

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<sup>er</sup> 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](http://www.ipcc.ch)

Tél.: +41 22 730 8208

Fax: +41 22 730 8025

Courriel : [IPCC-Sec@wmo.int](mailto: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](http://www.yannarthusbertrand.org) | [www.goodplanet.org](http://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

**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*)<sup>1</sup>. 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

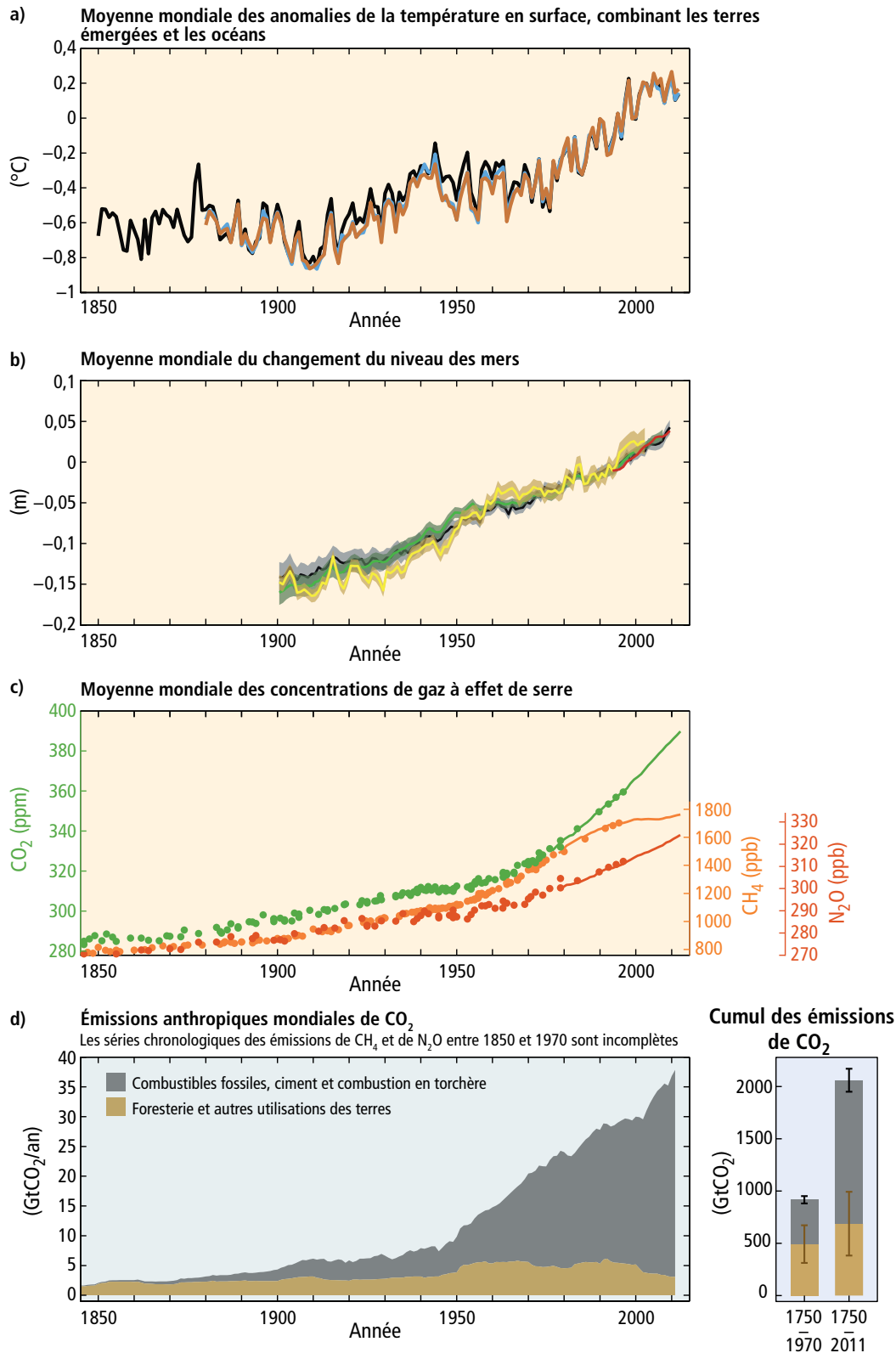
**Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est 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] °C<sup>2</sup> 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,

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> 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 (CO<sub>2</sub>, vert), le méthane (CH<sub>4</sub>, orange) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O, 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O 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 débute 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 CO<sub>2</sub> 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}

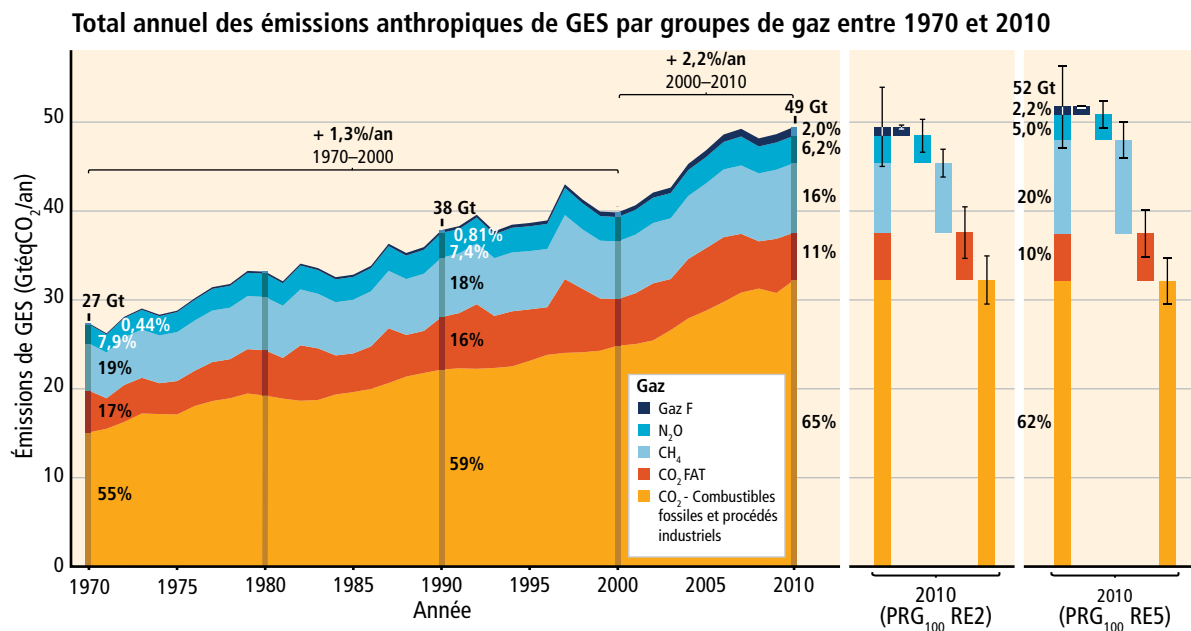
L'étendue moyenne annuelle de la banquise arctique a diminué au cours de la période 1979–2012 à une vitesse qui se situait *très probablement* entre 3,5 et 4,1 % par décennie. L'étendue spatiale a diminué en toutes saisons et à chaque décennie successive depuis 1979, la diminution de l'étendue moyenne 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> siècle. {1.2, 1.3.1}**

La concentration des gaz à effet de serre (GES) que sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) 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 CO<sub>2</sub> entre 1750 et 2011 s'élève à 2 040 ± 310 GtCO<sub>2</sub>. Pour environ 40 %, ces émissions sont restées dans l'atmosphère (880 ± 35 GtCO<sub>2</sub>), le reste ayant été



