et à l'avenir. L'adaptation varie selon le lieu et le contexte (*degré de confiance élevé*). Une première étape sur la voie de l'adaptation au changement climatique futur consiste à réduire la vulnérabilité et l'exposition à la variabilité actuelle du climat (*degré de confiance élevé*). L'intégration de l'adaptation dans les processus de planification, y compris l'élaboration de politiques, et de prise de décisions peut favoriser des synergies avec le développement et la réduction des risques de catastrophes. Il est primordial de renforcer les capacités d'adaptation afin que les bonnes solutions soient sélectionnées et mises en œuvre (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). {3.3}

La planification et la mise en œuvre de mesures d'adaptation peuvent être renforcées par des actions complémentaires entreprises à tous les niveaux, de l'individu aux pouvoirs publics (*degré de confiance élevé*). Les autorités nationales peuvent coordonner les efforts d'adaptation des administrations locales et infranationales, par exemple en protégeant les groupes vulnérables, en appuyant la diversification économique et en fournissant des informations, en élaborant des politiques et des cadres juridiques et en fournissant un appui financier (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Les administrations locales et le secteur privé sont considérés de plus en plus comme des intervenants essentiels dans la mise à l'échelle des mesures d'adaptation au niveau des collectivités, des ménages et de la société civile, dans la gestion des informations relatives aux risques et dans le financement (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {3.3}

La planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation à tous les niveaux de gouvernance sont conditionnées par les valeurs et les objectifs de la société et par sa perception des risques (*degré de confiance élevé*). La prise de conscience de la diversité des intérêts en jeu, des circonstances, des contextes socioculturels et des attentes peut être utile au processus de prise de décisions. Les systèmes et pratiques du savoir autochtone, local et traditionnel, y compris la vision holistique qu'ont les populations autochtones de leurs collectivités et de leur environnement, constituent des ressources de première importance pour l'adaptation au changement climatique (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Ces formes de savoir ne sont pas toujours prises en compte d'une manière cohérente dans les stratégies d'adaptation existantes. Leur intégration dans les pratiques existantes augmente l'efficacité des mesures d'adaptation. {3.3}

Des obstacles peuvent entraver la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation (*degré de confiance élevé*). La mise en œuvre est souvent entravée par les obstacles suivants: ressources financières et humaines limitées; intégration ou coordination limitées de la gouvernance; incertitudes quant aux incidences attendues; perceptions différentes des risques; valeurs en concurrence; absence de chefs de file et de «défenseurs de l'adaptation»; absence d'outils pour le contrôle de l'efficacité des mesures. D'autres facteurs peuvent également faire obstacle: insuffisance des travaux de recherche, manque de surveillance et d'observations et insuffisance des financements requis à ces fins. {3.3}

Si la vitesse et l'ampleur du changement climatique augmentent, il en va de même de la probabilité d'un dépassement des limites de l'adaptation (*degré de confiance élevé*). Les limites à l'adaptation résultent des interactions du changement climatique et des contraintes biophysiques ou socio-économiques. En outre, une planification ou une mise en œuvre défailante, une importance exagérée accordée aux résultats à court terme ou l'incapacité d'anticiper correctement les conséquences peuvent nuire aux efforts d'adaptation, en accroissant la vulnérabilité ou l'exposition du groupe cible, ou la vulnérabilité d'autres personnes, d'autres lieux ou d'autres secteurs (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Une sous-estimation de la complexité de l'adaptation en tant que processus social peut créer des attentes irréalistes quant aux résultats recherchés. {3.3}

Le recours à l'atténuation et à l'adaptation d'une part, et à diverses mesures d'adaptation d'autre part, peut procurer des avantages connexes importants, créer des synergies et engendrer des possibilités de compromis non négligeables. Les interactions peuvent s'observer tant à l'intérieur des régions qu'entre ces dernières (*degré de confiance très élevé*). L'intensification des efforts déployés pour atténuer les effets du changement climatique ou pour s'y adapter se traduit par une complexité croissante des interactions, en particulier à la confluence des besoins en eau et en énergie, de l'utilisation des terres et de la biodiversité. Or, peu d'outils permettraient de mieux comprendre et gérer ces interactions. Voici des exemples d'actions engendrant des avantages connexes: i) amélioration de l'efficacité énergétique et sources d'énergie moins polluantes conduisant à une réduction des émissions de polluants dangereux pour la santé et qui modifient le climat; ii) consommation réduite d'énergie et d'eau dans les zones urbaines grâce au reverdissement des villes et au recyclage de l'eau; iii) pratiques agricoles et forestières durables; iv) protection des écosystèmes aux fins du stockage du carbone et d'autres écoservices. {3.3}

Les transformations touchant les décisions et actions économiques, sociales, technologiques et politiques peuvent renforcer l'adaptation et promouvoir le développement durable (*degré de confiance élevé*). À l'échelon national, la transformation est jugée optimale lorsqu'elle reflète les perspectives et les démarches propres à un pays pour parvenir à un développement durable en accord avec ses circonstances particulières et ses priorités. En se bornant à des mesures d'adaptation faisant évoluer progressivement les systèmes et les structures existants, sans envisager de véritables transformations, on risque d'augmenter les coûts et les pertes et de manquer des occasions. La planification et la mise en œuvre d'une adaptation transformationnelle peuvent refléter le renforcement, la modification ou l'ajustement de paradigmes, et peuvent engendrer des exigences nouvelles et accrues que les structures de gouvernance doivent prendre en compte pour éliminer les divergences d'objectifs et de perspectives d'avenir, et pour se préoccuper éventuellement de l'équité et des dimensions éthiques d'une transformation. On considère que l'apprentissage itératif, les processus délibératifs et l'innovation sont propices à l'adaptation. {3.3}

RID 3.4 Caractéristiques des trajectoires d'atténuation

En matière d'atténuation, il existe de nombreuses options susceptibles de limiter le réchauffement à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels. Il faudrait pour cela réduire fortement les émissions au cours des prochaines décennies et faire en sorte que les émissions de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre persistants soient presque nulles d'ici la fin du siècle. Or cela pose d'importants problèmes techniques, économiques, sociaux et institutionnels, qui deviennent plus difficiles à surmonter si l'on tarde à prendre des mesures d'atténuation supplémentaires et que l'évolution technologique ne suit pas. Quelle que soit son ampleur, la limitation du réchauffement pose des problèmes semblables, mais à des échelles temporelles différentes. {3.4}

RID

Si, par rapport à ceux déjà en place, aucun effort supplémentaire n'est déployé, l'augmentation des émissions mondiales de GES devrait persister, entraînée par la croissance de la population et des activités économiques à l'échelle du globe. Les scénarios de référence, selon lesquels aucun effort d'atténuation supplémentaire n'est déployé, conduisent à des augmentations de la température moyenne à la surface du globe en 2100 d'environ 3,7 à 4,8 °C par rapport à la moyenne pour la période 1850–1900, pour une réponse médiane du climat. La fourchette comprenant l'incertitude climatique est de 2,5 à 7,8 °C (du 5^e au 95^e centile) (degré de confiance élevé). {3.4}

Selon les scénarios d'atténuation conduisant en 2100 à des concentrations atmosphériques d'environ 450 ppm eqCO_2 ou moins, il est *probable* que le réchauffement sera maintenu durant le XXI^e siècle à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels¹⁵. Les scénarios visant ces concentrations d'ici 2100 se caractérisent par une réduction mondiale de 40 à 70 %¹⁶ des émissions anthropiques de GES entre 2010 et 2050, et par des émissions presque nulles, voire des émissions négatives en 2100. Il est *plus probable qu'improbable* que les scénarios d'atténuation conduisant à des niveaux de concentration d'environ 500 ppm eqCO_2 d'ici 2100 limiteront le changement de la température à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, sauf s'ils dépassent temporairement des niveaux de concentration supérieurs à environ 530 ppm eqCO_2 avant 2100, auquel cas il est à *peu près aussi probable qu'improbable* qu'ils n'atteignent pas cet objectif. Selon ces scénarios (500 ppm eqCO_2), les émissions mondiales en 2050 seront inférieures de 25 à 55 % à celles de 2010. Les scénarios associés à des émissions relativement élevées en 2050 se caractérisent par un plus grand recours aux techniques d'élimination du dioxyde de carbone après le milieu du siècle (et vice versa). Les trajectoires qui limiteront *probablement* le réchauffement à 3 °C par rapport aux niveaux préindustriels réduiront les émissions moins rapidement que celles qui limitent le réchauffement à 2 °C. Peu d'études ont exploré les scénarios pour lesquels il est *plus probable qu'improbable* d'atteindre un réchauffement inférieur ou égal à 1,5 °C d'ici 2100; ces scénarios conduisent d'ici 2100 à des concentrations atmosphériques inférieures à 430 ppm eqCO_2 et d'ici 2050 à des émissions se situant entre 70 et 95 % au-dessous des émissions de 2010. La figure RID.11 et le tableau RID.1 offrent une vision détaillée des caractéristiques des scénarios d'émissions, des concentrations en équivalent CO_2 qui y correspondent et de la probabilité suivant laquelle ces scénarios maintiendraient le réchauffement au-dessous d'un certain intervalle de températures. {3.4}

Les scénarios atteignant en 2100 des niveaux de concentration atmosphérique de l'ordre de 450 ppm eqCO_2 (et pour lesquels il est *probable* qu'une hausse de température de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels ne sera pas atteinte) comportent un dépassement¹⁷ temporaire de cette concentration atmosphérique, ce qui est aussi le cas de beaucoup de scénarios atteignant environ entre 500 et 550 ppm eqCO_2 en 2100 (tableau RID.1). En fonction du niveau de ce dépassement, les scénarios en question supposent une disponibilité et un déploiement à grande échelle de la BECSC (bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone) et du boisement dans la seconde partie du siècle. La disponibilité et la possibilité d'étendre ces techniques et méthodes, ainsi que d'autres, permettant l'élimination du dioxyde de carbone (EDC) demeurent incertaines; à des degrés variés, des risques et des défis¹⁸ y sont en outre associés. L'EDC est aussi prépondérante dans bon nombre de scénarios sans dépassement, pour compenser les émissions résiduelles de secteurs où l'atténuation se révèle relativement onéreuse (degré de confiance élevé). {3.4, encadré 3.3}

¹⁵ Par comparaison, la concentration atmosphérique en 2011 est estimée à 430 ppm eqCO_2 (avec un intervalle d'incertitude de 340 à 520 ppm).

¹⁶ Cette fourchette diffère de celle qu'on obtenait pour une catégorie de concentration similaire dans le RE4 (de 50 à 80 % plus bas qu'en 2000 pour le CO_2 seul). Cette différence est due notamment au fait que le RE5 évalue un bien plus grand nombre de scénarios que le RE4 et qu'il étudie tous les GES. De plus, une large proportion de nouveaux scénarios comportent des techniques d'élimination du dioxyde de carbone (EDC) (voir ci-après). D'autres facteurs incluent l'utilisation des niveaux de concentration en 2100 à la place des niveaux stabilisés et un décalage de l'année de référence de 2000 à 2010.

¹⁷ Dans les scénarios « de dépassement », les concentrations atteignent un maximum au cours du siècle, puis déclinent.

¹⁸ Les méthodes d'élimination du dioxyde de carbone (EDC) présentent des limites biogéochimiques et technologiques qui grèvent leur potentiel à l'échelle du globe. On ne dispose pas de suffisamment de connaissances pour quantifier le volume d'émissions de CO_2 que représente l'EDC à l'échelle du siècle. Les méthodes en question risquent de s'accompagner d'effets secondaires et d'engendrer des conséquences à long terme à l'échelle du globe.

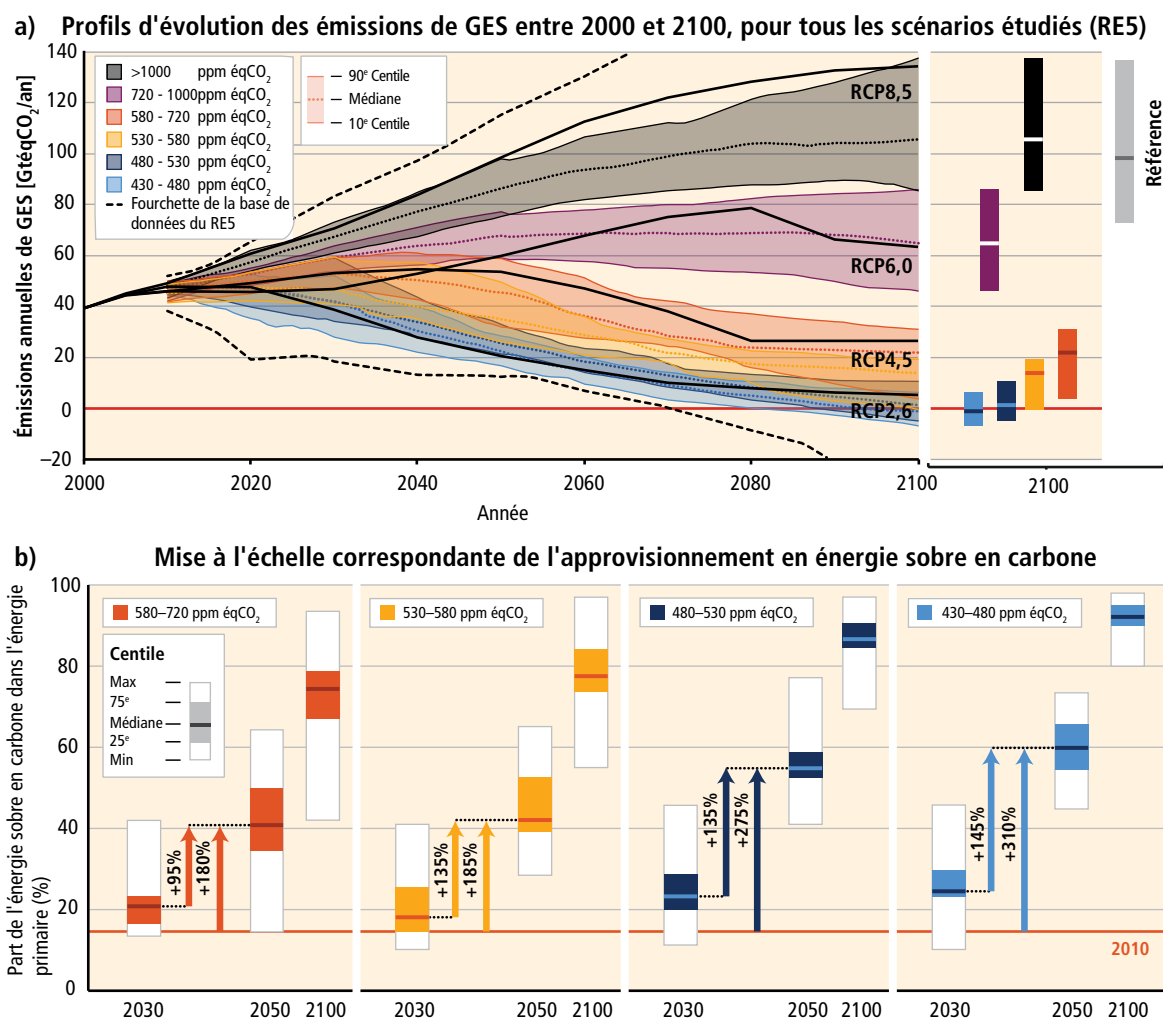


Figure RID.11 | Émissions mondiales de gaz à effet de serre (Gt eqCO_2/an) dans les scénarios de référence et d'atténuation pour différents niveaux de concentration à long terme **(a)** et exigences d'une mise à l'échelle correspondante de l'approvisionnement en énergie sobre en carbone (pourcentage de l'énergie primaire) pour 2030, 2050 et 2100 par rapport aux niveaux de 2010 dans les scénarios d'atténuation **(b)**. {figure 3.2}

La réduction des émissions de gaz autres que le CO_2 peut représenter un élément important dans les stratégies d'atténuation. À l'heure actuelle, les émissions de GES et les autres agents de forçage ont tous un effet sur le rythme et l'ampleur du changement climatique au cours des quelques décennies à venir, tandis que le réchauffement à long terme est essentiellement fonction des émissions de CO_2 . Les émissions d'agents de forçage autres que le CO_2 sont souvent exprimées en équivalent CO_2 , mais le choix de la méthode de mesure ainsi que les engagements qui seront pris pour mettre l'accent sur une réduction des différents agents de forçage climatique au bon moment sont fonction de l'application visée et du contexte de la politique, et font intervenir des jugements de valeur. {3.4, encadré 3.2}

Il sera particulièrement difficile de maintenir au XXI^e siècle le réchauffement planétaire à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, si aucune mesure supplémentaire d'atténuation n'est prise avant 2030. Entre 2030 et 2050, il faudra accélérer nettement les réductions d'émissions et le recours à l'approvisionnement en énergie sobre en carbone, augmenter à long terme aussi le recours aux techniques d'élimination du dioxyde de carbone; cela se traduira par de grandes transformations et d'importantes conséquences économiques à long terme. Les niveaux d'émissions mondiales de GES estimés pour 2020 sur la base des engagements pris à Cancún ne coïncident pas avec les trajectoires d'atténuation à long terme présentant un bon rapport coût-efficacité, pour lesquelles il est au moins *à peu près aussi probable qu'improbable* que le réchauffement se limite à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, la possibilité d'atteindre ce but n'étant cependant pas exclue (*degré de confiance élevé*) (figure RID.12, tableau RID.2). {3.4}

Tableau RID.1 | Caractéristiques essentielles des scénarios réunis et évalués pour le volume GT III du RE5. Pour l'ensemble des paramètres, les données pour les scénarios correspondent à l'intervalle allant du 10^e au 90^e centile^a. [tableau 3.1]

Concentrations en eqCO_2 en 2100 [ppm eqCO_2] ^f Désignation de la catégorie (plage de concentration)	Sous-catégories	Sous-catégorie ^d	Changement des émissions en eqCO_2 à comparer à 2010 [%] ^c		Probabilité de ne pas dépasser au cours du XXI ^e siècle la hausse de température indiquée (par rapport à 1850–1900) ^{d,e}			
			2050	2100	1.5°C	2°C	3°C	4°C
<430	Des niveaux inférieurs à 430 ppm eqCO_2 n'ont été pris en compte que dans un petit nombre d'études portant sur un modèle. ⁱ							
450 (430-480)	Plage complète ^{a,g}	RCP2,6	entre –72 et –41	entre –118 et –78	Plus improbable que probable	Probable	Probable	Probable
500 (480-530)	Sans dépassement de 530 ppm eqCO_2		entre –57 et –42	entre –107 et –73	Improbable	Plus probable qu'improbable		
	Avec dépassement de 530 ppm eqCO_2		entre –55 et –25	entre –114 et –90		À peu près aussi probable qu'improbable		
550 (530-580)	Sans dépassement de 580 ppm eqCO_2		entre –47 et –19	entre –81 et –59		Plus improbable que probable ⁱ		
	Avec dépassement de 580 ppm eqCO_2		entre –16 et 7	entre –183 et –86				
(580-650)	Plage complète	RCP4,5	entre –38 et 24	entre –134 et –50	Improbable	Plus probable qu'improbable		
(650-720)	Plage complète		entre –11 et 17	entre –54 et –21				
(720-1 000) ^b	Plage complète	RCP6,0	entre 18 et 54	entre –7 et 72	Improbable ^h	Improbable	Plus probable qu'improbable	
>1 000 ^b	Plage complète	RCP8,5	entre 52 et 95	entre 74 et 178		Improbable ^h	Improbable	Plus improbable que probable

Notes:

^a La «plage complète» pour les scénarios prévoyant de 430 à 480 ppm eqCO_2 correspond à l'amplitude du 10^e au 90^e centile de la sous-catégorie de ces scénarios figurant dans le tableau 6.3 du rapport du Groupe de travail III.

^b Les scénarios de référence sont classés dans les catégories > 1 000 et 720-1 000 ppm eqCO_2 . Cette dernière catégorie comprend aussi des scénarios d'atténuation. Selon les scénarios de référence dans cette catégorie, la hausse de la température atteint en 2100 entre 2,5 et 5,8 °C au-dessus de la moyenne pour 1850–1900. Pour les scénarios de référence des deux catégories réunies, on obtient en 2100 une hausse de température se situant entre 2,5 et 7,8 °C (fourchette fondée sur la réponse médiane du climat: 3,7 à 4,8 °C).

^c Les émissions mondiales en 2010 dépassent de 31 % les niveaux de 1990 (en accord avec les estimations des émissions de GES historiques présentées dans ce rapport). Les émissions en eqCO_2 comprennent la liste des gaz réglementés en vertu du protocole de Kyoto (le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), ainsi que les gaz fluorés).

^d L'évaluation ne se limite pas aux RCP (profils représentatifs d'évolution de concentration), puisqu'elle prend en compte de nombreux scénarios ayant fait l'objet de publications scientifiques. Pour évaluer les conséquences de l'évolution de la concentration d' eqCO_2 et du climat selon ces scénarios, on s'est servi du modèle MAGICC (modèle de bilan énergétique pour l'évaluation des changements climatiques dus aux gaz à effet de serre) en mode probabiliste. Pour établir une comparaison entre les résultats du modèle MAGICC et ceux des modèles dont il est question dans le volume GT I, voir les sections 12.4.1.2 et 12.4.8 du volume GT I et 6.3.2.6 du volume GT III.

^e L'évaluation proposée dans ce tableau est basée sur les probabilités calculées pour l'ensemble des scénarios pris en compte par le GT III à l'aide du modèle MAGICC et sur l'évaluation du GT I des incertitudes des projections de température non représentées par les modèles climatiques. Les assertions coïncident donc avec celles du volume GT I, qui se fondent sur les simulations CMIP5 (cinquième phase du projet de comparaison de modèles couplés) basées sur les RCP et les incertitudes évaluées. Les énoncés de probabilité couvrent donc différents éléments employés par les deux GT. La méthode du GT I a aussi été appliquée aux scénarios de concentrations intermédiaires pour lesquels on ne dispose d'aucune simulation CMIP5. Les énoncés de probabilité n'ont qu'une valeur indicative [GT III 6.3] et correspondent généralement aux termes utilisés dans le RID du GT I: probable 66-100 %, plus probable qu'improbable > 50-100 %, à peu près aussi probable qu'improbable 33-66 % et improbable 0-33 %. En outre, le terme plus improbable que probable 0-50% est également employé.

^f La concentration en eqCO_2 (voir glossaire) est calculée par le modèle MAGICC sur la base d'un forçage total pour une simulation simple du cycle du carbone et du climat. La concentration en 2011 est estimée à 430 ppm eqCO_2 (avec un intervalle d'incertitude de 340 à 520 ppm). Ceci est fondé sur une évaluation du forçage radiatif anthropique total pour 2011 relativement à 1750, figurant dans le volume GT I du RE5, à savoir 2,3 W/m², avec un intervalle d'incertitude de 1,1 à 3,3 W/m².

^g La grande majorité des scénarios dans cette catégorie dépassent la limite de 480 ppm eqCO_2 .

^h Pour les scénarios de cette catégorie, aucune simulation CMIP5 ainsi qu'aucune réalisation MAGICC ne restent au-dessous du niveau de température précisé. Pourtant, si la mention *improbable* est retenue, c'est pour signaler les incertitudes qui pourraient ne pas être prises en compte par les modèles climatiques actuels.

ⁱ Les scénarios de la catégorie 580-650 ppm eqCO_2 comprennent à la fois des scénarios de dépassement et des scénarios qui ne dépassent pas le niveau de concentration dans la partie haute de la catégorie (comme RCP4,5). Pour ce dernier type de scénarios, on estime, en général, qu'il est *plus improbable que probable* qu'une hausse de température de 2 °C ne soit pas dépassée, tandis que pour le premier type, on estime qu'il est essentiellement improbable que ce niveau de température ne soit pas dépassé.

^j Dans ces scénarios, les émissions mondiales en eqCO_2 se situent en 2050 entre 70 et 95 % au-dessous des émissions de 2010, et, en 2100, entre 110 et 120 % au-dessous des émissions de 2010.

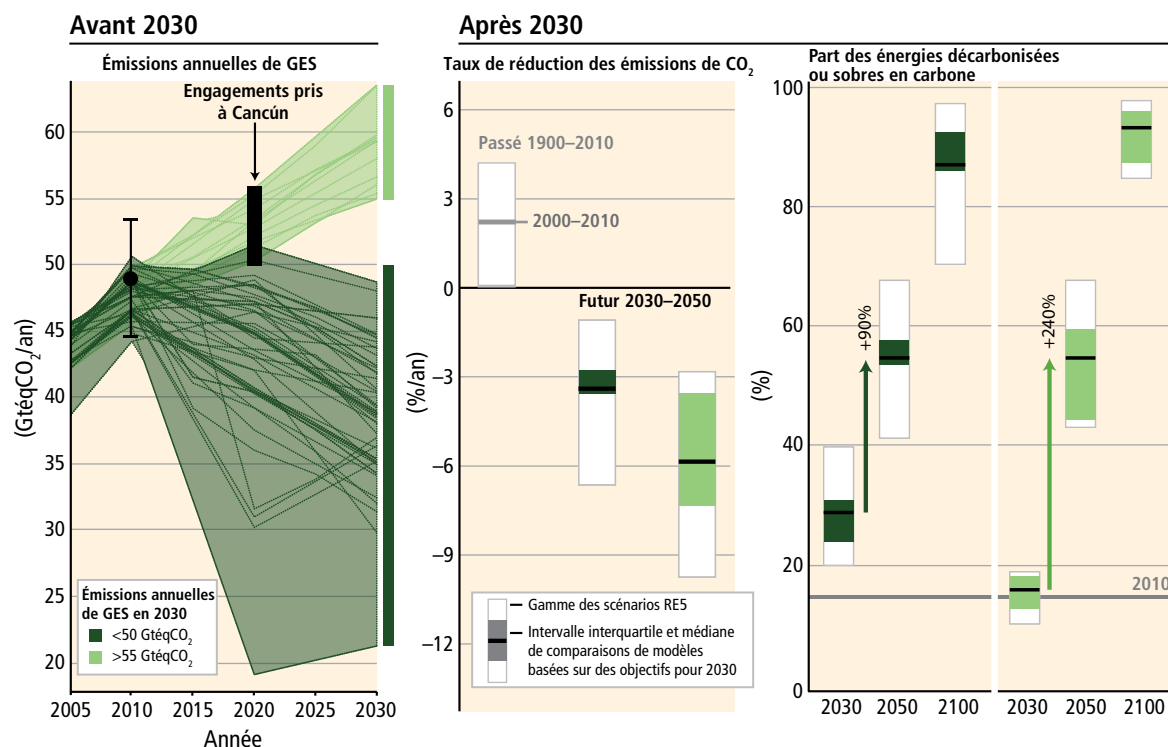


Figure RID.12 | Incidences de différents niveaux d'émissions de gaz à effet de serre (GES) atteints en 2030 sur le taux de réduction des émissions de CO₂ et sur la montée en puissance des énergies sobres en carbone, dans les scénarios d'atténuation selon lesquels il est à *peu près aussi probable qu'improbable* que le réchauffement demeurera inférieur à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels tout au long du XXI^e siècle (concentrations de 430 à 530 ppm eqCO₂ en 2100). Les scénarios sont regroupés en fonction de différents niveaux d'émissions d'ici 2030 (différentes nuances de vert). Le graphique de gauche montre les profils d'évolution des émissions de GES (GtqCO₂/an) menant à ces niveaux en 2030. Le point noir avec ses moustaches indique les niveaux historiques des émissions de GES associés aux incertitudes en 2010 (voir figure RID.2). La barre noire indique la plage d'incertitude estimée des émissions de GES découlant des engagements pris à Cancun. Le graphique central indique les taux annuels moyens de réduction des émissions de CO₂ pour la période 2030–2050. On y compare la médiane et l'intervalle interquartile de différents scénarios, obtenus lors de récentes comparaisons de modèles portant sur des objectifs intermédiaires explicites pour 2030, par rapport à la gamme des scénarios dans la base de données de scénarios étudiés pour le RE5 par le GT III. Les taux annuels d'évolution des émissions passées (constants sur une période de 20 ans) et les changements annuels moyens concernant les émissions de CO₂ entre 2000 et 2010 sont aussi affichés. Sur le graphique de droite, les flèches montrent l'ampleur de l'augmentation d'un approvisionnement en énergie décarbonisée ou sobre en carbone de 2030 à 2050, en fonction de différents niveaux d'émissions de GES atteints en 2030. L'approvisionnement en énergie décarbonisée ou sobre en carbone comprend les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et les énergies fossiles auxquelles serait associé le captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC) ou la bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone (BECS). [Note: Seuls les scénarios qui appliquent sans aucune contrainte l'ensemble de la technologie d'atténuation des modèles sous-jacents (hypothèse technologique par défaut) sont présentés. Sont exclus les scénarios présentant des émissions mondiales nettes négatives importantes (> 20 GtqCO₂/an), les scénarios présentant des hypothèses de prix du carbone exogènes et les scénarios présentant pour 2010 des émissions s'écartant de manière significative de l'aire de répartition historique.] [figure 3.3]

Les estimations portant sur l'ensemble des coûts économiques de l'atténuation varient fortement en fonction des méthodes et des hypothèses, mais elles augmentent en cas d'application rigoureuse de mesures d'atténuation. Pour les besoins de l'évaluation des coûts macroéconomiques de l'atténuation, les scénarios pris comme référence présentant un bon rapport coût-efficacité sont ceux selon lesquels tous les pays du monde entreprennent immédiatement des actions d'atténuation, un seul et même prix du carbone est appliqué et toutes les technologies clés sont disponibles (figure RID.13). Sous ces hypothèses, les scénarios d'atténuation selon lesquels il est *probable* que le réchauffement se limitera au XXI^e siècle à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels comportent des baisses de la consommation mondiale (hors avantages découlant de la réduction du changement climatique et co-avantages et effets secondaires indésirables de l'atténuation) de 1 à 4 % (médiane: 1,7 %) en 2030, de 2 à 6 % (médiane: 3,4 %) en 2050 et de 3 à 11 % (médiane: 4,8 %) en 2100 par rapport à la consommation dans les scénarios de référence qui présentent une croissance de 300 % à plus de 900 % au cours du siècle (figure RID.13). Ces chiffres correspondent à une réduction annualisée de la croissance de la consommation de 0,04 à 0,14 (médiane: 0,06) point de pourcentage au cours du siècle à comparer à une croissance annualisée de la consommation selon la référence qui se situe entre 1,6 et 3 % par an (*degré de confiance élevé*). {3.4}

Compte tenu de l'absence de technologies ou de la disponibilité limitée de celles-ci (bioénergie, CSC et BECS (combinaison des deux technologies précédentes), énergie nucléaire, énergies éolienne et solaire), les coûts de l'atténuation peuvent augmenter considérablement en fonction de la technologie considérée. Un retard touchant les mesures supplémentaires

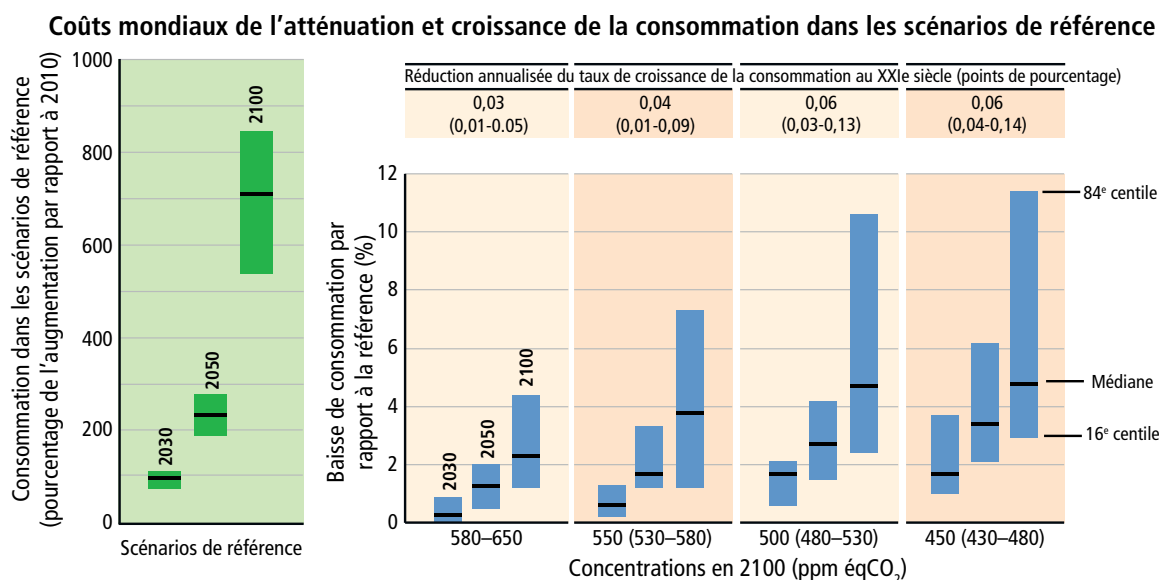


Figure RID.13 | Coûts mondiaux de l'atténuation dans les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité pour différents niveaux de concentration atmosphérique en 2100. Les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité supposent que, dans tous les pays du monde auxquels s'applique un prix unique du carbone, des actions en faveur de l'atténuation sont prises immédiatement; ils n'imposent aucune restriction supplémentaire en matière de technologie par rapport aux hypothèses technologiques par défaut retenues dans les modèles. Les baisses de consommation sont indiquées par rapport à un développement de référence ne comprenant aucune mesure dans le domaine du climat (panneau de gauche). Le tableau du haut montre les réductions annualisées de la croissance de la consommation en points de pourcentage par rapport à une croissance de la consommation se situant entre 1,6 et 3 % par an dans le modèle de référence (si l'atténuation permet une réduction annuelle de 0,06 point de pourcentage et que la croissance annuelle de référence s'élève à 2,0 %, alors le taux de croissance annuel tenant compte de l'atténuation sera de 1,94 %). Les estimations de coûts présentées dans le tableau ne tiennent compte ni des avantages découlant de la réduction du changement climatique ni des co-avantages et des effets secondaires indésirables de l'atténuation. La borne haute de cette fourchette d'estimation de coûts provient de modèles dont le manque de souplesse relatif rend difficile la réalisation des fortes réductions d'émissions nécessaires à long terme pour atteindre de tels objectifs et/ou qui renferment des hypothèses sur les imperfections du marché qui augmenteraient les coûts. {figure 3.4}

d'atténuation augmente les coûts de l'atténuation à moyen et long termes. De nombreux modèles n'ont pas pu limiter le réchauffement *probable* à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, avec une atténuation supplémentaire fortement retardée ou en cas de disponibilité limitée des technologies clés comme la bioénergie, le CSC et leur combinaison (BECSC) (*degré de confiance élevé*) (tableau RID.2). {3.4}

Les scénarios d'atténuation atteignant environ 450 à 500 ppm eqCO₂ en 2100 s'accompagnent d'une réduction des coûts imputables à l'atteinte des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air et de la sécurité énergétique, ce à quoi sont associés des co-avantages considérables en ce qui concerne la santé, les incidences sur les écosystèmes, l'autosuffisance en ressources et la résilience du système énergétique. {4.4.2.2}

Des mesures d'atténuation pourraient dévaloriser les actifs dans les énergies fossiles et diminuer les recettes des exportateurs de combustibles fossiles, mais il existe des différences entre les régions et les combustibles (*degré de confiance élevé*). La plupart des scénarios d'atténuation montrent une réduction des recettes découlant du commerce du charbon et du pétrole pour les grands exportateurs (*degré de confiance élevé*). La disponibilité du CSC réduirait l'effet indésirable de l'atténuation sur les actifs du secteur des combustibles fossiles (*degré de confiance moyen*). {4.4.2.2}

La gestion du rayonnement solaire consiste en des techniques déployées à grande échelle pour réduire la quantité d'énergie solaire absorbée par le système climatique. Cette méthode n'a pas encore été mise à l'épreuve et elle n'est pas prise en compte dans les scénarios d'atténuation. De nombreuses incertitudes et de nombreux effets secondaires, risques et défauts y seraient associés si elle devenait réalisable; celle-ci aurait en outre des incidences particulières sur le plan de la gouvernance et d'ordre éthique. Cette méthode ne compenserait pas l'acidification des océans. Si elle venait à être abandonnée, les températures de surface s'élèveraient très rapidement, ce qui aurait des conséquences néfastes pour les écosystèmes vulnérables aux changements soudains (*degré de confiance élevé*). {encadré 3.3}

Tableau RID.2 | Augmentation des coûts mondiaux de l'atténuation découlant soit d'une disponibilité restreinte de certaines technologies soit d'un retard touchant les mesures supplémentaires d'atténuation ^a dans les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité ^b. L'augmentation des coûts est indiquée pour une estimation médiane et pour l'intervalle entre le 16^e et le 84^e centile des scénarios (entre parenthèses) ^c. De plus, l'effectif de l'échantillon de chaque groupe de scénarios figure dans les cylindres dont la couleur indique la fraction des modèles qui, au cours d'exercices systématiques de comparaison, sont parvenus à atteindre le niveau de concentration visé. {tableau 3.2}

Augmentation des coûts de l'atténuation dans les scénarios comprenant un accès restreint à la technologie ^d					Augmentation des coûts de l'atténuation en raison d'une atténuation supplémentaire retardée jusqu'en 2030		
[Augmentation du total des coûts actualisés ^e de l'atténuation (2015–2100) par rapport aux hypothèses technologiques par défaut (%)]					[Augmentation des coûts de l'atténuation par rapport à une atténuation immédiate (%)]		
Concentrations en 2100 (ppm eqCO ₂)	Pas de CCS	Abandon de l'énergie nucléaire	Recours modéré au solaire et à l'éolien	Recours modéré à la bioénergie	Coûts à moyen terme (2030–2050)	Coûts à long terme (2050–2100)	
450 (430-480)	138 % (29-297 %) 	7 % (4-18 %) 	6 % (2-29 %) 	64 % (44-78 %) 	}	44 % (2-78 %) 	37 % (16-82 %) 
500 (480-530)	s/o	s/o	s/o	s/o			
550 (530-580)	39 % (18-78 %) 	13 % (2-23 %) 	8 % (5-15 %) 	18 % (4-66 %) 	}	15 % (3-32 %)	16 % (5-24 %)
580-650	s/o	s/o	s/o	s/o			
Légende des cylindres — fraction des modèles ayant réussi à produire des scénarios (le nombre de ces scénarios figure dans les cylindres)							
 : réussite de tous les modèles			 : réussite de 50 à 80 % des modèles				
 : réussite de 80 à 100 % des modèles			 : réussite de moins de 50 % des modèles				

Notes:

^a Les scénarios selon lesquels les mesures supplémentaires d'atténuation seraient retardées sont associés à des émissions de gaz à effet de serre supérieures en 2030 à 55 GtéquCO₂ et l'augmentation des coûts de l'atténuation est mesurée par rapport aux scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité pour le même niveau de concentration à long terme.

^b Les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité supposent que, dans tous les pays du monde auxquels s'applique un prix unique du carbone, des actions en faveur de l'atténuation sont prises immédiatement; ils n'imposent aucune restriction supplémentaire en matière de technologie par rapport aux hypothèses technologiques par défaut retenues dans les modèles.

^c L'intervalle considéré comprend les scénarios situés entre le 16^e centile et le 84^e centile de l'ensemble des scénarios. Seuls les scénarios portant jusqu'à l'horizon 2100 ont été pris en compte. Certains modèles qui figurent dans la fourchette des coûts pour des niveaux de concentration supérieurs à 530 ppm équCO₂ en 2100 n'ont pu produire des scénarios associés à des niveaux de concentration inférieurs à 530 ppm équCO₂ en 2100, avec pour hypothèse une disponibilité restreinte des technologies et/ou une atténuation supplémentaire retardée.

^d *Pas de CSC*: aucun recours au captage et stockage du dioxyde de carbone n'est prévu dans ces scénarios. *Abandon de l'énergie nucléaire*: outre celles déjà en construction, aucune centrale nouvelle n'est prévue et les centrales en activité fonctionnent jusqu'à la fin de leur durée de vie. *Recours modéré au solaire et à l'éolien*: dans ces scénarios, la part du solaire et de l'éolien ne dépasse pas 20 % dans la production mondiale d'électricité, quelle que soit l'année considérée. *Recours modéré à la bioénergie*: à l'échelle du globe, l'approvisionnement en bioénergie moderne atteint 100 EJ/an au maximum (la bioénergie moderne servant pour le chauffage, la production d'électricité, les systèmes combinés et l'industrie représentait, en 2008, 18 EJ/an) (1 exajoule (EJ) = 10¹⁸ joules).

^e Augmentation de la valeur nette actuelle des baisses de la consommation en pourcentage de la consommation selon la référence (à savoir les scénarios des modèles d'équilibre général) et des coûts de l'atténuation en pourcentage du produit intérieur brut de départ (pour les scénarios des modèles d'équilibre partiel) pour la période 2015-2100, suivant un taux d'actualisation de 5 % par an.

RID 4. Adaptation et atténuation

De nombreuses options d'adaptation et d'atténuation peuvent aider à faire face aux changements climatiques, mais aucune ne saurait suffire à elle seule. Leur efficacité, qui dépend des politiques et des modalités de coopération adoptées à toutes les échelles, peut être renforcée par des mesures intégrées reliant l'adaptation et l'atténuation à d'autres objectifs sociétaux. {4}

RID

RID 4.1 Facteurs communs propices aux mesures d'adaptation et d'atténuation et contraintes en la matière

L'adaptation et l'atténuation s'appuient toutes deux sur des institutions solides, une gouvernance rationnelle, l'innovation, l'investissement dans des technologies et une infrastructure respectueuses de l'environnement, des moyens de subsistance durables et des comportements et modes de vie appropriés. {4.1}

L'inertie que présente le système socio-économique, sous bon nombre de ses aspects, limite les possibilités d'adaptation et d'atténuation (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). L'innovation et l'investissement dans des technologies et une infrastructure respectueuses de l'environnement peuvent permettre de réduire les émissions de GES et d'augmenter la résilience au changement climatique (*degré de confiance élevé*). {4.1}

Les moyens de subsistance, les modes de vie, les comportements et la culture ont une grande influence sur la vulnérabilité au changement climatique, les émissions de GES et la capacité d'adaptation et d'atténuation (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Le caractère socialement acceptable et/ou l'efficacité des politiques climatiques sont fonction des incitations dont celles-ci s'accompagnent ou des changements adaptés de modes de vie ou de comportements qui en découlent à l'échelle régionale. {4.1}

Dans beaucoup de régions et pour de nombreux secteurs, il est essentiel de renforcer les capacités d'adaptation et d'atténuation pour faire face aux risques que comporte le changement climatique (*degré de confiance élevé*). L'amélioration des institutions ainsi qu'une gouvernance fondée sur la coordination et la coopération pourront contribuer à lever, dans les régions, les obstacles à l'atténuation, à l'adaptation et à la réduction des risques de catastrophes (*degré de confiance très élevé*). {4.1}

RID 4.2 Possibilités d'adaptation

Il existe des possibilités d'adaptation dans tous les domaines, mais les modalités de mise en œuvre et le potentiel de réduction des risques liés au climat diffèrent selon les secteurs et les régions. Certaines mesures d'adaptation engendrent des co-avantages, des synergies et des contreparties considérables. Si les changements climatiques s'accroissent, les défis associés à un grand nombre d'options d'adaptation s'aggraveront. {4.2}

Dans toutes les régions, le secteur public et le secteur privé acquièrent de plus en plus d'expérience en matière d'adaptation, ce qui est vrai aussi au sein des communautés. L'intérêt des mesures sociales (y compris dans les communautés locales et autochtones), institutionnelles et écosystémiques, et l'ampleur des obstacles à l'adaptation sont de plus en plus pris en compte. Le concept d'adaptation commence à être intégré dans certains processus de planification, bien que sa mise en application demeure plus limitée (*degré de confiance élevé*). {1.6, 4.2, 4.4.2.1}

Il est vraisemblable que le changement climatique entraînera une augmentation des besoins en matière d'adaptation ainsi que des défis que ces besoins engendreront (*degré de confiance très élevé*). Dans tous les secteurs et dans toutes les régions, des solutions d'adaptation existent, avec diverses possibilités et approches en fonction du contexte, aussi bien en matière de réduction de la vulnérabilité, de gestion des risques de catastrophes ou de planification de mesures préventives d'adaptation (tableau RID.3). Pour mettre en place des stratégies et des mesures efficaces, il y a lieu d'envisager les diverses possibilités, y compris d'éventuels co-avantages, dans le cadre relativement vaste des objectifs stratégiques et des plans de développement. {4.2}

Tableau RID.3 | Stratégies de gestion des risques liés au changement climatique fondées sur l'adaptation. Ces stratégies, jugées complémentaires plutôt que mutuellement exclusives, sont souvent mises en œuvre de concert. Les exemples du tableau sont présentés sans ordre particulier et peuvent être pertinents pour une ou plusieurs catégories d'activités. [tableau 4.2]

Stratégies complémentaires	Stratégies complémentaires	Exemples
RID Réduction de la vulnérabilité et de l'exposition par le biais de mesures, plans et pratiques de développement, y compris de nombreuses mesures quasi sans regret Adaptation y compris l'adaptation incrémentale et transformationnelle Transformation	Développement humain	Meilleur accès à l'éducation, à la nourriture, aux services de santé, à l'énergie, au logement, à des structures collectives sûres et au soutien social; réduction de l'inégalité des sexes et des autres formes de marginalisation.
	Lutte contre la pauvreté	Meilleur accès aux ressources locales et contrôle amélioré de ces ressources; accès à la propriété; réduction des risques de catastrophes; filets de sécurité sociale; régimes d'assurance.
	Sécurité des moyens de subsistance	Diversification des revenus, des avoirs et des moyens de subsistance; amélioration des infrastructures; accès à la technologie et aux tribunes de prise de décisions; accroissement du pouvoir de décision; modification des pratiques de culture, d'élevage et d'aquaculture; recours aux réseaux sociaux.
	Gestion des risques de catastrophes	Systèmes d'alerte précoce; cartographie des risques et de la vulnérabilité; diversification des ressources hydriques; amélioration du drainage; abris contre les cyclones et les inondations; codes et pratiques du bâtiment; gestion des eaux pluviales et des eaux usées; amélioration des transports et des infrastructures routières.
	Gestion des écosystèmes	Préservation des milieux humides et des espaces verts urbains; boisement du littoral; gestion des réservoirs et des bassins hydrographiques; réduction des autres facteurs de stress sur les écosystèmes et de la fragmentation de l'habitat; maintien de la diversité génétique; modification des régimes de perturbation; gestion collective des ressources naturelles.
	Aménagement de l'espace ou planification de l'utilisation des terres	Mise à disposition de logements, d'infrastructures et de services adéquats; gestion du développement dans les zones exposées aux inondations et à d'autres risques; programmes de modernisation et de planification urbaines; lois de zonage des sols; servitudes; zones protégées.
	Structurelles/ physiques	Options pour les environnements artificiels et bâtis: Digue et structures de protection des côtes; digues de protection contre les crues; réservoirs d'eau; drainage amélioré; abris contre les cyclones et les inondations; codes et pratiques du bâtiment; gestion des eaux pluviales et des eaux usées; améliorations des transports et des infrastructures routières; maisons flottantes; adaptation des centrales et des réseaux électriques.
		Options technologiques: Nouvelles variétés de cultures et races d'animaux d'élevage; savoir, technologies et méthodes autochtones, traditionnels et locaux; irrigation efficace; technologies avaries en eau; désalinisation; agriculture de conservation; installations d'entreposage et de conservation de la nourriture; cartographie des risques et de la vulnérabilité; systèmes d'alerte précoce; isolation des bâtiments; refroidissement mécanique et passif; développement, transfert et diffusion de la technologie.
		Options basées sur les écosystèmes: Restauration; conservation des sols; boisement et reboisement; protection et plantation des mangroves; infrastructures vertes (arbres d'ombrage, toits verts, etc.); lutte contre la surpêche; cogestion des pêches; migrations et dispersion assistées des espèces; corridors écologiques; banques de semences et de gènes et autres méthodes de conservation <i>ex situ</i> ; gestion collective des ressources naturelles.
		Services: Filets de protection sociale; banques alimentaires et distribution des excédents; services municipaux, y compris l'eau et l'assainissement; programmes de vaccination; services de santé publique essentiels; services médicaux d'urgence améliorés.
	Institutionnelles	Options économiques: Incitations financières; assurances; obligations-catastrophes; paiement des écoservices; tarification de l'eau afin d'encourager les économies et un usage parcimonieux; microcrédit; fonds de prévoyance en cas de catastrophe, transferts de fonds; partenariats public-privé.
		Lois et réglementations: Lois de zonage des terres; normes et pratiques du bâtiment; servitudes, accords et règlements concernant l'eau; lois à l'appui de la réduction des risques de catastrophes; lois encourageant la souscription d'assurances; droits de propriété bien définis et sécurité foncière; zones protégées; quotas de pêche; communautés de brevets et transferts de technologies.
		Politiques et programmes nationaux et gouvernementaux: Plans nationaux et régionaux d'adaptation portant notamment sur l'intégration; plans d'adaptation infranationaux et locaux; diversification économique; programmes de modernisation urbaine; programmes municipaux de gestion de l'eau; préparation aux catastrophes; gestion intégrée des ressources hydriques; gestion intégrée des zones côtières; gestion basée sur les écosystèmes; adaptation au niveau des collectivités.
	Sociales	Options éducatives: Sensibilisation et intégration à l'éducation; promotion de l'égalité des sexes dans le domaine de l'éducation; services de vulgarisation; partage des connaissances autochtones, traditionnelles et locales; recherche participative et apprentissage social; partage des connaissances et plateformes d'apprentissage.
		Options informationnelles: Cartographie des risques et de la vulnérabilité; systèmes d'alerte et d'intervention précoces; suivi systématique et télédétection; services climatologiques; utilisation des observations du climat recueillies par les autochtones; élaboration participative de scénarios; évaluations intégrées.
	Domaines d'intervention	Options comportementales: Préparation des ménages et planification de l'évacuation; migration; conservation des sols et de l'eau; évacuation des eaux pluviales; diversification des moyens de subsistance; changements des pratiques de culture, d'élevage et d'aquaculture; recours aux réseaux sociaux.
		Pratiques: Innovations sociales et techniques; modifications des comportements ou changements institutionnels et d'encadrement conduisant à des changements sensibles des résultats.
		Politiques: Décisions et mesures politiques, sociales, culturelles et écologiques conformes aux besoins de réduction de la vulnérabilité et des risques et d'appui à l'adaptation, à l'atténuation et au développement durable.
		Personnels: Théories, croyances, valeurs et visions du monde individuelles et collectives influant sur les réactions face au changement climatique.

RID 4.3 Possibilités d'atténuation

Il existe des possibilités d'atténuation dans tous les grands secteurs. L'atténuation peut être encore plus efficace par rapport aux coûts si l'on adopte une approche intégrée qui associe des mesures visant à réduire la consommation d'énergie et le taux d'émission de gaz à effet de serre des secteurs d'utilisation finale, à décarboniser la production d'énergie, à réduire les émissions nettes et à multiplier les puits de carbone dans les secteurs produisant des émissions d'origine terrestre. {4.3}

RID

Par rapport à une approche fine visant une technologie ou un secteur en particulier, des stratégies d'atténuation générales et transsectorielles bien conçues permettent de réduire les émissions avec une meilleure rentabilité, étant donné que les efforts déployés dans un secteur donné ont un effet sur les mesures d'atténuation nécessaires dans d'autres secteurs (*degré de confiance moyen*). Les mesures d'atténuation recoupent d'autres objectifs de la société, ce qui peut donner lieu à des co-avantages ou à des effets secondaires indésirables. En tirant parti de telles convergences, il est possible de consolider l'assise des actions entreprises concernant le climat. {4.3}

La figure RID.14 présente les fourchettes d'émissions pour les scénarios de référence et des scénarios d'atténuation qui limitent les concentrations en équivalent CO₂ à des niveaux relativement bas (de l'ordre de 450 ppm éqCO₂, ce qui limitera *probablement* le réchauffement à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels), ainsi que différents secteurs et gaz. Pour atteindre de tels objectifs d'atténuation, la décarbonisation de la production d'énergie (à savoir la réduction de l'intensité carbone de cette activité) (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*) ainsi que des améliorations du rendement et des changements de comportement, destinés à réduire la demande en énergie par rapport aux scénarios de référence sans compromettre le développement, constituent des mesures essentielles (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Dans

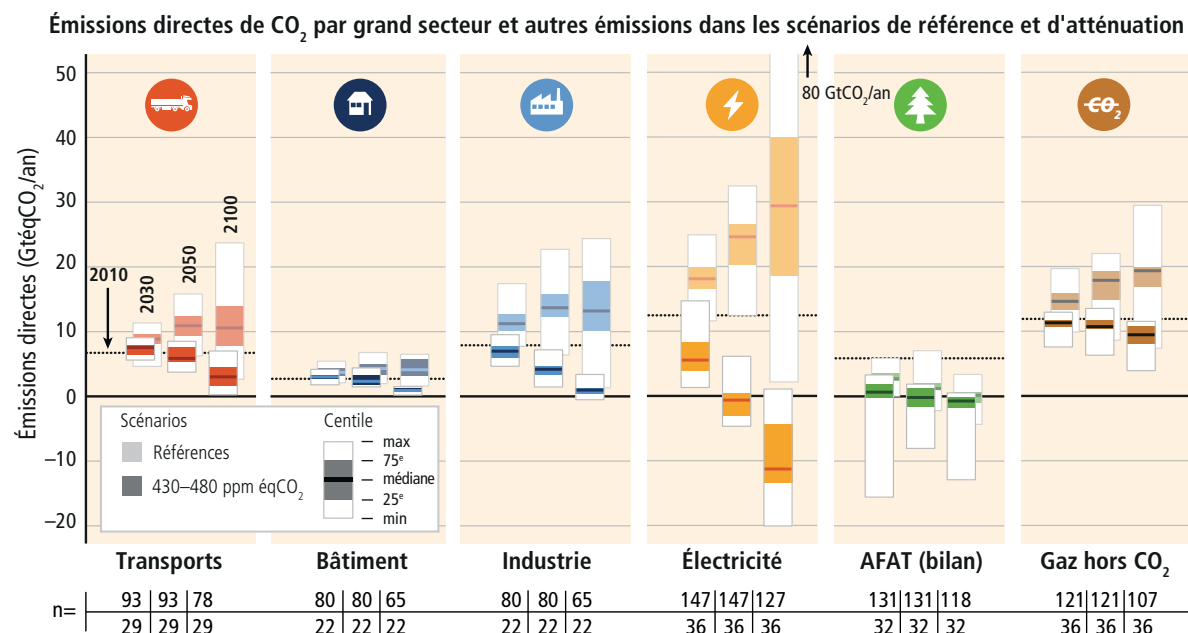


Figure RID.14 | Émissions de dioxyde de carbone (CO₂) par secteur et émissions totales de GES autres que le CO₂ (gaz réglementés en vertu du protocole de Kyoto) rejetées par tous les secteurs, dans les scénarios de référence (boîtes plus claires) et les scénarios d'atténuation (boîtes plus foncées) qui atteignent environ 450 (430-480) ppm éqCO₂ en 2100 (ce qui limitera *probablement* le réchauffement à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels). L'atténuation dans les secteurs d'utilisation finale conduit aussi à des réductions indirectes des émissions en amont dans le secteur de l'approvisionnement en énergie. Les émissions directes correspondant aux secteurs d'utilisation finale ne comprennent donc pas le potentiel de réduction au niveau de l'approvisionnement qui serait réalisé par exemple grâce à une réduction de la demande d'électricité. Les chiffres figurant au bas des graphiques indiquent le nombre de scénarios pris en compte dans l'éventail considéré (ligne supérieure: scénarios de référence; ligne inférieure: scénarios d'atténuation), ce qui diffère selon les secteurs et en fonction du temps, en raison de la résolution sectorielle et l'horizon de temps des modèles. Les fourchettes d'émissions dans les scénarios d'atténuation comprennent tout l'éventail des possibilités d'atténuation; de nombreux modèles ne peuvent pas atteindre une concentration d'environ 450 ppm éqCO₂ d'ici 2100 en l'absence de CSC (captage et stockage du dioxyde de carbone). Le secteur de l'électricité présente des émissions négatives en raison de l'application de la BECSC (bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone). Le bilan des émissions correspondant au secteur de l'AFAT (agriculture, foresterie et autres affectations des terres) prend en compte les activités de boisement, de reboisement et de déboisement. {4.3, figure 4.1}

les scénarios d'atténuation atteignant des concentrations proches de 450 ppm eqCO_2 d'ici 2100, qui se caractérisent par des réductions entre 2040 et 2070 de 90 % ou plus par rapport aux niveaux de 2010, les émissions mondiales de CO_2 provenant du secteur de l'approvisionnement en énergie devraient diminuer au cours des prochaines décennies. Dans la majorité des scénarios à stabilisation basse, la part de l'approvisionnement en électricité sobre en carbone (ce qui comprend les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et le CSC (captage et stockage du dioxyde de carbone), ainsi que la BECSC (bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone)) augmente à partir de la part actuelle d'environ 30 % pour atteindre plus de 80 % en 2050, et la production d'électricité à partir de combustibles fossiles sans CSC est presque entièrement abandonnée d'ici 2100. {4.3}

Les diminutions à court terme de la demande d'énergie représentent un élément important des stratégies d'atténuation d'un bon rapport coût-efficacité, offrent davantage de flexibilité quant à la réduction de l'intensité carbone dans le secteur de l'approvisionnement en énergie, protègent des risques associés à l'approvisionnement, permettent d'éviter le piège des infrastructures à fortes émissions de carbone et s'accompagnent de co-avantages substantiels. Les mesures d'atténuation présentant le meilleur rapport coût-efficacité en foresterie sont le boisement, la gestion durable des forêts et la réduction du déboisement; leur importance relative varie grandement suivant les régions. En agriculture, ce sont la gestion des terres cultivées, la gestion des pâturages et la restauration des sols organiques (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {4.3, figures 4.1, 4.2, tableau 4.3}

Le comportement, le mode de vie et la culture influent considérablement sur la consommation d'énergie et donc sur les émissions associées, leur potentiel d'atténuation étant élevé dans certains secteurs, en particulier lorsque celui-ci vient en complément d'évolutions technologiques et structurelles (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Il est possible de réduire considérablement les émissions en faisant évoluer les habitudes de consommation, en adoptant des mesures d'économie d'énergie ou en modifiant le régime alimentaire et en diminuant le gaspillage alimentaire. {4.1, 4.3}

RID 4.4 Démarches générales en faveur de l'adaptation et de l'atténuation, notamment sur le plan technologique et financier

L'efficacité de l'adaptation et de l'atténuation dépendra des politiques et des mesures adoptées à de multiples échelles: internationale, régionale, nationale et infranationale. Les politiques directement axées sur l'adaptation et l'atténuation seront d'autant plus efficaces qu'elles seront complétées par l'adoption, à toutes les échelles, de politiques qui favorisent le développement, la diffusion et le transfert de technologies, et par le financement des mesures visant à faire face aux changements climatiques. {4.4}

Bien que les efforts d'atténuation puissent se solder par des co-avantages à l'échelle locale, leur efficacité exige une coopération internationale. En matière d'adaptation, on se préoccupe principalement d'obtenir des résultats à l'échelle locale à nationale, mais, là encore, le processus peut gagner en efficacité grâce à la coordination aux différents niveaux de gouvernance, y compris la coopération internationale: {3.1, 4.4.1}

- La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est la principale instance multilatérale, forte d'une participation quasiment universelle, traitant spécialement des changements climatiques. D'autres institutions organisées à différents niveaux de gouvernance ont entraîné une diversification de la coopération internationale en matière de changement climatique. {4.4.1}
- Le Protocole de Kyoto propose des enseignements pour atteindre l'objectif ultime de la CCNUCC, particulièrement en matière de participation, de mise en œuvre, de mécanismes de flexibilité et d'efficacité environnementale (*éléments moyens, degré de cohérence faible*). {4.4.1}
- Les liens entre les politiques adoptées en faveur du climat à l'échelon régional, national et infranational s'annoncent prometteurs pour l'atténuation du changement climatique (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Ils pourraient entraîner une baisse des coûts de l'atténuation, une baisse des transferts d'émissions et une hausse de la liquidité du marché. {4.4.1}

- Par le passé, la coopération internationale à l'appui de la planification et de la mise en œuvre de mesures d'adaptation a reçu moins d'attention que dans le cas de l'atténuation, néanmoins elle s'étend et a contribué à la création de stratégies, de plans et d'actions en faveur de l'adaptation, à l'échelon national, infranational et local (*degré de confiance élevé*). {4.4.1}

Depuis la parution du quatrième Rapport d'évaluation, le nombre de plans et de stratégies nationaux et infranationaux a considérablement augmenté, tant en matière d'adaptation que d'atténuation, l'accent étant davantage mis sur des politiques visant à intégrer de multiples objectifs, à augmenter les co-avantages et à réduire les effets secondaires indésirables (*degré de confiance élevé*): {4.4.2.1, 4.4.2.2}

- Les autorités nationales tiennent un rôle clé dans la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*) en coordonnant les efforts, en élaborant des cadres juridiques et en fournissant un appui financier. Les fonctions sont différentes et varient suivant les régions pour les administrations locales et le secteur privé qui sont considérés de plus en plus comme des intervenants essentiels dans la mise à l'échelle des mesures d'adaptation au niveau des communautés, des ménages et de la société civile, dans la gestion des informations relatives aux risques et dans le financement (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {4.4.2.1}
- Les dimensions institutionnelles de la gouvernance en matière d'adaptation, y compris l'intégration de l'adaptation dans les processus de planification et de prise de décisions, sont essentielles pour favoriser le passage de la planification des mesures d'adaptation à leur mise en œuvre (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Sur le plan institutionnel, les mesures économiques (assurances, partenariats public-privé, etc.), les lois et les réglementations (lois de zonage des terres, etc.) et les politiques et programmes nationaux et gouvernementaux (diversification économique, etc.) sont autant d'exemples de démarches en faveur de l'adaptation faisant intervenir de multiples acteurs. {4.2, 4.4.2.1, tableau RID.3}
- En principe, les mécanismes qui déterminent le prix du carbone, y compris les systèmes d'échange de quotas et de taxes carbone, permettent d'atteindre des objectifs d'atténuation suivant un bon rapport coût-efficacité. Leur mise en place a cependant eu des effets divers, partiellement en raison de circonstances nationales et de lacunes dans la conception des politiques. L'effet à court terme des systèmes d'échange de quotas a été limité en raison de l'absence de mise en application de plafonnements rigoureux (*éléments limités, degré de cohérence moyen*). Dans certains pays, des politiques fiscales visant spécifiquement à réduire les émissions de GES (parallèlement aux mesures technologiques et autres) ont contribué à affaiblir le lien entre les émissions de GES et le PIB (*degré de confiance élevé*). En outre, dans un grand groupe de pays, les taxes sur les carburants (bien que n'ayant pas été nécessairement conçues à des fins d'atténuation) ont eu les mêmes effets que des taxes carbone sectorielles. {4.4.2.2}
- Les approches réglementaires, telle l'adoption de normes de rendement énergétique, et les mesures d'information, tels les programmes de labellisation qui peuvent aider les consommateurs à prendre des décisions en étant mieux informés, sont largement utilisées et souvent efficaces du point de vue de l'environnement (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). {4.4.2.2}
- En matière d'atténuation, il est davantage fait usage de politiques sectorielles que de politiques s'appliquant à l'ensemble de l'économie (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Les politiques sectorielles sont peut-être mieux adaptées pour surmonter les obstacles ou les défaillances des marchés spécifiques à certains secteurs, et peuvent être regroupées en ensembles de politiques complémentaires. Bien que les politiques macroéconomiques présentent théoriquement un meilleur rapport coût-efficacité que les politiques sectorielles, les obstacles administratifs et politiques peuvent les rendre plus difficiles à mettre en œuvre. Les interactions entre les mesures d'atténuation peuvent être synergiques ou n'avoir aucun effet cumulatif sur la réduction des émissions. {4.4.2.2}
- Il est possible d'appliquer à tous les secteurs les instruments économiques que représentent les aides financières, qui peuvent prendre différentes formes suivant la politique menée, notamment des dégrèvements ou des exonérations fiscales, des subventions, des prêts et des lignes de crédit. La mise en œuvre d'un nombre croissant de politiques très diverses au sujet des énergies renouvelables, motivées par de nombreux facteurs, a entraîné un développement intensif des technologies dans ce domaine ces dernières années. Simultanément, la réduction des subventions en faveur des activités responsables des émissions de GES dans divers secteurs peut engendrer des réductions d'émissions, en fonction du contexte social et économique (*degré de confiance élevé*). {4.4.2.2}

Les co-avantages et les effets secondaires indésirables de l'atténuation peuvent avoir une influence sur l'atteinte d'autres objectifs, notamment ceux ayant trait à la santé, à la sécurité alimentaire, à la biodiversité, à la qualité de l'environnement local, à l'accès à l'énergie, aux modes de subsistance et au développement durable équitable. Au sujet des mesures influant sur la consommation finale de l'énergie, les co-avantages sont potentiellement supérieurs aux effets secondaires indésirables, alors que des éléments probants laissent à penser que cela peut ne pas être le cas pour toutes les mesures portant sur l'approvisionnement en énergie et sur l'AFAT (agriculture, foresterie et autres affectations des terres). Certaines politiques d'atténuation augmentent les prix de services énergétiques et pourraient entraver la capacité des sociétés d'élargir aux populations mal desservies l'accès à des services énergétiques modernes (*degré de confiance faible*). Il est possible d'éviter ces éventuels effets secondaires indésirables en adoptant des politiques complémentaires, tels des dégrèvements fiscaux ou d'autres mécanismes de transfert d'avantages (*degré de confiance moyen*). La mesure dans laquelle les effets secondaires se matérialiseront ou non est fonction de la spécificité du cas et du site considérés, compte tenu des circonstances locales et de l'échelle, de la portée et du rythme de la mise en œuvre. Beaucoup d'avantages et d'effets secondaires indésirables ont été mal quantifiés. {4.3, 4.4.2.2, encadré 3.4}

Les politiques technologiques (mise au point, diffusion et transfert) complètent les autres politiques d'atténuation à tous les niveaux, de l'échelle internationale à infranationale; beaucoup d'efforts d'adaptation reposent aussi essentiellement sur la diffusion et le transfert de technologie et les pratiques de gestion (*degré de confiance élevé*). Des politiques pallient les défaillances du marché en matière de recherche et développement, mais dans l'utilisation efficace des technologies, entrent aussi en jeu les capacités d'adopter les technologies adaptées aux circonstances locales. {4.4.3}

Des réductions substantielles des émissions devraient nécessiter de nouvelles formes d'investissements (*degré de confiance élevé*). Les scénarios d'atténuation selon lesquels les concentrations se stabilisent dans une fourchette de 430 à 530 ppm eqCO_2 d'ici 2100¹⁹ (sans dépassement) conduisent à des hausses de plusieurs milliards de dollars des États-Unis par an avant 2030 en ce qui concerne les investissements annuels dans l'approvisionnement en électricité sobre en carbone et dans le rendement énergétique dans des secteurs clés (transports, industrie, bâtiment). À la faveur d'un environnement propice, le secteur privé peut jouer, au côté du secteur public, un rôle important dans le financement de l'atténuation et de l'adaptation (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {4.4.4}

Tant dans les pays développés que dans les pays en développement, le financement des mesures d'adaptation relève d'un processus plus lent que celui des mesures d'atténuation. Un petit nombre d'éléments signalent l'existence d'un écart entre les besoins mondiaux en matière d'adaptation et les fonds disponibles pour y parvenir (*degré de confiance moyen*). Il convient de mieux évaluer les coûts mondiaux, les financements et les investissements que l'adaptation exige. Les possibilités de synergies dans le financement international de la gestion des risques de catastrophes et de l'adaptation au changement climatique ne sont pas encore totalement exploitées (*degré de confiance élevé*). {4.4.4}

RID 4.5 Compromis, synergies et interactions avec le développement durable

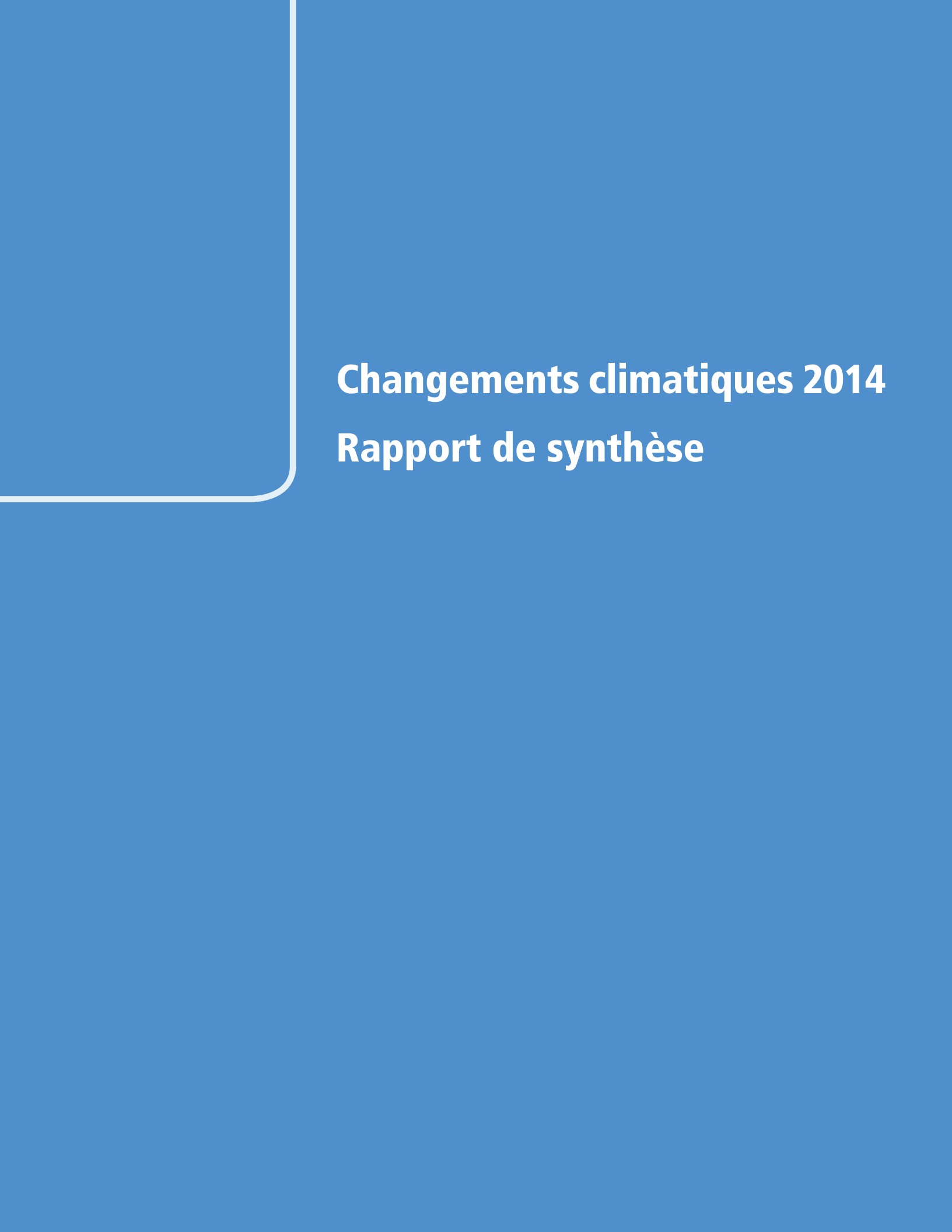
Les changements climatiques représentent une menace pour le développement durable. Il existe néanmoins de nombreuses possibilités de lier l'atténuation et l'adaptation à la poursuite d'autres objectifs sociétaux dans le cadre d'approches globales (*degré de confiance élevé*). Pour que les efforts déployés soient fructueux, il faut se doter d'outils appropriés et de structures de gouvernance adéquates, et renforcer nos capacités de réaction (*degré de confiance moyen*). {3.5, 4.5}

Le changement climatique aggrave d'autres menaces qui pèsent sur les systèmes sociaux et naturels et place ainsi une pression supplémentaire en particulier sur les populations démunies (*degré de confiance élevé*). Ce sont à la fois l'adaptation et l'atténuation qu'il faudra analyser pour parvenir à une harmonisation entre les politiques en matière de climat et celles en faveur du développement durable (*degré de confiance élevé*). Tout retard dans la mise en œuvre des mesures d'atténuation à l'échelle planétaire risque de réduire les choix possibles de profils d'évolution favorables à la résilience et à l'adaptation dans le futur. Les occasions de tirer avantage des synergies positives entre l'adaptation et l'atténuation risquent de s'amenuiser au

¹⁹ Cette fourchette comprend les scénarios qui atteignent des concentrations se situant entre 430 et 480 ppm eqCO_2 d'ici 2100 (et pour lesquels il est probable que le réchauffement se limitera à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels) et les scénarios qui atteignent entre 480 et 530 ppm eqCO_2 d'ici 2100 (et pour lesquels il est plus probable qu'improbable que, sans dépassement, le réchauffement se limitera à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels).

fil du temps, en particulier si les limites de l'adaptation sont dépassées. L'intensification des efforts déployés pour atténuer les effets du changement climatique ou pour s'y adapter se traduit par une complexité croissante des interactions, en particulier à la confluence de la santé, des besoins en eau et en énergie, de l'utilisation des terres et de la biodiversité (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {3.1, 3.5, 4.5}

Il est possible d'adopter dès maintenant des stratégies et des actions qui contribueront à créer les conditions propices à l'adaptation au changement climatique et au développement durable, tout en facilitant l'amélioration des moyens de subsistance et du bien-être social et économique, et une gestion rationnelle de l'environnement. Dans certains cas, la diversification économique peut constituer un élément important de ces stratégies. Il est possible de renforcer l'efficacité d'approches globales à l'aide d'outils, de structures de gouvernance et de capacités institutionnelles et humaines appropriés (*degré de confiance moyen*). Les approches globales sont particulièrement adaptées à la planification et à la mise en œuvre dans le secteur de l'énergie, aux interactions entre l'eau, l'alimentation, l'énergie et le piégeage biologique du carbone, et à la planification urbaine; elles offrent ainsi des possibilités importantes d'amélioration de la résilience, de réduction des émissions et de renforcement du développement durable (*degré de confiance moyen*). {3.5, 4.4, 4.5}



Changements climatiques 2014

Rapport de synthèse

A solid blue rectangle with rounded corners is positioned in the top-left corner of the slide.

Introduction

Introduction

Le *Rapport de synthèse* (RSY) du cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (RE5) dresse le bilan des connaissances scientifiques actuelles dans le domaine des changements climatiques et met en relief les nouveaux éléments apparus depuis la publication du quatrième Rapport d'évaluation (RE4) en 2007. Il résume les principales conclusions du RE5 qui ressortent des contributions du Groupe de travail I (*Les éléments scientifiques*), du Groupe de travail II (*Incidences, adaptation et vulnérabilité*) et du Groupe de travail III (*L'atténuation du changement climatique*), ainsi que de deux autres publications du GIEC, à savoir le *Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique* et le *Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique*.

Le *Rapport de synthèse* est divisé en quatre parties. Le thème 1 (*Les changements observés et leurs causes*) récapitule les éléments d'observation qui témoignent d'une évolution du climat, les effets qui en découlent et les facteurs humains qui l'alimentent. Les projections relatives aux changements climatiques futurs et aux incidences et risques résultants sont analysées dans le thème 2 (*Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives*). Le thème 3 (*Adaptation,*

atténuation et développement durable: profils d'évolution) porte sur l'adaptation et l'atténuation en tant que stratégies complémentaires de réduction et de gestion des risques liés au changement climatique. Enfin, le thème 4 (*Adaptation et atténuation*) décrit différentes options et politiques d'intervention et traite des mesures intégrées qui associent l'adaptation et l'atténuation à d'autres objectifs sociétaux.

Les difficultés associées à la compréhension et à la gestion des risques et des incertitudes occupent une place importante dans ce rapport. Le lecteur pourra consulter à ce sujet l'encadré de l'introduction.1 (*Le risque et la gestion d'un avenir incertain*) et l'encadré de l'introduction.2 (*Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation*).

Le présent rapport renferme des informations utiles à l'application de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Encadré de l'introduction.1 | Le risque et la gestion d'un avenir incertain

L'évolution du climat expose les populations, les sociétés, les secteurs économiques et les écosystèmes à certains risques, c'est-à-dire aux conséquences éventuelles et incertaines d'un événement sur quelque chose ayant une valeur, compte dûment tenu de la diversité des valeurs. {GT II RID encadré contextuel.2, GT III 2.1, RSY glossaire}

Les risques associés aux incidences du changement climatique découlent de l'interaction entre le danger (créé par un événement ou une tendance en rapport avec les changements climatiques), la vulnérabilité (fragilité) et l'exposition (populations, biens ou écosystèmes menacés). Un danger peut être créé par un événement bref, comme une violente tempête, ou par une tendance lente, telle une sécheresse de plusieurs décennies ou l'élévation du niveau de la mer sur plusieurs siècles. Tant la vulnérabilité que l'exposition dépendent d'un large éventail de facteurs socioéconomiques et peuvent croître ou décroître selon les voies de développement empruntées. Les politiques qui visent à atténuer le changement climatique ou à s'y adapter créent aussi des risques et génèrent des co-avantages. (1.5)

Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les conséquences de tels phénomènes lorsqu'ils se produisent. En conséquence, un risque élevé n'est pas toujours associé à une forte probabilité d'effets, il l'est parfois à une faible probabilité d'effets dont les conséquences seraient très lourdes. D'où l'importance d'évaluer la gamme complète des effets possibles, indépendamment de leur degré de probabilité. Par exemple, il est peu vraisemblable que le niveau moyen de la mer à l'échelle du globe s'élève de plus d'un mètre au cours du présent siècle, mais les conséquences d'un tel événement seraient si catastrophiques qu'une telle éventualité occupe une grande place dans l'évaluation des risques. De même, les effets qui sont assortis d'un degré de confiance faible mais d'un niveau d'incidence élevé présentent un intérêt sur le plan des politiques; ainsi, la possibilité que la réaction de la forêt amazonienne amplifie notablement le changement climatique mérite d'être étudiée, même si nous ne sommes pas encore capables d'anticiper parfaitement ses effets. (2.4, tableau 2.3) {GT I tableau 13.5, GT II RID A-3, 4.4, encadré 4-3, GT III encadré 3-9, RSY glossaire}

Qu'il soit appréhendé de manière qualitative ou quantitative, le risque peut être réduit ou géré à l'aide d'une palette d'outils et d'approches plus ou moins structurés, souvent itératifs. Il n'est pas obligatoire de quantifier le niveau de risque avec précision pour intervenir utilement. Les approches qui tiennent compte de diverses valeurs, finalités et priorités qualitatives, fondées sur des facteurs éthiques, psychologiques, culturels ou sociaux, peuvent rendre la gestion des risques plus efficace. {GT II 1.1.2, 2.4, 2.5, 19.3, GT III 2.4, 2.5, 3.4}

Encadré de l'introduction.2 | Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation

Tous les rapports du GIEC précisent la solidité ou l'incertitude des connaissances scientifiques sur lesquelles s'appuient les conclusions de l'évaluation. L'incertitude provient de sources très diverses. S'agissant du passé et du présent, elle est le fait des limites propres aux mesures disponibles, surtout dans le cas de phénomènes rares, et de la difficulté d'établir une relation de cause à effet au sein de processus qui présentent une grande complexité ou comportent de nombreux éléments relevant de systèmes physiques, biologiques et humains. S'agissant de l'avenir, la probabilité de divers effets des changements climatiques évolue au fil du temps. Nous comprenons bien une foule de processus et de mécanismes, mais pas tous. Les interactions complexes de multiples influences climatiques et non climatiques en constante évolution créent des incertitudes tenaces qui, à leur tour, pourraient créer des surprises. Le RE5 évalue une base de connaissances scientifiques, techniques et socioéconomiques beaucoup plus large que les rapports précédents du GIEC. {GT I 1.4, GT II RID A-3, 1.1.2, GT III 2.3}

La note d'orientation du GIEC relative au traitement des incertitudes^a définit une façon commune d'apprécier et de communiquer le degré de certitude attaché aux conclusions de l'évaluation. Chaque résultat fait l'objet d'une analyse des éléments sous-jacents et de leur cohérence. Dans bien des cas, une synthèse de l'évaluation des éléments disponibles et de leur cohérence amène à attribuer un degré de confiance, surtout lorsque les résultats présentent un niveau de cohérence élevé et reposent sur plusieurs sources indépendantes d'éléments. Le degré de certitude associé aux principaux résultats de l'évaluation est fondé sur la nature, la quantité, la qualité et la concordance des éléments correspondants (données, compréhension mécaniste, théorie, modèles, avis d'experts, etc.) et sur le degré de cohérence. Les éléments disponibles peuvent être limités, moyens ou robustes, leur degré de cohérence peut être faible, moyen ou élevé. Cinq qualificatifs sont utilisés pour exprimer le degré de confiance: *très faible*, *faible*, *moyen*, *élevé*, *très élevé*. Les caractères italiques sont toujours utilisés: *degré de confiance moyen*, par exemple. La probabilité d'occurrence, passée ou future, d'un résultat donné est quantifiée au moyen des termes suivants: quasiment certain, probabilité de 99–100 %; extrêmement probable, 95–100 %; très probable, 90–100 %; probable, 66–100 %; plus probable qu'improbable, >50–100 %; à peu près aussi probable qu'improbable, 33–66 %; improbable, 0–33 %; très improbable, 0–10 %; extrêmement improbable, 0–5 %; exceptionnellement improbable, 0–1 %. Des termes supplémentaires (extrêmement probable, 95–100 %; plus probable qu'improbable, >50–100 %; plus improbable que probable, 0–<50 %; et extrêmement improbable, 0–5 %) peuvent aussi être employés au besoin. L'évaluation de la probabilité est notée en italique: *très probable* par exemple. Sauf indication contraire, les résultats assortis d'un terme exprimant la probabilité sont associés à un *degré de confiance élevé* ou *très élevé*. Le cas échéant, les résultats sont également formulés sous forme d'énoncés des faits, sans recourir à des qualificatifs d'incertitude. {GT I RID B, GT II encadré contextuel RID.3, GT III 2.1}

^a Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe et F.W. Zwiers 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), Genève, Suisse, 4 p.

1

Les changements observés et leurs causes

Thème 1: Les changements observés et leurs causes

L'influence de l'homme sur le système climatique est manifeste et aujourd'hui, les émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine sont les plus élevées jamais observées. Les changements climatiques récents ont eu de larges répercussions sur les systèmes humains et naturels.

Le thème 1 récapitule les éléments d'observation qui témoignent d'une évolution du climat, les effets qui en découlent et les facteurs humains qui l'alimentent. On y décrit les changements observés dans le système climatique (1.1) et les influences (forçages) externes qui s'exercent sur le climat, en particulier les forçages d'origine anthropique, et la contribution des différents secteurs économiques et gaz à effet de serre (GES) en cause (1.2). Dans la section 1.3, les changements climatiques observés sont attribués à leurs causes et les incidences sur les systèmes humains et naturels sont attribuées au changement climatique, en précisant dans quelle mesure une telle attribution est possible. L'évolution de la probabilité et les causes des phénomènes extrêmes sont étudiées dans la section 1.4. Suivent une description de l'exposition et de la vulnérabilité dans un contexte de risque (1.5) et une présentation des mesures d'adaptation et d'atténuation prises à ce jour (1.6).

1

1.1 Système climatique: changements observés

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, nombre des changements observés sont sans précédent depuis des décennies, voire des siècles ou des millénaires. L'atmosphère et les océans se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué et le niveau des mers s'est élevé.

1.1.1 Atmosphère

Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850. La période 1983–2012 a très probablement été la période de 30 ans la plus chaude des 800 dernières années dans l'hémisphère Nord, où une telle évaluation est possible (degré de confiance élevé) et probablement la période de 30 ans la plus chaude des 1 400 dernières années (degré de confiance moyen). {GT I 2.4.3, 5.3.5}

La tendance linéaire de la moyenne globale des données de température en surface combinant les terres émergées et les océans indique un réchauffement de $0,85 [0,65 \text{ à } 1,06] ^\circ\text{C}^{20}$ au cours de la période 1880–2012, pour laquelle il existe plusieurs jeux de données indépendants. L'augmentation totale de la moyenne entre la période 1850–1900 et la période 2003–2012 est de $0,78 [0,72 \text{ à } 0,85] ^\circ\text{C}$, selon le jeu de données le plus long disponible. La quasi-totalité de la surface du globe a connu un réchauffement (figure 1.1) au cours de la période la plus longue sur laquelle il est possible de calculer des tendances régionales suffisamment complètes (1901–2012). {GT I RID B.1, 2.4.3}

La température moyenne à la surface du globe présente une grande variabilité aux échelles décennale et interannuelle (figure 1.1), qui se superpose à un réchauffement multidécennal considérable. En raison

de cette variabilité naturelle, les tendances calculées sur des séries courtes sont très sensibles à la date de début et de fin de la période considérée, et ne reflètent généralement pas les tendances climatiques à long terme. Ainsi, le rythme du réchauffement sur les 15 dernières années (1998–2012; $0,05 [-0,05 \text{ à } +0,15] ^\circ\text{C}$ par décennie), qui débute par un fort épisode El Niño, est inférieur à la tendance calculée depuis 1951 (1951–2012; $0,12 [0,08 \text{ à } 0,14] ^\circ\text{C}$ par décennie; voir l'encadré 1.1). {GT I RID B.1, 2.4.3}

Selon plusieurs analyses indépendantes de mesures, il est *quasiment certain* que la température globale de la troposphère a augmenté et que celle de la basse stratosphère a baissé depuis le milieu du XX^e siècle. Le *degré de confiance* concernant la rapidité du réchauffement et sa structure verticale dans la troposphère extratropicale de l'hémisphère Nord est *moyen*. {GT I RID B.1, 2.4.4}

Le *degré de confiance* attaché à la variation de la moyenne mondiale des précipitations sur les terres émergées depuis 1901 est *faible* avant 1951 et *moyen* après cette date. En moyenne sur les terres émergées des latitudes moyennes de l'hémisphère Nord, les précipitations ont *probablement* augmenté depuis 1901 (*degré de confiance moyen* avant 1951, *élevé* ensuite). Pour les autres latitudes, le *degré de confiance* relatif aux tendances régionales à long terme, positives ou négatives, est *faible* (figure 1.1). {GT I RID B.1, figure RID.2, 2.5.1}

1.1.2 Océan

Le réchauffement océanique constitue l'essentiel de l'augmentation de la quantité d'énergie emmagasinée au sein du système climatique et représente plus de 90 % de l'énergie accumulée entre 1971 et 2010 (*degré de confiance élevé*), quelque 1 % seulement étant stocké dans l'atmosphère (figure 1.2). À l'échelle mondiale, l'élévation de la température de l'océan est plus prononcée près de la surface, et les 75 premiers mètres de profondeur se sont réchauffés de $0,11 [0,09 \text{ à } 0,13] ^\circ\text{C}$ par décennie au cours de la période 1971–2010. Il est *quasiment certain* que l'océan superficiel (jusqu'à 700 m de profondeur)

²⁰ Sauf mention contraire, la fourchette de valeurs notée entre crochets correspond à un intervalle d'incertitude à 90 %. La probabilité que la valeur estimée se trouve à l'intérieur de cette plage est de 90 %. Les intervalles d'incertitude ne sont pas nécessairement symétriques de part et d'autre de l'estimation la plus probable correspondante. La meilleure estimation de la valeur considérée est également donnée, lorsqu'elle est disponible.

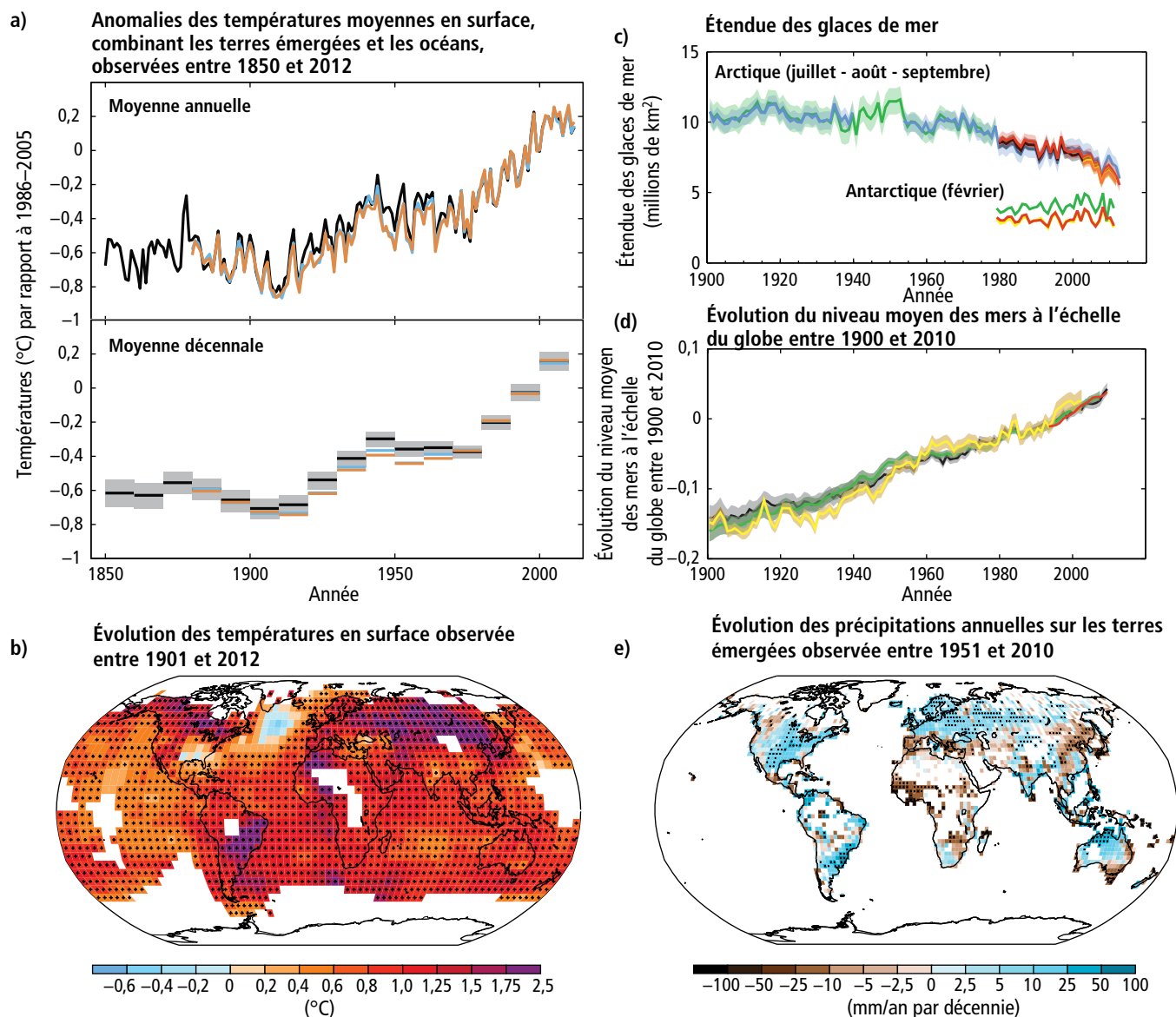


Figure 1.1 | Différents indicateurs observés de l'évolution du système climatique mondial. **a)** Anomalies observées des températures moyennes à la surface du globe combinant les terres émergées et les océans (par rapport à la moyenne de la période 1886–2005, en tant que valeurs moyennes annuelles et décennales), avec estimation de l'incertitude décennale moyenne pour un jeu de données (ombrage gris). [GT I figure RID.1, figure 2.20; les jeux de données utilisés et d'autres détails techniques se trouvent dans les suppléments du Résumé technique GT I RT.SM.1.1] **b)** Évolution des températures en surface observée entre 1901 et 2012, dérivée des tendances des températures déterminées par régression linéaire d'un ensemble de données (courbe orange dans la partie a). Les tendances ont été calculées uniquement pour les régions où la disponibilité des données permet une estimation robuste (c'est-à-dire, uniquement pour les mailles présentant des relevés complets à plus de 70 % et plus de 20 % de données disponibles dans les 10 premiers et 10 derniers % de la période temporelle), les autres régions sont en blanc. Les mailles pour lesquelles la tendance est significative au niveau de 10 % sont indiquées par le signe +. [GT I figure RID.1, figure 2.21, figure RT.2; les jeux de données utilisés et d'autres détails techniques se trouvent dans les suppléments du Résumé technique GT I RT.SM.1.2] **c)** Étendue des glaces de mer dans l'Arctique (moyenne de juillet à septembre) et dans l'Antarctique (février). [GT I figure RID.3, figure 4.3, figure 4.SM.2; les jeux de données utilisés et d'autres détails techniques se trouvent dans les suppléments (Supplementary Material) du Résumé technique GT I RT.SM.3.2] **d)** Niveau moyen des mers par rapport à la moyenne 1886–2005 de l'ensemble de données le plus long, avec tous les jeux de données alignés par rapport à 1993 (la première année de données d'altimétrie par satellites). Toutes les séries chronologiques (courbes de couleur représentant différents ensembles de données) indiquent des valeurs annuelles et, lorsqu'elles sont estimées, les incertitudes sont représentées par des zones de différentes couleurs. [GT I figure RID.3, figure 3.13; les jeux de données utilisés et d'autres détails techniques se trouvent dans les suppléments du Résumé technique GT I RT.SM.3.4] **e)** Évolution des précipitations observée entre 1951 et 2010 (tendances calculées en utilisant les mêmes critères que pour la partie b). [GT I figure RID.2, RT AT.1, figure 2, figure 2.29; les jeux de données utilisés et d'autres détails techniques se trouvent dans les suppléments du Résumé technique GT I RT.SM.2.1]

s'est réchauffé entre 1971 et 2010, et ce dernier s'est **probablement** réchauffé entre les années 1870 et 1971. Il est **probable** que la température de l'océan a augmenté entre 700 et 2 000 m de profondeur au cours de la période 1957–2009 et en dessous de 3 000 m au cours de la période 1992–2005 (figure 1.2). [GT I RID B.2, 3.2, encadré 3.1]

Il est **très probable** que les régions à salinité élevée en surface (où l'évaporation domine) sont devenues plus salées, tandis que les régions à faible salinité (où les précipitations dominent) sont devenues moins salées depuis les années 1950. Ces tendances régionales de la salinité océanique suggèrent des changements d'évaporation et de précipitations sur les océans et, par conséquent, des changements dans le cycle global de l'eau (*degré de confiance moyen*). Il n'existe pas d'élément

observationnel montrant une tendance à long terme de la circulation méridienne océanique de retournement de l'Atlantique (AMOC). {GT I RID B.2, 2.5, 3.3, 3.4.3, 3.5, 3.6.3}

L'absorption de CO₂ par l'océan a entraîné une acidification de ce dernier depuis le début de l'ère industrielle; le pH de l'eau de mer en surface a diminué de 0,1 (*degré de confiance élevé*), soit une augmentation de 26 % de la concentration en ions hydrogène. Parallèlement au réchauffement, les concentrations d'oxygène ont diminué dans les eaux côtières et en haute mer dans la thermocline de plusieurs régions océaniques depuis les années 1960 (*degré de confiance moyen*) et il est probable que les zones tropicales contenant un minimum d'oxygène se sont étendues au cours des dernières décennies. {GT I RID B.5, RT 2.8.5, 3.8.1, 3.8.2, 3.8.3, 3.8.5, figure 3.20}

1

Accumulation d'énergie dans le système climatique de la Terre

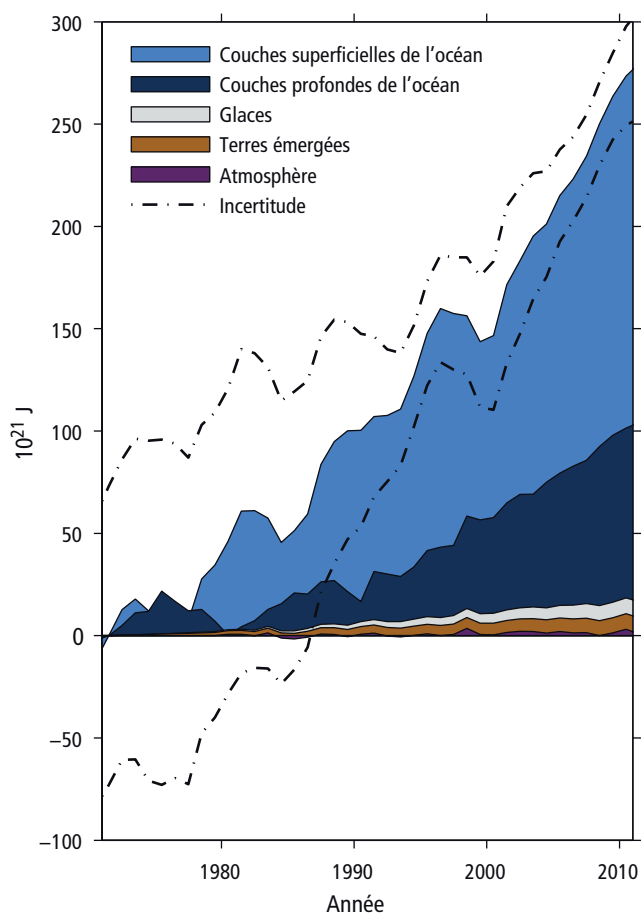


Figure 1.2 | Accumulation d'énergie dans le système climatique de la Terre. Les estimations, en 10^{21} J, sont données par rapport à 1971 et pour la période 1971–2010, sauf indication contraire. Les éléments considérés sont les couches superficielles de l'océan (moins de 700 m), les couches profondes de l'océan (700 m et plus, y compris les estimations pour une profondeur excédant 2 000 m à partir de 1992), l'eau de fonte des glaces (provenant des glaciers et des nappes glaciaires; estimations pour les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique à partir de 1992, pour les glaces de mer de l'Arctique entre 1979 et 2008), le réchauffement continental (terres émergées) et le réchauffement atmosphérique (estimations à partir de 1979). L'incertitude est estimée en tant qu'erreur issue de l'ensemble des cinq éléments, avec un intervalle de confiance à 90 %. {GT I encadré 3.1, figure 1}

1.1.3 Cryosphère

Au cours des deux dernières décennies, la masse des nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique a diminué (*degré de confiance élevé*). Les glaciers de presque toutes les régions du globe ont continué à se réduire (*degré de confiance élevé*). L'étendue du manteau neigeux de l'hémisphère Nord au printemps a continué à diminuer (*degré de confiance élevé*). On estime, avec un *degré de confiance élevé*, qu'il existe de fortes disparités régionales dans la tendance que présente l'étendue de la banquise antarctique et il est *très probable* que l'étendue totale a augmenté. {GT I RID B.3, 4.2–4.7}

Les glaciers ont perdu de leur masse et ont contribué à l'élévation du niveau des mers tout au long du XX^e siècle. Il est *très probable* que la vitesse à laquelle l'inlandsis du Groenland a perdu de sa masse a fortement augmenté au cours de la période 1992–2011, entraînant une perte plus importante entre 2002 et 2011 qu'entre 1992 et 2011. Il est également *probable* que la perte de masse glaciaire s'est accélérée entre 2002 et 2011 dans l'inlandsis de l'Antarctique, principalement dans la péninsule au nord et dans le secteur de la mer d'Amundsen à l'ouest. {GT I RID B.3, RID B.4, 4.3.3, 4.4.2, 4.4.3}

L'étendue moyenne annuelle de la banquise arctique a diminué au cours de la période allant de 1979 (début des observations par satellite) à 2012, à une vitesse qui se situait *très probablement* entre 3,5 et 4,1 % par décennie. Le phénomène a été observé en toutes saisons et à chaque décennie successive depuis 1979, le recul le plus rapide de la valeur décennale moyenne survenant en été (*degré de confiance élevé*). S'agissant du minimum estival, la diminution se situe *très probablement* entre 9,4 et 13,6 % par décennie (entre 0,73 et 1,07 million de km² par décennie) (voir la figure 1.1). Il est *très probable* que l'étendue moyenne annuelle de la banquise en Antarctique a augmenté de 1,2 à 1,8 % par décennie (entre 0,13 et 0,20 million de km² par décennie) entre 1979 et 2012. On estime toutefois, avec un *degré de confiance élevé*, qu'il existe de fortes disparités régionales dans l'Antarctique, l'étendue augmentant dans certains secteurs et diminuant dans d'autres secteurs. {GT I RID B.5, 4.2.2, 4.2.3}

On peut affirmer, avec un *degré de confiance très élevé*, que l'étendue du manteau neigeux de l'hémisphère Nord a diminué depuis le milieu du XX^e siècle; la réduction a été de 1,6 [0,8 à 2,4] % par décennie pour mars et avril et de 11,7 % par décennie pour juin au cours de la période 1967–2012. On peut affirmer, avec un *degré de confiance élevé*, que les températures du pergélisol ont augmenté dans la plupart des régions de l'hémisphère Nord depuis le début des années 1980, phénomène accompagné d'une perte d'épaisseur et d'étendue dans certaines régions. La hausse des températures du pergélisol survient en réaction à l'élévation des températures en surface et à la modification du manteau neigeux. {GT I RID B.3, 4.5, 4.7.2}

1.1.4 Niveau des mers

Entre 1901 et 2010, le niveau moyen des mers à l'échelle du globe s'est élevé de 0,19 [0,17 à 0,21] m (figure 1.1). Depuis le milieu du XIX^e siècle, le rythme d'élévation du niveau des mers

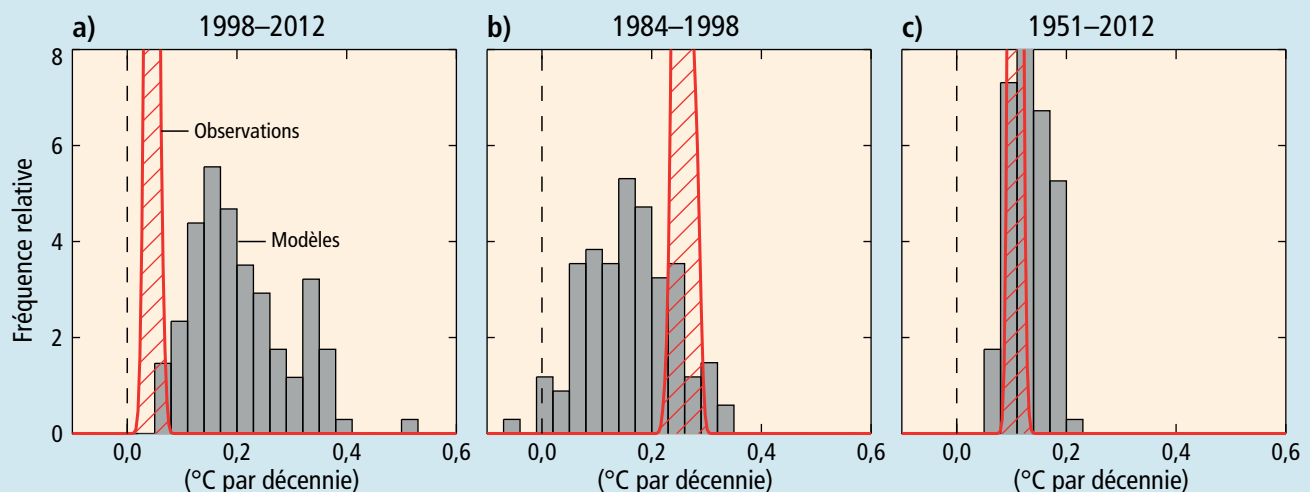
Encadré 1.1 | Tendances récentes de la température et leurs conséquences

La réduction observée de la tendance du réchauffement en surface sur la période 1998–2012, par rapport à celle observée sur la période 1951–2012, est due à parts à peu près égales à une réduction de la tendance du forçage radiatif et à une contribution de la variabilité interne allant dans le sens d'un refroidissement, dont une possible redistribution de la chaleur au sein de l'océan (*degré de confiance moyen*). On estime que le rythme d'élévation de la température moyenne à la surface du globe relevée au cours de la période 1998–2012 se situe entre un tiers et la moitié de la tendance dégagée au cours de la période 1951–2012 (encadré 1.1, figures 1a et 1c). En dépit de ce fléchissement de la tendance au réchauffement en surface, il est *très probable* que le système climatique a continué d'emmagasiner de la chaleur depuis 1998 (figure 1.2) et l'élévation du niveau des mers s'est poursuivie (figure 1.1). {GT I RID D.1, encadré 9.2}

Le forçage radiatif qui s'exerce sur le système climatique a continué de croître pendant les années 2000, tout comme la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, paramètre qui y contribue le plus. Toutefois, le forçage radiatif a augmenté moins rapidement entre 1998 et 2011 qu'au cours de la période 1984–1998 ou 1951–2011, en raison de l'effet de refroidissement causé par les éruptions volcaniques et de la phase de refroidissement du cycle solaire entre 2000 et 2009. Un *degré de confiance faible* est cependant associé à l'évaluation quantitative du rôle que l'évolution du forçage joue dans le ralentissement du réchauffement en surface. {GT I 8.5.2, encadré 9.2}

Pour ce qui est de la période 1998–2012, 111 des 114 simulations réalisées au moyen de modèles donnent une tendance au réchauffement en surface plus grande que ne le montrent les observations (encadré 1.1, figure 1a). On estime, avec un *degré de confiance moyen*, que cet écart entre les modèles et les observations s'explique dans une large mesure par la variabilité naturelle interne du climat, qui renforce dans certains cas et contrecarre dans d'autres cas la tendance au réchauffement à long terme causée par un forçage externe (comparer les figures 1a) et 1b) de l'encadré 1.1; au cours de la période 1984–1998, la plupart des simulations donnent une tendance au réchauffement plus faible que la tendance observée). La variabilité naturelle interne réduit donc l'intérêt que présentent les tendances à court terme pour étudier le changement climatique à long terme. L'écart entre les modèles et les observations peut aussi provenir d'imperfections dans les forçages dus à l'activité solaire, aux éruptions volcaniques et aux aérosols qui sont utilisés par les modèles et, parfois, d'une surestimation de la réponse à l'augmentation du forçage des gaz à effet de serre et des autres facteurs anthropiques (en particulier les effets des aérosols). {GT I 2.4.3, encadré 9.2, 9.4.1, 10.3.1.1}

Si l'on considère une période plus longue, de 1951 à 2012, les simulations de la tendance au réchauffement en surface concordent avec la tendance observée (*degré de confiance très élevé*) (encadré 1.1, figure 1c). En outre, les estimations indépendantes portant sur le forçage radiatif, le réchauffement en surface et le stockage de chaleur observé (à partir de 1970) s'allient pour produire un bilan thermique terrestre qui est conforme à l'évaluation de la plage *probable* de la sensibilité du climat à l'équilibre (1,5 à 4,5 °C)²¹. Les relevés des changements climatiques observés ont ainsi permis de caractériser les propriétés fondamentales du système climatique qui ont une incidence sur le réchauffement futur, dont la sensibilité du climat à l'équilibre et la réponse transitoire du climat (voir le thème 2). {GT I encadré 9.2, 10.8.1, 10.8.2, encadré 12.2, encadré 13.1}



Encadré 1.1, figure 1 | Tendances de la température moyenne à la surface du globe entre a) 1998 et 2012, b) 1984 et 1998 et c) 1951 et 2012, selon les observations effectuées (rouge) et selon les 114 simulations réalisées avec la génération actuelle de modèles climatiques (ombrage gris). La hauteur de chaque barre grise indique la fréquence à laquelle une tendance d'une certaine ampleur (en °C par décennie) apparaît parmi les 114 simulations. La largeur de la barre hachurée en rouge indique l'incertitude statistique qui découle de l'établissement d'une moyenne mondiale à partir de données de stations individuelles. Cette incertitude diffère de celle mentionnée dans le texte de la section 1.1.1, qui comprend également une estimation de la variabilité naturelle interne. Ici, l'ampleur de la variabilité naturelle interne est plutôt caractérisée par l'étendue de l'ensemble de modèles. {d'après GT I encadré 9.2, figure 1}

²¹ Le lien entre le bilan thermique et la sensibilité du climat à l'équilibre (réchauffement en surface à long terme dans l'hypothèse d'un doublement de la concentration de CO₂ atmosphérique) provient du fait que le réchauffement d'une surface entraîne une hausse du rayonnement vers l'espace qui atténue l'augmentation de la teneur en chaleur de la Terre. L'ampleur de la hausse du rayonnement vers l'espace, pour une élévation donnée de la température en surface, dépend des mêmes processus de rétroaction (liés aux nuages, à la vapeur d'eau, etc.) que ceux qui déterminent la sensibilité du climat à l'équilibre.

est supérieur au rythme moyen des deux derniers millénaires (*degré de confiance élevé*). {GT I RID B.4, 3.7.2, 5.6.3, 13.2}

Il est *très probable* que la vitesse moyenne d'élévation du niveau des mers à l'échelle du globe a été de 1,7 [1,5 à 1,9] mm/an entre 1901 et 2010 et de 3,2 [2,8 à 3,6] mm/an entre 1993 et 2010. Les données fournies par les marégraphes et les satellites altimétriques sont cohérentes en ce qui concerne la vitesse plus élevée caractérisant la dernière période. Il est *probable* que des vitesses aussi élevées se sont produites entre 1920 et 1950. {GT I RID B.4, 3.7, 13.2}

Depuis le début des années 1970, la somme de la perte de masse des glaciers et de l'expansion thermique des océans due au réchauffement expliquent environ 75 % de l'élévation du niveau moyen des mers observée (*degré de confiance élevé*). Sur la période 1993–2010, l'élévation du niveau moyen des mers est, avec un *degré de confiance élevé*, en accord avec la somme des contributions observées de l'expansion thermique océanique due au réchauffement et des changements affectant les glaciers, la nappe du Groenland, la nappe de l'Antarctique et le stockage d'eaux continentales. {GT I RID B.4, 13.3.6}

En raison des fluctuations de la circulation océanique, le rythme d'élévation du niveau des mers sur de vastes étendues peut être plusieurs fois supérieur ou inférieur à l'élévation du niveau moyen à l'échelle du globe pendant des périodes de plusieurs décennies. Depuis 1993, les taux régionaux relevés dans le Pacifique occidental excèdent d'un maximum de trois fois la moyenne mondiale, tandis qu'ils sont proches de zéro ou négatifs dans la majeure partie du Pacifique oriental. {GT I 3.7.3, FAQ 13.1}

On peut affirmer, avec un *degré de confiance très élevé*, que le niveau moyen maximal des mers du globe pendant la dernière période interglaciaire (il y a 129 000 à 116 000 ans) a été supérieur au niveau actuel d'au moins 5 m durant plusieurs milliers d'années et, avec un *degré de confiance élevé*, qu'il ne dépassait pas le niveau actuel de plus de 10 m. Au cours de la dernière période interglaciaire, la nappe glaciaire du Groenland a *très probablement* contribué à élever le niveau moyen des mers de 1,4 à 4,3 m, ce qui implique une contribution additionnelle de la nappe glaciaire de l'Antarctique (*degré de confiance moyen*). Ce changement de niveau des mers s'est produit dans le contexte d'un forçage orbital différent des conditions actuelles et de températures de surface dans les hautes latitudes supérieures d'au moins 2 °C aux températures actuelles, cela en moyenne sur plusieurs millénaires (*degré de confiance élevé*). {GT I RID B.4, 5.3.4, 5.6.2, 13.2.1}

1.2 Facteurs anciens et récents du changement climatique

Les émissions anthropiques de gaz à effet de serre ont augmenté depuis l'époque préindustrielle en raison essentiellement de la croissance économique et démographique. Elles ont été plus élevées que jamais entre 2000 et 2010. Les émissions passées ont élevé les concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux à des niveaux sans précédent depuis au moins 800 000 ans, entraînant une absorption nette d'énergie par le système climatique.

Les substances et processus naturels et anthropiques qui modifient le bilan énergétique de la Terre sont les facteurs physiques qui provoquent le changement climatique. Le forçage radiatif quantifie la perturbation de l'énergie au sein du système terrestre imputable à ces facteurs. Un forçage radiatif positif entraîne un réchauffement près de la surface, tandis qu'un forçage radiatif négatif provoque un refroidissement. Ce paramètre est évalué sur la base d'observations *in situ* et par télédétection, en fonction des propriétés des gaz à effet de serre et des aérosols et à partir de calculs faisant appel à des modèles numériques. La figure 1.4 présente le forçage radiatif au cours de la période 1750–2011 par grandes catégories. Le groupe «autres anthropiques» comprend principalement les effets de refroidissement dus aux changements touchant les aérosols et, dans une moindre mesure, l'incidence des changements survenus dans l'ozone, des variations du facteur de réflexion lié à l'utilisation des terres et d'autres termes mineurs. {GT I RID C, 8.1, 8.5.1}

1.2.1 Forçages radiatifs naturels et anthropiques

Les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre ont atteint des niveaux sans précédent depuis au moins 800 000 ans. Les teneurs en dioxyde de carbone (CO₂), en méthane (CH₄) et en oxyde nitreux (N₂O) ont toutes augmenté fortement depuis 1750 (40 %, 150 % et 20 %, respectivement) (figure 1.3). Au cours de la période 2002–2011, les concentrations de CO₂ ont progressé au rythme décennal le plus rapide jamais observé (2,0 ± 0,1 ppm/an). Après une période de stabilisation de près de dix ans débutant à la fin des années 1990, la hausse des concentrations de CH₄ mesurées dans l'atmosphère a repris en 2007. Les concentrations de N₂O augmentent de manière régulière, à un taux de 0,73 ± 0,03 ppb/an, depuis trois décennies. {GT I RID B5, 2.2.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.3}

Moyennes mondiales des concentrations de gaz à effet de serre

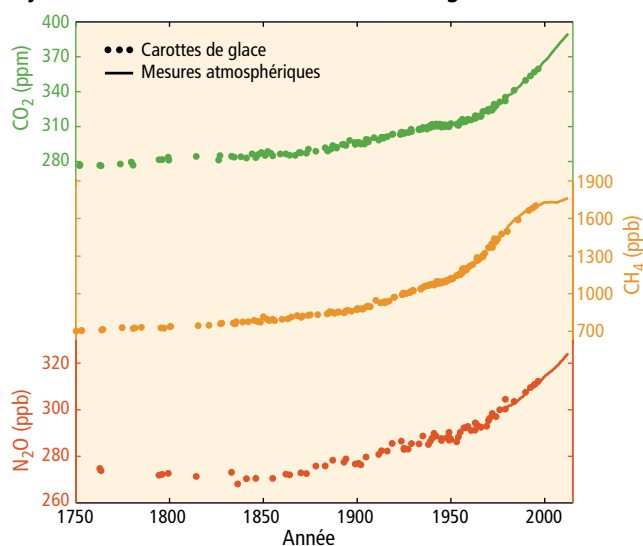


Figure 1.3 | Changements observés dans les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre: dioxyde de carbone (CO₂, vert), méthane (CH₄, orange) et oxyde nitreux (N₂O, rouge), avec superposition des données provenant de carottes de glace (symboles) et des mesures directes dans l'atmosphère (lignes). {GT I 2.2, 6.2, 6.3, figure 6.11}

Le forçage radiatif anthropique total calculé pour la période 1750–2011 a eu un effet de réchauffement qui s'établit à 2,3 [1,1 à 3,3] W/m² (figure 1.4). Il a progressé plus rapidement depuis 1970 qu'au cours des décennies précédentes. Le dioxyde de carbone est le principal facteur de forçage entre 1750 et 2011 et de sa tendance depuis 1970. L'estimation du forçage radiatif anthropique total pour 2011 est nettement supérieure (43 %) à l'estimation donnée dans le quatrième Rapport d'évaluation (RE4) du GIEC pour l'année 2005. Ce résultat s'explique à la fois par la croissance continue des concentrations de la plupart des GES et par l'amélioration des estimations du forçage radiatif des aérosols. {GT I RID C, 8.5.1}

Le forçage radiatif dû aux aérosols, qui inclut les ajustements des nuages, est mieux compris aujourd'hui et semble avoir eu un effet de refroidissement moindre que ne l'indiquait le RE 4. On estime qu'il a été de -0,9 [-1,9 à -0,1] W/m² au cours de la période 1750–2011 (*degré de confiance moyen*). Cette forme de forçage comprend deux éléments antagonistes: un effet principal de refroidissement, lié à la plupart des aérosols et aux ajustements des nuages, et un effet partiellement compensateur de réchauffement, lié à l'absorption du rayonnement solaire par les carbones suies. On peut affirmer, avec un *degré de confiance élevé*, que le forçage radiatif total causé par les aérosols, en moyenne mondiale, a contrebalancé une partie importante du forçage radiatif dû aux gaz à effet de serre au

mélange homogène. Les aérosols restent la principale source d'incertitude dans l'estimation du forçage radiatif total. {GT I RID C, 7.5, 8.3, 8.5.1}

Les changements concernant l'éclairement énergétique solaire et les aérosols volcaniques sont à l'origine d'un forçage radiatif naturel (figure 1.4). Le forçage qui résulte des aérosols volcaniques stratosphériques peut avoir sur le climat un effet de refroidissement marqué pendant les années qui suivent les fortes éruptions volcaniques. Selon les calculs effectués, les variations de l'éclairement énergétique solaire total n'auraient contribué qu'à 2 % environ du forçage radiatif total en 2011, par rapport à 1750. {GT I RID C, figure RID.5, 8.4}

1.2.2 Activités humaines influant sur les facteurs d'émission

Environ la moitié des émissions anthropiques cumulées de CO₂ entre 1750 et 2011 ont eu lieu au cours des 40 dernières années (*degré de confiance élevé*). Au total, 2 040 ± 310 GtCO₂ ont été rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines pendant la période 1750–2011. Depuis 1970, les émissions cumulées de CO₂ provenant de l'utilisation des combustibles fossiles, de la production de ciment et de la combustion en torchère ont triplé; celles découlant de la FAT (foresterie et autres affectations des terres)²² ont augmenté de quelque 40 % (figure 1.5)²³. En 2011, les émissions annuelles de CO₂ dues à l'utilisation des combustibles fossiles, à la production de ciment et à la combustion en torchère s'établissaient à 34,8 ± 2,9 GtCO₂/an. Entre 2002 et 2011, la moyenne annuelle des émissions dues à la FAT était de 3,3 ± 2,9 GtCO₂/an. {GT I 6.3.1, 6.3.2, GT III RID.3}

Environ 40 % de ces émissions anthropiques de CO₂ sont demeurées dans l'atmosphère (880 ± 35 GtCO₂) depuis 1750. Le reste a été extrait par les puits et stocké dans les réservoirs naturels du cycle du carbone. Les puits formés par l'absorption océanique et par la végétation et les sols rendent compte, à parts à peu près égales, du reste des émissions cumulées de CO₂. L'océan a absorbé 30 % environ du CO₂ rejeté par les activités humaines, ce qui a entraîné une acidification de ses eaux. {GT I 3.8.1, 6.3.1}

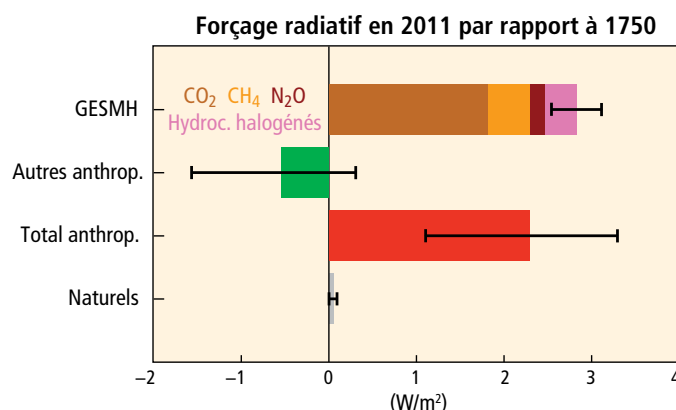


Figure 1.4 | Forçage radiatif des changements climatiques pendant l'ère industrielle (1750–2011). Les barres indiquent le forçage provoqué par les gaz à effet de serre au mélange homogène (GESMH), les autres forçages anthropiques, le total des forçages anthropiques et les forçages naturels. Les marges d'erreur indiquent l'incertitude à 5–95 %. Les autres forçages anthropiques comprennent les effets des changements survenus au niveau des aérosols, de l'ozone et du facteur de réflexion lié à l'utilisation des terres. Les forçages naturels englobent les effets de l'activité solaire et de l'activité volcanique. Par rapport à 1750, le forçage radiatif total d'origine anthropique s'établissait à 2,3 W/m² (plage d'incertitude de 1,1 à 3,3 W/m²) en 2011, ce qui correspond à une concentration en équivalent-CO₂ (voir le glossaire) de 430 ppm (340 à 520 ppm). {Données tirées de GT I 7.5 et tableau 8.6}

Le total annuel des émissions anthropiques de GES a continué d'augmenter entre 1970 et 2010, la hausse décennale la plus marquée en valeur absolue survenant entre 2000 et 2010 (*degré de confiance élevé*). Malgré le nombre croissant de politiques mises en œuvre en faveur de l'atténuation du changement climatique, les émissions annuelles de GES ont augmenté en moyenne de 1,0 gigatonne d'équivalent-CO₂ (Gtéc CO₂) (2,2 %) par an entre 2000 et 2010, alors que cette hausse était de 0,4 Gtéc CO₂ (1,3 %) par an entre 1970 et 2000 (figure 1.6)²⁴. Les émissions anthropiques totales de GES ont été

²² En tant que sous-ensemble de l'AFAT (agriculture, foresterie et autres affectations des terres), la FAT (foresterie et autres affectations des terres), également appelée UTCATF (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), regroupe les émissions et absorptions de gaz à effet de serre découlant des activités humaines directement liées à l'UTCATF, hormis les émissions et absorptions agricoles (voir le glossaire du rapport du GT III - RE5).

²³ Chiffres tirés de la section 6.3 du rapport du GT I convertis en gigatonnes de CO₂. Les légers écarts par rapport aux émissions cumulatives données dans le rapport du GT III {GT III RID.3, RT.2.1} s'expliquent par différentes façons d'arrondir les chiffres, différentes années de fin de période et différents jeux de données sur les émissions imputables à la FAT. Les estimations restent très proches, compte tenu des incertitudes.

²⁴ L'émission en équivalent-CO₂ est une mesure couramment utilisée pour comparer les émissions de différents GES. Tout au long du RSY, les émissions historiques de GES exprimées dans cette unité sont pondérées par le potentiel de réchauffement global (PRG) à un horizon temporel de 100 années (PRG₁₀₀), tel qu'il figure dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC, sauf indication contraire. L'abréviation employée est Gtéc CO₂. {Encadré 3.2, glossaire}

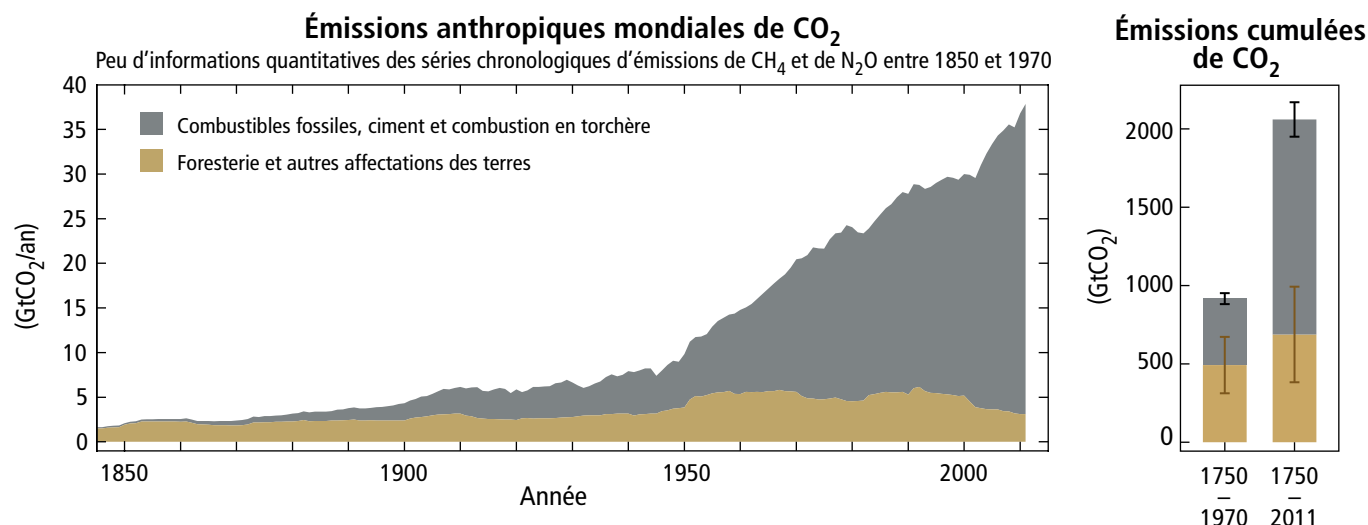


Figure 1.5 | Émissions anthropiques annuelles de dioxyde de carbone (CO_2) dans le monde (gigatonnes d'équivalent- CO_2 par an, GtCO_2/an) provenant de l'utilisation des combustibles fossiles, de la production de ciment et de la combustion en torchère ainsi que de la FAT (foresterie et autres affectations des terres) entre 1750 et 2011. Les émissions cumulées (barres) et leurs incertitudes (segments verticaux) figurent à droite. Les conséquences mondiales de l'accumulation des émissions de méthane (CH_4) et d'oxyde nitreux (N_2O) apparaissent à la figure 1.3. Les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre entre 1970 et 2010 apparaissent à la figure 1.6. [Adapté de GT I figure RT.4 et GT III figure RT.2]

les plus importantes de toute l'histoire de l'humanité entre 2000 et 2010 et ont atteint $49 (\pm 4,5)$ Gt eq CO_2 en 2010. La crise économique mondiale de 2007-2008 n'a entraîné qu'une réduction temporaire des émissions. [GT III RID.3, 1.3, 5.2, 13.3, 15.2.2, encadré RT.5, figure 15.1]

Les émissions de CO_2 imputables à l'usage de combustibles fossiles et aux procédés industriels ont contribué dans une proportion de 78 % à l'accroissement du total mondial des émissions de GES entre 1970 et 2010, ce pourcentage étant analogue entre 2000 et 2010 (degré de confiance élevé). En 2010, les émissions de CO_2 dues aux combustibles fossiles ont atteint $32 (\pm 2,7)$ Gt $\text{eq CO}_2/\text{an}$ et ont encore augmenté d'environ 3 % entre 2010 et 2011 et d'environ 1 à 2 % entre 2011 et 2012. Le CO_2 demeure le principal GES anthropique, représentant 76 % du total des rejets de GES anthropiques en 2010. Le CH_4 compte pour 16 % du total, le N_2O pour 6,2 % et les gaz fluorés pour 2,0 % (figure 1.6)²⁵. Depuis 1970, les gaz autres que le CO_2 représentent chaque année 25 % environ des émissions anthropiques de GES²⁶. [GT III RID.3, 1.2, 5.2]

Le total annuel des émissions anthropiques de GES a augmenté d'environ 10 Gt eq CO_2 entre 2000 et 2010. Cet accroissement est directement attribuable aux secteurs de l'énergie (47 %), de l'industrie (30 %), des transports (11 %) et du bâtiment (3 %) (degré de confiance moyen). Si l'on tient compte des émissions indirectes, la contribution du bâtiment et de l'industrie augmente (degré de confiance élevé). Depuis 2000, les émissions de GES ont cru dans tous les secteurs, si ce n'est dans celui de l'AFAT (agriculture, foresterie et autres affectations des terres)²². Sur le total

des émissions de GES comptabilisées en 2010, 35 % ont été produites par le secteur de l'énergie, 24 % (émissions nettes) par l'AFAT, 21 % par l'industrie, 14 % par les transports et 6,4 % par le bâtiment. Si l'on attribue les rejets liés à la production d'électricité et de chaleur aux secteurs qui utilisent l'énergie finale (émissions indirectes), les parts des secteurs de l'industrie et du bâtiment dans les émissions mondiales de GES augmentent pour atteindre respectivement 31 % et 19 % (figure 1.7). [GT III RID.3, 7.3, 8.1, 9.2, 10.3, 11.2] Voir également, dans l'encadré 3.2, la contribution des divers secteurs quand on utilise des métriques autres que le potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG_{100}).

Globalement, les croissances économique et démographique continuent d'être les moteurs les plus importants de l'augmentation des émissions de CO_2 dues à l'utilisation des combustibles fossiles. Entre 2000 et 2010, la contribution de la croissance démographique est restée à peu près identique à celle des trois décennies précédentes, tandis que la contribution de la croissance économique est montée en flèche (degré de confiance élevé). Entre 2000 et 2010, l'effet de ces deux facteurs a dépassé les réductions d'émissions obtenues grâce aux gains d'intensité énergétique du produit intérieur brut (PIB) (figure 1.8). L'augmentation de l'utilisation du charbon par rapport aux autres sources d'énergie a inversé la tendance ancienne à la décarbonisation (diminution de l'intensité carbone) progressive de l'approvisionnement mondial en énergie. [GT III RID.3, RT.2.2, 1.3, 5.3, 7.2, 7.3, 14.3]

²⁵ Si l'on prend les valeurs de potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG_{100}) plus récentes figurant dans le RE5 (GT I 8.7), au lieu de celles données dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC, le total des émissions mondiales de GES est légèrement plus élevé (52 Gt $\text{eq CO}_2/\text{an}$) et la part des gaz autres que le CO_2 s'établit à 20 % pour le CH_4 , 5 % pour le N_2O et 2,2 % pour les gaz F.

²⁶ Dans le présent rapport, les données sur les GES autres que le CO_2 , y compris les gaz fluorés, proviennent de la base de données sur les émissions pour la recherche atmosphérique mondiale (EDGAR) [GT III annexe II.9], qui porte sur les composants réglementés en vertu du Protocole de Kyoto au titre de sa première période d'engagement.

Total annuel des émissions anthropiques de GES par groupes de gaz entre 1970 et 2010

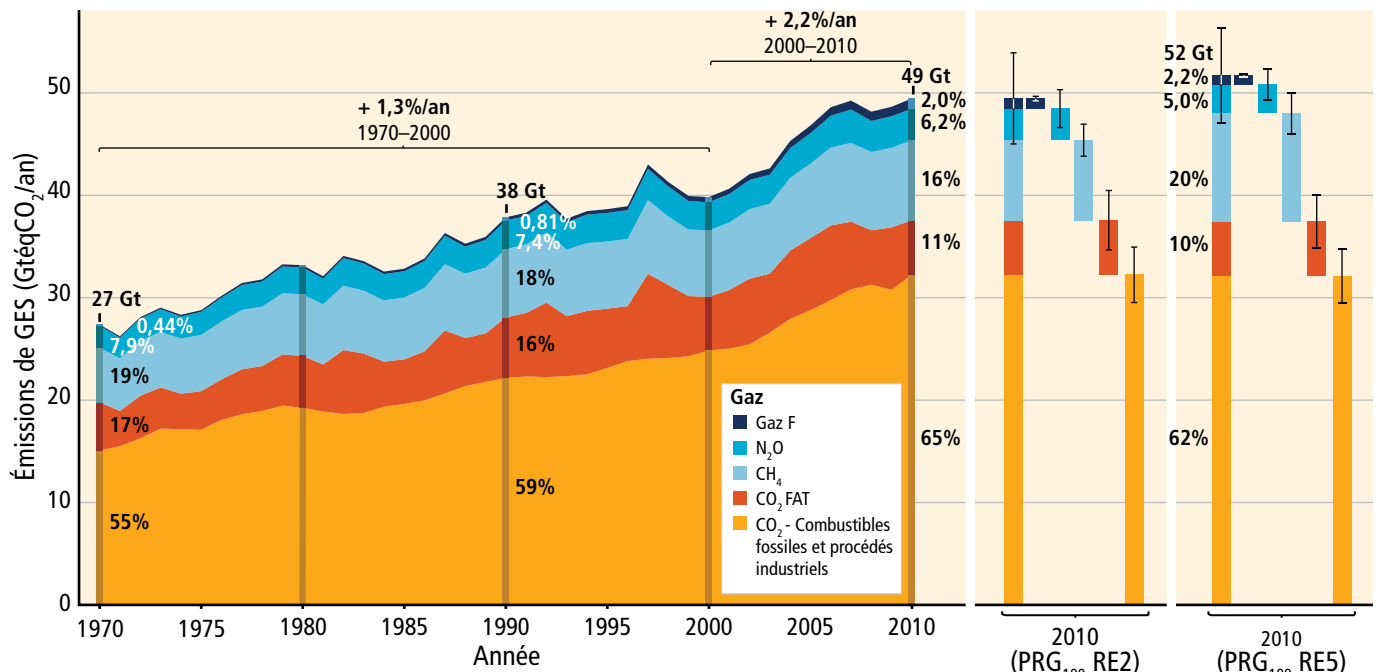


Figure 1.6 | Total annuel des émissions anthropiques de GES (gigatonnes d'équivalent- CO_2 par an, Gt_{eq} CO_2 /an) entre 1970 et 2010, par gaz : CO_2 issu de la combustion de combustibles fossiles et des processus industriels ; CO_2 issu de la FAT (foresterie et autres affectations des terres) ; méthane (CH_4) ; oxyde nitreux (N_2O) ; gaz fluorés (gaz F) réglementés en vertu du Protocole de Kyoto. À droite, émissions en 2010 avec une pondération en équivalent- CO_2 fondée sur les valeurs figurant dans le deuxième Rapport d'évaluation (RE2) et dans le cinquième Rapport d'évaluation (RE5) du GIEC. Sauf indication contraire, les émissions en équivalent- CO_2 données dans le présent rapport comprennent la liste des gaz visés par le Protocole de Kyoto (CO_2 , CH_4 , N_2O , ainsi que les gaz fluorés) et sont calculées sur la base des valeurs du potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG_{100}) figurant dans le RE2 (voir le glossaire). L'emploi des valeurs de PRG_{100} plus récentes tirées du RE5 (barres de droite) se traduit par un total annuel plus élevé des émissions de GES (52 Gt_{eq} CO_2 /an) en raison d'une hausse de la contribution du méthane, sans que la tendance à long terme en soit sensiblement modifiée. D'autres choix modifieraient la contribution des différents gaz (voir l'encadré 3.2). Les valeurs de 2010 sont reprises, par composant, avec les incertitudes correspondantes (intervalle de confiance à 90 %) indiquées par les segments d'erreur. Les émissions mondiales de CO_2 provenant de l'utilisation de combustibles fossiles sont déterminées avec une marge d'incertitude de 8 % (intervalle de confiance à 90 %). De très grandes incertitudes, de l'ordre de ± 50 %, sont associées aux émissions de CO_2 provenant de la FAT. Les incertitudes liées aux émissions mondiales de CH_4 , de N_2O et de gaz F sont estimées respectivement à 20 %, 60 % et 20 %. L'année 2010 est l'année la plus récente pour laquelle des statistiques sur les émissions de tous les gaz ainsi que l'évaluation des incertitudes étaient quasi complètes à la date limite fixée pour la rédaction du rapport. Les incertitudes estimées concernent uniquement les émissions, elles ne rendent pas compte de l'incertitude touchant les PRG (selon la section 8.7 du rapport du GT I). {GT III figure RID.1}

1.3 Attribution des changements climatiques et des incidences

On a gagné en certitude, depuis le quatrième Rapport d'évaluation, concernant l'influence des activités humaines sur le système climatique. Cette influence se détecte dans le réchauffement de l'atmosphère et de l'océan, dans les changements du cycle global de l'eau, dans le recul des neiges et des glaces et dans l'élévation du niveau moyen des mers du globe; il est *extrêmement probable* qu'elle est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XX^e siècle. Au cours des dernières décennies, l'évolution observée du climat, quelles que soient ses causes, a eu un impact sur tous les océans et sur les systèmes naturels et humains de tous les continents, ce qui témoigne de la sensibilité de ces systèmes au changement climatique.

Un ensemble cohérent de méthodes servent à établir les causes des changements observés au sein du système climatique et de tout système naturel ou humain sensible au climat. La détection vise à déterminer si le climat ou un système naturel ou humain sous l'effet du climat a effectivement changé selon certains critères statistiquement définis, tandis que l'attribution consiste à évaluer les contributions relatives des différents facteurs déterminants d'un changement ou d'un phénomène observé, en précisant un degré de confiance statistique²⁷. L'attribution des changements climatiques observés à des causes quantifie les liens qui existent entre ces derniers et les activités humaines, ainsi que d'autres facteurs externes naturels qui influent sur le climat. Pour sa part, l'attribution des incidences observées au changement climatique se penche sur les liens qui existent entre les modifications survenues dans les systèmes naturels ou humains et les changements climatiques observés, sans tenir compte de leurs causes. Les résultats des études qui attribuent les changements climatiques à des causes procurent une estimation de l'ampleur du réchauffement survenu en réponse à une variation du forçage radiatif et, par conséquent, aident à établir des

²⁷ Définitions tirées du document d'orientation sur les bonnes pratiques en matière de détection et d'attribution établi lors de la réunion d'experts du GIEC sur la détection et l'attribution des changements climatiques anthropiques; voir le glossaire.

Répartition des émissions de GES entre les secteurs économiques

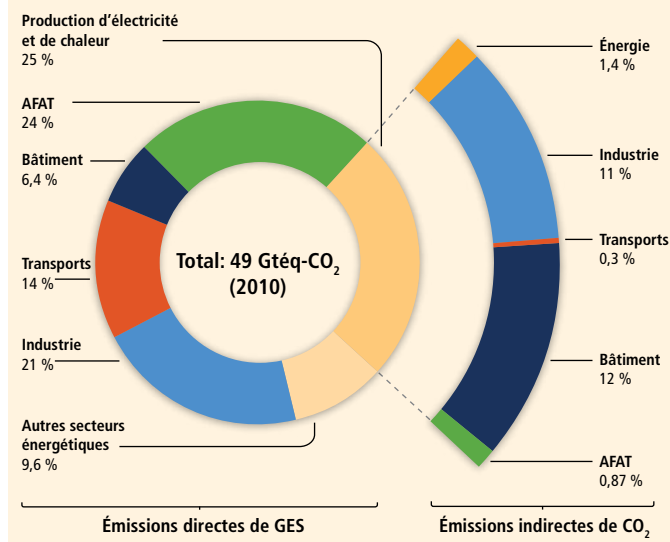


Figure 1.7 | Répartition des émissions anthropiques totales de GES (gigatonnes d'équivalent-CO₂ par an, Gtéc CO₂/an) entre les secteurs économiques en 2010. La couronne montre les parts (en pourcentage des émissions anthropiques totales de GES) des émissions directes de GES attribuées en 2010 à cinq secteurs économiques. L'arc agrandi sur la droite indique la répartition (en pourcentage des émissions anthropiques totales de GES) des émissions indirectes de CO₂ découlant de la production d'électricité et de chaleur entre les secteurs qui consomment l'énergie finale. La part attribuée aux «autres secteurs énergétiques» correspond à toutes les sources d'émission de GES dans le secteur de l'énergie, comme il est défini dans l'annexe II du rapport du GT III, mis à part la production d'électricité et de chaleur [GT III annexe II.9.1]. Les données relatives à l'AFAT (agriculture, foresterie et autres affectations des terres) incluent les émissions de CO₂ d'origine terrestre provoquées par les feux de forêt et de tourbière ainsi que par la décomposition dans les tourbières; elles se rapprochent des flux nets de CO₂ attribués à la FAT (foresterie et autres affectations des terres), que décrit le chapitre 11 du rapport du GT III. Toutes les émissions sont exprimées en Gtéc CO₂ sur la base du potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG₁₀₀) figurant dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC (RE2). Les secteurs sont définis dans l'annexe II.9 du rapport du GT III. [GT III figure RID.2]

projections de l'évolution future du climat (thème 2). Les résultats des études qui attribuent les incidences au changement climatique donnent une solide indication de la sensibilité des systèmes naturels ou humains à l'évolution future du climat. {GT I 10.8, GT II RID A-1, GT III/II/RSY glossaires}

1.3.1 Attribution des changements climatiques à des facteurs humains et naturels qui influent sur le système climatique

Il est **extrêmement probable** que plus de la moitié de l'augmentation observée de la température moyenne à la surface du globe entre 1951 et 2010 est due à l'augmentation anthropique des concentrations de GES et à d'autres forçages anthropiques conjugués (figure 1.9). L'estimation la plus probable de la contribution humaine au réchauffement est semblable au réchauffement observé sur cette période. La contribution des GES au réchauffement moyen en surface se situe **probablement** entre 0,5 °C et 1,3 °C au cours de la période 1951–2010, à quoi s'ajoutent les autres forçages anthropiques, dont l'effet refroidissant des aérosols, les forçages naturels et la variabilité naturelle interne (voir la figure 1.9). La somme de ces contributions estimées est cohérente avec le réchauffement observé, d'environ 0,6 à 0,7 °C, au cours de cette période. {GT I RID D.3, 10.3.1}

Il est **très probable** que l'influence anthropique, en particulier les gaz à effet de serre et l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique, a entraîné un profil de réchauffement troposphérique détectable dans les observations et un refroidissement associé dans la basse stratosphère depuis 1961. {GT I RID D.3, 2.4.4, 9.4.1, 10.3.1}

Dans toutes les régions continentales à l'exception de l'Antarctique, il est **probable** que les forçages anthropiques ont contribué fortement à l'augmentation des températures en

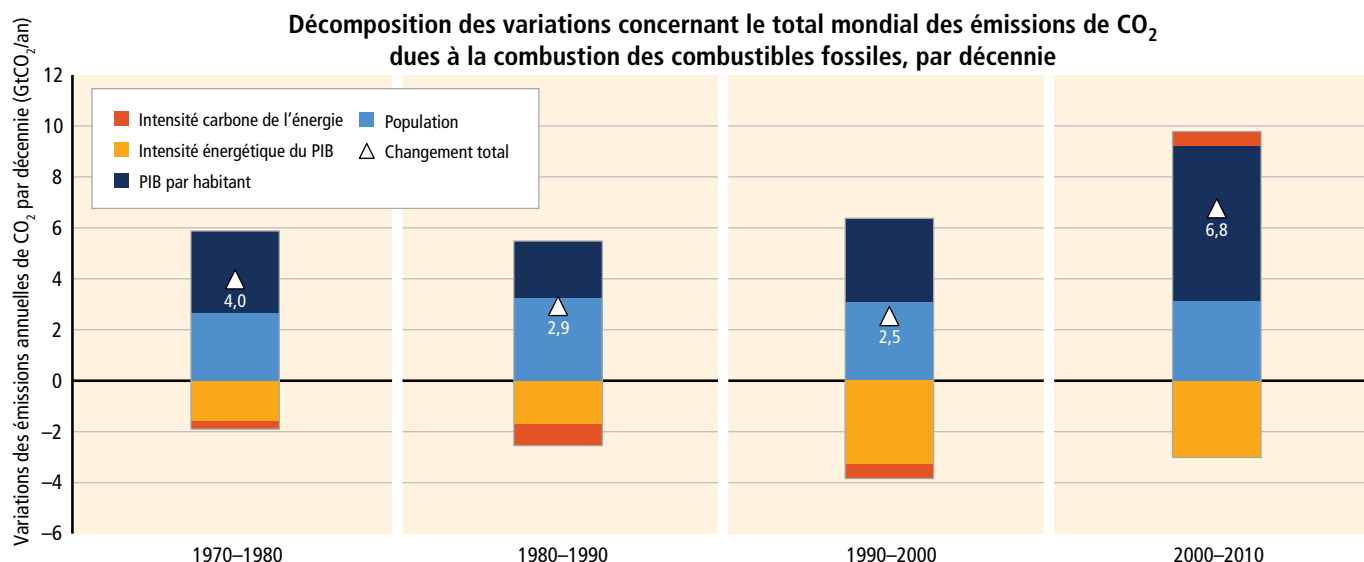


Figure 1.8 | Décomposition des variations concernant le total annuel des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dues à la combustion des combustibles fossiles par décennie et selon quatre facteurs déterminants: population, revenu (produit intérieur brut, PIB) par habitant, intensité énergétique du PIB et intensité carbone de l'énergie. Les secteurs de couleur montrent les changements associés à chaque facteur pris isolément, les autres facteurs restant constants. Le changement total est indiqué par un triangle. L'évolution des émissions au cours de chaque décennie est mesurée en gigatonnes de CO₂ par an [GtCO₂/an]; le revenu est ramené à une même unité grâce aux parités du pouvoir d'achat. [GT III RID.3]

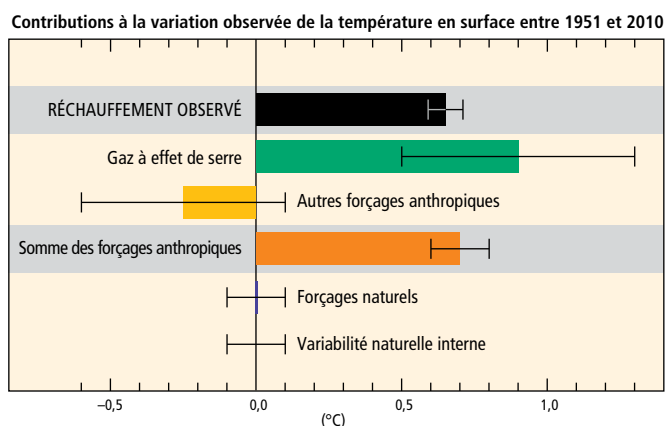


Figure 1.9 | Estimations de la plage probable (segments horizontaux) et médianes correspondantes (barres) pour les tendances du réchauffement sur la période 1951–2010 dû aux gaz à effet de serre au mélange homogène, aux autres forçages anthropiques (y compris l'effet de refroidissement des aérosols et l'effet du changement d'affectation des terres), à la somme des forçages anthropiques, aux forçages naturels et à la variabilité naturelle interne du climat (qui survient spontanément au sein du système climatique, même en l'absence de forçage). La variation observée de la température en surface apparaît en noir, avec sa plage d'incertitude de 5 à 95 % due à l'incertitude des observations. Les plages de réchauffement attribuées (couleurs) reposent sur les données d'observation conjuguées aux résultats de simulations à l'aide de modèles climatiques; elles permettent d'estimer la contribution de chaque forçage externe au réchauffement observé. La part revenant à la somme des forçages anthropiques est entachée d'une incertitude moindre que la part revenant séparément aux gaz à effet de serre et aux autres forçages anthropiques. En effet, comme ces deux contributions se compensent en partie, le signal résultant est mieux contraint par les observations. [D'après GT I figure RT.10]

surface depuis le milieu du XX^e siècle (figure 1.10). En ce qui concerne l'Antarctique, les incertitudes observationnelles importantes ne donnent qu'un *faible degré de confiance* au fait que les forçages anthropiques aient contribué au réchauffement observé, dont la moyenne a été calculée à partir des stations disponibles. En revanche, il est *probable* que les forçages anthropiques ont contribué au réchauffement très important observé en Arctique depuis le milieu du XX^e siècle. L'influence de l'homme a *probablement* contribué à l'augmentation des températures dans de nombreuses régions sous-continentales. {GT I RID D.3, RT.4.8, 10.3.1}

Les influences anthropiques ont très probablement contribué à la fonte de la banquise de l'Arctique depuis 1979 (figure 1.10). Le *degré de confiance* dans la compréhension scientifique de la légère augmentation observée de l'étendue de la banquise en Antarctique est *faible*, en raison des explications scientifiques incomplètes et contradictoires des causes de ce changement et du *faible degré de confiance* concernant les estimations de la variabilité naturelle interne dans cette région. {GT I RID D.3, 10.5.1, figure 10.16}

Il est *probable* que les influences anthropiques ont contribué au recul des glaciers depuis les années 1960 et à la fonte accrue de la surface de la nappe glaciaire du Groenland depuis 1993. En raison du faible niveau de compréhension scientifique, toutefois, le *degré de confiance* est *faible* quant à l'attribution des causes de la perte de masse observée ces deux dernières décennies dans la nappe glaciaire de l'Antarctique. Il est *probable* qu'il existe une contribution anthropique au recul du manteau neigeux observé au printemps dans l'hémisphère Nord depuis 1970. {GT I 4.3.3, 10.5.2, 10.5.3}

Il est *probable* que les influences anthropiques affectent le cycle mondial de l'eau depuis 1960. Les influences anthropiques ont contribué aux augmentations du contenu atmosphérique en vapeur d'eau (*degré de confiance moyen*), à des changements dans les régimes de précipitation au-dessus des terres émergées du globe (*degré de confiance moyen*), à l'intensification des épisodes de fortes précipitations sur les régions continentales où les données sont suffisantes (*degré de confiance moyen*) (voir 1.4) et à des changements de salinité dans les couches superficielles et profondes de l'océan (*très probable*). {GT I RID D.3, 2.5.1, 2.6.2, 3.3.2, 3.3.3, 7.6.2, 10.3.2, 10.4.2, 10.6}

Il est *très probable* que les forçages anthropiques ont nettement contribué à l'augmentation du contenu thermique de l'océan superficiel (0-700 m) observée à l'échelle du globe depuis les années 1970 (figure 1.10). Des éléments suggèrent une influence humaine dans certains bassins océaniques. Il est *très probable* que la contribution anthropique à l'élévation du niveau moyen des mers du globe depuis les années 1970 est importante. Ce résultat découle du *degré de confiance élevé* attribué à l'influence anthropique sur les deux principaux facteurs qui contribuent à l'élévation du niveau des mers : l'expansion thermique des océans et la perte de masse des glaciers. L'absorption par l'océan du CO₂ anthropique a entraîné une acidification progressive de ses eaux superficielles (*degré de confiance élevé*). {GT I RID D.3, 3.2.3, 3.8.2, 10.4.1, 10.4.3, 10.4.4, 10.5.2, 13.3, encadré 3.2, RT.4.4, GT II 6.1.1.2, encart ET-AO}

1.3.2 Attribution des incidences observées au changement climatique

Au cours des dernières décennies, l'évolution observée du climat, quelles que soient ses causes, a eu un impact sur tous les océans et sur les systèmes naturels et humains de tous les continents, ce qui témoigne de la sensibilité de ces systèmes au changement climatique. Les preuves les plus flagrantes et les mieux étayées des incidences du changement climatique ont trait aux systèmes naturels. On a également attribué au changement climatique certains des effets observés sur les systèmes humains, en établissant une distinction entre les contributions majeures ou mineures de ce dernier et celles d'autres facteurs (figure 1.11). Les incidences sur les systèmes humains sont souvent hétérogènes dans l'espace, car elles ne dépendent pas seulement de l'évolution des variables climatiques, mais aussi de facteurs économiques et sociaux. Les changements sont donc plus faciles à observer à l'échelon local, quoique l'attribution puisse rester difficile. {GT II RID A-1, RID A-3, 18.1, 18.3–18.6}

Dans beaucoup de régions, la modification du régime des précipitations ou de la fonte des neiges et des glaces perturbe les systèmes hydrologiques et influe sur la qualité et la quantité des ressources hydriques (degré de confiance moyen). Les glaciers continuent de reculer presque partout dans le monde à cause du changement climatique (*degré de confiance élevé*), influant sur le ruissellement et sur les ressources en eau en aval (*degré de confiance moyen*). Le changement climatique provoque le réchauffement et la fonte du pergélisol aux hautes latitudes comme dans les régions d'altitude élevée (*degré de confiance élevé*). {GT II RID A-1}

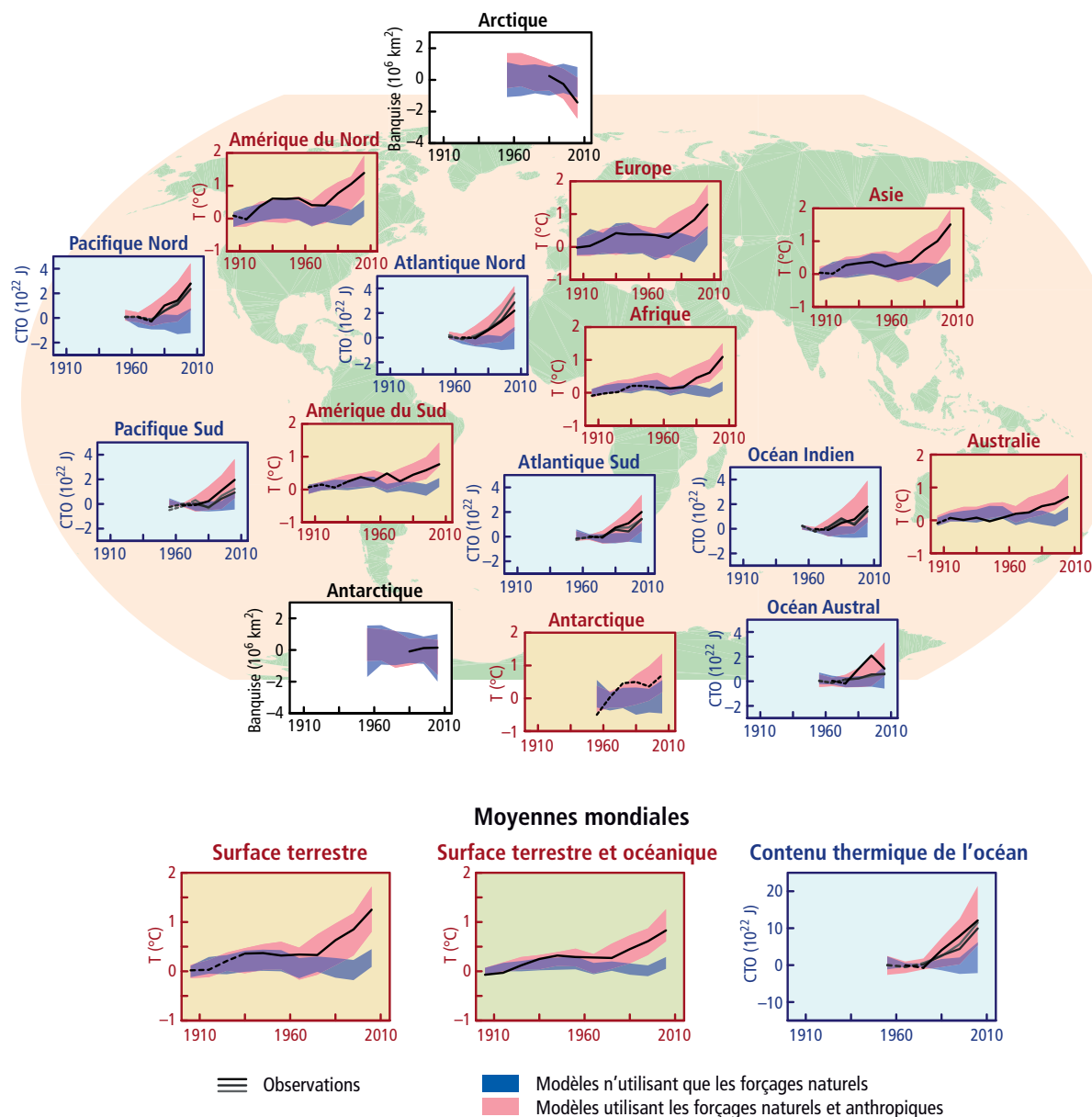
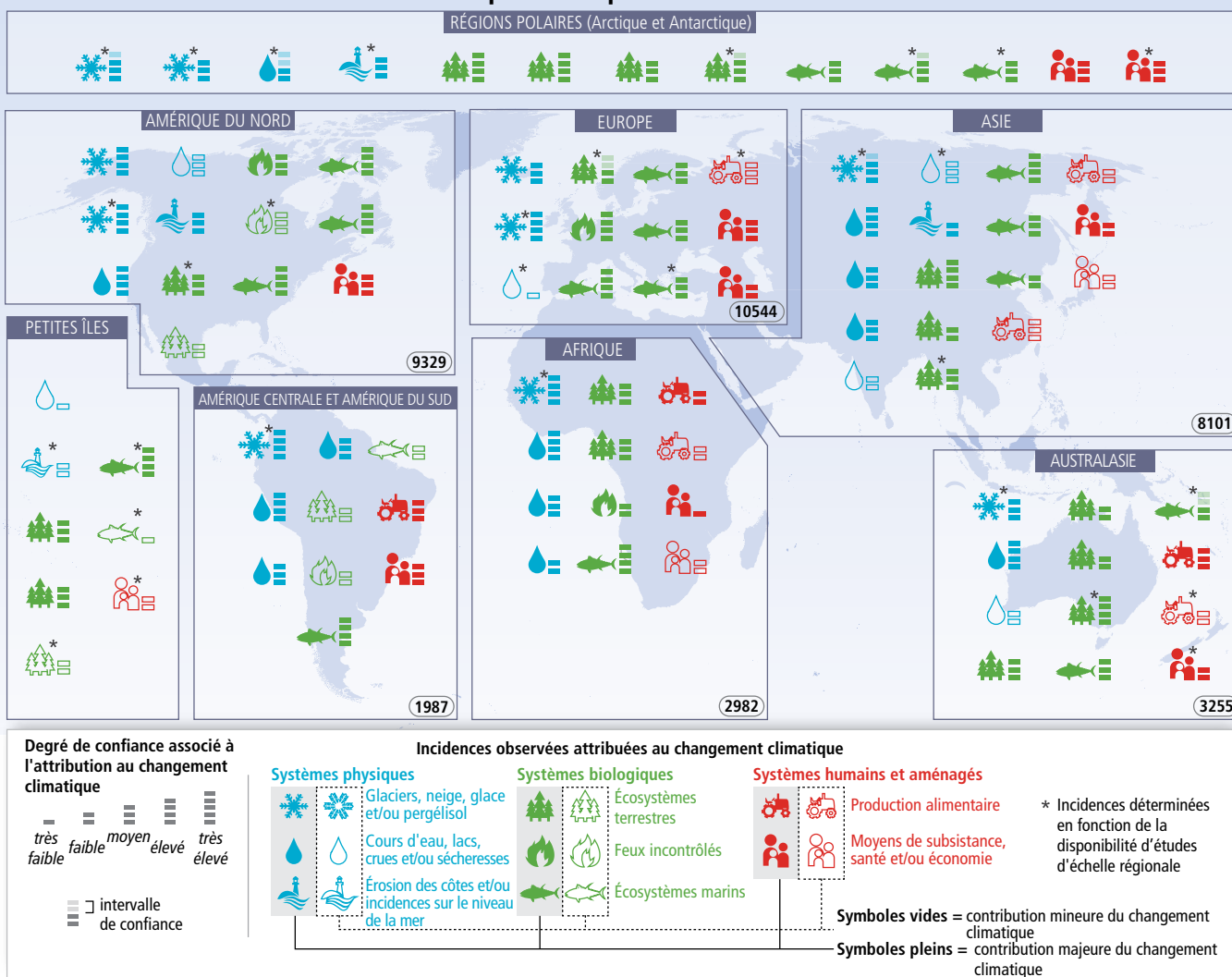


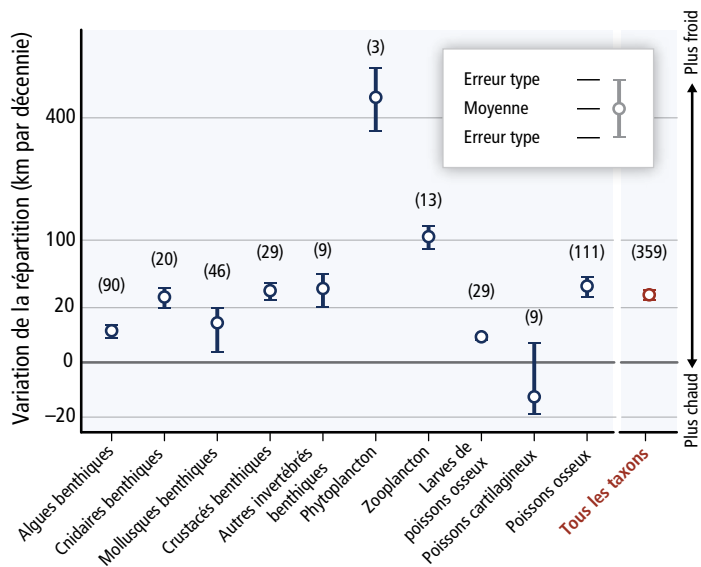
Figure 1.10 | Comparaison des changements observés et simulés dans les températures à la surface des terres continentales (cadres blancs), dans l'étendue de la banquise arctique et antarctique en septembre (cadres blancs) et dans le contenu thermique de l'océan (CTO) superficiel par grands bassins (cadres bleus). Les changements moyens à l'échelle du globe sont également indiqués. Les anomalies sont données relativement à 1880-1919 pour les températures en surface, à 1960-1980 pour le contenu thermique de l'océan et à 1979-1999 pour la banquise. Toutes les séries chronologiques sont des moyennes décennales, placées au centre des décennies. En ce qui concerne les cadres relatifs à la température, les observations sont représentées en lignes pointillées si la couverture spatiale des zones examinées est inférieure à 50 %. En ce qui concerne les cadres relatifs au contenu thermique de l'océan et à la banquise, les lignes continues indiquent les cas où la couverture des données est bonne et de qualité optimale, les lignes pointillées indiquent les cas où la couverture des données est seulement suffisante et où l'incertitude est par conséquent plus importante (à noter que les différentes lignes correspondent à différents jeux de données; pour plus de détails, voir la figure RID.6 du rapport du GT I). Les résultats des modèles présentés sont les plages de dispersion des ensembles multi-modèles provenant de la cinquième phase du Projet de comparaison de modèles couplés (CMIP5), les zones ombrées indiquant les intervalles de confiance de 5 à 95 %. [GT I figure RID.6; pour plus de détails, voir GT I figure RT.12]

Figure 1.11 | Répercussions à grande échelle dans un monde en pleine évolution; **a)** Vu les études réalisées depuis la publication du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4), un nombre beaucoup plus grand d'incidences survenues ces dernières décennies sont maintenant attribuées au changement climatique. L'attribution exige des preuves scientifiques claires du rôle joué par l'évolution du climat. La liste des incidences attribuées au changement climatique présentées dans cette carte ne saurait être considérée comme exhaustive. Les textes publiés à l'appui de l'attribution des impacts témoignent d'un élargissement des connaissances, même si leur nombre reste limité pour beaucoup de régions, systèmes et processus en raison des lacunes que présentent les données et les études. Les symboles indiquent le type d'incidence, la contribution relative du changement climatique (majeure ou mineure) aux incidences observées et le degré de confiance correspondant. Chaque symbole renvoie à une ou plusieurs entrées du tableau RID.A1 du rapport du GT II, regroupant les incidences apparentées à l'échelle régionale. Les chiffres entourés d'un ovale indiquent le nombre total de publications sur le changement climatique, par région, parues entre 2001 et 2010, selon la base de données bibliographiques Scopus, pour les textes en anglais mentionnant divers pays dans le titre, le résumé ou les mots clés (en juillet 2011). Ils donnent une idée générale des documents scientifiques parus sur le sujet par région; il ne s'agit pas du nombre de publications à l'appui de l'attribution des incidences du changement climatique dans chaque région. Les études visant les régions polaires et les petites îles ont été intégrées dans les zones continentales voisines. Le choix des publications incluses dans l'évaluation de l'attribution s'est fait conformément aux critères de preuves scientifiques qui sont définis dans le chapitre 18 du rapport du GT II. Les publications retenues pour les analyses d'attribution font partie d'un éventail plus large de documents évalués dans le cadre de la contribution du GT II au RE5. Les incidences attribuées sont décrites dans le tableau RID.A1 du rapport du GT II. **b)** Taux moyens de variation de la répartition (km par décennie) des groupes taxonomiques marins, fondés sur les observations recueillies de 1900 à 2010. Les changements positifs de la répartition concordent avec un réchauffement (migration vers des eaux auparavant plus froides, généralement en direction des pôles). Le nombre de résultats analysés est indiqué pour chaque catégorie. **c)** Résumé des incidences estimées des changements climatiques observés de 1960 à 2013 sur les rendements de quatre cultures importantes des régions tempérées et tropicales; le nombre de points de données analysés est indiqué entre parenthèses pour chaque catégorie. [GT II figure RID.2, encadré RT.1 figure 1]

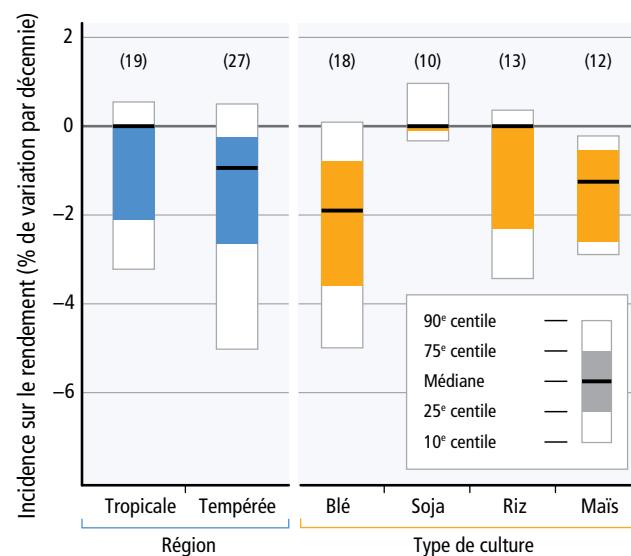
a) Incidences à grande échelle attribuées au changement climatique suivant les études scientifiques parues depuis le RE4



b)



c)



On observe chez beaucoup d'espèces terrestres, dulcicoles et marines une évolution de l'aire de répartition, des activités saisonnières, des mouvements migratoires, de l'abondance et des interactions interspécifiques découlant du changement climatique en cours (*degré de confiance élevé*). Bien que le nombre de disparitions récentes d'espèces attribuées jusqu'à présent à l'évolution du climat reste limité (*degré de confiance élevé*), nous savons que les changements climatiques naturels à l'échelle du globe, moins rapides que les changements d'origine anthropique que nous observons actuellement, ont entraîné au cours des derniers millions d'années une évolution importante des écosystèmes et l'extinction de très nombreuses espèces (*degré de confiance élevé*). L'augmentation de la mortalité des arbres observée à des emplacements nombreux dans le monde a été attribuée dans certaines régions au changement climatique. On a détecté dans beaucoup de régions une hausse de la fréquence ou de l'intensité des perturbations que subissent les écosystèmes, à savoir des sécheresses, des tempêtes, des incendies et des invasions de parasites, ce qui, dans certains cas, a été attribué au changement climatique (*degré de confiance moyen*). De nombreuses observations recueillies au cours des dernières décennies dans tous les bassins océaniques font apparaître des changements dans l'abondance d'espèces de poissons, d'invertébrés et de phytoplancton et un déplacement de leurs aires de répartition, vers les pôles et/ou vers des eaux plus froides et plus profondes, (*degré de confiance très élevé*) et une altération dans la composition des écosystèmes (*degré de confiance élevé*), associés aux tendances du climat. En ce qui concerne certains coraux d'eaux chaudes et les récifs qu'ils forment, on observe que, sous l'action du réchauffement, certaines espèces se sont substituées à d'autres, le blanchissement corallien est à l'œuvre et la couverture corallienne diminue, ce qui se traduit par une perte d'habitats (*degré de confiance élevé*). Certaines répercussions de l'acidification de l'océan sur les organismes marins ont été attribuées à une influence humaine, de l'amincissement de la coquille des ptéropodes et des foraminifères (*degré de confiance moyen*) au ralentissement de la croissance des coraux (*degré de confiance faible*). La diminution de la ventilation et de la solubilité de l'oxygène dans les masses d'eau océaniques présentant une température et une stratification accrues produit l'expansion des zones de minimum d'oxygène dans les régions tropicales des océans Pacifique, Atlantique et Indien, ce qui réduit l'habitat propice aux poissons (*degré de confiance moyen*). {GT II RID A-1, tableau RID.A1, RT.A-1, 6.3.2.5, 6.3.3, 18.3–18.4, 30.5.1.1, encart ET-AO, encart ET-RC}

L'évaluation de nombreuses études portant sur un large éventail de régions et de types de cultures montre que les incidences négatives du changement climatique sur le rendement des cultures ont été plus fréquentes que les incidences positives (*degré de confiance élevé*). Les études moins nombreuses faisant état d'incidences positives portent principalement sur des régions de hautes latitudes, bien qu'il reste difficile de déterminer, à l'heure actuelle, si le bilan global des incidences observées dans ces régions est positif ou négatif (*degré de confiance élevé*). Le changement climatique a eu un effet négatif sur le rendement des cultures de blé et de maïs dans de nombreuses régions, ainsi qu'à

l'échelle mondiale (*degré de confiance moyen*). Les incidences sur le rendement des cultures de riz et de soja ont été moindres dans les principales régions productrices ainsi qu'à l'échelle mondiale, le changement médian calculé à partir de l'ensemble des données disponibles — moins nombreuses pour le soja que pour les autres cultures — s'établissant à zéro (voir la figure 1.11c). Les incidences observées ont trait surtout aux aspects de la production liés à la sécurité alimentaire, plutôt qu'à l'accès ou à d'autres composantes de la sécurité alimentaire. Depuis le RE4, plusieurs épisodes d'augmentation rapide des prix des aliments et des céréales consécutifs à des événements climatiques extrêmes dans les principales régions productrices ont laissé conclure à une sensibilité des marchés actuels à ce type d'événements, parmi d'autres facteurs (*degré de confiance moyen*). {GT II RID A-1}

À l'heure actuelle, le fardeau des maladies humaines provoquées à l'échelle mondiale par le changement climatique est relativement faible comparativement aux effets d'autres facteurs de perturbation et reste mal quantifié. On a cependant observé une hausse du nombre de décès dus à la chaleur et une baisse du nombre de décès dus au froid dans certaines régions du fait du réchauffement planétaire (*degré de confiance moyen*). Les variations locales de la température et des précipitations ont modifié la répartition de certaines maladies d'origine hydrique et de certains vecteurs de maladies (*degré de confiance moyen*). {GT II RID A-1}

Il est possible aujourd'hui d'attribuer les incidences du changement climatique qui surviennent en cascade à une succession d'éléments qui relient le climat physique aux populations, en passant par les systèmes intermédiaires (figure 1.12). Dans certains cas, les changements climatiques qui entrent dans le phénomène de cascade sont associés à des facteurs humains (telle la baisse de la quantité d'eau que renferme au printemps le manteau neigeux dans l'ouest de l'Amérique du Nord); dans d'autres cas, on ne dispose pas d'évaluation des causes du changement climatique observé qui contribue à l'effet de cascade. Quoi qu'il en soit, le degré de confiance attaché à la détection des effets et à leur attribution au changement climatique décroît au fur et à mesure que l'on descend dans la chaîne d'incidences. {GT II 18.6.3}

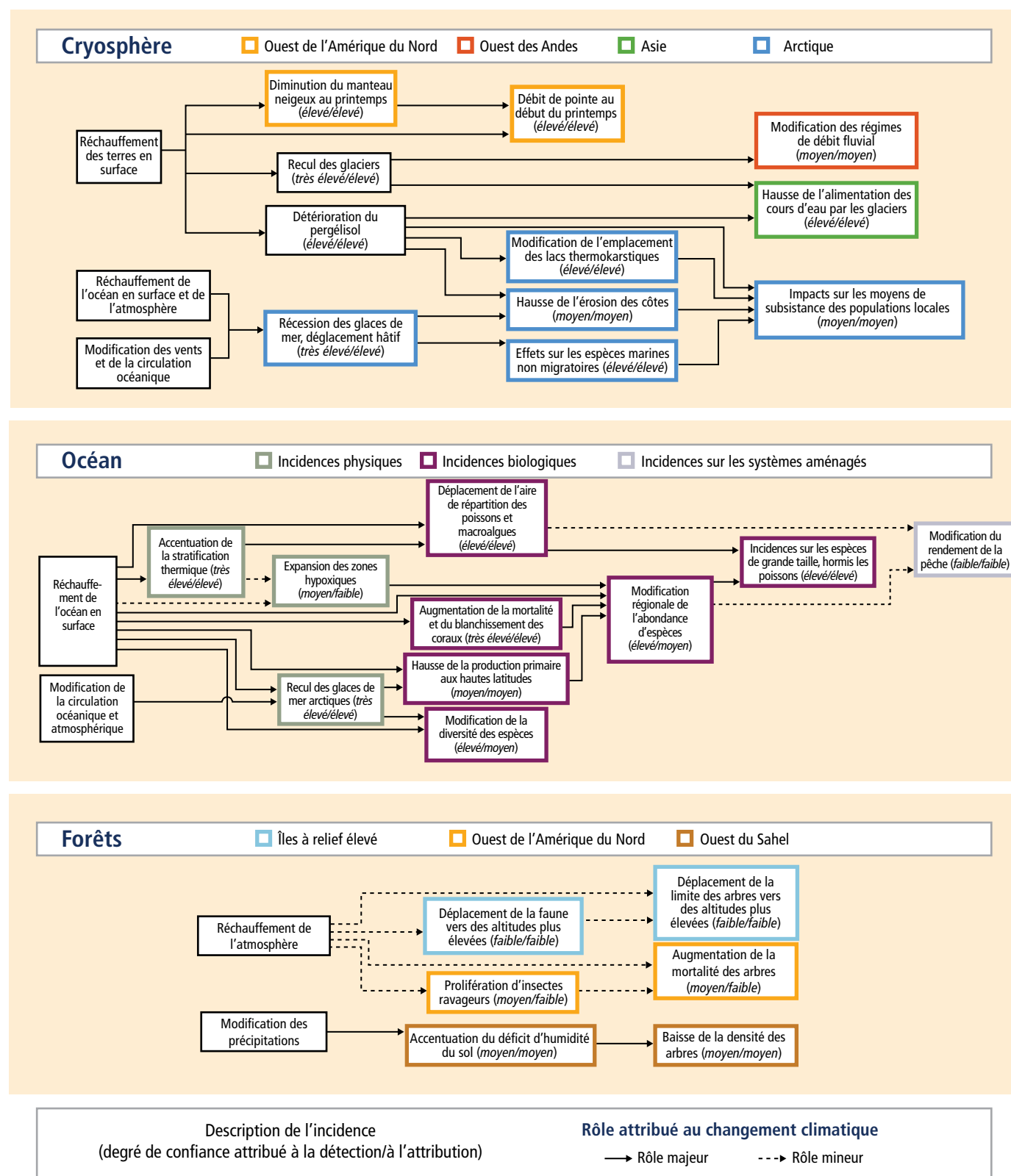


Figure 1.12 | Grands systèmes dans lesquels de nouveaux éléments indiquent que l'évolution récente du climat a eu des incidences interconnectées, en cascade, par l'entremise de plusieurs systèmes naturels et humains. Le texte entre parenthèses précise le degré de confiance attribué à la détection d'un effet du changement climatique et à l'attribution des incidences observées au changement climatique. Le climat peut jouer un rôle majeur (flèche en trait plein) ou mineur (flèche en pointillé). Selon les premiers éléments disponibles, l'acidification de l'océan suit les mêmes tendances que le réchauffement de l'océan en ce qui a trait à l'incidence sur les systèmes humains. {GT II figure 18-4}

1.4 Phénomènes extrêmes

Des changements ont été constatés depuis 1950 environ en ce qui concerne bon nombre de phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Certains de ces changements ont été reliés aux activités humaines, notamment la diminution des extrêmes de froid, l'augmentation des extrêmes de chaleur, la hausse des niveaux extrêmes de pleine mer et la multiplication des épisodes de fortes précipitations dans diverses régions.