**Figure RID.2 |** Total annuel des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) (gigatonne d'équivalent CO<sub>2</sub> par an, Gt<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/an), pour la période 1970–2010 et par gaz: CO<sub>2</sub> issu de l'usage des combustibles fossiles et des procédés industriels; CO<sub>2</sub> issu de la foresterie et d'autres affectations des terres (FAT); méthane (CH<sub>4</sub>); oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O); gaz fluorés (gaz F) réglementés en vertu du protocole de Kyoto. À droite sont représentées côte à côte les émissions de 2010 en équivalent CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> dont il est question dans le *Rapport de synthèse* regroupent tous les gaz réglementés en vertu du protocole de Kyoto (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et gaz F); elles sont établies à partir des valeurs du potentiel de réchauffement global calculées à un horizon de cent ans (PRG<sub>100</sub>) tirées du RE2 (voir le glossaire). En se servant des valeurs du PRG<sub>100</sub> 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 Gt<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>, ce qui a entraîné une acidification de ses eaux. Environ la moitié des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> 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}*

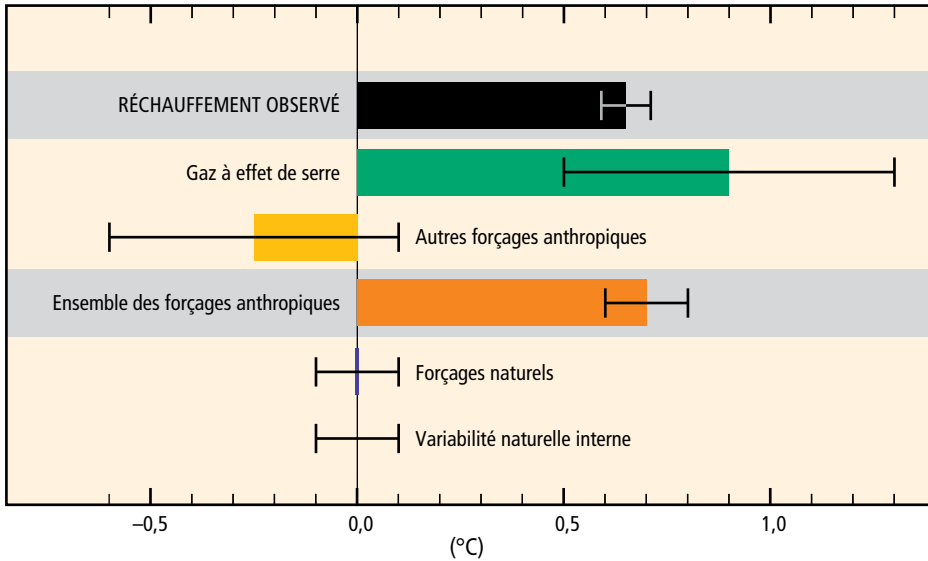
Le total mondial des émissions anthropiques de GES a continué d'augmenter entre 1970 et 2010, avec une hausse en valeur absolue plus marquée entre 2000 et 2010, et ce, malgré le nombre croissant de politiques mises en œuvre en faveur de l'atténuation du changement climatique. Les émissions anthropiques annuelles de GES ont atteint 49 (± 4,5) Gt<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub><sup>3</sup> en 2010. Les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>e</sup> siècle<sup>4</sup>. Il est *probable* que les influences anthropiques

<sup>3</sup> Sauf indication contraire, les quantités des émissions de GES sont données en équivalent CO<sub>2</sub> (Gt<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>) et pondérées en fonction des valeurs du potentiel de réchauffement global calculées à un horizon de cent ans (PRG<sub>100</sub>) tirées du deuxième Rapport d'évaluation du GIEC. *[encadré 3.2]*

<sup>4</sup> 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



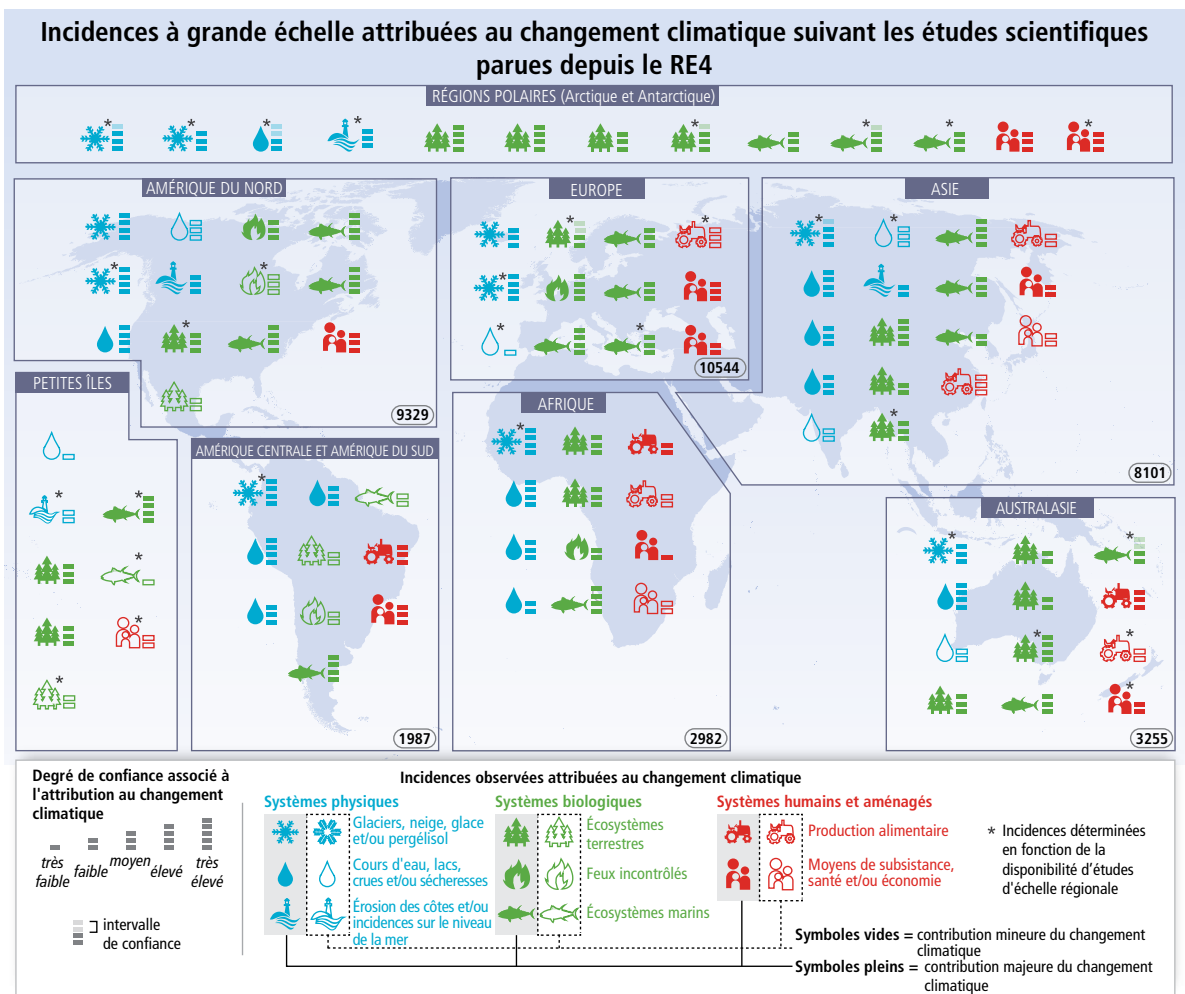
**Figure RID.3** | Estimations de la plage probable (segments horizontaux) et médianes correspondantes (barres) pour les tendances du réchauffement sur la période 1951–2010 dû à des gaz à effet de serre au mélange homogène, à d'autres forçages anthropiques (y compris l'effet refroidissant des aérosols 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<sup>e</sup> 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