Il est *très probable* que le nombre de journées et de nuits froides a diminué et que le nombre de journées et de nuits chaudes a augmenté à l'échelle de la planète. Il est *probable* que la fréquence des vagues de chaleur a augmenté sur une grande partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Australie. Il est *très probable* que l'influence humaine a contribué aux changements observés à l'échelle du globe concernant la fréquence et l'intensité des extrêmes journaliers de température depuis le milieu du XX^e siècle, et *probable* que l'influence humaine a plus que doublé la probabilité d'occurrence des vagues de chaleur en certains endroits. {GT I RID B.1, RID D.3, tableau RID.1, FAQ 2.2, 2.6.1, 10.6}

Le réchauffement observé a augmenté le nombre de décès dus à la chaleur et diminué le nombre de décès dus au froid dans certaines régions (*degré de confiance moyen*). Les épisodes de chaleur extrême entraînent une hausse de la mortalité et de la morbidité en Amérique du Nord (*degré de confiance très élevé*) ainsi qu'en Europe avec des effets variant selon l'âge des personnes, le lieu considéré et d'autres facteurs socio-économiques (*degré de confiance élevé*). {GT II RID A-1, 11.4.1, tableau 23-1, 26.6.1.2}

Il est *probable* qu'il y a davantage de régions continentales où le nombre d'épisodes de précipitations abondantes a augmenté plutôt que diminué. La fréquence et l'intensité des épisodes de fortes précipitations ont *probablement* augmenté en Amérique du Nord et en Europe. Sur les autres continents, le *degré de confiance* associé aux tendances est, au mieux, *moyen*. Il est *très probable* que, à l'échelle du globe, l'humidité spécifique de l'air proche de la surface et de l'air troposphérique augmente depuis les années 1970. Dans les régions continentales où les réseaux d'observation sont suffisants pour permettre une évaluation, on estime (*degré de confiance moyen*) que le forçage anthropique a contribué à une intensification à l'échelle de la planète des fortes précipitations pendant la seconde moitié du XX^e siècle. {GT I RID B-1, 2.5.1, 2.5.4–2.5.5, 2.6.2, 10.6, tableau RID.1, FAQ 2.2, SREX tableau 3-1, 3.2}

Un *degré de confiance faible* est associé à la modification par le changement climatique anthropique de la fréquence et de l'ampleur des crues fluviales à l'échelle du globe. La faiblesse des éléments probants est principalement due à l'insuffisance de relevés à long terme sur les bassins non gérés. En outre, un grand nombre d'activités humaines touchant les bassins hydrographiques ont une forte incidence sur les crues, d'où la difficulté d'attribuer les modifications détectées à l'évolution du climat. Les tendances à l'augmentation des précipitations et des débits extrêmes détectées récemment dans certains bassins entraînent toutefois des risques de crue plus grands à l'échelle régionale

(*degré de confiance moyen*). Les coûts associés aux dommages provoqués par les inondations ont augmenté à l'échelle du globe depuis 1975, quoique cette tendance s'explique en partie par la hausse de l'exposition des personnes et des biens. {GT I 2.6.2, GT II 3.2.7, SREX RID B}

Les tendances observées à l'échelle du globe concernant les périodes de sécheresse bénéficient d'un *degré de confiance faible* en raison du manque d'observations directes, du fait que les tendances inférées dépendent de la définition de la sécheresse retenue et d'incohérences géographiques dans ces tendances. Le *degré de confiance* est également *faible* s'agissant de l'attribution de la modification des périodes de sécheresse sur les terres émergées du globe depuis le milieu du XX^e siècle, à cause des mêmes incertitudes qui entachent les observations et de la difficulté de dégager la variabilité décennale des tendances à long terme. {GT I tableau RID.1, 2.6.2.3, 10.6, figure 2.33, GT II 3.ES, 3.2.7}

Le *degré de confiance* reste *faible* pour ce qui est de la robustesse des variations à long terme de l'activité cyclonique tropicale et de l'attribution des changements mondiaux à une cause particulière, quelle qu'elle soit. Toutefois, il est *quasiment certain* que l'activité cyclonique tropicale intense s'est renforcée dans l'Atlantique Nord depuis 1970. {GT I tableau RID.1, 2.6.3, 10.6}

Il est *probable* que les niveaux extrêmes des mers (comme en provoquent les ondes de tempête, par exemple) ont augmenté depuis 1970, en raison essentiellement de l'élévation du niveau moyen des mers. On détient peu d'éléments sur les incidences de l'élévation du niveau des mers, à cause du nombre insuffisant d'études et de la difficulté de distinguer ce genre d'impacts d'autres modifications survenues dans les systèmes côtiers. {GT I 3.7.4–3.7.6, figure 3.15, GT II 5.3.3.2, 18.3}

Les incidences d'événements climatiques extrêmes survenus récemment — vagues de chaleur, sécheresses, inondations, cyclones et feux incontrôlés — mettent en évidence la grande vulnérabilité et le degré élevé d'exposition de certains écosystèmes et de nombreux systèmes humains à la variabilité actuelle du climat (*degré de confiance très élevé*). Les incidences de tels événements climatiques extrêmes incluent la dégradation des écosystèmes, la perturbation de la production alimentaire et de l'approvisionnement en eau, les dommages causés aux infrastructures et aux établissements humains, la morbidité et la mortalité, et les conséquences sur la santé mentale et sur le bien-être des individus. Quel que soit le stade de développement d'un pays, ces incidences trahissent un manque important de préparation à la variabilité actuelle du climat dans certains secteurs. {GT II RID A-1, 3.2, 4.2-3, 8.1, 9.3, 10.7, 11.3, 11.7, 13.2, 14.1, 18.6, 22.2.3, 22.3, 23.3.1.2, 24.4.1, 25.6-8, 26.6-7, 30.5, tableau 18-3, tableau 23-1, figure 26-2, encadré 4-3, encadré 4-4, encadré 25-5, encadré 25-6, encadré 25-8, encart ET-RC}

Les pertes directes et assurées provoquées par les catastrophes de nature météorologique ont augmenté fortement ces dernières décennies, à l'échelle du globe comme à celle des régions. L'exposition accrue des personnes et des biens est la principale cause de la hausse durable des pertes économiques occasionnées par les catastrophes liées au temps et au climat (*degré de confiance élevé*). {GT II 10.7.3, SREX RID B, 4.5.3.3}

1.5 Exposition et vulnérabilité

La nature et la gravité des incidences du changement climatique et des phénomènes extrêmes découlent de risques qui ne tiennent pas seulement aux dangers d'ordre climatique, mais aussi à l'exposition (populations et biens menacés) et à la vulnérabilité (fragilité) des systèmes humains et naturels.

L'exposition et la vulnérabilité sont fonction d'une large palette de facteurs et de processus sociaux, économiques et culturels qui n'ont pas été complètement pris en compte à ce jour et dont il est difficile d'évaluer quantitativement les tendances futures (*degré de confiance élevé*). Ces facteurs comprennent la richesse et sa répartition au sein des sociétés, la démographie, les migrations, l'accès à la technologie et à l'information, la structure de l'emploi, la qualité des réponses adaptatives, les valeurs sociétales, les structures de gouvernance et les institutions servant à résoudre les conflits. {GT II RID A-3, SREX RID B}

Les différences de vulnérabilité et d'exposition résultent de facteurs non climatiques et d'inégalités multidimensionnelles souvent causés par un développement inégal (*degré de confiance très élevé*). Ces différences déterminent les risques différentiels dus au changement climatique. Les populations qui sont marginalisées sur le plan social, économique, culturel, politique, institutionnel ou autre sont particulièrement vulnérables au changement climatique, ainsi qu'à certaines stratégies d'adaptation et d'atténuation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Cette vulnérabilité accrue est rarement attribuable à une cause unique; elle est plutôt due à l'interaction de processus sociaux qui provoque des inégalités sur le plan du statut socio-économique et des revenus, ainsi que du degré d'exposition. Ces processus sociaux incluent par exemple la discrimination fondée sur le sexe, la classe sociale, l'ethnie, l'âge et l'état physique. {GT II RID A-1, figure RID.1, 8.1–8.2, 9.3–9.4, 10.9, 11.1, 11.3–11.5, 12.2–12.5, 13.1–13.3, 14.1–14.3, 18.4, 19.6, 23.5, 25.8, 26.6, 26.8, 28.4, encart ET-HFC}

Les dangers liés au climat exacerbent d'autres facteurs de stress, souvent avec des conséquences négatives sur les moyens de subsistance, en particulier pour les populations vivant dans la pauvreté (*degré de confiance élevé*). Les dangers liés au climat influent sur la vie des pauvres à la fois directement — perturbation des moyens de subsistance, réduction des rendements des cultures, destruction des habitations — et indirectement — hausse du prix des aliments, aggravation de l'insécurité alimentaire, etc. Les effets positifs observés dans les populations pauvres et marginalisées sont limités et souvent indirects; ils incluent par exemple la diversification des réseaux sociaux et des pratiques agricoles. {GT II RID A-1, 8.2–8.3, 9.3, 11.3, 13.1–13.3, 22.3, 24.4, 26.8}

Les conflits violents augmentent la vulnérabilité au changement climatique (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Les conflits violents de grande ampleur portent atteinte aux actifs qui facilitent l'adaptation, y compris les infrastructures, les institutions, les ressources naturelles, le capital social et les moyens de subsistance. {GT II RID A-1, 12.5, 19.2, 19.6}

1.6 Mesures prises face au changement climatique: adaptation et atténuation

L'expérience relative à l'adaptation grandit dans toutes les régions et à toutes les échelles, alors que les émissions anthropiques de gaz à effet de serre continuent d'augmenter dans le monde.

Tout au long de leur histoire, les peuples et les sociétés ont réussi avec plus ou moins de succès à s'adapter ou à faire face au climat, à ses variations et aux phénomènes climatiques extrêmes. Dans le contexte actuel d'évolution du climat, l'acquisition d'expérience en matière d'adaptation et d'atténuation est l'occasion d'enrichir et d'affiner les connaissances (3, 4). {GT II RID A-2}

Le concept d'adaptation commence à être intégré dans certains processus de planification, bien que sa mise en application demeure plus limitée (*degré de confiance élevé*). Diverses options techniques et technologiques d'adaptation sont régulièrement mises en œuvre et souvent intégrées dans des programmes existants, comme la gestion des risques de catastrophe et la gestion de l'eau. On reconnaît de plus en plus la valeur des mesures sociales, institutionnelles et écosystémiques, et l'ampleur des obstacles à l'adaptation. {GT II RID A-2, 4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3–14.4, 15.2–15.5, 17.2–17.3, 21.3, 21.5, 22.4, 23.7, 25.4, 26.8–26.9, 30.6, encadré 25-1, encadré 25-2, encadré 25-9, encart ET-AÉ}

À différents niveaux, les administrations publiques commencent à élaborer des plans et des politiques d'adaptation et à intégrer les enjeux du changement climatique dans le cadre plus large du développement. Il existe aujourd'hui des exemples de mesures d'adaptation dans toutes les régions (le thème 4 présente en détail les options d'adaptation et les politiques destinées à soutenir la mise en œuvre). {GT II RID A-2, 22.4, 23.7, 24.4–24.6, 24.9, 25.4, 25.10, 26.7–26.9, 27.3, 28.2, 28.4, 29.3, 29.6, 30.6, tableau 25-2, tableau 29-3, figure 29-1, encadré 5-1, encadré 23-3, encadré 25-1, encadré 25-2, encadré 25-9, encart ET-CT}

Les émissions anthropiques et les incidences climatiques ont augmenté à l'échelle du globe, en dépit des activités d'atténuation conduites dans de nombreuses régions. Diverses initiatives d'atténuation, d'envergure sous-nationale à mondiale, ont été élaborées ou réalisées, mais une évaluation poussée de leur effet est sans doute prématurée. {GT III RID.3, RID.5}

2

Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives

Thème 2: Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives

Si elles se poursuivent, les émissions de gaz à effet de serre provoqueront un réchauffement supplémentaire et une modification durable de toutes les composantes du système climatique, ce qui augmentera la probabilité de conséquences graves, généralisées et irréversibles pour les populations et les écosystèmes. Pour limiter l'ampleur des changements climatiques, il faudrait réduire fortement et durablement les émissions de gaz à effet de serre, ce qui, avec l'adaptation, est susceptible de limiter les risques liés à ces changements.

Le thème 2 contient une évaluation des projections relatives au changement climatique à venir et à ses incidences. Les facteurs déterminant ce changement, et en particulier les scénarios des futures émissions de gaz à effet de serre, sont indiqués dans la section 2.1. On trouvera dans les encadrés 2.1 à 2.3 une description des méthodes et des outils employés pour établir les projections relatives au climat, à ses incidences et à ses risques, ainsi qu'à leur évolution depuis le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Les prévisions de l'évolution du système climatique, ainsi que l'incertitude qui lui est associée et le degré de confiance que les experts accordent à ces prévisions sont détaillés dans la section 2.2. Les futures incidences du changement climatique sur les systèmes naturels et anthropiques et les risques connexes sont analysés dans la section 2.3. Le thème 2 se conclut, dans la section 2.4, sur une évaluation des changements brusques ou irréversibles et de l'évolution prévue au-delà de 2100.

2.1 Principaux facteurs du climat à venir et fondements des projections

Le cumul des émissions de CO₂ détermine dans une large mesure la moyenne mondiale du réchauffement en surface vers la fin du XXI^e siècle et au-delà. Les projections relatives aux émissions de gaz à effet de serre varient sur une large fourchette en fonction du développement socioéconomique et de la politique climatique.

Les modèles climatiques sont des représentations mathématiques de processus importants qui font partie du système climatique de la planète. On trouvera dans le présent rapport les résultats de différents

modèles climatiques, depuis des modèles simples et idéalisés jusqu'à des modèles de complexité intermédiaire et des modèles de circulation générale complets, y compris des modèles du système Terre, qui simulent aussi le cycle du carbone. Les modèles de circulation générale simulent de nombreux éléments du climat, notamment la température de l'atmosphère et des océans, les précipitations, les vents, la nébulosité, les courants océaniques et l'étendue de la glace de mer. Ces modèles ont été abondamment testés au regard d'observations historiques (encadré 2.1). {GT I 1.5.2, 9.1.2, 9.2, 9.8.1}

Pour permettre d'établir des projections sur le changement climatique, les modèles climatiques s'appuient sur des informations provenant de scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques et de modes d'utilisation des terres. Ces scénarios sont élaborés

Encadré 2.1 | Modélisation du système climatique terrestre: progrès, degré de confiance et incertitude

Les progrès accomplis en matière de modélisation du climat depuis le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC ont été mis en évidence dans les simulations des températures en surface à l'échelle continentale, des précipitations à grande échelle, de la mousson, de la glace de mer arctique, de la teneur en chaleur de l'océan, de certains phénomènes extrêmes, du cycle du carbone, de la chimie de l'atmosphère et des aérosols, des effets de l'ozone stratosphérique et du phénomène El Niño/Oscillation australe. Les modèles climatiques reproduisent les structures spatiales et les tendances des températures en surface observées à l'échelle des continents sur de nombreuses décennies, y compris le réchauffement relativement rapide observé depuis le milieu du XX^e siècle et le refroidissement qui suit immédiatement les éruptions volcaniques majeures (*degré de confiance très élevé*). La simulation des régimes de précipitations à grande échelle s'est quelque peu améliorée depuis le quatrième Rapport d'évaluation; toutefois, les modèles restent moins performants pour les précipitations que pour les températures en surface. La *confiance* dans la représentation des processus impliquant des nuages et des aérosols reste *faible*. {GT I RID D.1, 7.2.3, 7.3.3, 7.6.2, 9.4, 9.5, 9.8, 10.3.1}

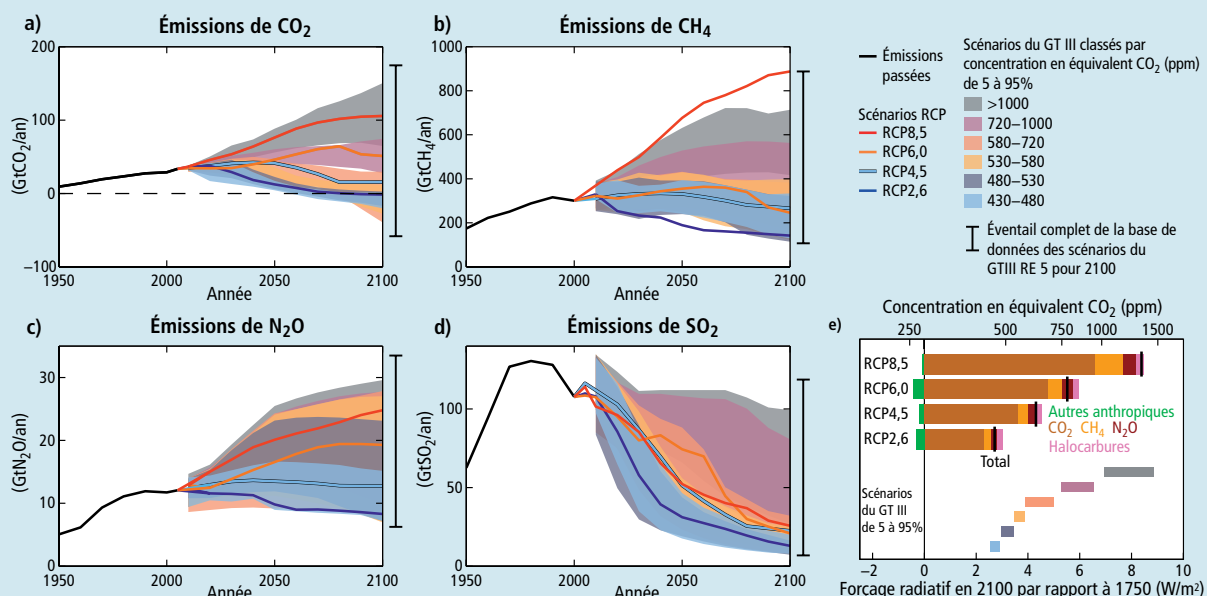
La capacité de simuler la dilatation thermique des océans, les glaciers et les nappes glaciaires, et par conséquent le niveau de la mer, s'est améliorée depuis le quatrième Rapport d'évaluation, bien qu'il reste très difficile de représenter la dynamique des nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique. Cette amélioration, combinée aux progrès accomplis en termes de connaissances et de capacités scientifiques, a permis de proposer dans le présent rapport des projections du niveau de la mer de meilleure qualité que celles du quatrième Rapport. {GT I RID E.6, 9.1.3, 9.2, 9.4.2, 9.6, 9.8, 13.1, 13.4, 13.5}

On observe une cohérence globale entre les projections issues des modèles climatiques présentés dans le quatrième et le cinquième Rapports d'évaluation pour ce qui concerne les configurations à grande échelle du changement climatique, tandis que l'ampleur de l'incertitude n'a pas varié de manière significative. Néanmoins, de nouvelles expériences et études ont permis de caractériser l'incertitude des projections à long terme de manière plus complète et rigoureuse. {GT I 12.4}

Encadré 2.2 | Profils représentatifs d'évolution de concentration

Les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) décrivent quatre modes différents d'évolution des émissions et des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre, des émissions de polluants atmosphériques et de l'utilisation des terres au XXI^e siècle. Ces profils ont été établis en s'appuyant sur des modèles d'évaluation intégrés et ont permis de constituer un large éventail de simulations de modèles climatiques afin d'évaluer leurs conséquences sur le système climatique. Ces simulations ont ensuite été employées pour évaluer les incidences et les mesures d'adaptation. Les profils sont cohérents avec les scénarios très divers présentés dans les publications sur les mesures d'atténuation qui ont été examinées par le Groupe de travail III²⁸. Les scénarios permettent d'évaluer les coûts associés aux réductions d'émissions en fonction de certains profils représentatifs d'évolution de concentration. Ces profils correspondent bien aux différentes émissions de gaz à effet de serre (GES) indiquées dans les publications plus générales (encadré 2.2, figure 1); ils comprennent un scénario strict d'atténuation (RCP2,6), deux scénarios intermédiaires (RCP4,5 et RCP6,0) et un scénario prévoyant des émissions de GES très élevées (RCP8,5). Les scénarios qui ne prévoient pas d'efforts supplémentaires de restriction des émissions (« scénarios de référence ») mènent à des profils situés entre le RCP6,0 et le RCP8,5. Le profil RCP2,6 correspond à un scénario visant à faire en sorte que le réchauffement de la planète reste *probablement* inférieur à 2 °C au-dessus des températures de l'époque préindustrielle. La majeure partie des modèles indiquent que les scénarios permettant d'atteindre des niveaux de forçage semblables à celui du RCP2,6 s'accompagnent d'un bilan fortement négatif des émissions²⁹ en 2100, qui se situe en moyenne autour de 2 GtCO₂/an. Dans ces profils, les différents scénarios d'utilisation des terres, pris ensemble, proposent un large éventail d'avenir possibles, allant du reboisement net à l'aggravation du déboisement, ce qui est cohérent avec les projections figurant dans les publications qui proposent des scénarios complets. Pour ce qui concerne les polluants atmosphériques tels que le dioxyde de soufre (SO₂), les scénarios des profils prévoient une diminution régulière des émissions consécutives aux politiques de lutte contre la pollution atmosphérique et d'atténuation des émissions de GES (encadré 2.2, figure 1). Il convient de souligner que ces scénarios ne tiennent pas compte des variations possibles de forçages naturels (par exemple, du fait d'éruptions volcaniques) (encadré 1.1). {GT I encadré RID.1, 6.4, 8.5.3, 12.3, annexe II, GT II 19, 21, GT III 6.3.2, 6.3.6}

Les profils représentatifs d'évolution de concentration couvrent un éventail de scénarios plus large que celui des scénarios du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (SRES) utilisés dans les précédentes évaluations, car ils comprennent aussi des scénarios prenant en compte une politique en faveur du climat. En termes de forçage général, le RCP8,5 est globalement comparable au scénario A2/A1FI du SRES, le RCP6,0 au B2 et le RCP4,5 au B1. Le RCP2,6 n'a pas d'équivalent dans le SRES. Les différences d'ampleur des projections climatiques présentées dans le quatrième et le cinquième Rapports d'évaluation sont donc essentiellement dues à la prise en compte d'un éventail plus large d'émissions. {GT I RT encadré RT.6, 12.4.9}



Encadré 2.2, Figure 1 | Scénarios d'émissions et niveaux de forçage radiatif qui en résultent pour les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP, courbes) et catégories de scénarios connexes employées dans le rapport du GT III (zones colorées, voir tableau 3.1). Les cadres a) à d) illustrent les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄), d'oxyde nitreux (N₂O) et de dioxyde de soufre (SO₂). Le cadre e) montre les futurs niveaux de forçage radiatif pour les profils fondés sur le modèle climatique simple du cycle du carbone, le modèle de bilan énergétique pour l'évaluation des changements climatiques dus aux gaz à effet de serre (MAGICC), pour chaque profil RCP selon l'agent de forçage et pour les catégories de scénarios établies par le GT III (total) {GT I 8.2.2, 8.5.3, figure 8.2, annexe II, GT III tableau RID.1, tableau 6.3}. Les catégories de scénarios du GT III présentent une synthèse du large éventail de scénarios d'émissions figurant dans les publications scientifiques. Elles sont définies sur la base des concentrations totales en équivalent CO₂ (en ppm) en 2100 (tableau 3.1). Les lignes verticales situées à droite des cadres a) à d) indiquent l'éventail complet de la base de données de scénarios établie par le GT III pour le cinquième Rapport d'évaluation.

²⁸ Environ 300 scénarios de référence et 900 scénarios d'atténuation ont été classés par concentration en équivalents CO₂ (eq.-CO₂) en 2100. La concentration en équivalents CO₂ intègre le forçage de toutes les émissions de gaz à effet de serre (y compris les gaz halogénés et l'ozone troposphérique), les aérosols et les changements d'albédo (voir le glossaire).

²⁹ On obtient un bilan négatif net des émissions lorsqu'il y a davantage de gaz à effet de serre piégés que rejetés dans l'atmosphère (par exemple, en exploitant une bioénergie parallèlement au piégeage et au stockage du dioxyde de carbone).

selon différentes méthodes, depuis des expériences simples et idéalisées jusqu'à des modèles d'évaluation intégrés (voir le glossaire). Les principaux facteurs expliquant les variations d'émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont la croissance économique et démographique et les changements de modes de vie et de comportements, associés aux évolutions intervenant dans la consommation d'énergie, les modes d'utilisation des terres, la technologie et les politiques climatiques, qui sont fondamentalement incertains. {GT I 11.3, 12.4, GT III 5, 6, 6.1}

L'ensemble type de scénarios employés dans le cinquième Rapport d'évaluation est désigné sous le terme de « profils représentatifs d'évolution de concentration » (RCP, voir encadré 2.2). {GT I encadré RID.1}

Les méthodes employées pour évaluer les incidences et les risques futurs consécutifs au changement climatique sont décrites dans l'encadré 2.3. Les futures incidences qui ont été modélisées et sont évaluées dans le présent rapport reposent généralement sur des projections de modèles climatiques construites à partir des profils RCP, et dans certains cas sur le *Rapport spécial sur les scénarios d'émissions* (SRES) paru antérieurement. {GT I encadré RID.1, GT II 1.1, 1.3, 2.2–2.3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, encart ET-CR}

Le risque de subir les incidences du changement climatique découle de l'interaction entre des aléas climatiques (y compris les tendances et les phénomènes dangereux) et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes anthropiques et naturels. Le fait d'adopter d'autres voies de développement a une influence sur ce risque, car il modifie la probabilité de certains phénomènes et ten-

dances climatiques en raison des changements que ces nouvelles voies entraînent dans les émissions de gaz à effet de serre et de polluants, dans l'utilisation des terres et dans les facteurs de vulnérabilité et d'exposition. {GT II RID, 19.2.4, figure 19-1, encadré 19-2}

Les expériences, les observations et les modèles employés pour évaluer les incidences et les risques à venir se sont améliorés depuis le quatrième Rapport d'évaluation, les différents secteurs et régions étant à présent mieux compris. Ainsi, l'enrichissement de la base de connaissances a permis d'étendre les évaluations de risques à la sécurité des vies humaines et aux moyens de subsistance, ainsi qu'aux océans. L'incertitude quant à l'évolution de certains aspects du changement climatique et de ses incidences s'est réduite. Néanmoins, elle demeure dans d'autres domaines. Quelques-unes de ces incertitudes persistantes sont ancrées dans les mécanismes déterminant l'ampleur et le rythme du changement climatique. D'autres résultent d'interactions potentiellement complexes entre l'évolution du climat et la vulnérabilité et l'exposition sous jacentes des populations, des sociétés et des écosystèmes. La combinaison d'incertitudes persistantes dans certains mécanismes clés et de la perspective d'interactions complexes explique que la priorité soit accordée à la question des risques dans le présent rapport. Étant donné que le risque met en jeu à la fois des probabilités et des conséquences, il est important de prendre en compte l'éventail complet des résultats possibles, y compris ceux qui présentent des conséquences majeures mais une faible probabilité, et qui sont difficiles à simuler. {GT II 2.1–2.4, 3.6, 4.3, 11.3, 12.6, 19.2, 19.6, 21.3–21.5, 22.4, 25.3–25.4, 25.11, 26.2}

Encadré 2.3 | Modèles et méthodes permettant d'évaluer les risques de changement climatique, ainsi que la vulnérabilité à ce changement et ses incidences

Comme dans les précédentes évaluations, les risques futurs liés au climat, ainsi que les vulnérabilités et les incidences associées sont évaluées dans le cinquième Rapport d'évaluation grâce à des expériences, des analogies et des modèles. Les « expériences » consistent à modifier délibérément un ou plusieurs facteurs du système climatique ayant une incidence sur un sujet d'intérêt pour étudier les conditions climatiques qui en résulteraient ultérieurement, les autres facteurs restant constants. Les « analogies » reposent sur des variations actuelles et sont employées lorsqu'il est difficile de procéder à une expérience contrôlée en raison de contraintes éthiques, de la surface ou du délai nécessaires, ou encore de la complexité du système. Deux types d'analogies sont employés pour établir des projections sur le climat et ses incidences. Les analogies spatiales indiquent qu'une autre partie de la planète connaît actuellement des conditions semblables à celles qui devraient se produire à l'avenir. Les analogies temporelles s'appuient sur des changements qui sont intervenus par le passé; elles sont parfois construites à partir de données paléo-écologiques pour en déduire de futurs changements. Les « modèles » sont généralement des simulations numériques de systèmes qui existent dans la réalité; ils sont étalonnés et validés au regard d'observations issues de différentes expériences ou au regard d'analogies, puis on les fait tourner après les avoir alimentés avec des données décrivant un climat futur. Les modèles peuvent aussi comporter un texte essentiellement descriptif sur les futurs possibles, semblable à ceux qui servent à élaborer un scénario. On emploie fréquemment une combinaison de modèles quantitatifs et descriptifs. Les incidences sont notamment modélisées pour les ressources en eau, la biodiversité et les écoservices sur les terres émergées, dans les eaux intérieures et les océans et sur les masses glaciaires, ainsi que pour les infrastructures urbaines, la productivité agricole, la santé, la croissance économique et la pauvreté. {GT II 2.2.1, 2.4.2, 3.4.1, 4.2.2, 5.4.1, 6.5, 7.3.1, 11.3.6, 13.2.2}

Les risques sont évalués en fonction des interactions entre les changements prévus dans le système Terre et les nombreuses composantes de la vulnérabilité des sociétés et des écosystèmes. Les données sont rarement suffisantes pour permettre d'évaluer directement les probabilités d'un résultat donné. Il faut donc s'appuyer sur des avis d'experts concernant des critères particuliers (grande ampleur, forte probabilité ou irréversibilité des incidences; chronologie des incidences; vulnérabilité ou exposition persistantes qui aggravent les risques; ou possibilités limitées de réduire les risques par des mesures d'adaptation ou d'atténuation) pour intégrer les différentes sources d'informations sur la gravité des conséquences et leur probabilité d'occurrence dans une évaluation des risques, en tenant compte des facteurs d'exposition et de vulnérabilité dans le contexte de dangers particuliers. {GT II 11.3, 19.2, 21.1, 21.3–21.5, 25.3–25.4, 25.11, 26.2}

2.2 Prévisions d'évolution du système climatique

Les projections réalisées sur la base de tous les scénarios d'émissions considérés indiquent une augmentation de la température en surface au cours du XXI^e siècle. Il est *très probable* que la fréquence et la durée des vagues de chaleur augmenteront, et que les précipitations extrêmes vont devenir plus intenses et plus fréquentes dans de nombreuses régions. Les océans vont continuer de se réchauffer et de s'acidifier et le niveau moyen de la mer de s'élever.

Sauf indication contraire, les prévisions d'évolution présentées dans la section 2.2 concernent la période 2081–2100, qui est comparée à la période 1986–2005.

2.2.1 Température de l'air

Le changement de la température moyenne à la surface du globe pour la période 2016–2035 par rapport à 1986–2005 est semblable dans les quatre profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) et sera *probablement* compris entre 0,3 °C et 0,7 °C (*degré de confiance moyen*)³⁰. Cette fourchette repose sur l'hypothèse d'une absence d'éruption volcanique intense ou de changement dans les certaines sources naturelles (par exemple, méthane (CH₄) et oxyde nitreux (N₂O)), ou encore de changement inattendu de l'éclairement énergétique solaire total. Le climat à venir dépendra du réchauffement enclenché par les émissions anthropiques passées, ainsi que des émissions anthropiques futures et de la variabilité naturelle du climat. Vers le milieu du XXI^e siècle, l'ampleur des changements projetés dépend fortement du choix du scénario d'émissions. L'évolution du climat continue de varier d'un scénario à l'autre jusqu'en 2100 et au-delà (tableau 2.1, figure 2.1). Les fourchettes présentées dans chaque profil (tableau 2.1) et celles qui sont indiquées ci-après dans la section 2.2 découlent principalement des différences de sensibilité des modèles climatiques aux forçages imposés. {GT I RID E.1, 11.3.2, 12.4.1}

En prenant comme référence la période 1850–1900, la variation de la température à la surface du globe à la fin du XXI^e siècle (2081–2100) dépassera probablement 1,5 °C pour le RCP4,5, le RCP6,0 et le RCP8,5 (*degré de confiance élevé*). Le réchauffement au-delà de 2 °C est *probable* pour le RCP6,0 et le RCP8,5 (*degré de confiance élevé*), *plus probable qu'improbable* pour le RCP4,5 (*degré de confiance moyen*), mais *improbable* pour le RCP2,6 (*degré de confiance moyen*). {GT I RID E.1, 12.4.1, tableau 12.3}

La région arctique continuera de se réchauffer plus rapidement que la moyenne mondiale (figure 2.2) (*degré de confiance très élevé*). Le réchauffement moyen sera plus important à la surface des continents qu'à la surface des océans (*degré de confiance très élevé*) et plus élevé

que la moyenne du réchauffement à l'échelle mondiale (figure 2.2). {GT I RID E.1, 11.3.2, 12.4.3, 14.8.2}

Il est *quasiment certain* que dans la plupart des régions continentales, les extrêmes chauds seront plus nombreux et les extrêmes froids moins nombreux aux échelles quotidienne et saisonnière, à mesure que la température moyenne à la surface du globe augmentera. Il est *très probable* que les vagues de chaleur seront plus fréquentes et dureront plus longtemps. Toutefois, des extrêmes froids pourront continuer de se produire occasionnellement en hiver. {GT I RID E.1, 12.4.3}

2.2.2 Cycle de l'eau

Les variations des précipitations ne seront pas uniformes dans un monde qui se réchauffe. La moyenne annuelle des précipitations augmentera *probablement* dans les hautes latitudes et l'océan Pacifique équatorial d'ici la fin de ce siècle selon le scénario du RCP8,5. Dans de nombreuses régions des moyennes latitudes et dans les régions subtropicales arides, les précipitations moyennes diminueront *probablement*, tandis que dans de nombreuses régions humides des moyennes latitudes, les précipitations moyennes augmenteront *probablement* d'ici la fin de ce siècle selon le scénario du RCP8,5 (figure 2.2). {GT I RID E.2, 7.6.2, 12.4.5, 14.3.1, 14.3.5}

Les épisodes de précipitations extrêmes deviendront *très probablement* plus intenses et plus fréquents sur les masses continentales des moyennes latitudes et dans les régions tropicales humides, à mesure que la température moyenne à la surface du globe augmentera. {GT I RID E.2, 7.6.2, 12.4.5}

À l'échelle mondiale, selon tous les RCP, il est *probable* que les régions soumises aux régimes de mousson vont s'étendre, que les précipitations de mousson s'intensifieront et que la variabilité des précipitations liée au phénomène El Niño-oscillation australe (ENSO) augmentera à des échelles régionales. {GT I RID E.2, 14.2, 14.4}

2.2.3 Océan, cryosphère et niveau de la mer

À l'échelle mondiale, l'océan continuera à se réchauffer au cours du XXI^e siècle. Selon les projections, le réchauffement le plus marqué concernera la surface de l'océan dans les régions tropicales et subtropicales de l'hémisphère Nord. Plus en profondeur, le réchauffement sera le plus prononcé dans l'océan Austral (*degré de confiance élevé*). {GT I RID E.4, 6.4.5, 12.4.7}

Il est *très probable* que la circulation méridienne océanique de retournement de l'Atlantique (AMOC) va s'affaiblir au cours du XXI^e siècle. Les estimations et les plages d'incertitude les plus probables pour le déclin de l'AMOC sont de 11 % (1 à 24 %) pour le RCP2,6 et de 34 % (12 à 54 %) pour le RCP8,5. Toutefois, il est *très improbable* que l'AMOC subisse une transition brusque ou s'effondre au cours du XXI^e siècle. {GT I RID E.4, 12.4.7.2}

³⁰ La période 1986–2005 a été plus chaude d'environ 0,61 [0,55 à 0,67] °C que la période 1850–1900. {GT I RID E, 2.4.3}

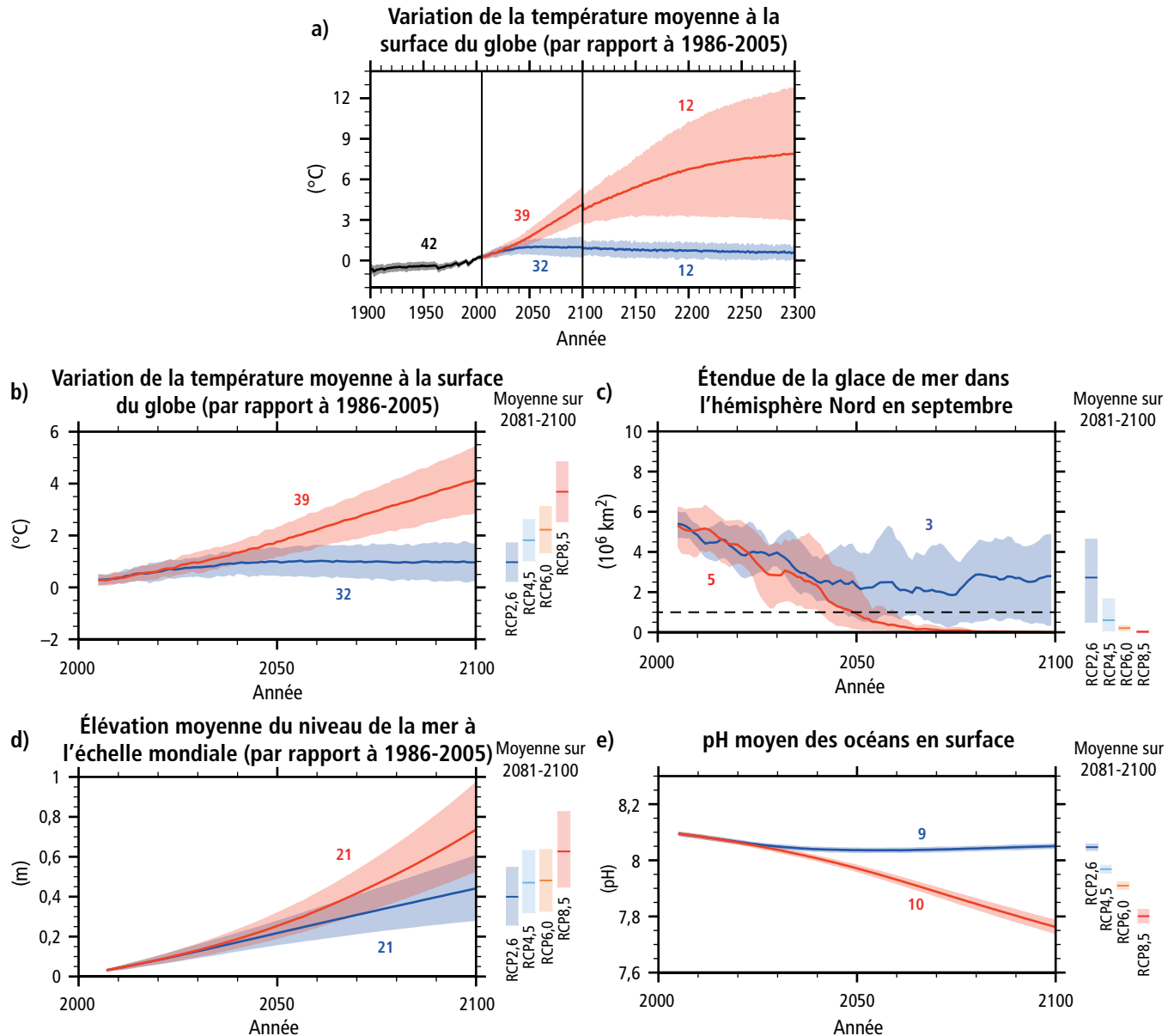


Figure 2.1 | a) Série chronologique des variations de la température moyenne à la surface du globe entre 1900 et 2300 (par rapport à la période 1986–2005), établie à partir d'expériences de la cinquième phase de l'exercice de comparaison de modèles couplés (CMIP5) axées sur les concentrations. Les projections sont indiquées pour la moyenne multimodèle (traits pleins) et la fourchette de 5 à 95 % pour la distribution des modèles individuels (zone ombrée). Les lignes grises et les zones ombrées représentent les simulations historiques de la CMIP5. Les discontinuités prévues pour 2100, dues au fait que différents modèles prolongent les calculs au-delà du XXI^e siècle, n'ont pas de signification physique. **b)** Identique à a), mais pour la période 2006-2100 (par rapport à la période 1986–2005). **c)** Étendue de la glace de mer dans l'hémisphère Nord en septembre (moyenne glissante sur 5 ans). La ligne pointillée représente des conditions presque sans glace (c'est-à-dire lorsque l'étendue de glace de mer en septembre est inférieure à 10⁶ km² pendant au moins cinq années consécutives). **d)** Variation du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale. **e)** Variation du pH des océans en surface. Dans tous les cadres, les séries chronologiques des projections et une mesure de l'incertitude (zones ombrées) sont présentées pour les scénarios RCP2,6 (en bleu) et RCP8,5 (en rouge). Le nombre de modèles CMIP5 utilisés pour calculer la moyenne multimodèle est indiqué. Les moyennes et incertitudes associées sur la période 2081-2100 sont fournies pour tous les scénarios RCP sous forme de bandes verticales de couleur situées à droite des cadres b) à e). Pour l'étendue de la glace de mer mentionnée en c), la prévision de moyenne et d'incertitude (plage minimum-maximum) n'est donnée que pour le sous-ensemble de modèles qui reproduisent le plus fidèlement la moyenne climatologique et l'évolution de la glace de mer arctique pour la période 1979-2012. Pour le niveau de la mer illustré en d), en l'état actuel des connaissances (découlant d'observations, de la compréhension des causes physiques et de modélisations), seul l'effondrement de secteurs marins de la nappe glaciaire de l'Antarctique, si celui-ci était provoqué, pourrait faire monter de manière importante le niveau moyen de la mer au-dessus de la plage probable des valeurs au cours du XXI^e siècle. Cependant, cette contribution supplémentaire ne dépasserait pas quelques dixièmes de mètre d'élévation du niveau de la mer au cours du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*). [GT I figure RID.7, figure RID.9, figure 12.5, 6.4.4, 12.4.1, 13.4.4, 13.5.1]

Tableau 2.1 | Évolution projetée de la température moyenne à la surface du globe et de l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale pour le milieu et la fin du XXI^e siècle par rapport à la période de référence 1986-2005 [GT I tableau RID.2, 12.4.1, 13.5.1, tableau 12.2, tableau 13.5]

		2046–2065		2081–2100	
	Scénario	Moyenne	Plage probable ^c	Moyenne	Plage probable ^c
Évolution de la température moyenne à la surface du globe (°C) ^a	RCP2,6	1,0	0,4 à 1,6	1,0	0,3 à 1,7
	RCP4,5	1,4	0,9 à 2,0	1,8	1,1 à 2,6
	RCP6,0	1,3	0,8 à 1,8	2,2	1,4 à 3,1
	RCP8,5	2,0	1,4 à 2,6	3,7	2,6 à 4,8
	Scénario	Moyenne	Plage probable ^d	Moyenne	Plage probable ^d
Élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale (m) ^b	RCP2,6	0,24	0,17 à 0,32	0,40	0,26 à 0,55
	RCP4,5	0,26	0,19 à 0,33	0,47	0,32 à 0,63
	RCP6,0	0,25	0,18 à 0,32	0,48	0,33 à 0,63
	RCP8,5	0,30	0,22 à 0,38	0,63	0,45 à 0,82

Notes:

^a Fondée sur l'ensemble de la cinquième phase de l'exercice de comparaison de modèles couplés (CMIP5); les variations sont calculées par rapport à la période 1986–2005. Au moyen du jeu de données matricielles sur les températures de surface de l'Unité de recherche climatique du Centre Hadley (HadCRUT4) et de son estimation de l'incertitude (intervalle de confiance de 5 à 95%), le réchauffement observé entre 1850 et 1900 par rapport à la période de référence de 1986–2005 est de 0,61 [0,55 à 0,67] °C. Les plages probables n'ont pas été évaluées par rapport aux périodes de référence précédentes, car en général les publications scientifiques ne proposent pas de méthode qui permette de combiner les incertitudes des modèles et des observations. L'ajout de changements projetés et observés ne tient compte ni des effets potentiels des erreurs systématiques des modèles par rapport aux observations, ni de la variabilité naturelle interne au cours de la période de référence des observations. [GT I 2.4.3, 11.2.2, 12.4.1, tableau 12.2, tableau 12.3]

^b Fondée sur 21 modèles CMIP5; les variations sont calculées par rapport à la période 1986–2005. En l'état actuel des connaissances (découlant d'observations, de la compréhension des causes physiques et de modélisations), seul l'effondrement de secteurs marins de la nappe glaciaire de l'Antarctique, si celui-ci était provoqué, pourrait faire monter de manière importante le niveau moyen de la mer au-dessus de la plage probable des valeurs au cours du XXI^e siècle. Cependant, cette contribution supplémentaire ne dépasserait pas quelques dixièmes de mètre d'élévation du niveau de la mer au cours du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*).

^c Calculée à partir des projections comme étant une plage de 5–95% de l'ensemble des modèles. On détermine ensuite que cette plage est *probable* après avoir pris en compte les incertitudes supplémentaires ou les différents niveaux de confiance dans les modèles. Pour les projections du changement de la température moyenne à la surface du globe en 2046–2065, le *degré de confiance* est *moyen*, car la variabilité naturelle interne et les incertitudes concernant le forçage des gaz sans effet de serre et la réponse de la température sont plus importantes que pour la période 2081–2100. Les plages probables pour 2046–2065 ne prennent pas en compte l'influence possible des facteurs qui causent des projections de la température moyenne à la surface du globe à court terme (2016–2035) inférieures aux plages de 5–95 % de l'ensemble des modèles, car l'influence de ces facteurs sur les projections à long terme n'a pas pu être quantifiée en raison de l'insuffisance des connaissances scientifiques. [GT I 11.3.1]

^d Calculée à partir des projections comme étant une plage de 5–95 % de l'ensemble des modèles. On détermine ensuite que cette plage est *probable* après avoir pris en compte les incertitudes supplémentaires ou les différents niveaux de confiance dans les modèles. En ce qui concerne les projections de l'élévation du niveau moyen des mers, le *degré de confiance* est *moyen* pour les deux horizons temporels.

Tous les scénarios RCP indiquent que l'étendue de la glace de mer arctique diminuera quel que soit le mois de l'année. Le sous-ensemble de modèles qui reproduisent le plus fidèlement les observations³¹ indiquent que l'océan Arctique pourrait *probablement* être presque libre de glace³² en septembre avant le milieu du siècle selon le RCP8,5 (*degré de confiance moyen*) (figure 2.1). En Antarctique, les projections pour la fin du XXI^e siècle font état d'une diminution de l'étendue et du volume de la glace de mer, avec un *faible degré de confiance*. [GT I RID E.5, 12.4.6.1]

Les projections en moyenne multimodèle pour la fin du XXI^e siècle indiquent que la surface du manteau neigeux de l'hémisphère Nord au printemps diminuera de 7% selon le RCP2,6 et de 25 % selon le RCP8,5 (*degré de confiance moyen*). [GT I RID E.5, 12.4.6]

Il est quasiment certain que l'étendue du pergélisol en surface diminuera dans les hautes latitudes de l'hémisphère Nord à mesure que la température moyenne à la surface du globe

augmentera. La superficie du pergélisol en surface diminuera *probablement* en moyenne multimodèle de 37% (RCP2,6) à 81 % (RCP8,5) (*degré de confiance moyen*). [GT I RID E.5, 12.4.6]

Le volume total des glaciers, en excluant les glaciers périphériques de l'Antarctique (ainsi que les nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique), diminuera de 15 à 55 % (RCP2,6), et de 35 à 85 % (RCP8,5) (*degré de confiance moyen*). [GT I RID E.5, 13.4.2, 13.5.1]

Le niveau moyen de la mer à l'échelle du globe continuera à s'élever au cours du XXI^e siècle (tableau 2.1, figure 2.1). La compréhension et les projections des variations du niveau de la mer se sont considérablement améliorées depuis le quatrième Rapport d'évaluation. Selon tous les scénarios des RCP, il est *très probable* que cette élévation se produira à un rythme plus rapide que celui de 2,0 [1,7–2,3] mm/an observé entre 1971 et 2010, le taux d'élévation étant selon le RCP8,5 de 8 à 16 mm/an entre 2081 et 2100 (*degré de confiance moyen*). [GT I RID B4, RID E.6, 13.5.1]

³¹ État moyen du climat et tendance de l'étendue de la glace de mer arctique de 1979 à 2012.

³² Lorsque l'étendue de la glace de mer en septembre est inférieure à un million de km² pendant au moins cinq années consécutives.

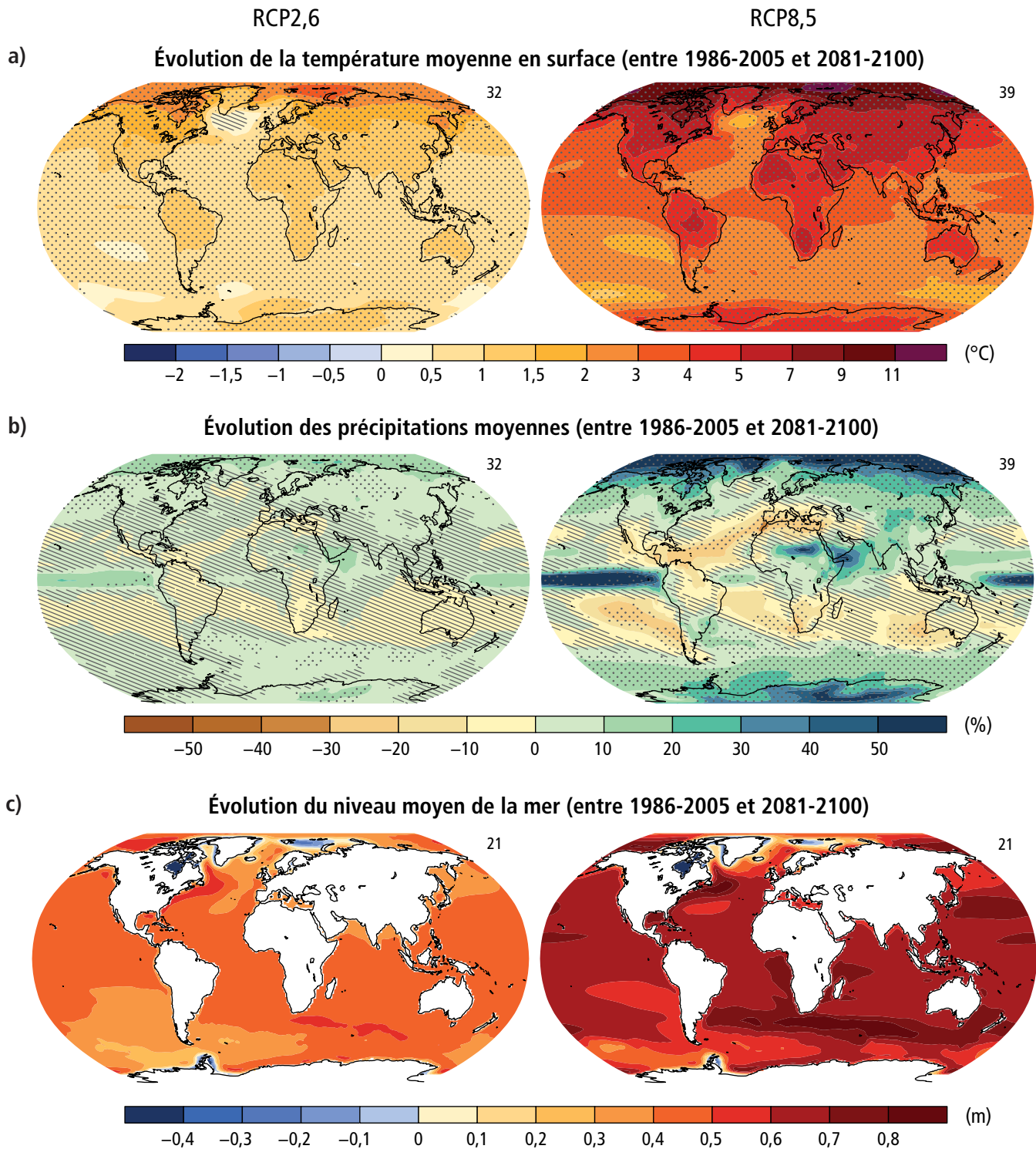


Figure 2.2 | Projections de la moyenne multimodèle établies dans le cadre de la cinquième phase de l'exercice de comparaison de modèles couplés (CMIP5) (c'est-à-dire la moyenne des projections de modèles disponibles) pour la période 2081–2100 pour les scénarios du RCP2,6 (à gauche) et du RCP8,5 (à droite) concernant **a)** la variation de la température moyenne annuelle en surface, **b)** la variation des précipitations moyennes annuelles, en pourcentage, et **c)** la variation du niveau moyen de la mer. Les variations sont calculées par rapport à la période 1986–2005. Le nombre de modèles CMIP5 employés pour calculer la moyenne multimodèle est indiqué dans le coin supérieur droit de chaque figure. Les pointillés sur les figures a) et b) indiquent les régions où les variations prévues sont importantes par rapport à la variabilité naturelle interne (c'est-à-dire que les variations sont supérieures à deux écarts types de la variabilité interne des moyennes sur 20 ans) et où 90 % des modèles indiquent le même signe de variation. Les hachures (lignes diagonales) sur les figures a) et b) indiquent les régions où les variations prévues sont inférieures à un écart type de la variabilité naturelle interne des moyennes sur 20 ans. [GT / figure RID.8, figure 13.20, encadré 12.1]

L'élévation du niveau de la mer ne sera pas uniforme d'une région à l'autre. À la fin du XXI^e siècle, il est *très probable* que le niveau de la mer augmentera sur plus de 95% environ de la surface des océans. L'élévation du niveau moyen de la mer dépend du profil d'évolution des émissions de CO₂, et pas seulement de leur total cumulé. Pour un même total cumulé, plus la réduction des émissions aura lieu rapidement, plus l'atténuation de l'élévation du niveau de la mer sera efficace. Environ 70% des littoraux du monde vont connaître un changement du niveau de la mer proche de l'élévation moyenne, à plus ou moins 20% près (figure 2.2). Il est *très probable* qu'on observera une augmentation significative de l'occurrence de niveaux extrêmes de la mer dans certaines régions d'ici 2100. {GT I RID E.6, RT 5.7.1, 12.4.1, 13.4.1, 13.5.1, 13.6.5, 13.7.2, tableau 13.5}

2.2.4 Cycle du carbone et biogéochimie

Selon les quatre RCP, l'absorption de CO₂ anthropique par l'océan va continuer jusqu'en 2100, avec une absorption plus élevée pour les profils évolutifs correspondant aux concentrations les plus importantes (degré de confiance très élevé). L'évolution future de l'absorption du carbone par les terres émergées est plus incertaine. Une majorité de modèles suggèrent une absorption continue du carbone par les terres émergées pour tous les RCP, tandis que certains modèles prévoient une perte de carbone en raison des effets combinés du changement climatique et du changement d'utilisation des terres. {GT I RID E.7, 6.4.2, 6.4.3}

D'après les modèles de système Terre, on peut affirmer, avec un degré de confiance élevé, que les rétroactions entre le changement climatique et le cycle du carbone vont amplifier le réchauffement de la planète. Le changement climatique atténuera partiellement l'accroissement des puits de carbone des terres émergées et de l'océan dû à l'augmentation du CO₂ atmosphérique. Une plus grande partie des émissions anthropiques de CO₂ seront donc stockées dans l'atmosphère, ce qui va renforcer le réchauffement. {GT I RID E.7, 6.4.2, 6.4.3}

Les projections de modèles de système Terre indiquent une augmentation à l'échelle mondiale de l'acidification des océans pour tous les RCP d'ici la fin du XXI^e siècle; selon le RCP2,6, une lente amélioration sera observée dans la seconde moitié du siècle. La baisse du pH de l'océan en surface se situe dans la fourchette de 0,06 à 0,07 (augmentation de 15 à 17% de l'acidité) pour le RCP2,6, de 0,14 à 0,15 (38 à 41%) pour le RCP4,5, de 0,20 à 0,21 (58 à 62%) pour le RCP6,0, et de 0,30 à 0,32 (100 à 109%) pour le RCP8,5 (Figure 2.1). {GT I RID E.7, 6.4.4}

Il est très probable que la teneur des océans en oxygène dissous va diminuer de quelques points de pourcentage au cours du XXI^e siècle en réaction au réchauffement de leur surface, surtout sous la surface des océans des latitudes moyennes. Il n'existe cependant pas de consensus quant à l'évolution à venir du volume des eaux du large à faible teneur en oxygène en raison des grandes incertitudes liées aux effets biogéochimiques éventuels et à l'évolution de la dynamique des océans tropicaux. {GT I RT 5.6, 6.4.5, GT II RT B-2, 6.1}

2.2.5 Réponses du système climatique

Les propriétés du système climatique qui déterminent la réponse au forçage externe ont été évaluées à la fois grâce à certains modèles climatiques et à partir d'analyses d'évolutions passées et récentes du climat. La sensibilité du climat à l'équilibre³³ est *probable* dans la fourchette de 1,5 °C à 4,5 °C, *extrêmement improbable* en-dessous de 1 °C, et *très improbable* au-dessus de 6 °C. {GT I RID D.2, RT AT.6, 10.8.1, 10.8.2, 12.5.4, encadré 12.2}

Le cumul des émissions de CO₂ détermine dans une large mesure la moyenne mondiale du réchauffement en surface vers la fin du XXI^e siècle et au-delà. De nombreux éléments d'observation attestent d'une relation étroite et systématique, quasi-linéaire dans l'ensemble des scénarios analysés, entre les émissions de CO₂ cumulées nettes (corrigées de l'absorption du CO₂) et le changement de température prévu au niveau mondial en 2100 (figure 2.3). Les émissions passées et le réchauffement observé confirment cette relation, dans la marge des incertitudes. À tout niveau de réchauffement correspond une plage d'émissions de CO₂ cumulées (qui dépend de facteurs distincts du CO₂); ainsi, des émissions importantes pendant les premières décennies impliquent des émissions plus faibles ensuite. {GT I RID E.8, RT AT.8, 12.5.4}

Le changement de température moyenne à la surface du globe le plus élevé par billions de tonnes de carbone (1000 GtC) émis sous forme de CO₂ se situe probablement dans la fourchette de 0,8 °C à 2,5 °C. Cette valeur, appelée réponse transitoire du climat aux émissions cumulées de carbone (RTCE), est confirmée aussi bien par les modèles que par les éléments d'observation et concerne les émissions cumulées jusqu'à environ 2000 GtC. {GT I RID D.2, RT AT.6, 12.5.4, encadré 12.2}

Le réchauffement provoqué par les émissions de CO₂ est réellement irréversible à des échelles couvrant plusieurs siècles, sauf si des mesures sont prises pour éliminer le CO₂ de l'atmosphère. Pour que le réchauffement provoqué par le CO₂ reste *probablement* inférieur à 2 °C, il faut que les émissions cumulées de CO₂ provenant de toutes les sources anthropiques restent inférieures à environ 3650 GtCO₂ (1000 GtC); or plus de la moitié de cette masse avait déjà été émise en 2011. {GT I RID E.8, RT AT.8, 12.5.2, 12.5.3, 12.5.4}

Les résultats de plusieurs modèles montrent que pour limiter le réchauffement total d'origine anthropique (en tenant compte à la fois des émissions de CO₂ et des autres incidences anthropiques sur le climat) à moins de 2 °C par rapport à la période 1861-1880 avec une probabilité supérieure à 66%, il faudrait que les émissions totales de CO₂ issues de toutes les sources anthropiques depuis 1870 soient limitées à environ 2900 GtCO₂, si l'on tient aussi compte du forçage des éléments autres que le CO₂, comme c'est le cas dans le scénario du RCP2,6. Une fourchette de 2550 à 3150 GtCO₂ résulte alors des variations de facteurs climatiques autres que le CO₂ dans tous les scénarios analysés par le GT III (tableau 2.2). Environ 1900 [1650 à 2150] GtCO₂ ont été émises jusqu'en 2011, ce qui laisse une marge d'environ 1000 GtCO₂ pour atteindre cet objectif de température. Les estimations des réserves totales de carbone fossile sont supérieures à cette marge d'un facteur 4 à 7, pour des ressources encore plus importantes. {GT I RID E.8, RT AT.8, figure 1, RT.SM.10, 12.5.4, figure 12.45, GT III tableau RID.1, tableau 6.3, tableau 7.2}

³³ Définie comme le réchauffement moyen à l'équilibre à la surface du globe sous l'effet d'un doublement de la concentration de CO₂ (par rapport aux niveaux préindustriels).

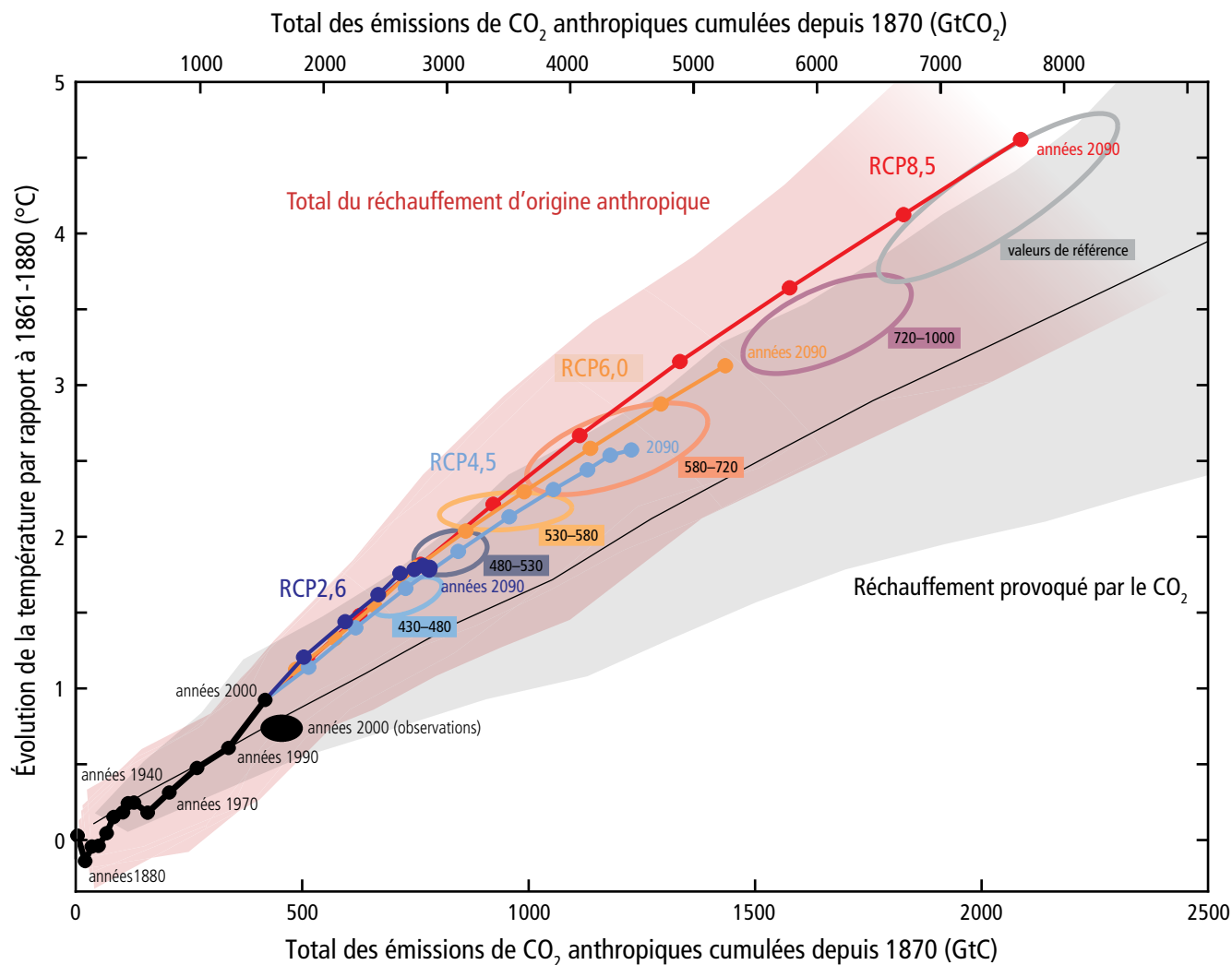


Figure 2.3 | Augmentation de la température moyenne à la surface du globe en fonction du total cumulé des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dans le monde, calculé à partir de plusieurs sources de données. Les résultats de différents modèles climatiques et cycle du carbone sont représentés pour chaque scénario RCP jusqu'en 2100 (lignes de couleur). Les résultats de modèles sur la période historique (1860-2010) sont indiqués en noir. La zone colorée représente la dispersion des différents modèles pour les quatre scénarios RCP et s'estompe à mesure que le nombre de modèles disponibles diminue dans le RCP8,5. Les points correspondent aux moyennes décennales, certaines décennies étant indiquées. Les ellipses illustrent le réchauffement total d'origine anthropique en 2100 par rapport aux émissions cumulées de CO₂ entre 1870 et 2100. Elles sont établies à partir d'un modèle climatique simple (réponse médiane du climat) et pour les catégories de scénarios employées par le GT III. Les changements de températures sont toujours indiqués par rapport à la période 1861-1880 et les émissions sont cumulées depuis 1870. L'ellipse noire pleine illustre les émissions observées jusqu'en 2005 et les températures observées au cours de la décennie 2000-2009, avec les incertitudes connexes. [GT I RID E.8, RT AT.8, figure 1, RT.SM.10, 12.5.4, figure 12.45, GT III tableau RID.1, tableau 6.3]

Tableau 2.2 | Émissions cumulées de dioxyde de carbone (CO₂) permettant de maintenir le réchauffement à des températures inférieures aux limites indiquées à différents niveaux de probabilité, compte tenu de différents éléments d'observation. {GT I 12.5.4, GT III 6}

Émissions cumulées de CO ₂ depuis 1870 en GtCO ₂									
Réchauffement net d'origine anthropique ^a	<1,5°C			<2°C			<3°C		
Fraction des simulations atteignant l'objectif ^b	66%	50%	33%	66%	50%	33%	66%	50%	33%
Modèles complexes, uniquement avec des scénarios RCP ^c	2250	2250	2550	2900	3000	3300	4200	4500	4850
Modèle simple, scénarios du GT III ^d	Aucune donnée	2300 à 2350	2400 à 2950	2550 to 3150	2900 à 3200	2950 à 3800	Aucune donnée ^e	4150 à 5750	5250 à 6000
Cumulative CO ₂ emissions from 2011 in GtCO ₂									
Modèles complexes, uniquement avec des scénarios RCP ^c	400	550	850	1000	1300	1500	2400	2800	3250
Modèle simple, scénarios du GT III ^d	Aucune donnée	550 à 600	600 à 1150	750 à	1150 à 1400	1150 à 2050	n.d. ^e	2350 à 4000	3500 à 4250
Total du carbone fossile disponible en 2011 ^f : 3670 à 7100 GtCO ₂ (réserves) et 31300 à 50050 GtCO ₂ (ressources)									

Notes:

^a Réchauffement imputable au CO₂ et à d'autres facteurs. Les températures sont indiquées par rapport à la période de référence 1861-1880.^b À noter que la fourchette de 66% figurant dans ce tableau n'est pas équivalente aux indications de probabilité figurant dans le tableau RID.1 et le tableau 3, ainsi que dans le tableau RID.1 du GT III. Les évaluations mentionnées dans ces derniers tableaux sont non seulement fondées sur les probabilités calculées pour l'ensemble complet des scénarios du GT III au regard d'un modèle climatique unique, mais aussi sur l'évaluation faite par le GT I de l'incertitude des prévisions de températures qui ne sont pas prises en compte par les modèles climatiques.^c Émissions cumulées de CO₂ mesurées au moment où le seuil de température est dépassé, et nécessaires pour atteindre 66%, 50% ou 33% des simulations effectuées à partir du modèle de système Terre du projet CMIP5 et des modèles de système Terre de complexité intermédiaire (MSTCI), en prenant pour hypothèse que le forçage des facteurs autres que le CO₂ suit le scénario du RCP8.5. Les autres scénarios RCP prévoient des émissions cumulées semblables. Dans la plupart des combinaisons scénario-seuil, les émissions et le réchauffement se poursuivent après le dépassement du seuil. Néanmoins, en raison de la nature cumulative des émissions de CO₂, ces chiffres donnent une idée des émissions cumulées de CO₂ prévues par les simulations du modèle CMIP5 dans des scénarios proches du RCP. Les valeurs sont arrondies au multiple de 50 le plus proche.^d Émissions cumulées de CO₂ au moment où le réchauffement est le plus élevé dans les scénarios du GT III, et pour lesquelles une fraction supérieure à 66% (66 à 100%), supérieure à 50% (50 à 66%) ou supérieure à 33% (33 à 50%) des simulations climatiques maintient l'augmentation de la température moyenne mondiale en-dessous du seuil indiqué. Les fourchettes indiquent la variation des émissions cumulées de CO₂ due à des différences de facteurs autres que le CO₂ dans tous les scénarios du GT III. Dans chaque scénario, la fraction des simulations climatiques est déduite d'un ensemble de 600 paramètres composant un modèle climatique simple du cycle du carbone, à savoir le modèle de bilan énergétique pour l'évaluation des changements climatiques dus aux gaz à effet de serre (MAGICC), en appliquant un mode probabiliste. Les paramètres et les incertitudes des scénarios sont analysés dans cet ensemble. Les incertitudes structurelles ne peuvent être étudiées dans le contexte d'un modèle unique. Les fourchettes montrent l'incidence des incertitudes des scénarios: 80% des scénarios prévoient des émissions cumulées de CO₂ à l'intérieur de la fourchette indiquée pour la fraction des simulations considérée. Les estimations fondées sur un modèle simple sont établies sous la contrainte des changements observés au cours du siècle passé. Elles ne tiennent pas compte des incertitudes liées à la structure du modèle et peuvent omettre certains processus de rétroaction: elles sont donc légèrement plus élevées que les estimations des modèles complexes du CMIP5. Les valeurs sont arrondies au multiple de 50 le plus proche.^e Les résultats statistiques relatifs aux émissions cumulées de CO₂ permettant de limiter le réchauffement en-dessous de 3 °C avec plus de 66% (66 à 100%) de la simulation varient beaucoup selon de nombreux scénarios qui permettraient aussi d'atteindre l'objectif des 2 °C; ils ne sont donc pas comparables aux statistiques correspondant aux autres seuils de température.^f Les réserves correspondent à des masses de carbone fossile qu'il est possible de récupérer dans la situation économique et les conditions d'exploitation actuelles; les ressources sont les masses de carbone fossile dont l'extraction est réaliste sur le plan économique. {GT III tableau 7.2}

2.3 Risques et incidences futurs d'un changement climatique

Les changements climatiques vont amplifier les risques existants et en engendrer de nouveaux pour les systèmes naturels et humains. Ces risques, qui ne sont pas répartis uniformément, sont généralement plus grands pour les populations et les communautés défavorisées de tous les pays, quel que soit leur niveau de développement. L'intensité croissante du réchauffement climatique augmente la probabilité d'incidences graves, généralisées et irréversibles pour les personnes, les espèces et les écosystèmes. Des émissions élevées et ininterrompues auraient des incidences essentiellement néfastes sur la biodiversité, les écoservices et le développement économique, et aggraveraient les risques liés aux moyens de subsistance, à l'alimentation et à la sécurité des personnes.

Les risques d'incidences liées au climat découlent de l'interaction entre des aléas climatiques (y compris les tendances et les phénomènes dangereux) et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes anthropiques et naturels, et notamment des capacités d'adaptation de ces derniers. Le rythme et l'ampleur croissants du réchauffement et d'autres changements du système climatique, parallèlement à l'acidification des océans, accroissent le risque de conséquences néfastes graves, généralisées et parfois irréversibles. Les changements climatiques futurs amplifieront les risques existants liés au climat et engendreront de nouveaux risques. {GT II RIB B, figure RIB.1}

Par risques principaux, on entend des incidences potentiellement graves qui peuvent nous aider à comprendre le danger de l'interférence entre l'homme et le système climatique. Un risque est considéré comme principal s'il expose des sociétés ou des systèmes à un grave danger ou s'il les rend extrêmement vulnérables, ou les deux à la fois. Il est déterminé par l'ampleur ou la probabilité de ses incidences, l'irréversibilité ou la chronologie de ses incidences, une vulnérabilité ou une exposi-

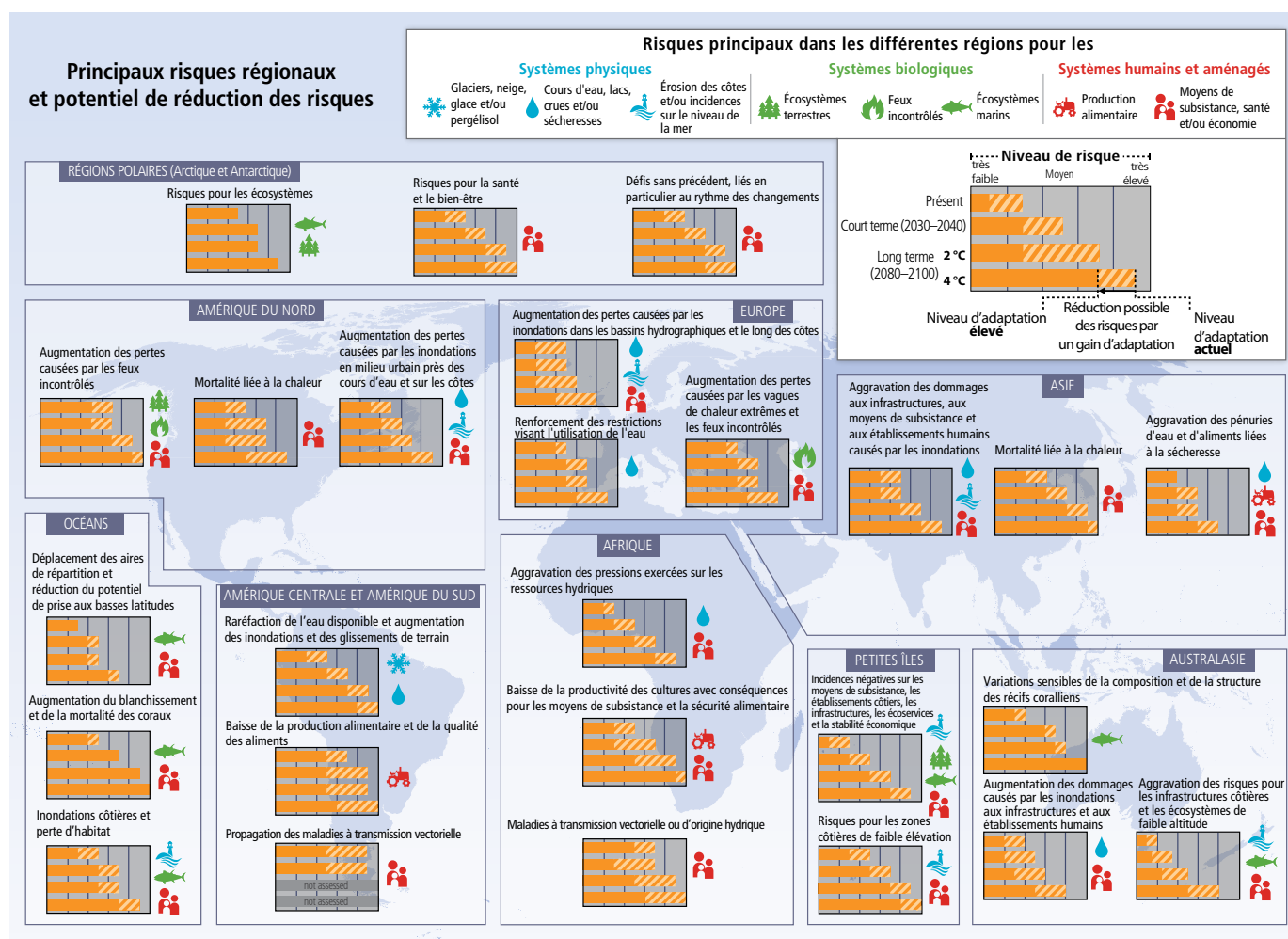


Figure 2.4 | Risques principaux représentatifs de chaque région. Ce graphique indique aussi les options envisageables pour réduire ces risques grâce à des mesures d'adaptation et d'atténuation, ainsi que les limites de l'adaptation. La détermination des risques principaux s'appuie sur des avis d'experts et sur les critères particuliers suivants: grande ampleur, forte probabilité ou irréversibilité des incidences; chronologie des incidences; vulnérabilité ou exposition persistantes; possibilités limitées de réduire les risques par des mesures d'adaptation ou d'atténuation. Les niveaux de risque peuvent être très faibles, faibles, moyens, élevés ou très élevés à trois horizons temporels: le présent, à court terme (en l'occurrence, 2030–2040) et à long terme (2080–2100). À court terme, les niveaux prévus d'augmentation de la température moyenne à l'échelle du globe ne divergent pas beaucoup d'un scénario d'émissions à l'autre. À long terme, les niveaux de risque sont analysés selon deux scénarios possibles (augmentation de la température moyenne à l'échelle du globe de 2 ou 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Pour chaque horizon temporel, les niveaux de risque sont indiqués sur la base d'une poursuite de l'adaptation actuelle et en faisant l'hypothèse de niveaux élevés d'adaptation actuelle et future. Les niveaux de risque ne sont pas nécessairement comparables, notamment d'une région à l'autre. {GT II RID encadré d'évaluation RID.2 tableau 1}

tion persistante, ou encore la faible possibilité de le limiter. Certains risques visent tout particulièrement une région donnée (figure 2.4), tandis que d'autres sont d'envergure mondiale (tableau 2.3). Pour pouvoir évaluer un risque, il est important de prendre en compte un éventail d'incidences aussi large que possible, y compris des phénomènes à faible probabilité mais aux conséquences importantes. Les niveaux de risque augmentent souvent avec la température (encadré 2.4) et sont parfois associés plus directement à d'autres aspects du changement climatique tels que le taux de réchauffement, l'ampleur et le rythme de l'acidification des océans ou l'élévation du niveau de la mer (figure 2.5). {GT II RID A-3, RID B-1}

Les risques principaux communs à plusieurs secteurs et régions sont notamment les suivants (degré de confiance élevé) {GT II RID B-1}:

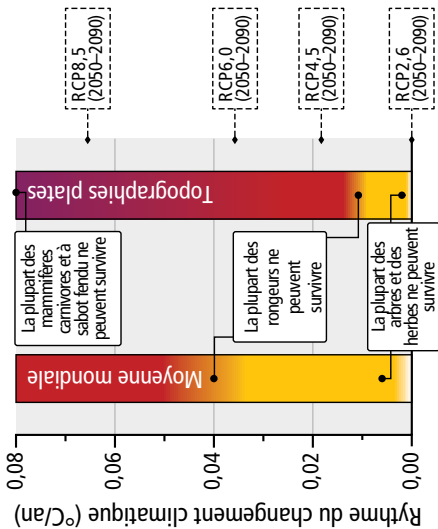
1. Risque de détérioration grave de la santé et de perturbation des moyens de subsistance dû aux ondes de tempête, à l'élévation du

niveau de la mer et aux inondations côtières; aux inondations survenant à l'intérieur des terres dans certaines régions urbanisées; et aux périodes de chaleur extrême.

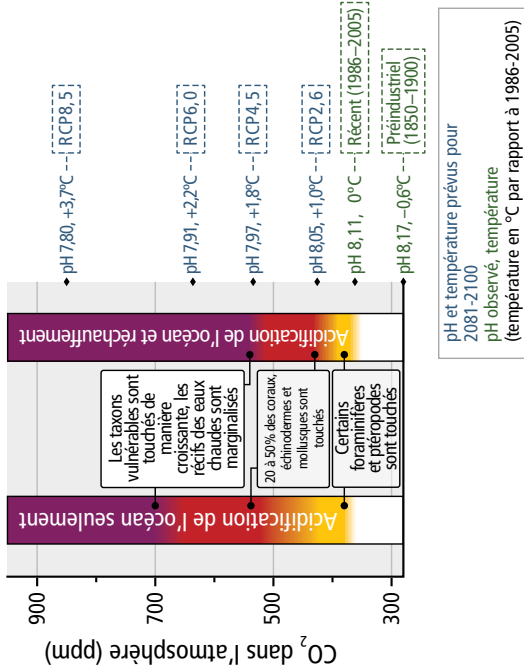
2. Risques systémiques dus à des phénomènes météorologiques extrêmes conduisant à la détérioration des réseaux d'infrastructures et des services essentiels.
3. Risques d'insécurité concernant la nourriture et l'eau, et risque de perte de moyens de subsistance et de revenus dans les régions rurales, notamment pour les populations les plus pauvres.
4. Risques de perte d'écosystèmes, de la biodiversité et de biens, fonctions et services écosystémiques.

Augmentation du risque du RCP2,6 au RCP8,5

a) Risque pour les espèces terrestres et d'eau douce sensibles au rythme du réchauffement



b) Risque pour les espèces marines sensibles uniquement à l'acidification des océans ou également aux phénomènes extrêmes du réchauffement



c) Risque pour les systèmes anthropiques et naturels sensibles à l'élévation du niveau de la mer

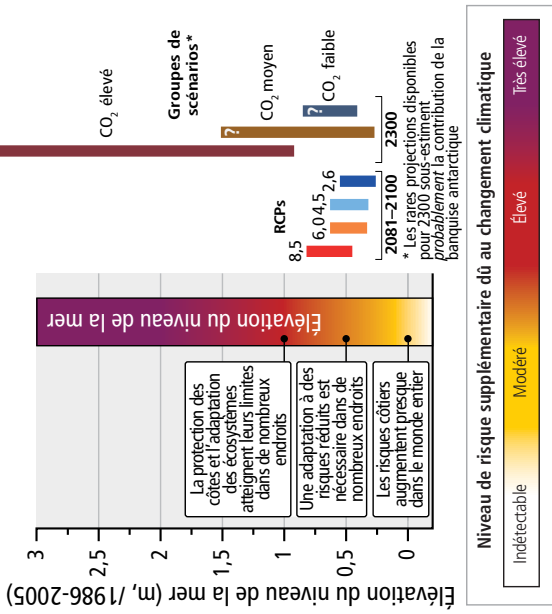


Figure 2.5 | a) Risques de perturbation de la composition des communautés évoluant dans les écosystèmes terrestres et dulcicoles en raison du rythme du réchauffement; **b)** Risques pour les organismes marins sensibles à l'acidification de l'océan ou aux phénomènes extrêmes dus au réchauffement et combinés à cette acidification; et **c)** Risques pour les systèmes anthropiques et naturels côtiers sensibles à l'élévation du niveau de la mer. Les critères relatifs au niveau de risque sont cohérents avec ceux qui sont employés dans l'encadré 2.4 et leur étalonnage est indiqué dans les notes correspondantes à chaque cadre. **a)** Lorsque le rythme du réchauffement est rapide, les grands groupes d'espèces terrestres et dulcicoles ne parviennent pas à se déplacer suffisamment vite pour rester dans les zones climatiques auxquelles elles sont adaptées, et qui se déplacent dans l'espace. Les vitesses médianes observées ou modélisées auxquelles ces populations se déplacent (en km/décennie) sont comparées à la vitesse de déplacement de la zone climatique sur le site concerné, compte tenu du rythme prévu du changement climatique pour chaque profil représentatif d'évolution de concentration (RCP) pendant la période 2050-2090. Les résultats sont présentés pour la moyenne de tous les sites, à l'échelle mondiale, ainsi que pour les sites sans relief, dans lesquels la zone climatique se déplace particulièrement vite. **b)** La sensibilité à l'acidification de l'océan est élevée chez les organismes marins dotés d'une coquille en carbonate de calcium. Les risques liés à l'acidification de l'océan augmentent avec le réchauffement car cette acidification fait baisser les niveaux de tolérance à la chaleur, comme on l'observe chez les coraux et les crustacés. **c)** La hauteur de phénomènes d'inondation intervenant une fois tous les 50 ans a déjà augmenté dans de nombreuses zones côtières. Faute d'adaptation, une élévation du niveau de la mer de 0,5 m provoquerait, dans de nombreux endroits, un accroissement de la fréquence des inondations d'un facteur 10 à plus de 100. Pour de nombreux écosystèmes et systèmes anthropiques, la capacité d'adaptation locale (et notamment de protection) atteint ses limites lorsque l'élévation du niveau de la mer atteint un mètre (2.2.4, tableau 2.1, figure 2.8) [GT I 3.7.5, 3.8, 6.4.4, figure 13.25, GT II figure RID.5, figure 4-5, figure 6-10, encart ET-AQ. 4.4.2.5, 5.2, 5.3-5.5, 5.4.4, 5.5.6, 6.3]

Les risques généraux liés aux incidences du changement climatique peuvent être réduits en limitant le rythme et l'ampleur du changement climatique, et en particulier l'acidification des océans. Certains risques sont considérables, même pour une augmentation moyenne mondiale de 1°C au-dessus des niveaux préindustriels. De nombreux risques à l'échelle mondiale sont élevés, voire très élevés en cas d'augmentation de la température globale de 4 °C ou plus (voir l'encadré 2.4). Ces risques comprennent des incidences graves et généralisées sur des systèmes uniques et menacés, l'extinction de nombreuses espèces, des risques majeurs en termes de sécurité alimentaire et la remise en cause de certaines activités anthropiques courantes, notamment le fait de cultiver la terre ou de travailler en extérieur dans certaines zones à certains moments de l'année, en raison de la combinaison de températures et d'une humidité élevées (*degré de confiance élevé*). Les niveaux précis de changement climatique suffisant à déclencher un basculement brusque et irréversible restent incertains, mais les risques engendrés par le franchissement de ces seuils dans le système Terre ou dans des systèmes anthropiques et naturels interconnectés augmentent avec la hausse des températures (*degré de confiance moyen*). {GT II RID B-1}

Les mesures d'adaptation peuvent réduire considérablement les risques liés aux incidences du changement climatique; en revanche, une augmentation du rythme et de l'ampleur du changement climatique accroît la probabilité d'un dépassement des limites de l'adaptation (*degré de confiance élevé*). Le potentiel d'adaptation ainsi que les contraintes et les limites de l'adaptation varient selon les secteurs, les régions, les collectivités et les écosystèmes. La portée de l'adaptation change au fil du temps; elle est étroitement liée aux voies de développement socio-économique choisies et aux circonstances. Voir la figure 2.4 et le tableau 2.3, ainsi que les thèmes 3 et 4. {GT II RID B, RID C, RT B, RT C}

2.3.1 Les écosystèmes et leurs services dans les océans, sur les zones côtières, sur terre et en eau douce

Les risques d'incidences néfastes sur les écosystèmes et les systèmes anthropiques augmentent avec le rythme et l'ampleur du réchauffement, de l'acidification des océans, de l'élévation du niveau de la mer et d'autres aspects du changement climatique (*degré de confiance élevé*). Les risques futurs s'annoncent élevés du fait que les changements climatiques naturels à l'échelle du globe, moins rapides que les changements d'origine anthropique actuels, ont entraîné au cours des derniers millions d'années une évolution importante des écosystèmes et l'extinction de très nombreuses espèces sur terre et dans les océans (*degré de confiance élevé*). De nombreuses espèces végétales et animales seront incapables de s'adapter au niveau local ou de se déplacer suffisamment vite au cours du XXI^e siècle pour trouver des climats propices dans le cas de changements climatiques à rythme moyen ou élevé (RCP4,5, RCP6,0 et RCP8,5) (*degré de confiance moyen*) (figure 2.5a). Les écosystèmes des récifs coralliens et des régions polaires sont extrêmement vulnérables. {GT II RID A-1, RID B-2, 4.3–4, 5.4, 6.1, 6.3, 6.5, 25.6, 26.4, 29.4, encart ET-RC, encart ET-BM, encart ET-RE}

Un grand nombre d'espèces terrestres, dulcicoles et marines sont exposées à un risque d'extinction accru en raison du changement climatique prévu au cours du XXI^e siècle et au-delà, notamment du fait des interactions entre ce changement et d'autres facteurs de perturbation (*degré de confiance élevé*). Le risque d'extinction est accru dans l'ensemble des scénarios RCP par rapport aux périodes préindustrielle et actuelle, en fonction à la fois de l'ampleur et du rythme du changement climatique (*degré de confiance élevé*). Les extinctions seront causées par plusieurs facteurs associés au climat (le réchauffement, la disparition de la glace de mer, les variations de précipitations, la baisse du débit des cours d'eau, l'acidification des océans et la diminution des taux d'oxygène dans l'océan) et par la combinaison de ces facteurs, ainsi que par leurs interactions avec d'autres phénomènes parallèles comme la modification des habitats, la surexploitation des stocks, la pollution, l'eutrophisation et les espèces envahissantes (*degré de confiance élevé*). {GT II RID B-2, 4.3–4.4, 6.1, 6.3, 6.5, 25.6, 26.4, encart ET-RE, encart ET-BM}

Dans le contexte du changement climatique, la redistribution des espèces marines à l'échelle mondiale et la réduction de la biodiversité marine dans les régions sensibles auront une incidence sur la pérennité de la productivité de la pêche et d'autres services écosystémiques, notamment aux basses latitudes (*degré de confiance élevé*). D'ici le milieu du XXI^e siècle, avec un réchauffement mondial de 2 °C par rapport aux températures préindustrielles, les changements de distribution géographique des espèces marines entraîneront en moyenne une augmentation de la richesse des espèces et du potentiel de captures halieutiques aux latitudes moyennes et hautes (*degré de confiance élevé*), et une diminution sous les tropiques et dans les mers semi-fermées (figure 2.6a) (*degré de confiance moyen*). L'expansion progressive des zones d'oxygène minimum et des «zones mortes» anoxiques de l'océan devrait réduire encore l'habitat des poissons (*degré de confiance moyen*). La production primaire nette en haute mer devrait connaître une redistribution et, d'ici 2100, diminuer à l'échelle mondiale selon tous les scénarios RCP (*degré de confiance moyen*). Le changement climatique s'ajoute aux menaces que représentent la surpêche et d'autres facteurs de perturbation non climatiques (*degré de confiance élevé*). {GT II RID B-2, 6.3–6.5, 7.4, 25.6, 28.3, 29.3, 30.6–30.7, encart ET-BM, encart ET-PP}

Les écosystèmes marins, notamment les récifs coralliens et les écosystèmes polaires, sont sensibles à l'acidification des océans (*degré de confiance moyen à élevé*). Celle-ci a des incidences sur la physiologie, le comportement et la dynamique des populations des organismes. Les incidences sur des espèces particulières et le nombre d'espèces touchées dans chaque groupe d'espèces augmentent du RCP4,5 au RCP8,5. Les mollusques fortement calcifiés, les échinodermes et les coraux constructeurs de récifs sont plus sensibles que les crustacés (*degré de confiance élevé*) et les poissons (*degré de confiance faible*) (figure 2.6b). L'acidification des océans interagit avec d'autres changements planétaires (tels que le réchauffement ou la baisse progressive des concentrations d'oxygène) et locaux (comme la pollution ou l'eutrophisation) (*degré de confiance élevé*), entraînant des combinaisons d'incidences complexes et amplifiées sur les espèces et les écosystèmes (figure 2.5b). {GT II RID B-2, figure RID.6B, 5.4, 6.3.2, 6.3.5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5, figure 6-10, encart ET RC, encart ET-AO, encadré RT.7}

Le carbone stocké dans la biosphère terrestre risque de s'échapper dans l'atmosphère sous l'effet du changement climatique, du déboisement et de la dégradation des écosystèmes (*degré de confiance élevé*). Les aspects du changement climatique ayant des effets directs sur le carbone stocké dans la terre sont notamment les températures élevées, la sécheresse et les tempêtes de vent; les effets indirects sont notamment les risques accrus d'incendie, d'invasion d'animaux nuisibles et d'épidémies. Au cours du XXI^e siècle, on pourrait assister dans beaucoup de régions à une hausse du taux de mortalité des arbres et au dépérissement terminal des forêts (*degré de confiance moyen*), qui constituent une menace pour le stockage du carbone, la biodiversité, la production de bois, la qualité de l'eau, les aires d'agrément et l'activité économique. Le risque que la fonte du pergélisol entraîne de fortes émissions de carbone et de méthane est élevé. {GT II RID, 4.2–4.3, figure 4-8, encadré 4-2, encadré 4-3, encadré 4-4}

Les systèmes côtiers et les zones de faible altitude seront de plus en plus exposés à la submersion, aux inondations et à l'érosion pendant toute la durée du XXI^e siècle et au-delà, en raison de l'élévation du niveau de la mer (*degré de confiance très élevé*). L'exposition projetée des populations et des biens aux risques côtiers ainsi que les pressions exercées par l'homme sur les écosystèmes côtiers devraient augmenter sensiblement au cours des décennies à venir en raison de la croissance démographique, du développement économique et de l'urbanisation (*degré de confiance élevé*). Les facteurs climatiques et non climatiques ayant des incidences sur les récifs coralliens vont restreindre les habitats, accroître l'exposition des zones côtières aux vagues et aux tempêtes et porter atteinte aux éléments de l'environnement qui sont importants pour la pêche et le tourisme (*degré de confiance élevé*). Certains pays en développement et petits États insulaires de faible altitude devraient être exposés à des incidences très graves qui pourraient engendrer des coûts liés aux dommages et aux mesures d'adaptation; ces coûts pourraient représenter plusieurs points de pourcentage du produit intérieur brut (PIB) (figure 2.5c). {GT II 5.3–5.5, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8, 29.4, tableau 26-1, encadré 25-1, encart ET-RC}

2.3.2 Eau, systèmes d'alimentation, systèmes urbains, santé, sécurité et moyens de subsistance

La part de la population mondiale qui va souffrir de pénuries d'eau et sera touchée par des inondations fluviales majeures devrait augmenter à mesure que le climat se réchauffe au XXI^e siècle (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). {GT II 3.4–3.5, 26.3, 29.4, tableau 3-2, encadré 25-8}

Au cours du XXI^e siècle, on prévoit que le changement climatique conduira à un appauvrissement sensible des ressources renouvelables en eau de surface et en eau souterraine dans la plupart des régions subtropicales arides (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*), ce qui exacerbera la concurrence intersectorielle autour des ressources hydriques (*éléments limités, degré de cohérence moyen*). Dans les régions actuellement arides, il est probable, selon le RCP8.5, que la fréquence des sécheresses augmentera d'ici la fin du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*). Par contre, les

ressources hydriques devraient afficher une hausse sous les latitudes élevées (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). L'interaction de facteurs tels que l'augmentation de la température, l'augmentation de la charge en sédiments, la hausse des concentrations d'éléments nutritifs et de polluants causée par des pluies abondantes, la hausse des concentrations de polluants pendant les sécheresses et la perturbation des installations de traitement pendant les inondations réduira la qualité de l'eau brute et menacera la qualité de l'eau potable (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {GT I 12.4, GT II 3.2, 3.4–3.6, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, tableau 3-2, tableau 23-3, encadré 25-2, encart ET-RE, encart ET-EE}

Le changement climatique risque d'influer sur toutes les composantes de la sécurité alimentaire, y compris la production alimentaire, l'accès à la nourriture, l'utilisation des aliments et la stabilité de leurs prix (*degré de confiance élevé*). Pour le blé, le riz et le maïs des régions tropicales et tempérées, le changement climatique, à défaut d'une adaptation, devrait avoir une incidence négative sur la production en cas de hausses locales de la température moyenne de 2 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, sauf dans certaines zones particulières qui pourraient être favorisées (*degré de confiance moyen*). Les incidences prévues varient selon le type de culture, la région et le scénario d'adaptation; environ 10 % des projections correspondant à la période 2030–2049 laissent conclure à des hausses de rendement supérieures à 10 %, tandis qu'environ 10 % des projections laissent conclure à des baisses de rendement de plus de 25 % par rapport à ce que l'on observait à la fin du XX^e siècle. Un accroissement des températures à l'échelle du globe d'environ 4 °C ou plus par rapport à la fin du XX^e siècle, combiné à une augmentation de la demande alimentaire, présenterait un risque majeur en termes de sécurité alimentaire, tant à l'échelle mondiale que régionale (*degré de confiance élevé*) (figure 2.4, 2.7). La relation entre le réchauffement mondial et régional est exposée dans la section 2.2.1. {GT II 6.3–6.5, 7.4–7.5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, tableau 7-2, tableau 7-3, figure 7-1, figure 7-4, figure 7-5, figure 7-6, figure 7-7, figure 7-8, encadré 7-1}

Jusqu'au milieu du siècle, le changement climatique prévu influera surtout sur la santé humaine en exacerbant les problèmes déjà observés (*degré de confiance très élevé*). Pendant toute la durée du XXI^e siècle, il devrait provoquer une détérioration de l'état de santé dans de nombreuses régions, en particulier dans les pays en développement à faible revenu, par rapport à une situation de référence sans changement climatique (*degré de confiance élevé*). Les incidences sur la santé se traduiront par exemple par une probabilité accrue de traumatismes et de décès dus à des vagues de chaleur plus intenses et à des incendies, par des risques accrus de maladies d'origine alimentaire ou hydrique, et de perte de la capacité de travail ainsi que de productivité réduite de la main-d'œuvre au sein des populations vulnérables (*degré de confiance élevé*). Les risques de maladies à transmission vectorielle devraient s'accroître de manière générale avec le réchauffement en raison de l'élargissement de la zone et de la saison d'infection, malgré des réductions dans certaines régions qui seront devenues trop chaudes pour les vecteurs (*degré de confiance moyen*). Dans l'ensemble, l'ampleur et la gravité des incidences néfastes vont progressivement dépasser les incidences positives (*degré de confiance élevé*). D'ici 2100, selon le scénario du RCP8.5, la combinaison de températures et d'une humidité

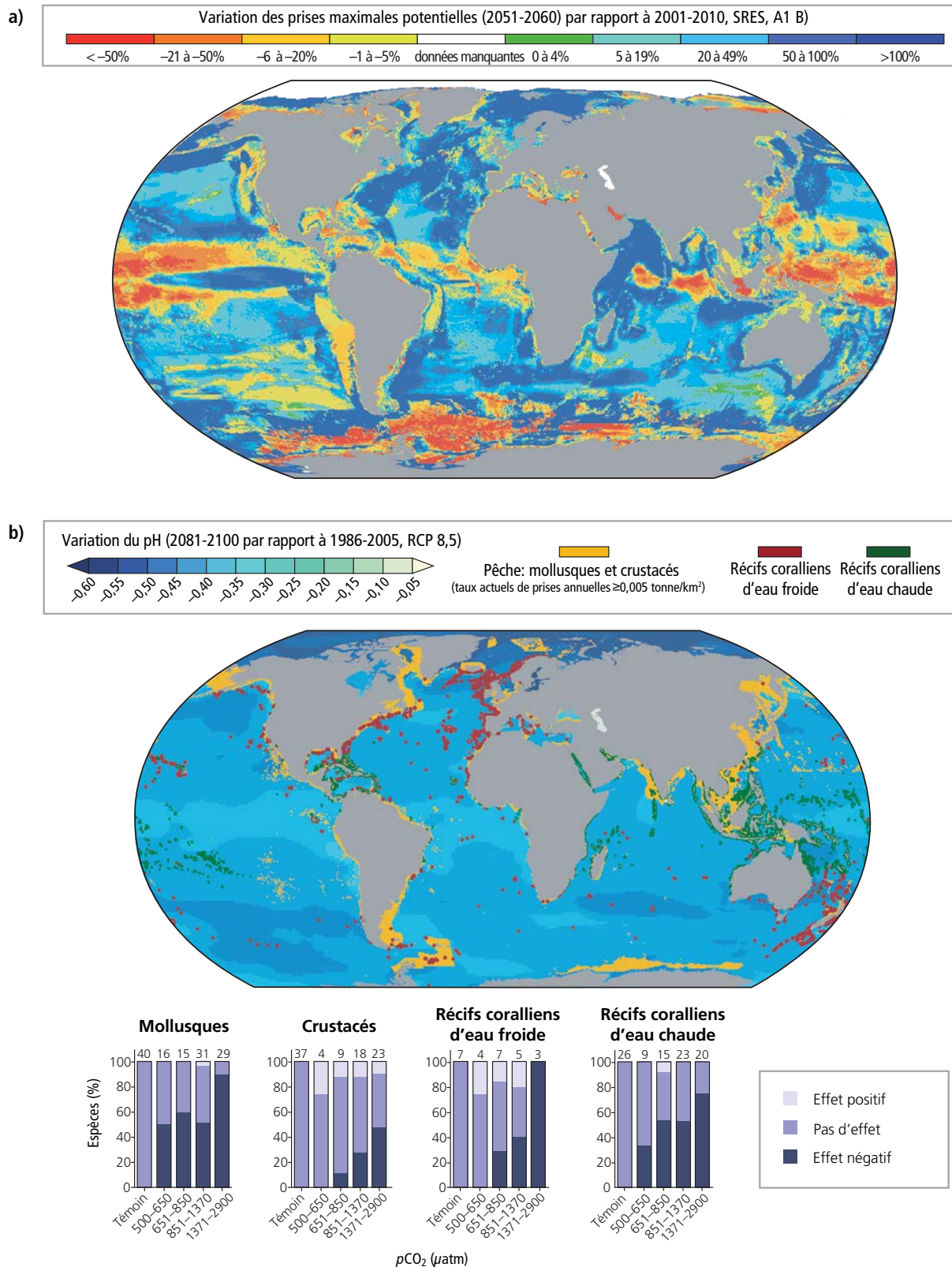


Figure 2.6 | Risques liés au changement climatique pour la pêche. **a)** Redistribution mondiale projetée des prises maximales potentielles d'environ 1000 espèces exploitées de poissons et d'invertébrés. Les projections comparent les moyennes décennales 2001–2010 et 2051–2060 en se fondant sur des conditions océaniques déterminées par un seul modèle climatique dans un scénario de réchauffement modéré à élevé (réchauffement de 2 °C par rapport aux températures préindustrielles), sans analyse des incidences possibles de la surpêche ni de l'acidification des océans. **b)** Pêches de mollusques et de crustacés marins (taux estimés actuels de prises annuelles $\geq 0,005$ tonne/km²) et emplacements connus des récifs coralliens d'eau froide et d'eau chaude, représentés sur une carte du monde illustrant la répartition prévue de l'acidification des océans en surface d'ici 2100 selon le scénario RCP8,5. La carte inférieure propose une comparaison entre la sensibilité à l'acidification des océans des coraux, des mollusques et des crustacés, embranchements animaux vulnérables et présentant un intérêt socio-économique (par exemple pour la protection des côtes et la pêche). Le nombre d'espèces analysées dans les diverses études est indiqué au sommet des bâtons pour chaque catégorie de CO₂ élevé. Pour 2100, les scénarios RCP correspondant à chaque catégorie de pression partielle de CO₂ (pCO₂) sont les suivants: RCP4,5 pour 500–650 μatm, RCP6,0 pour 651–850 μatm, et RCP8,5 pour 851–1370 μatm. En 2150, le scénario RCP8,5 relève de la catégorie 1371–2900 μatm. La catégorie témoin correspond à 380 μatm. (L'unité μatm correspond approximativement aux ppm de l'atmosphère.) [GT I figure RID.8, encadré RID.1, GT II RID B 2, figure RID.6, 6.1, 6.3, 30.5, figure 6-10, figure 6-14]

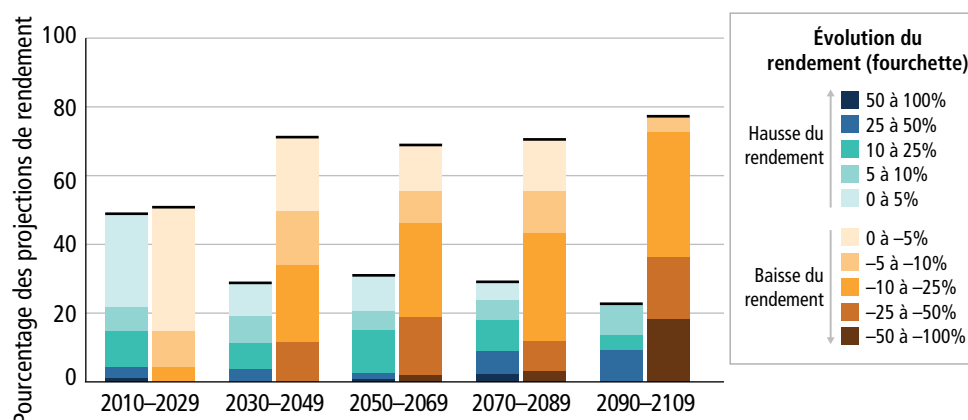


Figure 2.7 | Résumé de l'évolution prévue du rendement des cultures due au changement climatique au cours du XXI^e siècle. Le graphique combine 1090 points de données provenant de projections fondées sur des modèles de cultures, et couvrant différents scénarios d'émissions pour les régions tropicales et tempérées, ainsi que pour des cas d'adaptation et de non-adaptation. Les projections sont présentées par périodes de 20 ans (axe horizontal) au cours desquelles leur point médian est observé. Les variations du rendement des cultures sont établies par rapport aux niveaux correspondant à la fin du XX^e siècle; la somme des données correspondant à chaque période chronologique est de 100%. Les incidences sur les systèmes de culture dans les scénarios où les températures moyennes à l'échelle du globe augmentent de 4 °C ou plus ont été prises en compte dans un nombre relativement faible d'études. {GT II figure RID. 7}

élevées dans certaines zones et à certains moments de l'année devrait remettre en cause certaines activités anthropiques courantes, notamment le fait de cultiver la terre ou de travailler en extérieur (*degré de confiance élevé*). {GT II RID B-2, 8.2, 11.3–11.8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, figure 25-5, encart ET-ST}

Dans les zones urbaines, le changement climatique devrait accroître les risques pour les personnes, les biens, les économies et les écosystèmes, notamment les risques liés au stress thermique, aux tempêtes et aux précipitations extrêmes, aux inondations le long des côtes et à l'intérieur des terres, aux coulées de boue, à la pollution atmosphérique, aux sécheresses, aux pénuries d'eau et aux ondes de tempête (*degré de confiance très élevé*). Ces risques seront amplifiés pour les personnes privées des infrastructures et services essentiels ou vivant dans des zones exposées. {GT II 3.5, 8.2–8.4, 22.3, 24.4–24.5, 26.8, tableau 8-2, encadré 25-9, encart ET-ST}

Les zones rurales devraient subir le contrecoup d'incidences majeures sur l'eau disponible, l'approvisionnement en eau, la sécurité alimentaire, les infrastructures et les revenus agricoles, et devraient connaître en particulier des déplacements des zones de production de cultures vivrières ou non vivrières à travers le monde (*degré de confiance élevé*). Ces incidences devraient peser de manière inégale sur le bien-être des populations pauvres en zones rurales, par exemple les familles monoparentales dirigées par des femmes et les personnes n'ayant qu'un accès limité à la terre, aux facteurs modernes de production agricole, aux infrastructures et à l'éducation. {GT II 5.4, 9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, encadré 25-5}

Les pertes économiques cumulées s'aggravent à mesure que la température augmente (*éléments limités, degré de cohérence élevé*). Toutefois, les incidences économiques mondiales du changement climatique sont difficiles à estimer. Ces limitations étant reconnues, les estimations incomplètes dont on dispose sur les pertes économiques annuelles mondiales correspondant à un réchauffement d'environ 2,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels varient entre 0,2 et 2,0 % des recettes (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Dans la plupart des secteurs économiques, les incidences de facteurs tels que l'évolution démographique, la pyramide des âges, les revenus, la technologie, les prix relatifs, les modes de vie, la réglementation et la gouvernance devraient être importantes comparativement à celles du changement climatique (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Des phénomènes météorologiques plus graves ou plus fréquents devraient accroître les pertes et leur variabilité, et remettre en cause la possibilité de proposer des régimes d'assurance à un prix abordable, notamment dans les pays en développement. Certains éléments internationaux tels que le commerce et les relations entre les États sont aussi importants pour comprendre les risques que le changement climatique présente à des échelles régionales. (Encadré 3.1) {GT II 3.5, 10.2, 10.7, 10.9–10.10, 17.4–17.5, 25.7, 26.7–26.9, encadré 25-7}

Sur le plan de la pauvreté, les incidences du changement climatique devraient ralentir la croissance économique, entraver les efforts de lutte contre la pauvreté, continuer d'éroder la sécurité alimentaire, entretenir les pièges actuels de la pauvreté et en créer de nouveaux, ce dernier effet étant particulièrement marqué dans les zones urbaines et dans les nouveaux «points chauds de la faim» (*degré de confiance moyen*). Les incidences du changement climatique devraient aggraver la pauvreté dans la plupart des pays en développement et créer de nouvelles poches de pauvreté dans les pays développés ou en développement aux prises avec des inégalités sociales croissantes (figure 2.4). {GT II 8.1, 8.3–8.4, 9.3, 10.9, 13.2–13.4, 22.3, 26.8}

Tableau 2.3 | Exemples de risques principaux à l'échelle mondiale pour différents secteurs, y compris le potentiel de réduction des risques grâce à des mesures d'adaptation et d'atténuation, ainsi que les limites de l'adaptation. Chaque risque principal peut être jugé très faible, faible, moyen, élevé ou très élevé à trois horizons temporels: le présent, à court terme (en l'occurrence, 2030–2040) et à long terme (2080–2100). À court terme, les niveaux prévus d'augmentation de la température moyenne à l'échelle du globe ne divergent pas beaucoup d'un scénario d'émissions à l'autre. À long terme, les niveaux de risque sont analysés selon deux scénarios possibles (augmentation de la température moyenne mondiale de 2 ou 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Pour chaque horizon temporel, les niveaux de risque sont indiqués sur la base d'une poursuite de l'adaptation actuelle et en faisant l'hypothèse de niveaux élevés d'adaptation actuelle et future. Les niveaux de risque ne sont pas nécessairement comparables, notamment d'une région à l'autre. Les variables climatiques pertinentes sont indiquées par des icônes. [GT II tableau RT.4]

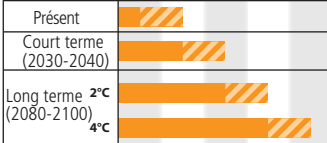
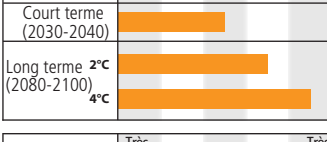
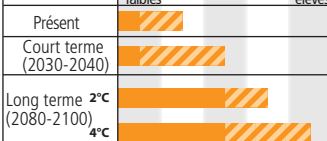
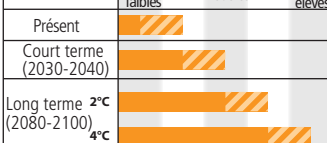
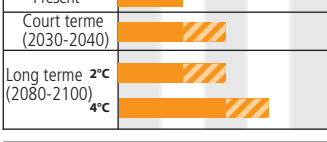
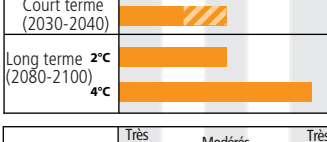
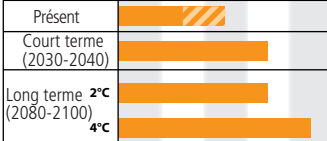
Facteurs déterminants des incidences liées au climat									Degré de risque & possibilités d'adaptation				
									Possibilités supplémentaires d'adaptation pour réduire le risque. Degré de risque compte tenu d'un degré élevé d'adaptation Degré de risque compte tenu du degré d'adaptation actuel				
Tendance au réchauffement	Température extrême	Tendance à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Cyclones destructeurs	Inondations	Ondes de tempête	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone					
Risques planétaires													
Risques principaux			Problèmes & perspectives d'adaptation			Déterminants climatiques		Échéancier		Risques & possibilités d'adaptation			
Réduction du puits de carbone terrestre: Le carbone stocké dans les écosystèmes terrestres peut être relâché dans l'atmosphère en raison d'une augmentation de la fréquence des incendies découlant du changement climatique et de la sensibilité de la respiration des écosystèmes à l'élévation de la température. <i>(degré de confiance moyen)</i> <i>(GT II 4.2, 4.3)</i>			• Mesures d'adaptation: Gérer l'utilisation des terres (y compris le déboisement), les incendies et d'autres perturbations, et les facteurs de perturbation non climatiques.			  		Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			
Point de bascule dans la région boréale : Les écosystèmes arctiques sont vulnérables au changement soudain lié au dégel du pergélisol, à la propagation des arbustes dans la toundra et à l'augmentation des parasites et des incendies dans les forêts boréales. <i>(degré de confiance moyen)</i> <i>(GT II 4.3, encadré 4-4)</i>			• Peu de mesures d'adaptation applicables dans l'Arctique.			 		Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			
Point de bascule dans la région amazonienne: Les forêts amazoniennes humides pourraient soudainement devenir des écosystèmes à moindre teneur en carbone, adaptés à la sécheresse et aux incendies. <i>(degré de confiance faible)</i> <i>(GT II 4.3, encadré 4-3)</i>			• Des mesures gouvernementales et des mesures influant sur le marché peuvent réduire le déboisement et les incendies.			  		Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			
Augmentation des risques d'extinction d'espèces : Une fraction importante des espèces évaluées risque de s'éteindre en raison du changement climatique, souvent conjugué à d'autres menaces. Les espèces intrinsèquement lentes à se propager, en particulier quand elles occupent des espaces dénués de relief sur lesquels le changement climatique se produira rapidement, selon les projections, et les espèces situées dans des habitats isolés, notamment les sommets montagneux, les îles ou de petites régions protégées, sont particulièrement exposées. Les effets en cascade par l'intermédiaire d'interactions entre organismes, en particulier ceux qui sont vulnérables aux changements phénologiques, amplifient le risque. <i>(degré de confiance élevé)</i> <i>(GT II 4.3, 4.4)</i>			• Mesures d'adaptation: Réduire la modification et la fragmentation de l'habitat, la pollution, la surexploitation et les espèces envahissantes; étendre les zones protégées; influencer sur la dispersion; et assurer la conservation ex situ.			  		Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			
Redistribution et diminution à l'échelle mondiale des rendements halieutiques aux basses latitudes, parallèlement à une tendance mondiale à la réduction de la taille des prises. <i>(degré de confiance moyen)</i> <i>(GT II 6.3 à 6.5, 30.5, 30.6)</i>			• Aggravation de la pauvreté dans les zones côtières aux basses latitudes, à mesure que les zones de pêche se restreignent. Phénomène partiellement compensé par la croissance de l'aquaculture et la planification du territoire maritime, ainsi que par la rationalisation des efforts de pêche industrielle.					Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			
Croissance et survie réduites des crustacés et coquillages à valeur commerciale et d'autres espèces calcifiantes (ex.: coraux formant des récifs, algues rouges calcaires) en raison de l'acidification des océans. <i>(degré de confiance élevé)</i> <i>(GT II 5.3, 6.1, 6.3, 6.4, 30.3, encadré CC-OA)</i>			• Des éléments montrent que les capacités de résistance et d'évolution adaptative diffèrent suivant les espèces, mais que celles-ci seront probablement restreintes si les concentrations de CO₂ et la température augmentent. • Mesures d'adaptation: Exploiter des espèces présentant une meilleure résilience ou protéger des habitats dont la teneur en CO₂ est naturellement faible, ainsi que réduire d'autres facteurs de perturbation, principalement la pollution, et restreindre les pressions que font peser le tourisme et la pêche.					Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			
Réduction de la biodiversité marine en cas de changement climatique suivant un rythme élevé. <i>(degré de confiance moyen)</i> <i>(GT II 6.3, 6.4, tableau 30-4, encadré CC-MB)</i>			• Mesures d'adaptation: Elles se limitent à réduire les autres facteurs de perturbation, principalement la pollution, et à restreindre les pressions que font peser les activités humaines le long des côtes, notamment le tourisme et la pêche.			  		Très faibles Modérés Très élevés		Présent Court terme (2030-2040) Long terme 2°C (2080-2100) 4°C			

Tableau 2.3 (suite)

Risques planétaires																								
Risques principaux	Problèmes & perspectives d'adaptation	Déterminants climatiques	Échéancier	Risques & possibilités d'adaptation																				
Incidences négatives sur les rendements moyens des cultures et augmentation de la variabilité des rendements en raison du changement climatique. (degré de confiance élevé) {GT II 7.2 à 7.5, figure 7-5, encadré 7-1}	• Les incidences projetées varient selon le type de culture, la région et le scénario d'adaptation, et environ 10 % des projections correspondant à la période 2030–2049 laissent conclure à des hausses de rendement supérieures à 10 %, tandis qu'environ 10 % des projections laissent conclure à des baisses de rendement de plus de 25 % par rapport à ce que l'on observait à la fin du XX ^e siècle. Au-delà de 2050, le risque d'incidences plus fortes sur le rendement augmente et dépend du niveau de réchauffement.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Risques urbains associés aux systèmes d'approvisionnement en eau. (degré de confiance élevé) {GT II 8.2, 8.3}	• Mesures d'adaptation: Modifier l'infrastructure des réseaux ainsi que la gestion de la demande pour garantir une qualité et une quantité suffisantes, augmenter les capacités pour faire face à une réduction des ressources en eau douce, et réduire les risques d'inondation.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Risques urbains associés aux systèmes d'approvisionnement en énergie. (degré de confiance élevé) {GT II 8.2, 8.4}	• La plupart des centres urbains présentent une forte intensité énergétique, les politiques relatives au climat et ayant trait à l'énergie étant uniquement centrées sur des mesures d'atténuation. Quelques villes prennent des initiatives d'adaptation en faveur des systèmes énergétiques essentiels. Les systèmes énergétiques centralisés, non adaptés risqueraient d'amplifier les incidences, conduisant ainsi à des conséquences nationales et transfrontières à partir de phénomènes extrêmes localisés.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Risques urbains associés au logement. (degré de confiance élevé) {GT II 8.3}	• Les logements de mauvaise qualité et mal situés sont souvent les plus vulnérables aux phénomènes extrêmes. Les mesures d'adaptation comprennent l'application stricte des réglementations en matière de construction et des contraintes de mise en conformité. Certaines études sur les villes montrent qu'il serait possible d'adapter les logements et de promouvoir simultanément des objectifs d'atténuation, d'adaptation et de développement. Les villes à croissance rapide, ou celles en reconstruction après une catastrophe, pourraient saisir des opportunités d'augmenter leur résilience, mais elles le font rarement. Sans adaptation, les risques de pertes économiques en cas de phénomènes extrêmes sont importants dans les villes disposant d'infrastructures et de biens immobiliers à usage d'habitation de grande valeur, avec d'éventuels effets économiques de plus grande portée.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Déplacements de populations associés à des phénomènes extrêmes. (degré de confiance élevé) {GT II 12.4}	• On dispose de bonnes connaissances sur l'adaptation aux phénomènes extrêmes, mais celles-ci sont peu mises à profit, et ce en dépit des conditions climatiques actuelles. Les déplacements et les migrations forcées sont souvent temporaires. Plus les risques climatiques augmentent et plus les déplacements tendent à correspondre à une émigration à titre permanent.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Conflit violent causé par une détérioration des modes de vie fondés sur les ressources, notamment l'agriculture et l'élevage. (degré de confiance élevé) {GT II 12.5}	Mesures d'adaptation: • Dispositif opérant pour compenser les revenus ruraux en cas de chocs climatiques, par exemple par une diversification des moyens d'existence, des transferts de revenus et des dispositions relevant de systèmes de protection sociale. • Mécanismes d'alerte précoce permettant la mise en place d'une réduction effective des risques. • Stratégies bien établies et se révélant efficaces pour régler les conflits violents, mais qui nécessitent des ressources et des investissements importants ainsi qu'une volonté gouvernementale.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Baisse de la productivité professionnelle et hausse de la morbidité (ex.: déshydratation, coups de chaleur et épuisement causé par la chaleur) et de la mortalité par exposition aux vagues de chaleur. Ceux qui sont le plus exposés sont les agriculteurs et les ouvriers du bâtiment ainsi que les enfants, les personnes sans domicile, les personnes âgées ainsi que les femmes pour lesquelles la corvée d'eau nécessite de longues heures de marche. (degré de confiance élevé) {GT II 13.2, encadré 13-1}	• Les mesures d'adaptation sont limitées pour ceux qui dépendent de l'agriculture sans pouvoir se mécaniser. • Les mesures d'adaptation sont limitées dans le secteur du bâtiment où de nombreux pauvres travaillent dans des conditions d'insécurité. • Les limites de l'adaptation peuvent être dépassées dans certaines régions en cas de réchauffement planétaire mondial atteignant 4 °C.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								
Accès restreint à l'eau pour les populations pauvres vivant en milieu rural et urbain, en raison de la raréfaction des ressources en eau et d'une concurrence croissante autour de l'eau. (degré de confiance élevé) {GT II 13.2, encadré 13-1}	• Une adaptation passant par la réduction de l'utilisation de l'eau ne constitue pas une solution pour de nombreuses personnes qui ne disposent déjà pas d'un accès approprié à de l'eau potable. L'accès à l'eau engendre différentes formes de discrimination, notamment en fonction du sexe et du lieu. Pour ce qui est de l'utilisation de l'eau, les personnes pauvres et marginalisées sont dans l'incapacité de rivaliser avec les industries, l'agriculture intensive et les utilisateurs disposant de puissants moyens, qui recourent à l'extraction d'eaux souterraines.		<table><tr><th></th><th>Très faibles</th><th>Modérés</th><th>Très élevés</th></tr><tr><td>Présent</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Court terme (2030-2040)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>Long terme 2°C (2080-2100)</td><td colspan="3"> </td></tr><tr><td>4°C</td><td colspan="3"> </td></tr></table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Présent				Court terme (2030-2040)				Long terme 2°C (2080-2100)				4°C				
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Présent																								
Court terme (2030-2040)																								
Long terme 2°C (2080-2100)																								
4°C																								

Encadré 2.4 | Motifs de préoccupation concernant le changement climatique

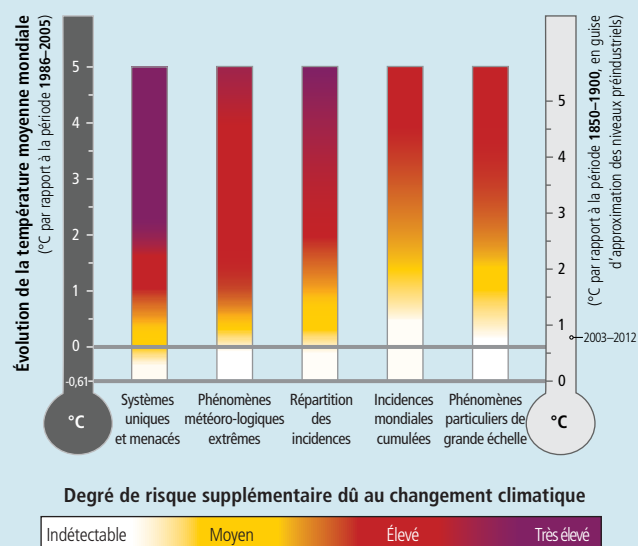
Cinq motifs de préoccupation permettent d'établir un cadre de synthèse pour les risques principaux depuis le troisième Rapport d'évaluation du GIEC. Ces motifs illustrent les conséquences du réchauffement planétaire et des limites de l'adaptation sur les personnes, les économies et les écosystèmes dans les différents secteurs et régions. Ils servent de point de départ à l'évaluation des perturbations anthropiques dangereuses pour le système climatique. Tous les niveaux de réchauffement figurant dans le texte de l'encadré 2.4 sont indiqués par rapport à la période 1986–2005. En ajoutant environ 0,6 °C à ces niveaux, on obtient à peu près les niveaux de réchauffement par rapport à la période 1850–1900, qui correspond, aux fins du présent document, à une approximation de la période préindustrielle (échelle de droite dans la figure 1 de l'encadré 2.4). {GT II encadré d'évaluation RID.1}

Ces cinq motifs de préoccupation sont associés aux éléments suivants:

1. **Systèmes uniques et menacés:** Certains écosystèmes et cultures sont déjà mis en danger par le changement climatique (*degré de confiance élevé*). Une augmentation de la température d'environ 1 °C accroît le nombre de systèmes uniques et menacés qui sont exposés à des conséquences graves. Beaucoup de systèmes dotés de capacités d'adaptation limitées, en particulier ceux associés à la glace de mer arctique et aux récifs coralliens, encourraient des risques très élevés en cas de réchauffement supplémentaire de 2 °C. Outre les risques découlant de l'*ampleur* du réchauffement, les espèces terrestres sont aussi sensibles à son *rythme*, tandis que les espèces marines sont vulnérables au taux d'acidification de l'océan et les systèmes côtiers sont exposés à l'élévation du niveau de la mer (figure 2.5).
2. **Phénomènes météorologiques extrêmes:** Les risques de phénomènes extrêmes liés au changement climatique tels que les vagues de chaleur, les fortes précipitations et les inondations des zones côtières atteignent déjà un niveau modéré (*degré de confiance élevé*). Ils atteindraient un niveau élevé avec un réchauffement supplémentaire de 1 °C (*degré de confiance moyen*). Les risques liés à certains types de phénomènes extrêmes (par exemple, une chaleur extrême) s'aggravent progressivement à mesure que le réchauffement augmente (*degré de confiance élevé*).
3. **Répartition des incidences:** Les risques ne sont pas répartis uniformément entre les groupes de personnes et les régions: ils sont généralement plus grands pour les populations et les collectivités défavorisées de tous les pays. Les risques sont déjà modérés en raison des différences régionales de changement climatique, en particulier pour ce qui est des productions végétales (*degré de confiance moyen à élevé*). Selon les baisses projetées des rendements des cultures et de l'eau disponible à l'échelle régionale, un réchauffement supplémentaire de plus de 2 °C entraînerait un risque élevé d'incidences inégalement réparties (*degré de confiance moyen*).
4. **Incidences mondiales cumulées:** Les risques d'incidences mondiales cumulées sont modérés dans le cas d'un réchauffement compris entre 1 et 2 °C; ils concernent à la fois la biodiversité de la planète et l'économie mondiale dans son ensemble (*degré de confiance moyen*). Un réchauffement supplémentaire d'environ 3 °C présente des risques élevés se traduisant par un appauvrissement considérable de la biodiversité et la disparition de biens et services écosystémiques qui lui sont associés (*degré de confiance élevé*). Une augmentation de la température provoque une accélération des dommages économiques (*éléments limités, degré de cohérence élevé*), mais peu d'estimations quantitatives ont été réalisées pour des niveaux de réchauffement supplémentaire supérieurs à 3 °C.
5. **Phénomènes particuliers de grande échelle:** Avec l'augmentation du réchauffement, certains systèmes physiques ou écologiques courent le risque de subir des changements brusques et/ou irréversibles (voir section 2.4). Les risques d'atteindre ces points de bascule sont modérés lorsque le réchauffement supplémentaire varie de 0 à 1 °C, étant donné les signes avant-coureurs de changements irréversibles de régime déjà affichés par les récifs coralliens d'eau chaude et les écosystèmes arctiques (*degré de confiance moyen*). Les risques augmentent beaucoup plus rapidement avec un réchauffement supplémentaire de 1 à 2 °C, et deviennent élevés au-dessus de 3 °C, car une élévation importante et irréversible du niveau des océans devient possible en raison de la fonte des nappes glaciaires. Un réchauffement soutenu dépassant un seuil supérieur à environ 0,5 °C (*degré de confiance faible*), mais inférieur à environ 3,5 °C (*degré de confiance moyen*) entraînerait une disparition quasi complète de la nappe glaciaire groenlandaise d'ici un millénaire ou plus, et provoquerait à terme à l'échelle mondiale une élévation du niveau moyen de la mer pouvant atteindre sept mètres..

(Suite à la page suivante)

Encadré 2.4 (suite)



Encadré 2.4, Figure 1 | Risques associés aux motifs de préoccupation à une échelle mondiale, pour des niveaux croissants de réchauffement climatique. Les couleurs indiquent le risque supplémentaire dû au changement climatique lorsqu'un niveau de température est atteint, puis maintenu ou dépassé. Le blanc indique qu'il n'y a pas d'incidence associée détectable et attribuable au changement climatique. Le jaune indique que les incidences associées sont à la fois détectables et attribuables au changement climatique avec un *degré de confiance* au moins *moyen*. Le rouge indique que les incidences associées sont graves et de grande ampleur. Le violet, qui n'était pas utilisé avant dans la présente évaluation, indique que tous les critères des risques principaux laissent conclure à un risque très élevé. {GT II encadré d'évaluation RID, 1, figure 19-4}

Le changement climatique devrait entraîner une intensification des déplacements de populations (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Les risques liés aux déplacements augmentent lorsque les populations privées des ressources requises pour assurer une migration planifiée se trouvent en situation d'exposition accrue face à des phénomènes météorologiques extrêmes comme des inondations ou des sécheresses. Un accroissement de la mobilité des populations peut réduire la vulnérabilité de ces dernières. Les changements apportés à la structure des mouvements migratoires peuvent aider les populations à échapper aux effets des phénomènes météorologiques extrêmes et de la variabilité et du changement climatique à plus long terme; les migrations peuvent aussi représenter une stratégie d'adaptation efficace. {GT II 9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9}

Le changement climatique peut accroître indirectement les risques de conflits violents en exacerbant les sources connues de ces conflits, notamment la pauvreté et les chocs économiques (*degré de confiance moyen*). De multiples sources de données permettent de lier la variabilité du climat à certaines formes de conflits. {GT II RID, 12.5, 13.2, 19.4}

2.4 Changements climatiques au-delà de 2100, irréversibilité et changements brusques

De nombreux aspects des changements climatiques et de leurs répercussions continueront de se manifester pendant des siècles, même si les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont arrêtées. Les risques de changements brusques ou irréversibles augmentent à mesure que le réchauffement s'amplifie.

Dans tous les profils analysés, à l'exception du RCP2,6, le réchauffement se poursuivra après 2100. Les températures de surface resteront à peu près constantes, mais à des niveaux élevés pendant plusieurs siècles après un arrêt complet des émissions anthropiques nettes de CO₂ (voir la section 2.2.5 pour des explications sur la relation entre les émissions de CO₂ et le changement des températures à l'échelle mondiale). Une grande partie du réchauffement climatique d'origine anthropique lié aux émissions de CO₂ est irréversible sur des périodes de plusieurs siècles à plusieurs millénaires, sauf dans le cas d'une élimination nette considérable de CO₂ atmosphérique sur une longue période. (Figure 2.8a, b). {GT I RID E.1, RID E.8, 12.5.2}

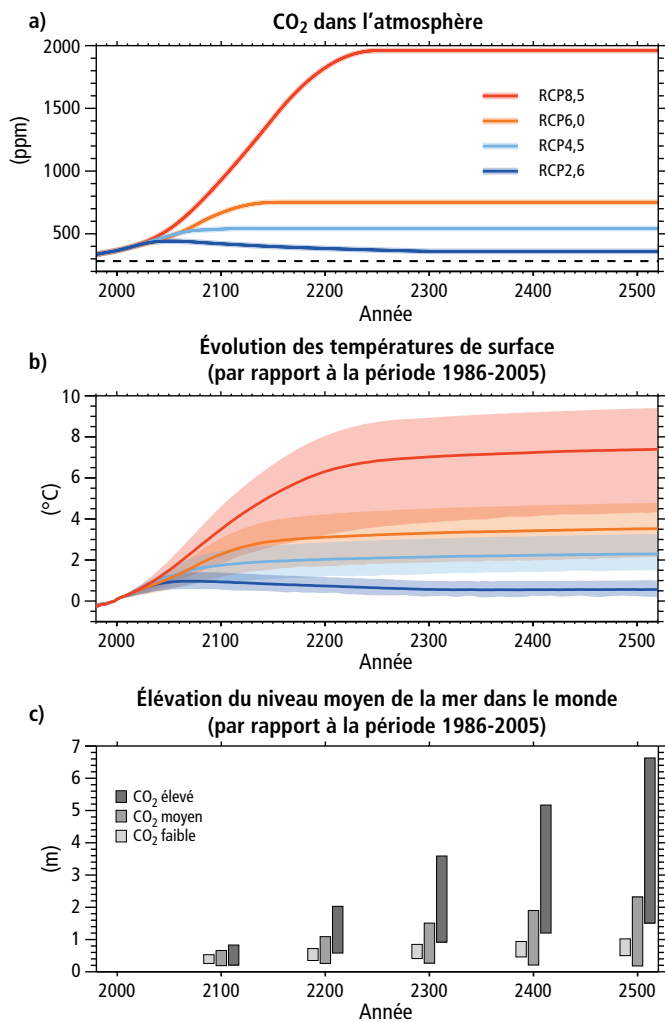


Figure 2.8 | **a)** Dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère et **b)** évolution prévue des températures de surface moyennes dans le monde, selon les simulations des modèles du système Terre de complexité intermédiaire pour les quatre profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) jusqu'en 2300 (par rapport à la période 1986–2005), suivie d'un forçage radiatif constant (niveau de l'année 2300). Un lissage décennal a été appliqué. La ligne en pointillés de la figure a) indique le niveau préindustriel de concentration en CO₂. **c)** Prévisions de l'élévation du niveau de la mer, groupées en trois catégories selon la concentration de gaz à effet de serre (en éq.-CO₂) en 2100 (faible: concentrations passant par un pic avant de diminuer et de rester en dessous de 500 ppm, comme dans le scénario RCP2,6; moyen: 500 à 700 ppm, scénario RCP4,5 inclus; élevé: concentrations supérieures à 700 ppm mais inférieures à 1500 ppm, comme dans les scénarios RCP6,0 et RCP8,5). Les bâtons de la figure c) illustrent la fourchette maximale qui peut être obtenue avec le peu de résultats disponibles après application des modèles (et ne doivent pas être interprétés comme des marges d'incertitude). Ces modèles sous-estiment *probablement* la contribution de la nappe glaciaire arctique et entraînent donc une sous-estimation de l'élévation prévue du niveau de la mer au-delà de 2100. {GT I figure 12.43, figure 13.13, tableau 13.8, GT II RID B-2}

La stabilisation des températures de surface moyennes dans le monde n'implique pas la stabilisation de toutes les composantes du système climatique. L'évolution des biomes, le rééquilibrage du carbone du sol, les nappes glaciaires, les températures océaniques et l'élévation du niveau de la mer qui leur est associée possèdent tous leurs propres échelles temporelles longues et vont entraîner en permanence des changements pendant des centaines à des milliers d'années après que la température de surface aura été stabilisée à l'échelle du globe. {GT I RID E.8, 12.5.2–12.5.4, GT II 4.2}

L'acidification des océans va continuer pendant des siècles si les émissions de CO₂ se poursuivent; elle aura une incidence marquée sur les écosystèmes marins (*degré de confiance élevé*), qui sera encore exacerbée par l'accroissement des températures extrêmes (figure 2.5b). {GT I 3.8.2, 6.4.4, GT II RID B-2, 6.3.2, 6.3.5, 30.5, encart ET-AO}

L'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe va se poursuivre pendant de nombreux siècles après 2100 (*extrêmement probable*). Les rares analyses qui s'étendent au-delà de 2100 indiquent que par rapport au niveau préindustriel, l'élévation du niveau moyen des mers en 2300 devrait être de moins de 1 m pour des concentrations de gaz à effet de serre passant par un pic avant de diminuer et de rester en dessous de 500 ppm éq.-CO₂, comme dans le scénario RCP2,6. Pour un forçage radiatif qui correspond à une concentration d'éq.-CO₂ comprise entre 700 et 1 500 ppm en 2100, comme dans le RCP8,5, l'élévation projetée varie de 1 à plus de 3 m d'ici 2300 (*degré de confiance moyen*) (figure 2.8c). Il existe un *degré de confiance faible* dans la capacité des modèles disponibles à prévoir la fonte des glaces à l'état solide dans l'Antarctique. Ces modèles sous-estiment donc *probablement* la contribution de la nappe glaciaire antarctique, ce qui entraîne une sous-estimation de l'élévation prévue du niveau de la mer au-delà de 2100. {GT I RID E.8, 13.4.4, 13.5.4}

Il existe peu d'éléments, dans les modèles du climat mondial, attestant d'un point de bascule ou d'un seuil critique lors du passage de l'océan Arctique d'un état où il est constamment couvert de glace à un état où il est libre de glace pendant certaines saisons, état au-delà duquel un nouveau recul de la glace de mer sera inexorable et irréversible. {GT I 12.5.5}

Le *degré de confiance* est *faible* en ce qui concerne l'évaluation de l'évolution de la circulation méridienne océanique de retournement de l'Atlantique (AMOC) après le XXI^e siècle, en raison du nombre limité d'analyses et du caractère ambigu des résultats. Cependant, un effondrement après le XXI^e siècle, dû à un réchauffement important et prolongé, ne peut être exclu. {GT I RID E.4, 12.4.7, 12.5.5}

Une élévation plus marquée du niveau des mers pourrait être causée par une perte de masse continue des nappes glaciaires, et une partie de cette perte de masse pourrait être irréversible. Un réchauffement moyen continu du globe, supérieur à un certain seuil, provoquerait la disparition quasi complète de la nappe glaciaire du Groenland en un millénaire ou plus, ce qui entraînerait une élévation du niveau moyen de la mer pouvant atteindre jusqu'à 7 m (*degré de confiance élevé*). Les estimations actuelles indiquent que le seuil de ce réchauffement, par rapport aux températures préindustrielles, est supérieur à environ 1 °C (*degré de confiance faible*) mais inférieur à environ 4 °C (*degré de confiance moyen*). Une perte de glace brusque et irréversible liée à une instabilité potentielle des parties marines de la nappe glaciaire de l'Antarctique est possible en cas de forçage climatique, mais les éléments actuellement disponibles et le niveau de compréhension de ces phénomènes sont insuffisants pour établir une estimation quantitative. {GT I RID E.8, 5.6.2, 5.8.1, 13.4.3, 13.5.4}

Au cours du XXI^e siècle, l'ampleur et le rythme du changement climatique associés aux scénarios à émissions modérées à élevées (RCP4,5, 6,0 et 8,5) présenteront un risque élevé de bouleversement brusque et irréversible à l'échelle régionale de la composition, de la structure et de la fonction des écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce, y compris les milieux humides (*degré de confiance moyen*) et les récifs coralliens d'eau chaude (*degré de confiance élevé*). Le système arctique de la toundra boréale (*degré de confiance moyen*) et la forêt amazonienne (*degré de confiance faible*) sont des exemples de systèmes qui pourraient considérablement amplifier le changement climatique. {GT II 4.3.3.1, encadré 4.3, encadré 4.4, 5.4.2.4, 6.3.1–6.3.4, 6.4.2, 30.5.3–30.5.6, encart ET-RC, encart ET-BM}

Une réduction de la superficie du pergélisol est pratiquement certaine si les températures mondiales continuent d'augmenter. Les zones actuelles de pergélisol devraient devenir des sources d'émission nette de carbone (CO₂ et CH₄) avec une perte de 180 à 920 GtCO₂ (50 à 250 GtC) selon le scénario RCP8,5 au cours du XXI^e siècle (*degré de confiance faible*). {GT I RID.5, 6.4.3.4, 12.5.5, GT II 4.3.3.4}

3

Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution

Thème 3: Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution

L'adaptation et l'atténuation sont des stratégies complémentaires qui permettent de réduire et de maîtriser les risques liés aux changements climatiques. En limitant fortement les émissions au cours des prochaines décennies, on pourrait réduire les risques climatiques au XXI^e siècle et au-delà, améliorer les perspectives d'adaptation, réduire les coûts de l'atténuation sur le long terme et aplanir les difficultés afférentes, et privilégier des profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique dans l'optique du développement durable..

L'adaptation et l'atténuation sont deux stratégies complémentaires pour faire face au changement climatique. L'adaptation est la démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en réduire ou à en éviter les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques. L'atténuation est la démarche consistant à réduire les émissions de gaz à effet de serre ou à renforcer l'absorption de ces gaz par des puits afin de limiter le changement climatique à venir. Ces stratégies permettent toutes deux de réduire et de gérer les risques liés aux incidences du changement climatique. Cependant, elles peuvent aussi faire apparaître d'autres risques, ainsi que d'autres avantages. Apporter des réponses stratégiques au changement climatique consiste notamment à étudier les risques afférents au climat ainsi que les risques et les avantages connexes des mesures d'adaptation et d'atténuation. *{GT II RID A-3, RID C, glossaire, GT III RID.2, 4.1, 5.1, glossaire}*

L'atténuation, l'adaptation et les incidences sur le climat peuvent toutes entraîner des transformations et des changements dans les systèmes. Selon le rythme et l'ampleur du changement, et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes anthropiques et naturels, le changement climatique va modifier les écosystèmes, les systèmes alimentaires, les infrastructures, les zones côtières, urbaines et rurales, la santé et les moyens de subsistance. Les mesures d'adaptation prises pour faire face au changement climatique peuvent prévoir une évolution progressive, mais aussi nécessiter des changements plus fondamentaux qui s'accompagnent de transformations³⁴. L'atténuation, quant à elle, peut exiger un bouleversement de la manière dont les sociétés mettent à disposition et exploitent les services énergétiques et les terres. *{GT II B, C, RT C, encadré RT.8, glossaire, GT III RID.4}*

Le thème 3 du présent rapport traite des facteurs ayant une influence sur l'évaluation des stratégies d'atténuation et d'adaptation. Il présente les avantages, les risques, les changements progressifs et les transformations possibles associés à différentes combinaisons de mesures d'atténuation et d'adaptation et à leurs incidences résiduelles sur le climat. Il montre comment les réponses apportées au cours des prochaines décennies influenceront les choix visant à limiter le changement climatique à long terme et les perspectives d'adaptation à ce changement. Enfin, il passe en revue les facteurs – notamment l'incertitude, les considérations éthiques et les liens avec d'autres objectifs sociétaux – susceptibles d'influencer les choix en matière d'atténuation et d'adaptation. Le thème 4 traitera ensuite des perspectives d'atténuation et d'adaptation, compte tenu des connaissances, des choix, des politiques et des outils actuels.

3

3.1 Principes de prise de décision en matière de changement climatique

Il est possible de prendre des décisions avisées pour limiter les changements climatiques et leurs effets en appliquant une vaste gamme d'outils d'analyse pour l'évaluation des risques et des avantages probables, qui prennent en compte la gouvernance, les questions d'éthique, l'équité, les jugements de valeur, les évaluations économiques et la diversité des perceptions et des réactions face aux risques et à l'incertitude.

Le développement durable et l'équité constituent le fondement de l'évaluation des politiques climatiques. Pour parvenir au développement durable en toute équité, et en éradiquant la pauvreté, il faut limiter les effets du changement climatique. La contribution actuelle et future à l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère varie d'un pays à l'autre; chaque pays a ses propres problèmes et son propre contexte, ainsi que des capacités particulières lorsqu'il s'agit de prendre des mesures d'atténuation et d'adaptation.

Ces mesures soulèvent des questions d'équité et de justice, mais elles sont nécessaires pour instaurer un développement durable et éradiquer la pauvreté. Parmi les personnes les plus vulnérables au changement climatique, nombreuses sont celles qui ont peu contribué par le passé et contribuent toujours peu aux émissions de gaz à effet de serre. Retarder les mesures d'atténuation revient à déplacer le problème vers l'avenir. La gestion défaillante des incidences émergentes appliquée actuellement sape d'ores et déjà les fondements du développement durable. Les mesures d'adaptation comme d'atténuation peuvent avoir des conséquences en termes de répartition à l'échelle locale, nationale et internationale, selon les personnes qui vont devoir les financer et celles qui vont en bénéficier. Le processus de prise de décision à l'égard du changement climatique et le respect des droits et des opinions des personnes concernées font aussi intervenir des notions de justice. *{GT II 2.2, 2.3, 13.3, 13.4, 17.3, 20.2, 20.5, GT III RID.2, 3.3, 3.10, 4.1.2, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6, 4.8}*

Les mesures d'atténuation ne pourront être efficaces si les différents acteurs favorisent indépendamment leurs propres intérêts. Le changement climatique présente toutes les caractéristiques d'un problème nécessitant une action collective à l'échelle

³⁴ Aux fins du présent rapport, le terme « transformation » s'entend d'un changement des attributs fondamentaux d'un système (voir le glossaire). Une transformation peut intervenir à plusieurs niveaux: à l'échelle nationale, la transformation est jugée plus efficace lorsqu'elle reflète les perspectives et les démarches propres à un pays pour parvenir à un développement durable, en accord avec ses circonstances particulières et ses priorités. *{GT II RID C-2, 2-13, 20.5, GT III RID, 6-12}*

mondiale, puisque la plupart des gaz à effet de serre s'accumulent au fil des ans et se mélangent à l'échelle du globe, et que les émissions provenant d'un acteur particulier (personne, collectivité, entreprise, pays, etc.) ont des répercussions sur d'autres acteurs. Une action concertée, comme la coopération internationale, est nécessaire si l'on veut réduire efficacement les émissions de gaz à effet de serre et trouver des solutions à d'autres problèmes liés au changement climatique. L'efficacité de l'adaptation peut être améliorée par le biais de mesures complémentaires prises à tous les niveaux, y compris dans le cadre d'une coopération internationale. Les éléments disponibles montrent que des résultats considérés comme équitables peuvent favoriser une coopération plus efficace. {GT II 20.3.1, GT III RID.2, RT.1, 1.2, 2.6, 3.2, 4.2, 13.2, 13.3}

En matière de changement climatique, le processus décisionnel s'appuie sur des efforts d'appréciation et de médiation visant un certain nombre de valeurs, et peut être favorisé par l'emploi de méthodes analytiques issues de disciplines normatives. Il convient d'analyser sur le plan de l'éthique les différentes valeurs en jeu et les relations qu'elles entretiennent entre elles. Une réflexion de philosophie politique a récemment été menée sur la question de la responsabilité à l'égard des effets des émissions. Les domaines de l'économie et de l'analyse décisionnelle ont fourni des méthodes d'évaluation quantitatives permettant d'évaluer le coût social du carbone (voir encadré 3.1), d'effectuer des analyses coûts-avantages et coût-efficacité, et de procéder à des optimisations, notamment dans le cadre de modèles intégrés. Certaines méthodes issues de l'économie peuvent s'appuyer sur des principes d'éthique et prendre en compte des biens non marchands, la notion d'équité, des comportements faussés, des coûts et des bénéfices accessoires et des différences dans la valeur que chacun accorde à l'argent. Néanmoins, ces méthodes ont des limites bien connues. {GT II 2.2, 2.3, GT III RID.2, encadré RT.2, 2.4, 2.5, 2.6, 3.2–3.6, 3.9.4}

Les méthodes d'évaluation analytiques ne permettent pas de déterminer le meilleur équilibre possible entre les mesures d'atténuation et d'adaptation et les incidences résiduelles sur le climat. Important Il existe plusieurs raisons essentielles à cela, notamment le fait que le changement climatique met en jeu des processus naturels et sociaux extrêmement complexes, qu'il existe d'importants désaccords sur les valeurs en cause, et que les incidences sur le changement climatique ainsi que les méthodes d'atténuation entraînent des effets distributifs majeurs. Toutefois, il peut être utile, dans le cadre des processus décisionnels, de connaître les conséquences des divers profils d'évolution des émissions au regard des différents objectifs climatiques et en termes de niveaux de risque. Pour évaluer les réactions au changement climatique, il convient de prendre en compte l'éventail d'incidences le plus large possible, y compris les résultats qui ont une faible probabilité d'occurrence, mais des conséquences majeures. {GT II 1.1.4, 2.3, 2.4, 17.3, 19.6, 19.7, GT III 2.5, 2.6, 3.4, 3.7, encadré 3-9}

Pour prendre des décisions et gérer les risques de manière efficace dans l'environnement complexe du changement climatique, il est possible de procéder par itérations: les stratégies peuvent souvent être adaptées à mesure que de nouvelles informations sont connues et que les problèmes sont mieux compris au cours de leur mise en œuvre. Cependant, à court terme, les choix d'adaptation et d'atténuation influenceront sur les risques liés

au changement climatique tout au long du XXI^e siècle et au-delà, et les perspectives de succès des profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique dans l'optique d'un développement durable dépendent de l'efficacité des mesures d'atténuation. Les possibilités de tirer parti de synergies positives entre adaptation et atténuation peuvent se réduire avec le temps, notamment si les mesures d'atténuation sont trop longtemps reportées. En matière de changement climatique, la prise de décisions dépend de la manière dont les personnes et les organisations perçoivent et prennent en compte les risques et les incertitudes. Elles emploient parfois des règles décisionnelles simplifiées, ou peuvent surestimer ou sous-estimer les risques, ou encore avoir une préférence pour le *statu quo*. Elles diffèrent aussi par leur degré d'aversion au risque et par l'importance relative qu'elles accordent aux conséquences à court terme de certaines mesures par rapport à leurs conséquences à long terme. Certaines méthodes analytiques formelles de prise de décision peuvent prendre en compte de manière précise le risque dans un contexte d'incertitude, en accordant une attention égale aux conséquences à court et à long terme. {GT II RID A-3, RID C-2, 2.1–2.4, 3.6, 14.1–14.3, 15.2–15.4, 17.1–17.3, 17.5, 20.2, 20.3, 20.6, GT III RID.2, 2.4, 2.5, 5.5, 16.4}

3.2 Réduction des risques afférents au changement climatique par l'adaptation et l'atténuation

Sans mesures d'atténuation autres que celles qui existent aujourd'hui, et même si des mesures d'adaptation sont prises, le risque de conséquences graves, généralisées et irréversibles à l'échelle du globe sera élevé à très élevé à la fin du XXI^e siècle en raison du réchauffement (degré de confiance élevé). L'atténuation s'accompagne de certains co-avantages et risques dus à des effets secondaires néfastes, mais la probabilité de conséquences graves, généralisées et irréversibles est moindre que celle associée aux changements climatiques, d'où l'intérêt des mesures d'atténuation à court terme.

Les risques afférents au changement climatique, à l'adaptation et à l'atténuation diffèrent par leur nature, leur échelle temporelle, leur ampleur et leur persistance (degré de confiance élevé). Les risques liés aux mesures d'adaptation sont en particulier l'inadaptation et les effets secondaires indésirables. Les risques en matière d'atténuation peuvent aussi comprendre les effets accessoires négatifs susceptibles d'être associés à l'utilisation à grande échelle de technologies sobres en carbone, ainsi que les coûts économiques y afférents. Quant aux risques liés au changement climatique, ils peuvent persister pendant des millénaires. Il peut s'agir par exemple de risques très élevés d'incidences graves, ou encore de phénomènes importants et irréversibles, aggravés par une capacité d'adaptation limitée. En revanche, il est possible d'ajuster beaucoup plus rapidement le degré de rigueur des politiques climatiques en réaction aux conséquences observées ou aux coûts engagés, ce qui permet de réduire les risques de conséquences irréversibles (3.3, 3.4, 4.3). {GT I RID E.8, 12.4, 12.5.2, 13.5, GT II 4.2, 17.2, 19.6, GT III RT.3.1.4, tableau RT.4, tableau RT.5, tableau RT.6, tableau RT.7, tableau RT.8, 2.5, 6.6}

a) Les risques associés au changement climatique... b) ...sont fonction du cumul des émissions de CO₂...

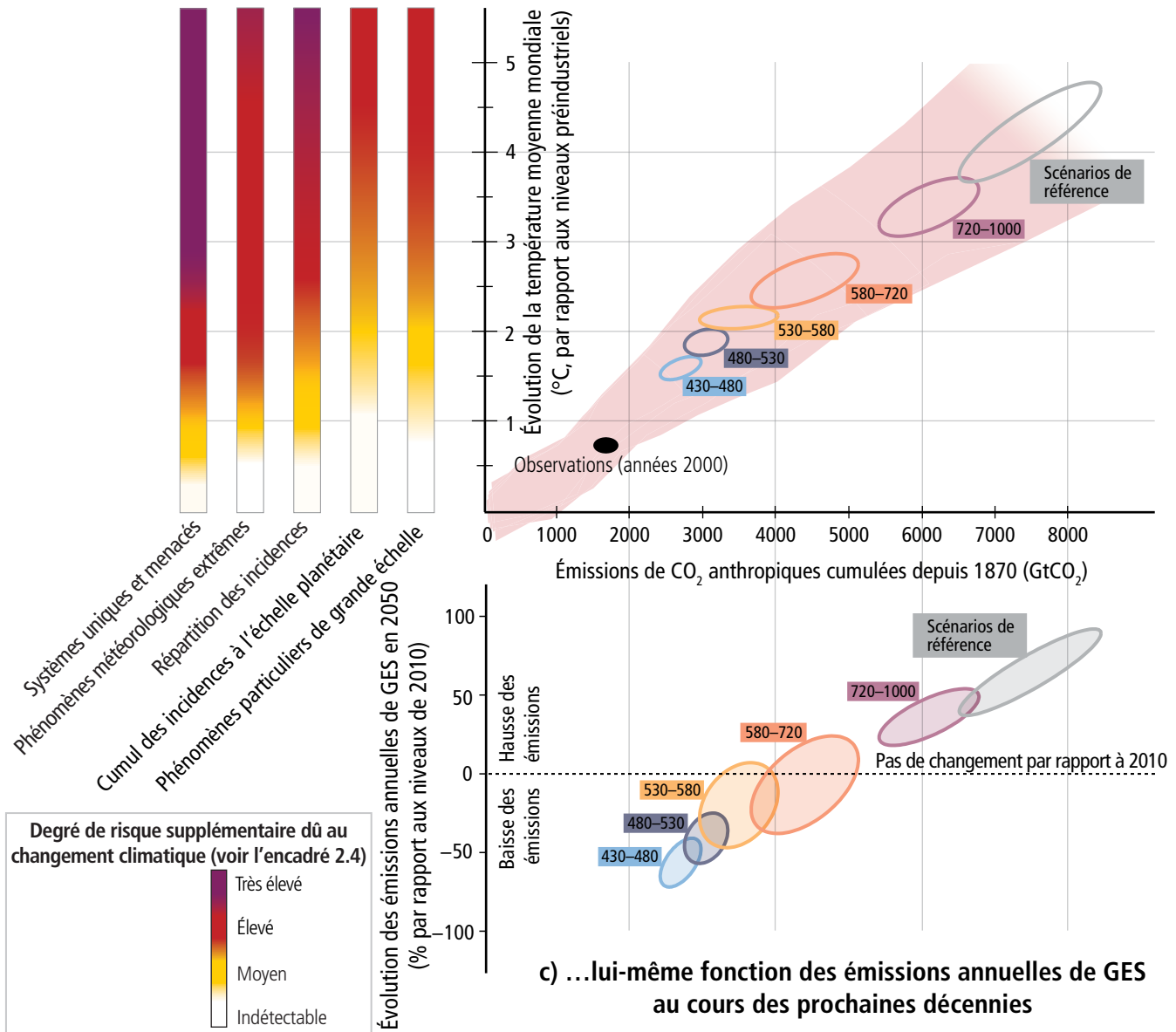


Figure 3.1 | Rapport entre les risques découlant du changement climatique, de l'évolution de la température, du cumul des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et de l'évolution des émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050. Pour limiter les risques sur tous les motifs de préoccupation a), il faudrait restreindre le cumul des émissions de CO₂ b), et donc réduire les émissions annuelles de GES au cours des quelques décennies à venir c). Le **cadre a)** représente les cinq motifs de préoccupation (encadré 2.4). Le **cadre b)** établit le lien entre l'évolution de la température et le cumul des émissions de CO₂ (en GtCO₂) depuis 1870. Ces schémas sont fondés sur les simulations CMIP5 (cinquième phase du projet de comparaison de modèles couplés) (panache rose) et un modèle climatique simple (réponse climatique médiane en 2100), pour les scénarios de référence et cinq catégories de scénarios d'atténuation (six ellipses). La figure 2.3 fournit davantage de détails à ce sujet. Le **cadre c)** représente le rapport entre le cumul des émissions de CO₂ (en GtCO₂) dans les différentes catégories de scénarios et l'évolution annuelle correspondante des émissions de GES d'ici 2050 exprimée en pourcentage par rapport à 2010 (points de pourcentage de Gt_{eq}CO₂/an). Les ellipses correspondent aux mêmes catégories de scénarios que celles du panneau b) et sont construites suivant la même méthode (voir détails à la figure 2.3).