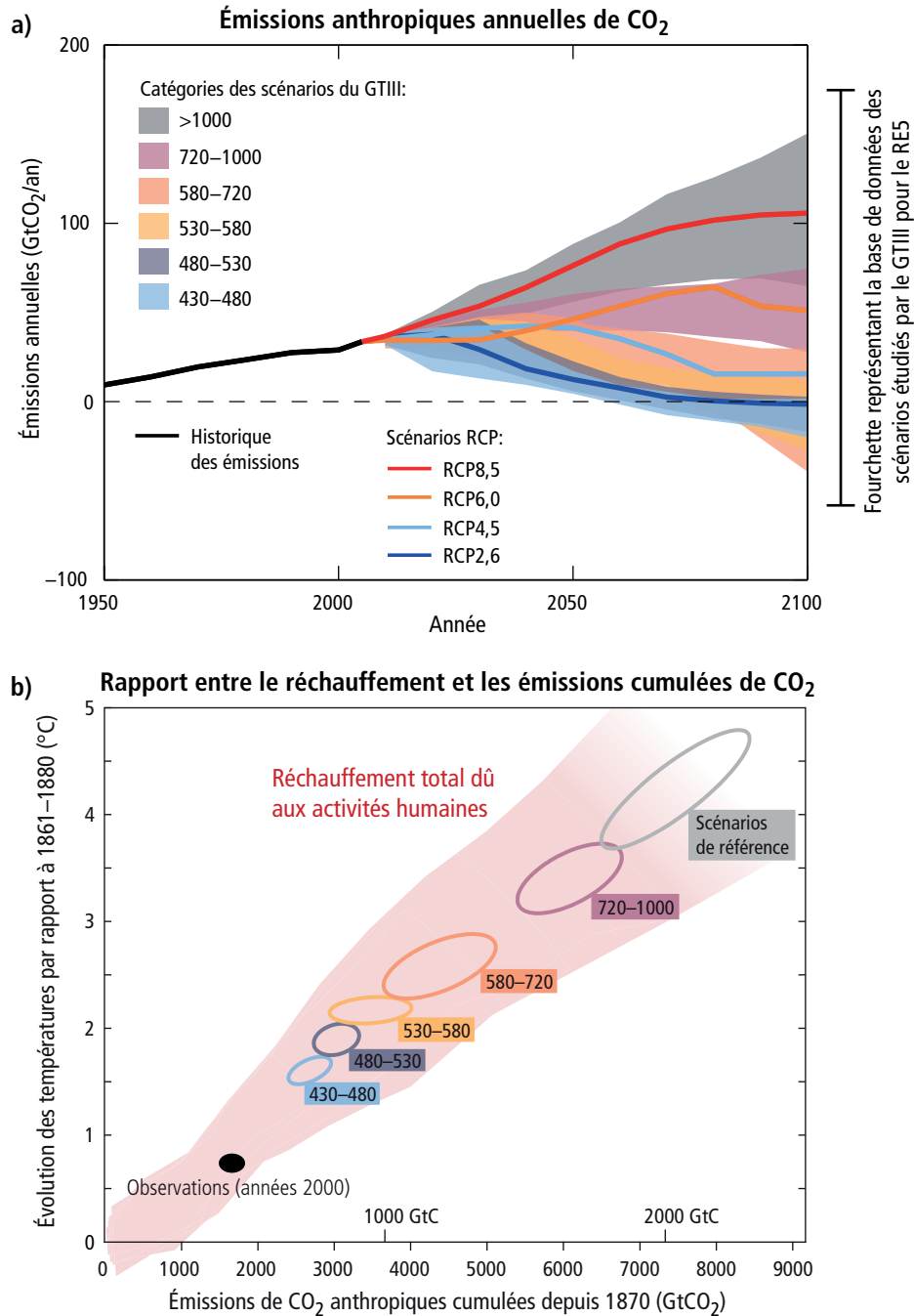
**Les émissions cumulées de CO<sub>2</sub> détermineront dans une large mesure la moyenne mondiale du réchauffement en surface vers la fin du XXI<sup>e</sup> siècle et au-delà. Les projections relatives aux émissions de gaz à effet de serre varient sur une large fourchette en fonction du développement 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<sup>e</sup> 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 III<sup>5</sup>. {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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub><sup>6</sup>; ainsi des émissions importantes pendant les premières décennies impliqueraient des émissions plus faibles ensuite. {2.2.5, tableau 2.2}

<sup>5</sup> Environ 300 scénarios de référence et 900 scénarios d'atténuation sont classés en fonction de la concentration en équivalent CO<sub>2</sub> (éqCO<sub>2</sub>) d'ici 2100. L'équivalent CO<sub>2</sub> représente le forçage dû à tous les GES (y compris les gaz halogénés et l'ozone troposphérique), les aérosols et les changements d'albédo

<sup>6</sup> Pour quantifier cet intervalle d'émissions de CO<sub>2</sub>, il faut prendre en compte les facteurs autres que le CO<sub>2</sub>.



**Figure RID.5 | a)** Émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>. 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 %<sup>7</sup>, il faudra que les émissions cumulées de toutes les sources anthropiques de CO<sub>2</sub> depuis 1870 demeurent inférieures à environ 2 900 GtCO<sub>2</sub> (dans une fourchette de 2 550 à 3 150 GtCO<sub>2</sub> en fonction de facteurs autres que le CO<sub>2</sub>). Ce cumul atteignait déjà environ 1 900 GtCO<sub>2</sub><sup>8</sup> 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<sup>e</sup> 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.*

Future 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 (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, etc.) ou changement imprévu du rayonnement solaire n'aura lieu. Vers le milieu du XXI<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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}

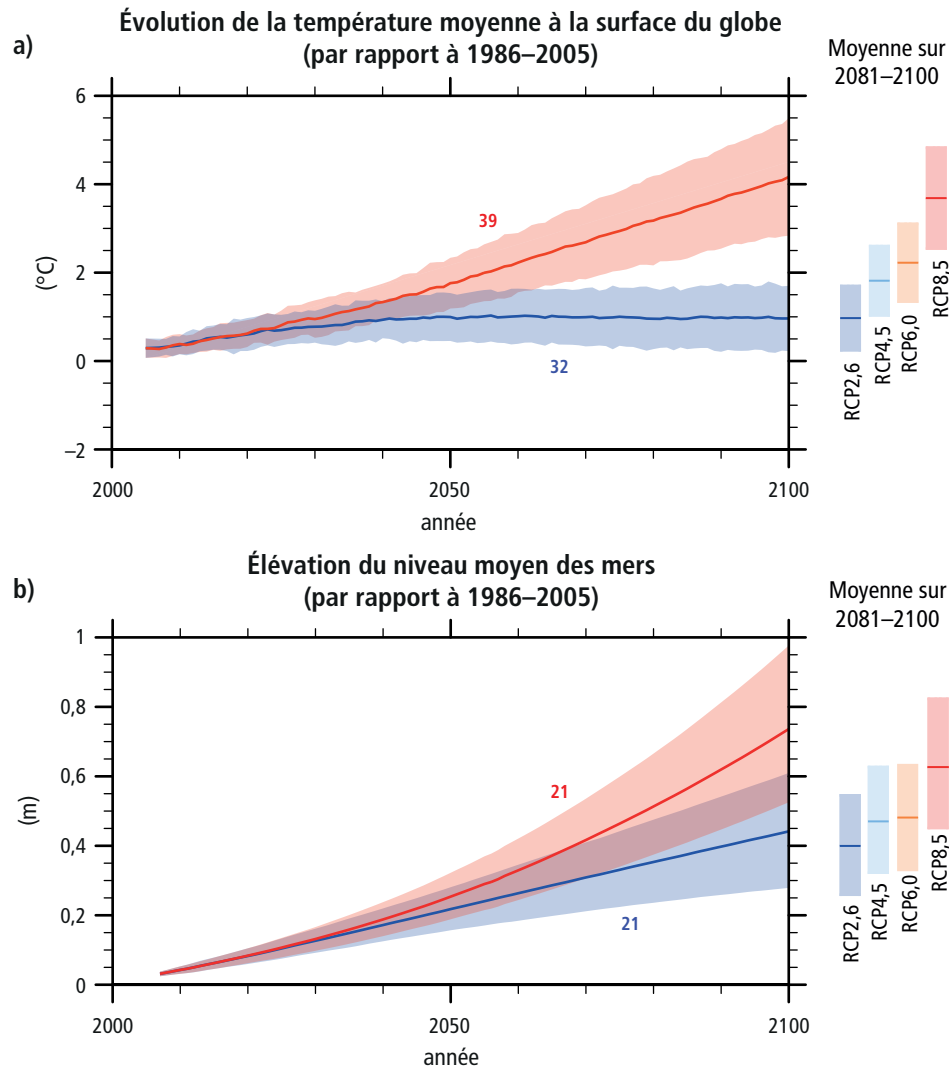
Vers la fin du XXI<sup>e</sup> siècle (2081–2100), le réchauffement moyen à la surface du globe par rapport à la période 1986–2005 aura atteint *probablement* entre 0,3 °C et 1,7 °C selon le RCP2,6, entre 1,1 °C et 2,6 °C selon le RCP4,5, entre 1,4 °C et 3,1 °C selon le RCP6,0 et entre 2,6 °C et 4,8 °C selon le RCP8,5<sup>9</sup>. 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}