L'atténuation et l'adaptation sont des méthodes complémentaires de réduction des risques afférents au changement climatique. Elles interagissent entre elles et permettent de réduire les risques à des échelles de temps différentes (*degré de confiance élevé*). Les avantages de l'adaptation peuvent d'ores et déjà être exploités pour gérer les risques actuels, et pourront continuer d'être exploités à l'avenir face aux nouveaux risques. Les mesures d'adaptation peuvent permettre de réduire l'incidence du changement climatique au cours des quelques décennies à venir, tandis que les mesures d'atténuation ont relativement peu d'influence sur la situation du climat à cette échelle de temps. Les mesures d'atténuation et d'adapta-

tion à court et à plus long terme et les voies de développement détermineront les risques liés au changement climatique au-delà du milieu du XXI^e siècle. Le potentiel d'adaptation diffère d'un secteur à l'autre et sera limité par des contraintes institutionnelles et des contraintes de capacité, mais il permettra d'accroître les avantages à long terme de l'atténuation (*degré de confiance élevé*). Le niveau d'atténuation aura une incidence sur le rythme et l'ampleur du changement climatique; toutefois, à mesure que ce rythme et cette ampleur augmentent, la probabilité de dépasser les limites de l'adaptation s'accroît (*degré de confiance élevé*) (3.3). {GT I 11.3, 12.4, GT II RID A-3, RID B-2, RID C-2, 1.1.4.4, 2.5, 16.3–16.6, 17.3, 19.2, 20.2.3, 20.3, 20.6}

Au-delà des mesures actuelles, si des efforts supplémentaires d'atténuation ne sont pas engagés, et même si des mesures d'adaptation sont prises, le réchauffement climatique présentera, d'ici la fin du XXI^e siècle, des risques très élevés d'incidences graves, généralisées et irréversibles à l'échelle de la planète (*degré de confiance élevé*) (voir thème 2 et figure 3.1.a). En l'absence d'efforts supplémentaires d'atténuation, les estimations du réchauffement en 2100 vont de 3,7 °C à 4,8 °C par rapport aux niveaux préindustriels (réponse climatique médiane); et cette fourchette est de 2,5 °C à 7,8 °C si l'on prend en compte les centiles 5 à 95 de la réponse climatique médiane (figure 3.1). Les risques associés à une augmentation des températures supérieure ou égale à 4 °C sont notamment des incidences graves et généralisées sur les systèmes uniques et menacés, la disparition de nombreuses espèces, des risques importants pour la sécurité alimentaire mondiale et régionale, des contraintes majeures menaçant certaines activités anthropiques courantes, l'augmentation de la probabilité d'atteindre des points de bascule (seuils critiques) et une diminution de la capacité d'adaptation dans certains cas (*degré de confiance élevé*). Certains risques afférents au changement climatique, notamment ceux qui pèsent sur des systèmes uniques et menacés et ceux qui sont associés aux phénomènes météorologiques extrêmes, sont modérés à élevés pour des températures situées entre 1 °C et 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. {GT II RID B-1, RID C-2, GT III RID.3}

Réduire dans une large mesure les émissions de gaz à effet de serre au cours des quelques décennies à venir permettrait de diminuer de manière substantielle les risques liés au changement climatique en limitant le réchauffement au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle et au-delà (*degré de confiance élevé*). Le réchauffement moyen en surface à l'échelle mondiale est essentiellement déterminé par les émissions cumulées, qui résultent elles-mêmes des émissions mesurées à différentes échelles de temps (figure 3.1). Pour limiter les risques afférents à l'ensemble des motifs de préoccupation, il convient de réduire les émissions cumulées de CO₂. Cet objectif nécessite de ramener progressivement à zéro les émissions mondiales nettes de CO₂ (figure 3.1a, b) (*degré de confiance élevé*). Par ailleurs, pour réduire les risques afférents au changement climatique par des mesures d'atténuation, il faut diminuer dans une large mesure les émissions de gaz à effet de serre au cours des quelques décennies à venir (figure 3.1c). Toutefois, certains risques liés à des dommages résiduels sont inévitables, quand bien même des mesures d'atténuation et d'adaptation auront été prises (*degré de confiance très élevé*). Un sous-ensemble de risques pertinents liés au changement climatique a été établi au moyen d'indicateurs économiques globaux. Ces estimations sont de nature économique et souffrent de limites importantes; elles constituent donc une base utile, mais insuffisante, pour prendre des décisions visant à atteindre des objectifs d'atténuation à long terme (voir encadré 3.1). {GT II 19.7.1, GT III RID.3, figure 3.1}

Encadré 3.1 | Limites de l'évaluation économique des risques afférents au changement climatique

On mesure souvent un sous-ensemble des incidences et des risques afférents au changement climatique au moyen d'indicateurs économiques tels que le produit intérieur brut (PIB) ou les revenus cumulés. Toutefois, ces estimations ne sont pas exhaustives et souffrent d'importantes limites conceptuelles et empiriques. Ces estimations incomplètes des pertes économiques annuelles à l'échelle mondiale, correspondant à un réchauffement d'environ 2,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels, varient entre 0,2 et 2,0 % du revenu (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Il est *plus probable qu'improbable* que les pertes soient supérieures, et non inférieures, à cette fourchette (*éléments limités, degré de cohérence élevé*). Les estimations de l'incidence économique différentielle globale de l'émission d'une tonne de dioxyde de carbone supplémentaire (c'est-à-dire le coût social du carbone) sont déduites de ces études et se situent entre quelques dollars et plusieurs centaines de dollars par tonne de carbone entre 2000 et 2015 (*éléments robustes, degré de cohérence moyen*). Ces estimations d'incidences sont incomplètes et reposent sur un grand nombre d'hypothèses, dont beaucoup sont contestables. Plusieurs d'entre elles ne tiennent pas compte de l'éventualité de phénomènes particuliers de grande échelle, de phénomènes irréversibles, de points de bascule et d'autres facteurs importants, en particulier ceux qui sont difficiles à traduire en termes financiers, comme l'appauvrissement de la biodiversité. Les estimations de coûts globaux masquent des différences d'incidences notables entre les secteurs, les régions, les pays et les communautés, et dépendent donc de considérations éthiques, notamment pour ce qui concerne le calcul des pertes globales à l'échelle internationale et nationale (*degré de confiance élevé*). On ne dispose d'estimations des pertes économiques globales à l'échelle mondiale que pour des niveaux de réchauffement modérés. Ces niveaux sont dépassés dans les scénarios relatifs au XXI^e siècle, à moins que de nouvelles mesures d'atténuation ne soient prises, ce qui représenterait des coûts économiques supplémentaires. Pour calculer les conséquences économiques totales à différents niveaux de températures, il conviendrait de prendre en compte les coûts et les co-avantages de l'atténuation, ses effets indésirables, ainsi que les coûts d'adaptation et les dommages causés au climat. Dès lors, les coûts d'atténuation et les estimations des dommages causés au climat, pour tout niveau de température donné, ne peuvent être comparés pour évaluer les coûts et les avantages de l'atténuation. On sait très peu de choses sur le coût économique du réchauffement au-dessus de 3 °C par rapport au niveau de température actuel. Pour faire une estimation précise des risques afférents au changement climatique (et donc des avantages de l'atténuation), il faut prendre en compte tout l'éventail des incidences possibles de ce changement, y compris celles qui ont des conséquences majeures mais une faible probabilité de se produire, faute de quoi les avantages de l'atténuation pourraient être sous-estimés (*degré de confiance élevé*). Certaines limites des estimations actuelles sont peut-être inévitables, bien que les connaissances progressent dans ce domaine: il s'agit par exemple des problèmes dont les incidences s'accumulent au fil du temps et selon les personnes, lorsque les valeurs sont hétérogènes. Compte tenu de ces limites, déterminer la cible optimale unique en termes de changement climatique et la meilleure politique climatique ne relève pas du domaine de la science. (3.1, 3.4). {GT II RID B-2, 10.9.2, 10.9.4, 13.2, 17.2–17.3, 18.4, 19.6, GT III 3.6}

Les mesures d'atténuation présupposent un certain degré de co-avantages et de risque, mais ces derniers ne présentent pas le même danger d'entraîner des incidences graves, généralisées et irréversibles, contrairement aux risques afférents au changement climatique (*degré de confiance élevé*). Les scénarios qui permettent *probablement* de maintenir le réchauffement en-dessous de 2 °C, voire 3 °C au-dessus des températures préindustrielles sont fondés sur des changements à grande échelle des systèmes énergétiques, et éventuellement de l'utilisation des terres au cours des décennies à venir (3.4). Les risques connexes sont notamment liés au déploiement à grande échelle de technologies permettant de produire de l'énergie sobre en carbone, à la possibilité que les mesures d'atténuation entraînent d'importants coûts économiques globaux, ou encore aux incidences de ces mesures sur les pays et les secteurs économiques vulnérables. Il existe aussi d'autres risques et co-avantages, notamment dans les domaines de la santé, de la sécurité alimentaire, de la sécurité énergétique, de la lutte contre la pauvreté, de la protection de la biodiversité, de la disponibilité des ressources en eau, de la répartition des revenus, de l'efficacité des systèmes fiscaux, de l'offre de main-d'œuvre, de l'emploi, de l'étalement urbain, des revenus issus de l'exportation de combustibles fossiles, et de la croissance économique des pays en développement (tableau 4.5). {GT III RID.4.1, RID.4.2, RT.3.1.4, tableau RT.4, tableau RT.5, tableau RT.6, tableau RT.7, tableau RT.8, 6.6}

Les avantages associés aux mesures d'atténuation à court terme sont renforcés par l'inertie des systèmes économique et climatique, et par le fait que le changement climatique peut avoir des incidences irréversibles, (*degré de confiance élevé*). Les mesures prises dès à présent ont une influence sur les choix qui s'offriront à l'avenir pour réduire les émissions, limiter l'évolution des températures et s'adapter au changement climatique. Les choix à court terme peuvent faire apparaître, amplifier ou limiter de puissants blocages qui jouent un rôle important dans le processus décisionnel. Des situations de blocage et des changements irréversibles peuvent se produire dans le système climatique en raison d'une forte inertie de certaines de ses composantes, comme le transfert de chaleur depuis la surface de l'océan vers ses profondeurs, qui provoque un réchauffement constant de l'océan pendant des siècles, quels que soient les scénarios d'émissions. L'irréversibilité d'une large part du changement climatique d'origine anthropique en est un autre exemple: ce changement est dû au CO₂ émis à une échelle de plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires, et il est irréversible à moins que du CO₂ ne soit retiré de l'atmosphère par une intervention anthropique de grande envergure menée pendant une période prolongée (voir aussi l'encadré 3.3). Des phénomènes irréversibles peuvent aussi se produire au sein de systèmes socioéconomiques ou biologiques en raison du développement d'infrastructures et des produits persistants, ou du fait des incidences du changement climatique, par exemple l'extinction de certaines espèces. Étant donné que les risques afférents au changement climatique ont des incidences généralisées et un potentiel d'irréversibilité plus important que les risques liés à l'atténuation, les mesures d'atténuation à court terme présentent des avantages supérieurs. Tout retard dans le choix de mesures d'atténuation supplémentaires et toute contrainte dans les choix technologiques limitent les perspectives et accroissent les coûts à long terme de l'atténuation. En outre, les efforts déployés pour maintenir les incidences du changement climatique à un certain niveau font naître d'autres risques à moyen ou long terme (tableau GT III RID.2, segment bleu). {GT I RID E-8, GT II RID B-2, 2.1, 19.7, 20.3, encadré 20-4, GT III RID.4.1, RID.4.2.1, 3.6, 6.4, 6.6, 6.9}

3.3 Caractéristiques des profils d'évolution de l'adaptation

L'adaptation peut réduire les risques d'incidences liés aux changements climatiques, mais son efficacité a des limites, surtout lorsque l'ampleur et le rythme des changements climatiques augmentent. En adoptant une perspective à long terme, dans le contexte d'un développement durable, on accroît les chances de faire en sorte que les mesures d'adaptation à plus court terme renforcent l'efficacité des options futures et améliorent l'état de préparation.

L'adaptation peut contribuer au bien-être des populations actuelles et futures, à la sécurité des biens et à la préservation des produits, des fonctions et des services des écosystèmes dans l'immédiat et à l'avenir. Elle varie selon le lieu et le contexte; il n'existe pas d'approche universelle capable de réduire les risques dans l'ensemble des cas de figure (*degré de confiance élevé*). Les stratégies efficaces de réduction des risques et d'adaptation prennent en compte les facteurs de vulnérabilité et d'exposition, ainsi que leurs liens avec les processus socioéconomiques, le développement durable et le changement climatique. Depuis le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, la recherche sur l'adaptation a évolué: auparavant fondée essentiellement sur des considérations d'ingénierie et des profils d'évolution de l'adaptation technologique, elle intègre désormais davantage de mesures institutionnelles et sociales prenant en compte les écosystèmes. Après avoir accordé la priorité à l'analyse coûts-avantages et aux approches fondées sur l'optimisation et l'efficacité, elle a élargi à présent son horizon pour effectuer des estimations multimétriques intégrant les dimensions du risque et de l'incertitude dans une politique élargie et des cadres d'éthique, afin de pouvoir évaluer les compromis et les contraintes. L'éventail des différentes mesures d'adaptation s'est aussi élargi (4.2, 4.4.2.1), de même que les liens avec le développement durable (3.5). Il existe de nombreuses études sur les coûts et les avantages de l'adaptation locale et sectorielle, mais peu d'analyses ont été effectuées au niveau mondial et le degré de confiance envers leurs conclusions est *très faible*. {GT II RID C-1, tableau RID.1, 14.1, 14.ES, 15.2, 15.5, 17.2, 17.ES}

La planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation à tous les niveaux de gouvernance dépendent des valeurs et des objectifs de la société, ainsi que de sa perception des risques (*degré de confiance élevé*). La reconnaissance de la diversité des intérêts en jeu, des circonstances, des contextes socio-culturels et des attentes peut être utile au processus de prise de décision. Les systèmes et pratiques du savoir autochtone, local et traditionnel, y compris la conception holistique qu'ont les populations autochtones de leurs communautés et de leur environnement, constituent des ressources de première importance pour l'adaptation au changement climatique; toutefois, ces ressources n'ont pas été employées de manière cohérente dans les efforts d'adaptation actuels. L'intégration de ces formes de savoir aux pratiques existantes augmente l'efficacité des mesures d'adaptation, de même que le fait de favoriser des processus efficaces de prise de décisions, d'engagement et de définition des politiques (4.4.2). {GT II RID C-1}

La planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation peuvent être renforcées par des actions complémentaires entreprises à tous les niveaux, des individus aux pouvoirs publics (degré de confiance élevé). Les autorités nationales peuvent coordonner les efforts d'adaptation des administrations locales et infranationales, par exemple en protégeant les groupes vulnérables, en appuyant la diversification économique et en fournissant des informations, en élaborant des politiques et des cadres juridiques et en apportant un appui financier (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Les administrations locales et le secteur privé sont de plus en plus considérés comme des intervenants essentiels dans la mise à l'échelle des mesures d'adaptation au niveau des collectivités, des ménages et de la société civile, et dans la gestion des informations relatives aux risques et du financement (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). {GT II RID C-1}

Une première étape sur la voie de l'adaptation aux futurs changements climatiques consiste à réduire la vulnérabilité et l'exposition à la variabilité actuelle du climat (degré de confiance élevé). Toutefois, certaines réponses à court terme au changement climatique peuvent aussi restreindre les choix à venir. Intégrer des mesures d'adaptation dans le processus de planification, en particulier la conception de solutions politiques, et dans la prise de décision peut favoriser des synergies avec le développement et la réduction des risques de catastrophe. Cependant, une planification ou une mise en œuvre défailtantes, une importance exagérée accordée aux résultats à court terme ou l'incapacité à anticiper correctement les conséquences peuvent nuire aux efforts d'adaptation et accroître par la suite la vulnérabilité ou l'exposition du groupe cible, ou la vulnérabilité d'autres personnes, d'autres lieux ou d'autres secteurs (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Ainsi, une protection renforcée des biens exposés peut engendrer une dépendance future à de nouvelles mesures de protection. Pour trouver les mesures d'adaptation les plus judicieuses, il est plus efficace de prendre en compte les co-avantages et les conséquences de l'atténuation (3.5 et 4.2). {GT II RID C-1}

De nombreux obstacles peuvent se combiner et entraver la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation (degré de confiance élevé). Il s'agit souvent du manque de ressources financières et humaines; d'une intégration ou une coordination limitées de la gouvernance; d'incertitudes quant aux incidences attendues; de perceptions différentes des risques; de valeurs antagoniques; de l'absence de chefs de file et de «défenseurs de l'adaptation»; ou encore de l'absence d'outils pour contrôler l'efficacité des mesures. D'autres facteurs peuvent également constituer des obstacles, par exemple le nombre trop faible de travaux de recherche, le manque de suivi et d'observations ou l'insuffisance des financements disponibles pour poursuivre la mise en œuvre. En sous-estimant la complexité de l'adaptation en tant que processus social, on peut créer des attentes irréalistes quant aux résultats recherchés (on trouvera de plus amples détails concernant la mise en œuvre de l'adaptation dans les sections 4.1 et 4.2). {GT II RID C-1}

L'accroissement du rythme et de l'ampleur du changement climatique augmente la probabilité de dépasser les limites de l'adaptation (degré de confiance élevé). Ces limites apparaissent lorsque les mesures d'adaptation requises visant à éviter des risques intolérables au vu des objectifs d'un agent ou des besoins d'un sys-

tème ne peuvent être mises en œuvre ou ne sont pas disponibles dans l'immédiat. L'appréciation de ce qui peut être considéré comme un risque intolérable peut varier. Les limites de l'adaptation résultent des interactions du changement climatique et de contraintes biophysiques ou socio-économiques. Les possibilités de tirer parti de synergies positives entre l'adaptation et l'atténuation risquent de s'amenuiser au fil du temps, en particulier si les limites de l'adaptation sont dépassées. Dans certaines régions du monde, une gestion défailtante des incidences émergentes sape d'ores et déjà les fondements du développement durable. Dans la plupart des régions et des secteurs, les éléments de preuve empiriques ne sont pas suffisants pour déterminer sur le plan quantitatif l'ampleur du changement climatique qui représenterait la future limite de l'adaptation. Au demeurant, le développement économique, les technologies et les normes culturelles peuvent varier dans le temps, ce qui peut accroître ou restreindre la capacité des systèmes à éviter cette limite. Dès lors, certaines limites sont « souples », dans la mesure où elles peuvent être déplacées au fil du temps, alors que d'autres limites sont « rigides », car elles n'offrent aucune perspective raisonnable d'éviter des risques intolérables. {GT II RID C-2, RT}

La transformation des décisions et actions économiques, sociales, technologiques et politiques peut renforcer les mesures d'adaptation et favoriser le développement durable (degré de confiance élevé). Prendre des mesures restrictives en matière d'adaptation pour répondre à des changements progressifs des systèmes et structures actuels, sans prendre en compte les changements qui entraînent des transformations, peut avoir pour effet d'augmenter les coûts et les pertes et de ne pas envisager des options pourtant envisageables. Ainsi, il peut s'avérer coûteux de renforcer des infrastructures pour protéger d'autres biens immobiliers, alors que cette mesure ne permettra pas nécessairement d'éviter l'augmentation des coûts et des risques. En revanche, le fait de changer de lieu ou d'exploiter certains écoservices pour s'adapter peut offrir un éventail d'avantages aussi bien dans l'immédiat que par la suite. L'adaptation transformationnelle peut s'appuyer par exemple sur la mise en place de nouvelles technologies ou pratiques, la création de nouvelles structures financières ou de nouveaux systèmes de gouvernance, une adaptation à plus grande échelle ou de plus grande ampleur, et le déplacement de certaines activités. La planification et la mise en œuvre de l'adaptation transformationnelle pourraient tenir compte de paradigmes renforcés, modifiés ou harmonisés, et être par conséquent toujours plus exigeantes vis-à-vis des structures de gouvernance pour réconcilier différents objectifs et points de vue concernant l'avenir, et pour faire face à d'éventuelles conséquences en matière d'équité et d'éthique. En effet, des facteurs tels que l'apprentissage itératif, la concertation et l'innovation favorisent les profils d'évolution de l'adaptation transformationnelle. À l'échelle nationale, la transformation est jugée plus efficace lorsqu'elle reflète les perspectives et les démarches propres à un pays pour parvenir à un développement durable en accord avec la situation et les priorités particulières de ce dernier. {GT II RID C-2, 1.1, 2.5, 5.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2-7, 20.3.3, 20.5, 25.10, tableau 14-4, tableau 16-3, encadré 16.1, encadré 16.4, encadré 25.1}

Il est essentiel de se doter d'une capacité d'adaptation pour pouvoir choisir et mettre en œuvre de manière efficace des solutions d'adaptation (éléments robustes, degré de cohérence élevé). Pour réussir l'adaptation, il convient non seulement de déterminer les choix possibles en la matière et d'évaluer leurs coûts et leurs

avantages, mais aussi d'accroître la capacité d'adaptation des systèmes anthropiques et naturels (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Cette tâche peut poser des problèmes de gouvernance complexes et nécessiter l'instauration de nouvelles institutions et de nouvelles dispositions institutionnelles. (4.2) {GT II 8.1, 12.3, 14.1-3, 16.2, 16.3, 16.5, 16.8}

Le recours à une combinaison d'atténuation et d'adaptation d'une part, et à diverses mesures d'adaptation d'autre part, peut procurer des co-avantages importants, créer des synergies et engendrer des possibilités de compromis non négligeables. Les interactions peuvent s'observer tant à l'intérieur des régions qu'entre ces dernières (*degré de confiance très élevé*). L'intensification des efforts déployés pour atténuer les effets du changement climatique ou pour s'y adapter se traduit par une complexité croissante des interactions, en particulier à la confluence des besoins en eau et en énergie, de l'utilisation des terres et de la biodiversité. Or, les outils qui permettraient de mieux comprendre et gérer ces interactions restent limités. Les actions qui s'accompagnent de co-avantages sont notamment les suivantes: i) amélioration de l'efficacité énergétique et sources d'énergie moins polluantes, conduisant à une réduction des émissions des polluants atmosphériques qui sont dangereux pour la santé et modifient le climat; ii) consommation réduite d'énergie et d'eau dans les zones urbaines grâce à des villes plus respectueuses de l'environnement et au recyclage de l'eau; iii) pratiques agricoles et forestières durables; et iv) protection des écosystèmes aux fins du stockage du carbone et d'autres écoservices. {GT II RID C-1}

3.4 Caractéristiques des profils d'évolution de l'atténuation

En matière d'atténuation, il existe de nombreuses options susceptibles de limiter le réchauffement à moins de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels. Il faudrait pour cela réduire fortement les émissions au cours des prochaines décennies et faire en sorte que les émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre persistants soient presque nulles d'ici la fin du siècle. Or cela pose d'importants problèmes techniques, économiques, sociaux et institutionnels, qui deviennent plus difficiles à surmonter si l'on tarde à prendre des mesures d'atténuation supplémentaires et que l'évolution technologique ne suit pas. Quelle que soit son ampleur, la limitation du réchauffement pose des problèmes semblables, mais à des échelles temporelles différentes.

Si aucun effort supplémentaire n'est fait pour réduire les émissions de gaz à effet de serre au-delà des mesures déjà prises, la hausse des émissions devrait se poursuivre à l'échelle mondiale en raison de la croissance de la population et des activités économiques sur l'ensemble de la planète (*degré de confiance élevé*) (figure 3.2). Selon la plupart des scénarios, en l'absence de mesures d'atténuation supplémentaires (scénarios de référence), les émissions mondiales de gaz à effet de serre se situent entre environ 75 éq.-GtCO₂/an et près de 140 éq.-GtCO₂/an en 2100³⁵, soit à peu près entre les niveaux d'émissions de 2100 prévus dans les profils d'évolution RCP6,0 et RCP8,5 (figure 3.2)³⁶. Selon les scénarios de référence, les niveaux sont supérieurs à 450 ppm éq.-CO₂ en 2030 et atteignent des niveaux de concentration situés entre environ 750 ppm éq.-CO₂ et plus de 1300 ppm éq.-CO₂ en 2100. L'accroissement des températures moyennes de surface à l'échelle mondiale en 2100 varie entre environ 3,7 °C et 4,8 °C au-dessus de la moyenne de la période 1850-1900 pour une réponse climatique médiane. Il varie entre 2,5 °C et 7,8 °C si l'on intègre l'incertitude climatique (intervalle allant du 5^e au 95^e centile)³⁷. Les scénarios concernant l'avenir ne tiennent pas compte de changements éventuels de forçages naturels dans le système climatique (voir encadré 1.1). {GT III RID.3, RID.4.1, TS.2.2, TS.3.1, 6.3, encadré RT.6}

³⁵ Sauf indication contraire, la gamme des scénarios mentionnée dans les thèmes 3 et 4 correspond à l'intervalle allant du 10^e au 90^e centile (voir tableau 3.1).

³⁶ On trouvera une analyse des émissions et des concentrations d'équivalent-CO₂ (éq.-CO₂) dans l'encadré 3.2, qui concerne les métriques et les profils d'évolution de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que dans le glossaire.

³⁷ L'intervalle indiqué ici est fondé sur les résultats du réchauffement calculés à partir d'un modèle climatique simple pour les émissions d'environ 300 scénarios de référence. Il est exprimé par rapport à la période 1850-1900. Les résultats du réchauffement indiqués dans la section 2.2 proviennent de prévisions de concentrations de gaz à effet de serre établies à partir de modèles du système Terre (CMIP5). Ils révèlent un réchauffement moyen de 1,0°C (intervalle du 5^e au 95^e centile: 0,3°C à 1,7°C) pour le RCP2,6 et un réchauffement moyen de 3,7°C (2,6°C à 4,8°C) pour le RCP8,5 par rapport à la période 1886-2005. La méthode fondée sur un modèle climatique simple donne des résultats cohérents pour les mêmes expériences axées sur la concentration des gaz à effet de serre. Le réchauffement médian est de 0,9°C (0,5°C à 1,6°C) pour le RCP2,6 et de 3,7°C (2,5°C à 5,9°C) pour le RCP8,5 par rapport à la période 1886-2005. Néanmoins, la partie la plus élevée de la fourchette de prévisions issues de modèles du système Terre (CMIP5) est plus restreinte. De plus, l'augmentation des températures de référence indiquée ici est plus importante que dans les expériences précitées du RCP8,5 qui sont axées sur la concentration des gaz à effet de serre, car cette augmentation repose sur un éventail de scénarios plus large, qui intègre l'incertitude de la réponse du cycle du carbone et s'appuie sur une année de référence différente (2.2, 3.4).

On peut employer de nombreuses combinaisons différentes d'options de technologies, de comportements et de politiques pour réduire les émissions et limiter l'évolution des températures (*degré de confiance élevé*). Pour évaluer les profils d'évolution permettant d'atteindre les objectifs climatiques à long terme, quelque 900 scénarios d'atténuation ont été rassemblés, chacun d'eux décrivant des évolutions technologiques, socioéconomiques et institutionnelles différentes. Selon ces scénarios, les réductions d'émissions conduisent à des concentrations en 2100 allant de 430 ppm eq.-CO_2 à plus de 720 eq.-CO_2 , ce qui est comparable aux niveaux de forçage en 2100 prévus dans les scénarios RCP2,6 à RCP6,0. Certains scénarios présentant des niveaux de concentration inférieurs à 430 ppm eq.-CO_2 d'ici 2100 ont aussi été analysés. {GT III RID.4.1, RT.3.1, 6.1, 6.2, 6.3, annexe II}

Les scénarios d'atténuation présentant des concentrations d'équivalents- CO_2 en 2100 inférieurs ou égaux à environ 450 ppm devraient *probablement* maintenir, au cours du XXI^e siècle, le réchauffement en-dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels (*degré de confiance élevé*). Il est *plus probable qu'improbable* que les scénarios d'atténuation atteignant des niveaux de concentration d'environ 500 ppm eq.-CO_2 d'ici 2100 maintiennent le réchauffement à un niveau inférieur à 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, à moins que les niveaux de concentration ne dépassent temporairement environ 530 ppm eq.-CO_2 avant 2100. Dans ce cas, il est à peu près *aussi probable qu'improbable* que le réchauffement reste en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels. Il est *peu probable* que des scénarios supérieurs à 650 ppm eq.-CO_2 d'ici 2100 maintiennent le réchauffement en-dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Les scénarios d'atténuation selon lesquels il est *plus probable qu'improbable* que le réchauffement reste inférieur à 1,5 °C d'ici 2100 par rapport aux niveaux préindustriels se caractérisent par des niveaux de concentration inférieurs à 430 ppm eq.-CO_2 d'ici 2100. Dans ces scénarios, la température atteint des pics au cours du XXI^e siècle, puis décline par la suite (tableau 3.1). {GT III RID.4.1, tableau RID.1, RT.3.1, encadré RT.6, 6.3}

Les scénarios d'atténuation atteignant environ 450 ppm eq.-CO_2 en 2100 (qui sont cohérents avec une chance *probable* de maintenir le réchauffement en-dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels) prévoient généralement une évolution excessive³⁸ temporaire de cette concentration atmosphérique, comme le font beaucoup de scénarios atteignant entre 500 ppm eq.-CO_2 et 550 ppm eq.-CO_2 environ d'ici 2100 (tableau 3.1). En fonction du niveau de ce dépassement, les scénarios en question sont généralement fondés sur la disponibilité et le déploiement à grande échelle de la bioénergie, ainsi que du captage et

du stockage du dioxyde de carbone (BECCS), et sur le boisement dans la seconde moitié de ce siècle (*degré de confiance élevé*). La disponibilité et l'ampleur du déploiement de ces technologies et méthodes, notamment celles qui permettent d'éliminer le dioxyde de carbone, sont incertaines. Au demeurant, ces technologies et méthodes sont associées, à des degrés divers, à un certain nombre de problèmes et de risques (voir encadré 3.3)³⁹. L'élimination du dioxyde de carbone est aussi prépondérante dans bon nombre de scénarios sans dépassement, pour compenser les émissions résiduelles de secteurs dans lesquels l'atténuation est plus coûteuse. {GT III RID.4.1, tableau RID.1, RT.3.1, 6.3, 6.9.1, figure 6.7, 7.11, 11.13}

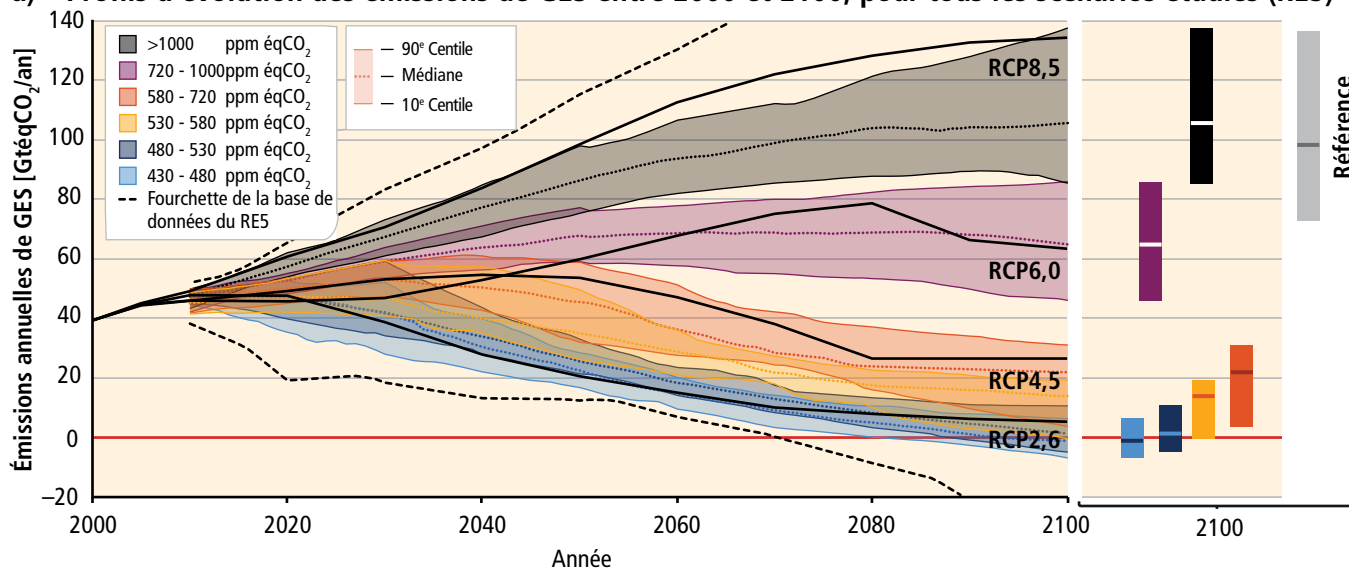
Pour limiter le réchauffement en ayant *probablement* une chance de le maintenir en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, il serait nécessaire de réduire de manière substantielle les émissions anthropiques de gaz à effet de serre⁴⁰ d'ici le milieu de ce siècle. À cette fin, il faudrait modifier en profondeur les systèmes énergétiques, et éventuellement l'utilisation des terres. Limiter le réchauffement avec un objectif de températures plus élevées nécessiterait les mêmes modifications, mais celles-ci pourraient être mises en œuvre plus lentement. Inversement, limiter le réchauffement avec un objectif de températures plus basses nécessiterait d'effectuer ces modifications plus vite (*degré de confiance élevé*). Les scénarios qui sont *probablement* susceptibles de maintenir le réchauffement en-dessous de 2 °C se caractérisent par une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 à 70% d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 2010 et des niveaux d'émission proches de zéro ou inférieurs à zéro en 2100 (figure 3.2, tableau 3.1). Les scénarios prévoyant des émissions plus importantes en 2050 se caractérisent par un usage plus abondant des technologies d'élimination du dioxyde de carbone après le milieu de ce siècle, et vice-versa. Les scénarios *probablement* susceptibles de maintenir le réchauffement en-dessous de 2 °C prévoient notamment des améliorations plus rapides de l'efficacité énergétique et le triplement, voire près du quadruplement de la part de l'approvisionnement en énergie sobre en carbone ou décarbonisée provenant d'énergies renouvelables, de l'énergie nucléaire ou des énergies fossiles, auxquelles seraient associés le captage et le stockage du dioxyde de carbone (CSC) ou la bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone (BECCS) d'ici 2050 (figure 3.2b). Ces scénarios décrivent un large éventail de transformations touchant l'utilisation des terres en fonction de différentes hypothèses portant sur l'ampleur de la production de bioénergie, du boisement et de la réduction du déboisement. Les scénarios permettant d'atteindre des concentrations de 500 ppm eq.-CO_2 d'ici 2100 se caractérisent par une réduction de 25 à 55% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 2010. Les scénarios *probablement* susceptibles de maintenir le réchauffement en-dessous de 3 °C au-dessus des niveaux

³⁸ Dans les scénarios de « dépassement » ou évolution excessive des concentrations, celles-ci atteignent un pic au cours de ce siècle avant de diminuer.

³⁹ Le potentiel des méthodes d'élimination du dioxyde de carbone présente des limites de nature biogéochimique et technologique à l'échelle mondiale. Les connaissances actuelles sont insuffisantes pour que l'on puisse déterminer le niveau des émissions de CO_2 qui pourrait être partiellement compensé par ces méthodes à l'échelle d'un siècle. Les méthodes en questions peuvent avoir des effets secondaires et des conséquences à long terme à l'échelle mondiale.

⁴⁰ Cette fourchette diffère de celle qui est prévue pour une catégorie de concentration semblable dans le quatrième Rapport d'évaluation (des émissions inférieures de 50 à 85% à celles de 2000 pour le CO_2 uniquement). Cette différence s'explique notamment par le fait que le présent rapport s'appuie sur un nombre de scénarios considérablement plus élevé que le précédent, et qu'il prend en compte tous les gaz à effet de serre. De plus, une part importante des nouveaux scénarios intègre des technologies d'élimination du dioxyde de carbone. Par ailleurs, les analyses sont fondées sur les niveaux de concentration de 2100 et non sur les niveaux de stabilisation, et l'année de référence est 2010 et non plus 2000. Les scénarios prévoyant des niveaux d'émission supérieurs d'ici 2050 se caractérisent par un recours plus fréquent aux technologies d'élimination du dioxyde de carbone au-delà du milieu de ce siècle.

a) Profils d'évolution des émissions de GES entre 2000 et 2100, pour tous les scénarios étudiés (RE5)



b) Mise à l'échelle correspondante de l'approvisionnement en énergie sobre en carbone

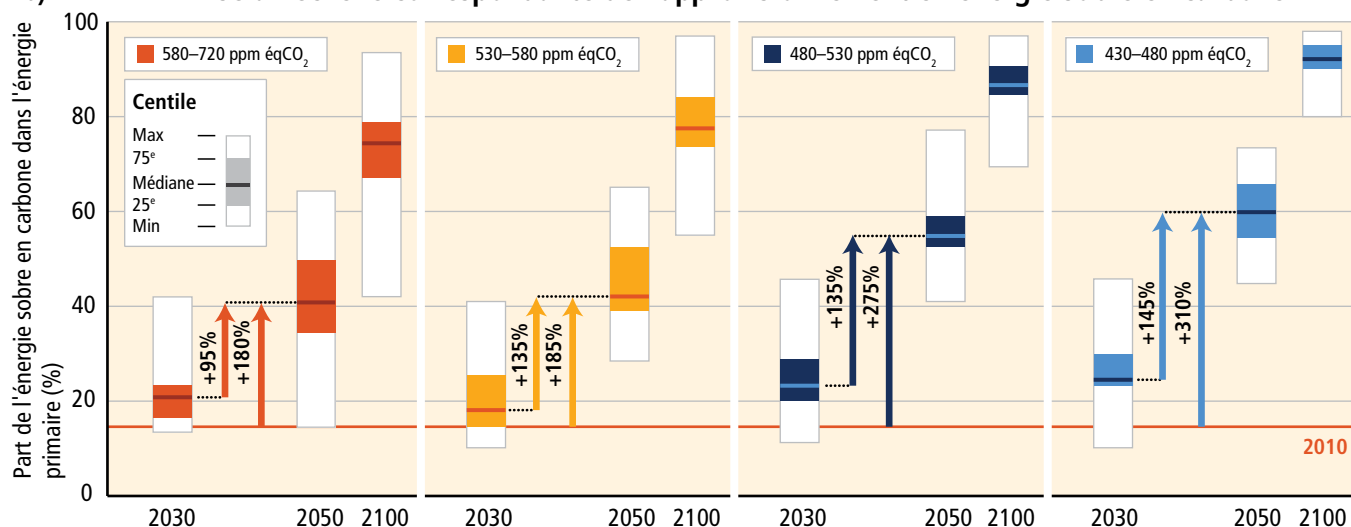


Figure 3.2 | a) Émissions mondiales de gaz à effet de serre (en gigatonnes d'équivalent- CO_2 par an (GtEq CO_2 /an)) pour différents niveaux de concentration à long terme, et **b)** exigences d'une mise à l'échelle correspondante de l'approvisionnement en énergie sobre en carbone (pourcentage de l'énergie primaire) pour 2030, 2050 et 2100 par rapport aux niveaux de 2010 dans les scénarios d'atténuation. [GT III RID.4, figure 6.7, figure 7.16] [Note: les émissions d'éq-GtCO₂ prennent en compte la liste des gaz régis par le Protocole de Kyoto (dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), oxyde nitreux (N_2O) et gaz fluorés). Elles sont calculées en fonction de leur potentiel de réchauffement global sur 100 ans (PRG₁₀₀), dont les valeurs ont été établies dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC.]

préindustriels réduisent les émissions moins rapidement que ceux qui maintiennent le réchauffement en-dessous de 2 °C. Seul un nombre limité d'études prévoient des scénarios selon lesquels il est *plus probable qu'improbable* de limiter le réchauffement à 1,5 °C d'ici 2100; ces scénarios se caractérisent par des concentrations inférieures à 430 ppm éq.- CO_2 d'ici 2100 et une réduction des émissions en 2050 inférieure de 70 à 95% aux niveaux de 2010. On trouvera dans le tableau 3.1 une présentation exhaustive des caractéristiques des scénarios d'émissions, de leurs concentrations en équivalent- CO_2 et de leur probabilité de maintenir le réchauffement en-dessous de la fourchette des niveaux de températures. [GT III RID.4.1, RT.3.1, 6.3, 7.11]

La réduction des émissions d'agents de forçage du climat autres que le CO_2 peut constituer un élément important dans les stratégies d'atténuation. Les émissions de gaz autres que le CO_2 (méthane (CH_4), oxyde nitreux (N_2O) et gaz fluorés) contribuaient en 2010 à hauteur d'environ 27 % aux émissions totales des gaz régis par le Protocole de Kyoto. Il existe des possibilités peu coûteuses et à court terme de réduire les émissions de la plupart des gaz autres que le CO_2 . Toutefois, les émissions de ces gaz peuvent être difficiles à atténuer selon leur source; c'est notamment le cas des émissions de N_2O provenant des engrais et des émissions de CH_4 issues du bétail. Les émissions de ces gaz ne seront donc pas ramenées à zéro, même dans les scénarios d'atténuation les plus contraignants (voir figure 4.1).

Tableau 3.1 | Caractéristiques essentielles des scénarios réunis et évalués pour le volume GT III du cinquième Rapport d'évaluation. Pour l'ensemble des paramètres, les données pour les scénarios correspondent à l'intervalle allant du 10^e au 90^e centile^a.

Concentrations en éqCO ₂ en 2100 [ppm éqCO ₂] ^f Désignation de la catégorie (plage de concentration)	Sous-catégories	Sous-catégorie ^d	Changement des émissions en éqCO ₂ à comparer à 2010 [%] ^c		Probabilité de ne pas dépasser au cours du XXI ^e siècle la hausse de température indiquée (par rapport à 1850–1900) ^{d, e}				
			2050	2100	1.5°C	2°C	3°C	4°C	
<430	Des niveaux inférieurs à 430 ppm éqCO ₂ n'ont été pris en compte que dans un petit nombre d'études portant sur un modèle. ⁱ								
450 (430-480)	Plage complète ^{a, g}	RCP2,6	entre –72 et –41	entre –118 et –78	Plus improbable que probable	Probable	Probable	Probable	
500 (480-530)	Sans dépassement de 530 ppm éqCO ₂		entre –57 et –42	entre –107 et –73	Improbable	Plus probable qu'improbable			
	Avec dépassement de 530 ppm éqCO ₂		entre –55 et –25	entre –114 et –90		À peu près aussi probable qu'improbable			
550 (530-580)	Sans dépassement de 580 ppm éqCO ₂		entre –47 et –19	entre –81 et –59		Plus improbable que probable ⁱ			
	Avec dépassement de 580 ppm éqCO ₂		entre –16 et 7	entre –183 et –86					
(580-650)	Plage complète	RCP4,5	entre –38 et 24	entre –134 et –50	Improbable	Improbable			Plus probable qu'improbable
(650-720)	Plage complète		entre –11 et 17	entre –54 et –21					
(720-1 000) ^b	Plage complète	RCP6,0	entre 18 et 54	entre –7 et 72	Improbable ^h	Improbable	Plus improbable que probable		
>1 000 ^b	Plage complète	RCP8,5	entre 52 et 95	entre 74 et 178			Improbable ^h	Improbable	Plus improbable que probable

Notes:

^a La «plage complète» pour les scénarios prévoyant de 430 à 480 ppm éq.-CO₂ correspond à la plage du 10^e au 90^e centile de la sous-catégorie de ces scénarios figurant dans le tableau 6.3 du rapport du Groupe de travail III.

^b Les scénarios de référence sont classés dans les catégories > 1000 et 750-1000 ppm éq.-CO₂. Cette dernière catégorie comprend aussi des scénarios d'atténuation. Selon les scénarios de référence de cette catégorie, la hausse de la température atteint en 2100 entre 2,5 et 5,8 °C au-dessus de la moyenne de la période 1850-1900. Pour les scénarios de référence des deux catégories réunies, on obtient en 2100 une hausse de température se situant entre 2,5 et 7,8 °C (fourchette fondée sur la réponse médiane du climat: 3,7 à 4,8 °C).

^c Les émissions mondiales en 2010 dépassent de 31 % les niveaux de 1990 (ce qui est cohérent avec les estimations des émissions historiques de gaz à effet de serre présentées dans ce rapport). Les émissions d'équivalents CO₂ comprennent la liste des gaz réglementés en vertu du protocole de Kyoto (dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), oxyde nitreux (N₂O) et gaz fluorés).

^d L'évaluation présentée ici ne se limite pas aux profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP), puisqu'elle prend en compte de nombreux scénarios ayant fait l'objet de publications scientifiques. Pour évaluer les conséquences de l'évolution de la concentration d'équivalents CO₂ et du climat selon ces scénarios, on s'est servi du modèle de bilan énergétique pour l'évaluation des changements climatiques dus aux gaz à effet de serre (MAGICC) en mode probabiliste. Pour établir une comparaison entre les résultats du modèle MAGICC et ceux des modèles dont il est question dans le volume GT I, voir les sections GT I 12.4.1.2, 12.4.8 et GT III 6.3.2.6.

^e L'évaluation proposée dans ce tableau est fondée sur les probabilités calculées pour l'ensemble des scénarios pris en compte par le GT III à l'aide du modèle MAGICC et sur l'évaluation établie par le GT I des incertitudes des projections de température non représentées par les modèles climatiques. Les assertions coïncident donc avec celles du volume GT I, qui reposent sur les simulations de la cinquième phase de l'exercice de comparaison de modèles couplés (CMIP5), elles-mêmes fondées sur les profils et les incertitudes évaluées. Les énoncés de probabilité couvrent donc différents éléments de preuve employés par les deux groupes de travail. La méthode du GT I a aussi été appliquée aux scénarios de concentrations intermédiaires pour lesquels on ne dispose d'aucune simulation CMIP5. Les énoncés de probabilité n'ont qu'une valeur indicative (GT III 6.3) et correspondent généralement aux termes employés dans le RID du GT I: probable 66-100 %, plus probable qu'improbable > 50-100 %, à peu près aussi probable qu'improbable 33-66 % et improbable 0-33 %. En outre, l'expression plus improbable que probable 0-50% est également employée.

^f La concentration en équivalent CO₂ (voir glossaire) est calculée par le modèle MAGICC sur la base d'un forçage total pour une simulation simple du cycle du carbone et du climat. La concentration d'équivalents CO₂ en 2011 est estimée à 430 ppm (avec une marge d'incertitude de 340 à 520 ppm). Cette estimation repose sur une évaluation du forçage radiatif total d'origine anthropique en 2011 par rapport à 1750 qui a été présentée par le GT I, soit 2,3 W/m², avec une marge d'incertitude de 1,1 à 3,3 W/m².

^g La grande majorité des scénarios de cette catégorie dépassent la limite de 480 ppm éq.-CO₂.

^h Pour les scénarios de cette catégorie, aucune simulation CMIP5 et aucune réalisation MAGICC ne restent au-dessous du niveau de température précisé. Pourtant, si la mention «improbable» est retenue, c'est pour signaler les incertitudes qui pourraient ne pas être prises en compte dans les modèles climatiques actuels.

ⁱ Les scénarios de la catégorie 580-650 ppm éq.-CO₂ comprennent à la fois des scénarios de dépassement et des scénarios qui ne dépassent pas le niveau de concentration dans la partie haute de la catégorie (comme le RCP4,5). Pour ce dernier type de scénarios, on estime, en général, qu'il est *plus improbable que probable* qu'une hausse de température de 2 °C ne soit pas dépassée, tandis que pour le premier type, on estime le plus souvent qu'il est *improbable* que ce niveau de température ne soit pas dépassé.

^j Selon ces scénarios, les émissions mondiales en équivalents CO₂ sont inférieures de 70 à 95% aux émissions de 2010 en 2050 et inférieures de 110 à 120% aux émissions de 2010 en 2100.

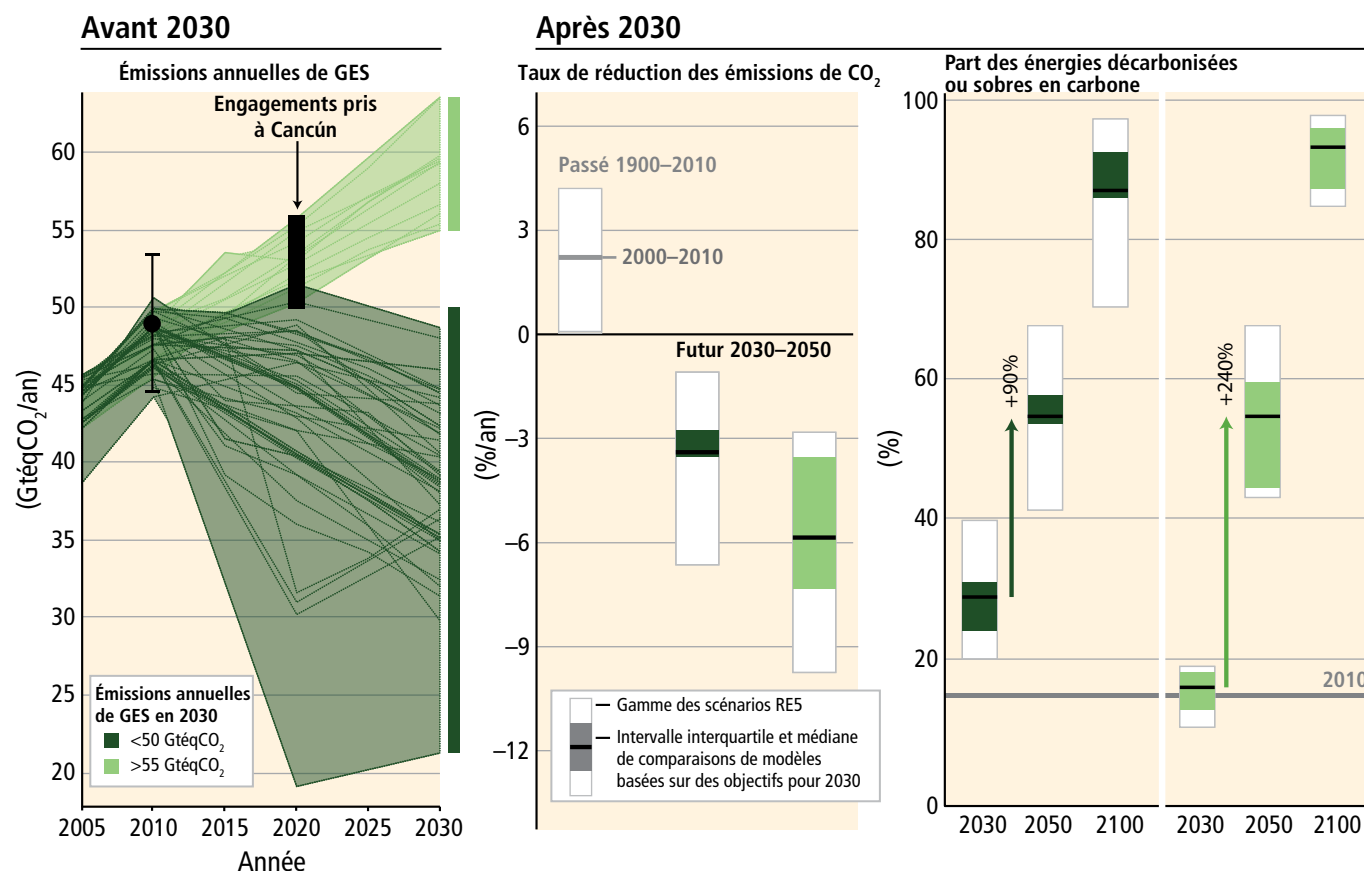


Figure 3.3 | Incidences de différents niveaux d'émissions de gaz à effet de serre (GES) atteints en 2030 sur le taux de réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et sur la montée en puissance des énergies sobres en carbone dans des scénarios d'atténuation selon lesquels il est au moins à peu près *aussi probable qu'improbable* de maintenir le réchauffement en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels pendant tout le XXI^e siècle (concentrations de 430 à 530 ppm *eq.*-CO₂, d'ici 2100). Les scénarios sont regroupés en fonction de différents niveaux d'émissions d'ici à 2030 (différentes nuances de vert). Le graphique de gauche montre les profils d'évolution des émissions de GES (en Gt_{eq}-CO₂/an) menant à ces niveaux en 2030. Le point noir traversé d'un segment illustre les niveaux historiques d'émissions de GES et les incertitudes qui leur sont associées en 2010, selon les indications de la figure 1.6. La barre noire indique la plage d'incertitude estimée des émissions de GES découlant des engagements pris à Cancún. Le graphique central indique les taux annuels moyens de réduction des émissions de CO₂ pour la période 2030-2050. On y compare la médiane et l'intervalle interquartile de différents scénarios, obtenus lors de récentes comparaisons de modèles portant sur des objectifs intermédiaires explicites pour 2030, par rapport à la gamme des scénarios figurant dans la base de données de scénarios étudiés pour le volume GT III du cinquième Rapport d'évaluation. Les taux annuels d'évolution des émissions (constants sur une période de 20 ans) sont également affichés. Dans le graphique de droite, les flèches montrent l'ampleur de l'augmentation d'un approvisionnement en énergies décarbonisées ou sobres en carbone de 2030 à 2050, en fonction de différents niveaux d'émissions de GES atteints en 2030. L'approvisionnement en énergies décarbonisées ou sobres en carbone concerne les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et les énergies fossiles auxquelles seraient associés le captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC) ou la bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone (BECS). Seuls les scénarios qui appliquent sans aucune contrainte l'ensemble des technologies d'atténuation des modèles sous-jacents (hypothèse technologique par défaut) sont présentés. Sont exclus les scénarios présentant des émissions mondiales nettes négatives importantes (> 20 Gt_{eq}-CO₂/an), les scénarios présentant des hypothèses de prix du carbone exogènes et les scénarios présentant pour 2010 des émissions s'écartant de manière significative de l'aire de répartition historique. {GT III figure RID.5, figure 6.32, figure 7.16, 13.13.1.3}

En termes de propriétés radiatives, les différences entre le CO₂ et les autres gaz constituant des agents de forçage climatique ont des conséquences majeures sur les stratégies d'atténuation (voir aussi l'encadré 3.2). {GT III 6.3.2}

Toutes les émissions actuelles de gaz à effet de serre et d'autres agents de forçage du climat auront une incidence sur le rythme et l'ampleur du changement climatique au cours des quelques décennies à venir. Réduire les émissions de certains agents de forçage non persistants peut permettre de réduire le rythme du réchauffement à court terme, mais cela n'aura qu'un effet limité sur le réchauffement à long terme, car celui-ci dépend surtout des émissions de CO₂. Il existe de fortes incertitudes quant aux incidences climatiques de certains de ces agents de forçage non persistants. Bien que les effets des émis-

sions de CH₄ soient bien compris, les effets du carbone suie sont très incertains. Les composants co-émis ayant des effets de refroidissement pourraient compliquer et réduire encore davantage les incidences des réductions d'émissions sur le climat. Réduire les émissions de dioxyde de soufre (SO₂) provoquerait un réchauffement. Les réductions à court terme d'agents de forçage non persistants peuvent avoir une incidence relativement rapide sur le changement climatique et éventuellement présenter des co-avantages en termes de pollution atmosphérique. {GT I 8.2.3, 8.3.2, 8.3.4, 8.5.1, 8.7.2, FAQ 8.2, 12.5, GT III 6.6.2.1}

Reporter des mesures d'atténuation supplémentaires à 2030 aggraverait sensiblement les problèmes que pose une limitation du réchauffement à moins de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels d'ici la fin du XXI^e siècle (degré de confiance

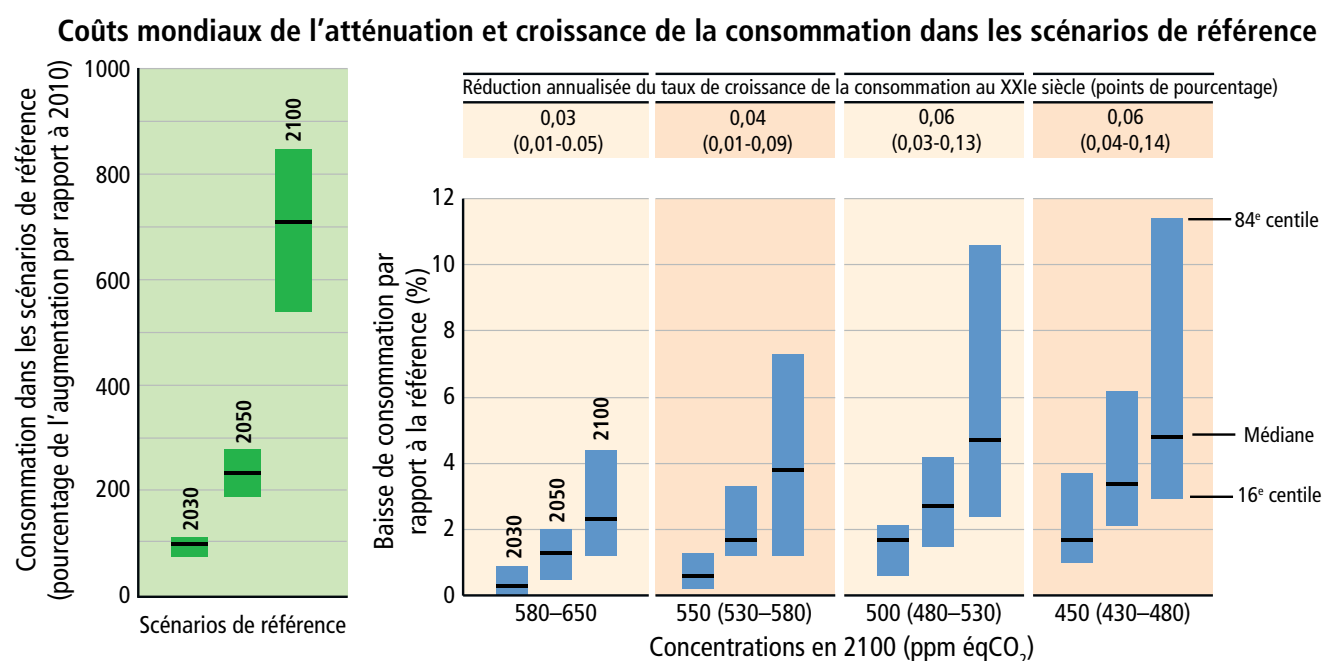


Figure 3.4 | Coûts mondiaux de l'atténuation dans les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité pour différents niveaux de concentration atmosphérique en 2100 (cadre de droite) et croissance de la consommation économique selon les scénarios de référence correspondants (scénarios sans mesures d'atténuation supplémentaires) (cadre de gauche). Le tableau situé en haut du graphique indique la baisse du taux de croissance annualisé de la consommation, en points de pourcentage, par rapport à la croissance de la consommation prévue dans le scénario de référence, qui se situe entre 1,6 et 3 % par an (en d'autres termes, si la baisse de croissance due à l'atténuation est de 0,06 point de pourcentage par an et la croissance prévue dans le scénario de référence est de 2,0 % par an, le taux de croissance corrigé des mesures d'atténuation sera de 1,94 % par an). Les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité reposent sur l'hypothèse que les mesures d'atténuation sont prises immédiatement dans tous les pays et que le prix du carbone est le même partout dans le monde, et ils ne prévoient aucune limite supplémentaire sur les technologies par rapport aux hypothèses technologiques prises par défaut dans les modèles. Les baisses de consommation sont indiquées par rapport au développement prévu dans les scénarios de référence en l'absence de toute politique climatique. Les estimations de coûts indiquées dans ce tableau ne tiennent pas compte des avantages de la réduction du changement climatique, ni des avantages connexes ou des effets secondaires indésirables de l'atténuation. La borne haute de cette fourchette d'estimation de coûts provient de modèles dont le manque de souplesse relatif rend difficile la réalisation des fortes réductions d'émissions nécessaires à long terme pour atteindre de tels objectifs et/ou qui renferment des hypothèses sur les imperfections du marché qui augmenteraient les coûts. {GT III tableau RID.2, figure RT.12, 6.3.6, figure 6.21}

élevé). Les émissions de gaz à effet de serre en 2030 se situent entre 30 et 50 GtCO_2/an dans les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité et pour lesquels il est *probable* ou à *peu près aussi probable qu'improbable* que le réchauffement sera limité à moins de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels au cours de ce siècle (pour des niveaux de concentration atmosphérique en 2100 variant entre environ 450 et 500 ppm eq-CO_2) (figure 3.3, cadre de gauche). Les scénarios prévoyant des niveaux d'émissions de gaz à effet de serre supérieurs à 55 GtCO_2/an nécessitent des taux de réduction de ces émissions considérablement plus élevés entre 2030 et 2050 (l'estimation médiane est de 6 % par an, alors qu'elle est de 3 % par an dans les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité; voir figure 3.3, cadre central). Ils nécessitent aussi d'accélérer le rythme du passage à des énergies sobres en carbone ou décarbonisées au cours de cette période (cet emploi doit plus que tripler, alors qu'il n'a fait que doubler depuis 2010; voir figure 3.3, cadre de droite). Enfin, ces scénarios prévoient un plus large recours aux technologies d'élimination du dioxyde de carbone sur le long terme, et des incidences économiques plus marquées dans la période de transition et à long terme (tableau 3.2). (3.5, 4.3) {GT III RID.4.1, RT.3.1, 6.4, 7.11}

Les niveaux d'émissions prévus à l'échelle mondiale d'ici 2020, compte tenu des engagements pris à Cancún, ne coïncident pas avec les trajectoires d'atténuation à long terme présentant un

bon rapport coût-efficacité pour lesquelles il est au moins à peu près aussi probable qu'improbable que le réchauffement se limite à 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels (pour des niveaux de concentration en 2100 inférieurs ou égaux à environ 500 ppm eq-CO_2). La possibilité d'atteindre ce but n'est cependant pas exclue (degré de confiance élevé). En revanche, les engagements pris à Cancún correspondent dans l'ensemble aux scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité et pour lesquels il est probable que le réchauffement sera maintenu au-dessous de 3 °C par rapport aux niveaux préindustriels. {GT III RID.4.1, 6.4, 13.13, figure RT.11}

Les estimations portant sur l'ensemble des coûts économiques de l'atténuation varient fortement selon les méthodes et les hypothèses, mais elles augmentent lorsque les mesures d'atténuation deviennent plus strictes (degré de confiance élevé). Pour les besoins de l'évaluation des coûts macroéconomiques de l'atténuation, il a été pris, comme référence présentant un bon rapport coût-efficacité, les scénarios selon lesquels tous les pays du monde entreprennent immédiatement des actions d'atténuation, un seul et même prix du carbone est appliqué et toutes les technologies clés sont disponibles (figure 3.4). Sous ces hypothèses, les scénarios d'atténuation qui permettent *probablement* de maintenir le réchauffement en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels pendant tout le XXI^e siècle

Tableau 3.2 | Augmentation des coûts mondiaux de l'atténuation, soit parce que certaines technologies ont une disponibilité restreinte, soit parce que certaines mesures d'atténuation supplémentaires^a ont été retardées par rapport aux prévisions des scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité^b. L'augmentation des coûts est indiquée en fonction d'une estimation de la médiane et pour l'intervalle entre le 16^e le 84^e centile des scénarios (entre parenthèses). De plus, l'effectif de l'échantillon de chaque groupe de scénarios figure dans les cylindres dont la couleur indique la fraction des modèles qui, au cours d'exercices systématiques de comparaison, sont parvenus à atteindre le niveau de concentration visé. {GT III tableau RID.2, tableau RT.2, figure RT.13, figure 6.24, figure 6.25}

Augmentation des coûts de l'atténuation dans les scénarios comprenant un accès restreint à la technologie ^d <i>[Augmentation du total des coûts actualisés ^e de l'atténuation (2015–2100) par rapport aux hypothèses technologiques par défaut (%)]</i>					Augmentation des coûts de l'atténuation en raison d'une atténuation supplémentaire retardée jusqu'en 2030 <i>[Augmentation des coûts de l'atténuation par rapport à une atténuation immédiate (%)]</i>		
Concentrations en 2100 (ppm eqCO ₂)	Pas de CCS	Abandon de l'énergie nucléaire	Recours modéré au solaire et à l'éolien	Recours modéré à la bioénergie	Coûts à moyen terme (2030–2050)	Coûts à long terme (2050–2100)	
450 (430-480)	138 % (29-297 %)	7 % (4-18%)	6 % (2-29 %)	64 % (44-78%)	}	44 % (2-78 %)	37 % (16-82 %)
500 (480-530)	s/o	s/o	s/o	s/o			
550 (530-580)	39 % (18-78 %)	13 % (2-23 %)	8 % (5-15 %)	18 % (4-66 %)	}	15 % (3-32 %)	16 % (5-24 %)
580-650	s/o	s/o	s/o	s/o			
Légende des cylindres — fraction des modèles ayant réussi à produire des scénarios (le nombre de ces scénarios figure dans les cylindres)							
: réussite de tous les modèles			: réussite de 50 à 80 % des modèles		: réussite de moins de 50 % des modèles		
: réussite de 80 à 100 % des modèles							

Notes:

^a Les scénarios prévoyant des mesures d'atténuation retardées sont associés à des émissions de gaz à effet de serre de plus de 55 Gtq.-CO₂ en 2030, et l'augmentation des coûts de l'atténuation est mesurée par rapport aux scénarios d'atténuation présentant un bon rapport coût-efficacité pour un même niveau de concentration à long terme.

^b Les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité supposent que, dans tous les pays du monde auxquels s'applique un prix unique du carbone, des actions en faveur de l'atténuation sont prises immédiatement; ils n'imposent aucune restriction supplémentaire en matière de technologie par rapport aux hypothèses technologiques retenues par défaut dans les modèles.

^c L'intervalle considéré comprend les scénarios situés entre le 16^e et le 84^e centile de l'ensemble des scénarios. Seuls les scénarios portant jusqu'à l'horizon 2100 ont été pris en compte. Certains modèles qui figurent dans la fourchette des coûts pour des niveaux de concentration supérieurs à 530 ppm eq.-CO₂ en 2100 n'ont pu produire de scénarios associés à des niveaux de concentration inférieurs à 530 ppm eq.-CO₂ en 2100, avec pour hypothèse une disponibilité restreinte des technologies et/ou une atténuation supplémentaire retardée.

^d Pas de CSC: aucun recours au captage et au stockage de dioxyde de carbone (CSC) n'est prévu dans ces scénarios. *Abandon progressif de l'énergie nucléaire*: outre celles déjà en construction, aucune nouvelle centrale n'est prévue et les centrales en activité fonctionnent jusqu'à la fin de leur durée de vie. *Recours modéré au solaire et à l'éolien*: dans ces scénarios, la part du solaire et de l'éolien ne dépasse pas 20% dans la production mondiale d'électricité, quelle que soit l'année considérée. *Recours modéré à la bioénergie*: à l'échelle du globe, l'approvisionnement en bioénergie moderne atteint 100 EJ/an au maximum (la bioénergie moderne servant pour le chauffage, la production d'électricité, les systèmes combinés et l'industrie représentait, en 2008, 18 EJ/an) (1 exajoule (EJ)= 10¹⁸ joules).

^e Augmentation de la valeur nette actuelle des baisses de la consommation en pourcentage de la consommation selon la référence (à savoir les scénarios des modèles d'équilibre général) et des coûts de l'atténuation en pourcentage du produit intérieur brut de départ (pour les scénarios des modèles d'équilibre partiel) pour la période 2015–2100, suivant un taux d'actualisation de 5 % par an.

entraînent les baisses de consommation mondiale suivantes (hors avantages découlant de la réduction du changement climatique (3.2) et co-avantages et effets secondaires indésirables de l'atténuation (3.5, 4.3)): de 1 à 4% (médiane: 1,7%) en 2030, 2 à 6% (médiane: 3,4%) en 2050, et 3% à 11% (médiane: 4,8%) en 2100, par rapport à la consommation dans les scénarios de référence, qui présentent une croissance de 300 % à plus de 900 % au cours du siècle⁴¹. Ces chiffres correspondent à une réduction annualisée de la croissance de la consommation de 0,04 à 0,14 (médiane: 0,06) point de pourcentage au cours du siècle, à comparer à la croissance annualisée de la consommation selon les scénarios de référence, qui se situe entre 1,6 et 3% par an (figure 3.4). Compte tenu de l'absence de technologies d'atténuation (telles que la bioénergie, le CSC

et leur combinaison (BECSC), ou encore les énergies nucléaire, éolienne et solaire), ou de la disponibilité limitée de celles-ci, les coûts de l'atténuation peuvent augmenter considérablement en fonction de la technologie considérée (tableau 3.2). Le fait de retarder des mesures d'atténuation supplémentaires permet de réduire les coûts à court terme mais augmente les coûts à moyen et long terme (tableau 3.2). De nombreux modèles ne peuvent maintenir un niveau de réchauffement *probable* en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels au cours du XXI^e siècle si les mesures d'atténuation supplémentaires sont fortement retardées ou en cas de disponibilité limitée de technologies clés comme la bioénergie, le CSC et leur combinaison (BECSC) (*degré de confiance élevé*) (tableau 3.2). {GT III RID.4.1, tableau RID.2, tableau RT.2, RT.3.1, 6.3, 6.6}

⁴¹ L'éventail des coûts d'atténuation indiqué ici correspond aux centiles 16 à 84 de l'échantillon sous-jacent (voir figure 3.4).

Encadré 3.2 | Métriques des gaz à effet de serre et profils d'évolution de l'atténuation

Le présent encadré porte sur les métriques d'émissions qui sont employées pour calculer les émissions d'équivalents CO₂ en vue de formuler et d'évaluer des stratégies d'atténuation. Ces métriques sont différentes de celles qui sont fondées sur la concentration d'équivalents CO₂ et qui sont employées dans le *Rapport de synthèse*. On trouvera dans le glossaire une explication des émissions d'équivalents CO₂ et des concentrations d'équivalents CO₂.

Les métriques d'émissions facilitent l'élaboration de politiques climatiques à composantes multiples, car elles permettent d'exprimer les émissions de différents gaz à effet de serre et d'autres agents de forçage climatique dans une unité commune (appelée «émissions d'équivalents CO₂»). Le potentiel de réchauffement global (PRG) a été présenté dans le premier Rapport d'évaluation du GIEC, où il a permis d'illustrer les difficultés à comparer des composantes ayant des propriétés différentes, et de proposer une métrique unique. Le potentiel de réchauffement global sur cent ans (PRG₁₀₀) a été adopté dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CNUCC) et du Protocole de Kyoto. Il sert désormais couramment d'unité de mesure par défaut, mais ce n'est que l'une des métriques d'émissions et l'un des horizons temporels possibles parmi d'autres. {GT I 8.7, GT III 3.9}

Le choix des métriques d'émissions et des horizons temporels dépend du type d'applications et du contexte politique; aucune unité de mesure particulière n'est donc optimale pour l'ensemble des objectifs politiques. Toutes les métriques ont leurs lacunes, et leur choix repose sur des jugements de valeur, par exemple les effets climatiques pris en compte et la pondération de ces effets dans le temps (qui permet d'actualiser de manière explicite ou implicite les incidences dans le temps), ainsi que l'objectif de la politique climatique et le degré d'intégration de critères économiques ou seulement physiques dans les métriques. Celles-ci s'accompagnent d'importantes incertitudes, dont l'ampleur varie selon le type de métriques et l'horizon temporel. En général, l'incertitude des métriques augmente tout au long de la chaîne des relations de cause à effet qui relie les émissions à leurs incidences. {GT I 8.7, GT III 3.9}

La pondération des agents de forçage climatique autres que le CO₂ par rapport au CO₂ dépend dans une large mesure du choix des métriques et de l'horizon temporel (éléments robustes, degré de cohérence élevé). Le potentiel de réchauffement global permet de comparer des composantes en fonction du forçage radiatif après les avoir intégrées jusqu'à un horizon de temps donné. Le potentiel d'évolution de la température planétaire (GTP, voir glossaire) repose sur la réponse des températures à un point donné dans le temps, sans pondération de cette réponse avant ou après le point choisi. Le fait d'adopter un horizon temporel fixe, par exemple 20, 100 ou 500 ans pour les métriques, conduit inévitablement à n'accorder aucune pondération aux résultats climatiques au-delà de cet horizon, ce qui a des conséquences significatives pour le CO₂ ainsi que pour d'autres gaz persistants. Le choix de l'horizon temporel a une incidence marquée sur la pondération, notamment pour les agents de forçage climatique non persistants comme le méthane (CH₄) (voir encadré 3.2, tableau 1; encadré 3.2, figure 1a). Pour certaines métriques (par exemple le GTP dynamique; voir glossaire), la pondération évolue dans le temps à mesure que l'on s'approche de l'année ciblée. {GT I 8.7, GT III 3.9}

Encadré 3.2, tableau 1 | Exemples de valeurs présentées par le GT I pour les métriques d'émissions ^a.

	Durée de vie (années)	PRG		GTP	
		Forçage cumulé sur 20 ans	Forçage cumulé sur 100 ans	Évolution des températures après 20 ans	Évolution des températures après 100 ans
CO ₂	^b	1	1	1	1
CH ₄	12,4	84	28	67	4
N ₂ O	121,0	264	265	277	234
CF ₄	50 000,0	4 880	6 630	5 270	8 040
HFC-152a	1,5	506	138	174	19

Notes:

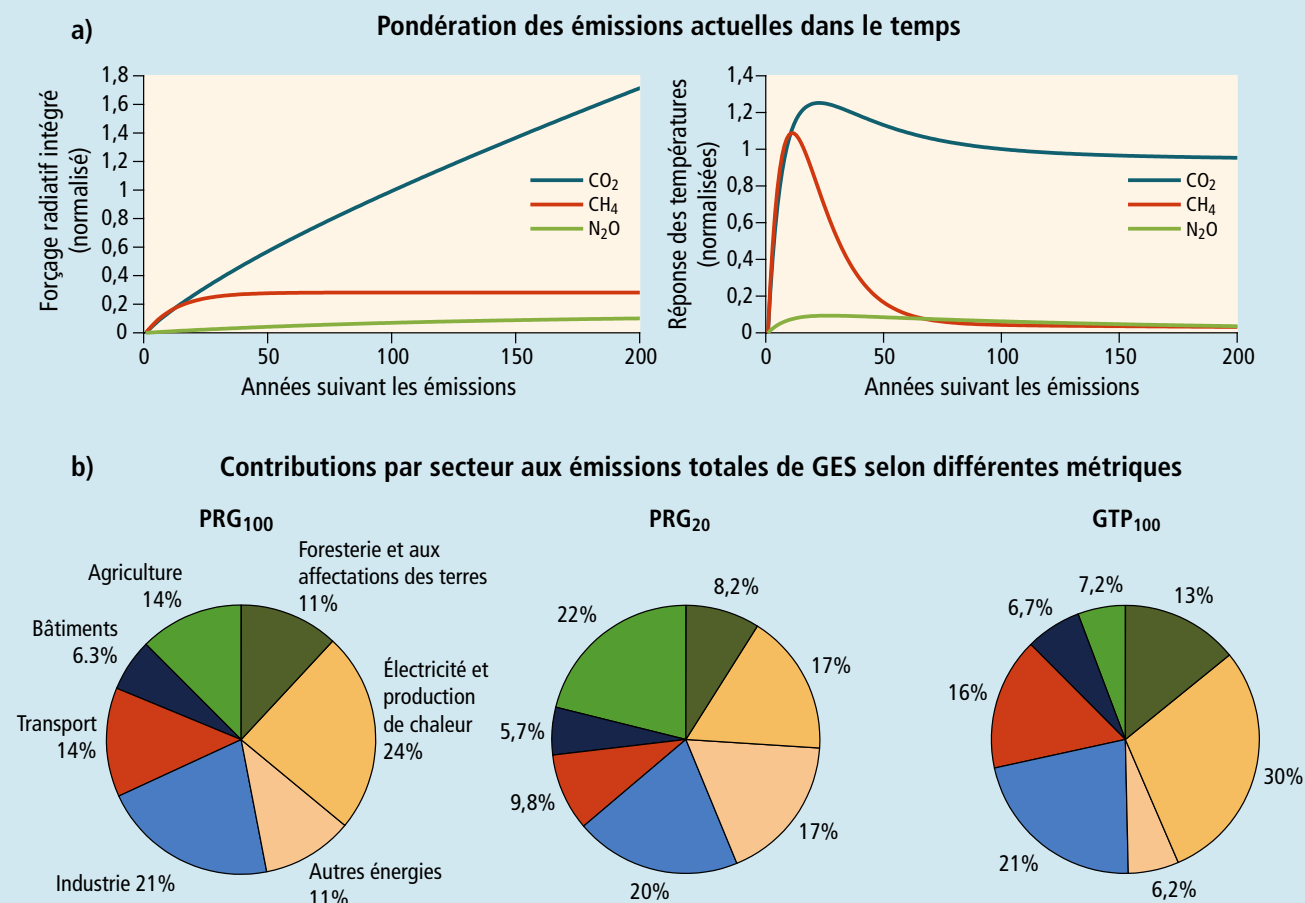
^a Les valeurs du potentiel de réchauffement global (PRG) ont été actualisées dans les rapports successifs du GIEC. Les valeurs du PRG₁₀₀ figurant dans le cinquième Rapport d'évaluation sont différentes de celles qui ont été adoptées dans le Protocole de Kyoto pour la première période d'engagement, et qui étaient reprises du deuxième Rapport d'évaluation. À noter que pour des raisons de cohérence, les émissions d'équivalents CO₂ indiquées ailleurs dans le présent rapport sont également fondées sur des valeurs reprises du deuxième Rapport d'évaluation, et non du cinquième. On trouvera dans la figure 1.6 une comparaison des émissions du PRG100 en 2010 fondée sur les valeurs qui sont présentées dans les deuxième et cinquième Rapports d'évaluation.

^b Il est impossible de donner une durée de vie unique pour le CO₂. {GT I encadré 6.1, 6.1.1, 8.7}

Le choix des métriques d'émissions a une incidence sur la date et l'importance choisies pour actualiser les agents de forçage climatique persistants et non persistants. Avec la plupart des métriques, les différences de coûts à l'échelle mondiale sont faibles dans les scénarios de participation mondiale et les profils d'évolution de l'atténuation visant à réduire les coûts autant que possible; toutefois, les incidences pour certains pays et secteurs particuliers pourraient être plus importantes (éléments moyens, degré de cohérence élevé). Le choix de différentes métriques et différents horizons de temps a une incidence profonde sur le rôle joué par les divers secteurs, sources et composantes, et en particulier par les

Encadré 3.2 (suite)

agents de forçage climatique non persistants (encadré 3.2, figure 1b). Une unité de mesure fixe et indépendante du temps, qui accorde une pondération plus faible aux agents non persistants comme le CH_4 (par exemple si l'on emploie le GTP_{100} au lieu du PRG_{100}) nécessiterait d'actualiser les émissions de CO_2 de manière plus stricte pour parvenir aux mêmes résultats climatiques en 2100. En revanche, l'emploi d'une métrique dépendante du temps, comme le GTP dynamique, conduit à une atténuation du CH_4 plus faible à court terme mais plus importante à long terme, à mesure que l'on s'approche de la date ciblée. En conséquence, pour certains agents (non persistants), le choix de la métrique influence le choix des politiques et la chronologie de l'atténuation (en particulier pour les secteurs et les pays présentant des niveaux élevés d'émissions de gaz autres que le CO_2). {GT I 8.7, GT III 6.3}



Encadré 3.2, Figure 1 | Conséquences des choix de métriques sur la pondération des émissions de gaz à effet de serre (GES) et contributions par secteur pour des horizons temporels illustratifs. Graphique **a**) : Forçage radiatif intégré (cadre de gauche) et réchauffement qui résulte à un point donné de l'avenir (cadre de droite) des émissions nettes mondiales de dioxyde de carbone (CO_2), de méthane (CH_4) et d'oxyde nitreux (N_2O) en 2010 (sans aucune émission par la suite), pour des horizons temporels allant jusqu'à 200 ans. Le forçage radiatif intégré est employé pour calculer les potentiels de réchauffement global (PRG), tandis que le réchauffement à un point donné de l'avenir sert à calculer les potentiels d'évolution de la température planétaire (GTP). Le forçage radiatif et le réchauffement ont été calculés par rapport aux émissions mondiales en 2010, dont les données sont publiées dans la section 5.2 du rapport du GT III, et aux valeurs absolues de PRG et de GTP, qui sont reprises de la section 8.7 du rapport du GT I. Ils ont été normalisés respectivement par rapport au forçage radiatif intégré et au réchauffement après 100 ans, compte tenu des émissions nettes de CO_2 en 2010. Graphique **b**) : Exemples destinés à illustrer la contribution des différents secteurs aux émissions totales de GES dans le monde en 2010, pondérée selon les différentes métriques. Cette contribution a été calculée au moyen du PRG sur 100 ans (PRG_{100} , figure de gauche) et sur 20 ans (PRG_{20} , figure centrale) et du GTP sur 100 ans (GTP_{100} , figure de droite), en exploitant la base de données des émissions de 2010 du GT III. {GT III 5.2} À noter que les pourcentages diffèrent légèrement dans le cas du PRG_{100} si l'on emploie les valeurs publiées dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC (voir thème 1, figure 1.7). On trouvera dans le rapport du GT III de plus amples détails sur les activités expliquant les émissions de chaque secteur.