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

<sup>8</sup> Cela représente environ les deux tiers d'un cumul de 2 900 GtCO<sub>2</sub> qui conduirait à un réchauffement inférieur à 2 °C suivant une probabilité supérieure à 66 %, ou environ 63 % d'un cumul de 3 000 GtCO<sub>2</sub> 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 GtCO<sub>2</sub> qui conduirait à un réchauffement inférieur à 2 °C suivant une probabilité supérieure à 33 %.

<sup>9</sup> 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}

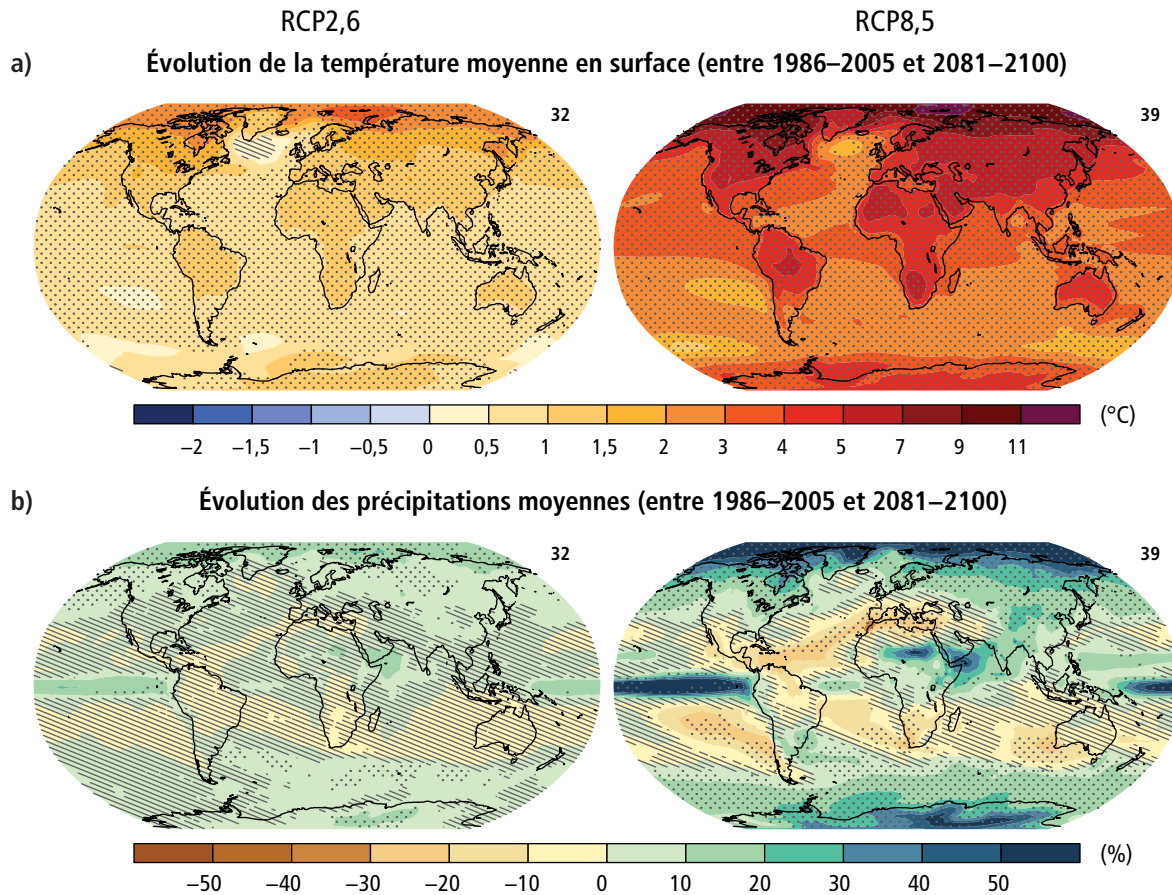


**Figure RID.6 |** Évolution de la température moyenne à la surface du globe **(a)** et élévation du niveau moyen des mers<sup>10</sup> **(b)** entre 2006 et 2100, déterminés par des simulations multimodèles, par rapport à la période 1986–2005. Les séries chronologiques des projections et une mesure 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<sup>e</sup> 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}

<sup>10</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 glace<sup>11</sup> en septembre avant le milieu du siècle est probable d'après le RCP8,5<sup>12</sup> (*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}

<sup>11</sup> Lorsque l'étendue de la banquise est inférieure à 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup> pendant au moins cinq années consécutives.

<sup>12</sup> 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<sup>e</sup> 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*)<sup>10</sup> (figure RID.6b). L'élévation du niveau des mers ne sera pas uniforme entre les différentes régions. À la fin du XXI<sup>e</sup> 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

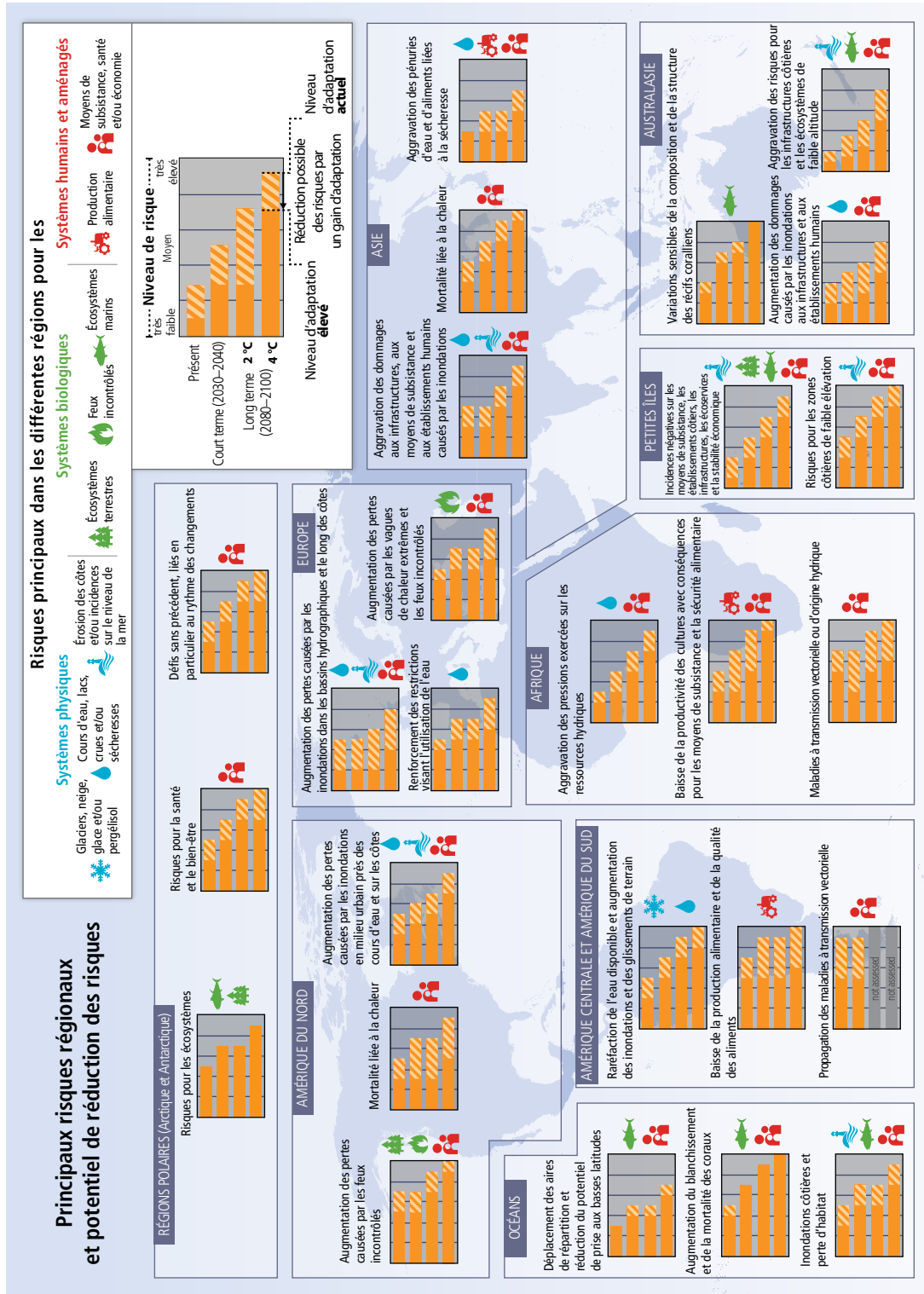
**Les changements climatiques vont amplifier les risques existants et en engendrer de nouveaux pour les systèmes naturels et humains. Ces risques, qui ne sont pas répartis uniformément, sont généralement plus grands pour les populations et les communautés défavorisées de tous les pays, quel que soit 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 plus<sup>13</sup> par rapport aux niveaux de la fin du XX<sup>e</sup> 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}

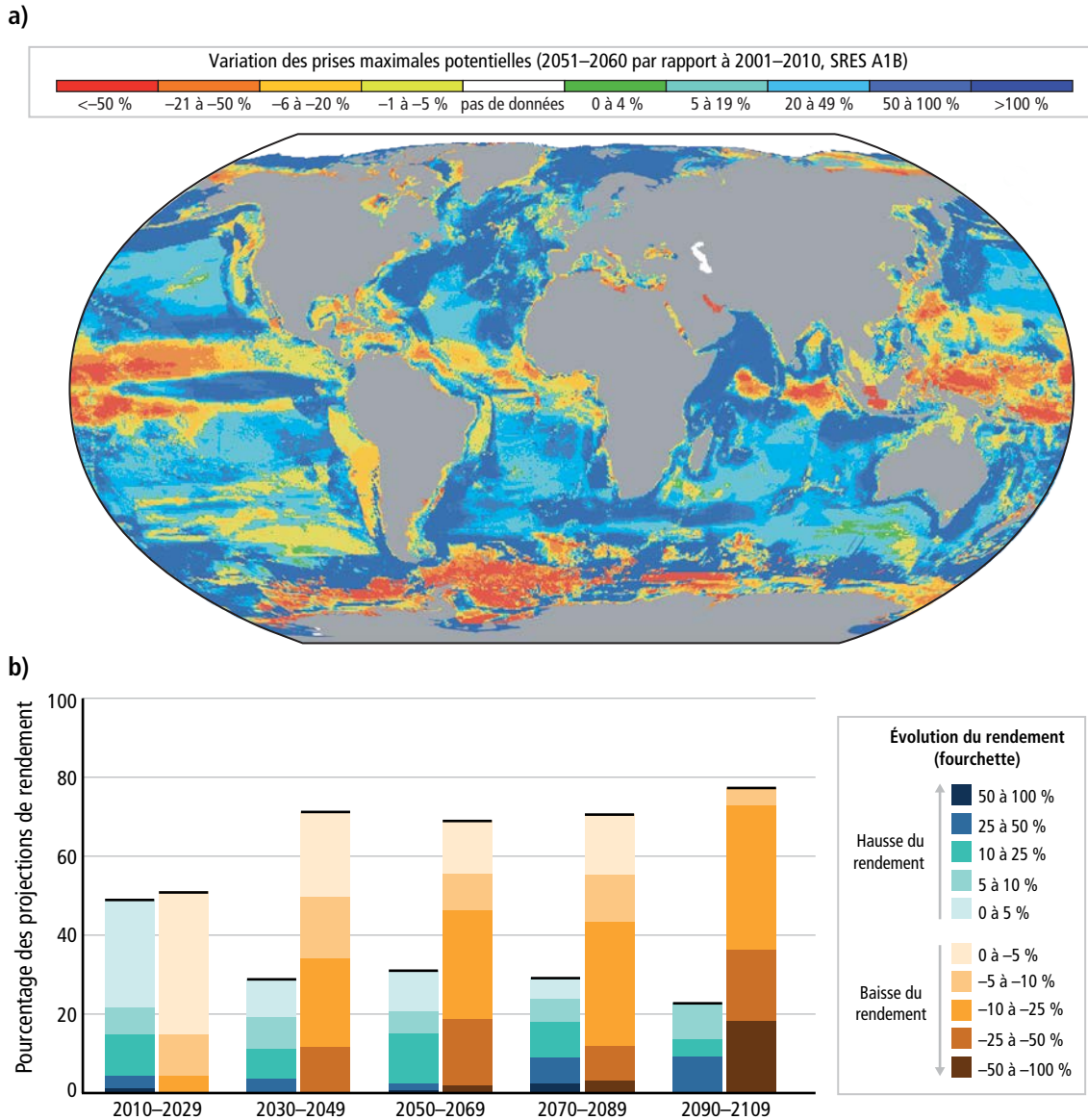
<sup>13</sup> Les projections montrent que le réchauffement moyen à la surface des terres émergées sera plus important que le réchauffement moyen à la surface du globe, et ce, pour tous les scénarios RCP pour la période 2081–2100 par rapport à 1986–2005. La figure RID.7 fournit davantage de détails sur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



**Figure RID.8** | Risques principaux<sup>14</sup> 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)

<sup>14</sup> 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



**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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 CO<sub>2</sub>. Une grande partie du réchauffement climatique d'origine anthropique lié aux émissions de CO<sub>2</sub> est irréversible sur des périodes de plusieurs siècles à plusieurs millénaires, sauf dans le cas d'une élimination nette considérable de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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

**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<sup>e</sup> 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}