Les efforts d'atténuation et les coûts qui leur sont associés devraient varier d'un pays à l'autre. La répartition des coûts peut être différente de la répartition des mesures elles-mêmes (degré de confiance élevé). Dans les scénarios présentant un bon rapport coût efficacité à l'échelle mondiale, la plupart des efforts d'atténuation sont déployés dans les pays pour lesquels les émissions futures sont les plus élevées dans les scénarios de référence. Certaines études portant sur des systèmes particuliers de répartition des efforts,

fondés sur l'hypothèse d'un marché mondial du carbone, montrent que des flux financiers considérables à l'échelle mondiale sont associés aux scénarios d'atténuation selon lesquels il est *probable*, voire *plus improbable que probable* que le réchauffement sera maintenu en-dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels pendant tout le XXI^e siècle. {GT III RID.4.1, RT.3.1, encadré 3.5, 4.6, 6.3.6, tableau 6.4, figure 6.9, figure 6.27, figure 6.28, figure 6.29, 13.4.2.4}

Encadré 3.3 | Technologies de géo-ingénierie permettant d'éliminer le dioxyde de carbone et de gérer le rayonnement solaire — Rôles, options, risques et statut possibles

Le terme « géo-ingénierie » se rapporte à un vaste ensemble de méthodes et de techniques fonctionnant à grande échelle et visant à modifier délibérément le système climatique pour lutter contre les effets du changement climatique. La plupart de ces méthodes ont pour objectif soit de réduire la quantité d'énergie solaire absorbée par le système climatique (gestion du rayonnement solaire), soit d'éliminer le dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique en utilisant des puits pour modifier le climat (élimination du dioxyde de carbone (EDC), voir glossaire). Il existe peu d'éléments permettant d'évaluer de manière exhaustive les techniques de gestion du rayonnement solaire (SRM) et d'élimination du dioxyde de carbone (CDR), ainsi que leur faisabilité, leur coût, leurs effets secondaires et leur incidence sur l'environnement. {GT I RID E.8, 6.5, 7.7, GT II 6.4, tableau 6-5, encadré 20 4, GT III RT.3.1.3, 6.9}

L'élimination du dioxyde de carbone joue un rôle majeur dans de nombreux scénarios d'atténuation. Le recours à la bioénergie, au captage et au stockage du dioxyde de carbone (BECCS) et au boisement sont les seules méthodes prévues à cet égard dans les scénarios. Les technologies d'élimination du dioxyde de carbone sont particulièrement importantes dans les scénarios dont les niveaux de concentration dans l'atmosphère présentent des dépassements temporaires, mais elles sont aussi prépondérantes dans de nombreux scénarios sans dépassement, dans lesquels elles permettent de compenser les émissions résiduelles de secteurs où l'atténuation se révèle plus onéreuse. Comme l'atténuation, l'élimination du dioxyde de carbone nécessiterait un déploiement à grande échelle et sur une longue période pour permettre de réduire de manière significative les concentrations de CO₂ (voir section 3.1). {GT II 6.4, GT III RID 4.1, RT.3.1.2, RT.3.1.3, 6.3, 6.9}

Plusieurs techniques d'élimination du dioxyde de carbone pourraient éventuellement permettre de réduire les niveaux de gaz à effet de serre (GES) atmosphériques. Toutefois, un certain nombre de limites de nature biogéochimique, technique et sociétale empêchent à différents degrés d'établir des estimations quantitatives de ce potentiel. La capacité de ces techniques à atténuer les émissions est plus faible que leur capacité à éliminer le CO₂, car une partie du CO₂ précédemment stocké dans les océans et les réservoirs de carbone terrestre serait libéré. Des mesures de stockage géologique sous-marin ont été mises en œuvre à l'échelle régionale, et rien ne semble indiquer à ce jour que des fuites aient des incidences sur l'océan. Les effets secondaires des techniques d'élimination du dioxyde de carbone sur le climat et l'environnement dépendent des technologies employées et de l'échelle de cet usage. On peut observer par exemple des modifications de la réflectance de surface dues au boisement, ou encore une désoxygénation des océans imputable à leur fertilisation. La plupart des techniques d'élimination du CO₂ des sols seraient probablement en concurrence avec la demande de terres et pourraient s'accompagner de risques à l'échelle locale et régionale. Les techniques marines pourraient quant à elles présenter des risques importants pour les écosystèmes océaniques; leur déploiement représenterait donc des obstacles supplémentaires à la coopération entre les pays. {GT I 6.5, FAQ 7.3, GT II 6.4, tableau 6.5, GT III 6.9}

La gestion du rayonnement solaire n'a pas été testée et n'est prévue dans aucun scénario d'atténuation. Néanmoins, si elle était réalisable, elle pourrait compenser dans une certaine mesure une élévation des températures mondiales et certains de ses effets. Il est possible qu'elle offre une capacité de refroidissement plus rapide que l'atténuation des émissions de CO₂. On peut dire avec un *degré de confiance moyen* que la gestion du rayonnement solaire par injection d'aérosols dans la stratosphère est modulable pour contrer d'un facteur deux le forçage radiatif de la concentration de CO₂ et certaines réponses du climat liées au réchauffement. Il n'existe pas de consensus quant au fait de savoir si l'on pourrait obtenir un contre-forçage radiatif négatif aussi important grâce à la gestion du rayonnement solaire par augmentation de la luminance des nuages, car cette technique n'est pas suffisamment bien comprise. Par ailleurs, il ne semble pas qu'une gestion du rayonnement solaire par modification de l'albédo des sols puisse produire un contre-forçage radiatif important. Quand bien même la gestion du rayonnement solaire permettrait de contrer le réchauffement moyen à l'échelle de la planète, il resterait des différences dans les configurations spatiales. Enfin, le fait qu'il n'existe qu'une documentation limitée sur d'autres méthodes de cette gestion en interdit l'évaluation. {GT I 7.7, GT III RT.3.1.3, 6.9}

Si l'on devait avoir recours à la gestion du rayonnement solaire, celle-ci présenterait de nombreux effets secondaires, incertitudes, risques et défauts. Beaucoup d'éléments semblent indiquer qu'elle conduirait à une diminution faible, mais significative, des précipitations mondiales (avec de plus grandes différences à l'échelle régionale). On pourrait *probablement* observer aussi une déperdition modeste d'ozone stratosphérique polaire associée à la gestion du rayonnement solaire par des aérosols stratosphériques. Quoi qu'il en soit, ce type de gestion ne préviendrait ni les incidences du CO₂ sur les écosystèmes ni l'acidification des océans qui ne sont pas liées au réchauffement. Il pourrait également y avoir d'autres conséquences imprévues à ce jour. Dans tous les scénarios d'avenir examinés dans le cinquième Rapport d'évaluation, la gestion du rayonnement solaire devrait être déployée à une échelle considérable pour pouvoir contrer le réchauffement moyen mondial; or un tel déploiement aggraverait ses effets secondaires. En outre, si cette gestion était déployée à grande échelle, puis arrêtée, on peut prévoir avec un *degré de confiance élevé* que les températures de surface augmenteraient très rapidement (en une ou deux décennies). Cette approche créerait des tensions dans les systèmes sensibles au rythme du réchauffement. {GT I 7.6–7.7, FAQ 7.3, GT II 19.5, GT III 6.9}

Les techniques de gestion du rayonnement solaire soulèvent des questions de coûts, de risques, de gouvernance et d'incidences éthiques à l'égard de leur mise au point et de leur déploiement. Elles représentent de nouveaux enjeux particuliers pour les institutions et les mécanismes internationaux qui pourraient coordonner les recherches dans ce domaine, et éventuellement restreindre leurs essais et leur déploiement. Quand bien même cette gestion permettrait de modérer l'augmentation des températures d'origine anthropique au niveau mondial, elle impliquerait une redistribution des risques dans l'espace et dans le temps. Elle soulève donc d'importantes questions de justice intragénérationnelle et intergénérationnelle. La recherche sur ces techniques et, à terme, leur déploiement a fait l'objet d'objections de nature éthique. Malgré les coûts estimés potentiellement faibles de certaines de ces techniques, celles-ci ne présentent pas nécessairement un bon bilan coûts-avantages si l'on prend en compte l'ensemble des risques et des effets secondaires. Leurs implications en termes de gouvernance sont particulièrement préoccupantes, notamment du fait que des mesures prises unilatéralement pourraient entraîner des conséquences et des coûts importants pour d'autres parties. {GT III RT.3.1.3, 1.4, 3.3, 6.9, 13.4}

3.5 Interactions entre l'atténuation, l'adaptation et le développement durable

Le changement climatique représente une menace pour le développement équitable et durable. L'adaptation, l'atténuation et le développement durable sont étroitement liés et offrent des perspectives de synergies et de compromis.

Le changement climatique représente une menace croissante pour le développement équitable et durable (*degré de confiance élevé*). On observe déjà certaines incidences de ce changement sur le développement. Le changement climatique est un catalyseur de risques. Il exacerbe d'autres menaces pesant sur les systèmes sociaux et naturels et crée des charges supplémentaires, en particulier sur les populations pauvres, tout en limitant les voies de développement qui s'offrent à chacun. Si le développement se poursuit selon les profils d'évolution actuels dans le monde, il peut contribuer à créer des risques et des vulnérabilités climatiques, et à saper ainsi davantage les fondements du développement durable. {GT II RID B-2, 2.5, 10.9, 13.1–13.3, 20.1, 20.2, 20.6, GT III RID.2, 4.2}

Pour assurer la cohérence des politiques climatiques avec le développement durable, il faut envisager à la fois des mesures d'adaptation et d'atténuation (*degré de confiance élevé*). Les interactions entre l'adaptation, l'atténuation et le développement durable interviennent aussi bien dans le cadre d'une région ou d'une échelle particulière qu'entre plusieurs régions ou échelles différentes, et souvent dans le contexte de multiples facteurs de tension. Certaines mesures de lutte contre le changement climatique pourraient présenter des risques pour d'autres éléments environnementaux ou sociaux,

avoir des effets distributifs indésirables et détourner des ressources d'autres priorités de développement, notamment l'éradication de la pauvreté. {GT II 2.5, 8.4, 9.3, 13.3–13.4, 20.2–20.4, 21.4, 25.9, 26.8, GT III RID.2, 4.8, 6.6}

L'adaptation et l'atténuation peuvent toutes deux offrir d'importants co-avantages (*degré de confiance moyen*). Parmi les exemples d'actions engendrant des co-avantages, on peut mentionner: i) l'amélioration de la qualité de l'air (voir figure 3.5); ii) le renforcement de la sécurité énergétique; iii) la réduction de la consommation d'énergie et d'eau dans les zones urbaines grâce à des villes plus respectueuses de l'environnement et au recyclage de l'eau; iv) les pratiques agricoles et forestières durables; et v) la protection des écosystèmes aux fins du stockage du carbone et d'autres écoservices. {GT II RID C-1, GT III RID.4.1}

Il est dès à présent possible d'adopter des stratégies et de prendre des mesures qui contribueront à créer les conditions propices à l'adaptation au changement climatique et au développement durable, tout en facilitant l'amélioration des moyens de subsistance et du bien-être social et économique, et une gestion efficace de l'environnement (*degré de confiance élevé*). Les perspectives offertes par les profils d'évolution favorisant la résilience dépendent fondamentalement des résultats que peuvent permettre d'obtenir les mesures d'atténuation mises en œuvre à l'échelle mondiale (*degré de confiance élevé*). Comme l'atténuation réduit à la fois le rythme et l'ampleur du réchauffement, elle pourrait permettre d'augmenter — peut-être de plusieurs décennies — le temps disponible pour l'adaptation à un niveau donné de changement climatique. En revanche, tout retard dans la mise en œuvre des mesures d'atténuation risque de réduire les choix possibles de profils d'évolution favorables à la résilience à l'avenir. {GT II RID C-2, 20.2, 20.6.2}

Co-avantages de l'atténuation du changement climatique appliquée à la qualité de l'air
Incidences d'une politique climatique stricte sur les émissions de polluants atmosphériques (échelle mondiale, 2005-2050)

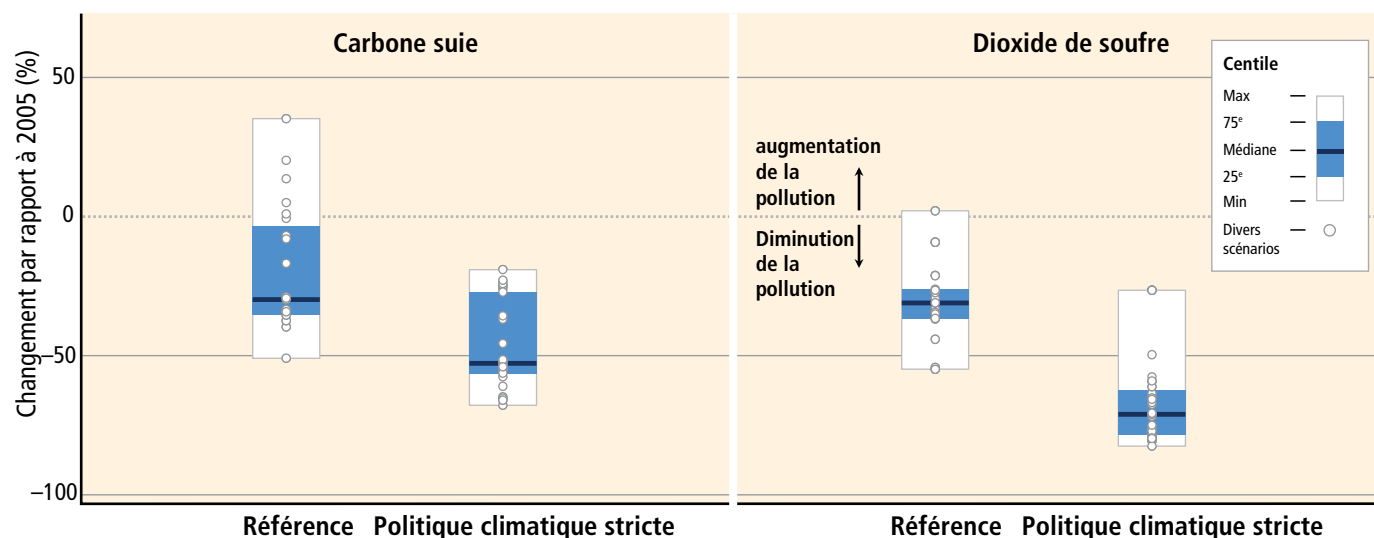


Figure 3.5 | Niveaux d'émissions de polluants atmosphériques: carbone suie (CS) et dioxyde de soufre (SO₂) en 2050 par rapport à 2005 (0 = niveaux de 2005). Les scénarios de référence excluant tout nouvel effort destiné à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) au-delà de ceux déjà déployés aujourd'hui sont comparés à des scénarios qui s'accompagnent de mesures strictes en matière d'atténuation, pouvant permettre d'atteindre des niveaux de concentration atmosphérique entre environ 450 et 500 (430 à 530) ppm eq.-CO₂ d'ici 2100. {GT III RID.6, RT.14, figure 6.33}

Encadré 3.4 | Co-avantages et effets secondaires indésirables

Une politique publique ou une mesure destinée à atteindre un objectif a souvent des effets positifs ou négatifs sur d'autres objectifs. Ainsi, des politiques d'atténuation peuvent influencer la qualité de l'air locale (voir figure 3.5). Lorsque ces effets sont positifs, on les appelle des «co-avantages» ou des «avantages connexes». Les effets négatifs sont appelés « effets secondaires indésirables ». On dit de certaines mesures qu'elles sont « sans regrets ou quasi sans regrets » lorsque leurs co-avantages suffisent à justifier leur mise en œuvre, même en l'absence d'avantage direct immédiat. Les co-avantages et les effets secondaires indésirables peuvent se mesurer en unités monétaires ou non monétaires. Les effets des politiques climatiques sur le bien-être général de la société n'ont pas encore été examinés sur le plan quantitatif, sauf dans quelques études récentes qui avaient plusieurs objectifs. La plupart de ces effets n'ont pas encore été correctement quantifiés; au demeurant, ils peuvent être propres à une situation ou un emplacement particuliers, car ils dépendent de circonstances locales. {GT II 11.9, 16.3.1, 17.2, 20.4.1, GT III encadré RT.11, 3.6, 5.7}

Les co-avantages de l'atténuation pourraient avoir des conséquences sur les efforts visant à atteindre d'autres objectifs, notamment en matière de sécurité énergétique, de qualité de l'air, de lutte contre les incidences sur les écosystèmes, de répartition des revenus, d'offre de travail et d'emploi, et d'étalement urbain (voir les tableaux 4.2 et 4.5). Néanmoins, en l'absence de politiques complémentaires, certaines mesures d'atténuation peuvent avoir des effets secondaires indésirables (au moins à court terme), par exemple sur la biodiversité, la sécurité alimentaire, l'accès à l'énergie, la croissance économique et la répartition des revenus. Quant aux co-avantages des politiques d'adaptation, ils peuvent par exemple concerner l'amélioration de l'accès aux infrastructures et aux services, le développement des systèmes d'éducation et de santé, la réduction des pertes liées aux catastrophes naturelles, ou encore l'amélioration de la gouvernance. {GT II 4.4.4, 11.9, 15.2, 17.2, 20.3.3, 20.4.1, GT III encadré RT.11, 6.6}

Pour adopter des stratégies exhaustives qui permettent de réagir au changement climatique et qui soient cohérentes avec les objectifs du développement durable, il convient de prendre en compte les co-avantages, les effets secondaires indésirables et les risques qui pourraient découler des mesures d'adaptation et d'atténuation choisies. L'évaluation des incidences générales de ces stratégies au regard du bien-être social est compliquée par cette interaction entre les choix faits pour répondre au changement climatique et certaines politiques antérieures non liées au climat. Ainsi, dans le domaine de la qualité de l'air, la réduction d'émission d'une tonne supplémentaire de dioxyde de soufre (SO₂) obtenue en diminuant l'utilisation d'énergies fossiles au titre de l'atténuation peut avoir une valeur importante, mais si la politique en matière de SO₂ est stricte, cette valeur peut être pratiquement nulle. De même, dans le domaine de l'adaptation et de la gestion des risques de catastrophe, des politiques peu contraignantes peuvent conduire à un déficit d'adaptation, et par conséquent à une aggravation des pertes humaines et économiques liées à la variabilité naturelle du climat. L'expression « déficit d'adaptation » s'entend d'une capacité insuffisante à gérer les effets indésirables de la variabilité du climat actuelle. Une telle situation renforce les avantages des politiques d'adaptation visant à améliorer la gestion de la variabilité du climat et du changement climatique. {GT II 20.4.1, GT III encadré RT.11, 6.3}

4

Adaptation et atténuation

Thème 4: Adaptation et atténuation

De nombreuses options d'adaptation et d'atténuation peuvent aider à faire face aux changements climatiques, mais aucune ne saurait suffire à elle seule. Leur efficacité, qui dépend des politiques et des modalités de coopération adoptées à toutes les échelles, peut être renforcée par des mesures intégrées reliant l'adaptation et l'atténuation à d'autres objectifs sociétaux.

Le thème 3 porte sur la nécessité de combiner l'adaptation et les mesures d'atténuation à l'échelle mondiale pour gérer les risques que pose le changement climatique, et rappelle les considérations stratégiques qui sous-tendent ce travail. Le thème 4, quant à lui, est consacré aux options d'interventions à court terme qui pourraient aider à atteindre de tels objectifs stratégiques. Les mesures d'adaptation et d'atténuation à court terme varieront d'un secteur et d'une région à l'autre en fonction du degré de développement, des moyens d'intervention et des aspirations à court et à long terme concernant les retombées climatiques et autres. Comme l'adaptation et l'atténuation font inévitablement partie d'un ensemble de nombreux objectifs, il convient de porter une attention particulière aux moyens d'élaborer et de mettre en œuvre des méthodes intégrées qui permettront de tirer parti des co-avantages et de faire face aux corrélations négatives.

4.1 Conditions favorables et obstacles communs à la mise en place et à l'exécution des stratégies d'adaptation et d'atténuation

L'adaptation et l'atténuation s'appuient toutes deux sur des institutions solides, une gouvernance rationnelle, l'innovation, l'investissement dans des technologies et une infrastructure respectueuses de l'environnement, des moyens de subsistance durables et des comportements et modes de vie appropriés.

L'innovation et l'investissement dans des technologies et une infrastructure respectueuses de l'environnement peuvent réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et diminuer la vulnérabilité à l'égard des incidences du changement climatique (*degré de confiance très élevé*). L'innovation et le changement peuvent accroître la disponibilité ou l'efficacité des options d'adaptation et d'atténuation. Par exemple, l'investissement dans des technologies sobres en carbone ou sans émissions nettes de carbone peut réduire l'intensité énergétique du développement économique, l'intensité carbone de l'énergie, les émissions de GES et les coûts à long terme des mesures d'atténuation. De même, l'innovation dans les technologies et l'infrastructure peut accroître la résistance des systèmes humains tout en réduisant les incidences nuisibles sur les systèmes naturels. L'investissement dans les technologies et l'infrastructure a besoin d'un contexte propice à l'action, d'un accès approprié aux sources de financement et de nouvelles technologies, et d'un développement économique global propice au renforcement des capacités (tableau 4.1, section 4.4). {GTII RID C-2, tableau RID.1, tableau RT.8, GTIII RID.4.1, tableau RID.2, RT.3.1.1, RT 3.1.2, RT.3.2.1}

L'adaptation et l'atténuation se heurtent à l'inertie des tendances mondiales et régionales caractéristiques du développement économique, des émissions de GES, de la consommation des ressources, des modèles d'infrastructures et d'établissements humains, du comportement institutionnel et de la technologie (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Cette inertie risque de limiter notre aptitude à réduire les émissions

de GES, à respecter des seuils climatiques particuliers ou à éviter des incidences nuisibles (tableau 4.1). Certains des obstacles pourront être surmontés grâce aux nouvelles technologies, à un apport de ressources financières, à une amélioration de l'efficacité et de la gouvernance des institutions ou à des changements des attitudes et des comportements sociaux et culturels. {GTII RID C-1, GTIII RID.3, RID.4.2, tableau RID.2}

Les moyens de subsistance, le style de vie, le comportement et la culture influent fortement sur la vulnérabilité au changement climatique, les émissions de GES et la capacité d'adaptation et d'atténuation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*) (tableau 4.1). Une transition vers un style de vie plus économe peut contribuer à une consommation accrue d'énergie et de ressources, à une hausse concomitante de la production et des émissions de GES, et à une hausse des coûts des mesures d'atténuation. En revanche, nous pouvons réduire sensiblement les émissions en modifiant nos habitudes de consommation (voir section 4.3 pour plus de détails). L'acceptabilité sociale et l'efficacité des politiques climatiques dépendent de la mesure dans laquelle ces politiques réussissent à sensibiliser le public et à engendrer à l'échelle régionale des changements appropriés du style de vie ou des comportements. Par ailleurs, les moyens de subsistance dépendants de secteurs ou de ressources sensibles au climat risquent de se montrer particulièrement vulnérables au changement climatique et aux politiques le concernant. Le développement économique et l'urbanisation des paysages exposés aux risques climatiques risquent d'accroître le degré d'exposition des établissements humains et de réduire la résistance des systèmes naturels. {GTII RID A-2, RID B-2, tableau RID.1, RT A-1, RT A-2, RT C-1, RT C-2, 16.3.2.7, GTIII RID.4.2, RT.2.2, 4.2}

Dans beaucoup de régions et de secteurs, le renforcement des capacités d'atténuation et d'adaptation est une condition essentielle à la gestion des risques que pose le changement climatique (*degré de confiance élevé*). Ces capacités varient selon l'endroit et le contexte, et il n'existe donc pas de méthode universelle de réduction des risques. Par exemple, les pays en développement à faible revenu sont les moins aptes à appliquer des politiques de développement sobres en carbone qui tiennent compte du climat à cause de leurs capacités financières, technologiques et institutionnelles insuffisantes. En revanche, même si les pays développés jouissent en

Tableau 4.1 | Obstacles communs entravant la mise en œuvre des options d'adaptation et d'atténuation

Types d'obstacles	Répercussions possibles sur l'adaptation	Répercussions possibles sur l'atténuation
Conséquences négatives de la croissance démographique et de l'urbanisation	Exposition accrue des populations humaines à la variabilité et à l'évolution du climat, et intensification des pressions exercées sur les ressources naturelles et sur les écoservices {GTII 16.3.2.3, encadré 16-3}	Accélération de la croissance économique, de la demande en énergie et de la consommation d'énergie entraînant une augmentation des émissions de GES {GTIII RID.3}
Déficits en matière de connaissances, d'éducation et de capital humain	Émoussement de la perception des risques posés par les changements climatiques ainsi que des coûts et des avantages des diverses options d'adaptation à l'échelle nationale, institutionnelle et individuelle {GTII 16.3.2.1}	Émoussement de la perception des risques, de la volonté de changement des comportements et des pratiques et de l'intérêt manifesté pour les innovations sociales et technologiques susceptibles de réduire les émissions, à l'échelle nationale, institutionnelle et individuelle {GTIII RID.3, RID.5.1, 2.4.1, 3.10.1.5, 4.3.5, 9.8, 11.8.1}
Divergences dans les attitudes, valeurs et comportements socioculturels	Réduction du consensus social concernant le risque climatique et, en conséquence, des demandes relatives aux politiques et mesures d'adaptation {GTII 16.3.2.7}	Incidences sur les tendances des émissions, sur les perceptions sociétales de l'utilité des politiques et technologies d'atténuation et sur la volonté d'adopter des comportements et des technologies plus durables {GTIII RID.2, 2.4.5, 2.6.6.1, 3.7.2.2, 3.9.2, 4.3.4, 5.5.1}
Difficultés liées à la gouvernance et aux dispositions institutionnelles	Réduction de l'aptitude à coordonner les politiques et les mesures d'adaptation et à donner aux intervenants les moyens de planifier et de mettre en œuvre ces politiques et mesures {GTII 16.3.2.8}	Sape des politiques, des mesures d'incitation et de la coopération requises pour assurer l'élaboration de politiques d'atténuation et la mise en œuvre de technologies à énergie renouvelable efficaces et sans émissions nettes de carbone {GTIII RID.3, RID.5.2, 4.3.2, 6.4.3, 14.1.3.1, 14.3.2.2, 15.12.2, 16.5.3}
Accès difficile aux sources nationales et internationales de financement des projets climatologiques	Réduction de l'ampleur des investissements consacrés aux politiques et mesures d'adaptation et, en conséquence, de leur efficacité {GTII 16.3.2.5}	Réduction de l'aptitude des pays développés et, surtout, des pays en développement, à mettre en œuvre des politiques et des technologies propres à réduire les émissions {GTIII RT.4.3, 12.6.2, 16.2.2.2}
Technologies inappropriées	Réduction de la gamme des options envisageables et de leur efficacité à réduire ou à éviter les risques posés par une accélération ou par une augmentation de l'ampleur du changement climatique {GTII 16.3.2.1}	Ralentissement du rythme auquel la société peut réduire l'intensité carbone des services énergétiques et adopter des technologies sobres en carbone ou sans émissions nettes de carbone {GTIII RT.3.1.3, 4.3.6, 6.3.2.2, 11.8.4}
Qualité et/ou quantité insuffisantes des ressources naturelles	Réduction des possibilités d'adaptation des intervenants, vulnérabilité aux facteurs non climatiques et concurrence possible pour l'accès aux ressources exacerbant la vulnérabilité {GTII 16.3.2.3}	Réduction de la viabilité à long terme de diverses technologies énergétiques {GTIII 4.3.7, 4.4.1, 11.8.3}
Déficits d'adaptation et de développement	Augmentation de la vulnérabilité à la variabilité actuelle du climat ainsi qu'aux changements climatiques futurs {GTII RT A-1, tableau RT 5, 16.3.2.4}	Réduction de la capacité d'atténuation et sape des efforts internationaux de coopération en matière de climat due aux antécédents conflictuels de la coopération pour le développement {GTIII 4.3.1, 4.6.1}
Inégalités	Part disproportionnée des incidences du changement climatique et du fardeau de l'adaptation supportée par les populations les plus vulnérables ou léguée aux générations futures {GTII RT B-2, encadré RT 4, encadré 13-1, 16.7}	Réduction de l'aptitude des pays en développement à faible revenu ou de collectivités ou de secteurs particuliers de certains pays à contribuer aux efforts d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre {GTIII 4.6.2.1}

règle générale de moyens relativement plus efficaces de gestion des risques liés au changement climatique, cet avantage ne se traduit pas nécessairement par la mise en œuvre d'options d'adaptation et d'atténuation. {GTII RID B-1, RID B-2, RT B-1, RT B-2, 16.3.1.1, 16.3.2, 16.5, GTIII RID.5.1, RT.4.3, RT.4.5, 4.6}

Le renforcement des institutions et l'amélioration de la coordination et de la coopération en matière de gouvernance peuvent aider à surmonter les obstacles qui s'opposent, à l'échelle régionale, aux efforts d'atténuation, d'adaptation et de réduction des risques de catastrophe (degré de confiance très élevé). Malgré l'existence d'un large éventail d'institutions multilatérales, nationales et infranationales engagées dans la mise en œuvre de mesures d'adaptation et d'atténuation, les émissions globales de GES continuent d'augmenter et les besoins déjà définis en matière d'adaptation n'ont pas reçu l'attention voulue. La mise en œuvre d'options efficaces d'adaptation et d'atténuation pourrait nécessiter la mise en place de nouvelles institutions et l'adoption de nouvelles dispositions institutionnelles applicables à diverses échelles (degré de confiance moyen) (tableau 4.1). {GTII RID B-2, RT C-1, 16.3.2.4, 16.8, GTIII RID.4.2.5, RID.5.1, RID.5.2, RT.1, RT.3.1.3, RT.4.1, RT.4.2, RT.4.4}

4.2 Possibilités d'adaptation

Il existe des possibilités d'adaptation dans tous les domaines, mais les modalités de mise en œuvre et le potentiel de réduction des risques liés au climat diffèrent selon les secteurs et les régions. Certaines mesures d'adaptation génèrent des co-avantages, des synergies et des corrélations négatives considérables. Si les changements climatiques s'accroissent, les défis associés à un grand nombre d'options d'adaptation s'aggraveront.

Les populations, les gouvernements et le secteur privé commencent à s'adapter à l'évolution du climat. Depuis la publication du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, les avantages et les coûts des diverses possibilités d'adaptation ainsi que leurs rapports avec un développement durable sont mieux reconnus. Les mesures d'adaptation peuvent prendre diverses formes selon les besoins à satisfaire en matière de réduction de la vulnérabilité,

de gestion des risques de catastrophe ou de planification proactive de l'adaptation (voir tableau 4.2) :

- Création d'infrastructures et d'autres biens sociaux et écologiques;
- Optimisation des processus technologiques;
- Gestion intégrée des ressources naturelles;
- Mutation ou renforcement des institutions, de l'enseignement et des comportements;
- Services financiers, y compris transfert des risques;
- Systèmes d'information à l'appui des dispositifs d'alerte précoce et de planification proactive

On reconnaît de plus en plus la valeur des mesures sociales (y compris celles axées sur les populations locales ou autochtones), institutionnelles et écosystémiques, et l'ampleur des obstacles à l'adaptation. Les stratégies et les mesures efficaces tiennent compte des co-avantages possibles, dans le contexte plus large des objectifs stratégiques et des plans de développement. {GTII RID A-2, RID C-1, RT A-2, 6.4, 8.3, 9.4, 15.3}

Il existe des occasions propices à la planification et à la mise en œuvre de mesures d'adaptation dans tous les secteurs et dans toutes les régions, et les possibilités et les méthodes envisageables varient selon le contexte. Les besoins en matière d'adaptation et les défis qu'ils posent devraient s'aggraver à mesure que les changements climatiques s'amplifient (degré de confiance très élevé). Des exemples des principales méthodes d'adaptation envisageables dans divers secteurs, ainsi que les contraintes et les limites qui les caractérisent, sont présentés dans le tableau ci-après. {GTII RID B, RID C, 16.4, 16.6, 17.2, 19.6, 19.7, tableau 16.3}

Ressources en eau douce

Les techniques de gestion adaptative de l'eau, notamment la planification de scénarios, les démarches fondées sur l'apprentissage et la mise en place de solutions souples et quasi sans regret peuvent faciliter l'adaptation aux changements hydrologiques aléatoires provoqués par les changements climatiques et à leurs incidences (éléments limités, degré de cohérence élevé). Les stratégies propices comprennent la mise en œuvre d'une gestion intégrée des ressources en eau, l'augmentation de l'approvisionnement, la réduction de la disparité entre l'offre et la demande relatives aux ressources en eau, la réduction des facteurs de perturbation non climatiques, le renforcement des capacités institutionnelles et l'adoption de technologies plus avaries en eau et de stratégies plus efficaces de gestion de l'eau. {GTII RID B-2, encadré d'évaluation RID.2 tableau 1, RID B-3, 3.6, 22.3–22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 27.2–27.3, encadré 25-2}

Écosystèmes terrestres et dulçaquicoles

Les mesures de gestion — par exemple, protection de la diversité génétique, aide à la migration et à la dispersion des espèces, interventions contre les sources de perturbation (incendies, inondations, etc.) et réduction d'autres facteurs de perturbation — peuvent réduire, sans toutefois les éliminer, les risques que fait peser le changement climatique sur les écosystèmes terrestres et dulçaquicoles (degré de confiance élevé). Les options

de gestion qui atténuent les facteurs de perturbation non climatique — par exemple, modification de l'habitat, surexploitation, pollution et espèces envahissantes — augmentent la capacité inhérente des écosystèmes et des espèces qui les composent de s'adapter à l'évolution du climat. D'autres options comprennent l'amélioration des systèmes d'alerte précoce et autres systèmes apparentés. L'amélioration de la connectivité des écosystèmes vulnérables peut aussi favoriser l'adaptation autonome. La translocation des espèces est une mesure controversée qui devrait être plus difficile à réaliser lorsque des écosystèmes entiers seront menacés. {GTII RID B-2, RID B-3, figure RID.5, tableau RT.8, 4.4, 25.6, 26.4, encart ET-RE}

Systèmes côtiers et basses terres littorales

Les options d'adaptation propices aux zones côtières englobent de plus en plus celles fondées sur la gestion intégrée, la participation des collectivités locales, les approches écosystémiques et la réduction des risques de catastrophe, intégrées dans des stratégies pertinentes et des plans de gestion (degré de confiance élevé). L'analyse et la mise en œuvre des mesures d'adaptation des zones côtières ont progressé plus sensiblement dans les pays développés que dans les pays en développement (degré de confiance élevé). Les coûts relatifs des mesures d'adaptation adaptées aux zones côtières devraient varier considérablement au sein des diverses régions ainsi que d'une région et d'un pays à l'autre. {GTII RID B-2, RID B-3, 5.5, 8.3, 22.3, 24.4, 26.8; encadré 25-1}

Systèmes marins et océaniques

Les systèmes de prévisions marines et d'alerte précoce et les mesures de réduction des facteurs de perturbation non climatiques pourraient atténuer les risques qui pèsent sur l'industrie de la pêche et de l'aquaculture, mais les options envisageables pour la protection d'écosystèmes uniques en leur genre, comme les récifs coralliens, sont limitées (degré de confiance élevé). L'industrie de la pêche et certains secteurs de l'industrie de l'aquaculture fondés sur la haute technologie ou qui nécessitent de lourds investissements disposent de grandes capacités d'adaptation basées sur les perfectionnements de la surveillance et de la modélisation de l'environnement et de l'évaluation des ressources. Les options d'adaptation comprennent le transfert à grande échelle des activités de pêche industrielle et une gestion souple capable de réagir à la variabilité et aux changements. Pour la pêche à plus petite échelle et pour les pays aux capacités d'adaptation limitées, le renforcement de la résilience sociale, les moyens de subsistance de remplacement et la polyvalence professionnelle représentent d'importantes stratégies. Les options d'adaptation pour les écosystèmes coralliens se limitent d'une manière générale à la réduction d'autres facteurs de stress, surtout en améliorant la qualité de l'eau et en limitant les pressions exercées par le tourisme et la pêche, mais leur efficacité sera grandement réduite à mesure que le stress thermique et l'acidification des océans s'intensifieront. {GTII RID B-2, RID encadré d'évaluation RID.2 tableau 1, RT B-2, 5.5, 6.4, 7.5, 25.6.2, 29.4, 30.6-7, encarts ET-BM et ET-RC}

Systèmes de production alimentaire /zones rurales

Les options d'adaptation pour l'agriculture comprennent les adaptations technologiques, l'amélioration de l'accès des

Tableau 4.2 | Stratégies de gestion des risques liés au changement climatique fondées sur l'adaptation. Ces stratégies, jugées complémentaires plutôt que mutuellement exclusives, sont souvent mises en œuvre de concert. Les exemples du tableau sont présentés sans ordre particulier et peuvent être pertinents pour une ou plusieurs catégories d'activités. *[GTII tableau RID. 1]*

Stratégies complémentaires	Stratégies complémentaires	Exemples	Références GTII
Réduction de la vulnérabilité et de l'exposition par le biais de mesures, plans et pratiques de développement, y compris de nombreuses mesures quasi sans regret Adaptation y compris l'adaptation incrémentale et transformationnelle	Développement humain	Meilleur accès à l'éducation, à la nourriture, aux services de santé, à l'énergie, au logement, à des structures collectives sûres et au soutien social; réduction de l'inégalité des sexes et des autres formes de marginalisation.	8.3, 9.3, 13.1-3, 14.2-3, 22.4
	Lutte contre la pauvreté	Meilleur accès aux ressources locales et contrôle amélioré de ces ressources; accès à la propriété; réduction des risques de catastrophes; filets de sécurité sociale; régimes d'assurance.	8.3-4, 9.3, 13.1-3
	Sécurité des moyens de subsistance	Diversification des revenus, des avoirs et des moyens de subsistance; amélioration des infrastructures; accès à la technologie et aux tribunes de prise de décisions; accroissement du pouvoir de décision; modification des pratiques de culture, d'élevage et d'aquaculture; recours aux réseaux sociaux.	7.5, 9.4, 13.1-3, 22.3-4, 23.4, 26.5, 27.3, 29.6; tableau SM24-7
	Gestion des risques de catastrophes	Systèmes d'alerte précoce; cartographie des risques et de la vulnérabilité; diversification des ressources hydriques; amélioration du drainage; abris contre les cyclones et les inondations; codes et pratiques du bâtiment; gestion des eaux pluviales et des eaux usées; amélioration des transports et des infrastructures routières.	8.2-4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4; encadré 25-1; tableau 3-3
	Gestion des écosystèmes	Préservation des milieux humides et des espaces verts urbains; boisement du littoral; gestion des réservoirs et des bassins hydrographiques; réduction des autres facteurs de stress sur les écosystèmes et de la fragmentation de l'habitat; maintien de la diversité génétique; modification des régimes de perturbation; gestion collective des ressources naturelles.	4.3-4, 8.3, 22.4; tableau 3-3; encadrés 4-3, 8-2, 15-1, 25-8, 25-9 et encart ET-AÉ
	Aménagement de l'espace ou planification de l'utilisation des terres	Mise à disposition de logements, d'infrastructures et de services adéquats; gestion du développement dans les zones exposées aux inondations et à d'autres risques; programmes de modernisation et de planification urbaines; lois de zonage des sols; servitudes; zones protégées.	4.4, 8.1-4, 22.4, 23.7-8, 27.3; encadré 25-8
	Structurelles/physiques	Options pour les environnements artificiels et bâtis: Digue et structures de protection des côtes; digues de protection contre les crues; réservoirs d'eau; drainage amélioré; abris contre les cyclones et les inondations; codes et pratiques du bâtiment; gestion des eaux pluviales et des eaux usées; améliorations des transports et des infrastructures routières; maisons flottantes; adaptation des centrales et des réseaux électriques.	3.5-6, 5.5, 8.2-3, 10.2, 11.7, 23.3, 24.4, 25.7, 26.3, 26.8; encadrés 15-1, 25-1, 25-2 et 25-8
		Options technologiques: Nouvelles variétés de cultures et races d'animaux d'élevage; savoir, technologies et méthodes autochtones, traditionnels et locaux; irrigation efficace; technologies avariées en eau; désalinisation; agriculture de conservation; installations d'entreposage et de conservation de la nourriture; cartographie des risques et de la vulnérabilité; systèmes d'alerte précoce; isolation des bâtiments; refroidissement mécanique et passif; développement, transfert et diffusion de la technologie.	7.5, 8.3, 9.4, 10.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.3, 26.5, 27.3, 28.2, 28.4, 29.6-7; encadrés 20-5 et 25-2; tableaux 3-3 et 15-1
		Options basées sur les écosystèmes: Restauration; conservation des sols; boisement et reboisement; protection et plantation des mangroves; infrastructures vertes (arbres d'ombrage, toits verts, etc.); lutte contre la surpêche; cogestion des pêches; migrations et dispersion assistées des espèces; corridors écologiques; banques de semences et de gènes et autres méthodes de conservation <i>ex situ</i> ; gestion collective des ressources naturelles.	4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 15.4, 22.4, 23.6-7, 24.4, 25.6, 27.3, 28.2, 29.7, 30.6; encadrés 15-1, 22-2, 25-9, 26-2 et encart ET-AÉ
		Services: Filets de protection sociale; banques alimentaires et distribution des excédents; services municipaux, y compris l'eau et l'assainissement; programmes de vaccination; services de santé publique essentiels; services médicaux d'urgence améliorés.	3.5-6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6; encadré 13-2
	Institutionnelles	Options économiques: Incitations financières; assurances; obligations-catastrophes; paiement des écoservices; tarification de l'eau afin d'encourager les économies et un usage parcimonieux; microcrédit; fonds de prévoyance en cas de catastrophe, transferts de fonds; partenariats public-privé.	8.3-4, 9.4, 10.7, 11.7, 13.3, 15.4, 17.5, 22.4, 26.7, 27.6, 29.6; encadré 25-7
		Lois et réglementations: Lois de zonage des terres; normes et pratiques du bâtiment; servitudes, accords et règlements concernant l'eau; lois à l'appui de la réduction des risques de catastrophes; lois encourageant la souscription d'assurances; droits de propriété bien définis et sécurité foncière; zones protégées; quotas de pêche; communautés de brevets et transferts de technologies.	4.4, 8.3, 9.3, 10.5, 10.7, 15.2, 15.4, 17.5, 22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 25.4, 26.3, 27.3, 30.6; tableau 25-2; encart ET-RC
		Politiques et programmes nationaux et gouvernementaux: Plans nationaux et régionaux d'adaptation portant notamment sur l'intégration; plans d'adaptation infranationaux et locaux; diversification économique; programmes de modernisation urbaine; programmes municipaux de gestion de l'eau; préparation aux catastrophes; gestion intégrée des ressources hydriques; gestion intégrée des zones côtières; gestion basée sur les écosystèmes; adaptation au niveau des collectivités.	2.4, 3.6, 4.4, 5.5, 6.4, 7.5, 8.3, 11.7, 15.2-5, 22.4, 23.7, 25.4, 25.8, 26.8-9, 27.3-4, 29.6; encadrés 25-1, 25-2 et 25-9; tableaux 9-2 et 17-1
	Sociales	Options éducatives: Sensibilisation et intégration à l'éducation; promotion de l'égalité des sexes dans le domaine de l'éducation; services de vulgarisation; partage des connaissances autochtones, traditionnelles et locales; recherche participative et apprentissage social; partage des connaissances et plateformes d'apprentissage.	8.3-4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2-4, 22.4, 25.4, 28.4, 29.6; tableaux 15-1 et 25-2
		Options informationnelles: Cartographie des risques et de la vulnérabilité; systèmes d'alerte et d'intervention précoces; suivi systématique et télédétection; services climatologiques; utilisation des observations du climat recueillies par les autochtones; élaboration participative de scénarios; évaluations intégrées.	2.4, 5.5, 8.3-4, 9.4, 11.7, 15.2-4, 22.4, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 27.3, 28.2, 28.5, 30.6; tableau 25-2; encadré 26-3
		Options comportementales: Préparation des ménages et planification de l'évacuation; migration; conservation des sols et de l'eau; évacuation des eaux pluviales; diversification des moyens de subsistance; changements des pratiques de culture, d'élevage et d'aquaculture; recours aux réseaux sociaux.	5.5, 7.5, 9.4, 12.4, 22.3-4, 23.4, 23.7, 25.4, 26.5, 27.3, 29.6; tableau SM24-7; encadré 25-5
	Domaines d'intervention	Pratiques: Innovations sociales et techniques; modifications des comportements ou changements institutionnels et d'encadrement conduisant à des changements sensibles des résultats.	8.3, 17.3, 20.5; encadré 25-5
		Politiques: Décisions et mesures politiques, sociales, culturelles et écologiques conformes aux besoins de réduction de la vulnérabilité et des risques et d'appui à l'adaptation, à l'atténuation et au développement durable.	14.2-3, 20.5, 25.4, 30.7; tableau 14-1
		Personnels: Théories, croyances, valeurs et visions du monde individuelles et collectives influant sur les réactions face au changement climatique.	14.2-3, 20.5, 25.4; tableau 14-1

petits exploitants au crédit et à d'autres facteurs de production essentiels, le renforcement des institutions à l'échelle locale, nationale et régionale, et l'amélioration de l'accès aux marchés par le biais de la réforme du commerce (*degré de confiance moyen*). Diverses options sont envisageables pour parer à la baisse de la production et de la qualité des aliments: mise au point de nouvelles variétés de cultures adaptées aux changements de la concentration de CO₂ et de la température ainsi qu'à la sécheresse; renforcement de la gestion des risques climatiques; compensation des incidences économiques des changements d'affectation des terres. L'amélioration de l'aide financière et de l'investissement dans la production des petites exploitations peut aussi procurer des avantages. L'expansion des marchés agricoles et l'amélioration de la prévisibilité et de la fiabilité du système mondial de commerce pourraient enfin réduire la volatilité du marché et faciliter la gestion des pénuries alimentaires causées par le changement climatique. {GTII RID B-2, RID B-3, 7.5, 9.3, 22.4, 22.6, 25.9, 27.3}

Zones urbaines/ secteurs et services économiques clés

L'adaptation en milieu urbain peut tirer parti d'une gouvernance efficace appliquée à de multiples niveaux en matière de risque, de l'harmonisation des politiques et de mesures incitatives, d'un renforcement des capacités d'adaptation des administrations locales et des collectivités, de synergies avec le secteur privé, ainsi que de financements et d'institutions appropriés (*degré de confiance moyen*). Le renforcement des moyens des groupes à faible revenu et des collectivités vulnérables, et les partenariats de ces groupes et collectivités avec les autorités locales peuvent également constituer des stratégies d'adaptation propices. Les mécanismes d'adaptation envisageables comprennent les initiatives public-privé de réduction des risques et de diversification économique à grande échelle et l'assurance publique pour la portion non diversifiable du risque. À certains endroits, en particulier dans le cas des scénarios de changement climatique les plus graves, l'adaptation pourrait aussi exiger des changements transformationnels comme un repli ordonné. {GTII RID B-2, 8.3–8.4, 24.4, 24.5, 26.8, encadré 25-9}

Tableau 4.3 | Exemples de corrélations négatives possibles, assorties d'un ensemble d'options d'adaptation qui pourraient être mises en œuvre pour atteindre des objectifs de gestion particuliers. {GTII tableau 16-2}

Secteur	Objectif poursuivi	Objectif poursuivi	Corrélations négatives réelles ou perçues comme telles
Agriculture	Renforcer la résistance à la sécheresse et aux ravageurs; améliorer les rendements	Biotechnologie et variétés végétales génétiquement modifiées	Risque perçu pour la santé et la sécurité publiques; risques écologiques liés à l'introduction dans le milieu naturel de nouvelles variantes génétiques
	Fournir un filet de sécurité financière aux producteurs pour assurer la survie des entreprises agricoles	Financement de mesures d'aide en cas de sécheresse; assurance-récolte	Aléa moral et répartition inégale des ressources en cas de mauvaise gestion des programmes
	Maintenir ou améliorer les rendements des cultures; éradiquer les espèces opportunistes nuisibles et les espèces envahissantes	Utilisation accrue d'engrais et de pesticides chimiques	Apport accru de nutriments et de polluants chimiques dans le milieu naturel; effets néfastes des pesticides sur les espèces non visées; augmentation des émissions de gaz à effet de serre; exposition accrue des humains aux polluants
Biodiversité	Renforcer les capacités d'adaptation naturelle à l'évolution des conditions climatiques et de migration	Aménagement de couloirs de migration; agrandissement des aires de conservation	Efficacité inconnue; préoccupations relatives aux droits de propriété des terres; enjeux liés à la gouvernance
	Renforcer la protection réglementaire des espèces qui pourraient être menacées par les changements climatiques ou autres	Protection de l'habitat essentiel des espèces vulnérables	Mesure axée sur les effets secondaires subis par les espèces, plutôt que sur les effets principaux; préoccupations relatives aux droits de propriété; obstacles réglementaires au développement économique régional
	Faciliter la préservation des espèces importantes en transférant leurs populations dans des zones plus propices à mesure que le climat évolue	Migration assistée	Difficulté à prédire le succès ultime de la migration assistée; répercussions nuisibles possibles sur la flore et la faune indigènes des espèces introduites dans de nouvelles régions écologiques
Zones côtières	Assurer la protection à court terme des actifs financiers contre les inondations ou l'érosion	Digues de protection des côtes	Coûts directs et coûts d'opportunité élevés; préoccupations relatives à l'équité; incidences écologiques sur les milieux humides côtiers
	Protéger la pérennité des processus côtiers naturels et des processus écologiques; réduire les risques qui pèsent à long terme sur la propriété et les biens	Repli stratégique	Préoccupations relatives aux droits de propriété; mise en œuvre engendrant des problèmes importants de gouvernance
	Protéger la santé et la sécurité des populations; minimiser les dommages à la propriété et les risques de délaissement d'actifs	Migration hors des zones de faible altitude	Perte du sentiment d'appartenance au lieu et de l'identité; érosion des liens de parenté et des liens familiaux; impacts sur les collectivités d'accueil
Gestion des ressources hydriques	Accroître la fiabilité des ressources en eau et la capacité d'adaptation à la sécheresse	Dessalement	Risques écologiques posés par les rejets de sel; besoins élevés d'énergie et émissions concomitantes de carbone; freins aux mesures de conservation
	Maximiser l'efficacité de la gestion et de l'utilisation de l'eau; augmenter la souplesse	Commercialisation de l'eau	Réduction de la valeur de l'eau en tant que bien public/social
	Renforcer l'efficacité de l'utilisation des ressources hydriques disponibles	Recyclage, réutilisation	Risque perçu pour la santé et la sécurité des populations

Santé humaine, sécurité et moyens de subsistance

Les options d'adaptation qui mettent l'accent sur le renforcement des institutions et systèmes existants de prestation de services ainsi que sur les stratégies d'assurance et de protection sociale peuvent améliorer la santé, la sécurité et les moyens d'existence à moyen terme (*degré de confiance élevé*). Les mesures les plus efficaces de réduction de la vulnérabilité à court terme dans le domaine de la santé sont des programmes qui mettent en œuvre et améliorent les mesures de santé publique de base — par exemple, la distribution d'eau potable et la mise en place de systèmes d'assainissement —, qui assurent les soins de santé essentiels, y compris la vaccination et les services de santé infantile, qui améliorent les capacités de préparation et de réaction en cas de catastrophe et qui luttent contre la pauvreté (*degré de confiance très élevé*). Les solutions envisageables pour lutter contre la mortalité due à la chaleur comprennent les systèmes de veille sanitaire mis en place dans le cadre de stratégies d'adaptation, la planification urbaine et l'amélioration des zones bâties afin de réduire le stress thermique. Des institutions robustes peuvent faciliter la gestion de bon nombre des conflits engendrés par les incidences transfrontalières du changement climatique sur les ressources naturelles partagées par plusieurs États. Les programmes d'assurance, les mesures de protection sociale et la gestion des risques de catastrophe peuvent permettre de renforcer les capacités d'adaptation à long terme des modes de subsistance des populations pauvres et marginalisées, à condition que les politiques générales prennent en compte les multiples facettes de la pauvreté. {GTII RID B-2, RID B-3, 8.2, 10.8, 11.7–11.8, 12.5–12.6, 22.3, 23.9, 25.8, 26.6, encart ET-ST}

Il existe des co-avantages, des synergies et des corrélations négatives non négligeables entre l'atténuation et l'adaptation d'une part, et entre les diverses options d'adaptation d'autre part, et les co-avantages peuvent aussi être importants. Les interactions peuvent s'observer tant à l'intérieur des régions qu'entre ces dernières (*degré de confiance très élevé*). Par exemple, les investissements dans les variétés de cultures adaptées au changement climatique peuvent renforcer les moyens de lutte contre la sécheresse, et les mesures de santé publique conçues pour lutter contre les maladies à transmission vectorielle peuvent renforcer la capacité des systèmes sanitaires à faire face à d'autres défis. De même, la construction d'infrastructures à l'écart des zones côtières de faible altitude aide les établissements humains et les écosystèmes à s'adapter à l'élévation du niveau de la mer tout en les protégeant contre les tsunamis. Cependant, certaines options d'adaptation risquent d'avoir des effets secondaires indésirables auxquels seront associées des corrélations négatives, réelles ou perçues comme telles, par rapport à d'autres objectifs d'adaptation (voir tableau 4.3), d'atténuation ou de développement de portée plus large. Par exemple, si les mesures de protection des écosystèmes favorisent l'adaptation au changement climatique et améliorent le stockage du carbone, le recours accru à la climatisation pour maintenir le confort thermique dans les bâtiments ou l'utilisation de systèmes de dessalement pour renforcer la sécurité des ressources hydriques peuvent accroître la demande en énergie et, par ricochet, les émissions de GES. {GTII RID B-2, RID C-1, 5.4.2, 16.3.2.9, 17.2.3.1, tableau 16-2}

4.3 Options d'atténuation

Il existe des possibilités d'atténuation dans tous les grands secteurs. L'atténuation peut être encore plus efficace par rapport aux coûts si l'on adopte une approche intégrée qui associe des mesures visant à réduire la consommation d'énergie et le taux d'émission de gaz à effet de serre des secteurs d'utilisation finale, à décarboniser la production d'énergie, à réduire les émissions nettes et à multiplier les puits de carbone dans les secteurs produisant des émissions d'origine terrestre.

Nous avons accès à un large éventail d'options d'atténuation capables de réduire l'intensité des émissions de GES, de réaliser des gains d'intensité énergétique grâce au recours à la technologie, à la modification de notre comportement et à l'amélioration de l'efficacité de la production et des ressources, et de promouvoir les changements structuraux ou la modification des activités. Par ailleurs, des interventions directes portant sur l'agriculture, la foresterie et d'autres affectations des terres (AFAT) — lutte contre le déboisement, la dégradation des forêts et les incendies de forêt; stockage du carbone dans les systèmes terrestres (par exemple, reboisement); production de matières premières bioénergétiques — permettent également de réduire les émissions de CO₂. Il existe enfin des options de réduction des émissions autres que de CO₂ dans tous les secteurs, mais plus particulièrement dans les secteurs de l'agriculture, de l'approvisionnement en énergie et de l'industrie. Le tableau 4.4 présente un aperçu des options et des possibilités d'atténuation, réparties par secteur. {GTIII RT 3.2.1}

Les stratégies d'atténuation systémique et intersectorielle bien conçues permettent de réduire les émissions d'une manière plus rentable que celles axées sur des technologies ou des secteurs individuels où les efforts déployés dans un secteur donné influent sur les besoins d'atténuation dans les autres secteurs (*degré de confiance moyen*). Dans les scénarios de référence excluant toute nouvelle politique d'atténuation, on s'attend à une augmentation des émissions de GES dans tous les secteurs, sauf en ce qui concerne les émissions nettes de CO₂ dans le secteur AFAT (figure 4.1, graphique de gauche). Les scénarios atteignant des niveaux de concentration atmosphérique de l'ordre de 450 ppm éqCO₂⁴² d'ici 2100⁴³ (susceptibles de limiter le réchauffement à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels) laissent deviner des transformations à grande échelle des systèmes énergétiques (figure 4.1, graphiques du centre et de droite). Bien qu'une décarbonisation rapide de l'approvisionnement en énergie suppose en règle générale une plus grande souplesse pour les utilisateurs finals et le secteur AFAT, des réductions plus fortes de la demande réduisent le défi posé par l'atténuation pour la portion «approvisionnement» du système énergétique (figures 4.1 et 4.2). On constate donc de fortes interdépendances entre les secteurs, et la répartition des efforts d'atténuation entre les différents secteurs dépend étroitement de la disponibilité et du rendement des technologies futures, et en particulier de la BECSC (bioénergie avec captage

⁴² Voir le glossaire pour une définition des concentrations et des émissions d'équivalent-CO₂; voir également l'encadré 3.2 pour en savoir plus sur le calcul de l'équivalence-CO₂ des émissions autres que le CO₂ et leur incidence sur les stratégies d'atténuation sectorielles

⁴³ À titre de comparaison, la concentration d'équivalent-CO₂ en 2011 est évaluée à 430 [340 à 520] ppm.

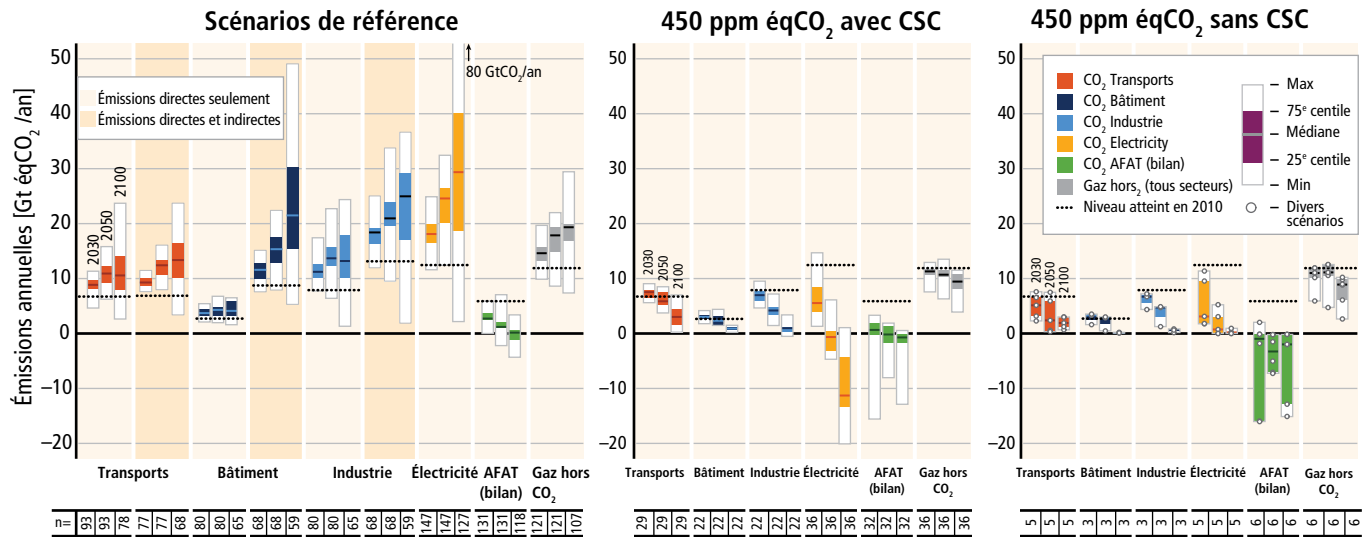
Émissions de CO₂ et émissions de GES autres que le CO₂ dans les scénarios de référence et d'atténuation, avec ou sans CSC

Figure 4.1 | Émissions de CO₂ par secteur et émissions totales de GES autres que le CO₂ (gaz régis par le Protocole de Kyoto) rejetées par tous les secteurs, dans les scénarios de référence (graphique de gauche) et d'atténuation qui atteignent environ 450 (430-480) ppm éqCO₂ (qui limiteront *probablement* le changement de la température à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels) avec captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC, graphique du centre) et sans CSC (graphique de droite). Les sections sur fond jaune pâle se rapportent aux émissions directes de CO₂ et de GES autres que le CO₂ correspondant aux scénarios de référence et aux scénarios d'atténuation. En outre, s'agissant des scénarios de référence, la somme des émissions directes et indirectes provenant des secteurs d'utilisation finale de l'énergie (transports, bâtiment et industrie) sont également indiqués (sur fond jaune foncé). Les scénarios d'utilisation montrent uniquement les émissions directes. Cependant, l'atténuation dans les secteurs d'utilisation finale conduit également à des réductions des émissions indirectes dans le secteur d'approvisionnement énergétique, en amont. Ainsi, les émissions directes des secteurs d'utilisation finale n'incluent pas le potentiel de réduction des émissions du côté «approvisionnement» qui pourrait découler, par exemple, d'une baisse de la demande d'électricité. Il convient de noter qu'aux fins du calcul des émissions indirectes correspondant à l'approvisionnement en énergie des secteurs d'utilisation finale, seules les émissions se rapportant à la consommation d'énergie électrique sont prises en compte. Les chiffres figurant au bas des graphiques indiquent le nombre de scénarios pris en compte dans l'éventail considéré, lequel diffère selon les secteurs et en fonction du temps en raison de la résolution sectorielle et de l'horizon temporel des modèles. Il est à noter que de nombreux modèles ne peuvent pas atteindre une concentration d'environ 450 ppm éqCO₂ d'ici 2100 en l'absence de CSC, ce qui explique le petit nombre de scénarios représentés dans le graphique de droite. Les émissions négatives dans le secteur de l'électricité sont dues à l'utilisation de la BECS. Les émissions 'nettes' des secteurs de l'agriculture, de la foresterie et des autres affectations des terres (AFAT) prennent en compte les activités de boisement, de reboisement et de déboisement. {GTIII figure RID.7, figure RT.15}

et stockage du dioxyde de carbone) et du boisement à grande échelle (figure 4.1, graphiques du centre et de droite). Les deux prochaines décennies présentent une conjoncture propice à l'atténuation dans les zones urbaines puisqu'une grande partie de ces zones dans le monde se développeront au cours de cette période. {GTIII RID.4.2, RT.3.2}

La décarbonisation (à savoir la réduction de l'intensité carbone) de la production d'électricité constitue un élément clé permettant aux stratégies d'atténuation d'un bon rapport coût-efficacité d'atteindre des niveaux de stabilisation bas (d'environ 450 à environ 500 ppm éqCO₂, auquel cas il est à peu près aussi probable qu'improbable que le changement de la température sera limité à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels) (éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé). Dans la plupart des scénarios de modélisation intégrés, la décarbonisation est réalisée plus rapidement dans le secteur de la production d'électricité que dans les secteurs de l'industrie, du bâtiment et des transports. Les scénarios qui atteignent des concentrations de 450 ppm éqCO₂ d'ici 2100 laissent conclure à une réduction globale des émissions de CO₂ issues du secteur de l'approvisionnement en énergie au cours de la prochaine décennie et se caractérisent par des réductions de 90 % ou plus par rapport aux niveaux de 2010, entre 2040 et 2070. {GTIII RID.4.2, 6.8, 7.11}

Dans les scénarios qui atteignent d'ici 2100 des concentrations atmosphériques d'environ 450 à 500 ppm éqCO₂, les améliorations

du rendement et les changements de comportement, destinés à réduire la demande en énergie par rapport aux scénarios de référence sans compromettre le développement, constituent des éléments clés de la stratégie d'atténuation (éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé). Les diminutions à court terme de la demande en énergie représentent un élément important des stratégies d'atténuation d'un bon rapport coût-efficacité, offrent davantage de flexibilité quant à la réduction de l'intensité carbone dans le secteur de l'approvisionnement en énergie, protègent des risques associés à l'approvisionnement, permettent d'éviter le piège des infrastructures à fortes émissions de carbone et s'accompagnent de co-avantages substantiels (figure 4.2; tableau 4.4). Il est possible de réduire considérablement les émissions en faisant évoluer les habitudes de consommation (p. ex., le besoin et les modes de mobilité, la consommation d'énergie par les ménages, le choix de produits à plus longue durée de vie) ou en modifiant le régime alimentaire et en diminuant le gaspillage alimentaire. Plusieurs solutions, telles que les incitations financières et non financières ou la sensibilisation, peuvent faciliter les changements de comportement. {GTIII RID.4.2}

La décarbonisation du secteur de l'approvisionnement en énergie (c'est-à-dire, la réduction de l'intensité carbone) nécessite une mise à l'échelle des technologies de production d'électricité sans carbone ou sobre en carbone (degré de confiance élevé). Dans la majorité des scénarios de stabilisation à faible concentration de carbone (entre 450 et 500 ppm éqCO₂ environ, niveaux pour les-

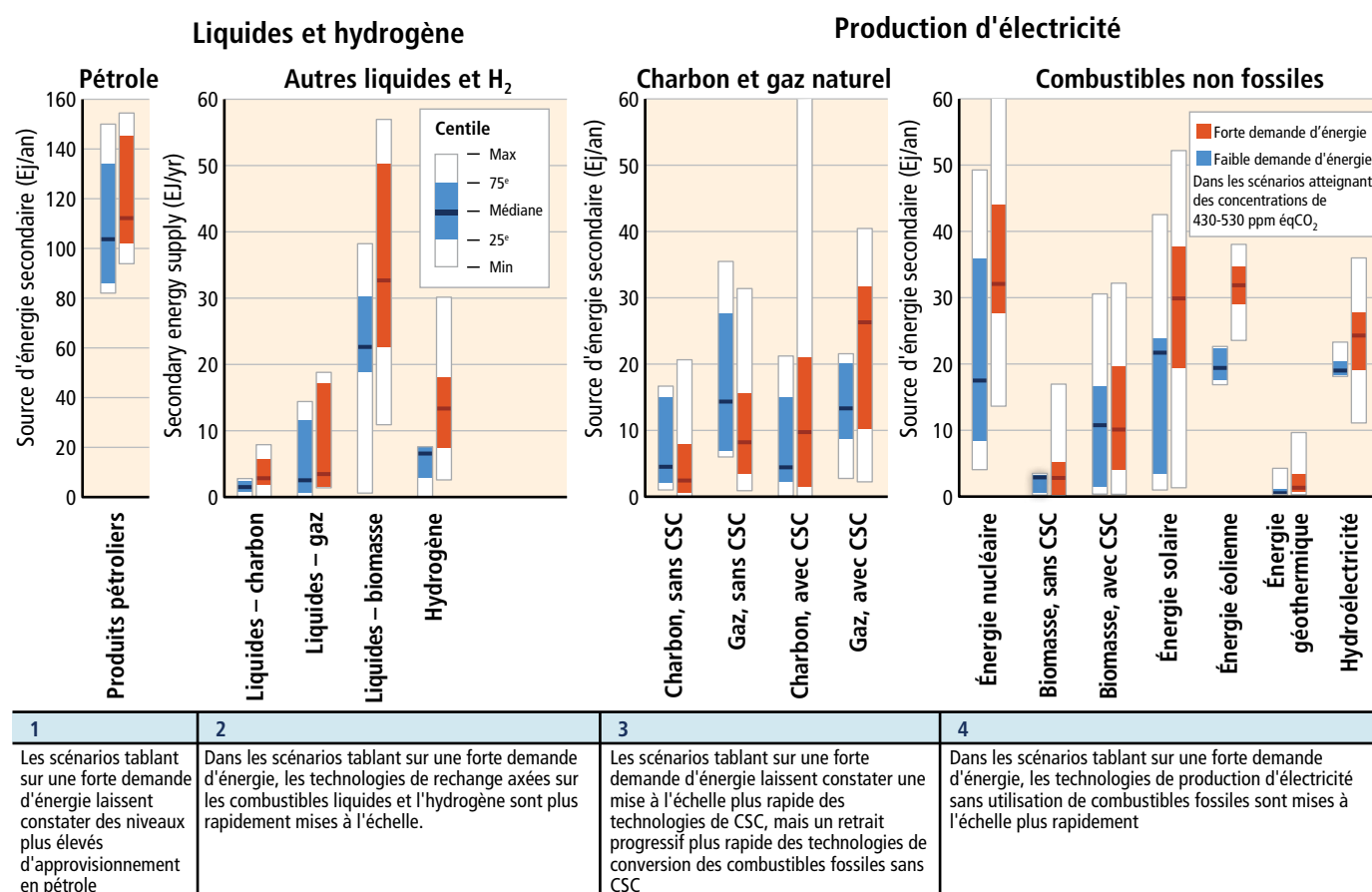
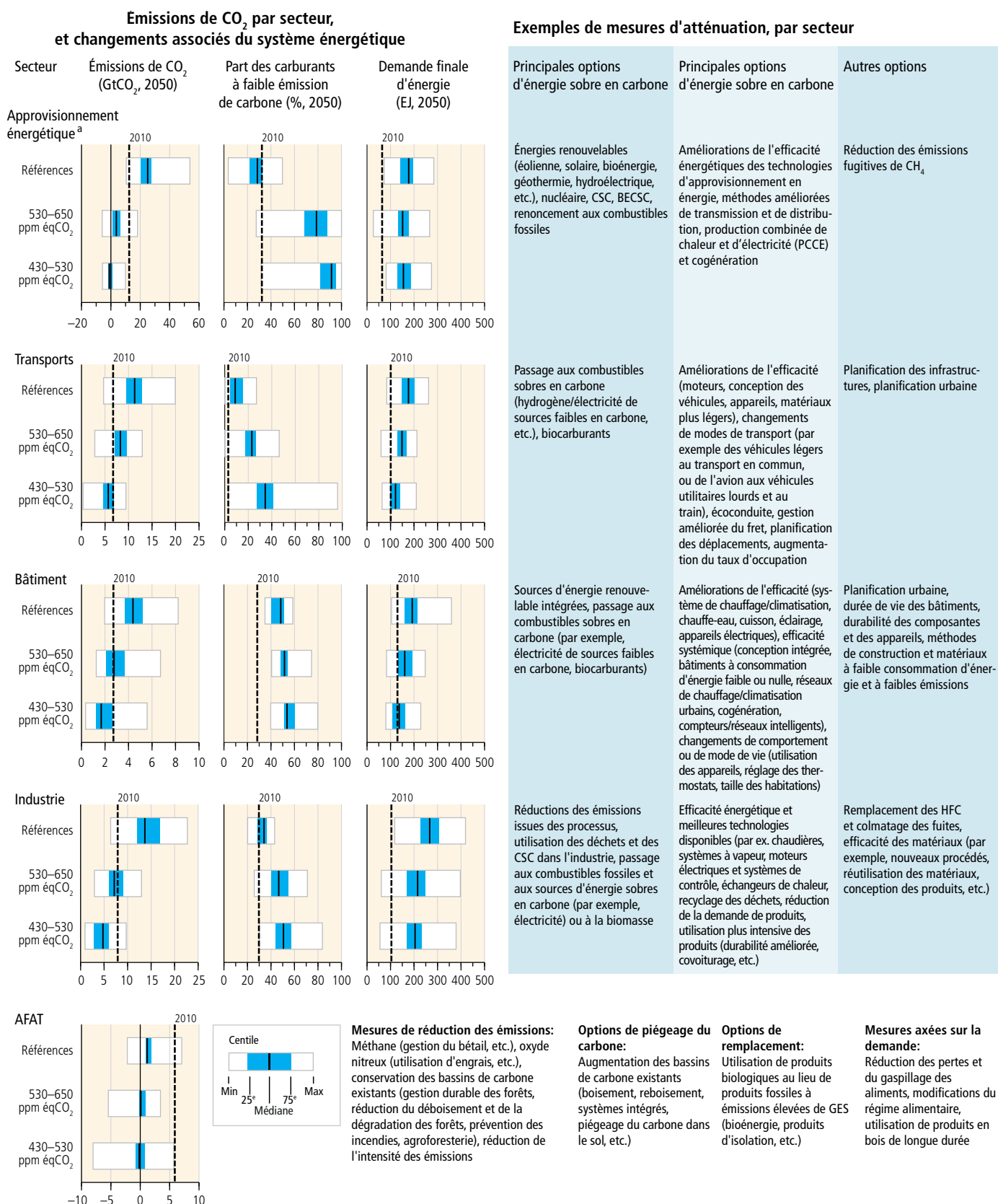


Figure 4.2 | Incidence de la demande d'énergie sur le déploiement des technologies d'approvisionnement énergétique en 2050, selon des scénarios d'atténuation des concentrations atteignant environ 450 à 500 ppm eqCO_2 , d'ici 2100 (auquel cas il est à peu près *aussi probable qu'improbable* que le changement de la température sera limité à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Les rectangles bleus correspondant à une «faible demande d'énergie» illustrent la gamme des scénarios en vertu desquels la croissance de la demande finale d'énergie est limitée à moins de 20 % en 2050, par rapport au niveau de 2010. Les rectangles rouges illustrent la gamme des technologies correspondant à une «forte demande d'énergie» (croissance de plus de 20 % par rapport au niveau de 2010). Les valeurs des médianes, des premiers et troisièmes interquartiles et les valeurs maximales sont indiquées pour chaque technologie. Notes: les scénarios qui supposent l'existence d'obstacles au déploiement des technologies sont exclus. Les étendues indiquées englobent les résultats provenant de plusieurs modèles intégrés différents. On a établi les moyennes des résultats de scénarios multiples tirés d'un même modèle pour éviter les biais d'échantillonnage. {GTIII Figure RT.16}

quels il est au moins à peu près *aussi probable qu'improbable* que le réchauffement se limite à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels), la part de l'approvisionnement en électricité sobre en carbone (ce qui comprend les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et le CSC, y compris la BECSC) augmente par rapport à la proportion actuelle d'environ 30 % à plus de 80 % en 2050 et à 90 % en 2100, et la production d'électricité à partir de combustibles fossiles sans CSC est presque entièrement abandonnée d'ici 2100. Depuis la parution du quatrième Rapport d'évaluation, les technologies sobres en carbone du domaine des énergies renouvelables sont parvenues en nombres croissants à un degré de maturité permettant leur déploiement à grande échelle (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé*), tandis que l'énergie nucléaire, une source d'électricité en charge de base à faible émission de GES arrivée à maturité, a vu sa part dans la production mondiale d'électricité décliner depuis 1993. On peut réduire sensiblement les émissions de GES issues de l'approvisionnement énergétique en remplaçant les centrales électriques à charbon d'un rendement moyen, actuellement en service dans le monde, par des centrales modernes à haut rendement, à cycle combiné alimentées au gaz naturel, ou par des centrales de cogénération, à condition qu'on dispose de gaz naturel et que les émissions fugitives liées à son extraction et à son approvisionnement soient faibles ou atténuées. {GTIII RID.4.2}

Le comportement, le mode de vie et la culture influent considérablement sur la consommation d'énergie et donc sur les émissions associées, leur potentiel d'atténuation étant élevé dans certains secteurs, en particulier lorsqu'ils viennent en complément d'évolutions technologiques et structurelles (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). In Dans le secteur des transports, en complétant les mesures d'atténuation axées sur la technologie et le comportement touchant tous les modes de transport par de nouveaux investissements en matière d'infrastructures et de réaménagement urbain, on parviendrait à réduire la demande d'énergie finale à un niveau très inférieur aux niveaux de référence (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence moyen*) (tableau 4.4). Cependant, bien qu'il existe des possibilités de transition aux carburants à faible intensité de carbone, les difficultés associées au stockage de l'énergie et à la densité énergétique relativement faible des carburants sobres en carbone destinés aux transports entravent les stratégies de décarbonisation dans ce secteur (*degré de confiance moyen*). Dans le secteur du bâtiment, les progrès récents dans les technologies, le savoir-faire et les politiques offrent des possibilités de réduction ou de stabilisation de la consommation mondiale d'énergie aux niveaux actuels ou à peu près d'ici le milieu du siècle. De plus, d'importantes améliorations apportées récemment en matière de

Tableau 4.4 | Émissions de dioxyde de carbone (CO₂) par secteur, changements associés du système énergétique et exemples de mesures d'atténuation (y compris pour les gaz autres que le CO₂; voir l'encadré 3.2 pour plus de détails concernant la pondération et la réduction des émissions de gaz autres que le CO₂). (GTII RID.7, figure RID.8, tableau RT.2, 7.11.3, 7.13, 7.14)



^a Les valeurs indiquées des émissions de CO₂, des parts de carburants à faible intensité de carbone et de la demande finale en énergie correspondent à la production d'électricité uniquement.

rendement et de coûts rendent la construction et la rénovation à très faible consommation d'énergie économiquement intéressantes, celles-ci pouvant parfois même se réaliser à des coûts nets négatifs (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé*). Dans le secteur de l'industrie, outre le rendement énergétique, les améliorations touchant la réduction des émissions de GES et le taux d'utilisation des matières, le recyclage et la réutilisation des matériaux et des produits, et une réduction globale de la demande de produits (par exemple, grâce à une utilisation plus intensive) et de la demande de services pourraient aider à réduire les émissions de GES pour qu'elles passent sous le niveau de référence. Les méthodes les plus importantes de promotion de l'efficacité énergétique dans ce secteur comprennent la mise en œuvre de programmes d'information, suivis par le recours aux instruments économiques, à la réglementation et aux actions volontaires. En ce qui concerne l'atténuation dans la gestion des déchets, la réduction des déchets, suivie par la réutilisation, le recyclage et la récupération d'énergie constituent des solutions importantes (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé*). {GTIII RID.4.2, encadré RT.12, RT.3.2}

Les mesures d'atténuation présentant le meilleur rapport coût-efficacité en foresterie sont le boisement, la gestion durable des forêts et la réduction du déboisement, leur importance relative variant grandement selon la région. En agriculture, les mesures d'atténuation présentant le meilleur rapport coût-efficacité sont la gestion des terres cultivées, la gestion des pâturages et la restauration des sols organiques (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Le tiers environ du potentiel d'atténuation en foresterie peut être réalisé à un coût inférieur à 20 dollars É.-U./ téqCO₂. Les mesures axées sur la demande, telles que les changements touchant au régime alimentaire et la réduction des pertes dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire, disposent d'un net potentiel, bien qu'incertain, de réduction des émissions de GES provenant de la production alimentaire (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). {GTIII RID 4.2.4}

La bioénergie peut jouer un rôle crucial en faveur de l'atténuation, mais certaines questions doivent être éclaircies, telles que la durabilité des pratiques et l'efficacité des systèmes bioénergétiques (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence moyen*). Les éléments disponibles semblent indiquer que les solutions associées à des émissions à cycle de vie court, dont certaines sont déjà disponibles, pourraient réduire les émissions de GES; les résultats sont spécifiques au site et s'appuient sur des «systèmes de biomasse pour la bioénergie» intégrés et efficaces, ainsi que sur une gestion et une gouvernance durables des terres. Parmi les obstacles à un déploiement à grande échelle de la bioénergie figurent les préoccupations suscitées par les émissions de GES provenant des sols, la sécurité alimentaire, la conservation de la biodiversité et les moyens de subsistance. {GTIII RID.4.2}

Les mesures d'atténuation recoupent d'autres objectifs sociétaux, ce qui peut donner lieu à des co-avantages ou à des effets secondaires indésirables. En tirant parti de telles convergences, il est possible de consolider l'assise des actions entreprises concernant le climat (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence moyen*). L'atténuation peut avoir une incidence positive ou négative sur la réalisation d'autres objectifs sociétaux, notamment

ceux ayant trait à la santé humaine, à la sécurité alimentaire, à la biodiversité, à la qualité de l'environnement local, à l'accès à l'énergie, aux moyens de subsistance et au développement durable équitable (voir également la section 4.5). Inversement, des politiques tournées vers d'autres objectifs sociétaux peuvent influencer sur la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation. Ces incidences peuvent être considérables, bien que parfois difficiles à quantifier, particulièrement en matière de bien-être. Une telle perspective visant plusieurs objectifs est importante, en partie parce qu'elle aide à déterminer les domaines dans lesquels les politiques qui visent plusieurs objectifs bénéficieront d'un soutien massif. Le tableau 4.5 ci-dessous résume les co-avantages et les effets secondaires indésirables possibles des principales mesures d'atténuation, classées par secteur. Globalement, en ce qui concerne les mesures influant sur la consommation finale de l'énergie, les co-avantages sont potentiellement supérieurs aux effets secondaires indésirables, alors que des éléments probants laissent à penser qu'il n'en sera pas ainsi pour toutes les mesures portant sur l'approvisionnement en énergie et sur l'AFAT. {GTIII RID.2}

4.4 Démarches stratégiques d'adaptation et d'atténuation – technologie et finances

L'efficacité de l'adaptation et de l'atténuation dépendra des politiques et des mesures adoptées à de multiples échelles: internationale, régionale, nationale et infranationale. Les politiques directement axées sur l'adaptation et l'atténuation seront d'autant plus efficaces qu'elles seront complétées par l'adoption, à toutes les échelles, de politiques qui favorisent le développement, la diffusion et le transfert de technologies, et par le financement des mesures visant à faire face aux changements climatiques.