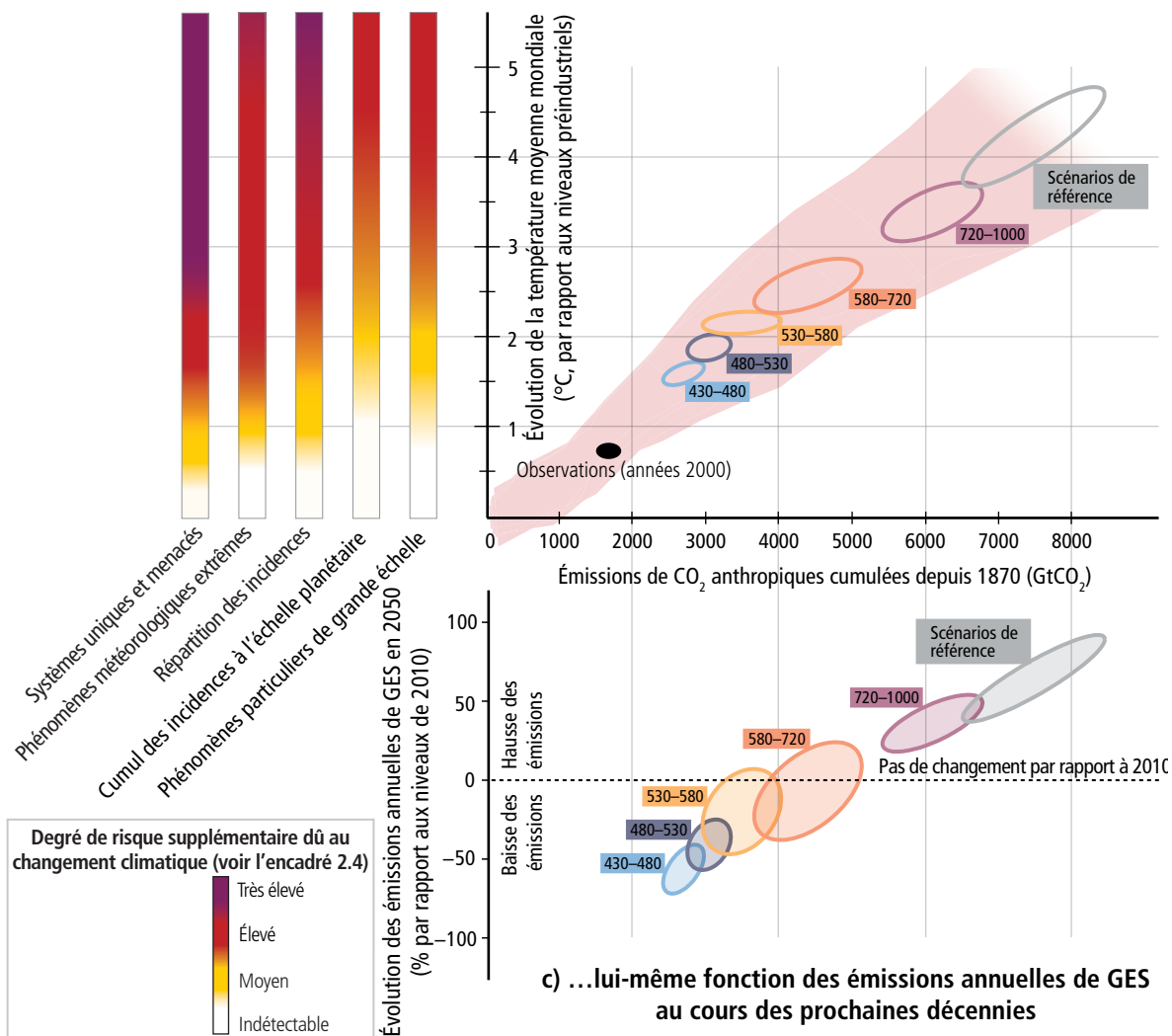
RID 3.2 Réduction des risques du changement climatique par l'atténuation et l'adaptation

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<sup>e</sup> 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}

RID

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 CO<sub>2</sub>...



**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 (CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> (en GtCO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> (en GtCO<sub>2</sub>) 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 GtégCO<sub>2</sub>/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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 éqCO<sub>2</sub>), 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<sup>e</sup> siècle et au-delà. Le cumul des émissions de CO<sub>2</sub> détermine en grande partie le réchauffement moyen à la surface du globe vers la fin du XXI<sup>e</sup> siècle et au-delà. Pour limiter les risques sur tous les motifs de préoccupation, il faudrait restreindre le cumul des émissions de CO<sub>2</sub>, et pour cela atteindre éventuellement un bilan nul des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> 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 défectueuse, 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}**

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<sup>e</sup> au 95<sup>e</sup> centile) (degré de confiance élevé). {3.4}

Selon les scénarios d'atténuation conduisant en 2100 à des concentrations atmosphériques d'environ 450 ppm éqCO<sub>2</sub> ou moins, il est *probable* que le réchauffement sera maintenu durant le XXI<sup>e</sup> siècle à moins de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels<sup>15</sup>. Les scénarios visant ces concentrations d'ici 2100 se caractérisent par une réduction mondiale de 40 à 70 %<sup>16</sup> 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 éqCO<sub>2</sub> 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 éqCO<sub>2</sub> 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 éqCO<sub>2</sub>), 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 éqCO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> qui y correspondent et de la probabilité suivant laquelle ces scénarios maintiendraient le réchauffement au-dessous d'un certain intervalle de températures. {3.4}

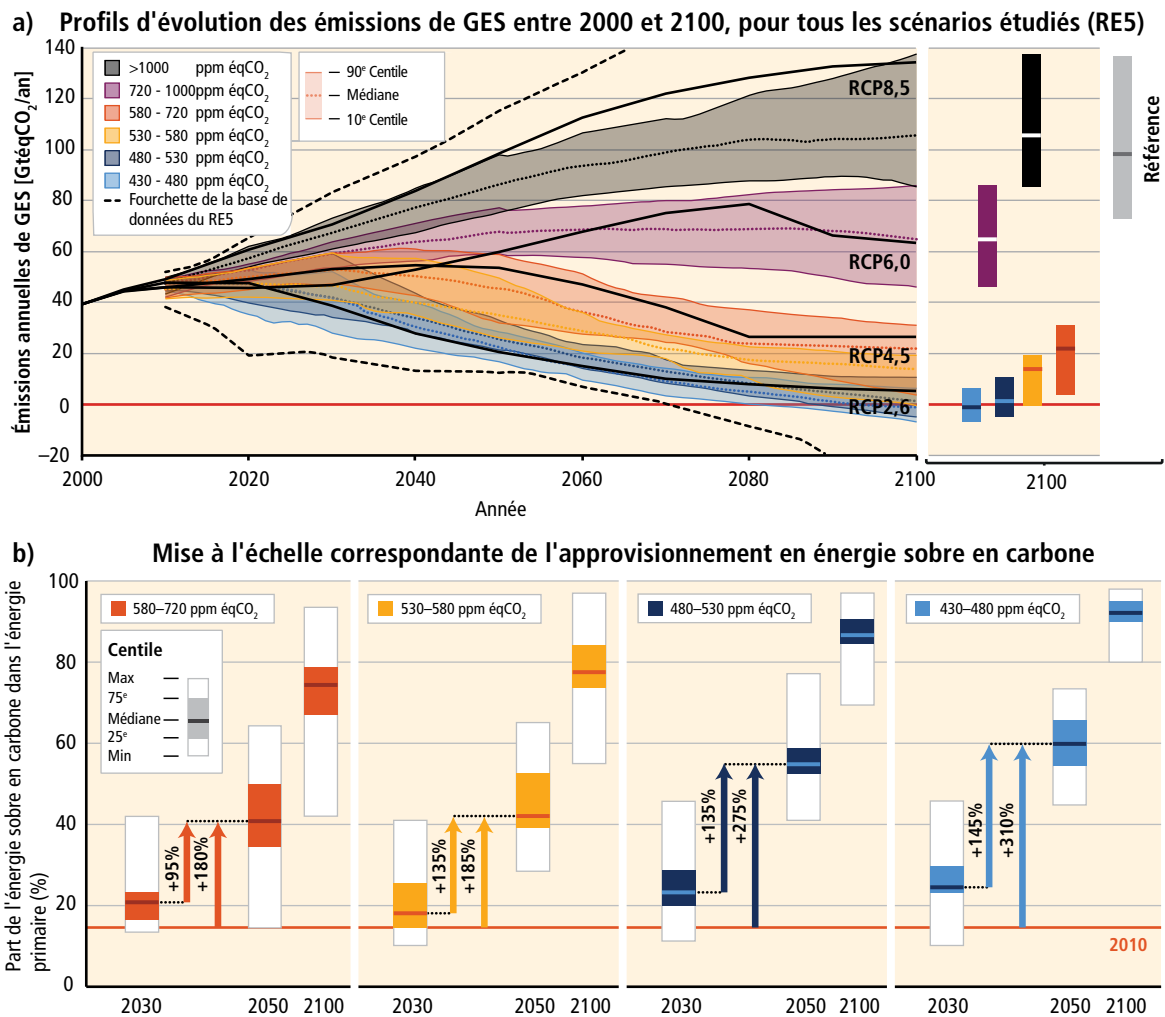
Les scénarios atteignant en 2100 des niveaux de concentration atmosphérique de l'ordre de 450 ppm éqCO<sub>2</sub> (et pour lesquels il est *probable* qu'une hausse de température de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels ne sera pas atteinte) comportent un dépassement<sup>17</sup> temporaire de cette concentration atmosphérique, ce qui est aussi le cas de beaucoup de scénarios atteignant environ entre 500 et 550 ppm éqCO<sub>2</sub> 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 défis<sup>18</sup> 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}

<sup>15</sup> Par comparaison, la concentration atmosphérique en 2011 est estimée à 430 ppm éqCO<sub>2</sub> (avec un intervalle d'incertitude de 340 à 520 ppm).

<sup>16</sup> 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<sub>2</sub> 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.

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

<sup>18</sup> 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<sub>2</sub> 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<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/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 propre 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>. Les émissions d'agents de forçage autres que le CO<sub>2</sub> sont souvent exprimées en équivalent CO<sub>2</sub>, 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<sup>e</sup> 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 propre 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<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> centile <sup>a</sup>. [tableau 3.1]

Concentrations en $\text{eqCO}_2$ en 2100 [ppm $\text{eqCO}_2$ ] <sup>f</sup> Désignation de la catégorie (plage de concentration)	Sous-catégories	Sous-catégorie <sup>d</sup>	Changement des émissions en $\text{eqCO}_2$ à comparer à 2010 [%] <sup>c</sup>		Probabilité de ne pas dépasser au cours du XXI <sup>e</sup> siècle la hausse de température indiquée (par rapport à 1850–1900) <sup>d, e</sup>			
			2050	2100	1.5°C	2°C	3°C	4°C
<430	Des niveaux inférieurs à 430 ppm $\text{eqCO}_2$ n'ont été pris en compte que dans un petit nombre d'études portant sur un modèle. <sup>i</sup>							
450 (430-480)	Plage complète <sup>a, g</sup>	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 $\text{eqCO}_2$		entre -57 et -42	entre -107 et -73	Improbable	Plus probable qu'improbable		
	Avec dépassement de 530 ppm $\text{eqCO}_2$		entre -55 et -25	entre -114 et -90		À peu près aussi probable qu'improbable		
550 (530-580)	Sans dépassement de 580 ppm $\text{eqCO}_2$		entre -47 et -19	entre -81 et -59	Improbable	Plus improbable que probable <sup>f</sup>	Probable	Probable
	Avec dépassement de 580 ppm $\text{eqCO}_2$		entre -16 et 7	entre -183 et -86				
(580-650)	Plage complète	RCP4,5	entre -38 et 24	entre -134 et -50	Improbable	Improbable	Plus probable qu'improbable	Probable
(650-720)	Plage complète		entre -11 et 17	entre -54 et -21				
(720-1 000) <sup>b</sup>	Plage complète	RCP6,0	entre 18 et 54	entre -7 et 72	Improbable <sup>h</sup>	Plus improbable que probable	Probable	Probable
>1 000 <sup>b</sup>	Plage complète	RCP8,5	entre 52 et 95	entre 74 et 178	Improbable <sup>h</sup>	Improbable		

Notes:

<sup>a</sup> La «plage complète» pour les scénarios prévoyant de 430 à 480 ppm  $\text{eqCO}_2$  correspond à l'amplitude du 10<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> centile de la sous-catégorie de ces scénarios figurant dans le tableau 6.3 du rapport du Groupe de travail III.

<sup>b</sup> Les scénarios de référence sont classés dans les catégories > 1 000 et 720-1 000 ppm  $\text{eqCO}_2$ . 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).

<sup>c</sup> 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  $\text{eqCO}_2$  comprennent la liste des gaz réglementés en vertu du protocole de Kyoto (le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ), l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ainsi que les gaz fluorés).

<sup>d</sup> 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' $\text{eqCO}_2$  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.

<sup>e</sup> 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.

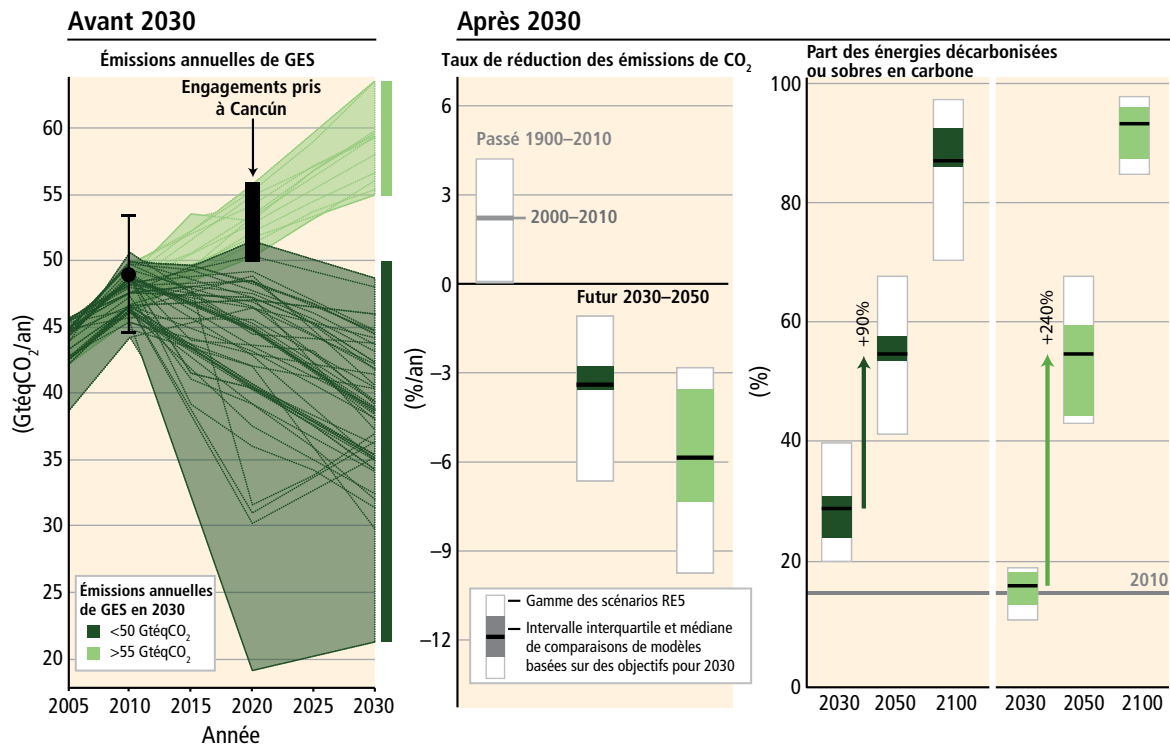
<sup>f</sup> La concentration en  $\text{eqCO}_2$  (voir glossaire) est calculée par le modèle MAGICC sur la base d'un forçage total pour une simulation simple du cycle du carbone et du climat. La concentration en 2011 est estimée à 430 ppm  $\text{eqCO}_2$  (avec un intervalle d'incertitude de 340 à 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/m<sup>2</sup>, avec un intervalle d'incertitude de 1,1 à 3,3 W/m<sup>2</sup>.

<sup>g</sup> La grande majorité des scénarios dans cette catégorie dépassent la limite de 480 ppm  $\text{eqCO}_2$ .

<sup>h</sup> 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.

<sup>i</sup> Les scénarios de la catégorie 580-650 ppm  $\text{eqCO}_2$  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.