4.4.1 Coopération internationale et régionale en matière d'adaptation et d'atténuation

Comme le changement climatique présente le caractère d'un problème d'action collective à l'échelle mondiale (voir 3.1), il ne sera pas possible de réaliser une atténuation efficace si chaque organisme met en avant ses propres intérêts de façon indépendante, même si l'atténuation risque par ailleurs de présenter également des co-avantages locaux. Il sera donc nécessaire de coopérer, notamment à l'échelle internationale, pour parer efficacement aux émissions de GES et relever les autres défis du changement climatique. L'adaptation met principalement l'accent sur les résultats réalisables à l'échelle locale à nationale, mais il est possible d'en renforcer l'efficacité grâce à la coordination des actions des divers niveaux de gouvernance, y compris par la coopération internationale. En réalité, la coopération internationale a contribué à faciliter la création de stratégies, de plans et de mesures d'adaptation à l'échelle nationale, infranationale et locale. Divers instruments d'intervention ont déjà été utilisés, et d'autres pourraient l'être à l'échelle internationale et régionale pour favoriser les mesures d'atténuation et appuyer et promouvoir les mesures d'adaptation à l'échelle nationale et infranationale. Il apparaît que des résultats considérés comme équitables peuvent engendrer une coopération plus efficace. {GTII RID C-1, 2.2, 15.2, GTIII 13.ES, 14.3, 15.8, SREX RID, 7.ES}

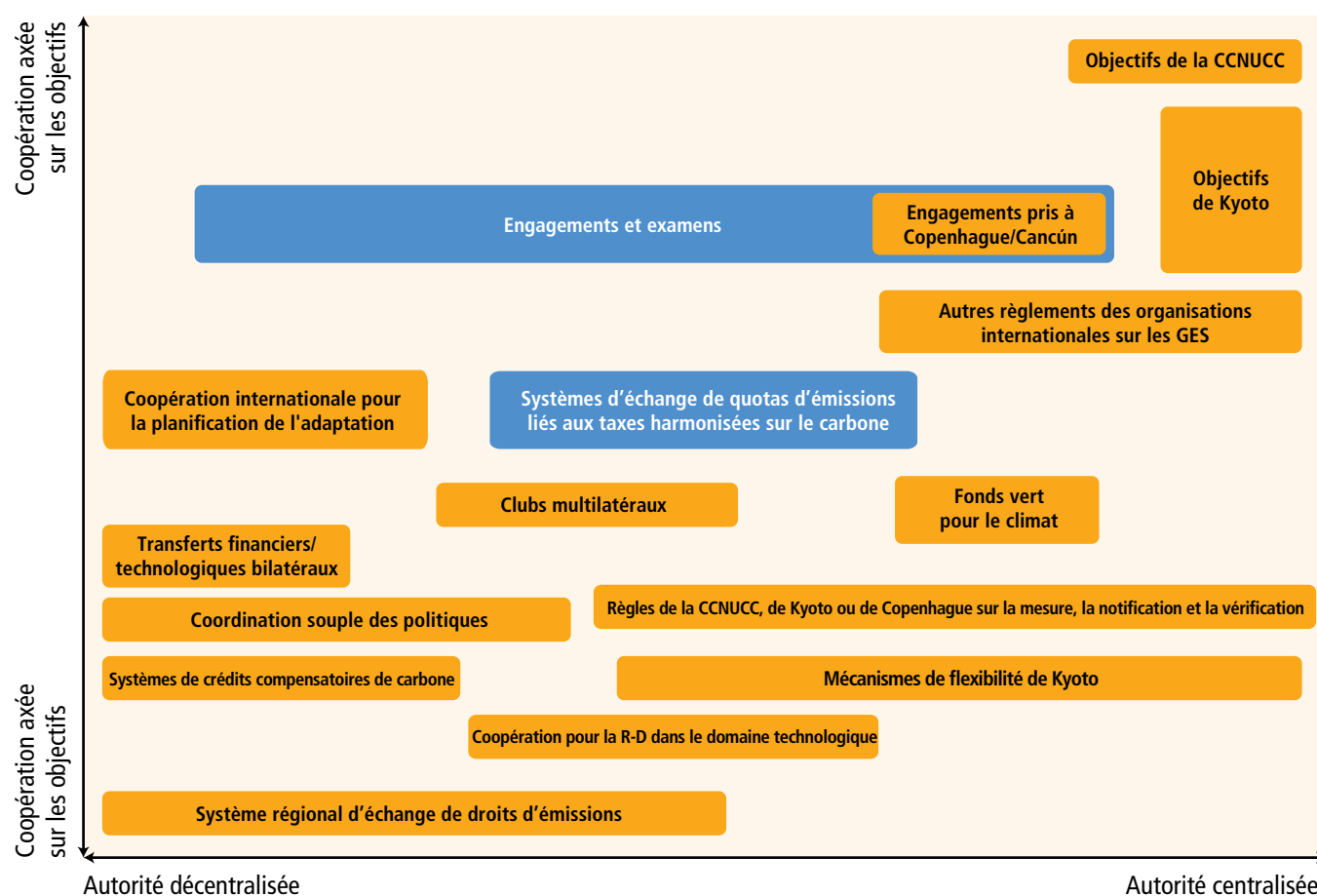
Tableau 4.5 | Co-avantages (en bleu) et effets secondaires indésirables possibles (en rouge) des principales mesures d'atténuation, classés par secteur. Ces co-avantages positifs ou négatifs globales, dépendent des circonstances locales ainsi que de la nature, du rythme et de l'échelle des méthodes de mise en œuvre. Pour en savoir plus sur les effets macroéconomiques transsectoriels liés aux politiques d'atténuation, voir la section 3.4. Les qualificatifs d'incertitude (entre crochets) indiquent le degré de confiance et de cohérence des effets respectifs. Abréviations: degré de confiance – l = limité, m = moyen, r = robuste; degré de cohérence – f = faible, m = moyen, é = élevé. [GTIII tableau RT.3, tableau RT.4, tableau RT.5, tableau RT.6, tableau RT.7, tableau 6.7]

Mesures d'atténuation sectorielles	Effets sur les autres objectifs/préoccupations			
	Économie	Société	Environnement	
Approvisionnement énergétique	Pour en savoir plus sur les effets possibles, en aval, de l'approvisionnement en biomasse pour la production d'énergie, voir AFAT.			
Remplacement du charbon par l'énergie nucléaire	Sécurité énergétique (réduction de l'exposition à la volatilité des prix des combustibles) (m/m); incidence sur l'emploi local (mais effet net incertain) (l/m); legs/coût environnemental des déchets et des réacteurs abandonnés (m/é)	Incidences mitigées sur la santé d'une réduction de la pollution atmosphérique et des accidents dans les mines de charbon (m/é); accidents nucléaires et traitement des déchets, extraction et concentration de l'uranium (m/f); préoccupations relatives à la sécurité et aux déchets (r/é); risques de prolifération (m/m)	Incidences mitigées sur les écosystèmes d'une réduction de la pollution atmosphérique (m/é) et de la production de charbon (l/é); accidents nucléaires (m/m)	
Remplacement du charbon par des énergies renouvelables (énergie éolienne, cellules photovoltaïques, énergie solaire à concentration, hydroélectricité, géothermie, bioénergie)	Sécurité énergétique (r/m); emploi local (mais effets nets incertains) (m/m); gestion de l'eau (au profit de l'énergie hydroélectrique) (m/é); mesures supplémentaires pour répondre à la demande (énergie éolienne, cellules photovoltaïques, énergie solaire à concentration) (r/é); utilisation de métaux importants pour cellules photovoltaïques et éoliennes à entraînement direct (r/m)	Bienfaits pour la santé d'une réduction de la pollution atmosphérique (sauf pour la bioénergie) (r/é) et des accidents dans les mines de charbon (m/é); meilleur accès à des énergies hors réseau (m/f); problèmes de déplacements des populations (projets hydroélectriques de grande envergure) (m/é)	Incidences mitigées sur les écosystèmes d'une réduction de la pollution atmosphérique (sauf pour la bioénergie) (m/é) et de la production de charbon (l/é); incidences sur l'habitat (de certains projets hydroélectriques) (m/m); incidences sur le paysage et la faune (m/m); baisse/hausse de l'utilisation de l'eau (énergie éolienne, photovoltaïque (m/m); bioénergie, énergie solaire à concentration, géothermie et réservoirs hydroélectriques (m/é))	
Remplacement du charbon par l'énergie d'origine fossile avec CSC	Préservation ou immobilisation of du capital humain et physique dans l'industrie des combustibles fossiles (m/m); surveillance à long terme du stockage du CO ₂ (m/é)	Incidences sur la santé découlant des risques de fuite de CO ₂ (m/m) et des activités supplémentaires en amont de la chaîne d'approvisionnement (m/é); préoccupations relatives à la sécurité (stockage et transport du CO ₂) (m/é)	Incidences sur les écosystèmes des activités supplémentaires en amont de la chaîne d'approvisionnement (m/m) et utilisation accrue de l'eau (m/é)	
Prévention, captage ou traitement des émissions fugitives de CH ₄	Sécurité énergétique (utilisations possibles du gaz dans certains cas) (l/é)	Bienfaits pour la santé d'une réduction de la pollution atmosphérique (m/m); sécurité du travail dans les mines de charbon (m/m)	Bienfaits pour les écosystèmes d'une réduction de la pollution atmosphérique (l/m)	
Transports	Pour en savoir plus sur les effets possibles, en aval, de la production d'électricité sobre en carbone, voir Approvisionnement énergétique; pour l'approvisionnement en biomasse, voir AFAT.			
Réduction de l'intensité carbone des carburants	Sécurité énergétique (diversification, réduction de la dépendance et de l'exposition à la volatilité des prix des combustibles) (m/m); retombées technologiques (l/f)	Incidences mitigées sur la santé (augmentation/réduction) de la pollution atmosphérique urbaine du fait de l'utilisation de l'électricité et de l'hydrogène (r/é); du carburant diesel (l/m); préoccupations relatives à la sécurité routière (l/f) mais réduction des incidences sur la santé grâce à une réduction du niveau de bruit due à l'utilisation de véhicules utilitaires légers électriques (l/m)	Incidences mitigées sur les écosystèmes (réduction de la pollution atmosphérique urbaine du fait de l'utilisation de l'électricité et de l'hydrogène) (m/m) et utilisation de produits (exploitation minière non durable) (l/f)	
Réduction de l'intensité énergétique	Sécurité énergétique (réduction de la dépendance et de l'exposition à la volatilité des prix des combustibles) (m/m)	Bienfaits pour la santé d'une réduction de la pollution atmosphérique (r/é); sécurité routière (résistance des véhicules en cas d'accident, selon la qualité des normes en vigueur) (m/m)	Bienfaits pour les écosystèmes et la biodiversité d'une réduction de la pollution atmosphérique urbaine (m/é)	
Densification urbaine et amélioration de l'infrastructure des transports	Sécurité énergétique (réduction de la dépendance et de l'exposition à la volatilité des prix des combustibles) (m/m); productivité (réduction de la congestion urbaine et de la durée des déplacements, moyens de transport abordables et accessibles) (m/é)	Incidences mitigées sur la santé (modes de transport non motorisés et augmentation de l'activité physique (r/é), risque d'exposition plus grave à la pollution atmosphérique (r/é), réduction du bruit (grâce au transfert modal et à la réduction des déplacements) (r/é); accès plus équitable aux occasions d'emploi (r/é); sécurité routière (grâce au transfert modal) (r/é)	Bienfaits pour les écosystèmes d'une réduction de la pollution atmosphérique (r/é) et de la concurrence pour l'utilisation des terres (m/m)	
Réduction ou élimination des déplacements	Sécurité énergétique (réduction de la dépendance et de l'exposition à la volatilité des prix des combustibles) (r/é); productivité (réduction de la congestion urbaine et de la durée des déplacements, déplacements à pied) (r/é)	Bienfaits pour la santé (modes de transport non motorisés) (r/é)	Incidences mitigées sur les écosystèmes (réduction de la pollution atmosphérique) (r/é), routes d'expédition nouvelles/ plus courtes (r/é); réduction de la concurrence exercée par les infrastructures de transport pour l'utilisation des terres (r/é)	
Bâtiment	Pour en savoir plus sur les effets possibles, en aval, de la substitution de combustible et des sources d'énergie renouvelable, voir Approvisionnement énergétique.			
Réduction de l'intensité des émissions de GES (p. ex., substitution de combustible, incorporation de sources d'énergie renouvelable, toits verts)	Sécurité énergétique (m/é); incidence sur l'emploi (m/m); réduction de la dépendance vis-à-vis des subventions à la consommation d'énergie (l/f); valeur des actifs immobiliers (l/m)	Réduction de la précarité énergétique grâce à une baisse de la demande d'énergie (m/é); accès aux sources d'énergie (à un coût plus élevé) (l/m); économies de temps pour les femmes et les enfants (remplacement des fours traditionnels) (m/é)	Bienfaits pour la santé dans les bâtiments résidentiels et bienfaits pour les écosystèmes (réduction de la précarité énergétique (r/é), de la pollution de l'air intérieur/extérieur (r/é) et des îlots de chaleur urbains) (l/m); biodiversité urbaine (toits verts) (m/m)	

suite à la page suivante

Tableau 4.5 (suite)

Mesures d'atténuation sectorielles	Effets sur les autres objectifs/préoccupations		
	Économie	Société	Environnement
Conversion des bâtiments existants Nouveaux bâtiments modèles Équipements efficaces	Sécurité énergétique (m/é); incidence sur l'emploi (m/m); productivité (bâtiments commerciaux) (m/é); réduction de la dépendance vis-à-vis des subventions à la consommation d'énergie (l/f); valeur des actifs immobiliers (l/m); résistance aux catastrophes (l/m)	Réduction de la précarité énergétique grâce à une baisse de la demande d'énergie (transformation et équipements efficaces) (m/é); accès aux sources d'énergie (coût du logement plus élevés) (l/m); confort thermique (m/é); économies de temps pour les femmes et les enfants (remplacement des fours traditionnels) (m/é)	Bienfaits pour la santé et pour les écosystèmes (réduction de la précarité énergétique (r/é) de la pollution de l'air intérieur/extérieur (r/é), des flots de chaleur urbain (l/m), amélioration des conditions environnementales à l'intérieur (m/é); risques pour la santé dus à une ventilation insuffisante (m/m) ; réduction de la consommation d'eau et du volume des eaux usées (l/f)
Changements de comportement propres à réduire la demande en énergie	Sécurité énergétique (m/é); réduction de la dépendance vis-à-vis des subventions à la consommation d'énergie (l/f)		Bienfaits pour la santé et pour les écosystèmes (amélioration des conditions environnementales à l'intérieur (m/é) et réduction de la pollution de l'air à l'extérieur (r/é))
Industrie	<i>Pour en savoir plus sur les effets possibles, en aval, de l'approvisionnement en énergie sobre en carbone, (y compris le CSC), voir l'approvisionnement énergétique; pour l'approvisionnement en bio-masse, voir AFAT.</i>		
Réduction de l'intensité des émissions de CO ₂ et autres GES	Compétitivité et productivité (m/é)	Bienfaits pour la santé d'une réduction de la pollution locale de l'air et d'une amélioration des conditions de travail (perfluorocar-bures provenant de la production d'aluminium) (m/m)	Bienfaits pour les écosystèmes (réduction de la pollution locale de l'air et de l'eau) (m/m); conservation de l'eau (l/m)
Améliorations techniques de l'efficacité énergétique grâce à de nouveaux procédés ou technologies	Sécurité énergétique (réduction de l'intensité énergétique) (m/m); incidence sur l'emploi (l/f); compétitivité et productivité (m/é); retombées technologiques pour les réseaux de refroidissement urbains (l/f)	Bienfaits pour la santé d'une réduction de la pollution locale de l'air (l/m); nouvelles occasions commerciales (m/m); amélioration de la disponibilité et de la qualité de l'eau (l/f) amélioration de la sécurité, des conditions de travail et de la satisfaction au travail (m/m)	Bienfaits pour les écosystèmes (réduction de l'extraction de combustibles fossiles (l/f) et réduction de la pollution locale et de la production de déchets (m/m))
Amélioration de la performance des matériaux, recyclage	Baisse des recettes tirées de la taxe nationale sur les ventes à moyen terme (l/f) ; incidence sur l'emploi (recyclage des déchets) (l/f); compétitivité de l'industrie manufacturière (l/f); nouvelles infrastructures pour les pôles de compétitivité (l/f)	Bienfaits pour la santé et réduction des préoccupations relatives à la sécurité du travail (l/m); nouvelles occasions commerciales (m/m) et réduction des conflits locaux (réduction des activités extractives) (l/m)	Bienfaits pour les écosystèmes (réduction de la pollution locale de l'air et de l'eau et de la production de déchets (m/m); réduction de l'utilisation des matières premières et des ressources naturelles, et des activités d'extraction minière non durables (l/f)
Réduction de la demande de produits	Baisse des recettes tirées de la taxe nationale sur les ventes à moyen terme (l/f)	Amélioration de la qualité de vie par la diversification des choix de mode de vie (l/f)	Réduction des déchets post-consommation (l/f)
AFAT	<i>Note: les co-avantages et les effets secondaires indésirables dépendent du contexte du développement et de l'ampleur des interventions.</i>		
Mesures axées sur l'offre: foresterie, agriculture, élevage, systèmes intégrés et bioénergie	Incidences mitigées sur l'emploi (développement de l'esprit d'entreprise) (m/é), recours à des technologies à faible intensité de main-d'œuvre en agriculture (m/m); diversification des sources de revenus et de l'accès aux marchés (r/é); revenus supplémentaires pour la gestion durable du paysage (m/é); concentration du revenu (m/m) ; sécurité énergétique (ressources suffisantes) (m/é); mécanismes novateurs de financement pour la gestion durable des ressources (m/é); innovation technologique et transfert de la technologie (m/m)	Hausse de la production de cultures vivrières grâce à des systèmes intégrés et à l'intensification de l'agriculture durable (r/m); baisse (locale) de la production d'aliments due aux monocultures non vivrières à grande échelle (r/f) ; extension des habitats culturels et des espaces récréatifs grâce à la gestion (durable) et à la conservation des forêts (m/m); amélioration de la santé humaine et du bien-être des animaux (grâce à une utilisation réduite de pesticides et du brûlage, et au recours à l'agroforesterie et aux systèmes syl-vopastoraux) (m/é); incidences sur la santé humaine des activités de brûlage (agriculture ou bioénergie) (m/m) ; incidences mitigées sur l'égalité homme-femme, sur l'équité intra et intergénération-nelle par la participation et le partage équitable des bénéfices (r/é) et concentration plus grande des bénéfices (m/m)	Incidences mitigées sur les écoservices (monocultures à grande échelle) (r/é), conservation des écosystèmes, gestion durable et agriculture durable (r/é); concurrence accrue pour l'utilisation des terres (r/m) ; amélioration de la qualité des sols (r/é); baisse de l'érosion (r/é); résistance accrue des écosystèmes (m/é); albedo et évaporation (r/é) Aspects institutionnels: incidences mitigées sur l'occupation et les droits d'utilisation des terres au niveau local (pour les peuples autochtones et les collectivités locales) (r/é) et sur l'accès à des mécanismes de participation aux décisions de gestion des terres (r/é); mise en œuvre des politiques existantes de gestion durable des ressources (r/é)
Établissements humains et infrastructures	<i>Pour en savoir plus sur la densification urbaine et l'amélioration des infrastructures de transport, voir également Transports.</i>		
Densification du développement et des infrastructures	Innovation et utilisation plus efficace des ressources (r/é); augmentation des rentes et de la valeur des propriétés (m/m)	Meilleure santé grâce à une augmentation de l'activité physique: voir Transports	Préservation des grands espaces (m/m)
Amélioration de l'accessibilité	Économies au niveau des déplacements domicile-travail (r/é)	Meilleure santé grâce à une augmentation de l'activité physique: voir Transports; augmentation des interactions sociales et amélioration de la santé mentale (m/m)	Amélioration de la qualité de l'air et réduction des incidences sur les écosystèmes et la santé (m/é)
Occupation mixte des sols	Économies au niveau des déplacements domicile-travail (r/é); augmentation des rentes et de la valeur des propriétés (m/m)	Meilleure santé grâce à une augmentation de l'activité physique (r/é); augmentation des interactions sociales et amélioration de la santé mentale (l/m)	Amélioration de la qualité de l'air et réduction des incidences sur les écosystèmes et la santé (m/é)



Coordination souple des politiques – par exemple: réseaux transnationaux de villes; mesures d'atténuation appropriées au niveau national (MAAN). Coopération pour la R-D dans le domaine technologique – par exemple: Forum des grandes puissances économiques (FGPE) sur l'énergie et le climat; Initiative mondiale sur le méthane (IMM); Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP). Autres règlements des organisations internationales sur les GES – par exemple: Protocole de Montréal, Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Organisation maritime internationale (OMI). Voir GTIII, figure 13.1 pour plus de détails sur ces exemples.

Figure 4.3 | Autres formes possibles de coopération internationale. Ce diagramme présente un aperçu des formes existantes et possibles de coopération internationale inspiré des résultats d'un recensement des documents de recherche publiés. Cette liste des politiques actuelles ou possibles n'est pas exhaustive, et ne vise pas à prescrire quelque démarche que ce soit. Les exemples sur fond orange sont des accords existants; ceux sur fond bleu représentent des possibilités proposées dans la documentation spécialisée. La largeur des boîtes fournit une indication du degré possible de centralisation de chacun des accords énumérés, c'est-à-dire de l'ampleur des pouvoirs conférés à l'institution internationale intéressée; elle est sans rapport avec le processus de négociation qui a mené à la conclusion de ces accords. {GTIII Figure 13.2}

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est la principale instance multilatérale, forte d'une participation quasiment universelle, traitant spécialement des changements climatiques. Les activités conduites sous son égide depuis 2007, y compris l'adoption des accords de Cancún en 2010 et la Plate-forme de Durban pour une action renforcée adoptée en 2011, ont conduit à la mise en place d'un nombre croissant d'institutions et à la conclusion d'autres accords propices à une plus grande coopération internationale en matière de changement climatique. D'autres institutions intervenant à différents niveaux de gouvernance ont permis de diversifier la coopération internationale dans ce domaine. {GTIII RID.5.2, 13.5}

Les dispositions de coopération internationale existantes et proposées sur le changement climatique présentent divers thèmes centraux et divers degrés de centralisation et de coordination. Elles recouvrent les accords multilatéraux, les politiques natio-

nales harmonisées et les politiques décentralisées, mais coordonnées nationalement, ainsi que les politiques régionales et coordonnées à l'échelle d'une région (voir figure 4.3). {GTIII RID.5.2}

Alors qu'un certain nombre de nouvelles institutions orientent principalement leur action sur le financement et la coordination des mesures d'adaptation, l'adaptation n'a pas, par le passé, bénéficié de la même attention que l'atténuation dans les politiques internationales sur le climat (éléments disponibles robustes, degré de cohérence moyen). Or, la prise en compte de l'adaptation est de plus en plus importante pour réduire les risques posés par le changement climatique et pourrait retenir l'attention d'un nombre croissant de pays. {GTIII 13.2, 13.3.3, 13.5.1.1, 13.14}

Le Protocole de Kyoto propose des enseignements pour atteindre l'objectif ultime de la CCNUCC, particulièrement en matière de participation, de mise en œuvre et de mécanismes

de flexibilité et d'efficacité environnementale (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence faible*). Le Protocole était la première étape obligatoire à franchir sur la voie de la mise en œuvre des principes et de la réalisation des objectifs définis par la CCNUCC. Si l'on en juge par les inventaires de GES pour la période se terminant en 2012, présentés à la CCNUCC en octobre 2013, les parties visées dans l'annexe B du Protocole qui devaient se conformer à des limites quantifiées d'émissions (et respecter des objectifs précis en matière de réduction) auraient pu collectivement atteindre une cible plus contraignante au cours de la première période d'engagement⁴⁴, mais une part des réductions qui auraient été réalisées même en l'absence du Protocole a été prise en compte dans les calculs. Le mécanisme pour un développement propre (MDP) du Protocole de Kyoto a conduit à la création d'un marché de réductions des émissions compensatoires générées dans les pays en développement qui vise deux objectifs: aider les pays visés à l'Annexe I à remplir leurs engagements, et aider les pays non visés à l'Annexe I à parvenir à un développement durable. Le MDP avait généré des unités de réduction certifiée des émissions (réductions) équivalant à des émissions de plus de 1,4 Gt éqCO₂ en octobre 2013, conduit à d'importants investissements pour la mise en œuvre de divers projets, et généré des flux d'investissements pour un éventail de fonctions, y compris le Fonds pour l'adaptation, relevant de la CCNUCC. Cependant, certains ont mis en doute l'efficacité environnementale de ce mécanisme, notamment en ce qui avait trait à ses premières années d'application, en raison des préoccupations soulevées par l'additionnalité des projets (c'est-à-dire la question de savoir si les émissions engendrées par les projets étaient différentes de celles qui auraient été produites dans un contexte caractérisé par le maintien du *statu quo*), par la validité des mesures de référence, et par la possibilité de fuites d'émissions (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). Les préoccupations relatives à l'additionnalité sont communes à tous les programmes de crédits d'émissions et ne sont pas propres au MDP. Sous l'effet des mécanismes du marché, la majorité des projets MDP se sont concentrés dans un nombre restreint de pays, tandis que les Programmes d'activités, bien que moins fréquents, étaient plus également répartis. Le Protocole de Kyoto a par ailleurs créé deux autres «mécanismes de flexibilité» portant sur la mise en œuvre conjointe et sur l'échange international de droits d'émission. {GTIII RID.5.2, tableau RT.9, 13.7, 13.13.1.1, 14.3}

Plusieurs modèles conceptuels de répartition des efforts ont été recensés dans le domaine de la recherche. Cependant, la répartition des retombées des accords de coopération internationale dépend non seulement de l'approche retenue, mais également des critères utilisés pour assurer l'équité et de la méthode de financement des plans de réduction des émissions des pays en développement. {GTIII 4.6, 13.4}

Les liens entre les politiques adoptées en faveur du climat à l'échelon régional, national et infranational s'annoncent prometteurs pour l'atténuation du changement climatique et pour l'adaptation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). Des liens ont été établis entre les marchés du carbone et pourraient en principe être établis également entre divers instruments politiques hétérogènes, y compris des politiques non fondées sur le

marché, telles que les normes de performance. Les avantages possibles comprennent la réduction des coûts des mesures d'atténuation, une réduction des émissions fugitives, et une liquidité accrue des marchés. {GTIII RID.5.2, 13.3, 13.5, 13.6, 13.7, 14.5}

Différentes initiatives régionales, entre les échelles nationale et mondiale, sont en cours d'élaboration ou de mise en œuvre, mais leur effet sur l'atténuation à l'échelle mondiale est resté limité jusqu'à présent (*degré de confiance moyen*). Some L'efficacité de certaines politiques climatiques aux plans environnemental et économique pourrait être améliorée si celles-ci étaient mises en œuvre à l'échelle de vastes régions — par exemple, en intégrant les objectifs d'atténuation dans les accords sur le commerce ou en créant de concert des infrastructures propres à faciliter la réduction des émissions de carbone. {GTIII tableau RT.9, 13.13, 14.4, 14.5}

La coopération internationale instaurée en vue de soutenir la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation a concouru à la mise en œuvre de stratégies, de plans et d'actions à l'échelle nationale, infranationale et locale (*degré de confiance élevé*). Par exemple, divers mécanismes de financement multilatéraux et axés sur les régions ont été mis en place aux fins de l'adaptation; les organismes des Nations Unies, les organisations de coopération pour le développement international et les organisations non gouvernementales (ONG) ont fourni des informations et proposé des méthodes et des lignes directrices; et les initiatives mondiales et régionales ont appuyé et encouragé la mise en place de stratégies nationales d'adaptation tant dans les pays en développement que dans les pays développés. Une intégration plus étroite des mesures de réduction des risques de catastrophe et d'adaptation au changement climatique à l'échelle internationale, et l'intégration de ces deux types de mesures dans les programmes d'aide au développement international, pourraient accroître l'efficacité de l'utilisation des ressources et des capacités. Cependant, le fait de redoubler d'efforts à l'échelon international ne produit pas systématiquement des résultats tangibles et rapides à l'échelon local. {GTII 15.2, 15.3, SREX RID, 7.4, 8.2, 8.5}

4.4.2 Politiques nationales et infranationales

4.4.2.1 Adaptation

L'expérience relative à l'adaptation grandit dans toutes les régions, dans les secteurs public et privé, ainsi qu'au sein des collectivités (*degré de confiance élevé*). Adaptation Les options d'adaptation adoptées à ce jour (voir tableau 4.6) continuent de mettre l'accent sur les ajustements graduels et sur les avantages connexes, mais commencent à accorder plus d'importance à la souplesse et à l'apprentissage (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). La plupart des évaluations de l'adaptation se sont limitées aux incidences, à la vulnérabilité et à la planification de l'adaptation, et rares sont celles qui se sont penchées sur les processus de mise en œuvre ou sur les effets des mesures d'adaptation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). {GTII RID A-2, RT A-2}

⁴⁴ La conclusion finale concernant le degré de conformité des pays visés à l'annexe B devait encore faire l'objet d'un examen conforme aux dispositions du protocole de Kyoto au plus tard en octobre 2014.

Tableau 4.6 | Mesures d'adaptation mises en œuvre récemment dans les secteurs public et privé de différentes régions. {GTII RID A-2}

Région	Exemples de mesures
Afrique	La plupart des gouvernements nationaux mettent en place des systèmes de gouvernance pour l'adaptation. La gestion des risques de catastrophe, l'adaptation des technologies et des infrastructures, les démarches écosystémiques, les mesures de santé publique de base et la diversification des modes de subsistance contribuent à réduire la vulnérabilité, bien que les efforts déployés à ce jour tendent à être isolés.
Europe	Des politiques d'adaptation ont été élaborées à tous les niveaux de l'administration publique, et certains plans d'adaptation ont été intégrés dans la gestion des zones côtières et de l'eau, dans la protection de l'environnement et l'aménagement du territoire, et dans la gestion des risques de catastrophe.
Asie	L'intégration de l'adaptation au climat dans la planification du développement au niveau infranational, la mise en place des systèmes d'alerte précoce, la gestion intégrée des ressources hydriques, l'agroforesterie et le reboisement côtier des mangroves contribuent à faciliter l'adaptation dans certaines régions.
Australasie	La préparation à l'élévation du niveau de la mer et, dans le sud de l'Australie, la planification des mesures visant à faire face aux pénuries d'eau, prennent de plus en plus d'importance. La planification des mesures d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer a considérablement évolué au cours des deux dernières décennies et se caractérise par une diversité d'approches, bien que la mise en œuvre de ces mesures reste fragmentaire.
Amérique du Nord	Les autorités publiques préconisent une démarche d'évaluation et de planification graduelle des mesures d'adaptation, en particulier à l'échelle municipale. Certaines mesures proactives d'adaptation ont été mises en place pour protéger les investissements à plus long terme dans les infrastructures énergétiques et publiques.
Amérique centrale et Amérique du Sud	Des mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes — y compris la délimitation d'aires protégées, la conclusion d'accords de conservation et la gestion communautaire de zones naturelles — se mettent en place. Dans certaines régions, le secteur agricole commence à recourir aux variétés de cultures résistantes, aux prévisions climatiques et à la gestion intégrée des ressources hydriques.
Arctique	Certaines collectivités ont commencé à mettre en œuvre des stratégies adaptatives de cogestion et à mettre en place des infrastructures de communication qui font appel à la fois au savoir traditionnel et à la science.
Petites îles	Dans les petites îles, qui affichent une grande diversité de caractéristiques physiques et humaines, on a observé que les mesures d'adaptation axées sur les collectivités donnaient de meilleurs résultats lorsqu'elles étaient intégrées à d'autres activités de développement.
Océans	La coopération internationale et la planification du territoire maritime commencent à faciliter l'adaptation au changement climatique, malgré les difficultés que posent l'échelle spatiale et les problèmes de gouvernance.

Les pouvoirs publics nationaux jouent un rôle de premier plan dans planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé*).

Des progrès considérables ont été réalisés depuis le quatrième Rapport d'évaluation en ce qui concerne l'élaboration de stratégies et de plans nationaux d'adaptation — par exemple, les programmes de mesures d'adaptation nationales (NAPA) dans les pays les moins avancés, les processus liés aux plans d'adaptation nationaux (NAP) et les cadres stratégiques pour l'adaptation nationale dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Les autorités nationales peuvent coordonner les efforts d'adaptation des administrations locales et infranationales, par exemple en protégeant les groupes vulnérables, en appuyant la diversification économique et en fournissant des informations, en élaborant des politiques et des cadres juridiques et en fournissant un appui financier. {GTII RID C-1, 15.2}

Bien que remplissant des fonctions différentes qui varient d'une région à l'autre, les administrations locales et le secteur privé sont considérés de plus en plus comme des intervenants essentiels dans la mise à l'échelle des mesures d'adaptation au niveau des collectivités, des ménages et de la société civile, et dans la gestion des informations relatives aux risques et du financement (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). On observe une augmentation sensible du nombre de mesures d'adaptation planifiées mises en œuvre à l'échelle locale dans les collectivités rurales et urbaines des pays développés et des pays en développement depuis le quatrième Rapport d'évaluation. Cependant, les conseils locaux et les planificateurs ont souvent du mal à composer avec la complexité des adaptations requises, ne bénéficiant pas d'un accès adéquat aux informations ou aux données qui pourraient les renseigner sur les vulnérabilités locales et sur les incidences possibles.

Des méthodes pour la prise en compte des impératifs de l'adaptation dans la prise de décisions à l'échelle locale ont été proposées, mais leur mise en œuvre continue de poser des difficultés. C'est la raison pour laquelle les spécialistes insistent sur l'établissement de liens avec les paliers national et infranational de l'administration publique et sur l'établissement de partenariats entre les secteurs public et privé et la société civile pour la mise en œuvre des mesures d'adaptation locale. {GTII RID A-2, RID C-1, 14.2, 15.2}

Les dimensions institutionnelles de la gouvernance en matière d'adaptation, y compris la prise en compte des impératifs de l'adaptation dans la planification et la prise de décisions, jouent un rôle clé dans la promotion de la transition de l'étape de la planification à celle de la mise en œuvre des mesures (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé*). Les obstacles ou les catalyseurs institutionnels de la planification et de la mise en œuvre des mesures d'adaptation les plus souvent mentionnés sont les suivants: 1) coordination institutionnelle entre les différents niveaux politiques et administratifs de la société; 2) rôle des principaux intervenants, défenseurs et promoteurs dans le démarrage, l'intégration et le maintien des mesures d'adaptation au climat; 3) maintien des rapports horizontaux établis entre les secteurs, les intervenants et les politiques à des niveaux d'administration équivalents; 4) dimensions politiques de la planification et de la mise en œuvre; 5) coordination entre les organisations gouvernementales, les organismes administratifs, le secteur privé et les parties prenantes pour accroître l'efficacité, la représentation et l'appui aux mesures d'adaptation au climat. {GTII 15.2, 15.5, 16.3, encadré 15-1}

Les instruments économiques existants ou nouveaux peuvent promouvoir l'adaptation en encourageant les efforts d'anticipation et de réduction des incidences (*degré de confiance*).

moyen). Ils incluent les partenariats de financement public-privé, les prêts, le paiement des écoservices, l'amélioration de la tarification des ressources, les redevances et les subventions, les normes et la réglementation, et les mécanismes de partage et de transfert des risques. Les mécanismes de financement du risque dans les secteurs public et privé — par exemple, l'assurance et la mutualisation — peuvent contribuer à renforcer l'adaptation, mais ils peuvent également avoir un effet dissuasif et provoquer un affaiblissement ou une défaillance des marchés lorsqu'on néglige de porter suffisamment d'attention aux défis majeurs que pose leur conception. Les autorités publiques jouent souvent un rôle important à titre de régulateurs, de prestataires ou d'assureurs de dernier recours. {GTII RID C-1}

4.4.2.2 Atténuation

Depuis la parution du quatrième Rapport d'évaluation, le nombre de plans et de stratégies d'atténuation nationaux et infranationaux a considérablement augmenté. En 2012, 67 % des émissions mondiales de GES étaient soumises à des législations ou stratégies nationales, contre 45 % en 2007. Cependant, aucune inflexion importante des émissions mondiales n'a été observée par rapport aux tendances passées. Dans de nombreux pays, les plans et stratégies n'en sont qu'aux premiers stades de l'élaboration ou de la mise en œuvre, aussi se révèle-t-il difficile d'évaluer leur effet cumulé sur les émissions futures à l'échelle de la planète (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). {GTIII RID.5.1}

Depuis la parution du quatrième Rapport d'évaluation, l'accent a été davantage mis sur des politiques visant à intégrer de multiples objectifs, à augmenter les co-avantages et à réduire les effets secondaires indésirables (*degré de confiance élevé*). Les pouvoirs publics font souvent explicitement état des co-avantages que présentent les plans et stratégies climatiques et sectoriels qu'ils mettent en place. {GTIII RID.5.1}

Il est davantage fait usage de politiques sectorielles que de politiques s'appliquant à l'ensemble de l'économie (tableau 4.7) (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Selon la plupart des théories économiques, les politiques s'appliquant à l'ensemble de l'économie avec comme seul objectif l'atténuation présenteraient un meilleur rapport coût-efficacité que les politiques sectorielles, mais les obstacles administratifs et politiques peuvent rendre les politiques macroéconomiques plus difficiles à concevoir et à mettre en œuvre que les politiques sectorielles. Ces dernières peuvent être mieux adaptées pour surmonter les obstacles ou les défaillances des marchés spécifiques à certains secteurs, et peuvent être regroupées en ensembles de politiques complémentaires {GTIII RID.5.1}

En principe, les mécanismes qui fixent un prix pour le carbone — y compris les programmes de plafonnement des émissions et d'échange de droits d'émission et les taxes carbone — permettent d'atteindre des objectifs d'atténuation d'une manière rentable, mais leur mise en œuvre a donné des résultats variables à cause, en partie, des contextes nationaux ainsi que de la conception des politiques. Les effets environnementaux à court terme des systèmes de plafonnement des émissions et d'échange de droits d'émission ont été limités en raison du manque

de rigueur de l'application des quotas (*éléments disponibles limités, degré de cohérence moyen*). Dans certains pays, des politiques fiscales visant spécifiquement à réduire les émissions de GES (parallèlement aux mesures technologiques et autres) ont contribué à affaiblir le lien entre les émissions de GES et le PIB (*degré de confiance élevé*). De plus, dans de nombreux pays, les taxes sur les carburants (bien que n'ayant pas été nécessairement conçues à des fins d'atténuation) agissent comme des taxes carbone sectorielles (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence moyen*). Les recettes tirées des taxes carbone ou des échanges de droits d'émission servent dans certains pays à réduire les autres taxes ou à transférer des fonds aux groupes à faible revenu. Cet exemple illustre le principe général selon lequel les politiques d'atténuation qui augmentent les recettes de l'État présentent en règle générale des coûts sociaux plus bas que celles qui sont sans effets sur les recettes publiques. {GTIII RID.5.1}

Les instruments économiques qui prennent la forme de subventions peuvent s'appliquer à plusieurs secteurs et incluent un éventail de politiques telles que les réductions ou les exemptions d'impôt, les subventions, les prêts et les lignes de crédit. La mise en œuvre d'un nombre croissant de politiques très diverses au sujet des énergies renouvelables — dont les subventions —, motivées par de nombreux facteurs, ont entraîné un développement intensif des technologies y afférentes ces dernières années. Les politiques gouvernementales jouent un rôle essentiel dans l'accélération de la mise en valeur de ces technologies. L'accès à l'énergie et le développement économique et social ont été les principaux éléments moteurs dans la plupart des pays en développement, alors que la sûreté des approvisionnements en énergie et les préoccupations environnementales ont joué un rôle primordial dans les pays développés. Les politiques, axées essentiellement au départ sur l'électricité produite au moyen d'énergies renouvelables, englobent désormais le chauffage, le refroidissement et les transports à base d'énergies renouvelables. {SRREN RID.7}

La réduction des subventions en faveur des activités liées aux émissions de GES dans divers secteurs peut engendrer des réductions d'émissions, en fonction du contexte social et économique (*degré de confiance élevé*). Bien que les subventions puissent avoir un effet sur les émissions dans de nombreux secteurs, la plupart des études parues récemment sont axées sur les subventions touchant les combustibles fossiles. Depuis la parution du RE4, des études, peu nombreuses, mais dont le nombre croît, basées sur des modèles de l'ensemble de l'économie projettent qu'une suppression complète dans tous les pays des subventions en faveur des combustibles fossiles pourrait conduire à une réduction du cumul mondial des émissions d'ici le milieu du siècle (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). Les études varient dans leur méthodologie, le type et la définition des subventions, et la période de temps sur laquelle les subventions disparaîtraient. En particulier, les études évaluent les incidences d'une suppression complète de toutes les subventions aux combustibles fossiles sans chercher à évaluer quelles subventions sont inutiles et inefficaces, compte tenu du contexte national. {GTIII RID.5.1}

Les méthodes réglementaires et les mesures d'information sont largement utilisées et souvent efficaces du point de vue de l'environnement (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). Les normes de rendement énergétique sont des exemples de

Tableau 4.7 | Instruments de politiques sectorielles. [GTIII tableau 15.2]

Instruments de politique	Énergie	Transports	Bâtiment	Industrie	AFAT	Établissements humains et infrastructures
Instruments économiques – taxes (les taxes carbone peuvent s'appliquer à l'ensemble de l'économie)	- Taxe carbone (p. ex., applicable à l'électricité ou aux combustibles)	- Taxes sur les carburants - Péages urbains, frais d'enregistrement des véhicules, péages routiers - Taxes sur les véhicules	- Taxe carbone ou taxes sur l'énergie (sectorielles ou applicable à l'ensemble de l'économie)	- Taxe carbone ou taxes sur l'énergie - Taxes ou frais pour la gestion des déchets	- Taxes sur les engrais ou l'azote pour réduire l'utilisation de l'oxyde nitreux (N ₂ O)	- Taxes sur l'étalement urbain, taxes d'impact, frais excessifs, taxes foncières à taux fractionnés, financement par de nouvelles taxes foncières, taxes de valorisation foncière, péages urbains
Instruments économiques – crédits négociables (peuvent s'appliquer à l'ensemble de l'économie)	- Échange de droits d'émission - Crédits d'émission du mécanisme pour un développement propre (MDP) - Certificats verts négociables	- Normes sur les carburants et les véhicules	- Certificats négociables pour l'amélioration du rendement énergétique (certificats blancs)	- Échange de droits d'émission - Crédits d'émission du MDP - Certificats verts négociables	- Crédits d'émission du MDP - Programmes de conformité hors Protocole de Kyoto (nationaux) - Marchés volontaires du carbone	- Programmes de plafonnement des émissions et d'échange des droits d'émission à l'échelle urbaine
Instruments économiques – Subventions	- Suppression des subventions aux combustibles fossiles - Tarifs de distribution pour l'énergie renouvelable	- Subventions aux biocarburants - Subventions à l'achat de véhicules - Taxation avec remise	- Subventions ou exemptions fiscales pour l'investissement dans les bâtiments, les travaux de transformation et les produits sobres en énergie - Prêts subventionnés	- Subventions (p. ex., pour audits énergétiques) - Incitations fiscales (p. ex., pour substitution de combustible)	- Lignes de crédit pour l'agriculture sobre en carbone ou la gestion durable des forêts	- Districts voués à des travaux spéciaux d'amélioration ou de remise en état
Approches réglementaires	- Normes d'efficacité ou de performance environnementale - Normes relatives aux sources d'énergie renouvelable - Accès équitable au réseau électrique - Statut juridique du stockage à long terme du CO ₂	- Normes relatives à la consommation de carburant - Normes relatives à la qualité du carburant - Normes relatives aux émissions de GES - Contraintes réglementaires pour encourager les transferts modaux (passage du transport routier au transport ferroviaire) - Utilisation des véhicules limitée dans certaines zones - Limites de capacité environnementale imposées aux aéroports - Planification urbaine et zonage	- Codes et normes du bâtiment - Normes concernant les équipements et les appareils - Obligation faite aux détaillants d'aider les clients à investir dans les sources d'énergie efficaces	- Normes d'efficacité énergétique pour les équipements - Systèmes de gestion énergétique (aussi actions volontaires) - Accords volontaires (liés à la réglementation) - Règlements sur l'étiquetage et les acquisitions publiques	- Politiques nationales à l'appui de la REDD+, y compris pour le suivi, la notification et la vérification - Lois sur les forêts pour réduire le déboisement - Réglementation sur les précurseurs de GES pour lutter contre la pollution de l'air et de l'eau - Planification de l'utilisation des terres et gouvernance	- Zonage pour l'utilisation mixte - Restrictions à la mise en valeur - Exigences concernant la construction de logements abordables - Réglementation de l'accès aux sites - Cession des droits d'exploitation - Normes de conception - Normes de construction - Codes de la voirie
Programmes d'information		- Étiquetage relatif au carburant - Étiquetage relatif à l'efficacité énergétique des véhicules	- Audits énergétiques - Programmes d'étiquetage - Programmes de services consultatifs sur l'énergie	- Audits énergétiques - Étalonnage - Médiation pour la coopération industrielle	- Systèmes de certification des pratiques d'exploitation forestière durables - Politiques d'information à l'appui de la REDD+, y compris pour le suivi, la notification et la vérification	
Fourniture de biens ou de services par l'État	- Recherche et développement - Expansion des infrastructures (climatisation/ chauffage urbains ou exploitant public)	- Investissement dans le transport en commun et les modes de transport non motorisés - Investissement dans les infrastructures de combustibles de rechange - Achat de véhicules à faibles émissions	- Acquisitions publiques de bâtiments et d'appareils sobres en énergie	- Formation et éducation - Médiation pour la coopération industrielle	- Protection des forêts nationales, domaniales et locales - Investissement dans l'amélioration et la diffusion de technologies innovantes en agriculture et en foresterie	- Construction d'infrastructures de services publics – par exemple, distribution d'électricité, climatisation/ chauffage urbains, gestion des eaux usées, etc. - Amélioration des parcs - Amélioration des pistes - Transports ferroviaires urbains
Actions volontaires			- Programmes d'étiquetage pour bâtiments à haut rendement énergétique - Éco-étiquetage des produits	- Accords volontaires sur les cibles énergétiques, l'adoption de systèmes de gestion de l'énergie ou l'utilisation efficace des ressources	- Promotion du développement durable grâce à l'élaboration de normes et de campagnes de sensibilisation	

méthodes réglementaires. Les programmes d'étiquetage qui peuvent aider les consommateurs à prendre des décisions en étant mieux informés sont des exemples de programmes d'information. {GTIII RID.5.1}

Des mesures d'atténuation pourraient dévaloriser les actifs du secteur des énergies fossiles et diminuer les recettes des exportateurs de combustibles fossiles, mais il existe des différences entre les régions et les combustibles (*degré de confiance élevé*). La plupart des scénarios d'atténuation montrent une réduction des recettes découlant du commerce du charbon et du pétrole pour les grands exportateurs. L'effet de l'atténuation sur les recettes provenant de l'exportation du gaz naturel est moins certain. La disponibilité du CSC réduirait l'effet indésirable de l'atténuation sur les actifs du secteur des combustibles fossiles (*degré de confiance moyen*). {GTIII RID.4.1}

Les interactions entre les mesures d'atténuation peuvent être synergiques ou n'avoir aucun effet cumulatif sur la réduction des émissions (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). À titre d'exemple, une taxe sur le carbone peut avoir sur l'environnement un effet qui s'ajoutera à celui de politiques telles que les subventions pour la fourniture d'énergie renouvelable. En revanche, si un programme de plafonnement des émissions et d'échange de droits d'émission met en place un plafond suffisamment strict pour influencer sur les décisions liées aux émissions, d'autres politiques n'auront plus d'effet sur la réduction des émissions (bien qu'elles puissent influencer sur les coûts et éventuellement sur la viabilité de plafonds encore plus stricts à l'avenir) (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Dans les deux cas, des politiques supplémentaires peuvent être nécessaires pour remédier aux défaillances du marché en matière d'innovation et de diffusion de la technologie. {GTIII RID.5.1}

Les politiques infranationales sur le climat se multiplient, que les pays soient dotés ou non de politiques nationales en la matière. Ces politiques incluent des plans d'État ou provinciaux sur le climat qui combinent instruments du marché, réglementation et programmes d'information, ainsi que des systèmes infranationaux de plafonnement des émissions et d'échange de droits d'émission. Par ailleurs, la coopération transnationale s'est renforcée entre les acteurs infranationaux, et en particulier entre les grands investisseurs, les ONG qui cherchent à contrôler le marché des unités compensatoires de carbone, et les réseaux de villes qui souhaitent collaborer en vue d'un développement urbain sobre en carbone. {GTIII 13.5.2, 15.2.4, 15.8}

Les co-avantages et les effets secondaires indésirables de l'atténuation pourraient influencer sur la réalisation d'autres objectifs, tels que ceux liés à la santé humaine, à la sécurité alimentaire, à la biodiversité, à la qualité de l'environnement local, à l'accès à l'énergie, aux moyens de subsistance et au développement durable équitable: {GTIII RID.2}

- Les scénarios d'atténuation atteignant environ 450 à 500 ppm_{eq}CO₂ en 2100 s'accompagnent d'une réduction des coûts imputables à l'atteinte des objectifs d'amélioration de qualité de l'air et de la sécurité énergétique, ce à quoi sont associés des co-avantages considérables en ce qui concerne la santé humaine, les incidences sur les écosystèmes, l'autosuffisance en ressources et la résilience du système énergétique. {GTIII RID.4.1}

- Certaines politiques d'atténuation augmentent les prix des services énergétiques et pourraient entraver la capacité des sociétés d'élargir aux populations mal desservies l'accès à des services énergétiques modernes (*degré de confiance faible*). Il est possible d'éviter ces éventuels effets secondaires indésirables en adoptant des politiques complémentaires — par exemple, réduction de l'impôt sur le revenu ou autres mécanismes de transfert d'avantages (*degré de confiance moyen*). On estime que les coûts de réalisation d'un accès quasi universel à l'électricité et à des combustibles propres pour la cuisson et le chauffage atteindraient entre 72 et 95 milliards de dollars par an jusqu'en 2030; l'atteinte de cet objectif n'aurait que des effets minimes sur les émissions de GES (*éléments disponibles limités, degré de cohérence moyen*), mais présenterait de multiples avantages du point de vue de la santé et de la réduction de la pollution atmosphérique (*degré de confiance élevé*). {GTIII RID.5.1}

La mesure dans laquelle les effets secondaires se matérialiseront ou non est fonction de la spécificité du cas et du site considérés, compte tenu des circonstances locales et de l'échelle, de la portée et du rythme de la mise en œuvre. Beaucoup de co-avantages et d'effets secondaires indésirables restent mal quantifiés à ce jour. {GTIII RID.4.1}

4.4.3 Mise au point et transfert de technologies

Les politiques relatives aux technologies (mise au point, diffusion et transfert) complètent les autres politiques d'atténuation, de l'échelle internationale à l'échelle infranationale, mais les investissements consentis à l'échelle mondiale pour la recherche sur la réduction des émissions de GES restent limités par rapport aux dépenses globales des institutions publiques de recherche (*degré de confiance élevé*). Les politiques relatives aux technologies comprennent l'effet de stimulation par la technologie (recherche et développement soutenus par des fonds publics, etc.) et l'induction par la demande (marchés publics, etc.). De telles politiques pallient une défaillance généralisée des marchés, puisqu'en l'absence de politiques publiques, telles que la protection des brevets, les nouvelles technologies et pratiques issues des activités de recherche-développement peuvent être considérées comme des biens publics peu susceptibles d'être maximisés par les seules forces du marché. Les politiques de soutien à la technologie ont largement favorisé des innovations et la diffusion de nouvelles technologies, mais le rapport coût-efficacité de telles politiques est souvent difficile à évaluer. Les politiques relatives aux technologies peuvent encourager la participation et le respect des mesures de coopération internationale, en particulier à long terme. {GTIII RID.5.1, 2.6.5, 3.11, 13.9, 13.12, 15.6.5}

Beaucoup d'efforts d'adaptation dépendent aussi étroitement de la diffusion et du transfert des technologies et des pratiques de gestion, mais l'efficacité de leur mise en œuvre dépend du contexte institutionnel, réglementaire, social et culturel (*degré de confiance élevé*). Les technologies d'adaptation sont souvent familières et déjà appliquées dans d'autres contextes. Cependant, le succès du transfert des technologies risque de dépendre non seulement des sources de financement et d'information, mais également du renforcement du cadre politique et réglementaire et des capacités d'intégration, d'utilisation et d'amélioration des technologies les plus appropriées aux circonstances locales. {GTIII 15.4}

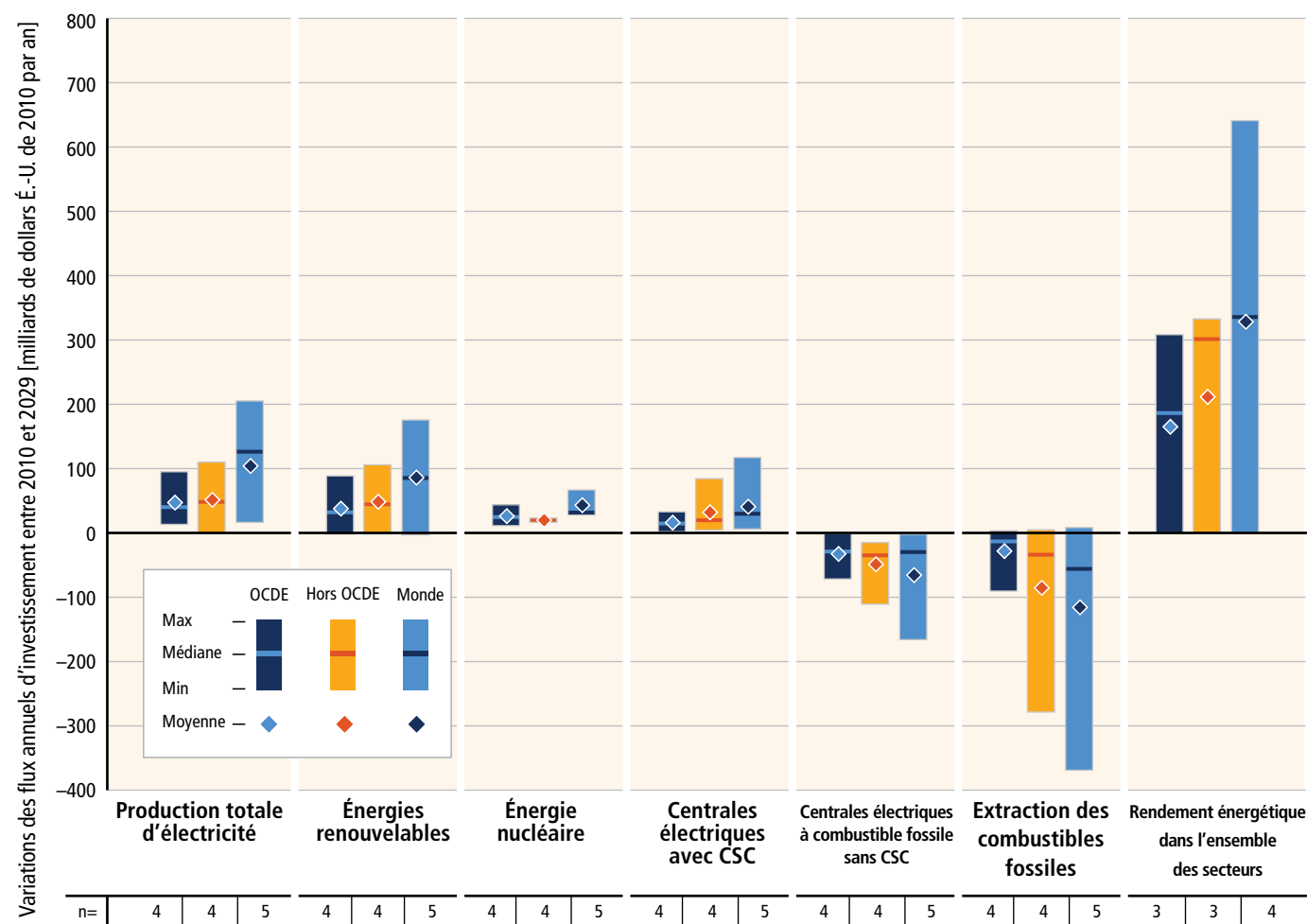


Figure 4.4 | Variation des flux annuels d'investissement par rapport au niveau de référence moyen sur les deux prochaines décennies (de 2010 à 2029), pour des scénarios d'atténuation qui stabilisent la concentration dans la fourchette approximative de 430 à 530 ppm eqCO_2 en 2100. La production totale d'électricité (colonne de gauche) représente la somme de la production fournie par les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire, les centrales électriques avec CSC et les centrales électriques à combustible fossile sans CSC. Les barres verticales indiquent la plage entre les estimations minimale et maximale; la barre horizontale indique la médiane. Le nombre total d'études publiées utilisées pour cette évaluation est indiqué dans la ligne située en dessous du graphique. Les technologies illustrées sont utilisées sous différents scénarios d'une manière complémentaire ou synergique en fonction, principalement, des hypothèses propres à la technologie appliquée et du calendrier et de l'ambition des objectifs de mise en place des politiques en matière de climat à l'échelle mondiale. [GTIII Figure RID.9]

4.4.4 Investissements et finances

Des réductions substantielles des émissions nécessiteraient de nouvelles formes d'investissements (degré de confiance élevé).

Les scénarios d'atténuation selon lesquels les politiques adoptées permettent une stabilisation des concentrations dans une fourchette de 430 à 530 ppm eqCO_2 d'ici 2100 (sans évolution excessive)⁴⁵ conduisent à des changements conséquents dans les flux d'investissements annuels pendant la période 2010-2029 par comparaison avec les scénarios de référence. Pour les deux prochaines décennies (2010-2029), les projections montrent à la fois une baisse des investissements annuels dans les technologies conventionnelles liées aux combustibles fossiles et associées au secteur de l'approvisionnement en électricité d'environ 30 (2 à 166) milliards de dollars É.-U. (médiane: -20 % par rapport à 2010) et une hausse des investissements annuels dans l'approvisionnement en électricité sobre en carbone (énergies

renouvelables, énergie nucléaire et production d'électricité associée au CSC) d'environ 147 (31 à 360) milliards de dollars (médiane: + 100 % par rapport à 2010) (*éléments disponibles limités, degré de cohérence moyen*). En outre, les investissements visant à améliorer le rendement énergétique dans les transports, le bâtiment et l'industrie devraient augmenter d'environ 336 (1 à 641) milliards de dollars. Par comparaison, le total annuel mondial des investissements dans le système énergétique s'élève actuellement à environ 1 200 milliards de dollars. Ce chiffre représente uniquement l'approvisionnement en énergie lié à la production d'électricité et de chaleur, et les activités y afférentes respectives en amont et en aval. L'investissement dans l'efficacité énergétique ou dans les secteurs sous-jacents n'est pas inclus (figure 4.4). [GTIII RID.5.1, 16.2]

Il n'existe pas de définition bien établie de ce qui constitue la finance climatique, mais on dispose d'estimations portant sur

⁴⁵ Cette fourchette comprend les scénarios qui atteignent 430 à 480 ppm eqCO_2 d'ici 2100 (susceptibles de limiter le réchauffement à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriel) et ceux qui atteignent 480 à 530 ppm eqCO_2 d'ici 2100 (sans dépassement: pour lesquels il est *plus probable qu'improbable* que le changement de température sera limité à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels).

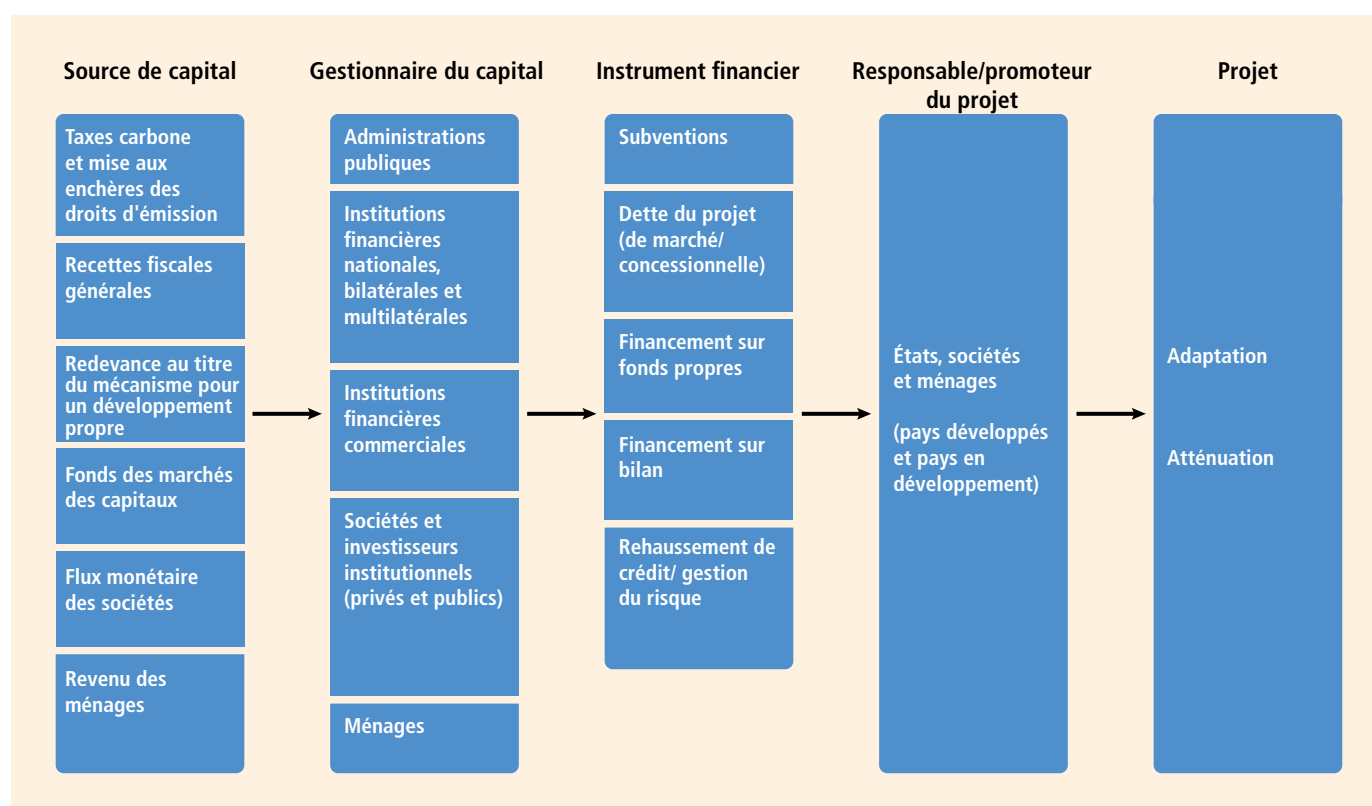


Figure 4.5 | Aperçu des flux de financement des activités liées au climat. Note: Le terme «capital» s'entend ici de l'ensemble des flux financiers pertinents. La taille des boîtes n'est pas liée à l'ampleur des flux financiers. {GTIII Figure RT.40}

les flux financiers liés à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation. Ces flux financiers sont présentés, dans leurs grandes lignes, dans la figure 4.5. Selon les évaluations publiées, l'ensemble des flux financiers annuels actuels dont l'effet prévu est de réduire les émissions nettes de GES ou d'augmenter la résilience au changement et à la variabilité climatiques serait de l'ordre de 343 à 385 milliards de dollars dans le monde (*degré de confiance moyen*). De ceux-ci, le total des financements publics pour le climat qui ont transité vers les pays en développement a atteint selon les estimations entre 35 et 49 milliards de dollars par an en 2011 et 2012 (*degré de confiance moyen*). Les estimations de la finance climatique internationale privée circulant vers les pays en développement vont de 10 à 72 milliards de dollars par an, ce qui inclut les investissements directs provenant de l'étranger sous forme de prêts et de prises de participation d'un volume compris entre 10 et 37 milliards de dollars par an sur la période 2008-2011 (*degré de confiance moyen*). {GTIII RID.5.1}

Dans beaucoup de pays, le secteur privé joue un rôle essentiel dans les processus qui produisent tant les émissions que l'atténuation et l'adaptation. À la faveur d'un environnement propice, le secteur privé peut jouer, au côté du secteur public, un rôle important dans le financement de l'atténuation et de l'adaptation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Selon des estimations tenant compte des limites que présentent les données, on attribue en moyenne au secteur privé entre les deux tiers et les trois quarts du financement total de l'atténuation à l'échelle mondiale (2010- 2012) (*éléments disponibles limités, degré de cohérence moyen*). Dans beaucoup de pays, les interventions de financement public par l'intermédiaire des pouvoirs publics et des

banques de développement nationales et internationales encouragent les investissements climatiques par le secteur privé et fournissent des fonds lorsque l'investissement par le secteur privé est limité. Dans un pays, la qualité d'un tel environnement propice se mesure à l'aune de l'efficacité des institutions, des lois et des principes directeurs concernant le secteur privé, de la sécurité en matière de droits de propriété, de la crédibilité des politiques et d'autres facteurs ayant une grande influence sur la décision des entreprises privées d'investir dans les nouvelles technologies et les infrastructures. Les instruments d'intervention et les dispositifs financiers spéciaux — par exemple, l'assurance-crédit, la tarification préférentielle, l'octroi de ressources financières à des conditions favorables ou les réductions — constituent une incitation à l'investissement pour l'atténuation en augmentant le rendement corrigé en fonction des risques pour les acteurs privés. Les initiatives public-privé de réduction des risques (par exemple, celles mises en œuvre dans le contexte des systèmes d'assurance) et de diversification économique constituent des exemples d'actions d'adaptation qui dépendent de la participation du secteur privé et qui encouragent cette participation. {GTII RID B-2, RID C-1, GTIII RID.5.1}

Les ressources financières ont été mises à disposition moins rapidement pour l'adaptation que pour l'atténuation tant dans les pays développés que dans les pays en développement. Les éléments limités dont on dispose indiquent l'existence d'un écart entre les besoins globaux d'adaptation et les fonds disponibles pour la réaliser (*degré de confiance moyen*). Les possibilités de synergies entre le financement international de la gestion des risques de catastrophe et l'adaptation au changement climatique ne sont pas encore totalement exploitées (*degré de confiance élevé*).

Il convient de mieux évaluer les coûts globaux, les financements et les investissements associés à l'adaptation. Les études qui tentent d'estimer le coût global de l'adaptation se caractérisent par des données, des méthodes et une couverture déficientes (*degré de confiance élevé*). {GTII RID C-1, 14.2, SREX RID}

4.5 Corrélations négatives, synergies et approche globale

Il existe de nombreuses possibilités de lier l'atténuation et l'adaptation à la poursuite d'autres objectifs sociétaux dans le cadre d'approches globales (*degré de confiance élevé*). Pour que les efforts déployés soient fructueux, il faut se doter d'outils appropriés et de structures de gouvernance adéquates, et renforcer nos capacités de réaction (*degré de confiance moyen*).

Des éléments factuels de plus en plus étoffés indiquent l'existence de liens étroits entre l'adaptation et l'atténuation, leurs co-avantages et leurs effets secondaires indésirables, et soulignent que le développement durable constitue la clé de voûte de toute politique climatique (voir sections 3.5, 4.1, 4.2 et 4.3). La mise au point d'outils permettant de prendre ces liens en compte est essentielle à la mise en œuvre fructueuse de la politique climatique dans le contexte du développement durable (voir également sections 4.4 et 3.5). La présente section fournit des exemples d'approches globales adaptées à différents contextes politiques, et décrit certains des facteurs qui peuvent servir à promouvoir la mise en œuvre de politiques à multiples objectifs ou faire obstacle à ces politiques.

L'intensification des efforts déployés pour atténuer les effets du changement climatique ou pour s'y adapter se traduit par une complexité croissante des interactions, notamment à la confluence des besoins en matière de santé humaine, d'approvisionnement en eau et en énergie, d'utilisation des terres et de biodiversité (*degré de confiance très élevé*). L'atténuation peut servir à appuyer la réalisation d'autres objectifs sociaux comme ceux liés à la santé humaine, à la sécurité alimentaire, à la qualité de l'environnement, à l'accès aux sources d'énergie, aux moyens de subsistance et au développement durable, mais elle peut aussi engendrer des effets indésirables. Les mesures d'adaptation peuvent elles aussi procurer des co-avantages en matière d'atténuation — et vice versa — et servir à appuyer la réalisation d'autres objectifs sociaux, bien que des corrélations négatives puissent parfois se manifester. {GTII RID C-1, RID C-2, 8.4, 9.3–9.4, 11.9, encart ET-EE, GTIII tableaux RT.3, RT.4, RT.5, RT.6 et RT.7}

L'intégration des mesures d'adaptation et d'atténuation dans la planification et la prise de décisions peut créer des synergies avec le développement durable (*degré de confiance élevé*). Les synergies et les corrélations négatives entre les politiques d'atténuation et d'adaptation et celles axées sur la réalisation d'autres

objectifs sociaux peuvent s'avérer importantes, bien que parfois difficiles à quantifier, en particulier en termes de bien-être (voir également section 3.5). Une approche de l'élaboration de politiques axée sur de multiples objectifs peut faciliter la gestion de ces synergies et de ces corrélations négatives. Ces politiques risquent par ailleurs de bénéficier d'un appui plus solide. {GTII RID C-1, RID C-2, 20.3, GTIII 1.2.1, 3.6.3, 4.3, 4.6, 4.8, 6.6.1}

Pour être efficaces, les actions intégrées doivent pouvoir compter sur des outils et des structures de gouvernance adéquates, ainsi que sur des moyens suffisants (*degré de confiance moyen*). La gestion des corrélations négatives et des synergies constitue un défi et nécessite le recours à des outils qui permettent de bien comprendre les interactions et de faciliter la prise de décisions à l'échelle locale et régionale. Les actions intégrées dépendent également de la qualité de la gouvernance qui permet d'assurer une coordination à différentes échelles et entre différents secteurs, appuyée par des institutions appropriées. L'élaboration et l'utilisation des outils et des structures de gouvernance appropriées exigent souvent une mise à niveau des capacités humaines et institutionnelles pour la conception et la mise en œuvre des approches globales. {GTII RID C-1, RID C-2, 2.2, 2.4, 15.4, 15.5, 16.3, tableau 14-1, tableau 16-1, GTIII RT.1, RT.3, 15.2}

Appliquer, à la planification et à la mise en œuvre en matière de gestion énergétique, une approche globale qui évalue explicitement les possibilités de co-avantages et les risques d'effets secondaires indésirables peut permettre de reconnaître les complémentarités qui existent entre de multiples objectifs climatiques, sociaux et environnementaux (*degré de confiance moyen*). Il existe d'importantes interactions entre les divers objectifs des politiques énergétiques — par exemple, sécurité énergétique, qualité de l'air, santé et accès aux sources d'énergie (voir figure 3.5) — ainsi qu'entre un éventail d'objectifs sociaux et environnementaux et d'objectifs d'atténuation des effets du changement climatique (voir tableau 4.5). Des outils, tels que l'analyse coûts-avantages, l'analyse coût-efficacité, l'analyse multicritère et la théorie de l'utilité espérée, peuvent appuyer la mise en œuvre d'une approche globale, qui doit en outre pouvoir compter sur des institutions bien coordonnées. {GTIII figure RID.6, RT.1, RT.3}

Une prise en compte explicite des interactions qui existent entre l'eau, les aliments, l'énergie et la fixation biologique du carbone joue un rôle important dans la prise de décisions efficaces concernant les profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Les méthodes de production d'énergie fondées sur les biocarburants et le boisement à grande échelle mises en œuvre pour atténuer les effets du changement climatique peuvent réduire le ruissellement dans les bassins versants, ce qui risque de nuire aux autres utilisations de l'eau pour la production d'aliments et la consommation humaine ou à la pérennité des fonctions et services écosystémiques (voir également l'encadré 3.4). Inversement, l'irrigation peut accroître la résilience climatique de la production d'aliments et de fibres, mais réduire la disponibilité de l'eau pour d'autres usages. {GTII encart ET-EE, encadré RT.9}

Le fait d'aborder la question de l'urbanisation sous un angle global offre de nombreuses occasions de renforcer la résilience, de réduire les émissions et de promouvoir un développement plus durable (*degré de confiance moyen*). Les zones urbaines sont responsables de plus de la moitié de la consommation mondiale d'énergie primaire et des émissions de CO₂ liées à l'utilisation de l'énergie (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*), et c'est dans ces zones que ce concentrent une bonne partie des populations et des activités économiques exposées aux effets du changement climatique. Dans les régions marquées par une croissance démographique et une urbanisation rapides, les stratégies d'atténuation fondées sur la planification de l'utilisation de l'espace et la construction d'infrastructures efficaces peuvent permettre d'éviter de rester bloqué dans des modes d'émissions élevées. Le zonage à vocation mixte, le développement axé sur le transport, la densification et le rapprochement des lieux de travail et d'habitation peuvent réduire l'utilisation directe et indirecte de l'énergie dans différents secteurs. La densification intelligente de l'espace urbain peut préserver les terres servant au stockage du carbone, à l'agriculture et à la production de bioénergie. La réduction de la consommation d'énergie et d'eau dans les zones urbaines grâce à des villes respectueuses de l'environnement et au recyclage de l'eau sont des exemples de mesures d'atténuation qui favorisent en même temps l'adaptation au changement climatique. La construction d'infrastructures plus résilientes peut réduire la vulnérabilité des villes et autres établissements humains aux inondations côtières, à l'élévation du niveau de la mer et à d'autres facteurs de stress induits par le climat. {GTII RID B-2, RID C-1, RT B-2, RT C-1, RT C-2, GTIII RID.4.2.5, RT.3}



Annexes

ANNEXE



Guide de consultation

Guide de consultation

Conformément à la définition donnée dans les procédures du GIEC, le *Rapport de synthèse* (RSY) fait la synthèse des éléments d'information figurant dans les rapports d'évaluation et les rapports spéciaux du GIEC. Le présent document contient des éléments tirés des contributions des trois Groupes de travail au cinquième Rapport d'évaluation (RE5) 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 pas des publications scientifiques originales ni ne procède à leur évaluation.

Le *Rapport de synthèse* peut être lu seul; il s'agit d'un résumé des informations beaucoup plus complètes qui sont présentées dans les rapports des trois Groupes de travail. Le lecteur qui souhaite obtenir plus de précisions sur certains points peut le faire de la façon suivante: le Résumé à l'intention des décideurs (RID) expose de manière très concise nos connaissances actuelles touchant les aspects scientifiques, techniques et socioéconomiques du changement climatique. Toutes les références entre accolades qui y figurent renvoient aux sections correspondantes du *Rapport de synthèse* proprement dit. Ce dernier comprend une introduction et l'analyse de quatre points particuliers. La numérotation des sections du RID suit de près celle des points étudiés. Chaque paragraphe se termine par un renvoi, en italiques et entre accolades, aux résumés à l'intention des décideurs (RID), résumés techniques (RT), résumés des chapitres (RC) et chapitres (numéro de chapitre et de section) des contributions des trois Groupes de travail au RE5 et aux rapports spéciaux qui l'accompagnent. Les références au quatrième Rapport d'évaluation paru en 2007 portent la mention «RE4».

Le lecteur qui voudrait en apprendre plus sur les aspects scientifiques ou consulter les textes sur lesquels repose le Rapport de synthèse pourra se reporter aux chapitres des rapports des Groupes de travail du GIEC mentionnés dans le Rapport de synthèse. Ces chapitres donnent les références complètes des documents scientifiques sur lesquels sont fondées les évaluations du GIEC et procurent en outre des informations très détaillées par région et par secteur.

Les annexes II à VI (glossaire, acronymes, auteurs, examinateurs, publications du GIEC) et l'index devraient faciliter encore la consultation du présent rapport.

Glossaire

Publié sous la direction de

Katharine J. Mach (États-Unis d'Amérique), Serge Planton (France), Christoph von Stechow (Allemagne)

Collaborateurs

Myles R. Allen (Royaume-Uni), John Broome (Royaume-Uni), John A. Church (Australie), Leon Clarke (États-Unis d'Amérique), Piers Forster (Royaume-Uni), Pierre Friedlingstein (Royaume-Uni/Belgique), Jan Fuglestad (Norvège), Gabriele Hegerl (Royaume-Uni/Allemagne), Blanca Jiménez Cisneros (Mexique/UNESCO), Vladimir Kattsov (Fédération de Russie), Howard Kunreuther (États-Unis d'Amérique), Leo Meyer (Pays-Bas), Jan Minx (Allemagne), Yacob Mulugetta (Éthiopie), Karen O'Brien (Norvège), Michael Oppenheimer (États-Unis d'Amérique), Gian-Kasper Plattner (Suisse), Andy Reisinger (Nouvelle-Zélande), Robert Scholes (Afrique du Sud), Melinda Tignor (Suisse/États-Unis d'Amérique), Detlef van Vuuren (Pays-Bas)

Collaborateurs au sein du Service d'appui technique

Noémie Leprince-Ringuet (France)

Il convient de citer la présente annexe comme suit:

GIEC, 2014: Annexe II: Glossaire [Mach, K. J., S. Planton et C. von Stechow (dir. publ.)], *Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Équipe de rédaction principale, R. K. Pachauri et L. A. Meyer (dir. publ.)]. GIEC, Genève, Suisse, p. 131-145.

Sont présentées dans ce glossaire les définitions de quelques termes spécifiques que l'équipe de rédaction principale du *Rapport de synthèse* considèrent comme appropriées dans le contexte du présent rapport. Les caractères rouges en italiques signalent des termes définis dans le glossaire. Les références aux Groupes de travail I, II et III qui figurent en italiques à la fin des entrées du glossaire renvoient aux glossaires établis par ces derniers pour le cinquième Rapport d'évaluation (RE5), comme suit: GT I (GIEC, 2013a), GT II (GIEC, 2014a) et GT III (GIEC, 2014b).

Accès à l'énergie (*Energy access*)

Accès à des services énergétiques propres, fiables et économiques pour la cuisson des aliments, le chauffage, l'éclairage ou les communications, et à des fins de production (AGECC, 2010). {GT III}

Accords de Cancún (*Cancún Agreements*)

Ensemble de décisions adoptées lors de la seizième session de la Conférence des Parties (COP) à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), portant notamment sur les points suivants: le Fonds vert pour le climat (FVC) créé à cette occasion, un mécanisme technologique créé à cette occasion, un processus visant à faire avancer les discussions portant sur l'*adaptation*, un processus officiel pour l'établissement de rapports relativement aux engagements en matière d'*atténuation*, l'objectif de limiter l'augmentation de la température moyenne à la surface du globe à 2 °C et un accord sur la mesure, la notification et la vérification des efforts d'*atténuation* s'appliquant aux pays qui reçoivent une aide internationale pour déployer de tels efforts. {GT III}

Acidification de l'océan (*Ocean acidification*)

Réduction du *pH* de l'océan sur une longue période, généralement plusieurs décennies ou plus, causée principalement par le piégeage du dioxyde de carbone (CO₂) présent dans l'atmosphère, mais aussi par l'adjonction ou le retrait de substances chimiques dans l'océan. L'*acidification anthropique* de l'océan se rapporte à la composante de la réduction du *pH* causée par l'activité humaine (GIEC, 2011, p. 37). {GT I, II}

Actualisation (*Discounting*)

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. {GT II, III}

Adaptation (*Adaptation*)

Démarche d'ajustement au *climat* actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au *climat* attendu ainsi qu'à ses conséquences¹. {GT II, III}

Agriculture, foresterie et autres affectations des terres (AFAT et FAT/UTCAF) (*Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU and FOLU/LULUCF)*)

The L'agriculture, la foresterie et les autres affectations des terres (AFAT) jouent un rôle de premier plan en ce qui concerne la *sécurité alimentaire* et le *développement durable*. Dans ce secteur, les principales options d'*atténuation* reposent sur une ou plusieurs des trois stratégies suivantes: la *prévention* des émissions dans l'atmosphère qui consiste à conserver les bassins de carbone existants, dans les sols ou la végétation, ou à réduire les émissions de méthane et d'oxyde nitreux; le *piégeage* qui consiste à donner une ampleur accrue aux bassins de carbone existants et à extraire par conséquent du dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère; et la *substitution* qui consiste à remplacer des combustibles fossiles ou des produits à forte intensité énergétique par des produits biologiques et à réduire ainsi les émissions de CO₂. Les mesures portant sur la demande (moins de pertes et de déchets dans l'alimentation, évolution du régime alimentaire des êtres humains, changement touchant la consommation de bois, etc.) peuvent aussi jouer un rôle.

En tant que sous-ensemble de l'AFAT, la FAT (foresterie et autres affectations des terres), également appelée UTCATF (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), regroupe les émissions et l'absorption des gaz à effet de serre (GES) découlant des activités humaines directement liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie, hormis les émissions agricoles. {GT III}

Albédo (*Albedo*)

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

Altimétrie (*Altimetry*)

Technique employée pour mesurer l'altitude de la surface de la Terre par rapport au centre de la Terre dans un cadre de référence terrestre défini (niveau de la mer géocentrique). {GT I}

Atténuation (des changements climatiques) (*Mitigation (of climate change)*)

Intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les *puits* de gaz à effet de serre (GES). Dans le présent rapport, on évalue aussi les interventions humaines qui visent à réduire les sources d'autres substances et qui peuvent contribuer directement ou indirectement à limiter le *changement climatique*, par exemple celles qui réduisent les émissions de matières particulaires pouvant directement influencer sur le bilan radiatif (ex.: le carbone suie) ou les mesures prises pour lutter contre les émissions de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils et d'autres polluants pouvant modifier la concentration de l'ozone troposphérique qui a un effet indirect sur le *climat*. {GT I, II, III}

¹ Les progrès scientifiques étant pris en compte, le champ d'application et le thème central de cette définition sont différents de ce qu'ils étaient dans le quatrième Rapport d'évaluation et d'autres rapports du GIEC.

Attribution (*Attribution*)

Voir *Détection et attribution*. {GT I, II}

Avantages connexes (*Ancillary benefits*)

Voir *Co-avantages*. {GT II, III}

Biodiversité (*Biodiversity*)

Variabilité des organismes vivants des *écosystèmes* terrestres, marins ou autres. La biodiversité comprend la variabilité au niveau génétique, à celui des espèces et à celui des écosystèmes². {GT II, III}

Bioénergie et captage et stockage du dioxyde de carbone (BECCS) (*Bioenergy and Carbon Dioxide Capture and Storage (BECCS)*)

Application de la technologie du *captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC)* aux processus de conversion en bioénergie. En fonction des émissions totales sur le cycle de vie, y compris l'ensemble des effets marginaux conséquents (découlant du *changement d'affectation des terres indirect* (CATi) et d'autres processus), il serait possible grâce à la BECCS de parvenir à une diminution nette du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère. Voir aussi *Piégeage, séquestration, fixation*. {GT III}

Blocage, enfermement (*Lock-in*)

Situation découlant du fait qu'un marché bute sur une norme alors que les parties prenantes auraient tout intérêt à adopter une solution différente. Dans le présent rapport, le terme est employé de manière plus large, comme la dépendance à l'égard du chemin parcouru, à savoir un type de situation dans laquelle des contraintes pèsent sur des mesures ou options d'*adaptation*, d'*atténuation* ou autres, en raison de décisions, d'événements ou de résultats intervenus antérieurement. {GT II, III}

Boisement (*Afforestation*)

Plantation de nouvelles *forêts* sur des terres qui, historiquement, n'en possédaient pas. Le rapport spécial du GIEC sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000b) propose une analyse du terme *forêt* et d'autres termes connexes tels que *boisement*, *reboisement* et *déboisement*. Voir aussi les informations communiquées par le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 2013) et le rapport sur les 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 (GIEC, 2003). {GT I, III}

Capacité d'adaptation (*Adaptive capacity*)

Capacité d'ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et des autres organismes, leur permettant de se prémunir contre les risques de dégâts, de tirer parti des opportunités ou de réagir aux conséquences³. {GT II, III}

Captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC) (*Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS)*)

Processus consistant à extraire (piéger ou capter) un courant gazeux relativement pur de dioxyde de carbone (CO₂) issu des sources

d'émission industrielles et énergétiques, à le conditionner, à le compresser et à le transporter vers un site de stockage afin de l'isoler de l'atmosphère pendant une longue période. Voir aussi *Bioénergie et captage et stockage du dioxyde de carbone (BECCS)* et *Piégeage, séquestration, fixation*. {GT III}

Catastrophe (*Disaster*)

Grave perturbation du fonctionnement normal d'une population ou d'une société due à l'interaction de phénomènes physiques dangereux avec des conditions de vulnérabilité sociale, qui provoque sur le plan humain, matériel, économique ou environnemental de vastes effets indésirables nécessitant la prise immédiate de mesures pour répondre aux besoins humains essentiels et exigeant parfois une assistance extérieure pour le relèvement. {GT II}

Changement brusque/Changement climatique brusque (*Abrupt change/abrupt climate change*)

Changement beaucoup plus rapide que le rythme d'évolution observé dans l'histoire récente des composantes d'un système. Un *changement climatique* brusque est un changement de grande échelle touchant le *système climatique* et s'étalant sur quelques décennies voire moins. Il persiste (ou devrait persister) durant quelques décennies au moins et provoque des bouleversements dans les systèmes humains et naturels. {GT I, II, III}

Changement climatique (*Climate change*)

Variation de l'état du *climat*, qu'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 ou à des *forçages externes*, notamment les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques ou 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 de *climat* qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables». La CCNUCC établit ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines qui altèrent la composition de l'atmosphère et la *variabilité du climat* imputable à des causes naturelles. Voir aussi *Détection et attribution*. {GT I, II, III}

Changement structurel (*Structural change*)

Changement, par exemple, des parts relatives du produit intérieur brut (PIB) 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. {GT III}

² Définition inspirée de celles adoptées dans le cadre de l'Évaluation mondiale de la biodiversité (Heywood, 1995) et de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005).

³ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans les rapports précédents du GIEC et dans MEA, 2005.

Circulation méridienne océanique (*Meridional Overturning Circulation (MOC)*)

Circulation méridienne (nord-sud) de retournement dans l'océan, quantifiée par les sommes zonales (est-ouest) des transferts de masse selon les couches de profondeur ou de densité. Dans l'Atlantique Nord, au large des régions subpolaires, cette circulation méridienne (qui désigne en principe une quantité observable) est souvent assimilée à la circulation thermohaline, qui est une interprétation conceptuelle incomplète. Il ne faut pas oublier que la circulation méridienne océanique est également provoquée par le vent et qu'elle peut aussi mettre en jeu, à profondeur relativement faible, des cellules de retournement, notamment celles qu'on peut observer dans les couches supérieures des zones océaniques tropicales et subtropicales où les eaux chaudes (légères) augmentent légèrement de densité en se dirigeant vers les pôles et subissent ensuite une subduction à des niveaux plus profonds en se dirigeant vers l'équateur. {GT I, II}.

Climat (*Climate*)

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. {GT I, II, III}

Co-avantages (*Co-benefits*)

Effets positifs qu'une politique ou une mesure ciblée pourrait avoir sur d'autres objectifs, quel que soit l'effet net sur le bien-être social global. Ils sont souvent incertains et dépendent, entre autres, des circonstances locales et des pratiques de mise en œuvre. Les co-avantages sont également désignés par l'expression avantages connexes. {GT II, III}

Concentration en équivalent CO₂ (*CO₂-equivalent (CO₂-eq) concentration*)

Concentration de dioxyde de carbone (CO₂) qui entraînerait le même *forçage radiatif* qu'un mélange donné de CO₂ et d'autres facteurs de forçage. Parmi ces facteurs, on peut ne tenir compte que des gaz à effet de serre (GES) ou, à la fois, des GES, des aérosols et de la modification de l'*albédo* de surface. Si la concentration en équivalent CO₂ est une mesure permettant de comparer le *forçage radiatif* d'un mélange de différents facteurs de forçage à un moment donné, elle n'implique cependant pas d'équivalence en ce qui concerne les réponses correspondantes du changement climatique ou le forçage futur. Il n'existe en général aucune corrélation entre les *émissions en équivalent CO₂* et les concentrations en équivalent CO₂ qui en résultent. {GT I, III}

Confiance (*Confidence*)

Validité d'un résultat, selon la nature, la quantité, la qualité et la cohérence des éléments probants correspondants (compréhension mécaniste, théorie, données, modèles, avis d'experts, etc.) et selon le degré de cohérence associé à ce résultat. Dans le présent rapport, elle est exprimée en termes qualitatifs (Mastrandrea *et al.*, 2010). Pour les degrés de confiance, voir la figure 1.11 (GT I, RE5); pour la liste des qualificatifs s'appliquant à la *probabilité*, voir le tableau 1.2 (GT I, RE5); voir également l'encadré 1-1 (GT II, RE5). Voir aussi *Incertitude*. {GT I, II, III}

Coût privé (*Private costs*)

Ensemble des coûts supportés par des personnes, des entreprises ou d'autres entités privées qui engagent une action, alors que le coût social comprend en plus le coût externe que supportent l'environnement et la société dans son ensemble. Les estimations quantitatives tant du coût privé que du *coût social* peuvent se révéler incomplètes, car il est difficile de mesurer tous les facteurs qui entrent en jeu. {GT III}

Coût social (*Social costs*)

Voir *Coût privé*. {GT III}

Coût social du carbone (*Social cost of carbon*)

Valeur nette actuelle des dommages (leur gravité étant exprimée par une valeur positive) que l'émission d'une tonne supplémentaire de carbone sous la forme de dioxyde de carbone (CO₂) fait subir au climat, subordonnée à la trajectoire mondiale des émissions dans le temps. {GT II, III}

Cycle du carbone (*Carbon cycle*)

Expression utilisée pour désigner le flux de carbone (sous diverses formes telles que le dioxyde de carbone (CO₂)) dans l'atmosphère, les océans, la biosphère terrestre et marine et la lithosphère. Dans le présent rapport, on utilise comme unité de référence la gigatonne de dioxyde de carbone (GtCO₂) ou la gigatonne de carbone (GtC; 1 GtC = 10¹⁵ grammes de carbone, soit 3,667 GtCO₂). {GT I, II, III}

Cycle hydrologique (*Hydrological cycle*)

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 dans les océans et sur les terres émergées 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 à nouveau. Les différents systèmes participant au cycle hydrologique sont habituellement qualifiés de systèmes hydrologiques. {GT I, II}

Danger (*Hazard*)

Éventualité d'un phénomène ou d'une tendance physique, naturel ou anthropique, ou d'une *incidence* physique susceptible d'entraîner des pertes en vies humaines, des blessures ou autres effets sur la santé, ainsi que des dégâts et des pertes touchant les biens, les infrastructures, les moyens de subsistance, la fourniture des services, les *écosystèmes* et les ressources environnementales. Dans le présent rapport, ce terme se rapporte en général aux phénomènes et tendances physiques dangereux associés au *climat* ou à leurs impacts physiques. {GT II}

Déboisement (*Deforestation*)

Conversion d'une *forêt* en zone non forestière. Le rapport spécial du GIEC sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000b) propose une analyse du terme *forêt* et de termes apparentés tels que *boisement*, *reboisement* et *déboisement*. Voir aussi les informations communiquées par le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 2013) et le rapport sur les 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 (GIEC, 2003). {GT I, II}

Décarbonisation (Decarbonization)

Processus par lequel les pays et d'autres entités visent une économie sobre en carbone, ou par lequel les individus cherchent à réduire leur consommation de carbone. {GT II, III}

Déficit d'adaptation (Adaptation deficit)

Écart entre l'état présent d'un système et un état qui minimiserait les effets négatifs des conditions climatiques en cours et de la variabilité du *climat*. {GT II}

Détection des incidences du changement climatique (Detection of impacts of climate change)

Pour un système naturel, humain ou administré, identification d'un changement par rapport à une *situation de référence* précise. Cette référence définit un comportement en l'absence de *changement climatique* et peut être stationnaire ou non (par exemple sous l'effet d'un *changement d'affectation des terres*). {GT II}

Détection et attribution (Detection and attribution)

La détection d'un changement est le processus consistant à démontrer que le *climat* ou un système sous l'effet du *climat* a changé selon certains critères statistiquement définis, sans donner la raison de ce changement. Un changement déterminé est détecté dans les observations s'il est établi que sa *probabilité* d'occurrence par un hasard découlant uniquement de la *variabilité* interne est faible – inférieure à 10 % par exemple. L'*attribution* est le processus consistant à évaluer les contributions relatives des différents facteurs déterminants d'un changement ou d'un phénomène, en précisant un degré de confiance statistique (Hegerl *et al.*, 2010). {GT I, II}

Développement durable (Sustainable development)

Développement qui répond aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. (CMED, 1987) {GT II, III}

Dilatation thermique (Thermal expansion)

En relation avec le 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. {GT I, II}

Durabilité (Sustainability)

Processus dynamique qui garantit la persistance de systèmes naturels et humains en toute équité. {GT II, III}

Écoservices (Ecosystem services)

Processus ou fonctions écologiques qui présentent un intérêt, pécuniaire ou non, pour des personnes ou pour une société dans son ensemble. On distingue souvent : 1) les services de soutien tels que le maintien de la productivité ou de la *biodiversité*; 2) les services d'approvisionnement, par exemple en aliments, en fibres ou en poisson; 3) les services de régulation tels que la régulation climatique ou le *piégeage* du carbone; et 4) les services culturels tels que le tourisme ou les activités de caractère spirituel et esthétique. {GT II, III}

Écosystème (Ecosystem)

Complexe constitué d'organismes vivants, de leur milieu non vivant et de l'ensemble de leurs interactions, considéré en tant qu'unité fon-

ctionnelle. Les composantes d'un écosystème donné et ses limites spatiales sont fonction de l'objet pour lequel l'écosystème est défini : dans certains cas, elles sont relativement précises et dans d'autres, relativement floues. Les limites d'un écosystème peuvent évoluer avec le temps. Des écosystèmes se nichent au sein d'autres écosystèmes; ils peuvent être très petits ou représenter l'ensemble de la biosphère. Au cours de la période actuelle, la plupart des écosystèmes comprennent l'être humain en tant qu'organisme clé ou subissent l'influence des activités humaines dans leur milieu. {GT I, II, III}

Effets secondaires indésirables (Adverse side effects)

Effets négatifs qu'une politique ou une mesure ciblée pourrait avoir sur d'autres objectifs, quel que soit l'effet net sur le bien-être social global. Ils sont souvent incertains et dépendent, entre autres, des circonstances locales et des pratiques de mise en œuvre. Voir aussi *Co-avantages* et *Risque*. {GT III}

El Niño-oscillation australe (ENSO) (El Niño-Southern Oscillation (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 date. Ce phénomène océanique est lié à une fluctuation de la configuration de la pression en surface dans les zones tropicales et subtropicales, dénommée *oscillation australe*. Ce phénomène couplé atmosphère-océan se produit à des échelles de temps de 2 à 7 ans environ; il est connu sous le nom d'*El Niño-oscillation australe* (ENSO). Il est souvent mesuré par l'écart des anomalies de pression en surface entre Tahiti et Darwin ou 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 des téléconnexions à l'échelle de la planète. La phase froide du phénomène ENSO est appelée *La Niña*. Voir les indices correspondants dans l'encadré 2.5 (GT I, RE5). {GT I, II}

Élimination du dioxyde de carbone (EDC) (Carbon Dioxide Removal (CDR))

On entend par méthodes d'élimination du dioxyde de carbone, l'ensemble des techniques visant à extraire directement le CO₂ de l'atmosphère soit 1) en augmentant la capacité des *puits* naturels de carbone, soit 2) en faisant appel à l'ingénierie chimique pour éliminer le CO₂, dans le but d'en réduire la concentration dans l'atmosphère. Ces méthodes reposent sur les systèmes océaniques et terrestres, mais aussi sur des moyens techniques; elles comprennent la fertilisation par le fer, le *boisement* à grande échelle et le piégeage direct du CO₂ de l'atmosphère grâce à des moyens faisant appel à l'ingénierie chimique. Certaines méthodes d'EDC relèvent de la *géo-ingénierie* et d'autres pas, et ce, en fonction de l'ordre de grandeur, de l'échelle et des incidences des activités d'EDC. La distinction entre l'EDC et l'*atténuation* n'est pas clairement établie, si bien que les définitions fournies actuellement peuvent se chevaucher (GIEC, 2012b, p. 2). Voir aussi *Gestion du rayonnement solaire (GRS)*. {GT I, III}

Émission en équivalent CO₂ (*CO₂-equivalent (CO₂-eq) emission*)

Quantité émise de dioxyde de carbone (CO₂) qui provoquerait le même *forçage radiatif* intégré, pour un horizon temporel donné, qu'une quantité émise d'un seul ou de plusieurs gaz à effet de serre (GES). L'émission en équivalent CO₂ est obtenue en multipliant l'émission d'un GES par son *potentiel de réchauffement global (PRG)* pour l'horizon temporel considéré (pour les valeurs de PRG des différents gaz à effet de serre mentionnés ici, voir le tableau 8.A.1, chapitre 8 (GT I) et l'annexe II.9.1 (GT III)). Dans le cas d'un mélange de GES, l'émission en équivalent CO₂ est obtenue en additionnant les émissions en équivalent CO₂ de chacun des gaz. Si l'émission en équivalent CO₂ est une mesure couramment utilisée pour comparer les émissions de différents GES, elle n'implique cependant pas d'équivalence en ce qui concerne les réponses correspondantes du changement climatique. Il n'existe en général aucune corrélation entre les émissions en équivalent CO₂ et les *concentrations en équivalent CO₂* qui en résultent. {GT I, III}

Émissions indirectes (*Indirect emissions*)

Émissions résultant d'activités conduites dans des périmètres bien définis, par exemple celles d'une région, d'un secteur économique, d'une entreprise ou d'un processus, mais qui se produisent en dehors de ces périmètres. Des émissions sont dites indirectes, par exemple, lorsqu'elles se rapportent à l'utilisation d'énergie thermique mais se produisent physiquement en dehors des limites du secteur consommateur, ou sont liées à la production d'électricité mais se produisent physiquement en dehors du secteur de l'approvisionnement en électricité. {GT III}

Émissions négatives nettes (*Net negative emissions*)

Situation dans laquelle, du fait des activités humaines, la quantité de gaz à effet de serre (GES) séquestrée ou stockée excède la quantité rejetée dans l'atmosphère. {encadré 2.2, note de bas de page 29, Rapport de synthèse}

Engagements pris à Cancún (*Cancún Pledges*)

Au cours de l'année 2010, de nombreux pays ont présenté au Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) les plans qu'ils avaient mis au point pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES). Ces plans sont désormais pris en compte officiellement au titre de la Convention. Les pays développés ont proposé des plans dans lesquels ils s'engagent à réaliser les objectifs fixés en matière de réduction d'émissions pour l'ensemble de l'économie, principalement à l'horizon 2020, tandis que les pays en développement ont proposé, sous la forme de plans d'action, des mesures visant à limiter la croissance de leurs émissions. {GT III}

Ensemble (*Ensemble*)

Groupe de simulations effectuées à l'aide de modèles, utilisé pour établir les caractéristiques d'une prévision ou d'une *projection climatique*. Les différences touchant les conditions initiales et la formulation des modèles se traduisent par des écarts dans l'évolution des systèmes modélisés; ainsi obtient-on des informations sur l'incertitude associée aux erreurs propres aux modèles et aux conditions initiales, dans le cas des prévisions climatiques, et sur l'incertitude associée aux erreurs propres aux modèles et à la *variabilité du climat* d'origine interne, dans le cas des *projections climatiques*. {GT I, II}

Eutrophisation (*Eutrophication*)

Enrichissement excessif de l'eau en éléments nutritifs, notamment

l'azote et le phosphore. C'est une des causes principales de la dégradation de la qualité de l'eau. Les deux symptômes les plus aigus de l'eutrophisation sont l'hypoxie (ou appauvrissement en oxygène) et la prolifération d'algues toxiques. {GT II}

Évaluation intégrée (*Integrated assessment*)

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'ampleur et les conséquences des changements environnementaux de même que les mesures prises pour y remédier. Voir aussi *Modèles intégrés*. {GT II, III}

Exposition (*Exposure*)

Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'*écosystèmes*, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptibles de subir des dommages. {GT III}

Extrême climatique (phénomène météorologique ou climatique extrême) (*Climate extreme (extreme weather or climate event)*)

Voir *Phénomène météorologique extrême*. {GT I, II}

Financement pour le climat ou climatique (*Climate finance*)

Il n'existe pas de définition bien établie de cette expression qui s'applique à la fois aux ressources financières consacrées mondialement à la lutte contre le *changement climatique* et aux flux financiers vers les pays en développement destinés à aider ces derniers à lutter contre le *changement climatique*. Dans ces domaines, les publications sur le sujet proposent plusieurs notions dont voici les plus utilisées: {GT III}

Coûts supplémentaires (*Incremental costs*)

Coût en capital de l'*investissement supplémentaire* et différence de coûts de fonctionnement et de maintenance entre un projet d'*atténuation* ou d'*adaptation* et un projet de référence. La soustraction des valeurs nettes actuelles des deux projets permet de calculer ces coûts supplémentaires.

Financement global pour le climat (Total climate finance)

Ensemble des flux financiers dont l'effet attendu est de réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) ou d'augmenter la *résilience* face aux *incidences* de la *variabilité du climat* et au *changement climatique* prévu. Cela inclut les fonds privés et publics, les flux nationaux et internationaux, ainsi que les dépenses en faveur de l'*atténuation* et de l'*adaptation* face aux variations actuelles du climat ainsi qu'au *changement climatique* futur.

Flux du financement global pour le climat vers les pays en développement (Total climate finance flowing to developing countries)

Partie du *financement global* pour le climat investie dans les pays en développement, émanant des pays développés. Cela inclut les fonds privés et publics.

Flux de la finance climatique, du secteur privé vers les pays en développement (Private climate finance flowing to developing countries)

Fonds et investissements émanant d'acteurs du secteur privé des pays développés, destinés à financer des activités d'*atténuation* et d'*adaptation* dans les pays en développement.

Flux de la finance climatique, du secteur public vers les pays en développement (Public climate finance flowing to developing countries)

Fonds émanant des pouvoirs publics et d'institutions bilatérales des pays développés, ainsi que d'institutions multilatérales, destinés à financer des activités d'*atténuation* et d'*adaptation* dans les pays en développement. Il s'agit pour la plupart de subventions et de prêts à des conditions privilégiées.

Investissement supplémentaire (Incremental investment)

Apport supplémentaire en capital que nécessite l'investissement initial d'un projet d'*atténuation* ou d'*adaptation* par comparaison à un projet de référence.

Forçage externe (External forcing)

Se rapporte à un agent de forçage extérieur au *système climatique* qui provoque un changement dans ce dernier. Les éruptions volcaniques, les variations de l'activité solaire, les changements anthropiques de la composition de l'atmosphère ainsi que les *changements d'affectation des terres* sont des forçages externes. Le forçage orbital est également un forçage externe, l'insolation variant en fonction des caractéristiques de l'orbite de la Terre (excentricité, obliquité, précession des équinoxes). {GT I, II}

Forçage radiatif (Radiative forcing)

Force des facteurs en jeu, quantifiée sous forme d'un forçage radiatif (FR) en watts par mètre carré ($W m^{-2}$), comme dans les précédentes évaluations du GIEC. Le forçage radiatif est la variation de flux énergétique causée par un facteur; il est calculé à la tropopause ou au sommet de l'atmosphère. {GT I}

Forêt (Forest)

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. Le rapport spécial du GIEC sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000b) propose une analyse du terme *forêt* et de termes apparentés tels que *boisement*, *reboisement* et *déboisement*. Voir aussi les informations communiquées par le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 2013) et le rapport sur les 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 (GIEC, 2003). {GT I, III}

Fuite

voir Transferts d'émissions (*Leakage*)

Géo-ingénierie (Geoengineering)

Terme qui se rapporte à un vaste ensemble de méthodes et de techniques visant à modifier délibérément le *système climatique* pour lutter contre les effets du *changement climatique*. Dans la plupart des cas, mais pas dans tous, ces méthodes visent à 1) réduire la quanti-

té d'énergie solaire absorbée par le *système climatique* (*gestion du rayonnement solaire*) ou 2) augmenter la capacité nette des *puits* de carbone atmosphérique à une échelle suffisamment grande pour avoir un effet sur le *climat* (*élimination du dioxyde de carbone*). L'échelle et le but ont une importance capitale. Deux caractéristiques essentielles des méthodes de géo-ingénierie suscitent des inquiétudes particulières: elles utilisent ou touchent le *système climatique* (ex.: atmosphère, terres émergées ou océans) à l'échelle mondiale ou régionale et/ou elles pourraient avoir des effets considérables indésirables au-delà des frontières nationales. La géo-ingénierie est différente de la modification artificielle du temps et du génie écologique, mais la distinction peut ne pas être claire (GIEC, 2012b, p. 2). {GT I, II, III}

Gestion des risques (Risk management)

Plans, mesures ou politiques visant à réduire la *probabilité* et/ou les conséquences des *risques* ou à réagir aux conséquences. {GT II}

Gestion du rayonnement solaire (GRS) (Solar Radiation Management (SRM))

Modification intentionnelle du bilan radiatif de courtes longueurs d'onde à la surface terrestre destinée à réduire le *changement climatique* selon une métrique donnée (ex.: température en surface, précipitations, *incidences* à l'échelle d'une région, etc.). L'introduction artificielle d'aérosols dans la stratosphère ou l'augmentation de la luminance des nuages sont deux exemples de techniques de GRS. Des méthodes visant à modifier certains éléments du bilan radiatif de grandes longueurs d'onde qui réagissent rapidement (notamment les cirrus), bien que n'étant pas à proprement parler des techniques de GRS, peuvent néanmoins y être associées. Selon les définitions qu'on leur donne d'ordinaire, les termes *atténuation* et *adaptation* ne couvrent pas les techniques de GRS (GIEC, 2012b, p. 2). Voir aussi *Élimination du dioxyde de carbone (EDC)* et *Géo-ingénierie*. {GT I, III}

Gestion intégrée des zones côtières (Integrated Coastal Zone Management (ICZM))

Approche intégrée en faveur d'une gestion durable des zones côtières, prenant en compte tous les habitats et toutes les utilisations. {GT II}

Incertitude (Uncertainty)

Degré de connaissance incomplète pouvant découler d'un manque d'information ou d'un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. L'incertitude peut avoir des origines diverses et résulter ainsi d'une imprécision dans les données, d'une ambiguïté dans la définition 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 (ex.: une fonction de densité de probabilité) ou par des énoncés qualitatifs (reflétant par exemple l'opinion d'une équipe d'experts). (Voir Moss et Schneider, 2000; Manning et al., 2004; Mastrandrea et al., 2010.) Voir aussi *Confiance* et *Probabilité*. {GT I, II, III}

Incidences (conséquences, impacts) (Impacts (consequences, outcomes))

Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, le terme est employé principalement pour désigner les effets, sur les systèmes naturels et humains, des *phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes* et des *changements climatiques*. Il s'agit en général des effets sur la vie des personnes, les modes de subsistance, la

santé, les *écosystèmes*, le patrimoine économique, social et culturel, les services et les infrastructures, découlant de leurs interactions avec les *changements climatiques* ou les phénomènes climatiques dangereux qui se produisent au cours d'une période donnée, et de la *vulnérabilité* de la société ou du système exposé. Dans ce sens, on emploie aussi les termes conséquences ou impacts. Les incidences du *changement climatique* sur les systèmes géophysiques, notamment les *inondations*, les *sécheresses* et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble d'incidences appelées impacts physiques. {GT II}

Inondation (*Flood*)

Submersion par l'eau débordant du lit normal d'un cours d'eau ou d'autres masses d'eau, ou accumulation d'eau sur des zones qui ne sont pas normalement submergées. On englobe sous ce terme les crues fluviales, les crues éclair, les crues en milieu urbain, les inondations pluviales, les débordements d'égouts, les inondations côtières et les crues de rupture de lacs glaciaires. {GT II}

Intensité de carbone (*Carbon intensity*)

Quantité de dioxyde de carbone (CO₂) émis par unité d'une autre variable, telle que le produit intérieur brut (PIB), l'énergie fournie utilisée ou les transports. {GT III}

Intensité énergétique (*Energy intensity*)

Rapport de la consommation d'énergie à la production économique ou physique. {GT III}

Irréversibilité (*Irreversibility*)

L'état perturbé d'un système dynamique est dit irréversible, à une échelle de temps donnée, quand le temps nécessaire pour que le système retrouve son état normal par des processus naturels est nettement plus long que celui qu'il faut pour que le système atteigne cet état perturbé. Dans le cadre du présent rapport, l'échelle de temps en question va du siècle au millénaire. Voir aussi *Point de bascule*. {GT I}

Limite de l'adaptation (*Adaptation limit*)

Point à partir duquel il sera impossible d'atteindre les objectifs fixés par un acteur (ou de satisfaire les besoins d'un système) par des mesures d'adaptation compte tenu de *risques* intolérables. {GT II}

Limite souple de l'adaptation (*Soft adaptation limit*)

On ne dispose pas actuellement de solutions permettant d'éviter les *risques* intolérables par des mesures d'adaptation.

Limite stricte de l'adaptation (*Hard adaptation limit*)

Aucune mesure d'adaptation ne peut être appliquée permettant d'éviter des *risques* intolérables.

Modèle climatique (spectre ou hiérarchie) (*Climate model (spectrum or hierarchy)*)

Représentation numérique du *système climatique* fondée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes et leurs processus d'interaction et de *rétroaction*, et qui tient compte 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 paramétrages empiriques. Les *modèles de 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. Les modèles climatiques sont des outils de recherche pour l'étude et la simulation du *climat*, ainsi qu'à des fins opérationnelles, notamment pour les prévisions climatiques mensuelles, saisonnières et interannuelles. {GT I, II, III}

Modèle climatique mondial (également appelé modèle de circulation générale) (*Global climate model (also referred to as general circulation model, both abbreviated as GCM)*)

Voir *Modèle climatique*. {GT I, II}

Modèle du système Terre (MST) (*Earth System Model (ESM)*)

Modèle de circulation générale couplé atmosphère-océan comprenant une représentation du *cycle du carbone* et permettant des calculs interactifs de la teneur de l'atmosphère en CO₂ ou des émissions compatibles. Il peut comprendre aussi d'autres composantes (ex.: chimie de l'atmosphère, nappes glaciaires, végétation dynamique, cycle de l'azote, ou encore modèles de conditions urbaines ou de cultures). Voir aussi *Modèle climatique*. {GT I, II}

Modèles intégrés (*Integrated models*)

Modèles servant à étudier les interactions entre plusieurs secteurs de l'économie ou plusieurs composantes d'un système distinct, tel le système énergétique. Dans le contexte des *profils d'évolution des transformations*, ces modèles comprennent au moins des représentations complètes et décomposées du système énergétique et de ses liens avec l'économie globale, ce qui permet d'étudier les interactions entre les différents éléments du système. Il peut s'agir de représentations du secteur de l'économie dans son ensemble, de l'*utilisation des terres*, du *changement d'affectation des terres (CAT)* et du *système climatique*. Voir aussi *Évaluation intégrée*. {GT III}

Motifs de préoccupation (*Reasons For Concern (RFCs)*)

Éléments d'un cadre de classification, élaboré initialement dans le troisième Rapport d'évaluation (GIEC, 2001b), qui vise à permettre de porter un jugement pour établir à quel niveau le *changement climatique* se révèle « dangereux » (selon la terminologie employée dans l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)), en fonction de l'ensemble des *incidences*, des *risques* et des *vulnérabilités*. {GT II}

Nappe glaciaire marine (*Marine-based ice sheet*)

Nappe glaciaire dont une partie importante repose sur un soubassement se trouvant sous le niveau de la mer et dont le périmètre est en contact avec l'océan. La plus connue se situe dans l'Antarctique occidental. {GT I}

Onde de tempête (*Storm surge*)

Effets 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 l'excès du niveau observé par rapport à la marée habituellement prévue à l'endroit et au moment considérés. {GT I, II}

Pauvreté (Poverty)

La notion complexe de pauvreté reçoit plusieurs définitions émanant d'écoles de pensée différentes. Les diverses conceptions font référence aux conditions matérielles (besoin, structure de la privation, restriction de ressources, etc.), aux conditions économiques (niveau de vie, inégalités, position économique, etc.) et/ou aux relations sociales (classe sociale, dépendance, exclusion, manque de sécurité, privation de droits, etc.). {GT III}

Pergélisol (Permafrost)

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. {GT I, II}

pH (pH)

Mesure adimensionnelle de l'acidité de l'eau (ou de toute autre solution) obtenue à partir de la concentration en ions hydrogène (H^+). Le pH est mesuré sur une échelle logarithmique où $pH = -\log_{10}(H^+)$. Par conséquent, une diminution du pH d'une unité correspond à un déculement de la concentration de H^+ , c'est-à-dire de l'acidité. {GT I}

Phénomène météorologique extrême (Extreme weather event)

Phénomène rare en un endroit et à un moment de l'année particuliers. Même si les définitions du mot rare varient, un phénomène météorologique extrême devrait normalement se produire aussi rarement, sinon plus, que le dixième ou le quatre-vingt-dixième centile de la fonction de densité de probabilité établie à partir des observations. Par définition, les caractéristiques de conditions météorologiques extrêmes peuvent, dans l'absolu, varier d'un lieu à un autre. Lorsque des conditions météorologiques extrêmes se prolongent pendant un certain temps, l'espace d'une saison par exemple, elles peuvent être considérées comme un *phénomène climatique extrême*, en particulier si elles correspondent à une moyenne ou à un total en lui-même extrême (ex.: une *sécheresse* ou de fortes pluies pendant toute une saison). {GT I, II}

Piégeage, séquestration, fixation (Sequestration)

Piégeage (c'est-à-dire incorporation d'une substance potentiellement nocive dans un réservoir) de substances contenant du carbone, en particulier le dioxyde de carbone (CO_2), dans des réservoirs terrestres ou marins. Le piégeage biologique contribue à l'élimination directe du CO_2 présent dans l'atmosphère par l'intermédiaire d'un *changement d'affectation des terres (CAT)*, du *boisement*, du reboisement, de la restauration du couvert végétal, du stockage du carbone dans les décharges et de pratiques agricoles favorisant l'augmentation de la teneur en carbone des sols (gestion des terres cultivées, gestion des pâturages). Dans certaines publications scientifiques, on emploie le terme piégeage (du carbone) par référence au *captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC)*, mais ce n'est pas le cas dans le présent rapport. {GT III}

Point de bascule (Tipping point)

Degré de changement touchant les propriétés d'un système au-delà duquel le système en question se réorganise, souvent de façon abrupte, et ne revient pas à son état initial, même si les facteurs du changement sont supprimés. S'agissant du *système climatique*, il s'agit d'un seuil critique hypothétique au-delà duquel le *climat* mondial ou régional passe d'un état stable à un autre. La bascule peut se révéler irréversible. Voir aussi *irréversibilité*. {GT I, II, III}

Politique quasi sans regret (Low regrets policy)

Politique procurant des avantages nets sur le plan social et/ou économique dans le *climat* actuel et pour divers scénarios d'évolution du climat. {GT II}

Potentiel de réchauffement global (PRG) (Global Warming Potential (GWP))

Indice du *forçage radiatif* faisant suite à l'émission d'une unité de masse d'une substance donnée, intégré pour un horizon temporel donné, par rapport à celui de la substance de référence, le dioxyde de carbone (CO_2). Il représente donc l'effet combiné des temps de séjour différents de ces substances dans l'atmosphère et de leur pouvoir de *forçage radiatif*. {GT I, III}

Potentiel d'évolution de la température planétaire (GTP) (Global Temperature change Potential (GTP))

Indice de la variation de la température moyenne à la surface du globe à un moment déterminé, à la suite de l'émission d'une unité de masse d'une substance donnée par rapport à celle de la substance de référence, le dioxyde de carbone (CO_2). Il représente donc l'effet combiné des temps de séjour différents de ces substances dans l'atmosphère, de leur pouvoir de *forçage radiatif* et de la réponse du *système climatique*. Le GTP a été défini de deux manières:

- GTP fixe: basé sur un horizon temporel fixe dans le futur (ex. GTP₁₀₀ pour un horizon temporel de 100 ans);
- GTP dynamique: basé sur une année cible (ex. l'année au cours de laquelle la température moyenne à l'échelle du globe devrait atteindre un niveau donné). Dans ce cas, l'horizon temporel diminue alors qu'approche l'année cible et la valeur du GTP change pour les émissions qui surviennent à une date plus éloignée. {GT I, chapitre 8}

Précarité énergétique (Fuel poverty)

Situation dans laquelle un ménage est dans l'incapacité de garantir un certain niveau de consommation de services énergétiques domestiques (chauffage en particulier) ou fait face à des dépenses disproportionnées pour répondre à ses besoins dans ce domaine. {GT III}

Préindustriel (Pre-industrial)

Voir *Révolution industrielle*. {GT I, II, III}

Prix du carbone (Carbon price)

Prix des émissions de dioxyde de carbone (CO_2) ou des *émissions en équivalent CO_2* évitées ou rejetées. Il peut se rapporter au montant de la *taxe sur le carbone* ou au prix des permis d'émission. Dans de nombreux modèles servant à estimer le coût économique de l'*atténuation*, le prix du carbone est utilisé comme une donnée indirecte destinée à fournir une idée de l'effort qu'exige une politique en faveur de l'atténuation. {GT III}

Probabilité (Likelihood)

Éventualité d'un résultat particulier, quand il est possible de l'évaluer d'un point de vue probabiliste. Elle est exprimée dans le présent rapport à l'aide d'une terminologie standard (Mastrandrea *et al.*, 2010), définie dans le tableau 1.2 (GT I, RE5) et dans l'encadré 1-1 (GT II, RE5). Voir aussi *Confiance* et *Incertitude*. {GT I, II, III}

Profil d'évolution des transformations (*Transformation pathway*)

Trajectoire suivie dans le temps pour atteindre différents objectifs d'émissions de gaz à effet de serre (GES), de concentrations atmosphériques ou d'évolution de la température moyenne à la surface du globe, qui sous-entend un ensemble de modifications économiques et technologiques, et des changements de comportement. Cela peut comprendre des changements dans la façon d'utiliser et de produire l'énergie, d'utiliser et d'établir les infrastructures, de gérer les ressources naturelle et d'établir des institutions, et des changements touchant le rythme et les orientations de l'évolution technologique. Voir aussi *Situation de départ (ou de référence)*, *Scénario d'émissions*, *Scénario d'atténuation*, *Profil représentatifs d'évolution de concentration (RCP)* et *Scénarios SRES*. {GT III}

Profil d'évolution excessive (*Overshoot pathways*)

Profil d'évolution d'émissions, de concentration ou de température dans lesquels la valeur de la métrique étudiée dépasse temporairement l'objectif à long terme. {GT III}

Profil d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique (*Climate-resilient pathways*)

Processus itératif de gestion du changement au sein de systèmes complexes visant à atténuer les bouleversements et à multiplier les opportunités associés au *changement climatique*. {GT II}

Profil représentatifs d'évolution de concentration (RCP) (*Representative Concentration Pathways (RCPs)*)

Scénarios comprenant les séries chronologiques des émissions et des concentrations de l'ensemble des gaz à effet de serre (GES) et aérosols, et des gaz chimiquement actifs, ainsi que de l'*utilisation des terres* et de la couverture terrestre (Moss *et al.*, 2008). Ces profils sont représentatifs dans la mesure où ils font partie d'un ensemble de scénarios distincts possibles conduisant à un *forçage radiatif* aux caractéristiques similaires. On parle de *profil d'évolution* pour souligner le fait qu'on ne s'intéresse pas seulement aux niveaux de concentration atteints à long terme, mais aussi à la trajectoire suivie pour parvenir à ce résultat (Moss *et al.*, 2010).

En général, les RCP se rapportent à la partie de l'évolution allant jusqu'à 2100, pour laquelle les modèles d'évaluation intégrés produisent des *scénarios d'émissions* correspondants. Les profils d'évolution de concentration à très long terme (ECP) fournissent une description de ce qui se produit lorsqu'on prolonge les RCP entre 2100 et 2500, ce qu'on calcule en se basant sur des règles simples établies au cours de consultations avec les parties prenantes; ils ne représentent pas des scénarios parfaitement cohérents.

Pour les besoins du présent rapport, quatre RCP établis par des *modèles d'évaluation intégrés* et ayant fait l'objet de publication ont été choisis comme base des prévisions et des *projections climatiques* présentées dans les chapitres 11 à 14 (GT I, RE5) (GIEC, 2013b):

RCP2,6

Profil dans lequel le *forçage radiatif* atteint un pic d'environ 3 W m⁻² avant 2100, puis décroît (ECP correspondant basé sur des émissions constantes après 2100);

RCP4,5 et RCP6,0

Profil de stabilisation intermédiaires, où le *forçage radiatif* se sta-

bilise à environ 4,5 W m⁻² et 6,0 W m⁻² après 2100 (ECP correspondants basés sur des concentrations constantes après 2150);

RCP8,5

Profil haut, dans lequel le *forçage radiatif* excède 8,5 W m⁻² en 2100 et continue de croître pendant un certain temps encore (ECP correspondant basé sur des émissions constantes après 2100 et des concentrations constantes après 2250).

Une description approfondie des scénarios futurs est présentée dans l'encadré 1.1 (GT I, RE5). Voir aussi van Vuuren *et al.*, 2011. {GT I, II, III}

Projection (*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 socio-économiques ou des techniques, qui peuvent ou non se concrétiser. Voir aussi *Projection climatique*. {GT I, II}

Projection climatique (*Climate projection*)

Simulation de la réponse du *système climatique* à un scénario futur d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols, obtenue généralement à l'aide de *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 socio-économique et technologique à venir, ces hypothèses pouvant se réaliser ou non. {GT I, II, III}

Puits (*Sink*)

Tout processus, activité ou mécanisme qui élimine de l'atmosphère un gaz à effet de serre (GES), un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre ou d'aérosol. {GT I, II, III}

Rapport coût-efficacité (*Cost-effectiveness*)

Une politique présente un bon rapport coût-efficacité lorsqu'elle atteint un objectif donné à moindres frais. Les *modèles intégrés* s'approchent de solutions efficaces par rapport au coût, sauf s'ils sont contraints de se comporter autrement. Les *scénarios d'atténuation* présentant un bon rapport coût-efficacité se fondent sur une mise en œuvre « stylisée », dans laquelle un seul et même prix du dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre (GES) s'applique à tous les secteurs de tous les pays du globe, ce prix augmentant dans le temps pour que les coûts actualisés à l'échelle du globe soient les plus bas. {GT III}

Reboisement (*Reforestation*)

Plantation de *forêts* sur des terres anciennement forestières, mais converties à d'autres usages. Le rapport spécial du GIEC sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000b) propose une analyse plus approfondie du terme *forêt* et d'autres termes connexes tels que *boisement*, *reboisement* et *déboisement*. Voir aussi les informations communiquées par le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 2013) et le rapport sur les 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 (GIEC, 2003). {GT I, II, III}

Réchauffement mondial (*Global warming*)

Augmentation progressive, prévue ou observée, de la température à la surface du globe, qui est l'une des conséquences du *forçage radiatif* provoqué par les émissions anthropiques. {GT III}

Réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts (REDD) (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD)*)

Effort visant à attribuer une valeur monétaire au carbone stocké dans les *forêts*, ce qui fournit des incitations aux pays en développement pour qu'ils réduisent leurs émissions provenant des terres boisées et investissent dans des programmes à faible intensité de carbone afin de parvenir au *développement durable*. C'est par conséquent un mécanisme d'*atténuation* fondée sur le fait d'éviter le déboisement. REDD+ ne se limite pas au *reboisement* et à la dégradation des *forêts*; ce mécanisme comprend aussi la préservation et la gestion durable des *forêts* et le renforcement des stocks de carbone forestiers. Le concept a été introduit en 2005 au cours de la onzième session de la Conférence des Parties (COP) à Montréal, puis une place plus importante lui a été accordée lors de la treizième session de la COP, tenue en 2007 à Bali, puisqu'il figure dans le Plan d'action de Bali qui appelle à envisager: «Des démarches générales et des mesures d'incitation positive pour tout ce qui concerne la réduction des émissions résultant du *déboisement* et de la dégradation des *forêts* dans les pays en développement; ainsi que le rôle de la préservation et de la gestion durable des *forêts* et du renforcement des stocks de carbone forestiers dans les pays en développement». Depuis lors, le soutien en faveur de REDD s'étant accru, ledit concept est devenu un cadre d'action appuyé par plusieurs pays. {GT III}

Répartition des efforts/Partage des charges (*Burden sharing/effort sharing*)

Dans le contexte de l'*atténuation*, répartition des efforts de réduction des sources ou de renforcement des *puits* de gaz à effet de serre (GES) par rapport à des niveaux historiques ou projetés, dont l'attribution répond à certains critères. Cette répartition des efforts comprend aussi le partage des coûts entre les pays. {GT III}

Réponse du climat (*Climate response*)

Voir *Sensibilité du climat*. {GT I}

Réponse transitoire du climat aux émissions cumulées de CO₂ (RTCE) (*Transient Climate Response to Cumulative CO₂ Emissions (TCRE)*)

Variation transitoire de la température moyenne à la surface du globe par unité (en général 1 000 PgC) d'émissions cumulées de CO₂. La RTCE renseigne à la fois sur la fraction transportée par l'air des émissions cumulées de CO₂ (fraction de la quantité totale de CO₂ émis qui demeure dans l'atmosphère) et sur la réponse transitoire du climat (RTC). {GT I}

Résilience (*Resilience*)

Capacité des systèmes sociaux, économiques ou environnementaux à faire face à une perturbation, une tendance ou un événement dangereux, leur permettant d'y réagir ou de se réorganiser de façon à conserver leur fonction essentielle, leur identité et leur structure, tout

en gardant leurs facultés d'*adaptation*, d'apprentissage et de *transformation*⁴. {GT II, III}

Rétroaction (*Feedback*)

Voir *Rétroaction climatique*. {GT I, II}

Rétroaction climatique (*Climate feedback*)

Interaction selon laquelle une perturbation touchant une variable climatique provoque, dans une seconde, des changements qui influent à leur tour sur la variable initiale. Une *rétroaction* positive renforce la perturbation initiale, alors qu'une *rétroaction* négative l'atténue. Dans le cinquième Rapport d'évaluation, on utilise souvent une définition relativement restreinte de ce processus, selon laquelle la variable subissant la perturbation est la température moyenne à la surface du globe qui, à son tour, provoque des changements du bilan radiatif du globe. Dans les deux cas, la perturbation initiale peut découler d'un forçage externe ou correspondre à une *variabilité interne*. {GT I, II, III}

Révolution industrielle (*Industrial Revolution*)

Période de croissance industrielle rapide aux profondes répercussions sociales et économiques, qui a débuté en Grande-Bretagne pendant la seconde moitié du XVIII^e siècle et s'est poursuivie en Europe, puis dans d'autres pays, dont les États-Unis d'Amérique. 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 (CO₂) 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. {GT I, II, III}

Risque (*Risk*)

Conséquences éventuelles et incertaines d'un événement sur quelque chose ayant une valeur, compte dûment tenu de la diversité des valeurs. Le risque est souvent représenté comme la *probabilité* d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les *conséquences* de tels phénomènes ou tendances lorsqu'ils se produisent. Dans le présent rapport, le terme *risque* sert principalement à désigner l'éventualité, quand un résultat se révèle incertain, d'effets néfastes sur les personnes, les modes de subsistance, la santé, les *écosystèmes* et les espèces, le patrimoine économique, social et culturel, les services (y compris les services environnementaux) et les infrastructures. {GT II, III}

Scénario d'atténuation (*Mitigation scenario*)

Description plausible de la réponse future du système (étudié), comme suite à la mise en œuvre de politiques et mesures d'atténuation. Voir aussi *Situation de départ (ou de référence)*, *Scénario d'émissions*, *Profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)*, *Scénarios SRES* et *Profils d'évolution des transformations*. {GT III}

Scénario d'émissions (*Emission scenario*)

Représentation plausible de l'évolution future des émissions de substances susceptibles d'avoir des effets radiatifs (gaz à effet de serre (GES), aérosols, etc.), fondée sur un ensemble cohérent et homogène d'hypothèses relatives aux éléments moteurs (évolution démogra-

⁴ Définition inspirée de celle qui figure dans Conseil de l'Arctique (2013).

phique et socio-économique, progrès technologique, énergie, *utilisation des terres*, etc.) et à leurs interactions principales. Les scénarios de concentration, découlant des scénarios d'émissions, servent de données initiales aux *modèles climatiques* pour le calcul des *projections climatiques*. Le GIEC (GIEC, 1992) a présenté un ensemble de scénarios d'émissions qui lui ont servi à établir des *projections climatiques* (GIEC, 1996). Ces scénarios d'émissions sont appelés scénarios IS92. Dans le rapport spécial du GIEC consacré aux scénarios d'émissions (GIEC, 2000a), de nouveaux scénarios, appelés *scénarios SRES*, ont été publiés, dont certains ont notamment servi de base pour les *projections climatiques* présentées dans les chapitres 9 à 11 (GT I) du troisième Rapport d'évaluation (GIEC, 2001a), dans les chapitres 10 et 11 (GT I) du quatrième Rapport d'évaluation (GIEC, 2007), ainsi que dans le cinquième Rapport d'évaluation (GT I) (GIEC, 2013b). De nouveaux scénarios d'émissions associés au *changement climatique*, à savoir les quatre *profils représentatifs d'évolution de concentration*, ont été mis au point pour la présente évaluation du GIEC, mais indépendamment de celle-ci. Voir aussi *Situation de départ (ou de référence)*, *Scénario d'atténuation* et *Profils d'évolution des transformations*. {GT I, II, III}

Scénarios SRES (*SRES scenarios*)

Scénarios d'émissions élaborés par le GIEC (GIEC, 2000a) et servant, entre autres, à établir certaines des *projections climatiques* présentées dans les chapitres 9 à 11 (GT I) du troisième Rapport d'évaluation (GIEC, 2001a), dans les chapitres 10 et 11 (GT I) du quatrième Rapport d'évaluation (GIEC, 2007), ainsi que dans le cinquième Rapport d'évaluation (GT I) (GIEC, 2013b). {GT I, II, III}

Sécheresse (*Drought*)

Période de temps anormalement sec suffisamment longue pour causer un grave déséquilibre hydrologique. La notion de sécheresse étant relative, toute analyse d'un déficit de précipitations doit se reporter à l'activité étudiée, liée aux précipitations. À titre d'exemple, on parlera de sécheresse agricole (l'humidité du sol étant le facteur déterminant) quand la pénurie de précipitations se produit au cours de la période de croissance et influence la production agricole ou plus généralement les fonctions de l'*écosystème* touché, alors qu'il s'agira d'une sécheresse hydrologique si cette même pénurie de précipitations se produit au cours d'une période où le ruissellement et la percolation sont déterminants pour reconstituer les réserves d'eau. Outre l'insuffisance des précipitations, l'augmentation de l'évapotranspiration tend également à diminuer l'humidité du sol et les réserves d'eaux souterraines. La sécheresse météorologique se définit comme une période présentant un déficit anormal des précipitations. Une mégasécheresse est une sécheresse persistante et étendue, d'une durée très supérieure à la normale (en général, une décennie ou plus). Voir les indices à ce sujet dans l'encadré 2.4 (GT I, RE5). {GT I, II}

Sécurité alimentaire (*Food security*)

Situation caractérisée par le fait qu'une population dispose d'un accès garanti à une alimentation saine et nutritive en quantité suffisante pour couvrir ses besoins physiologiques, notamment en terme de croissance et de développement, et lui permettant de mener une vie active et saine. {GT II, III}

Sécurité énergétique (*Energy security*)

Objectif que doit se fixer un pays donné, ou la communauté internationale dans son ensemble, pour s'assurer d'un approvisionnement

en énergie approprié, stable et prévisible. Les mesures en la matière consistent à garantir que les ressources en énergie demeurent suffisantes pour répondre à la demande nationale, à des prix compétitifs et stables, et à veiller à la *résilience* de l'approvisionnement en énergie, à favoriser l'élaboration et la mise en œuvre de technologies appropriées, à mettre en place une infrastructure permettant de produire, stocker et acheminer l'énergie requise et à garantir des contrats de distribution exécutoires. {GT III}

Sensibilité du climat (*Climate sensitivity*)

Dans les rapports du GIEC, la *sensibilité du climat à l'équilibre* (unité: °C) désigne les variations à l'équilibre (état stable) de la température moyenne annuelle à la surface du globe à la suite d'un doublement de la *concentration en équivalent CO₂* dans l'atmosphère. En raison de contraintes de calcul, la *sensibilité du climat à l'équilibre* dans un *modèle climatique* est parfois estimée à l'aide d'un *modèle de 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 être conduits à l'équilibre avec un océan dynamique. Le paramètre de sensibilité du climat (unité: °C (W m⁻²)⁻¹) se rapporte au changement d'équilibre dans la température moyenne annuelle à la surface du globe pour un écart unitaire du *forçage radiatif*.

La *sensibilité effective du climat* (unité: °C) est une estimation de la réponse de la température moyenne à la surface du globe à un doublement de la concentration de CO₂ obtenue à partir des résultats des modèles ou d'observations pour des conditions évolutives qui ne sont pas à l'équilibre. C'est une mesure de l'ampleur des *rétroactions climatiques* à un instant donné qui peut varier en fonction du forçage et de l'état du *climat*, pouvant donc être différente de la *sensibilité du climat à l'équilibre*.

La *réponse transitoire du climat* (unité: °C) désigne la variation moyenne sur 20 ans de la température moyenne à la surface du globe, centrée sur l'époque du doublement de la concentration de CO₂ atmosphérique, obtenue à l'aide d'un *modèle climatique*, au cours d'une simulation dans laquelle l'augmentation de la teneur en CO₂ est fixée à 1 % par an. C'est une mesure de l'ampleur et de la rapidité de la réponse de la température en surface au forçage des gaz à effet de serre (GES). {GT I, II, III}

Sensibilité du climat à l'équilibre (*Equilibrium climate sensitivity*)

Voir *Sensibilité du climat*. {GT I}

Situation de départ (ou de référence) (*Baseline/reference*)

Situation par rapport à laquelle un éventuel changement est mesuré. Une période de référence est une période par rapport à laquelle on calcule les anomalies. Dans le contexte des *profils d'évolution des transformations*, on parle de scénarios de référence pour désigner des scénarios qui se fondent sur l'hypothèse selon laquelle aucune politique ou mesure d'*atténuation* ne sera mise en place en plus de celles qui sont déjà en vigueur et/ou celles qui sont inscrites dans la loi ou dont on a planifié l'adoption. Les scénarios de référence ne sont pas destinés à fournir des prévisions, ils sont en fait élaborés pour faire apparaître les niveaux d'émissions qui seraient atteints en l'absence d'intervention, c'est-à-dire faute d'action gouvernementale supplémentaire. En règle

générale, les *scénarios de référence* sont ensuite comparés aux *scénarios d'atténuation* élaborés pour atteindre différents objectifs d'émissions de gaz à effet de serre (GES), de concentrations atmosphériques ou d'évolution de la température. Les *scénarios de référence* sont aussi appelés *scénarios sans politiques*. Dans de nombreuses publications scientifiques, le terme est synonyme aussi de *scénario de la poursuite (inchangée) des activités*. L'expression *poursuite (inchangée) des activités* tend cependant à ne plus être employée, car il se révèle difficile de cerner cette notion quand les *projections* socio-économiques portent sur un siècle. Voir aussi *Scénario d'émissions*, *Profil représentatif d'évolution de concentration (RCP)* et *Scénarios SRES*. {GT I, II, III}

Système climatique (*Climate system*)

Système extrêmement complexe comprenant cinq grands éléments : l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, la lithosphère 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 (notamment les variations de la composition de l'atmosphère ou le *changement d'affectation des terres*). {GT I, II, III}

Système d'alerte précoce (*Early warning system*)

Ensemble des capacités nécessaires pour produire et diffuser en temps opportun des bulletins d'alerte permettant à des personnes, des communautés et des organisations menacées par un *danger* de se préparer à agir sans délai et de façon appropriée pour réduire le risque de dommage ou de perte⁵. {GT II}

Taxe sur le carbone (*Carbon tax*)

Impôt sur la teneur en carbone des combustibles fossiles. Puisque presque tout le carbone présent dans ces combustibles est en définitive rejeté sous forme de dioxyde de carbone (CO₂), une taxe sur le carbone équivaut à une taxe sur les émissions de CO₂. {GT III}

Transferts d'émissions, « fuite » (*Leakage*)

Phénomène par lequel une réduction d'émissions (par rapport à une situation de référence), dans un territoire ou un secteur où une politique d'atténuation a été mise en œuvre, est annulée dans une certaine mesure par une augmentation causée, en dehors de ce territoire ou de ce secteur, par des changements touchant la consommation, la production, les prix, l'utilisation des terres et/ou le commerce entre territoires ou secteurs. Un tel transfert peut se produire à l'échelle d'un projet, d'un État, d'une province, d'une nation ou d'une région du monde.

S'agissant du captage et stockage du dioxyde de carbone (CSC), une fuite de CO₂ fait référence à l'émission dans l'atmosphère de dioxyde de carbone (CO₂) injecté qui s'échappe du lieu de stockage. Quand il s'applique à d'autres substances, le terme est employé dans une acception plus générale, notamment une fuite de méthane (CH₄) (dans le cadre d'activités d'extraction de combustibles fossiles, par exemple) ou encore une fuite d'hydrofluorocarbones (HFC) (à partir de systèmes de réfrigération ou de climatisation par exemple). {GT III}

Transformation (*Transformation*)

Changement des attributs fondamentaux des systèmes naturels ou humains. {GT II}

Utilisation des terres et changement d'affectation des terres (*Land use and land-use change*)

L'expression *utilisation* des terres désigne l'ensemble des dispositions, activités et apports par type de couverture terrestre (ensemble d'activités humaines). Elle est également utilisée pour définir les objectifs sociaux et économiques de l'exploitation des terres (pâturage, exploitation forestière, conservation, etc.). En milieu urbain, il s'agit de l'utilisation des terres au sein des villes et dans leurs zones d'influence. L'utilisation des terres urbaines a des conséquences pour la gestion, la structure et la forme des villes, et influe donc sur la demande d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre (GES), la mobilité et d'autres éléments encore. {GT I, II, III}

Changement d'affectation des terres (CAT) (*Land-use change (LUC)*)

L'expression *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, l'évapotranspiration, les sources et les *puits* de gaz à effet de serre (GES) 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 aussi le rapport spécial du GIEC sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000b).

Changement d'affectation des terres indirect (CATi) (*Indirect land-use change (iLUC)*)

Changements induits par une variation du niveau de production touchant un produit agricole en un autre lieu, souvent soumis à l'influence du marché ou orientés par des politiques. Par exemple, si des terres agricoles sont utilisées pour produire des biocarburants, un *déboisement* peut avoir lieu ailleurs pour remplacer les anciennes cultures. Voir aussi *Agriculture, foresterie et autres affectations des terres (AFAT)*, *Boisement*, *Déboisement* et *Reboisement*.

Vague de chaleur (*Heat wave*)

Période de conditions atmosphériques anormalement chaudes et désagréables. {GT I, II}

Variabilité du climat (*Climate variability*)

Variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, fréquence des extrêmes, etc.) du *climat* à toutes les échelles spatiales et temporelles au-delà de la variabilité propre à des phénomènes météorologiques 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 aussi *Changement climatique*. {GT I, II, III}

Variabilité interne (*Internal variability*)

Voir *Variabilité du climat*. {GT I}

⁵ Définition inspirée de celles qui figurent dans les documents UNISDR (2009) et GIEC (2012a).

Vulnérabilité (Vulnerability)

Propension ou prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers concepts ou éléments, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter. {GT II}

Zone de minimum d'oxygène (OMZ) (Oxygen Minimum Zone (OMZ))

Couche de haute mer de profondeur moyenne (de 200 à 1 000 m) dans laquelle la saturation en oxygène est la plus faible. Le degré d'appauvrissement en oxygène est fonction de la consommation de matières organiques, en grande partie par des bactéries; la circulation océanique à grande échelle influe sur la répartition des OMZ. Dans les régions océaniques côtières, les OMZ s'étendent jusqu'au plateau continental et peuvent aussi atteindre les *écosystèmes* benthiques. {GT III}

Bibliographie

AGECC, 2010: Energy for a Sustainable Future, Groupe consultatif du Secrétaire général des Nations Unies sur l'énergie et les changements climatiques (AGECC), New York, NY, États-Unis d'Amérique, 24 p.

CCNUCC, 2013: Reporting and accounting of LULUCF activities under the Kyoto Protocol, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), Bonn, Allemagne. Disponible à l'adresse: <http://unfccc.int/methods/lulucf/items/4129.php>.

CMED, 1987: Notre avenir à tous, Commission mondiale de l'environnement et du développement (CMED), Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni, 300 p.

Conseil de l'Arctique, 2013: Glossary of terms, Arctic Resilience Interim Report 2013, Stockholm Environment Institute et Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Suède, p. viii.

GIEC, 1992: Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment [Houghton, J. T., B. A. Callander et S. K. Varney (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 116 p.

——, 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 [Houghton, J. T., L. G. Meira, A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg et K. Maskell (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 572 p.

——, 2000a: Emissions Scenarios. Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Nakicenovic, N. et R. Swart (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 599 p.

——, 2000b: Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie. Rapport spécial du GIEC [Watson, R. T., I. R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. J. Verardo et D. J. Dokken (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 377 p.

——, 2001a: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell et C. A. Johnson (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 881 p.

——, 2001b: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy, J., O. Canziani, N. Leary, D. Dokken et K. White (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 1 032 pp.

——, 2003: Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types [Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe et F. Wagner (dir. publ.)], Institut des stratégies environnementales mondiales (IGES), Japon, 32 p.

——, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor et H. L. Miller (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 996 p.

——, 2011: Workshop Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Workshop on Impacts of Ocean Acidification on Marine Biology and Ecosystems [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, K. J. Mach, G.-K. Plattner, M. D. Mastrandrea, M. Tignor et K. L. Ebi (dir. publ.)], Service d'appui technique du Groupe de travail II du GIEC, Institut Carnegie, Stanford, CA, États-Unis d'Amérique, 164 p.

——, 2012a: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor et P. M. Midgley (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 582 p.

——, 2012b: Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Geoengineering [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T. F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. Mach, G.-K. Plattner, S. Schlömer, G. Hansen, M. Mastrandrea (dir. publ.)], Service d'appui technique du Groupe de travail III du GIEC, Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique, Potsdam, Allemagne, 99 p.

——, 2013a: Annexe III: Glossaire [Planton, S. (dir. publ.)], Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur

- l'évolution du climat [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. M. Midgley (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, p. 1 447–1 466, doi:10.1017/CBO9781107415324.031.
- , 2013b: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. M. Midgley (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 1 535 p., doi:10.1017/CBO9781107415324.
- , 2014a: Annex II: Glossary [Agard, J., E. L. F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, M. J. Prather, M. G. Rivera-Ferre, O. C. Ruppel, A. Sallenger, K. R. Smith, A. L. St. Clair, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea et T. E. Bilir (dir. publ.)], Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V. R., C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea et L. L. White (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, p. 1 757–1 776.
- , 2014b: Annex I: Glossary, Acronyms and Chemical Symbols [Allwood, J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow (dir. publ.)], Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel et J. C. Minx (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, p. 1 251–1 274.
- Hegerl, G. C., O. Hoegh-Guldberg, G. Casassa, M. P. Hoerling, R. S. Kovats, C. Parmesan, D. W. Pierce et P. A. Stott, 2010: «Good practice guidance paper on detection and attribution related to anthropogenic climate change», Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Detection and Attribution of Anthropogenic Climate Change [Stocker T. F., C. B. Field, D. Qin, V. Barros, G.-K. Plattner, M. Tignor, P. M. Midgley et K. L. Ebi (dir. publ.)], Service d'appui technique du Groupe de travail I du GIEC, Université de Berne, Berne, Suisse, 8 p.
- Heywood, V. H. (dir. publ.), 1995: The Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 1 152 p.
- Manning, M. R., M. Petit, D. Easterling, J. Murphy, A. Patwardhan, H.-H. Rogner, R. Swart et G. Yohe (dir. publ.), 2004: IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options, Workshop Report, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 138 p.
- Mastrandrea, M. D., C. B. Field, T. F. Stocker, O. Edenhofer, K. L. Ebi, D. J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K. J. Mach, P. R. Matschoss, G.-K. Plattner, G. W. Yohe et F. W. Zwiers, 2010: Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), Genève, Suisse, 4 p.
- MEA, 2005: Appendix D: Glossary, Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends. Findings of the Condition and Trends Working Group, Vol.1 [Hassan, R., R. Scholes et N. Ash (dir. publ.)], Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Island Press, Washington, DC, États-Unis d'Amérique, p. 893-900.
- Moss, R., et S. Schneider, 2000: «Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for More Consistent Assessment and Reporting», IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC [Pachauri, R., T. Taniguchi et K. Tanaka (dir. publ.)], Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, p. 33-51.
- Moss, R., M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J. F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Meehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J. P. van Ypersele et M. Zurek, 2008: Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts and response strategies, IPCC Expert Meeting Report, 19-21 September, 2007, Noordwijkerhout, Netherlands, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), Genève, 132 p.
- Moss, R., J. A., Edmonds, K. A. Hibbard, M. R. Manning, S. K. Rose, D. P. van Vuuren, T. R. Carter, S. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G. A. Meehl, J. F. B. Mitchell, N. Nakicenovic, K. Riahi, S. J. Smith, R. J. Stouffer, A. M. Thomson, J. P. Weyant et T. J. Wilbanks, 2010: «The next generation of scenarios for climate change research and assessment», *Nature* 463, 747-756.
- UNISDR, 2009: 2009 UNISDR - Terminologie pour la Prévention des risques de catastrophe, Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies (UNISDR), Nations Unies, Genève, Suisse, 34 p.
- van Vuuren, D. P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G. C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J. F. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S. J. Smith et S. K. Rose, 2011: «The Representative Concentration Pathways: an overview», *Climatic Change* 109, p. 5–31.

ANNEXE



Acronymes, sigles, symboles chimiques et unités de mesure

µatm	Microatmosphère	HFC	Hydrofluorocarbones
AFAT	Agriculture, foresterie et autres affectations des terres	HFC-152a	Hydrofluorocarbène-152a, Difluoroéthane
AO	Acidification de l'océan	ICU	Îlot de chaleur urbain
AT	Axe thématique	IMM	Initiative mondiale sur le méthane
BECSC	Bioénergie et captage et stockage du dioxyde de carbone	MAAN	Mesures d'atténuation appropriées au niveau national
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	MAGICC	Modèle d'évaluation du changement climatique induit par les gaz à effet de serre
CF₄	Perfluorométhane	MCM	Modèle climatique mondial
CH₄	Méthane	MDP	Mécanisme de développement propre
CMIP5	Phase 5 du Projet de comparaison de modèles couplés	MEDE	Mécanisme d'échange de droits d'émission
CO₂	Dioxyde de carbone	MEI	Modèle d'évaluation intégrée
CSC	Captage et stockage du dioxyde de carbone	MNV	Mesure, notification et vérification
EDC	Élimination du dioxyde de carbone	MST	Modèle du système Terre
EDGAR	Base de données sur les émissions pour la recherche atmosphérique mondiale	MSTCI	Modèle du système Terre de complexité intermédiaire
EJ	Exajoule	MTD	Meilleure technique disponible
ENSO	El Niño-oscillation australe	N₂O	Oxyde nitreux
Eq-CO₂	Équivalent CO ₂	O₂	Oxygène
FAQ	Foire aux questions	OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
FAT	Foresterie et autres affectations des terres	OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
Gaz F	Gaz fluorés	OMI	Organisation maritime internationale
GES	Gaz à effet de serre	ONG	Organisation non gouvernementale
GESMH	Gaz à effet de serre au mélange homogène	PANA	Programme d'action national aux fins de l'adaptation
GRS	Gestion du rayonnement solaire	PCCE	Production combinée de chaleur et d'électricité
Gt	Gigatonne	PFC	Hydrocarbures perfluorés
GT	Groupe de travail	PIB	Produit intérieur brut
GTP	Potentiel d'évolution de la température planétaire	PNA	Plan national d'adaptation
H₂	Hydrogène	ppb	Parties par milliard
HadCRUT4	Jeu de données 4 aux points de grille sur les températures en surface, Unité de recherche sur le climat du Centre Hadley	ppm	Parties par million
		PRG	Potentiel de réchauffement global

PV	Photovoltaïque
RC	Résumé de chapitre
RCP	Profil représentatif d'évolution de concentration
R-D	Recherche-développement
RE1	Premier Rapport d'évaluation
RE2	Deuxième Rapport d'évaluation
RE4	Quatrième Rapport d'évaluation
RE5	Cinquième Rapport d'évaluation
REDD	Réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts
REEEP	Partenariat pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique
RID	Résumé à l'intention des décideurs
RSY	Rapport de synthèse
RT	Résumé technique
RTC	Réponse transitoire du climat
RTCE	Réponse transitoire du climat aux émissions cumulées de CO ₂
SER	Système d'énergie renouvelable
SM	Suppléments (<i>Supplementary Material</i>)
SO₂	Dioxyde de soufre
SRES	Rapport spécial sur les scénarios d'émissions
SREX	Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique
SRREN	Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique
STD	Solaire thermodynamique
UTCATF	Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
W	Watt

ANNEXE

IV

Auteurs et éditeurs-réviseurs

*Membres de l'Équipe de rédaction principale***ALLEN, Myles R.**

Université d'Oxford
Royaume-Uni

BARROS, Vicente R.

Coprésident du GT II du GIEC
Université de Buenos Aires
Argentine

BROOME, John

Université d'Oxford
Royaume-Uni

CHRIST, Renate

Secrétaire du GIEC
Secrétariat du GIEC, Organisation météorologique mondiale (OMM)
Suisse

CHURCH, John A.

Organisation de la recherche scientifique et industrielle du
Commonwealth (CSIRO)
Australie

CLARKE, Leon

Laboratoire national du Pacifique Nord-Ouest (PNNL)
États-Unis d'Amérique

CRAMER, Wolfgang

Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement
climatique / Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie
marine et continentale (IMBE)
Allemagne/France

DASGUPTA, Purnamita

Université Enclave Delhi
Inde

DUBASH, Navroz

Centre for Policy Research, New Delhi
Inde

EDENHOFER, Ottmar

Coprésident du GT III du GIEC
Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement
climatique
Allemagne

ELGIZOULI, Ismail

Vice-président du GIEC
Soudan

FIELD, Christopher B.

Coprésident du GT II du GIEC
Institut Carnegie pour la science
États-Unis d'Amérique

FORSTER, Piers

Université de Leeds
Royaume-Uni

FRIEDLINGSTEIN, Pierre

Université d'Exeter
Royaume-Uni

FUGLESTVEDT, Jan

Centre de recherche international sur
l'environnement et le climat (CICERO)
Norvège

GOMEZ-ECHEVERRI, Luis

Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA)
Autriche

HALLEGATTE, Stephane

Banque mondiale
États-Unis d'Amérique

HEGERL, Gabriele C.

Université d'Édimbourg
Royaume-Uni

HOWDEN, Mark

Organisation de la recherche scientifique et
industrielle du Commonwealth (CSIRO)
Australie

JIMÉNEZ CISNEROS, Blanca

Université nationale autonome du Mexique / Organisation des
Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)
Mexique/France

KATTSOV, Vladimir

Observatoire principal de géophysique A.I. Voeikov
Fédération de Russie

KEJUN, Jiang

Institut de recherche sur l'énergie
Chine

LEE, Hoesung

Vice-président du GIEC
Université Keimyung
République de Corée

MACH, Katharine J.

Service d'appui technique du GT II du GIEC
États-Unis d'Amérique

MAROTZKE, Jochem

Institut Max Planck de météorologie
Allemagne

MASTRANDREA, Michael D.

Service d'appui technique du GT II du GIEC
États-Unis d'Amérique

MEYER, Leo

Service d'appui technique, Rapport de synthèse du GIEC
Pays-Bas

MINX, Jan

Service d'appui technique du GT III du GIEC
Allemagne

MULUGETTA, Yacob

Université du Surrey
Royaume-Uni

O'BRIEN, Karen

Université d'Oslo
Norvège

OPPENHEIMER, Michael

Université de Princeton
États-Unis d'Amérique

PACHAURI, R. K.

Président du GIEC
The Energy and Resources Institute (TERI)
Inde

PEREIRA, Joy J.

Université nationale de Malaisie
Malaisie

PICHS-MADRUGA, Ramón

Coprésident du GT III du GIEC
Centre de recherche sur l'économie mondiale
Cuba

PLATTNER, Gian-Kasper

Service d'appui technique du GT I du GIEC
Suisse

PÖRTNER, Hans-Otto

Institut Alfred Wegener
Allemagne

POWER, Scott B.

Bureau météorologique
Australie

PRESTON, Benjamin

Laboratoire national d'Oak Ridge
États-Unis d'Amérique

QIN, Dahe

Coprésident du GT I du GIEC
Administration météorologique chinoise
Chine

RAVINDRANATH, N. H.

Institut scientifique indien
Inde

REISINGER, Andy

Centre néo-zélandais de recherche sur les gaz
à effet de serre d'origine agricole
Nouvelle-Zélande

RIAH, Keywan

Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA)
Autriche

RUSTICUCCI, Matilde

Université de Buenos Aires
Argentine

SCHOLES, Robert

Conseil de la recherche scientifique et industrielle (CSIR)
Afrique du Sud

SEYBOTH, Kristin

Service d'appui technique du GT III du GIEC
États-Unis d'Amérique

SOKONA, Youba

Coprésident du GT III du GIEC
Centre Sud
Suisse

STAVINS, Robert

Université Harvard
États-Unis d'Amérique

STOCKER, Thomas F.

Coprésident du GT I du GIEC
Université de Berne
Suisse

TSCHAKERT, Petra

Université de l'État de Pennsylvanie
États-Unis d'Amérique

VAN VUUREN, Detlef

Agence néerlandaise d'évaluation environnementale (PBL)
Pays-Bas

VAN YPERSELE, Jean-Pascal

Vice-président du GIEC
Université de Louvain
Belgique

*Membres de l'Équipe de rédaction élargie***BLANCO, Gabriel**

Université nationale du centre de la province de Buenos Aires
Argentine

EBY, Michael

Université de Victoria
Canada

EDMONDS, Jae

Université du Maryland
États-Unis d'Amérique

FLEURBAEY, Marc

Université de Princeton
États-Unis d'Amérique

GERLAGH, Reyer

Université de Tilburg
Pays-Bas

KARTHA, Sivan

Institut de Stockholm pour l'environnement
États-Unis d'Amérique

KUNREUTHER, Howard

Faculté Wharton de l'Université de Pennsylvanie
États-Unis d'Amérique

ROGELJ, Joeri

Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA)
Autriche

SCHAEFFER, Michiel

Université de Wageningen
Allemagne/Pays-Bas

SEDLÁČEK, Jan

École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich
Suisse

SIMS, Ralph

Université Massey
Nouvelle-Zélande

ÜRGE-VORSATZ, Diana

Université d'Europe centrale
Hongrie

VICTOR, David G.

Université de Californie à San Diego
États-Unis d'Amérique

YOHE, Gary

Université Wesleyan
États-Unis d'Amérique

*Éditeurs-réviseurs***ALDUNCE, Paulina**

Université du Chili
Chili

CHEN, Wenying

Université Tsinghua
Chine

DOWNING, Thomas

Global Climate Adaptation Partnership
Royaume-Uni

JOUSSAUME, Sylvie

Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)
Institut Pierre Simon Laplace
France

KUNDZEWICZ, Zbigniew

Académie polonaise des sciences
Pologne

PALUTIKOF, Jean

Université Griffith
Australie

SKEA, Jim

Imperial College London
Royaume-Uni

TANAKA, Kanako

Agence japonaise pour la science et la technologie (JST)
Japon

TANGANG, Fredolin

Université nationale de Malaisie
Malaisie

ZHANG, Xiao-Ye

Administration météorologique chinoise
Chine

ANNEXE **V**

Examineurs

AKIMOTO, Keigo

Institut de recherche en technologie innovante pour la Terre
Japon

ALCAMO, Joseph

Université de Kassel
Allemagne

ALEXANDER, Lisa V.

Université de la Nouvelle-Galles du Sud
Australie

AMESZ, Bert

Pays-Bas

ARAKI, Makoto

Institut de recherche en foresterie et produits forestiers
Japon

ARROYO CURRÁS, Tabaré

WWF International
Mexique

BINDOFF, Nathaniel L.

Université de Tasmanie
Australie

BORGES LANDÁEZ, Pedro Alfredo

Ministère des sciences et des technologies
Venezuela

BRAGHIÈRE, Renato

Université de Reading
Royaume-Uni

BRUNO, John

Université de Caroline du Nord à Chapel Hill
États-Unis d'Amérique

CARTER, Peter

Climate Emergency Institute
Canada

CASEY, Michael

Carbon Virgin
Irlande

CHOI, Young-June

Administration métropolitaine de Séoul
République de Corée

COHEN, Stewart

Environnement Canada
Canada

CONVERSI, Alessandra

Conseil national de recherche
Italie

DING, Yihui

Centre climatologique national, Administration météorologique chinoise
Chine

DIXON, Tim

Programme de recherche-développement sur les gaz à effet de serre
de l'Agence internationale de l'énergie (IEAGHG)
Royaume-Uni

DONG, Wenjie

Université normale de Beijing
Chine

EKHOLM, Tommi

Centre de recherche technique de Finlande (VTT)
Finlande

ESASHI, Kei

Fédération des compagnies d'électricité
Japon

FISCHLIN, Andreas

École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich
Suisse

FITZSIMMONS, Jason

Institut agréé des ingénieurs en mécanique du bâtiment (CIBSE)
Royaume-Uni

GALE, David

Institut royal des architectes britanniques
Royaume-Uni

HABERL, Helmut

Université Alpen-Adria de Klagenfurt Vienne-Graz
Autriche

HARNISCH, Jochen

Groupe bancaire KfW
Allemagne

HOUSE, Joanna

Université de Bristol
Royaume-Uni

JU, Hui

Académie chinoise des sciences agricoles
Chine

KAINUMA, Mikiko

Institut national d'études environnementales
Japon

KATBEH BADER, Nedal

Autorité chargée de la qualité de l'environnement
Palestine

KAZUNO, Hirofumi

The Kansai Electric Power Co., Inc.
Japon

KHESHGI, Haroon

ExxonMobil Research and Engineering Company
États-Unis d'Amérique

KOSONEN, Kaisa

Greenpeace
Finlande

LEFFERTSTRA, Harold

Agence norvégienne de l'environnement (retraité de l')
Norvège

LIU, Qiyong

Institut national de prévention et de lutte contre les maladies transmissibles
Chine

LLASAT, Maria-Carmen

Université de Barcelone
Espagne

LYNN, Jonathan

Secrétariat du GIEC, Organisation météorologique mondiale (OMM)
Suisse

MA, Shiming

Académie chinoise des sciences agricoles
Chine

MASUDA, Kooiti

Agence japonaise des sciences et technologies terrestres et marines
Japon

MÉNDEZ, Carlos

Institut vénézuélien de recherches scientifiques
Venezuela

MENZEL, Lena

Institut Alfred Wegener
Allemagne

MOJTAHED, Vahid

Université Ca' Foscari de Venise
Italie

MOLINA, Tomas

Université de Barcelone
Espagne

MURATA, Akihiko

Centre de recherche-développement sur le changement mondial
Japon

NDIONE, Jacques Andre

Centre de suivi écologique
Sénégal

OZDEMIR, Eray

Direction générale de la foresterie
Turquie

PALTSEV, Sergey

Massachusetts Institute of Technology
États-Unis d'Amérique

PLANTON, Serge

Météo-France
France

PLATTNER, Gian-Kasper

Service d'appui technique du GT I du GIEC
Suisse

POLOCZANSKA, Elvira

Organisation de la recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO)
Australie

PORTER, John

Université de Copenhague
Danemark

POWER, Scott B.

Bureau météorologique
Australie

RAHOLIJAO, Nirivololona

Service météorologique national
Madagascar

RAMASWAMY, Venkatachalam

Administration américaine pour les océans et l'atmosphère (NOAA)
États-Unis d'Amérique

RHEIN, Monika

Université de Brême
Allemagne

ROGNER, Hans-Holger

Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA) (à la retraite)
Autriche

SCHEI, Tormod Andre

Statkraft AS
Norvège

SCHLEUSSNER, Carl-Friedrich

Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique
Allemagne

SHINE, Keith

Université de Reading
Royaume-Uni

SOUTHWELL, Carl

Risk and Policy Institute (RPI)
États-Unis d'Amérique

STOTT, Peter A.

Centre Hadley du Service météorologique britannique
Royaume-Uni

SU, Mingshan

Centre national de coopération internationale et de stratégie face au changement climatique
Chine

SUAREZ RODRIGUEZ, Avelino G.

Institut d'écologie et de systématique
Cuba

SUGIYAMA, Taishi

Institut central de recherche du secteur de l'énergie électrique (CRIEPI)
Japon

TAKAHASHI, Kiyoshi

Institut national d'études environnementales
Japon

TAKASHI, Hongo

Mitsui Global Strategic Studies Institute
Japon

TAKEMURA, Toshihiko

Université de Kyushu
Japon

TATTERSHALL, David

États-Unis d'Amérique

THORNE, Peter W.

Centre Nansen d'étude de l'environnement et de télédétection (NERSC)
Norvège

TOL, Richard

Université du Sussex
Royaume-Uni

TSUTSUI, Junichi

Institut central de recherche du secteur de l'énergie électrique (CRIEPI)
Japon

URGE-VORSATZ, Diana

Université d'Europe centrale
Hongrie

WARD, Robert

London School of Economics (LSE)
Royaume-Uni

WARREN, Rachel

Université d'East Anglia
Royaume-Uni

WEIR, Tony

Université du Pacifique Sud
Australie

WRATT, David

Institut national de recherche sur l'eau et l'atmosphère (NIWA)
Nouvelle-Zélande

WU, Jian Guo

Académie chinoise de recherche en sciences environnementales
Chine

WUEBBLES, Donald

Université de l'Illinois
États-Unis d'Amérique

XIA, Chaozong

Chine

YAMIN, Farhana

University College de Londres (UCL)
Royaume-Uni

YUTA, Sasaki

Tohoku Electric Power Co., Inc.
Japon

ZHANG, Chengyi

Centre climatologique national
Chine

ZHANG, Guobin

Administration nationale des forêts (SFA)
Chine

ZHAO, Zong-Ci

Administration météorologique chinoise (CMA)
Chine

ZHOU, Guomo

Université d'agriculture et de sylviculture du Zhejiang
Chine

ZHU, Songli

Institut de recherche sur l'énergie
Chine

ANNEXE

VI

Publications du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Rapports d'évaluation

Cinquième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques

Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité

Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2014: L'atténuation du changement climatique

Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse

Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Quatrième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2007: Les éléments scientifiques

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: L'atténuation du changement climatique

Contribution du Groupe de travail III au quatrième Rapport d'évaluation

Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse

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

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: Mesures d'atténuation

Contribution du Groupe de travail III au troisième Rapport d'évaluation

Changements climatiques 2001: 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 socio-économiques 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

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

Suppléments du premier Rapport d'évaluation

Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment

Supplementary report of the IPCC Scientific Assessment Working Group I

Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment

Supplementary report of the IPCC Impacts Assessment Working Group II

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

Climate Change: The Scientific Assessment

Report of the IPCC Scientific Assessment Working Group I, 1990

Climate Change: The IPCC Impacts Assessment

Report of the IPCC Impacts Assessment Working Group II, 1990

Climate Change: The IPCC Response Strategies

Report of the IPCC Response Strategies Working Group III, 1990

Rapports spéciaux

Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique (SREX) 2012

Sources d'énergie renouvelable et atténuation du changement climatique (SRREN) 2011

Piégeage et stockage du dioxyde de carbone 2005

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

Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie 2000

Scénarios d'émissions 2000

Questions méthodologiques et technologiques dans le transfert de technologie 2000

L'aviation et l'atmosphère planétaire 1999

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 Emission Scenarios 1994

Rapports méthodologiques et directives techniques

2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol (KP Supplement) 2014

2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands (Wetlands Supplement) 2014

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 Development of Other Vegetation Types 2003

Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie 2003

Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux 2000

Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version révisée 1996 (3 volumes) 1996

Directives techniques du GIEC pour l'évaluation des incidences de l'évolution du climat et des stratégies d'adaptation 1994

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

Documents techniques

Le changement climatique et l'eau
Document technique VI du GIEC I, 2008

Les changements climatiques et la biodiversité
Document technique V du GIEC, 2002

Incidences des propositions de limitation des émissions de CO₂
Document technique IV du GIEC, 1997

Stabilisation des gaz atmosphériques à effet de serre: conséquences physiques, biologiques et socio-économiques
Document technique III du GIEC, 1997

Introduction aux modèles climatiques simples employés dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC
Document technique II du GIEC, 1997

Techniques, politiques et mesures d'atténuation des changements climatiques
Document technique I du GIEC, 1996

Pour obtenir la liste des documents de base publiés par le GIEC (rapports d'ateliers et de réunions), veuillez consulter le site www.ipcc.ch ou prendre contact avec le secrétariat du GIEC, Organisation météorologique mondiale, 7 bis, avenue de la Paix, Case postale 2300, CH-1211 Genève 2, Suisse.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est le principal organisme international chargé d'évaluer les changements climatiques. Créé par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), il a pour objectif d'évaluer les éléments scientifiques des changements climatiques dans le cadre d'une évaluation internationale faisant autorité et fondée sur la littérature scientifique, technique et socioéconomique la plus récente publiée dans le monde entier. Les évaluations qu'il produit à intervalles réguliers sur les causes de ces changements, leurs conséquences et les stratégies requises pour y faire face, constituent les rapports les plus complets et les plus à jours disponibles sur le sujet, qui font autorité dans les milieux universitaires, les instances gouvernementales et les entreprises du monde entier. Le présent *Rapport de synthèse* constitue le quatrième volet du cinquième Rapport d'évaluation du GIEC: *Changements climatiques 2013/2014*, auquel ont participé plus de 800 experts du monde entier. Les rapports des trois groupes de travail du GIEC sont publiés par *Cambridge University Press*:

Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques

Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC
(ISBN 9781107661820 (édition brochée); ISBN 9781107057999 (édition reliée))

Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité

Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC
(Partie A: ISBN 9781107641655 (édition brochée); ISBN 9781107058071 (édition reliée))
(Partie B: ISBN 9781107683860 (édition brochée); ISBN 9781107058163 (édition reliée))

Changements climatiques 2014: L'atténuation du changement climatique

Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC
(ISBN 9781107654815 (édition brochée); ISBN 9781107058217 (édition reliée))

Le présent *Rapport de synthèse* présente un bilan des changements climatiques fondé sur les conclusions des trois Groupes de travail du GIEC. Rédigé par une équipe spécialement constituée à cette fin, il aborde quatre grands thèmes:

- Les changements observés et leurs causes
- Changements climatiques, risques et conséquences: perspectives
- Adaptation, atténuation et développement durable: profils d'évolution
- Adaptation et atténuation