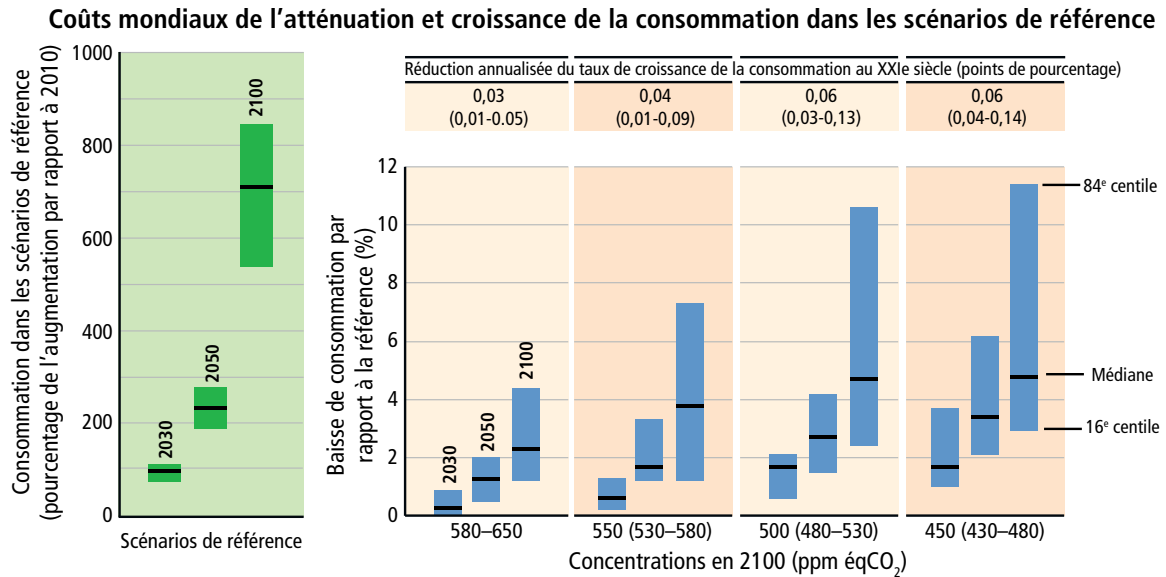
<sup>j</sup> Dans ces scénarios, les émissions mondiales en  $\text{eqCO}_2$  se situent en 2050 entre 70 et 95 % au-dessous des émissions de 2010, et, en 2100, entre 110 et 120 % au-dessous des émissions de 2010.



**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 CO<sub>2</sub> 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<sup>e</sup> siècle (concentrations de 430 à 530 ppm équCO<sub>2</sub> 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 (GtécCO<sub>2</sub>/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 Cancún. Le graphique central indique les taux annuels moyens de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 GtécCO<sub>2</sub>/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<sup>e</sup> 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 éqCO<sub>2</sub> 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<sup>a</sup> dans les scénarios présentant un bon rapport coût-efficacité<sup>b</sup>. L'augmentation des coûts est indiquée pour une estimation médiane et pour l'intervalle entre le 16<sup>e</sup> et le 84<sup>e</sup> centile des scénarios (entre parenthèses)<sup>c</sup>. 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 <sup>d</sup>						Augmentation des coûts de l'atténuation en raison d'une atténuation supplémentaire retardée jusqu'en 2030	
[Augmentation du total des coûts actualisés <sup>e</sup> 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 éqCO <sub>2</sub> )	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			
<b>Légende des cylindres — fraction des modèles ayant réussi à produire des scénarios (le nombre de ces scénarios figure dans les cylindres)</b>							
: 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:

<sup>a</sup> 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 Gt<sub>éq</sub>CO<sub>2</sub> 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.

<sup>b</sup> 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.

<sup>c</sup> L'intervalle considéré comprend les scénarios situés entre le 16<sup>e</sup> centile et le 84<sup>e</sup> 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 éqCO<sub>2</sub> en 2100 n'ont pu produire des scénarios associés à des niveaux de concentration inférieurs à 530 ppm éqCO<sub>2</sub> en 2100, avec pour hypothèse une disponibilité restreinte des technologies et/ou une atténuation supplémentaire retardée.

<sup>d</sup> *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) = 10<sup>18</sup> joules).

<sup>e</sup> 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
<p><b>Réduction de la vulnérabilité et de l'exposition</b> par le biais de mesures, plans et pratiques de développement, y compris de nombreuses mesures quasi sans regret</p> <p><b>Adaptation</b> y compris l'adaptation incrémentale et transformatrice</p>	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.
	Structurales/ physiques	<b>Options pour les environnements artificiels et bâtis:</b> Digues 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.
		<b>Options technologiques:</b> Nouvelles variétés de cultures et races d'animaux d'élevage; savoir, technologies et méthodes autochtones, traditionnelles et locales; irrigation efficace; technologies aères 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.
		<b>Options basées sur les écosystèmes:</b> 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.
		<b>Services:</b> 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	<b>Options économiques:</b> 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.
		<b>Lois et réglementations:</b> 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.
		<b>Politiques et programmes nationaux et gouvernementaux:</b> 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	<b>Options éducatives:</b> 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.
<b>Options informationnelles:</b> 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.		
<b>Options comportementales:</b> 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.		
Domaines d'intervention	<b>Pratiques:</b> Innovations sociales et techniques; modifications des comportements ou changements institutionnels et d'encadrement conduisant à des changements sensibles des résultats.	
	<b>Politiques:</b> 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.	
	<b>Personnels:</b> Théories, croyances, valeurs et visions du monde individuelles et collectives influant sur les réactions face au changement climatique.	

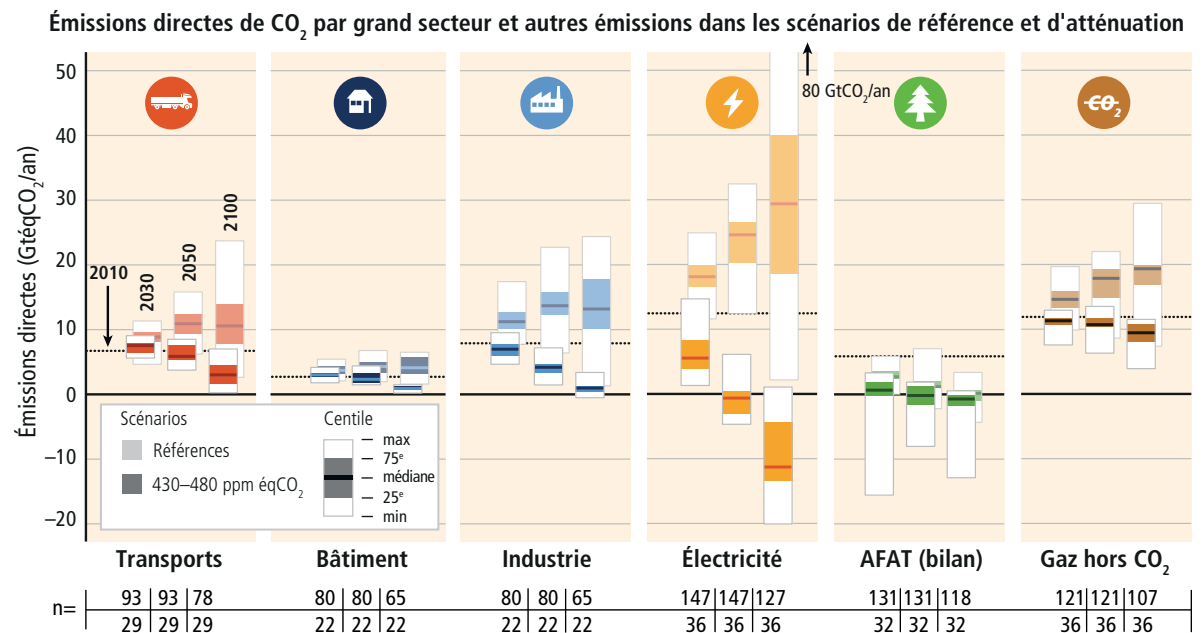
RID 4.3 Possibilités d'atténuation

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 CO<sub>2</sub> à des niveaux relativement bas (de l'ordre de 450 ppm éqCO<sub>2</sub>, 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 (CO<sub>2</sub>) par secteur et émissions totales de GES autres que le CO<sub>2</sub> (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 éqCO<sub>2</sub>, 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 éqCO<sub>2</sub> 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 BECCS (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  $\text{eqCO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{eqCO}_2$  d'ici 2100<sup>19</sup> (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

<sup>19</sup> Cette fourchette comprend les scénarios qui atteignent des concentrations se situant entre 430 et 480 ppm  $\text{eqCO}_2$  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  $\text{eqCO}_2$  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}